Речевые Технологии

3–4/2020

Главный редактор: ***Харламов Александр Александрович,***
доктор технических наук, kharlamov@analyst.ru

Состав редколлегии:

Заместитель главного редактора: Потапова Родмонга Кондратьевна,
доктор филологических наук, профессор, rkpotapova@yandex.ru

Азаров Илья Сергеевич,
доктор технических наук, профессор, azarov@bsuir.by, Беларусь

Голенков Владимир Васильевич,
доктор технических наук, профессор, golen@bsuir.by, Беларусь

Жигулёвцев Юрий Николаевич,
кандидат технических наук, ynzh@mail.ru

Карпов Алексей Анатольевич,
доктор технических наук, karpov@iias.spb.su

Коренева Ольга,
PhD, Испания, quovadis36@gmail.com

Кривнова Ольга Федоровна,
доктор филологических наук, профессор, okrivnova@mail.ru

Кудубаева Сауле Альжановна,
кандидат технических наук, saule_58@mail.ru, Казахстан

Кушнир Алексей Михайлович,
кандидат психологических наук, kushnir-narobr@yandex.ru

Кушнир Дмитрий Алексеевич,
кандидат технических наук, kushdal@yandex.ru

Лобанов Борис Мефодьевич,
доктор технических наук, lobanov@newman.bus-net.by, Беларусь

Лякso Елена Евгеньевна,
доктор биологических наук, lyakso@gmail.com

Максимов Евгений Михайлович,
доктор технических наук, maximovem@inbox.ru

Мещеряков Роман Валерьевич,
доктор технических наук, профессор, mrv@ieee.org

Пильгун Мария Александровна,
доктор филологических наук, pilgun@yandex.ru

Ромашкин Юрий Николаевич,
кандидат технических наук, romayn@yandex.ru

Ронжин Андрей Леонидович,
доктор технических наук, ronzhin@iias.spb.su

Сажок Николай Николаевич,
кандидат технических наук, sazhok@gmail.com, Украина

Смирнов Иван Валентинович,
кандидат физико-математических наук, ivs@isa.ru

Сулейманов Джавдет Шевкетович,
академик Академии наук Татарстана, доктор технических наук, профессор, alsu_73@list.ru

Чучупал Владимир Яковлевич,
кандидат технических наук, v.chuchupal@gmail.com

Железны Милош,
PhD — Milos Zelezny, zelezny@kky.zcu.cz, Чехия

Содержание

Saule Kudubayeva, Nurzada Amangeldy, Zakirova Alma
Kazakh sign language recognition system based on the Bernsen method and morphological structuring. ... 3

Чучупал В. Я.
Способы уменьшения вычислительной сложности нейросетевых языковых моделей ... 16

Харламов А. А. Пильгун М. А.
Имплицитные знания в восприятии текста (на работах В. Набокова и И. Бродского): нейросетевой подход ... 30

Комарова Е. В.
Сопоставительный анализ понятия «мигрант» в русских и английских медиатекстах. ... 47

Расходчиков А. Н., Пильгун М. А
Как образы экологии в сетевом медиатексте выступают катализаторами городских конфликтов ... 54

Ярмарка смыслов. Семантика в разных ракурсах (междисциплинарный семинар в ВШЭ) ... 73

Аверкин А. Н.
Извлечение правил из классических, глубоких нейронных сетей и нейронечетких сетей ... 76

Харламов А. А.
Семантика парадигматическая vs семантика синтагматическая или сенсорная и моторная семантика в целенаправленном поведении ... 86

Расходчиков А. Н.
Управление городскими конфликтами: мониторинг, текстовый анализ, прогнозирование ... 92

Хамдамов Т. В.
Трансцендентальное учение Канта или пользовательская методичка разработчика компьютерных симуляций научных экспериментов ... 96

Власова А. Е
Анализ и формирование смысла в диалоговой платформе NLab Logic ... 120

Табачук И. С.
Сокращение читаемого текста без потери смысла. Семпрессия – как и зачем ... 127

Рыжов В. А., Рыжов Р. В.
Принцип цифровизации поля взаимодействия саморазвивающихся субъектов действия ... 130

Кулай А. А.
...От вселенной смысла к СМЫСЛУ ВСЕЛЕННОЙ ... 138

Редакция:
Редактор: *Татьяна Иванова*
Корректор: *Людмила Асанова*
Дизайн: *Анна Ладанюк*
Вёрстка: *Татьяна Любимова*

Адрес редакции: 109341, Москва, ул. Люблинская, д. 157, корп. 2.
Тел.: 8 901 510–30-65

Подписано в печать 26.12.2019. Формат 60×90⅛. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Печ. л. 14,25. Заказ № . Издательский дом «Народное образование».
Отпечатано в типографии НИИ школьных технологий.
143500, г. Истра-2, ул. Заводская, д. 2А. Тел.: 8 901 513–97-64, (495) 792–59-62.

© «Народное образование»

УДК 004.8

Kazakh sign language recognition system based on the Bernsen method and morphological structuring

Saule Kudubayeva[1], Nurzada Amangeldy[1], Zakirova Alma[1]

[1]L.N.Gumilyov Eurasian National University of Nur-Sultan, 2, Satpayev str., Nur Sultan, 101008, Kazahstan
saule.kudubayeva@gmail.com, nurzadaamangeldy@gmail.com, alma_zakirova@mail.ru

Abstract

This paper explores an approach to constructing classes of various movements of a person's hands while showing gestures and methods for recognizing them. The localization of the hand relative to the body, the direction of movement of the hands and the orientation of the palm are taken as the main properties while showing gestures. To build classes, the use of an ontological model of the subject area, focused on the problems of recognizing sign language is proposed. To analyze the data and build the ontological model, about a thousand gestures that characterize the possible variations of gestures in the form of their demonstration were selected. As a result of the research, more than two hundred different classes have been identified for which various methods and recognition algorithms have been developed taking into account the specific features of the classes. Approaches to the detection and recognition of gestures during the implementation of intelligent human-machine interface technology are considered. A new algorithm based on the Bernsen method and morphological structuring and correlation analysis is proposed. Based on the algorithm, a system was created and an experiment was carried out. The experimental results showed the effectiveness of the proposed algorithm and can be used to recognize other types of classes proposed in the classification by modifying the proposed algorithm, that is, using various methods for processing matrices.

Keywords: gestures recognition, human-machine interface, Viola-Jones detector, correlation analysis, sign language translation, the Bernsen method.

INTRODUCTION

Intellectual technologies for sign languages (including Kazakh) and their features have not been considered properly in world science y et, therefore the development of such technologies is more relevant than ever. Also, the Kazakh sign language is subject to partial extinction, and this requires special attention from linguists, sign language interpreters and software developers.

The issue of lack of sign language interpreters of the Kazakh Sign Language (KSL) in Kazakhstan is very serious. First of all, this is due to the lack of schools and an approved state standard, according to which it is necessary to train future specialists. In addition, three main dialects are distinguished in the KSL: northeastern, southern and western. This causes presents in the study of elements of the KSL.

Kazakhni scientists have developed a website www.surdo.kz, in which there is a fingerprint alphabet developed by the Kazakh Society of the Deaf at the end of the 20th century based on the Russian sign language, a sign fingerprinting dictionary, tabs: proverbs — sayings, songs, fairy tales with sign language [2]. In Kazakhstan about half a million people use the sign language, and the number of translators willing to help them is hundreds of times smaller. Seeing a doctor or notary, study at the university — everything requires translation. In Europe and America, paramedics, police officers and a number of other professions are required to know and understand the sign language. In Kazakhstan, it presents some difficulties. You can get the help of a translator by submitting an application or paying money for the service, so these services are used infrequently.

In Kazakhstan there also exists «Surdo-Online» social project, which provides a social rehabilitation and adaptation of deaf-mute and hearing-impaired people in society, offering high-quality services in all organizations and enterprises of various forms of ownership. Besides, the project provides jobs for more than three hundred people, which will further enable the provision of the Surdo-Online services throughout the Republic of Kazakhstan.

«Surdo-Online» service is a conference between a person with impaired hearing who needs information and a service provider on the one hand, and an operator of the sign language specialist, on the other. The service provides certified specialists who have passed the certification of sign language specialists in Kazakhstan and beyond its borders, regardless of the location and time of the disabled person's access; the service is available around the clock; the only condition of getting it is access to the Internet. With the Purpose of Equal Opportunities provision, this service can be used both from computers and from tablets and mobile phones [3].

1. THEORETICAL PART

Gesture (from lat gest) is the movement of the human body or its parts, which has a certain meaning, that is, a symbol or emblem.

Gesture speech is a form of interpersonal communication, which is characterized by special lexical and grammatical patterns that support people with hearing impairment.

Sign language (SL) is a non-verbal communication system between hearing people and people with hearing problems, and for the latter it is used as the main method of communication in which a gesture can be found to express almost any word [3]. The main unit of a sign language is

a gesture that is characterized by iconicity, i.e. the ability to designate an object by demonstrating with the help of hand movements, facial expressions and articulation of the face, turning the head, etc. visual parameters of the object.

It is often impossible to show first and last names, foreign, technical and medical terms using a sign language; therefore, along with a sign language, the hearing impaired widely use the Dactyl alphabet. Dactyl grammar is similar to a deaf person's native language grammar. Fingerprinting is often referred to as finger writing in the air: visually acceptable and based on all spelling rules. But it does not concern punctuation, for the exclamation and question marks are conveyed by the corresponding facial expressions; point and multipoint — by a pause; hyphens, colons and other punctuation marks, despite the fact that there are display forms, are also not displayed in the fingerprint.

To parameterize the display of gestures, five components of the gesture are distinguished: configuration (shape of the arm / hands), place of performing (localization), direction of movement, nature of movement and non-manual component (facial expression and articulation) [3,4].

Examples of KSL gestures characterized by L. S. Dimskis notation components are shown in Table 1 and show how each gesture can be represented using the characteristics of its components [5].

Table 1

The example of the notation of gestures of the KSL by L. S. Dimskis [5]

Components	Characteristics of components and notations
Configuration (finger position)	А-configuration Ә-configuration Б-configuration ...1-configuration 2- configuration ...
Palm direction	down up to yourself .....
Localization (location of gesture)	at forehead level with riding both cheeks at shoulder level without touching at shoulder level with touching of right shoulder .....
Direction and nature of the movement	down to yourself from yourself

As the main properties when showing gestures let us take localization (fig. 1), direction of the movement (fig 2.) and orientation of the palm, and introduce the following concepts and designations for building the model (Table 2.)

Table 2

Main parameters for gestures showing

Localization		Ω
1	in the area of the head	HA
1.1	over the head	HA/OH
1.2	to the right or to the left of the head	HA/RLH
1.3	touching the face	HA/TF
1.4	touching the neck	HA/TN
2	neutral zone	NZ
3	by the right or left shoulder	NRLSH
4	in the area of the waist	W
Palm, hand orientation		**ψ**
1	the palm is directed to the right, left, up, down	PLRLUD
24	the palm is directed to the speaker or from the speaker	PTFS
Movement direction		**↔**
1	from the speaker or to the speaker	TFS
2	up, down, to the right, to the left	DULRS
3	circular movements	CM
4	motionless, static	ML
Classes		**K**
1	1 handed	1H
2	2 handed	2H
2.1	hands do not cross	NTINT
2.2	hands cross	INT

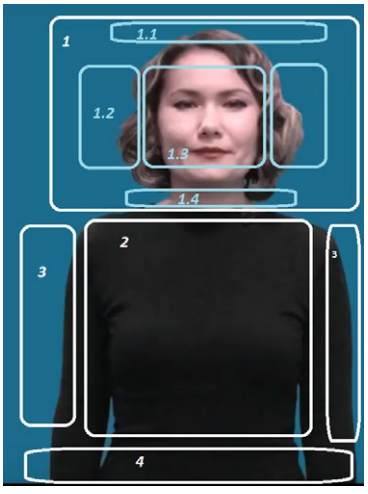


Figure 1. Localization (lace of a gesture)

The ontological domain model is implemented and tested in the Protégé 5.5.0 beta system. As a result of a detailed study of the sign language vocabulary [2] in the form of presentation of gestures, in the position or direction of the structural elements of the gesture, the ontological model was obtained in the form of 204 classes of forms of gesture performance. This does not include gestures when showing which two hands cross, since such representations require further detailed analysis.

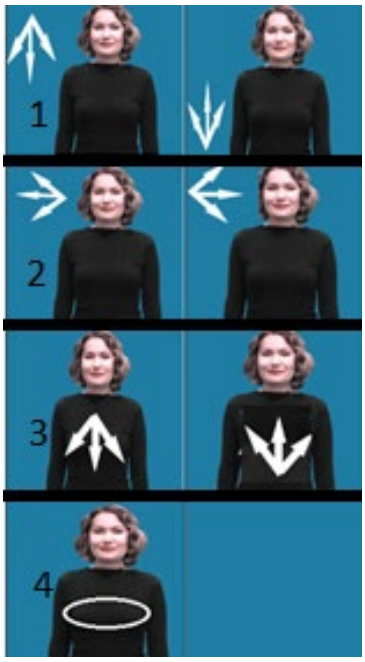


Figure 2. Directions of the movement (movements can be direct, intermittent, spasmodic, repeating)

Ontology in the context of information technology is represented by a hierarchical system of concepts and terms (structure, model) of a certain subject area [6]. To create an ontological model of the subject area, the Kazakh sign language was chosen; about a thousand gestures (See on the site) were taken as a vocabulary of the language [3].

The main components of an ontology are classes or concepts. Classes are abstract groups that can include instances, other classes, or a combination of both. Classes in ontologies are usually organized into a taxonomy — a hierarchical classification of concepts in relation to inclusion. To construct an ontological model of a sign language two classes of gestures of the first level were distinguished — one-handed (a gesture is demonstrated with one hand) and two-handed, when information is transmitted using the movements of two hands. A class can be subdivided into subclasses that represent more specific concepts than a superclass.

2. EXPERIMENTAL PART

2.1. Description of some classes and experiments on them

Gestures can be divided into static and dynamic. Static gestures of a fixed-arm state (Fig. 4,5) in space are spatial, and dynamic signatures are characterized by continuous

movement of the hand from the starting point to the finishing point over a certain period of time. There will be 42 letters on the Kazakh fingerprint, as it is in the Kazakh alphabet.

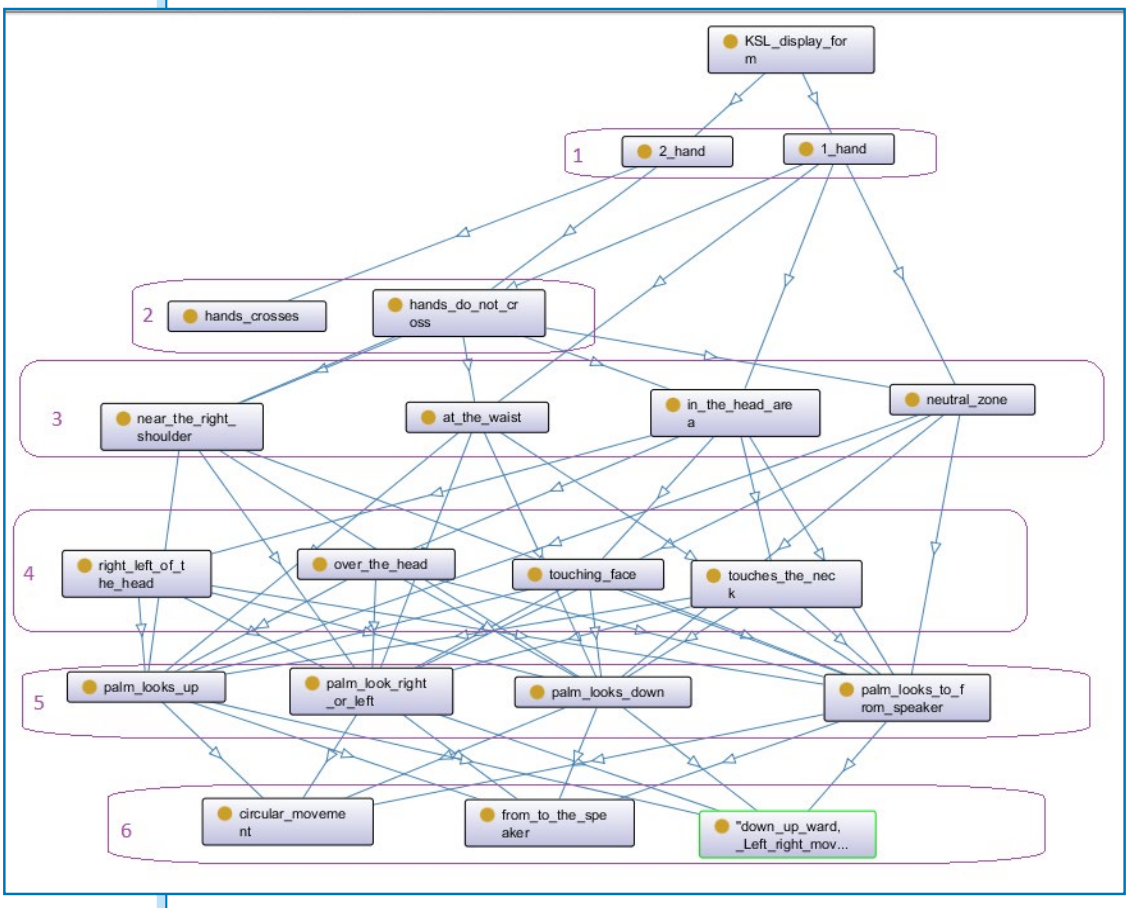


Figure 3. Ontological model

Figure 4. One-handed static gesture classes

Figure 5. Two-handed static gesture classes

We call gestures with two hands symmetrical if both the wrists and the direction of movement are the same, or they repeat the movement of each other, as if reflected in a mirror.

About 350 thousand gestures studied in qualifications are displayed with one hand, and about — 650 with two hands.

Figure 6. One-handed, neutral zone, the palm is directed to the speaker or from the speaker, movement direction up, down, to the right, to the left gesture classes

Figure 7. Two-handed, neutral zone, the palm is directed to the speaker or from the speaker, movement direction up, down, to the right, to the left gesture classes

Figure 8. Two-handed, by the right or left shoulder, the palm is directed to the speaker or from the speaker, movement direction up, down, to the right, to the left gesture classes

In asymmetric two-handed gestures, one hand is often motionless — this is called a passive hand, and the second hand can make complex movements — this hand is called active; often the shape and movement of the gesture are determined by the active hand.

2.2. Experiment description

Below we proposed an algorithm (fig.9) for recognizing such signatures for classes of one-handed and two-handed signatures that satisfy the following conditions (Fig. 6,7,8):

$$- \Omega \text{ NZ } \psi \text{ PTFS} \leftrightarrow \text{DULRS};$$

$$- \Omega \text{ NSH } \psi \text{ PTFS} \leftrightarrow \text{DULRS};$$

$$- \Omega \text{ W } \psi \text{ PTFS} \leftrightarrow \text{DULRS};$$

The use of the correlation method and the method of direct comparison with the standard imposes general requirements on the process of image preprocessing. They consist

in the fact that the image and the standard must be equally oriented, have an equal scale and be not shifted relative to each other in the image field. The experiment was conducted using Math Works MATLAB R2018a — a specialized package for solving engineering, scientific, technical and economic problems [10, 11].

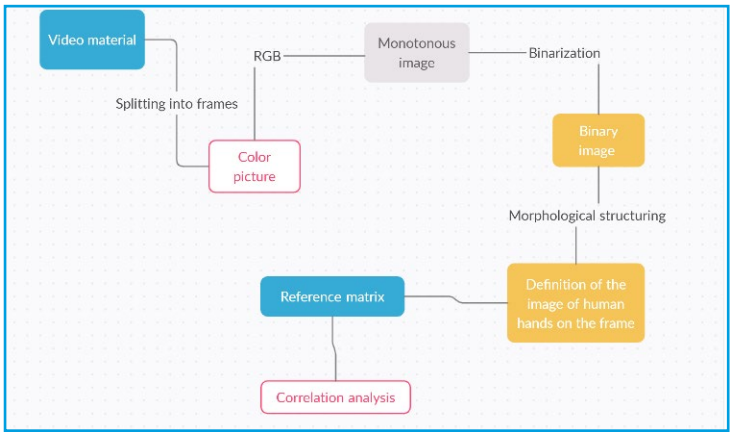


Figure 9 The structural diagram of the recognition system of the Kazakh sign language

We can offer standard color images in two ways: an RGB image and an indexed image. An RGB image consists of three matrices (red, green, blue), corresponding to three color components with dimensions WxHx3.

$$R=\begin{pmatrix} r_{00} & r_{01} & \dots & r_{0w} \\ r_{10} & r_{11} & \dots & r_{1w} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{h0} & r_{h1} & \dots & r_{hw} \end{pmatrix} \quad G=\begin{pmatrix} r_{00} & r_{01} & \dots & r_{0w} \\ r_{10} & r_{11} & \dots & r_{1w} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{h0} & r_{h1} & \dots & r_{hw} \end{pmatrix} \quad B=\begin{pmatrix} r_{00} & r_{01} & \dots & r_{0w} \\ r_{10} & r_{11} & \dots & r_{1w} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{h0} & r_{h1} & \dots & r_{hw} \end{pmatrix}$$

The RGB section can be thought of as a combination of three monochrome grayscale images. All three correspond to the red, green, blue input of the monitor, and as a result we can see a color image on the screen. Three monochrome shapes form an RGB composite image, and matrices can be called red, green, blue or image component. An image component class defines the range of its values. Accordingly, if the class is double, the range of values is the interval [0,1]. Likewise, uint8 is [0.255], uintl6 is [0.65535]. The bit that an RGB image uses to represent the pixel value of all of its components is called image depth. In most cases, the bits of the components are equal to each other, so if we take an 8-bit image, the image depth is 24 bits, and each component has 16,777,216 colors.

To implement this system, we create a matrix of 0, the width of which is equal to the length of the frame.

$$zeros(frameH, frsmeW, 3, \text{'uint8'})=\begin{pmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

Frames are written into the prepared structure Zeros, as in the matrix set in the figure below.

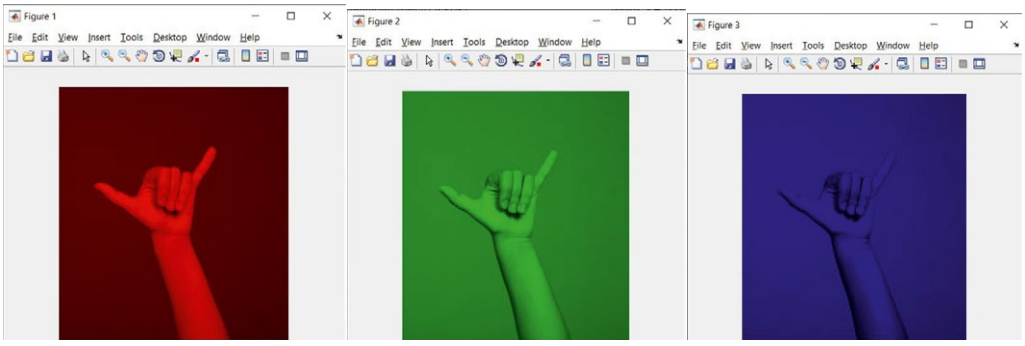
$$frame_0 = \begin{pmatrix} f_{00}\ f_{01} \dots f_{0w} \\ f_{10}\ f_{11} \dots f_{1w} \\ \dots\dots\dots \\ f_{h0}\ f_{h1} \dots f_{hw} \end{pmatrix} \quad frame_1 = \begin{pmatrix} f_{00}\ f_{01} \dots f_{0w} \\ f_{10}\ f_{11} \dots f_{1w} \\ \dots\dots\dots \\ f_{h0}\ f_{h1} \dots f_{hw} \end{pmatrix} \quad \cdots \quad frame_n = \begin{pmatrix} f_{00}\ f_{01} \dots f_{0w} \\ f_{10}\ f_{11} \dots f_{1w} \\ \dots\dots\dots \\ f_{h0}\ f_{h1} \dots f_{hw} \end{pmatrix}$$

With the following notation, we can separate three components: R, G, B frame.

R = I; R(:,:,2) = 0; R(:,:,3) = 0;

G = I; G(:,:,1) = 0; G(:,:,3) = 0;

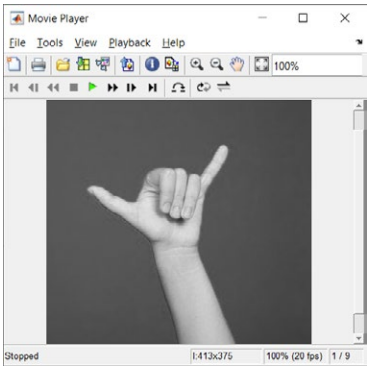
B = I; B(:,:,1) = 0; B(:,:,2) = 0;



Next, to get a halftone frame, use the following statement

rgb image = cat($c_{i,\ ir,\ ig,ib}$)

It is important for us that the color components are in the same order in the formula. For example, if ci = 1, then the array is vertical, if ci = 2, then horizontal, and if ci = 3, then the third dimension is combined. That is, dim = 3 for an RGB image with three components. When the components match, we get a gray image.



One of the most popular methods for obtaining a binary image is the Bernsen method. The Bernsen method consists of the following steps:

1. A regular square hole with an odd number of pixels goes through all pixels of the original image in a loop. Each step is min. And max.

2. Found the average value Avg = (Min + Max) / 2.

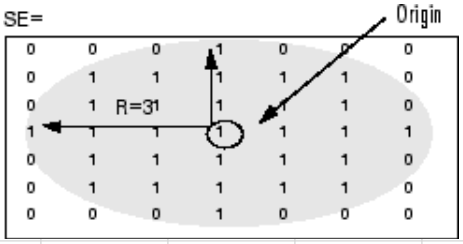
3. If the current pixel is greater than Avg <E, it will be white, otherwise it will be black. E is a user-defined constant.

4. If the average value is less than the contrast threshold, the current pixel will be converted to the color specified in the «questionable pixel color» setting.

For each (x; y) pixel, the brightness limit is selected B (x; y) = (B_{min}-B_{max}) / 2, where $B_{min}B_{max}$ is the maximum or minimum pixel brightness of the pixel square (x; y), respectively. If the contrast level (the maximum difference between the minimum level) exceeds a certain limit, then the pixel is called either white or black. For all frames, this contrast threshold should be selected consistently and interactively.

frame(x; y) = (f_{min} — f_{max})/2, $f = \begin{cases} \text{frame}(x; y) < \varepsilon, & 0 \\ \text{frame}(x; y) > \varepsilon, & 1 \end{cases}$

Strel is a flat morphological structural element that is an integral part of morphological expansion and erosion [12]. A planar feature is a two-dimensional area, two-dimensional or multi-dimensional, containing morphological calculations for true pixels, not false pixels. The center pixel of the structure element is defined as the source of pixels by the pixel of the frame being processed. We use the strel function to create the structure element.



1	1	1	1	0
1	1	1	1	0
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1

Take the center point and examine the top, bottom, left and right adjoining parts of the point.

[L,n] = bwlabel(___)

Determination of the number of one-component elements. SE = strel('octagon',r) creates an octagonal feature, measured along the horizontal and vertical

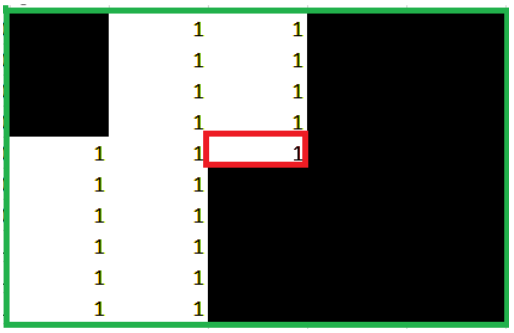
axes, that defines the distance from the origin of the feature to the sides of the octagon. must be a product not equal to r3.

[L,n] = bwlabel(____)

Also returning n, the number of BW added objects found. [label, numObj] = bwlabel (IopenedDisk, 4) Computes a set of characteristics for each area.

iRegion = regionprops (IopenedDisk, 'centroid')

The center of mass of the region is returned as a vector 1 Q. The first element is the horizontal coordinate (or x coordinate) of the center of mass of the Centroid. The second element is the vertical coordinate (or y coordinate). All other elements have Centroid dimensions. This figure shows the centroid and rectangle for the uncoordinated area. The area is composed of white pixels; the green frame is the junction box and the red dot is the centroid.



Another property of these methods that should be considered is the need to use a large number of standards. This is especially important in cases where dynamic gestures are recognized.

In case of directions of movements — left, right, up, down; palm orientation — left, right, up, down (Fig. 12, 13), we can solve this problem by installing two cameras to correctly read the configuration of the hand from the computer.

A palm isolated from a conventional camera directed to or from the speaker will look like the images in Fig. 10.

Figure 10. Configuration of the hand

When the palm is oriented left, right, up and down, a conventional camera will not be able to read the configuration of the hand correctly (fig. 11).

Figure 11. Configuration of the hand

Figure 12. The palm is directed to the right, left, up, down, one-handed static gesture classes

Figure 13. The palm is directed to the right, left, up, down, two-handed static gesture classes

CONCLUSION

Thus, the constructed ontological model allows us to describe about -70% of all possible variations of gestures, for which effective recognition procedures can be proposed [8,9]. Recognizing the rest of the gestures requires different approaches, taking into account the specifics of the of gestures performance. We should also mention that in order to recognize gestures, certain rules to record gestures must be observed, in particular, there should be a monochromatic background, sign language speakers should be dressed in monochromatic clothes, contrasting with the color of the hands, etc.

Correlation methods of image recognition and direct comparison with the standard are likely to be used in computer vision due to their high resistance to local and background distortions of objects. The undoubted advantage of the approach is its universality in terms of taking into account the diversity of possible conditions arising while recognition of visual objects. Based on the Bernsen method, a system was created and an experiment was carried out — the recognition of most gestures varies in the range of 80–96%.

References:

1. www.parlam.kz/ru/senate/press-center/article/35658. 2018/ Response of the RK Prime Minister to # 15–13-32 r. from February, 16,.
2. www.surdo.kz/
3. www.surdo-online.kz/
   Dimskis L. S. Let Us Study Sign Language. M.: «Academy» publishing center, 2002. 128 p.
4. *Zaitseva G. L.* Gesture speech. Dactylology. M.: Vlados, 2000. 192 p.
5. *Kudubayeva, S., Zhussupova, B., Aliyeva, G.* Features of the representation of the Kazakh sign language with the use of gestural notation: Compiling the dictionary of gestures of the KSL based on the notation of L. S. Dimskis. ISEMIS 2019, Nur-Sultan.
6. *Ya. A. Smekhun,* Ontologies in systems based on knowledge: Possibilities of their applications, May, 2016.
7. *Kudubayeva, S., Amangeldy N., Sundetpaeva A., Sarinova A.* The use of correlation analysis in the algorithm of dynamic gestures recognition in video sequence. ISEMIS 2019, Nur-Sultan.
8. *Kudubayeva, S., Ryumin, D., Kalghanov, M., Assem, A.*2016. Automated recognition system of statistic gestures via Kinect sensor. Application of information and Communication Technologies. Baku. Azerbaijan.
9. *Kudubayeva, S., Ryumin, D., Kalghanov, M.* The influence of the Kazakh language semantic peculiarities on computer sign language Proceedings of the International Conferences on ICT, Society, and Human Beings 2016, Web Based Communities and Social Media 2016, — Part of the Multi Conference on Computer Science and Information Systems 2016, 2016, c. 221–226
10. *Gonzalez R., Woods R.* 2006. Digital Image Processing
11. http://matlab.exponenta.ru/imageprocess/index.php
12. https://www.mathworks.com/help/images/ref/strel.html

Способы уменьшения вычислительной сложности нейросетевых языковых моделей.

В. Я. Чучупал, в.н.с.,
Вычислительный центр им. А. А. Дородницына ФИЦ ИУ РАН

Аннотация

Нейросетевые языковые модели существенно превосходят традиционные статистические модели по достигаемым показателям качества и начали широко использоваться в коммерческих системах распознавания речи. Вместе с тем им присущи заметные недостатки, одним из которых является очень большая вычислительная сложность. В статье дан краткий обзор основных современных подходов понижения вычислительной сложности нейросетевых языковых моделей. Рассмотрены методы компенсации влияния размера словарей, повышения быстродействия за счет учета свойств графических ускорителей. Приведены результаты оптимизации вычислительной сложности для моделей внимания и трансформера, связанные с использованием методов передачи знаний, динамической оптимизации размеров моделей, свойств функции внимания, а также оптимизации разрядности представления информации в нейросетях. Показано, что комбинирование таких подходов и приёмов позволяет на порядки ускорить процессы обучения и распознавания, симметрично снизив требования к объему памяти.

Ключевые слова: автоматическое распознавание речи, нейро-сетевые модели языка, вычислительная сложность моделей языка, иерархический софт-макс, трансформер, модель внимания.

Статистические модели языка

Создание и развитие моделей нейросетевых ЯМ привело к качественному улучшению характеристик моделей языка: величина перплексии на основных тестовых корпусах данных снизилась по сравнению с общепринятыми граммными статистическими моделями в несколько раз, до значений, которые недавно представлялись маловероятными. Важное преимущество нейросетевых ЯМ перед статистическими

заключается в использовании действительных векторных представлений слов с мерами сходства, которые коррелируют с их семантическими и синтаксическими признаками. Другое важное преимущество состоит в использовании на порядки более длительных по времени контекстов из слов.

В рамках существующего экстенсивного подхода к развитию нейросетевых моделей качество современных ЯМ существенно зависит от их архитектуры и от размеров и свойств обучающих текстовых корпусов. Экстра-класса нейросетевые ЯМ [1] построены на сверх-глубоких (десятки слоев) архитектурах, так, что могут иметь сотни миллиардов параметров и использовать огромные выборки данных [2] для обучения. Соответственно, эти модели обладают очень высокими требованиями к вычислительным ресурсам (доступным далеко не всем разработчикам).

Поэтому стала актуальной задача разработки эффективных не только по показателям качества, но и в вычислительном плане моделей языка.

Модель языка определяет вероятность появления в речи заданного набора слов:

$$P(W) = P(w_1, \ldots, w_N) = \prod_{n=1}^{N} P(w_n | w_1 \ldots, w_{n-1}) \quad (1)$$

Обычно эта вероятность определяется через условные вероятности появления слов при заданном предыдущем контексте, то есть если w — текущее слово, а h — предыдущие слова, то модель языка определяет вероятности $p(w \mid h)$ для всех пар (h,w).

Максимальная длина контекста n в (1) ограничивается некоторым значением m. Таким образом вероятность $P(W)$ вычисляется из вероятностей -грамм:

$$P(W) = P(w_1, \ldots, w_N) \approx \prod_{n=1}^{N} P(w_n | w_{n-m} \ldots, w_{n-1}) \quad (2)$$

Аппроксимация в виде произведения вероятностей n-грамм (2), обрезанных контекстов, очевидно является неточной, особенно при небольших значениях n.

Для нейросетевых языковых моделей число элементов последнего слоя сети обычно равно размеру словаря, так, что вероятность любого слова $w \in V$ в контексте H вычисляется как нормализованная (с помощью софт-макс) величина активации $f(w)$ соответствующего этому слову элемента слоя:

$$P(w) = \frac{e^{f(w)}}{\sum_{w' \in V} e^{f(w')}} = \frac{e^{f(w)}}{Z} \quad (3)$$

Сумма экспонент активаций всех элементов слоя (слов словаря) — нормирующий член Z в знаменателе (3) называется статистической суммой. При больших размерах словаря вычисление Z вычислительно трудоемко. Далее, при использовании логправдоподобия как функции потерь и градиентных методов обучения, градиент от логарифма вероятности появления слова (3) по весам сети [3,4] равен:

$$\frac{\partial P(w, \theta)}{\partial \theta} = \frac{\partial f(w, \theta)}{\partial \theta} - \sum_{w' \in V} P(w') \frac{\partial f(w', \theta)}{\partial \theta} \quad (4)$$

что можно интерпретировать как вычитание из величины градиента активации элемента, который соответствует корректному слову, среднего (матожидания) значений градиентов активаций всех элементов слоя. То есть в (4) также используются вероятности всех элементов слоя, что вычислительно трудоёмко.

Несмотря на разнообразие архитектур нейросетей, грубая оценка их вычислительной сложности в принципе несложна, так как выполняемый набор операций ограничен. В то же время за счет использования расширенных наборов инструкций процессоров и графических ускорителей вычисления можно проводить параллельно. Векторные и матричные операции в графических ускорителях в некотором диапазоне размерностей выполняются практически за то одно и то же время. Учет наличия или отсутствия всех этих факторов загромождает реальные оценки сложности вычислений, тем более с учетом наличия или отсутствия векторных операций в системе команд процессоров. Обычно операции сложения, умножения рассматриваются как эквивалентные, более того, выполняемые одновременно.

Пусть на вход слоя размером n элементов подается последовательность из l признаковых векторов размерности d. Для направленной сети (персептрон) пусть входом являются склеенные k таких векторов. Тогда оценка вычислительной сложности одного слоя: направленной сети будет порядка O(l · k · n · d) операций, рекуррентной сети : O(l · d2), сверточной сети с шагом s, длиной ядра n, размерности вектора признаков d и числом ядер k: $O\left(\frac{l}{s}\times n\times d^2\times k\right)$. При оценке общего количества вычислений нужно учесть, что объем вычислений растет пропорционально числу слоев.

Эти оценки с практической точки зрения слишком грубы, поскольку не учитывают возможность параллельных вычислений. Все операции внутри слоев сети можно выполнять параллельно, т.е. сложность слоя — константа O(1). Вычисления в направленных и сверточных слоях также не зависят от результатов в предыдущие моменты времени. Но для вычисления активаций скрытого слоя рекуррентной сети в любой момент времени нужно знать активации в предыдущий момент. Даже при распараллеливании сложность слоя будет расти линейно со временем — O(l).

Специфичным для нейросетевых языковых моделей для слов является ёмкость и вычислительная сложность последнего слоя сети, на котором вычисляется распределение вероятностей слов. Для словаря из нескольких миллионов слов и размерности предыдущего слоя порядка тысяч элементов, последний слой будет содержать миллиарды оцениваемых параметров. Нормирование элементов этого слоя будет включать оценку миллионов экспонент.

Другая особенность связана с вычислительной сложностью функции внимания, используемой в моделях кодера-декодера и трансформера. Функция внимания использует сразу весь входной сигнал, поэтому её сложность пропорциональна длине

входа, а с учётом того, что она, в свою очередь, применяется на каждом входном элементе, итоговая сложность — квадратичная O(l^2), то есть её сложно реально использовать на больших (например, длиной 32K) входных последовательностях.

Эта обстоятельства объясняют то факт, что алгоритмы вычислений нейро-сетевых ЯМ нуждаются в оптимизации с целью сокращения вычислительных требований.

Понижение вычислительной сложности путем оптимизации словарей

Использование слов как единиц языкового моделирования вполне естественно. Словные языковые модели обеспечивают более высокую (с использованием существенно меньших по длине контекстов) точность распознавания речи по сравнению с моделями на подсловных (буквы, кусочки слов — морфы) единицах. Вместе с тем упомянутая выше исключительная вычислительная сложность последнего слоя фактически не дает возможность в полной мере использовать словари из миллионов слов.

Известны несколько методов аппроксимации процедуры использования полного словаря.

Селекция слов словаря с учетом их важности.

Простым и реально применяемым подходом является сокращение размера словаря до приемлемого размера при имеющихся вычислительных ресурсах. Например, в словаре оставляют наиболее частотные слова, а для остальных используют специальное обозначение, символ для незнакомых (несловарных) слов. Либо последовательно удаляются слова, менее всего влияющие на корпусную перплексию. Таким образом словарь приводится к требуемому размеру.

Очевидный недостаток такого подхода связан с тем, что результаты распознавания на таком сокращённом словаре будут содержать много появлений символа незнакомого слова.

Языковые модели для подсловных единиц

Более эффективным подходом к проблеме компенсации влияния размеров словаря является использование словарей из подсловных единиц, в качестве которых выбираются кусочки слов (морфы) или буквы. Общее количество морфов контролируемо и обычно выбирается относительно небольшое (до десятков тысяч) и тогда объем памяти и вычислений на последнем слое сети не является существенным.

Бонусом применения словарей из подсловных единиц является то, что при этом попутно снимается проблема появления незнакомых слов: любое произнесение будет представлено буквами.

Разработаны простые и эффективные вычислительные алгоритмы, которые позволяют рассчитать оптимальные, заданного размера, словари из морфов, по обучающим текстам и критериям оптимальности словарей.

Наиболее часто используется метод попарного байтового кодирования BPE (byte-pair encoding). Словарь вычисляется так, чтобы для записи текста требовалось минимальное количество байтов (длина кодов морфов – константа).

Принципиально алгоритм BPE имеет следующий вид:

Алгоритм 1 Метод попарного побайтового кодирования BPE

1. Инициализировать словарь морфов алфавитом из букв (начальных и в середине слов), синтаксических символов.
2. Вычислить частоты встречаемости для всех биграмм из морфов словаря на текстовом корпусе.
3. Найти биграмму из п.2. с наивысшей частотой встречаемости
4. Создать новый морф из биграммы и занести его в словарь.
5. Если размер словаря морфов превысил порог, перейти на п.8.
6. Вычислить частоты биграмм из морфов с учетом нового морфа.
7. Перейти на п.3.
8. Стоп.

Словари из морфов широко используются в современных передовых нейро-языковых моделях, фактически став общепринятым подходом к построению словарей в больших нейро-ЯМ.

Обычно используются словари размером более 20 тысяч морфов. В этом случае фактически вычисляется гибридный словарь, который включает в себя кроме кусочков слов также и целые слова.

Недостатком подсловных ЯМ является то, что морфы несут меньше семантико-синтаксической информации чем слова. Из-за размера единиц языковые модели для морфов требуют существенного увеличения длины используемого контекста по сравнению с контекстом из слов. Языковые модели на уровне слов в большей степени используют синтаксические и семантические закономерности, поэтому при прочих равных условиях обеспечивают меньший уровень ошибок распознавания. Увеличение длины контекста при использовании морфов также сказывается на увеличении вычислительной сложности и более сложном обучении.

Факторизация словарей. Иерархический софт-макс.

При обучении языковых моделей с использованием максимально правдоподобных оценок обычно не требуется вычислить вероятности появления всех слов. Нужна вероятность корректного слова. В режиме распознавания похожая ситуация: используются вероятности появления небольшого числа наиболее правдоподобных в данный момент слов. Поэтому стандартная процедура вычисления и нормализации вероятностей всех слов словаря избыточна.

Можно разбить словарь на непересекающиеся кластеры слов и вычислять вероятности слов через вероятности этих кластеров и вероятности слов внутри содержащих их кластеров. Поскольку по таком подходе требуется знать только вероятности появления кластера и слова внутри него, вычислительная сложность будет существенно снижена.

Одним из самых известных алгоритмов такого рода является иерархический софтмакс [5] (Hierarchical SoftMax, HSM), в котором линейное представление словаря заменяется на древовидное. Вершины дерева соответствуют кластерам из слов, слова — листьям. Вычисление вероятности слова сводится к вычислению произведения вероятностей вершин дерева, лежащих на пути от корня к листу слова.

Оценка вероятности некоторой n-граммы $p(w_t \mid w_{_1},\ldots,w_{_t\text{-}n}) = p(w_t \mid h_t)$ для словаря в виде двухуровневого дерева, вершины которого соответствуют кластерам слов, имеет вид [6]:

$$p(w_t|h_t) = p(w_t|C(w_t), h_t) \times p(C(w_t)|h_t) \quad (5)$$

где $C(w_t)$ — класс слова w_t.

Каждая из перемножаемых вероятностей $p(w_t \mid C(w_t), h_t)$ и $p(C(w_t) \mid h_t)$ вычисляется с помощью обычной софт-макс языковой модели, но со словарем из слов, которые содержатся в соответствующей вершине дерева. Допустим она v содержит слов, $v << |V|$, тогда сложность вычислений падает с $O(|V|)$ (при отсутствии древовидного представления) до $O(v)$ операций вычисления экспонент. В случае оптимального бинарного разбиения словаря по частотному принципу можно обойтись вычислением в среднем $log_2(V)$ вероятностей в вершинах дерева.

Способ конструирования кластеров может быть различен, формально он не важен: любое разбиение будет обеспечивать корректность (5). Можно, например, использовать кластеры из семантически или синтаксически близких слов или составленные по принципу частоты встречаемости.

Важным является то, что метод HSM может использоваться как при обучении моделей, так и при распознавании.

Недостатком этого метода является потенциальная потеря качества модели. В каждой вершине дерева находится своя языковая модель, которая вносит погрешность в оценку вероятностного распределения. Произведение таких аппроксимаций (5) имеет ошибку большего порядка. Это приводит к заметному увеличению перплексии модели по сравнению с языковой моделью с полным софт-максом (3), то есть для всех слов ЯМ [5].

Оптимизация путем использования свойств графических ускорителей и многоядерности процессоров.

Алгоритм HSM, вообще говоря, не определяет однозначно принцип разбиения слов на кластеры. Тем не менее очевидно, что выбор классов слов может иметь большое значение.

Известен целый ряд модификаций метода HSM [7] за счет стратегии выбора кластеров. Метод адаптивного HSM [8] построен, как и другие на использовании частотных свойств слов. Кроме этого, он существенно использует свойства программного обеспечения и графических ускорителей, GPU, которые используются для реализации нейромоделей языка.

Слова упорядочиваются по частотности и для уменьшения количества ветвлений дерева кластер начальной вершины содержит не только список кластеров следующего уровня, но и набор самых частотных слов (краткий список, short-list). Таким образом для оценки вероятности часто используемых слов не нужно вычислять произведение (5). На основе экспериментальной зависимости времени вычислений от размеров кластеров для выбора оптимального состава (количества и размеров) кластеров используется принцип динамического программирования.

В целом такая стратегия при исследованных типах GPU (NVIDIA M40, K40) показала, что оптимальное число кластеров при двухуровневом дереве (т.е. корень-вершина-лист) лежит в диапазоне от 10 до 15, однако фактически субоптимальные результаты в [8] получены уже при использовании только двух кластеров (списка из наиболее частотных слов и кластера-хвоста из остальных), таким образом факторизация (5) используется не всегда. Возможно этим и объяснятся то, что в адаптивном HSM удается получить оценки перплексии, не уступающие полному методу с нормировкой вероятностей всех слов словаря.

Понижение вычислительной сложности путем сэмплирования словаря

Альтернативный подход к проблеме компенсации влияния размеров словаря используют методы, основанные на сэмплировании слов. Идея заключается в том, чтобы при вычислении оценок (3) и (4) вместо активаций всех элементов (слов словаря) использовать только их небольшую часть. Одним из первых был предложен [3] метод выбора по важности (Importance Sampling, IS). Если для оценки суммы Z использовать часть слов, то, чтобы результат был ближе к истинному, нужно выбирать самые вероятные слова. Вероятности слов неизвестны, поэтому используют априорное распределение, равномерное или степень униграммного, в соответствии с которым выбирается заданное количество слов, которые используется для вычисления (3), (4).

Для того, чтобы учесть в оценках Z отличие априорного распределения от истинного, вероятности сэмплированных слов можно скорректировать весами.

Среднее некоторой функции $g(y)$ на множестве $y \in Y$ определяется как $\Sigma_{y \in Y} P(y) g(y)$

Аппроксимация среднего $g(Y)$ по точкам y_i, $i = 1,...N$, $y_(i) \in P(y)$ имеет вид:

$$\overline{g(Y)} = \frac{1}{N} \sum_i P(y_i) g(y_i) \qquad (6)$$

Чтобы аналогичная аппроксимация по точкам, выбранным для иного распределения *y_i□Q(y)* давала такое же значение, как в (6), нужно скорректировать вероятности $Q(y_i)$ точек весами $P(y_i)/Q(y_i)$. При этом неизвестные вероятности $P(y_i)$ точек y_i аппроксимируют в соответствии с (3), повторно используя значения y_i, $i = 1,...N$.

Метод IS вычислительно эффективен и дает достаточно хорошие результаты (тем не менее также как и метод HSM он уступает по достигаемым значениям перплексии оценкам (3) на полном словаре). Качество метода IS возможно страдает из-за того, что аппроксимацию вероятностей с использованием выбранных слов приходится делать дважды: при оценке статистической суммы Z и для коррекции вероятностного распределения.

Важным ограничением метода является то, что он существенно сокращает вычислительные затраты только при обучении моделей, но не при распознавании.

Повторной аппроксимации вероятностей используя выбранные слова можно избежать, если изначально искать нормированные распределения. В конкурентном методе оценки по контрасту с шумом, NCE (Noise Contrastive Estimation)[9] сэмплирование слов словаря используется, чтобы построить альтернативное распределение при решении задачи оценки параметров бинарного классификатора, который различает правильное слово и слова шумного распределения (выбранные слова моделируют шум).

В этом случае оптимизируемый критерий — это отношение вероятностей, причем статистическая сумма фигурирует как в числителе, так и в знаменателе. Оценки вероятности фактически будут близки к нормированным (значение статистической суммы в данном случае оцениваемый параметр алгоритма, но экспериментально показано, что выбор =1 не влияет на результаты).

Метод NCE позволяет получить несколько меньшую корпусную перплексию, чем метод ds,jhf по важности, IS. Однако, как и IS, метод NCE заметно сокращает вычислительные затраты только при обучении моделей.

Использование вычислительно эффективной архитектуры сети.

Как уже было отмечено, конструкция рекуррентных сетей удачно подходит для моделирования временных рядов, в частности языковых последовательностей, однако при использовании многослойных сетей с большим числом параметров и обучающих данных очевидным недостатком рекуррентных сетей становится сложность распараллеливания операций. Более эффективными с этой точки зрения являются конструкции на основе направленных, в частности, свёрточных сетей, которые изначально разрабатывались для обработки временных рядов.

В режиме параллельных вычислений свёрточные и направленные сети имеют константную сложность $O(1)$. Фактически полного распараллеливания операций достичь обычно не удается, особенно в сетях большой сложности, тем не менее модели, основанные на относительно простых (вариант сети TDNN) свёрточных сетях, например Wave2Letter [10] показали преимущество в скорости вычислений в режиме распознавания выше на 1–2 порядка по сравнению с аналогами на рекуррентных сетях.

Вычислительно эффективная модель трансформера.

Лучшие по характеристикам современные нейросетевые языковые модели являются вариантами трансформера. Сам трансформер также можно рассматривать как существенно переработанную, глубокую модификацию модели LAS [11], в которой рекуррентные слои и слой внимания заменены на свёрточные слои самовнимания и внимания.

Использование модели внимания позволило получить выдающиеся результаты. Но они связаны с ростом вычислительных затрат. Алгоритмы внимания используют весь распознаваемый сигнал, от начала, до конца. В этом случае вычислительная сложность растёт пропорционально квадрату длины входного сигнала $O(l^2)$, то есть превышают вычислительную сложность рекуррентной сети $O(l)$.

Если учесть, что продвинутые модели имеют очень большое число слоёв (до сотен), то даже при использовании мощных многопроцессорных и многоядерных конфигураций обучение моделей может занять недели, так как вычислительные затраты достигают тысяч петафлопс/секунда-дней [1]. В режиме распознавания условие предоставления слоям внимания всего сигнала означает задержку начала выдачи результатов распознавания, как минимум, до окончания речи. Вместе с высокими вычислительными затратами это означает, что трансформер не может работать в режиме реального времени.

По этой причине исследование вычислительно экономичных модификаций трансформера является одним из наиболее востребованных направлений.

По этим причинам системы распознавания речи на основе трансформера обычно используют языковые модели на основе морфов, таким образом избегая дополнительных вычислений, связанных с большими словарями и необходимости использования иерархического софт-макса или методов, использующих сэмплирование слов словаря.

Другим перспективным направлением уменьшения объема вычислений и размеров используемой памяти является использование разряженности значений внимания: после вычисления значений софт-макс значимые величины, как правило, сосредоточены в небольшом числе точек, остальными можно пренебречь без существенных потерь в точности.

На основе экспериментов с глубиной слоев сети и выбором оптимального числа её блоков в [12] предложен подход к построению трансформера с существенно меньшим числом параметров, что в данном случае пропорционально снижает и объем вычислений. При 2.8 раз меньшем числе параметров, чем стандартный трансформер, этот вариант модели обеспечивает такие-же значения показателей качества. При некотором увеличении числа параметров (все ещё в 1.8 раза меньше, чем у стандартной модели) показатели качества превышают значения для стандартной модели.

Подход основан на изменении архитектуры блоков трансформера: использовании в начале блоков слоёв переменной размерности и глубины: на входе сети располагаются блоки с более узкими и мелкими слоями, соответственно блоки у выхода содержат более широкие и глубокие слои. Эта модель трансформера в целом в 2–4 раза глубже, чем стандартная.

Использован только один фокус (head) внимания. Вместо много-фокусного внимания на входе блоков сети использованы слои переменной (в зависимости от места блока) глубины, которые реализуют групповые преобразования, проецируя входные признаки или активации в пространства большей размерности и затем возвращая или редуцируя их в пространства исходной размерности. Использование дополнительных слоёв для групповых преобразований в составе блоков приводит к увеличению общей глубины нейросети, в экспериментах число слоев сети достигало 222.

Другая модель трансформера, «быстроформер», полученная в результате детальной многоаспектной оптимизации с целью повышения скорости работы сети во время распознавания предложена в [13]. Оптимизация вычислительной нагрузки осуществлялась несколькими путями: использованием метода дистилляции знаний для уменьшения размеров сети, структурированной обрезкой параметров сети, квантованием параметров модели и оптимизацией вычислений в реальном времени за счет разработки и использования многопоточного и многозадачного программного обеспечения.

Дистилляция знаний заключается в том, что очень большая модель, часто это универсальная модель типа BERT (bidirectional encoder representations from transformers) [14], используется как учитель для обучения меньшей по размерам модели (ученик). В данном случае оказалось, что модель — ученик могла без потери качества содержать в 3 раза меньше слоёв с размером в 2.5 раза меньше, чем модель-учителя, что пропорционально снижало требуемые вычислительные ресурсы.

Процедуры обрезки или удаления элементов нейросети основаны на измерении величины важности её параметров и элементов, например, по наблюдаемым значениям градиентов функции потерь на контрольных данных, с последующим удалением наименее важных. Обычная процедура обрезки заметно уменьшает количество параметров, но не гарантирует увеличения вычислительной эффективности при использовании матричных операций и GPU, поскольку удаляются достаточно мелкие единицы, а количество и размерность крупных единиц, таких как фокусы и слои сети, может не меняться. В случае структурной обрезки её объектами были фокусы внимания и слои поточечных направленных сетей, удаление которых приводило к изменению размерностей матриц и давало вычислительный выигрыш при использовании многоядерных процессоров. Например, ускорение в примерно 3 раза при незначительной потере точности достигалось при обрезке половины фокусов внимания и трёх четвертей промежуточных, скрытых направленных поточечных слоёв.

Квантование параметров моделей позволяло понизить разрядность значений весов и активаций до 16-бит для реализации в графическом ускорителе или 8-бит для центрального процессора. Такое понижение точности как уже известно [13] не влияет практически на результат работы трансформера. В то же время использование новых инструкций типа 8-ми битных AVX (Advanced Vector eXtension)-512-VNNI

(Vector Neural Network Instructions) для процессоров Intel Cascade Lake CPU может существенно ускорить работу нейросети. Точно также графические ускорители NVIDIA с ядром Volta поддерживают эффективные 16-битные вычисления. В данном случае использование матричных операций с квантованными значениями позволило ускорить вычисления в трансформере в 3.5 раза по сравнению с использованием исходных значений.

Применение описанных выше приёмов вычислительной оптимизации трансформера привело к тому, что построенная в результате нейросеть на тестовых задачах распознавала в десятки (в одной задаче более чем в двести) раз быстрее, что стандартная модель. В то же время процедура реализация даже части упомянутых выше подходов представляется нетривиальной, трудоёмкой и не гарантирующей эффективности полученного решения в каждом конкретном случае.

Оптимизация была направлена на увеличение быстродействия и более экономное использование памяти именно в режиме распознавания в то же время процедура обучения из-за использования методов дистилляции знаний, структурной обрезки и квантования в результате стала существенно сложнее.

В этом плане дополняющая, эффективная по памяти и в первую очередь в режиме обучения, модификация модели трансформера может быть получена за счет пересмотра алгоритмов вычислений в модели самовнимания [15]. В частности, при использовании совпадающих запросов и ключей (часто применяется и очевидно имеет физический смысл) свойство разряженности значений внимания позволяет понизить вычислительную сложность путем применении т.н. локально чувствительного хэширования (LSH, locality sensitive hashing), когда с большой вероятностью близкие по расстоянию (L_2) вектора кодируются одним хэшем, а вектора, удаленные друг от друга — другим. В этом случае элементы слоя внимания распадаются на классы хэшей и вычисления софт-макса для запроса можно проводить только для ключей его хэша.

При обучении многослойных сетей с использованием градиентных методов (обратного распространения ошибки) помимо величин весов нейронов нужно также хранить величины их активаций, на что в многослойной сети уходит много памяти — пропорционально числу слоев и размеру каждого. В [15] структура блока трансформера изменена таким образом, что он реализует т.н. обратимую остаточную сеть [16] (reversible resisual network, RevNet), в которой активации элементов слоя могут быть вычислены из активаций элементов последующего слоя, то есть хранить их в памяти не нужно. Кроме того, поскольку в однонаправленных позиционно-независимых слоях над каждым входным вектором выполняются идентичные и независимые операции, их выполнение можно реорганизовать: вместо одной матричной операции большой размерности выполнить несколько аналогичных меньшей размерности, что требует пропорционально меньшей памяти во время

вычислений, хотя с точки зрения времени вычислений, при использовании GPU, оно, скорее всего, увеличится.

Применение описанных выше алгоритмов и усовершенствований, по оценкам самих авторов [15] привело к существенному понижению сложности вычислений и объему требуемой памяти, например, для внимания оценка составила порядка вместо и даже. С практической точки зрения это дало возможность использовать модель трансформера на не супер-мощных конфигурациях (8 GPU или 8 TPU) для работы (обучение языковых моделей и машинный перевод) с последовательностями до 64K символов длиной.

Заключение

Самые высокие показатели качества языковых моделей достигаются сейчас при использовании нейросетевых моделей. Программные реализации методов, полученные прямым кодированием алгоритмов, как правило, имеет слишком большую вычислительную сложность для того, чтобы их можно было использовать в практических системах. Одним из источников вычислительной сложности, в частности, является размер словаря систем распознавания. При использовании языковых моделей для слов как единиц языка, размеры словарей достигают миллионов слов. Разработан целый рад субоптимальных методов, которые существенно снижают вычислительную загрузку вплоть до того, что позволяют обучать модели с использованием достаточно больших датасетов на относительно недорогих, массового класса, вычислительных конфигурациях. Появившиеся недавно языковые модели на основе трансформера практически сразу же позволили получить передовые результаты на большинстве популярных индикативных тестов на качество обработки, распознавания и смысловой интерпретации языка. Однако вычислительная сложность таких моделей настолько велика, что они фактически используются в небольшом количестве коллективов, которые имеют доступ к соответствующим вычислительным мощностям. По этой причине одним из новых и наиболее востребованных направлений исследований является разработка вычислительно экономных модификаций моделей трансформера и лежащей в его основе модели внимания. Работы в этом направлении только начались, но уже предложенные методы позволяют существенно понизить вычислительную сложность модели, правда ценой существенного усложнения и специализации алгоритмов под определенные классы задач.

Список литературы

1. Language Models are Few-Shot Learners / T. B. Brown [и др.]. — 2020. — arXiv: 2005.14165 [cs.CL].
2. Exploring the Limits of Transfer Learning with a Unified Text-to-Text Transformer / C. Raffel [и др.]. — 2019. — arXiv: 1910.10683 [cs.LG].
3. *Yoshua Bengio J.*-S. S. Quick Training of Probabilistic Neural Nets by Importance Sampling // Mathematiques Centre. — 2002. — Дек.– №2.
4. *Labeau M., Allauzen A.* Learning with Noise-Contrastive Estimation: Easing training by learning to scale. // Proceedings of the 27th International Conference on Computational Linguistics. — Santa Fe, New Mexico, USA : Association for Computational Linguistics, 2018. — С. 3090–3101. — URL: https://www.aclweb.org/anthology/C181261.

5. A Neural Probabilistic Language Model / Y. Bengio [и др.] // J. Mach. Learn. Res. — 2003. — Т. 3. — С. 1137–1155. — ISSN 1532–4435.
6. Recurrent neural network based language model / T. Mikolov [и др.] // Interspeech. — 2010.
7. *Chen Welin G. D., Michael A.* Strategies for training large vocabulary neural language models. — 2015. — arXiv: arXiv:1512.04906[cs.CL].
8. Efficient softmax approximation for GPUs / E. Grave [и др.]. — 2016. — arXiv: arXiv:1609.04309[cs.CL].
9. *Gutmann M., Hyvarinen A.* Noise-contrastive estimation: A new estimation principle for unnormalized statistical models. // AISTATS: Thirteenth International Conference on Artifcial Intelligence and Statistics, PMLR 9. 2010. — №. 297–304.
10. Wav2letter++: The Fastest Open-source Speech Recognition System / V. Pratap [и др.]. — 2018. — arXiv: arXiv:1812.07625v1[cs.CL]. — URL: www.arxiv.org/pdf/1812.07625.pdf 990.
11. *Chan W., Jaitly N., Quoc V. Le O. V.* Listen, Attend and Spell. — 2015. — arXiv: arXiv:1508.01211v2[cs.CL].
12. DeLighT: Very Deep and Light-weight Transformer / S. Mehta [и др.]. -2020. — arXiv: arXiv:2008.00623v1[cs.LG] — URL: www.arxiv.org/pdf/2008.00623.pdf.
13. *Kim Y. J., Awadalla H. H.* Highly Efficient Transformer Models for Natural Language Understanding. — 2020. — arXiv: arXiv:2010.13382v1[cs.CL] — URL: www.arxiv.org/pdf/2010.13382.pdf.
14. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding / J. Devlin [и др]. — 2019. – arXiv: arXiv:1810.04805v2[cs.CL] — URL: www.arxiv.org/pdf/1810.04805v2.pdf.
15. *Kitaev N., Kaiser L., Levskaya A.* Reformer: The E_cient Transformer. — 2020. — arXiv: arXiv:2001.04451v2[cs.LG] — URL: www.arxiv.org/pdf/2001.04451v2.pdf.
16. The reversible residual network: Backpropagation without storing activations. /A. N. Gomez [и др.] // Advances in neural information processing systems. Т. 30 / под ред. I.Guyon [и др.]. — Curran Associates, Inc., 2017. –С. 2214_2224. – URL:https:/proceedings.neurips.cc/paper/2017/file/f9be311e65d81a9ad8150a60844bb94c-Paper.pdf.

WAYS TO REDUCE THE COMPUTATIONAL COMPLEXITY OF NEURAL LANGUAGE MODELS

V. Y. Chuchupal,
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Leading Researcher at the A. A. Dorodnitsyn Computing Center of the Federal Research Center «Informatics and Management» of the Russian Academy of Sciences.
E-mail: v.chuchupal@gmail.com

Abstract.

Neural language models are significantly superior to statistical models and have begun to be widely used in commercial speech recognition systems. At the same time, they have noticeable disadvantages, one of which is their great computational complexity. The article provides a brief overview of the main modern approaches to reducing the computational complexity of neural network language models. Methods to compensate for the growth of computations due to the size of dictionaries, increasing the speed using the properties of the properties of graphics accelerators are considered. The results of computational complexity optimization for the attention and transformer models, based on the use of knowledge transfer, dynamic control of the size of models, the use of attention properties, as well as a optimization of information representation depth. It is shown that the combination of such approaches and techniques makes it possible to accelerate the learning and interference processes by orders of magnitude, as well as symmetrically reduce the required memory volumes.

Keywords: automatic speech recognition, neural language models, complexity of neural models, hierarchial softmax, transformer, attention model.

Имплицитные знания в восприятии текста (на работах В. Набокова и И. Бродского): нейросетевой подход

Харламов А. А. Пильгун М. А.

Аннотация

В работе представлены результаты использования нейросетевого подхода в психолингвистических исследованиях восприятия текста. Были проведено тестирование возможностей технологии TextAnalyst для анализа восприятия и интерпретации текста, а также для выявления в тексте имплицитной информации. Материалом послужили произведения «Другие берега» В. Набокова и «Набережная неисцелимых» И. Бродского. Автобиографические произведения были выбраны для анализа как содержащие личную, важную для внутренней жизни авторов информацию. Нейросетевой подход, реализованный в технологии TextAnalyst позволил использовать потенциал ассоциативных связей в тексте на нескольких уровнях: для выявления эксплицитной информации на уровне семантической сети и для выявления имплицитной информации с помощью ассоциативного поиска. Данный тип автоматического анализа текста дал возможность определить объективную информацию, выраженную речевыми средствами: тематическую структуру текста — внешнюю канву повествования и семантическую структуру — смысловую основу текста, содержащую объективную информацию, сформулированную автором. Между тем, ассоциативный поиск выявил лексические ассоциации, которые свидетельствуют об оценочной парадигме, интенции автора, позволяют делать выводы об подтекстовой информации, коннотативных значениях, заложенных в тексте.

Ключевые слова: нейросетевой текстовый анализ, восприятие, Набоков, Бродский

Введение

Психолингвистические ресурсы активно адаптируются к новым технологиям: для структурирования и поиска информации, построения и расширения семантические сети, а также для анализа Больших данных и пр. (см. Lerique, Roth, 2018; Ekmekci, Sahin, Gulacar, Almus 2018; Vivas, Manoiloff, García, Lizarralde, Vivas 2019 и др.). Mark Steyvers and Joshua

B. Tenenbaum показали, что развернутая структура семантических сетей, возникающая из механизмов семантического приращения, имеет серьезные последствия для психолингвистических теорий (2010).

В различных практиках широко применяются парадигмы лексических ассоциаций (Word Association — WA). Универсальность тестов и экспериментов на базе лексических ассоциаций подтверждается их долгой успешной историей: от первых ассоциативных экспериментов (Galton, 1880) до использования для поисковых запросов, создания баз данных и классификаций изображений, нейросетевых технологий (Pejtersen 1991; Ornager 1997. Medford 1997; Kharlamov, Le 2017 и др.). Нормы свободной ассоциации являются одними из наиболее востребованных в когнитивных исследованиях.

Полученные данные об ассоциациях использовались для построения ассоциативной сети и изучения центральности узлов (De Deyne, Storms (2008). Исследование в свете многокомпонентных теорий семантической памяти показали, что ассоциативная сеть может кодировать однородные отношения между понятиями, а контекстные представления могут использоваться для обработки информации о более абстрактных понятиях (Gruenenfelder, Recchia, Rubin, Jones 2016). Использование лексических ассоциаций позволяет выявить лингвистические и концептуальные особенности грамматических форм (Guida, Lenci 2009).

Ассоциативные структуры фиксируют общий лексический опыт носителей языка и позволяют решать различные исследовательские проблемы (Nelson et al., 2000; Dennis, 2003; White & Abrams 2004 и др.) Например, было установлено, что анализ модульной организации ассоциативных сетей может служить инструментом для изучения общественного мнения в отношения различных социальных проблем. В частности, индуктивный характер модулей CoOp позволяет классифицировать динамику семантических характеристик, формулировать представление на базе данных локальной социальной ситуации в конкретный временный период (File, Keczer, Vancsó et al. 2018). Ассоциативный прайминг используется в рамках так называемого «эффекта семантического прайминга» (Ferrand & New 2003).

Поскольку способность представлять понятия и отношения между ними имеет решающее значение для человеческого познания, интерес к анализу ассоциативных процессов, протекающих в мозге человека, привлекает особое внимание ученых. Так, различные аспекты функционирования ассоциативной памяти описаны в работах Hopfield, J.J. 1982, Cheng WC., Liou CY. 2008; Madan, C.R., Lau, C.S., Caplan, J.B., Fujiwara E. 2009; Miyata, R., Ota, K. & Aonishi, T. 2013; Sinha, A., Davey, N., Adams, R. Steuber V. 2015; Харламова 2017 и др.

Анализ нейронных корреляций семантических ассоциаций представлен в работе Rebecca L. Jackson, Paul Hoffman, Gorana Pobric, Matthew A. And Lambon Ralph, исследовавших специфику кодирования мозгом отношений между предметами, которые имеют общие концептуальные свойства, с одновременным представлением ассоциативных связей между разнородными предметами, которые встречаются в определенных контекстах. Результаты исследований нейронных основ данных семантических компонентов, категориальные и ассоциативные отношения сформированы в единой семантической системе (Jackson, Hoffman, Pobric & Lambon 2015) и др.

Развитие автоматического анализа текста привело к расширению использования возможностей ассоциаций. В частности, нейросетевые технологии выводят тематическую структуру текста в виде тематического дерева с выделением связной иерархической структуры: коренная тема, подтемы, подподтемы и т.д. В противоположность тематическому моделированию, в процессе которого возможно только выделение множества отдельных тем. Кроме того, при нейросетевой интрепретации смыслового наполнения текста семантическая сеть формирует многочленную структуру взаимосвязанных понятий. Т.е. именно нейросетевой подход позволил в определенной степени преодолеть ограничения в представлении когезии и когерентности текста, которые (ограничения) присутствуют в векторных технологиях, тематическом анализе, основанном на статистическом подходе (например, LSA, pLSA, LDA), с монограммной моделью текста и индексами — тематическими перечнями сравниваемых структур. На основе нейросетевого подхода были созданы сервисы для автоматического формирования из текстового корпуса однородной семантической сети, которая определяет смысловой портрет текста. Однородная семантическая сеть, способная представить семантическую основу текста, появилась с развитием представления семантики текста в сторону использования объединения отдельных тематических элементов текста в единое представление, а, потому, использования вместо монограммной модели текста его *n*-граммной модели. (Hofmann1999; Kharlamov, Le 2017; Kharlamov 2017 и др.).

Однородная семантическая (ассоциативная) сеть представляет собой граф, с вершинами обозначающими понятия, а дуги указывают на близость этих понятий в рамках анализируемой структуры (например, предложения текста). Подобная сеть, полученная с помощью технологии для автоматического смыслового анализа текстов TextAnalyst, в отличие от модели языка, где используется не более чем 3-граммная модель, учитывает зависимость между словами корпуса текстов, описывающего предметную область на *n* шагов (в случае использования программы TextAnalyst — на 10 шагов). В текстовой базе данных выделяются взаимосвязанные ключевые понятия, и строится семантическая сеть конкретной предметной области (описанной соответствующим корпусом текстов).

Компьютерная модель, интерпретирующая формирование семантической структуры и ее конечную форму, модель семантической обработки зависят от структурных особенностей, которые всегда влияют на функции, ими выполняемые. (Strogatz 2001, p. 268; Steyvers & Tenenbaum 2005). Collins, A. M., and M. R. Quillian еще в 1969 г. описали взаимодействие одного вида простой структуры семантической сети и дополняющих процессов и положили начало целой серии исследований общих процессов, например, распространения активности, действующей на произвольные структуры. В дальнейших исследованиях рассматривались различные аспекты семантической связности сети и пр. (Steyvers & Tenenbaum 2005).

Метод тематического моделирования, направленный на выявление латентных тем в корпусе, можно найти в работах: Mimno and Blei 2012; Blei, 2012, Daud, 2012 and al.

Уместно вспомнить, что в традиционной лингвистической литературе используются понятия «семантическое поле», «лексико-семантическое поле», которые имеют различные трактовки. Первоначальное теоретическое осмысление поля связано с именами Й. Трира и Г. Инсена. Так, Й. Трир, применив полевой подход к анализу лексической системы языка, на материале немецкого языка раскрыл внутреннюю форму языка. Именно Й. Трир ввел понятие «семантическое поле», сформированное на базе смыслового и понятийного родства слов и возникающее в сознании носителя языка при произнесении того или иного слова. Такие «понятийные ассоциации» образуют совокупность, представляющую собой расчлененное целое (Trier 1931).

К настоящему времени достаточно подробно описаны: структура лексического значения и семантическая структура полисеманта, типы полисемии, и особенности семантической деривации (см. работы Ю. Д. Апресяна 1974, Д. Н. Шмелева 1977, Лайонз 1978 и др.), системный характер лексики на микро- и макроуровнях (термины В. Г. Гака), семантические группировки (Ю. Н. Караулов 1981 и др.).

Семантическое поле в лингвистической традиции характеризуется связью отдельных компонентов, его составляющих, системным характером этих связей, их взаимозависимостью и взаимоопределяемостью, относительной автономностью семантико-коммуникационного поля, непрерывностью смыслового пространства, обозримостью и психологической реальностью для среднего пользователя. Поскольку в семантическое поле входят слова разных частей речи, его единицам свойственны не только синтагматические, парадигматические, но и ассоциативно-деривационные отношения.

Цель работы: определение возможности использования технологии TextAnalyst для анализа восприятия и интерпретации текста, выделения имплицитной текстовой информации.

Гипотеза: нейросетевой подход, использованный в технологии TextAnalyst позволяет использовать потенциал ассоциативных связей на нескольких уровнях: для выявления эксплицитной информации на уровне семантической сети и для выявления имплицитной информации с помощью ассоциативного поиска.

Материал: тексты «Другие берега» В. Набокова, «Набережная неисцелимых» И. Бродского. Были выбраны автобиографические произведения, содержащие личную, важную для внутренней жизни авторов информацию. В данном исследовании анализируются данные, которые отражаются в биографических материалах, фиксируются в различных исторических свидетельствах и могут быть верифицированы с той или иной степенью точности. Авторов объединяет творческое двуязычие, вынужденное изменение языкового выражения, вызванное объективными обстоятельствами — эмиграцией.

Метод: анализ данных проводился с помощью программы TextAnalyst 2.0, были сформированы семантическая сеть, извлеченная из сети тематическая структура анализируемого контента, проводился ассоциативный поиск по релевантным запросам.

Полученный из семантической сети перечень наиболее значимых понятий и концептов (имеющих наивысший ранг), несущих основную смысловую нагрузку, позволил определить ядро информации, наиболее важные для акторов семантические акценты.

Выделение тематической структуры выбранного контента позволило описать содержание в виде иерархии связанных тем и подтем, которые отражают основные концепты и соответствуют узлам сети понятий. Используемый инструментарий позволил создавать иерархическую тематическую структуру, выявить базовую тему и раскрывать связи с подтемами, которые формируют разноуровневые сематические сети.

Кроме того, контент был проанализирован с точки зрения связности тематического дерева. Были выделены тематические кусты, появившиеся в результате изменения порога по весу связей в сети понятий (разрыв более или менее сильных связей в зависимости от величины порога). Подобный анализ собранного датасета позволил проанализировать структуру текста в различных срезах и на разных уровнях семантической глубины.

Результаты и дискуссия

Интерпретация текста, в частности, интенция автора художественного текста — проблемы, которые имеют длительную историю изучения в различных научных парадигмах, но, тем не менее, еще далеки от решения, представляется трудновыполнимой.

Выявление имплицитной информация, заложенной в тексте, также неоднозначно решенная задача.

Имена В. Набокова и И. Бродского как двуязычных авторов занимают особое положение в истории мировой культуры. Творчество В. Набокова, владевшего несколькими языками и создавшего неповторимый, стилистически безукоризненный художественный мир на двух языках, не имеет аналогов в истории мировой литературы. И. Бродский переводил с английского, испанского, польского, сербохорватского, но его собственное творчество представлено только на русском и английском языках. Между тем следует заметить, что И. Бродский был более совершенен в русской поэтической форме, а по-английски предпочитал писать прозаические тексты.

Существуют многочисленные теории, объясняющие механизмы обеспечения билингвизма (см., напр., Mouthon, Khateb, Lazeyras, Pegna, Lee-Jahnke, Lehr & Annoni, 2018 и др.). Во второй половине XX века функционирование языковых структур в мозге билингвов изучалось очень активно, однако всё ещё нет единой точки зрения, объясняющей, идентичные или нет нейронные механизмы регулируют использование двух языков двуязычного человека (Hamers, & Blanc 2000). У билингва совмещаются два языковые кода, и способность пользоваться ими с наименьшей интерференцией в максимальной степени осложняется в процессе творчества двуязычного писателя.

В истории русской литературы сформировалось резкое противопоставление художественного перевода и художественного творчества на нескольких языках.

Показательна цитата из письма И. С. Тургенева Л. Пичу (21 ноября 1880 г.), написанного, между прочим, по-немецки: «Для меня человек, который считает себя писателем и пишет не только на одном — притом своем родном языке, — мошенник и жалкая, бездарная свинья» (цит. по Федоров 1971, 171). Напомним, что И. С. Тургенев, владевший французским, немецким, и английским, сочинил либретто нескольких комических опер, переводил русскую классику и оставил огромное эпистолярное наследие на нескольких языках.

Достаточно долго существовало устойчивое мнение о том, что творческое владение несколькими языками практически невозможно, мнение, которое было распространено не только в рамках русской культуры. Например, в немецкой литературной традиции по-французски пытались писать Гейне и Р.-М. Рильке; в английской — по-французски писали О.Уайльд и Суинберн, у которого есть стихи и на древнегреческом и латинском; во французской — Ж. Верн использовал английский язык. Известны сдержанные, или нелестные отзывы об этих экспериментах.

В русской классической литературе известно небольшое число примеров создания писателями авторских произведений (или частей их) на иностранных языках. (В. К. Тредиаковский, М. Ю. Лермонтов, Ф. И. Тютчев, Л. Н. Толстой, А. К. Толстой). А.С. Пушкин по-французски написал только несколько заметок. Показательно, что письма к невесте он пишет исключительно по-французски, а письма к жене — по-русски, с использованием просторечия. Как известно, иностранные языки (в первую очередь французский) использовались в XIX веке преимущественно для светского общения, в обиходной речи, в письмах, в редких случаях — в публицистике (А. И. Герцен, Ф. И. Тютчев).

В XX веке мотивация писателей, обращающихся к творчеству на нескольких языках принципиально иная. Как правило, смена творческого языка вызвана сменой языковой среды обитания и, следовательно, читательской аудитории. Среди писателей, использовавших несколько языков, можно назвать В. Аксенова (русский, английский), И. Бурихина (русский, английский, немецкий), В. Ерошенко (русский, японский, эсперанто), В. Линденберга (русский, немецкий), Ю. Мамлеева (русский, английский), С. Шестаковского (русский, еврейский) и некоторых других. Разумеется, все эти писатели занимают различное положение в истории литературы.

В. Набоков продолжает традицию разграничения переводческой деятельности и творчества на нескольких языках, но на принципиально новом уровне. Можно заметить различие в подходе В. Набокова к переводу чужих текстов и собственных. Показательно, что Набоков благосклонно относился к переводам своих произведений, ограниченным кругом людей (в первую очередь женой и сыном), между тем свои стихотворные тексты он не доверял никому и переводил только сам, даже поэтические вставки в «Даре» (включая записанную в строчку рифмованную концовку). Уместно вспомнить, что уже в первом опубликованном Набоковым переводе с английского Lewis Carroll «Alice's Adventures in Wonderland» — «Аня в стране чудес» (Берлин: Гамаюн, 1923) одна из неоспоримых удач — перевод стихотворных каламбуров Кэрролла, который пародирует известные тексты Р. Саути, Дж. Тейлор, И. Уотса, английские пословицы. Набоков использует для своих каламбуров строчки А. Пушкина, М. Лермонтова, Н. Гоголя и др.

В. Набоков, неоднократно декларировавший свою приверженность буквальному переводу, в действительности в собственно переводных текстах и тем более

в автопереводах придерживается традиции транспонирования иноязычного текста в русский контекст. Подобный тип приспосабливания исходного текста к культурным ценностям и стереотипам переводного языка известен достаточно давно и нашел теоретическое обоснование еще в 1791 г. в работе А. Тайтлера («Essay on the Principles of Translation»). В дальнейшем этот метод разрабатывался в работах И. Кашкина, К. Чуковского, Г. Гачечиладзе, Ю. Найды и др. Уже в «Ане в стране чудес» В. Набоков стремится сократить дистанцию между первичным и вторичным текстом, устраняя языковые и культурные различия, использует прием компенсации, позволяющий не разрушать структуру текста (восполняющий непонятный для носителя другой культуры компонент, известный любому представителю первичного текста), отказывается от приема отчуждения (буквальный перевод + сноска), который в значительной степени затрудняет чтение, выбирает творческие функциональные эквиваленты, которые способны сделать переводной текст наиболее понятным и естественным для русскоязычного читателя. Это отражено в переводе названия, номинаций, имен персонажей и т. д. Например, замена Англии и Вильгельма Завоевателя Киевской Русью и Владимиром Мономахом в отрывке, который зачитывает мышь; подружка Алисы (Ани), Мейбл становится Асей и т.д. Данный тип перевода оставляет большую творческую свободу переводчику и позволяет создать полноценное художественное произведение. Таким образом, В. Набоков предложил изящное решение главной проблемы художественного перевода: компромисс между адекватностью перевода и уровнем художественной ценности вторичного текста. Именно этноцентрическая адаптация лингвокультурного контекста станет характерной чертой для автопереводов В. Набокова.

В отношении создания собственных произведений ситуация со сменой языковой стихии для писателя чрезвычайно болезненная. В. Набоков приоткрыл для читателя сложность перехода на другой творческий язык в предисловии к русскому изданию «Других берегов»: «Переходя на другой язык, я отказывался, таким образом, не от языка Аввакума, Пушкина, Толстого — или Иванова, няни, русской публицистики — словом, не от общего языка, а от индивидуального, кровного наречия. Долголетняя привычка выражаться по-своему не позволяла довольствоваться на новоизбранном языке трафаретами, — и чудовищные трудности предстоящего перевоплощения, и ужас расставанья с живым, ручным существом ввергли меня сначала в состояние, о котором нет надобности распространяться; скажу только, что ни один стоящий на определенном уровне писатель его не испытывал до меня» (СС, т.4, 133). Вспомним, что В. Набоков вырос в семье, следовавшей английскому укладу в противоположность большинству русских дворянский семьей.

Тематическая структура (полученная с помощью программы TextAnalyst, см. Рис. 1) автобиографического романа «Другие берега» (1954) представляет структуру текста и описывает содержание в виде иерархии связанных тем и подтем, которые отражают основные понятия и соответствуют узлам сети понятий.

Рис. 1. Тематическая структура текста романа В. Набокова «Другие берега»

Семантическая сеть романа, показывает смысловую канву текста, свидетельствует об особенностях повествовательной техники В. Набокова, сложных смысловых вариациях, объединяющих варьирующие лейтмотивы, складывающихся в изящные тематические узоры (Рис. 2):

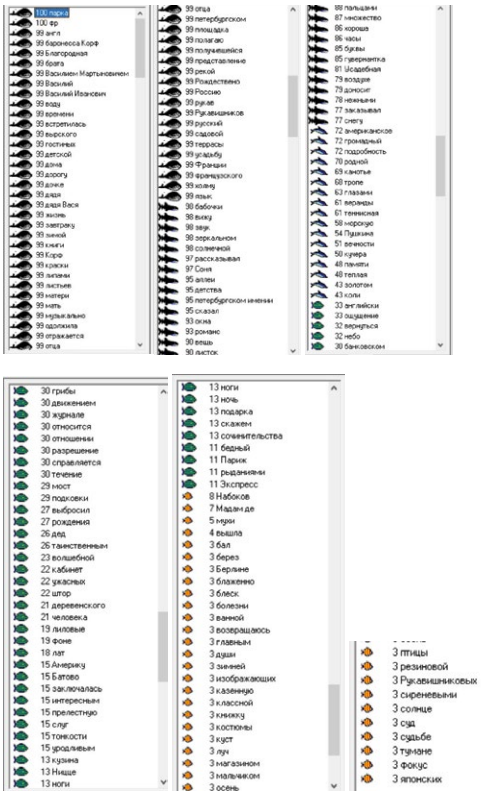


Рис. 2. Семантическая сеть текста романа В. Набокова «Другие берега»

Стиль В. Набокова известен мистификациями, непредсказуемыми поворотами сюжета, непредсказуемыми развязками. Автор создает полифонический текст, в котором соединяются субъективные противоположные точки зрения на описываемые события, взаимоисключающие трактовки происходящего, или вводится необъективный, неадекватный повествователь, т.е. сознательно создается атмосфера неопределенности, недосказанности.

Мистификации, травестирование достигали предельного значения в интервью писателя, цитаты из некоторых часто приводятся как важные характеристики его творчества, окончательно запутывая некоторых читателей и даже исследователей.

Например, часто цитируются фразы В. Набокова из следующих интервью, без учета характера изданий и пародийной манеры автора при общении с журналистами:

1. «Я американский писатель, рожденный в России, получивший образование в Англии, где я изучал французскую литературу перед тем, как на пятнадцать лет переселиться в Германию» (Playboy 1964 г.).

2. «Моя голова разговаривает по-английски, мое сердце — по-русски, и мое ухо — по-французски» (интервью Джейн Ховард (Jane Howard), журнал Life от 20 ноября 1964 г.

Напомним, что Life — развлекательный журнал, в период данного интервью с сильным уклоном в фотожурналистику. Playboy — скандально известный эротический журнал для мужчин.

В свете данных ассоциативного поиска (см. ниже), очевидно, что не вполне корректно буквально интерпретировать первую цитату, а следует расценивать её в духе травестированной манеры В. Набокова общения с журналистами. Кроме того, следует вспомнить, что В. Набоков мог даже разыграть журналиста, серьезно рассуждая в интервью о некоем своем литературном произведении, которого никогда не существовало.

В творчестве В Набокова стремление спрятать истинные чувства под маской иронии проявлялось в столкновении в рамках определенного контекста стилистически, оценочно, коннатационно и семантически противопоставленных элементов. Подобный прием будет в дальнейшем с большим энтузиазмом заимствован писателями различных литературных направлений. Таким образом, важные для В. Набокова семантические акценты оказываются в подтексте, роль имплицитной информации становится ведущей. Анализ лексических ассоциаций, выделенных с помощью технологий TextAnalist 2.0, даёт материал для анализа имплицитной информации, позволяет в определенной степени судить об аксиологической парадигме автора, которую он пытался тщательно скрыть от внешних наблюдателей.

Очевидно, что проблема вынужденного перехода на английский язык в художественном творчестве — серьезная проблема, которая стояла перед В. Набоковым.

Результаты ассоциативного поиска подтверждают, насколько болезненным был данный процесс для писателя, что английский язык, Англия имели для Набокова ценность, прежде всего, как отражение детства, как элемент счастливого утраченного мира (см. Рис. 3):

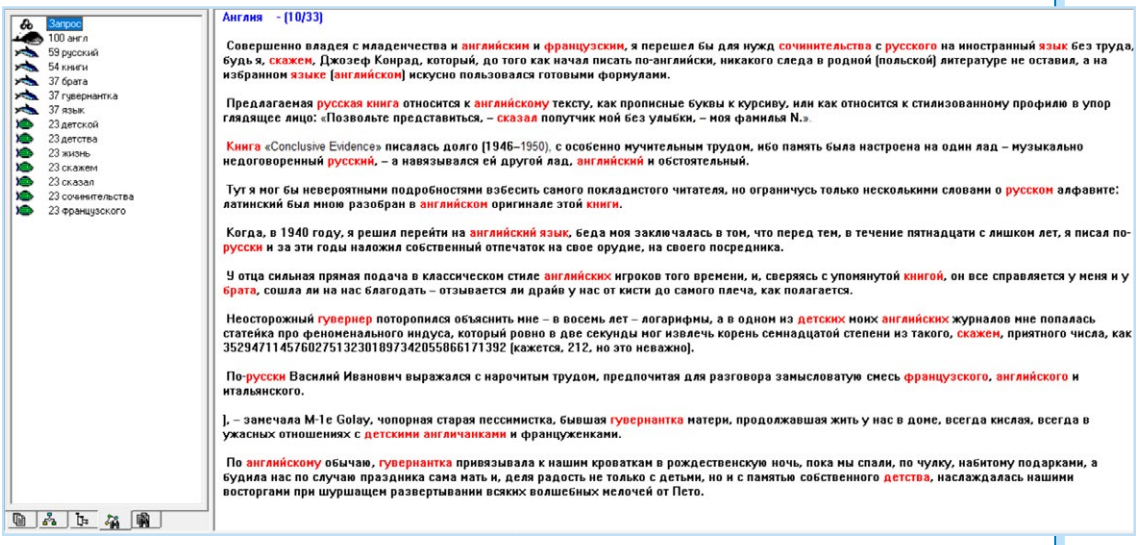


Рис. 3. Результаты ассоциативного поиска по запросу ***«Англия»****: тематическое дерево — в левом окне — окне результатов поиска и тематический реферат — в правом*

Французский язык предстает у В. Набокова как один из иностранных языков, которыми владел писатель, ассоциируется у него с романсом, музыкальными произведениями.

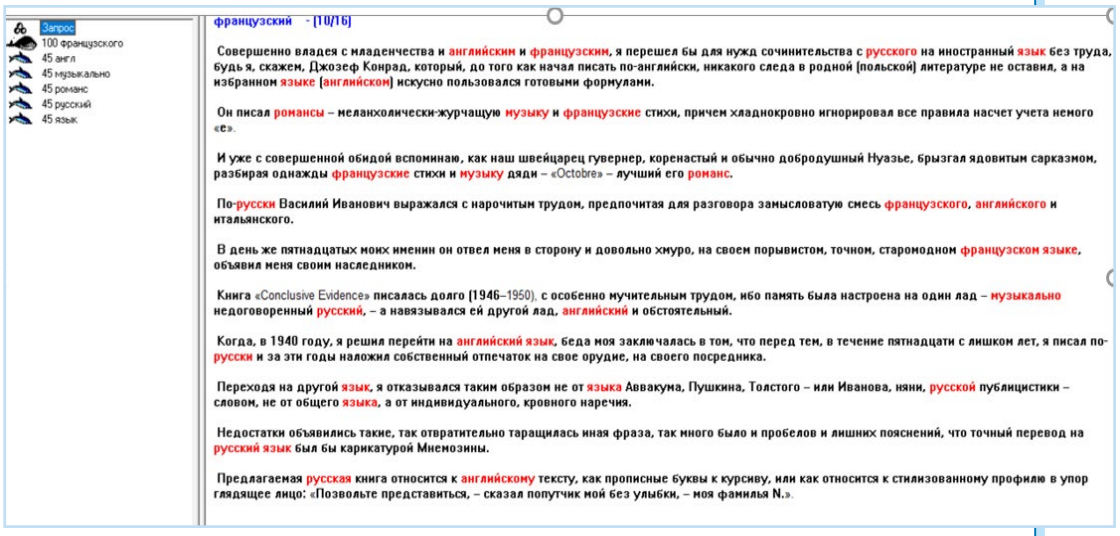


Рис. 4. То же, что и на рис. 3, только для запроса ***«французский»***

Ср.: «Совершенно владея с младенчества и *английским* и *французским*, я перешел бы для нужд сочинительства с *русского* на иностранный язык без труда, будь я, скажем, Джозеф Конрад, который, до того как начал писать *по-английски*, никакого

следа в родной (польской) литературе не оставил, а на избранном языке (*английском*) искусно пользовался готовыми формулами»

Между тем, минимальный результат дает ассоциативный поиск по запросу *американский* — только лексемы *русский* (67) и *книги* (67).

Дом — ключевое понятие, вокруг которого строится повествование (максимальный вес связи в тематической структуре и семантической сети — 99). Дом для В. Набокова — это петербургский (а после — деревенский) дом, гостиная, парк, детская, завтрак в кругу родных и пр. (см. рис. ниже). Очевидно, иного наполнения для понятия дом для В. Набокова не существовало до конца жизни. Уместно вспомнить, что во время обучения в Кембриджском университете В. Набоков основал Славянское общество, которое в дальнейшем стало Русским Обществом Кембриджского университета. В Швейцарии писатель жил в отеле, не покупая собственного дома, несмотря на финансовую свободу, которую ему подарил гонорар за «Лолиту» и киносценарий в начале 1960-х гг., когда писатель смог оставить преподавание в Америке и вернуться в Старый Свет.

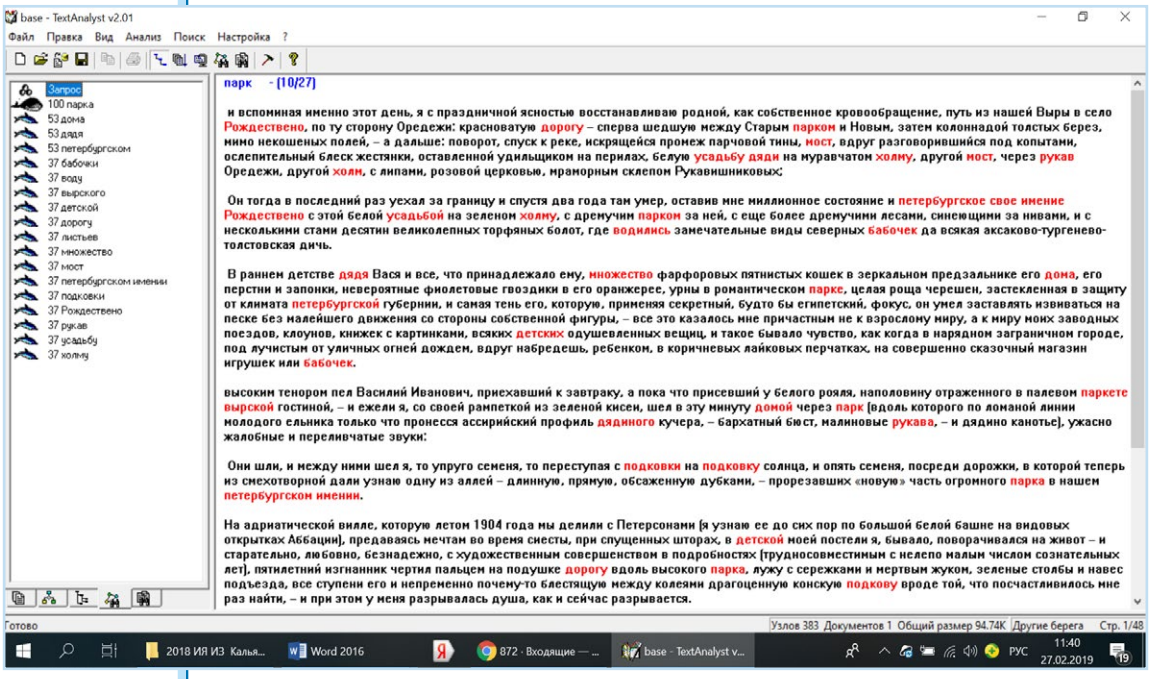


Рис. 5. То же, что и на рис. 3, только для запроса «дом»

Любопытные результаты предоставляет анализ данных с понятием *парк*. В тематической структуре данная лексема вообще не представлена, т.е. во внешнем тематическом представлении текста лексема отсутствует, зато в семантической сети данное понятие доминирует, имеет вес связи 100. Наивысший ранг, который имеет слово *парк* характеризует его как наиболее значимое, несущее основную смысловую нагрузку, составляющее ядро информации, наиболее важные семантические акценты для автора.

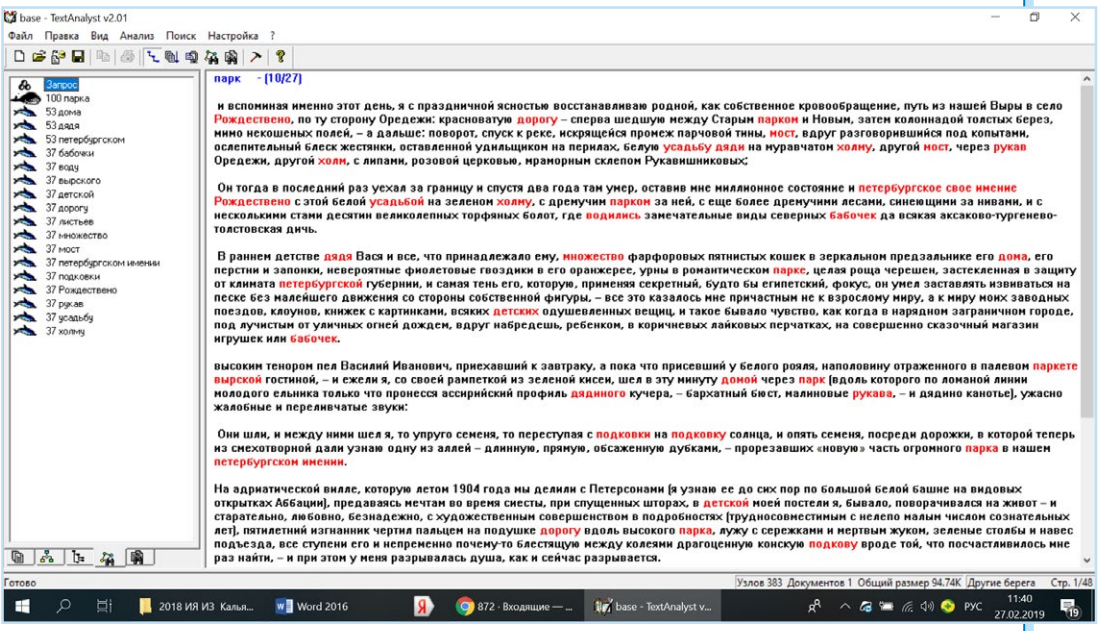


Рис. 6. То же, что и на рис. 3, только для запроса «парк»

Ср.: «Тогда-то я вдруг понял, что двадцатисемилетнее, в чем-то бело-розовом и мягком, создание, владеющее моей левой рукой, — моя **мать**, а создание тридцатитрехлетнее, в бело-золотом и твердом, держащее меня за правую руку, — отец. Они шли, и между ними шел я, то упруго семеня, то переступая с подковки на подковку солнца, и опять семеня, посреди дорожки, в которой теперь из смехотворной дали узнаю одну из аллей — длинную, прямую, обсаженную дубками, — прорезавших «новую» часть огромного **парка** в нашем **петербургском** имении» (...) «Пикники, спектакли, бурные игры, наш таинственный вырский **парк**, прелестное бабушкино Батово, великолепные витгенштейновские имения — Дружноселье за Сиверской и Каменка в Подольской губернии — все это осталось идиллически гравюрным фоном в памяти, находящей теперь схожий рисунок только в совсем старой русской литературе» (В. Набоков Другие берега).

Аналогичным образом в автобиографическое эссе И. Бродского «Набережная неисцелимых» можно с помощью нейросетевых технологий провести анализ на разных уровнях семантической глубины и выделить несколько уровней в информации, выраженной эксплицитными средствами (тематическая структура и семантическая сеть) и получить данные для анализа подтекстовой информации с помощью ассоциативного поиска.

Тематическая структура текста представляет собой 5 лексем: городе (100), книгами (99), Сан (99) мрамор (96), мост (61) и отражает внешнюю канву эссе, посвященного Венеции, городу с величественными мостами, обилием мрамора:

«Затем небо на мгновение затмила гигантская *мраморная* скобка *моста*, и вдруг все залил свет».

Семантическая сеть (см. Рис. 7) позволяет выявить ядро информации, определить важные для автора нюансы.

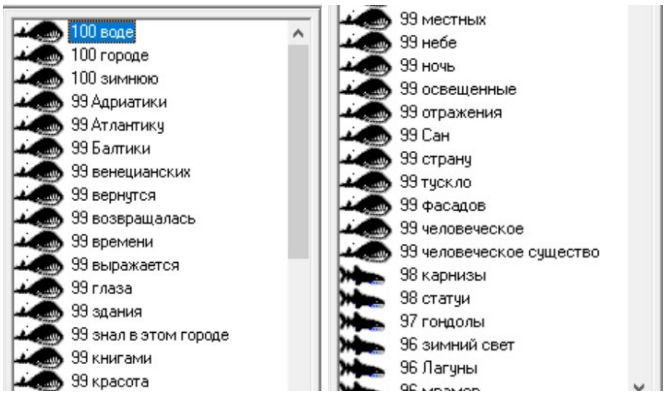


Рис. 7. Тематическая структура текста романа И. Бродского «Набережная неисцелимых»

Водная стихия в зимнем городе — важнейшие семантические акценты для И. Бродского (вес связей — 100), вокруг которых строится смысловой рисунок текста. Между тем, результаты ассоциативного поиска показывают, что волновало автора: прежде всего сравнение прекрасных мест на Адриатике и Атлантике с Балтикой, отражение в прекрасной Италии родных для автора мест:

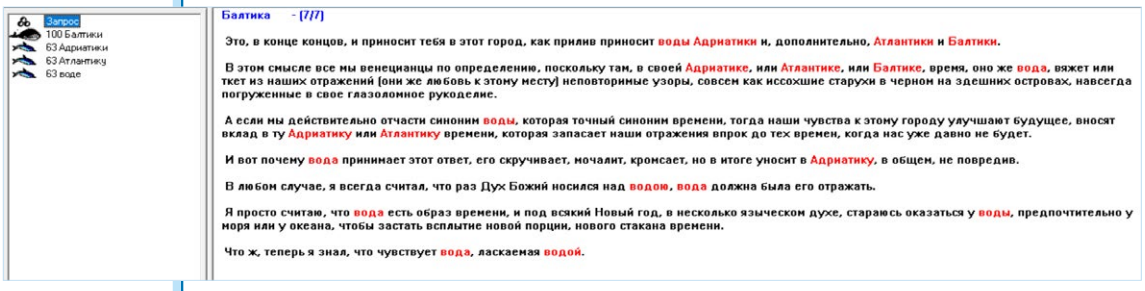


Рис. 8. Результаты ассоциативного поиска по запросу ***«Балтика»****: тематическое дерево — в левом окне — результатов поиска и тематический реферат — в правом*

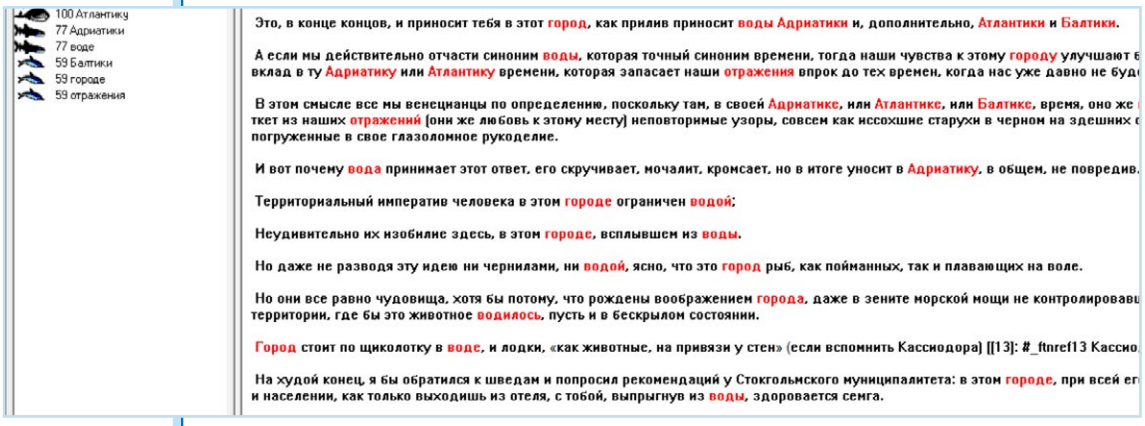


Рис. 9. То же по запросу ***«Атлантика»***

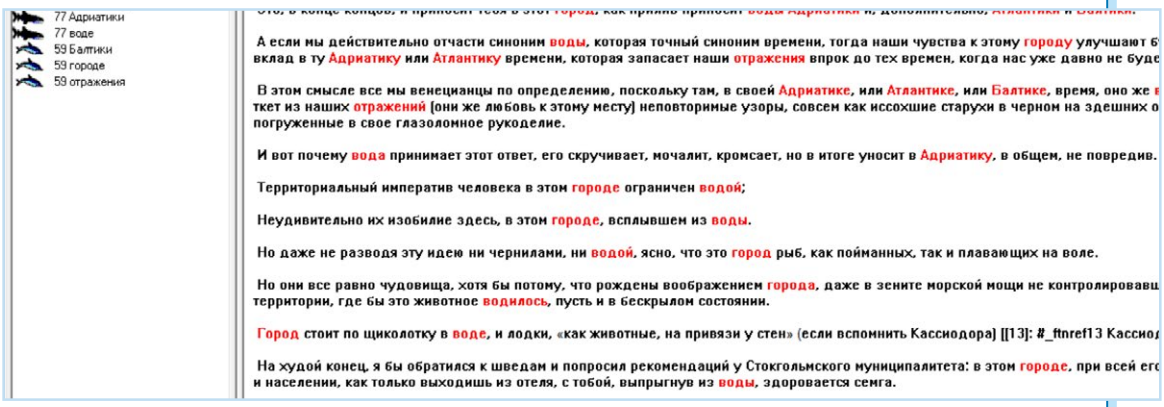


Рис. 10. И наконец, по запросу ***«Адриатика»***

Заключение

На материале произведений «Другие берега» В. Набокова, «Набережная неисцелимых» И. Бродского были протестированы возможности нейросетевого подхода TextAnalyst для анализа восприятия и интерпретации текста, выявления и изучения имплицитной текстовой информации.

Гипотеза, выдвинутая в исследовании, подтвердилась: нейросетевой подход, использованный в технологии TextAnalyst выявляет потенциал ассоциативных связей на нескольких уровнях. Эксплицитная информация выявляется на уровне семантической сети, и имплицитная информация выявляется с помощью ассоциативного поиска.

Автоматический анализ текста, выполненный с помощью этой технологии позволяет проводить исследование на нескольких уровнях. Позволяет определить объективную информацию, выраженную эксплицитно (тематическую структуру текста — внешнюю канву повествования, семантическую структуру — смысловую основу текста, содержащую объективную информацию, заложенную автором). Между тем, ассоциативный поиск выявляет лексические ассоциации, которые свидетельствуют об оценочной парадигме, интенции автора, позволяют делать выводы об имплицитной информации, коннотативных значениях.

Таким образом, нейросетевой подход при использовании технологии TextAnalyst позволяет определить фактографическую основу сюжета, которая формирует тематическую структуру, семантический портрет текста, семантические акценты, главную для автора информацию, представленную в семантической сети, а подтекстовую имплицитную информацию, оценочность и коннотативные нюансы позволяют выделить операции, выполненные с помощью ассоциативного поиска.

References

1. Blei. D. Probabilistic topic models // Communications of the ACM. 2012. Vol. 55. No. 4. P. 77–84.
2. Cheng WC., Liou CY. (2008) Binary Kernel in Morphological Associative Memory. In: Wang R., Shen E., Gu F. (eds) Advances in Cognitive Neurodynamics ICCN 2007. Springer, Dordrech

3. Collins, A. M., and M. R. Quillian. «Retrieval Time from Semantic Memory.» Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior 8 (1969): 240–248.
4. Daud A. Using Time Topic Modeling for Semantics-Based Dynamic Research Interest Finding // Knowledge-Based. 2012. Vol. 26, P. 154–163.
5. De Deyne, S., & Storms, G. (2008). Word associations: Network and semantic properties. *Behavior Research Methods,* 40(1), 213–231. https://doi.org/10.3758/BRM.40.1.213.
6. Dennis, S. (2003). A comparison of statistical models for the extraction of lexical information from text corpora. *InProceedings of the Twenty-Fifth Conference of the Cognitive Science Society*. http://www.cognitive sciencesociety.org.
7. Ekmekci, A., Sahin, A., Gulacar, O., Almus, K. (2018). High School Students' Semantic Networks of Scientific Method in an International Science Olympiad Context. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 14(10), em1604. https://doi.org/10.29333/ejmste/93677
8. Ferrand, L., & New, B. (2003). Semantic and associative priming in the mental lexicon. In P. Bonin (Ed.), *the mental lexicon* (pp. 25–43). New York: Nova Science Publishers.
9. File, B., Keczer, Z., Vancsó, A. et al. Behav Res (2018). Emergence of polarized opinions from free association networks *Behavior Research Methods.* https://doi.org/10.3758/s13428–018–1090–z
10. Gruenenfelder, T. M., Recchia, G., Rubin, T., & Jones, M. (2016). Graph-Theoretic properties of networks based on word association norms: Implications for models of lexical semantic memory. *Cognitive Science,* 40, 1460–1495. https://doi.org/10.1111/cogs.12299.
11. Guida, A., & Lenci, A. (2009). Semantic properties of word associations to Italian verbs. *Italian Journal of Linguistics*, 19(2), 293–326.
12. Hamers, J., & Blanc, M. (2000). Neuropsychological foundations of bilinguality. In Bilinguality and Bilingualism (pp. 135–161). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511605796.009.
13. Hopfield, J. J. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities. Proc. Natl. Acad. Sci. 79, 2554 — 2558 (1982).
14. Jackson, R. L., Hoffman, P., Pobric, G., & Lambon Ralph, M. (2015). The nature and neural correlates of semantic association versus conceptual similarity. Cerebral Cortex. https://doi.org/10.1093/cercor/bhv003. CrossRefPubMedGoogle Scholar) А. А. Харламова (2019).
15. Journal of Psycholinguistic Research (2019) 48: 243. https://doi.org/10.1007/s10936–018-9601–8.
16. Kharlamov AA, Le M. K. (2017) Neyroseteviye podkhody k classificatsii textov na osnove morphologicheskogo analyza. In: Trudy MFTI. 9(2):143–150. (In Russian) А. А. Харламов, Ле Мань Ха Нейросетевые подходы к классификации текстов на основе морфологического анализа ТРУДЫ МФТИ. 2017. Том 9, № 2, с. 143–150.
17. Lerique S. & Roth C. (2018) The Semantic Drift of Quotations in Blogspace: A Case Study in Short Term Cultural Evolution. *Cognitive Science* 42 (1):188–219 (2018).
18. Madan, C.R., Lau, C.S., Caplan, J.B., Fujiwara E. Emotion selectively impairs associative memory. BMC Neurosci (2009) 10 (Suppl 1): P341. https://doi.org/10.1186/1471–2202-10-S1-P341.
19. Mimno D., Blei D. Bayesian Checking for Topic Models // Empirical Methods in Natural Language Processing, 2011. P. 227–237.
20. Miyata, R., Ota, K. & Aonishi, T. Optimal pair of hippocampal CA1 phase response curve and spike-timing-dependent plasticity for hetero-associative memor. BMC Neurosci (2013) 14(Suppl 1): P9. https://doi.org/10.1186/1471–2202–14–S1–P9.

21. Mouthon, M., Khateb, A., Lazeyras, F., Pegna, A., Lee-Jahnke, H., Lehr, C., & Annoni, J. (n.d.). (2018). Second-language proficiency modulates the brain language control network in bilingual translators: An event-related fMRI study. Bilingualism: Language and Cognition, 1–14. doi:10.1017/S1366728918001141.
22. Nelson, D. L., McEvoy, C. L., &Dennis, S. (2000). What is free association and what does it measure? *Memory & Cognition,* 28 887–899.
23. Ornager, S. (1997) Image retrieval: theoretical analysis and empirical user studies on accessing information in images. In: In: Proceedings of the 60th ASIS annual meeting. Washington DC, November 1–6, 1997. Medford, NJ, 1997. pp. 202–2014/
24. Pejtersen, A.M. (1991). Interfaces based on associative semantics for browsing in information retrieval. Roskilde, Riso Laboratory, 1991.
25. Sinha, A., Davey, N., Adams, R. Steuber V. Structural plasticity and associative memory in balanced neural networks with spike-time dependent inhibitory plasticity. BMC Neurosci (2015) 16(Suppl 1): P235. https://doi.org/10.1186/1471–2202-16-S1-P235.
26. Steyvers M.k & Tenenbaum J. B. (2005) The Large□Scale Structure of Semantic Networks: Statistical Analyses and a Model of Semantic Growth Cognitive Science 29 (2005) 41–78 https://doi.org/10.1207/s15516709cog2901_3.
27. Steyvers M.k & Tenenbaum J. B. (2005) The Large□Scale Structure of Semantic Networks: Statistical Analyses and a Model of Semantic Growth Cognitive Science 29 (2005) 41–78 https://doi.org/10.1207/s15516709cog2901_3.
28. Strogatz, S. H. (2001, March 8). Exploring complex networks. Nature, 410,268–276.
29. Trier J. Der deutsche Wortschatz im Sinnebezirk des Verstandes: Die Geschichte eines sprachlichen Feldes. Bd.1. Von den Anfängen bis zum Beginn des 13. Jahrhunderts. — Heidelberg: Winter, 1931. — 20 S.
30. Vivas, L., Manoiloff, L., García, A.M., Lizarralde, F., Vivas, J. (2019) Core Semantic Links or Lexical Associations: Assessing the Nature of Responses in Word Association Tasks.
31. White, K.K. & Abrams, L. The University of South Florida free association, rhyme, and word fragment norms. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers* (2004) 36: 408. https://doi.org/10.3758/BF03195589.
32. Апресян 1974 —Апресян Ю. Д. Лексическая семантика: Синонимические средства языка. М.: Наука. 1974. (Переизд.: Апресян Ю. Д. Избранные труды. Т. 1. М., 1995.
33. Апресян Ю. Д. Лексическая семантика: Синонимические средства языка. М., 1974. С. 175–315.
34. Бродского. И. Сочинения Иосифа Бродского. Том VII. Набережная неисцелимых. Санкт-Петербург: Издательство «Пушкинского Фонда». 2001. — 344 с.
35. Черниговская Т. В. Мозг билингва // Университетское переводоведение. Вып. 3. Материалы III Международной научной конференции по переводоведению «Федоровские чтения» 26–28 октября 2001 г. Спб., 2002. — С 538–543.
36. Д. Н. Шмелева, 1977. Современный русский язык. Лексика. Учеб. пособие. — М.: Просвещение, 1977. — 335 с.
37. Караулов Ю. Н. 1981 Лингвистическое конструирование и тезаурус литературного языка. М.: Наука, 1981. — 367 с.
38. Караулов Ю. Н. Лингвистическое конструирование и тезаурус литературного языка. М., 1981. С. 148–218.
39. Лайонз Дж. Введение в теоретическую лингвистику. М., 1978. С. 467–507. Лайонз Дж. Введение в теоретическую: монография. М.: Издательство: Прогресс: 1978. — 544 с.
40. Набоков В. Собрание сочинений. Т.4. Другие берега. М.: Правда,1990. — 164 с. Харламов А. А. Ассоциативная память — среда для формирования пространства знаний. От биологии к приложениям. Дюссельдорф: Palmarium Academic Publishing, 2017.
41. Шмелев Д. N. Современный русский язык: Лексика. М., 1977. С. 65–130, 183–232.

IMPLICIT KNOWLEDGE IN THE PERCEPTION OF THE TEXT (ON WORKS OF V. NABOKOV AND I. BRODSKY): NEURAL NETWORK APPROACH

Alexander A. Kharlamov, Maria Pilgun

Abstract.

The paper presents the results of the neural network approach applied in psycholinguistic studies of text perception. The TextAnalyst technology was tested to analyze the text perception and interpretation and to reveal the implicit information in the text. The material included works «Other Shores» by V. Nabokov and «Embankment of the Incurables» by J. Brodsky. The autobiographical works were selected for the analysis, since they contain personal information important for the authors' inner life. The neural network approach implemented in the TextAnalyst technology made it possible to use the potential of associative links in the text at several levels: to reveal explicit information at the level of the semantic network and to reveal implicit information using associative search. This type of automatic text analysis made it possible to determine objective information expressed by verbal means: the topic structure of the text as the external outline of the narration, and the semantic structure as the semantic basis of the text containing the objective information worded by the author. Meanwhile, the associative search revealed lexical associations that indicate the author's evaluation paradigm and intentions and lead to some conclusions about the subtextual information and connotative meanings embedded in the text.

Key words: neuronetwork text analysis, perception, Nabokov, Brodsky

УДК. 81–114.4

ББК

Сопоставительный анализ понятия «мигрант» в русских и английских медиатекстах

Contrastive analysis of the word «migrant» in Russian and English media texts

Комарова Елена Валерьевна
Komarova Elena V.
e-mail: elvakom@rambler.ru

МГИМО (У) МИД России
Moscow State Institute of International Relations (MGIMO University)

Аннотация

В настоящее время цифровизация и быстрый рост сетевого контента требуют адаптации и корректировки лингвистических методов, применяемых для анализа больших данных, поэтому компьютерная лингвистика и автоматический анализ текста приобретают все большее значение для исследователей, занимающихся изучением медиатекстов. Другой актуальной проблемой является растущая миграция из развивающихся стран в регионы более благоприятные для проживания. Проблема репрезентации мигрантов в традиционных медиа достаточно широко представлена в различных исследованиях, в то время, как образ мигранта в онлайн медиа требует более подробного анализа.

Данное исследование посвящено изучению репрезентацию мигрантов в онлайн медиатекстах и соответствующих языковых средств, используемых в английском и русском новостном дискурсе в период роста притока мигрантов. В качестве материала для анализа были использованы данные новостного подкорпуса Британского корпуса (British National Corpus) за период 2015–2016 гг. и новостного подкорпуса Национального корпуса русского языка (НКРЯ) за период 2013–2014 гг. Для определения семантического ядра обоих дата-сетов была использована программа автоматического анализа текста TextAnalyst 2.0. При сопоставлении семантического ядра английских и русских медиатекстов был применен метод контрастивного

анализа. Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что, представляя один о тот же референт, сигнификаты имеют разное значение и несут информацию о разных признаках исследуемого понятия. При сопоставлении понятий, входящих в сематическое ядро слова «мигрант» и слова «migrant», было обнаружено, что интегральных признаков у английского понятия «migrant» и русского «мигрант» больше, чем дифференциальных, а последние обусловлены лингвокультурными особенностями.

Ключевые слова: репрезентация мигрантов, новостной дискурс, онлайн медиа, автоматический анализ текста, нейросетевые технологии

Abstract

At the present time digitalisation and rapid growth of Internet content require the review and adjustment of linguistic methods which can be used for Big Data analysis thus computer linguistics and automated text analysis are becoming more and more important for researchers studying media texts. Another acute issue is increasing migration from developing countries to more favourable living environment. The representation of migrants in traditional media has been widely discussed while the image of migrant in online media still needs further analysis.

The given research is devoted to representation of migrants in online media texts and corresponding linguistic means used in Russian and English online news during migrant influx. The study is based on news corpus of British National Corpus during 2015–2016 and news corpus of Russian National Corpus during 2013–2014. The automated text analysis program TextAnalyst 2.0 was used to define semantic kernel of the abovementioned corpuses while to compare them contrastive analysis was implemented. The results suggest that representing the same referent significata carry different meaning and information about different qualities of the word in question. As a result of comparing semantic kernel of Russian and English word «migrant» and its lexical units it was revealed that there are more integral features with distinctive features being defined by linguocultural specifics.

Key words: representation of migrants, news discourse, online media, automated text analysis, neural network technologies

Сегодня медиа не только основной источник информации, но и эффективный инструмент для формирования общественного мнения. Проблема миграции и мигранты являются одними из самых обсуждаемых вопросов в новостном дискурсе, где конструируется и транслируется образ мигранта.

Известно, что онлайн медиа выходят на первый план и составляют конкуренцию традиционным. Дигитализация влияет не только на скорость передачи, но и способы подачи информации. Согласно А. Беллу, медиатексты существенно отличаются от традиционных печатных текстов и включают в себя не только речь, но и музыку, специальные эффекты, изображения, а также отражают технологии, которые их производят:

«Definitions of media texts have moved far away from the traditional view of text as words printed in ink on pieces of paper to take on a far broader definition to include speech, music and sound effects, image and so on… Media texts, then, reflect the technology that is available for producing them…» [Цит. по 1, с. 30].

Данная специфика и постоянный рост медиапотока требует совершенно новых методов изучения текста в медиапространстве, отсюда особый интерес лингвистов к программам автоматического анализа текста, которые дают возможность проанализировать большой объем информации.

Цель: Сопоставление понятия «мигрант» в английских и русских медиатекстах.

Материал. Для данного исследования были отобраны параллельные микротексты, представленные в текстовых корпусах английского и русского языков и содержащие лексемы, обозначающие понятие «мигрант». Отбор материала ограничен временными рамками: новостной подкорпус Британского корпуса (British National Corpus) за период 2015–2016 гг. и новостной подкорпус Национального корпуса русского языка (НКРЯ) за период 2013–2014. Данные рамки обусловлены следующими критериями: период самого частотного использования понятия «мигрант» в русском новостном дискурсе — 2013–14 годы согласно НКРЯ1, а по данным Евростата2 приток мигрантов в страны Европы многократно вырос в 2015 году, что привело к «Европейскому миграционному кризису». В результате были проанализированы: база данных НКРЯ объемом 1 221 942 знаков (852 КБ) (количество вхождений 3 394) и база данных Британского национального корпуса объемом 194 399 знаков (386 КБ) (количество вхождений 1 153).

Методы и инструментарий

В данном исследовании был применен комплекс методов:

1. анализ лексических ассоциаций [5; 6];

2. контрастивный анализ [3; 4; 7].

В ходе работы также использовалась программа интеллектуального анализа текста — TextAnalyst 2.0, которая дает возможность выделить тематическую структуру текста, лексическое ядро, ближнюю и дальнюю периферию. С помощью данной программы была сформирована семантическая сеть, то есть интегральное

[1] https://processing.ruscorpora.ru/graphic.xml?sort=gr_tagging&text=lexform&mycorp=&mode=paper&req=мигрант&graphic_from_result=1&startyear=2000&endyear=2014&smoothing=3

[2] https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Asylum_statistics

представление смысла текста, включающее множество понятий, связанных между собой и несущих смысловую нагрузку.

Результаты и дискуссия

Известно, что знаки естественного языка содержат в себе 4 типа информации: прагматическую, синтаксическую, денотативную и сигнификативную [2]. Сигнификативная информация отображает каким образом то или иное явление представлено в сознании актора. В данном исследовании мы предлагаем рассмотреть сигнификативную информацию понятия «мигрант», для чего нами была выделена семантическая сеть с помощью программы TextAnalyst 2.0 (см. рис. 1).

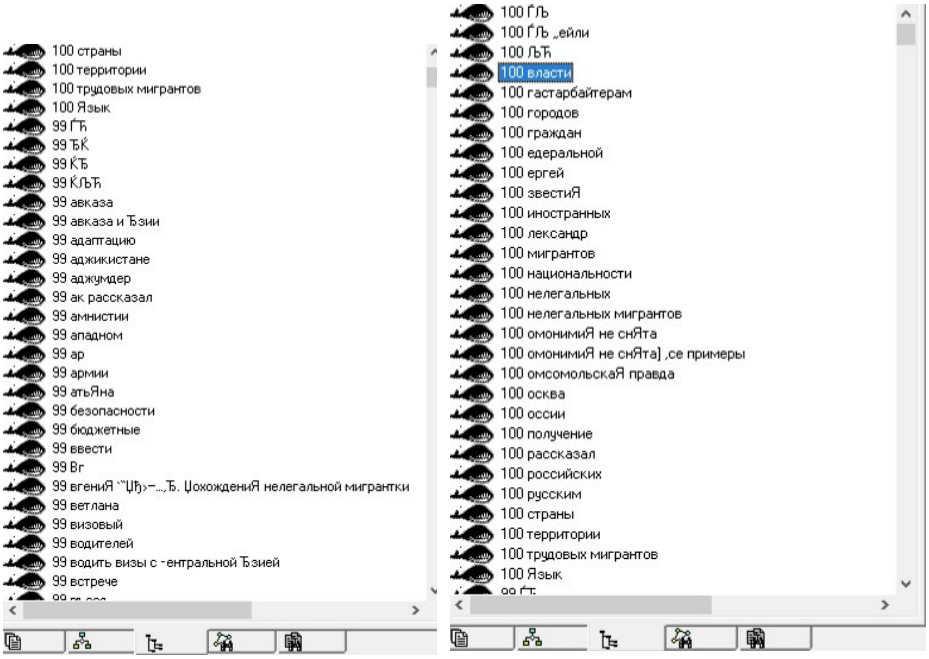


Рис.1. Семантическое ядро слова «мигрант»

Было установлено, что в русских медиатекстах референт «мигрант» представлен такими сигнификатами, как *гастарбайтерам, граждан, национальности, нелегальных мигрантов, трудовых мигрантов, выходцы из Кавказа и Азии, водителей, дворника, иностранного гражданина, иностранцев, легальных мигрантов, незаконных мигрантов* и др.

Интересно отметить, что, представляя один и тот же денотат, данные лексемы несут разную информацию, акцентируя тот или иной признак исследуемого понятия. Все признаки были классифицированы следующим образом: национальный признак; территориальный признак; занятость; профессиональный признак; криминальный признак; этнокультурные признаки; социальная принадлежность; правовой статус; конфессиональная принадлежность.

Противопоставление «своих» «чужим» является одним из ключевых факторов неприятия приезжих коренным населением. Очевидно, что социальный контекст играет ключевую роль при формировании восприятия обществом данного явления. Когнитивная составляющая (или культурные знания) способствует негативному восприятию лексемы «гастарбайтер» в России.

Например: *…В рамках (программы «Музеи для мигрантов», — прим. автора) ее реализации приезжих должны были познакомить с историей и культурой Москвы. Программа не получила поддержки ни в УФМС столицы, ни у самих гастарбайтеров — последние были готовы отправиться в музей, только если им заплатят. (Известия, 2014.02.04)*

Применяя алгоритм программы TextAnalyst 2.0, мы также выделили семантическое ядро лексико-семантического поля «migrant» (см. рис. 2).

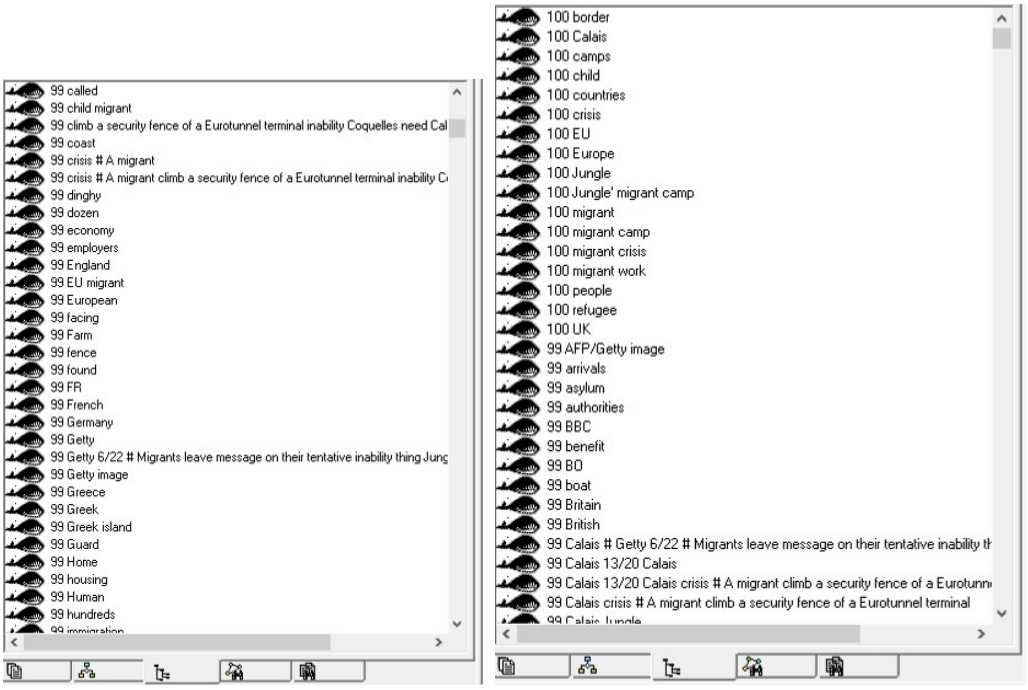


Рис. 2: Семантическое ядро слова «migrant»

Среди сигнификатов были обнаружены такие лексемы, к*ак people, refugee, man (migrant man), migrant child, migrant labour, million migrants, numbers (migrant numbers), migrant population, Afghan migrant, migrant numbers, migrant population* и др. Данные понятия были также сгруппированы в зависимости от того, какой признак референта они выражают. Были установлены следующие категории: количественный признак, семейно-общественные характеристики, занятость, социальная принадлежность, национальный признак, правовой статус, криминальный признак, выражение эмпатии к мигрантам, конфессиональная принадлежность.

Понятия, отражающие семейно-общественные признаки референта «migrant», находятся в окружении оценочных прилагательных, выражающих чувство солидарности с мигрантами *(desperate migrants, desperate migrant family, desperate refugees).*

Например: *This desperate migrant family were forced off a train by police in Hungary, as authorities tried to take them to a holding camp. (Daily Mail, 03.09.2015)*

A growing migrant crisis all over Europe as desperate refugees live in camps struggling to survive. (Daily Star, 26.20.2016)

...some of the desperate migrants began fighting among themselves. (Daily Star, 03.09.2015)

После того, как были выделены и классифицированы признаки сигнификатов русского понятия «мигрант» и английского «migrant», нами был проведен сопоставительный анализ изучаемых лексем. В результате было установлено, что у данных понятий интегральных признаков больше, чем дифференциальных и они включают в себя национальный признак, трудовой признак, категорию мигранта, криминальный признак, конфессиональную принадлежность, правовой статус (см. рис. 3).

Рис.3: Соотношение признаков сигнификатов понятия «мигрант» и «migrant»

Дифференциальные признаки понятия «мигрант» включают в себя такие категории, как этнокультурные признаки, профессиональный признак и территориальный признак. Английское понятие «migrant» фиксирует количественный признак, выражение эмпатии и семейно-общественные характеристики.

Необходимо отметить, что, в отличие от английского понятия «migrant», национальный признак является превалирующим в лексико-семантическом поле русского понятия «мигрант». Данная закономерность выражена числовым значением, которое используемая нами программа автоматического анализа присваивает каждому понятию в сети: чем выше число, тем более значимым оказывается понятие в данном тексте. В корпусе английских текстов были зафиксированы следующие лексемы, входящие в группу признаков национальности: Syrian migrant (99), Afghan migrant (80), Africans (46), Sudanese migrant (3) (сирийцы, афганцы, африканцы,

суданцы). В корпусе русских медиатекстов список понятий, входящих в лексико-семантическое поле «мигрант» и несущих информацию о национальности, более вариативен: «выходцы из Кавказа и Азии» (99), «мигранты из Средней Азии» (99), «армянских мигрантов» (45), «таджики» (45), «китайцев» (39), «узбеков» (22), «вьетнамцев» (15), «турки» (11), «украинцы» (9), «узбек» (3).

Выводы

В результате проведенного анализа было установлено, что помимо интегральных признаков сигнификатов, обозначающих русское понятие «мигрант» и английское понятие «migrant», исследуемые понятия обладают дифференциальными признаками. В конкретной коммуникативной ситуации данные лексемы несут разную информацию, которая отображает то, каким образом данное понятие представлено в сознании актора.

Трансляция разных смыслов обусловлена лингвокультурной спецификой русского и английского понятия «мигрант» и устоявшихся журналистских практик. Согласно нормам, принятым в Великобритании, медиатексты направлены на объективное изложение информации, в то время как в русских медиатекстах сопричастность автора призвана привлечь читателя, поэтому последние характеризуются более эксплицитными формами используемых средств выражения для обозначения того или иного явления.

Список литературы:

1. Добросклонская Т. Г., Медиатекст: теория и методы изучения. Вестник Моск. Ун-та. Сер. 10. Журналистика. 2005. №2, с. 30
2. Кобозева И. М., Татевосов С. Г. «Семантика». // Введение в науку о языке / А. Е. Кибрик и др.; под ред. О. В. Федоровой и С. Г. Татевосова — М.: Буки Веди, 2019. — 672 с. — ISBN 978–5–4465–2188-3, стр. 171
3. Швейцер А. Д. Контрастивная стилистика: Газетно-публицистический стиль в английском и русском языках/ под ред. В. Н. Ярцевой. Изд. 2-е. — М.: Книжный дом «ЛИБРИКОМ», 2009. 256 с.;
4. Ke, P. (2019) Contrastive Linguistics. Springer Singapore. 210 p;
5. Kharlamov, A.A., Pilgun M. A. (eds). Neuroinformatics and semantic representations. Theory and Applications. — Cambridge Scholars Publishing. 2020. — 310 p.;
6. Nelson, D.L., McEvoy, C.L. & Schreiber, T. A. The University of South Florida free association, rhyme, and word fragment norms. Behavior Research Methods, Instruments, & Computers 36. 2004. — pp. 402–407 — URL: https://doi.org/10.3758/BF03195588
7. Willems, D., Defrancq, B., Colleman, T., Noël, D. (Eds.). 2003. Contrastive Analysis in Language. Identifying Linguistic Units of Comparison. Palgrave Macmillan UK. 278 p.

Как образы экологии в сетевом медиатексте выступают катализаторами городских конфликтов

Расходчиков А.Н.,
Фонда «Московский центр урбанистки «Город», Москва, Россия
silaslowa@mail.ru

Пильгун М.А.
Институт языкознания РАН, Москва, Россия
mpilgun@iling-ran.ru

Аннотация

В статье представлены результаты исследования, посвящённого репрезентации экологической тематики в сетевых онлайн коммуникациях, связанных с гражданской активностью. На основе кроссдисциплинарного подхода анализируется, как экологические проблемы, усиленные мультимедийным контентом, способны обострять городские конфликты. Для интерпретации контента применялся текстовый анализ с использованием нейросетевых технологий, сентимент-анализ, контент-анализ. В качестве инструментария были использованы Brand Analytics, TextAnalyst, Tableau, AutoMap. Эмпирическую базу исследования составили три датасета: для анализа репрезентации экологической тематики в городских и политических конфликтах были выбраны информационные сюжеты получившие наибольшее распространение в социальных онлайн сетях во второй половине 2019 года: сюжет, освещающий пожары в Сибири летом 2019 г. и контент сообщений, посвящённый строительству двух дорожных проектов г. Москвы: Северо-Восточной и Юго-восточной хорды. Сводная база данных включала данные социальных сетей, микроблогов, форумов, блогов, видео, отзывы. Результаты исследования показали, что экологические проблемы приобретают все большую остроту с ухудшением состояния окружающей среды. Экологическая тематика становится значимым компонентом в системе фэшн-кодов, определяет новую этичность жителей мегаполиса, помогает достижения цели в коммерческих, политических, медийных, социальных сферах. С другой стороны, визуальные материалы позволяют значительно расширить коммуникативный инструментарий, спектр средств воздействия для повышения императивного воздействия сообщения. Репрезентация экологических проблем с использованием медиатекста (совокупности вербальных, визуальных и аудиальных компонентов) вызывает активную эмоциональную реакцию пользователей социальных сетей, способствует более массовому распространению сообщений и обеспечивает высокий уровень вовлеченности аудитории в обсуждение проблем. Кроме того, учет экологических факторов при принятии управленческих решений, формировании

государственных и муниципальных программ способен значительно упростить их реализацию. Однако, для этого необходимо видеть проблему, то есть уловить момент, когда в общественном мнении, обсуждениях проекта в социальных онлайн-сетях появляется акцент на экологическую проблематику. Анализ сетевой коммуникации: контента публикаций и комментариев, динамики и структуры распространения сообщений, на сегодняшний день является наиболее оперативным методом получения обратной связи от населения. В то же время, подобный анализ требует новых методов визуальной аналитики, поскольку в сетевом мультимедийном контенте усиливается роль визуального модуса.

Ключевые слова: анализ социальных сетей, экология, медиатекст, восприятие речи, городские коммуникации, цифровой контент, управление сетевой коммуникацией

Экологические проблемы играют важную роль в жизни современного общества, их значимость возрастает в городских коммуникациях, поскольку именно жители мегаполисов в наибольшей степени подвержены негативному воздействию разрушения и загрязнения природной среды. Жизнь в техногенной среде больших городов формирует высокий уровень чувствительности населения к ухудшению экологической ситуации. Причем эта чувствительность проявляется независимо от того, касается проблема непосредственно района проживания или имеет более глобальный контекст. Так в данной работе, на примере ситуации с пожарами в Сибири 2019 года показано, как жители Москвы проявили заметно более высокую активность и озабоченность ситуацией, чем население сибирских регионов, расположенных в непосредственной близости от очага экологического бедствия. С ростом числа городского населения Земли, увеличения числа мегаполисов можно прогнозировать дальнейшее усиление влияния экологических факторов на политические и социально-экономические процессы в обществе. Предполагается, что к 2030 году уже 60 процентов населения будут жить в городах (см., например, [Dzenovska 2018, 18] и др.). В тоже время, процесс урбанизации населения носит не управляемый, а скорее стихийный характер и как любая стихия способна порождать неуправляемые социальные катаклизмы [Расходчиков 2020, 68].

В научной литературе представлено большое количество работ, посвященных многоаспектному анализу городской экосистемы. В частности, изучение экологических последствий урбанизации для ландшафта, пространственных и временных закономерностей урбанизации, пространственной модели городского ландшафта, представляющей собой модифицированную версию модели антропогенных преобразований земель [Berling-Wolff, Wu 2004, 220], роль общественных садов в экосистеме и устойчивом развитии мегаполисов [Anderson at al. 2019, 672], рекреационная ценность водных экосистем, специфики взаимодействия человека и природы при использовании городских пресноводных объектов [Vierikko, Yli-Pelkonen 2019, 770], оценка эффективности кластерного развития, инструментария сохранения сельскохозяйственных угодий, открытого пространства и сельской местности [Brabec 2001, 28], влияния природных территорий и окультуренных ландшафтов на качество среды жизнедеятельности горожан [Дридзе 1998]и др.

Однако, проблемам влияния экологической тематики на социальные и политические процессы в обществе пока не уделялось достаточного внимания в научных работах. В то же время, на практике можно наблюдать как экологические факторы оказывают значительное влияние на широкий круг на первый взгляд не связанных с экологией вопросов от инфраструктурного развития городов до политических кампаний по выборам в органы власти. Так, казалось бы второстепенные решения о вырубке зеленых насаждений при строительстве дорог, вызывают протестные акции горожан, что значительно затрудняет реализацию градостроительного проекта. А ситуация с пожарами в Сибири становится ключевой темой протестного движения на выборах в Московскую городскую Думу, вытесняя на второй план проблему отказа в регистрации опозиционным кандидатам [Расходчиков, Пильгун 2020].

Учет экологических факторов при принятии управленческих решений, формировании государственных и муниципальных программ способен значительно упростить их реализацию. Однако, для этого необходимо видеть проблему, то есть уловить момент когда в общественном мнении, обсуждениях проекта в социальных онлайн сетях возникает акцент на экологическую проблематику. Анализ сетевой коммуникации: контента публикаций и комментариев, динамики и структуры распространения сообщений, на сегодняшний день является наиболее оперативным методом получения обратной связи от населения. В то же время, подобный анализ требует новых методов визуальной аналитики, поскольку в сетевом мультимедийном контенте усиливается роль визуального модуса.

Визуальная аналитика получает все большее распространение, позволяет обработать и презентовать результаты исследований больших объемов интегрированных данных: статистические материалы, вербальные структуры в письменной и устной форме, фото- и материалов, медиатекст (синкретичное единство вербальных, визуальных и аудиальных компонентов, функционирующих в кроссплатформенной среде в смешанной реальности), невербальные элементы, 3D-7D - объекты и пр. Специфику нового типа сетевых данных определяют не только большие объемы (Big Data), но и состав: помимо статистических данных, традиционных текстов (письменных и устных), фото и видео материалов выделяют медиатекст, который следует рассматривать как синкретичное единство вербальных, визуальных и аудиальных компонентов, функционирующих в кроссплатформенной среде в смешанной реальности. Соответственно и коммуникация в социальных онлайн сетях все больше приобретает характер медиакоммуникации, когда послания сочетают визуальные и текстовые элементы, а в комментариях и переписке пользователей тексты дополняются эмодзи, фото и видео и звуковым контентом. Кроме того, исследовательским материалом становятся культурные объекты, события, фестивали, митапы, локации и пр. Появление новых типов эмпирических данных закономерно приводят к трансформации методологического аппарата, в частности синергии визуальной аналитики и анализа данных (см., например, [Manovich 2017] проекты под руководствах Льва Мановича, реализованные в Software Studies Initiative, Cultural Analytics Lab и др.

Расширение значения визуального модуса в современном медиа-пространстве описано уже достаточно подробно в научной литературе. Парадигма визуальной коммуникации представлена в многочисленных исследованиях, раскрывающих специфику визуального внимания, поиска [Watson, Humphreys 1997, 92–95], поведенческих и нейрофизиологических особенностей взаимосвязи рабочей памяти и визуального выбора [Soto at al. 2007, 17186–17191]; взаимовлияния действия и восприятия [Humphreys 2016, 15–17]; восприятия объекта, категоризация и нейминга [Desmarais, Meade, Wells, Nadeau 2017, 2479], управления действием [Desmarais at al. 2017, 140], социального видения [Schäfer at al. 2017, 340] и пр.

Спектр визуальных исследований чрезвычайно широк, например, в 2019 вышел специальный номер журнала Visual Communication Vol. 18(3), посвященный визуализации человеческого страдания и пр.

Актуальность исследования определяется важностью анализа репрезентации экологической тематики в веб-коммуникациях, связанных с гражданской активностью. Кроме того, остается не решённой проблема методологии анализа интегрированных структур в медиапространстве. А также влияния сетевой медиакоммуникации на городские и социальные изменения, в частности, отражающих экологические конфликты. В данной работе предложено одно из возможных решений с использованием нейросетевых технологий.

Научная проблематика данной работы определяется противоречии между ростом влияния экологической тематики в сетевой веб-коммуникации и игнорировании данного фактора при приятии управленческих и политических решений.

Цель исследования: анализ репрезентации экологической тематики в сетевых онлайн коммуникациях, связанных с гражданской активностью.

Гипотеза: Репрезентация экологических проблем в русскоязычной сетевой коммуникации получает все большее распространение, может выступать катализатором гражданской активности при обсуждении городских и политических вопросов. В тоже время, экологическая тематика часто используется в манипулятивных целях, когда политические акторы пытаются использовать страх людей перед экологической катастрофой в интересах коммерческих или политических кампаний.

Метод

В исследовании использовался кроссдисциплинарный мультимодальный подход. В соответствии с концепцией Гюнтера Кресса, в коммуникативных практиках социальных медиа наиболее отчётливо проявляется вытеснение традиционных письменных тексов мультимодальными знаковыми композициями. Мультимодальный аспект отражает социальный семиотический подход к современной коммуникации, совмещающей в медиапространстве смешанные и ремиксные изображения, вербальные, невербальные формы с 3D-объектами и пр. Интегрированный подход к мультимодальности, а также к соответствующим дескриптивным и аналитическим инструментам позволяет выйти за пределы анализа языковых структур и рассмотреть новые разнообразные способы коммуникации и создания смыслов [Kress 2010].

Для интерпретации контента применялись нейросетевой текстовый анализ, контент-анализ, сентимент-анализ, анализ лексических ассоциаций. Выделение тематической структуры базы данных, семантической сети, проведения ассоциативного поиска и контент-анализа позволили выделить ядро цифровой контента, связанного с каждым дата-сетом. Ядро семантической сети составляют номинации с весом связей 98–100. Также были определены основные темы контента, генерированного пользователями, связанные с репрезентацией экологических проблем.

Инструментарий*:*

Brand Analytics, TextAnalyst, Tableau, AutoMap.

Данные:

Для анализа были выбраны три дата-сета. Для анализа репрезентации экологической тематики в городских и политических конфликтах были выбраны информационные сюжеты получившие наибольшее распространение в социальных онлайн сетях во второй половине 2019 года: сюжет, освещающий пожары в Сибири летом 2019 г. и контент сообщений, посвящённый строительству двух дорожных проектов г. Москвы: Северо-Восточной и Юго-восточной хорды.

Сводная база данных включала данные социальных сетей (Vkontakte, Instagram,

Facebook, Twitter, Одноклассники), микроблогов, форумов, блогов, видео, отзывы.

Дата сбора: 01.07.19 00:00–31.12.19 23:59

Сообщений: 50 007;

Вовлеченность: 867 878;

Активные акторы: 32 212;

Аудитория: 436 211 791.

Результаты и дискуссия

Экологическая тематика активно используется в различных сферах офлайн и онлайн коммуникаций: маркетинговой, политической, социальной, культурной.

Так, виртуальное пространство предоставляет разнообразный арсенал ресурсов для создания симулякров (по Ж. Бодрийяру). Уместно вспомнить, что симулякры как несамотождественные феномены, отсылают

к самим себе или другим подобным; заменяют знаки, связанные с реальной действительностью; создают сеть, перекрывающую доступ к реальности. Пользователь становится заложником виртуальной среды, не замечают утраты реальности, ее подмены и не испытывает чувства отчуждения от других акторов. Симулякры являются единицами гиперреальности, эстетизированной галлюцинации реальности, в основе которой находится симуляция [Бодрийяр 2015].

Кроме того, сетевое пространство уничтожает различия между имиджем и реальностью, виртуальным и настоящим миром. Причем, общественное мнение и моду Ж. Бодрийяр относил третьему порядку симулякров.

Наиболее наглядно симулякры раскрываются в сфере моды, поскольку концептуальные тенденции в моде можно рассматривать как визуализацию культурной и социальной систем и их смыслов. В рамках концепции Гранта Маккракена изменения в моде — результат трансформации модели смысловых перемещений [McCracken 1988].

Экологическая тематика оказалась чрезвычайно востребованной в фэшн индустрии. Экологичность стала знаковой в период трансформации модной парадигмы, когда концепция демонстративной сексуальности, подчеркивания материального и социального статуса начала уступать образам, ориентирующимся на натуральность, интеллектуальную ассексуальность, расслабленность и комфорт.

В системе общественных ритуалов визуальные символы занимают важное положение, особенно в рамках первичных компонентов. Экологическая тематика, активно эксплуатируется фешн индустрией, формирует новый стиль жизни и этическую парадигму.

Следует выделить активно развивающееся направление «vegan fashion», определяющее не только внешний вид, но и образ жизни, тип поведения. В сфере внешних первичных кодов, в частности, дорогая одежда, натуральные меха, высокая мода перестают быть востребованными. Одной из главных тем становится феномен переработки старых вещей для создания новых. Например, на Сицилии кампания Orang Fiber (http://orangefiber.it/en/collections/), успешно решила проблемы с переработкой отходов от цитрусовых и объединила культовые для Италии высокую моду и фрукты.

Следует отметить ситуацию, связанную с появления в медиапространстве многочленных сюжетов о смерти морских животных, погибших от неорганических отходов. Российские дизайнеры ответили созданием модных дорогостоящих нарядов из пластиковых бутылок и пакетов.

Чтобы оставаться финансово успешными, корпорациям приходится становится экологическая и социальная ответственными, подчиняться принципам экологобезопасности (sustainable) и этичности (ethical).

Экологичность — главный тренд модных течений последнего времени охватывает практически все стороны жизни от натуральной цветовой гаммы, одежды из переработанных материалов до органических продуктов питания, натуральных косметических средств, экологиски чистого транспорта и пр.

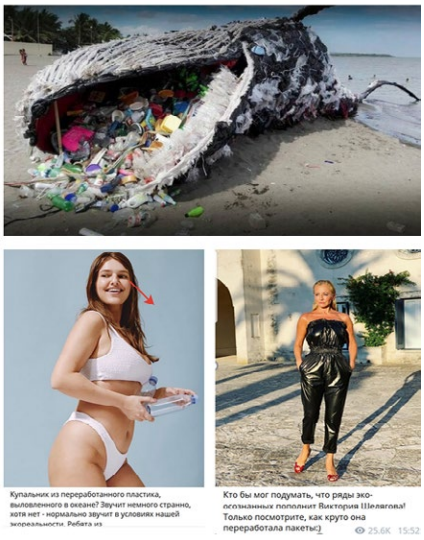


Рис. 1. Погибший кит и дизайнерские купальник, одежда из пластика (Telegram Антиглянец https://t.me/sncmag).

Экологической ответственности личности соответствует тип коммуникативного поведения, которую требует оставаться в гармонии с окружающим и внутренним миром, который можно условно назвать «Мода на свободу» (забота об экологии, осмысленное потребление, резкое неприятие ограничения политических свобод, поиск новых впечатлений, стремление к духовному, религиозному поиску, новому опыту в благотворительности, путешествиях, а также экономический рационализм, мода на арендованное жилье, отказ от дорогих вещей и пр.).

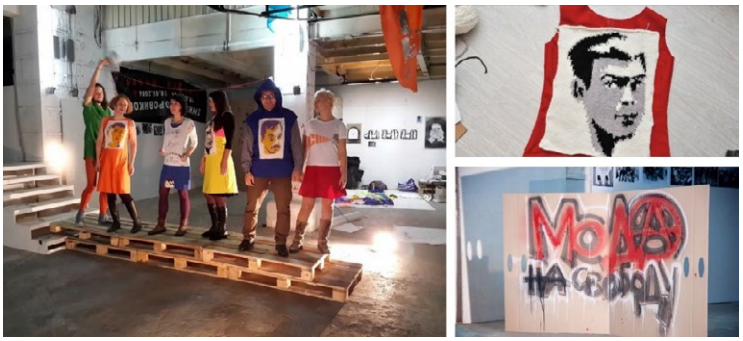


Рис. 2 «Мода-на-свободу» - активистская акция - «показ мод» с портретами художников — политзаключенных (Медиаудар, Москва, ARTPLAY, 2013 год, фотографииз архива М. Пильгун)

Активно используется экологическая тематика и в сетевой коммуникации жителей мегаполиса в вопросах градостроительных преобразований и обустройства города. Только за 2019 год в социальных онлайн сетях московского региона было зафиксировано[1] несколько

[1] City building and environmental agenda in Moscow - 2019. Аналитический обзор Фон-

десятков информационных конфликтов, связанных с сохранением зеленых насаждений, работой мусороперерабатывающий заводов и утилизацией строительных материалов после сноса пятиэтажек. Экологическая проблематика становится катализатором градостроительных конфликтов, когда речь касается разрушения природных парков и скверов, озеленения придомовых территорий, вырубки зеленых насаждений и пр. [Расходчиков 2017, 82].

Вопросы экологии, наряду с темами сохранения историко-культурного наследия, вмешательства в символьное поле в большинстве случаев резко активизируют гражданскую активность горожан, увеличивая количество участников обсуждений проектов в сети интернет и вовлеченность аудитории. В отсутствии своевременной реакции со стороны застройщиков и городских властей сетевая онлайн коммуникация перетекает в офлайновые акции в виде пикетов, митингов и попыток жителей остановить строительные работы.

Эти социальные по своей сути конфликты не редко трансформируются в политические протесты, когда от обсуждения городских проблем и возможных решений вектор коммуникации переносится в сферу политический заявлений и требований. Так, например, в ходе политических протестных акций 2012 года в «марше миллионов» была сформирована колонна «Против варварской градостроительной политики» объединившая активистов и участников градостроительных конфликтов из нескольких районов Москвы.

Тема сохранения биоразнообразия, защиты лесов тесно переплетается в сознании горожан с насущными вопросами сохранения природных городских массивов и озелененных территорий. В результате вопросы экологии становятся одним из ключевых факторов качественного развития мегаполисов, формирования комфортной для человека среды в современных городах.

Пожары в Сибири

Пожары в Сибири летом 2019 года оказались в центре общественного внимания, отразились на информационной политике политических и бизнес-структур.

Ср., например, акцию «S7 Airlines» по восполнению лесов «+1 000 000 деревьев мы посадим в Сибири», авиакомпания (на время сбора средств вернула свое историческое название — «Авиакомпания «Сибирь». Данная акция одновременно оказалась в русле движения flygskam (англ. «стыд за перелет»), которое активно развивается в Швеции и Великобритании. В Европейской комиссии работает программа по сокращению выбросов от авиации, (https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation_en).

Движение отказа от использования легкового транспорта в городах — также важная черта экологического типа поведения, закреплена в документах Европейского парламента и Европейского Совет (https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles_en) и находит все больше сторонников.

да «Московский центр урбанистики «Город»

Использование экологической тематики в русскоязычном медиатексте позволяет создать повышенный эмоциональный тон, искренность (или ее удачную имитацию), от которых непосредственно зависит успех веб-коммуникации.

Сетевой контент, освещающий пожары в Сибири, представлен разнообразным визуальным, вербальным, интегрированным контентом, а также интерактивными коммуникативными акциями (флешмобами, петициями и пр.) (Рис.3):

Рис. 3. Визуальный сетевой контент на тему пожаров в Сибири
А) Знаменитости призвали тушить пожары в Сибири (URL: https://vk.com/wall-35068738_922804)
Б) Художница из Томска Гуля Юлдашева, которая сейчас живет в Москве, создала комикс, чтобы как можно больше людей узнало об экологической катастрофе, к которой привели ужасные пожары, пожирающие сибирскую тайгу. «Сибирь — наш дом — горит. Я решила поддержать эту ситуацию ярким комиксом, чтобы ещё больше людей поняли о проблеме. О Катастрофе!» (URL: https://vk.com/wall-32258596_6610689).
В) Павел Пашов, российский общественный деятель, член Русского Географического Общества, путешественник, писатель (URL: https://vk.com/pavel_v_doroge)

Акцию Гринпис «Помогите спасти Сибирь от огня и дыма» (URL: http://act.greenpeace.org/page/46031/data/1?utm_source=vk&utm_medium=paid&utm_campaign=fire&utm_content=26072019&ea.tracking.id=vk_26072019ad) подписали 410 670 человек.

Между тем, тема пожаров в Сибири оказалась тесно связанной с контентом, посвящённым протестным акциям, проходившим в Москве летом 2019 года, вызванных с отказом в регистрации ряда оппозиционных кандидатов на выборы в Мосгордуму. В базе данных информационной кампании политических протестных митингов, собранной с 14.07.2019 по — 08.08.2019 в социальных медиа, представлено более 100 000 сообщений (43% от всего массива) на тему лесных пожаров. Причём данная

тематика получила наибольший резонанс среди акторов, значительно опередив по количеству цифровых следов другие темы протестного движения (отказ в регистрации кандидатов, отравление А. Навального, применение силовых методов к демонстрантам и пр.).

Из 147 информационных сюжетов, сопровождавших политические митинги в Москве, были отобраны 36, посвященные ситуации с пожарами в Сибири.

Активное распространение информации о пожарах в Сибири среди пользователей московского региона указывает на то, что данные сюжеты получили большой отклик аудитории — несколько десятков тысяч пользователей разместили эту информацию на страницах своих аккаунтов в социальных онлайн сетях.

Между тем, материалы, связанные с московским регионом, показывают тесную вовлеченность темы пожаров в Сибири в политическую протестную тематику, связанную с выборами в Мосгордуму.

Тематическая структура сводной базы вербального контента, связанного с Москвой, отражает основные темы, раскрывающие тему тушения лесных пожаров в Сибири, основные концепты и соответствуют узлам сети понятий (*тушение 75, Сибирь 63, лесные 60, тушат 40, леса 34* и др.). Между тем, при комментировании и обсуждении ситуации лесных пожарами в Сибири акторы перемещаются в политическом дискурс предвыборной ситуации в Мосгордуму (6 сентября 2019 г.):

Ядро семантической сети (понятия с весом 100–98), выделенной из базы данных пользователей г. Москвы, позволяет определить наиболее важные для пользователей семантические акценты, часть из которых относятся к протестному контенту против действий московских властей в период выборов в Мосгордуму.

Импликатуры, извлеченные из пользовательского московского контента, выявили наряду с опасениями развитием ситуации в Сибири, высокую степень негативной оценки действий власти (прежде всего московской, потом высшего руководства страны).

Ядром подграфа, выявленного в результате выполнения ассоциативного поиска с запросом «пожар» на материале базы данных московских акторов (пожар - (10/51973) оказался микротекст:

«Потушить все лесные пожары в России сейчас уже не смогут все пожарные мира Центр защиты прав животных «ВИТА» / VITA Animal Rights Center В WWF сочли бессмысленным тушение пожаров в Сибири и спасение там животных «Раньше надо было справляться, пока площади еще были небольшими, тогда еще реально было что-то потушить» (https://vk.com/wall-3349701_55321).

Заметим, что семантические ассоциаты для лексемы «пожар» характеризующие общие представления носителей языка, вычисленные на модели Национального корпуса русского языка и Wikipedia с помощью сервиса RusVectōrē вообще не содержат компонентов, связанных с политической или государственной тематикой: возгорание 0.638; наводнение 0.636; взрыв 0.578; землетрясение 0.574; тушение 0.560; эпидемия 0.539; поджог 0.530; пламя 0.524; чума 0.521; бедствие 0.513 (RusVectōrēs: семантические модели для русского языка).

Городские конфликты, связанные с дорожным строительством (Северо-восточная и Юго-восточная хорды) в г. Москва

Реализация проектов дорожного строительства в Москве (расширение и прокладка новых магистралей, строительство развязок и дублеров основных дорог) не редко вызывает волну негативных комментариев в социальных онлайн сетях, а также интернет-форумах в районах строительства. Основные причины возникновения информационных конфликтов сопровождающих градостроительную деятельность в городской среде подробно описаны в научной литературе [Дридзе 1998, 9–11; Расходчиков 2017, 82]. Среди наиболее распространенных можно назвать: несогласованность действий с местными жителями; временные неудобства, возникающие при проведении строительных работ (шум, грязь, перекрытие дорог и тротуаров); вырубка зеленых насаждений; нарушение архитектурно-исторического облика района; увеличение плотности застройки, автомобильного трафика и пассажиропотоков.

При этом вопросы экологии оказывают значительное влияние на отношение горожан к проектам градостроительных преобразований, независимо от масштаба изменений. Спил нескольких деревьев при строительстве остановки, прокладка новой трассы по территории лесопарка, снос целых кварталов при реновация жилищного фонда — одинаково вызывают негативную реакцию части местного населения. Разница будет в масштабе протестов. Хотя в научной литературе давно обоснована исключительная важность окультуренных природных ландшафтов для формирования качественной среды жизнедеятельности горожан, городские власти и застройщики часто пренебрегают этим фактором при проектировании инфраструктурных изменений и строительстве.

Насколько экологический фактор влияет на отношение населения к градостроительным проектам можно увидеть при сравнительном анализе реакции пользователей социальных онлайн сетей на реализацию двух однотипных проектов Северо-восточной и Юго-восточной хордовых магистралей в Москве. База данных, характеризующих Северо-восточную хорду, состояла из материалов социальных сетей, микроблогов, форумов, блогов, видео, отзывов, собранных по тегу *Северо-Восточная хорда* в период 1.08.19 00:00–30.09.19 23:59. Количественные показатели: сообщений1 693; активных акторов: 1 149; лояльность: 0,9; вовлеченность:16 006; аудитория: 17 688 221. Контент, посвящённый Юго-восточной хорде, составляли данные социальных сетей, микроблогов, форумов, блогов, видео, отзывов, собранных по тегу *Юго -Восточная хорда* в период 01.07.19 00:00–31.12.19 23:59. Количественные показатели: сообщений: 12 456; активных акторов: 7 459; лояльность: 0,1; вовлеченность: 144 028; аудитория: 97 070 580.

Анализ данных показал, что строительство Северо-восточная и Юго-восточная хорды вызывает негативную реакцию интернет пользователей, во многом из-за того, что данные проекты отождествляется с экологической опасностью. При этом количество негативных сообщений по Юго-восточной хорде в несколько раз

превышает тот же показатель по Северо-западной. Катализатором протестных сообщений в первом случае выступает прокладка трассы в непосредственной близости от экологически опасного производства.

В контенте, посвященном Северо-восточной хорде, преобладают сообщения с нейтральной тональностью, аудитории генерирует примерно одинаковое количество негативных и позитивных сообщений, однако реакция пользователей, вовлеченность с негативной окраской значительно преобладает. Наличие агрессии в данном дата-сете практически не фиксируется. Между тем контент вокруг Юго-восточной хорды отличается повышенной негативной тональностью вовлеченности акторов, аудитория выражает сильную агрессию в значительном количестве сообщений. Следует учитывать, что значительная часть сообщений (с позитивной и нейтральной тональностью, без наличия агрессии), генерируется ангажированными акторами (*журналистами, пиар-менеджерами, блогерами* и пр.). (рис. 5).

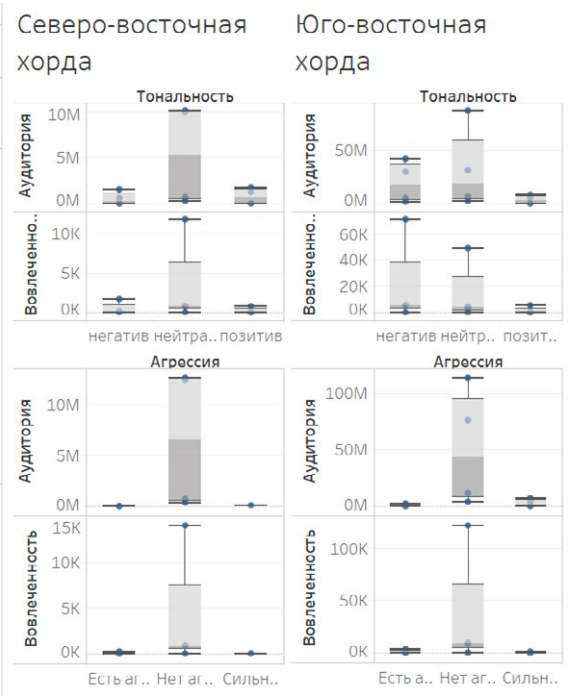


Рис. 4 Данные по тональности (негативная, нейтральная, позитивная) и агрессии (есть, нет, сильная), характеризующие контент, посвященный Северо-восточной и Юго-восточной хордам

Медиаконтент, освещающий строительство Юго-восточной хорды, свидетельствует о чрезвычайно высокой степени напряжённой и агрессии пользователей. Главная проблема связана с опасностью экологической катастрофы, которая приведёт, по мнению акторов, к физической гибели жителей: *«Несмотря на многочисленные протесты экологов и местных жителей, началось строительство Юго-Восточной хорды возле могильника радиоактивных отходов в Москворечье-Сабурово»* (https://vk.com/wall20323688_270).Стоит отметить, что протестные настроения здесь не ограничились публикациями в социальных сетях, в начале строительных работ произошли силовые столкновения экологических активистов с полицией, сопровождавшихся задержаниями и применением слезоточивого газа.

Следует отметить, что именно сообщения с ярким визуальным контентом получили наибольшее распространение в социальных онлайн сетях и получили наиболее эмоциональный отклик пользователей (рис. 5).

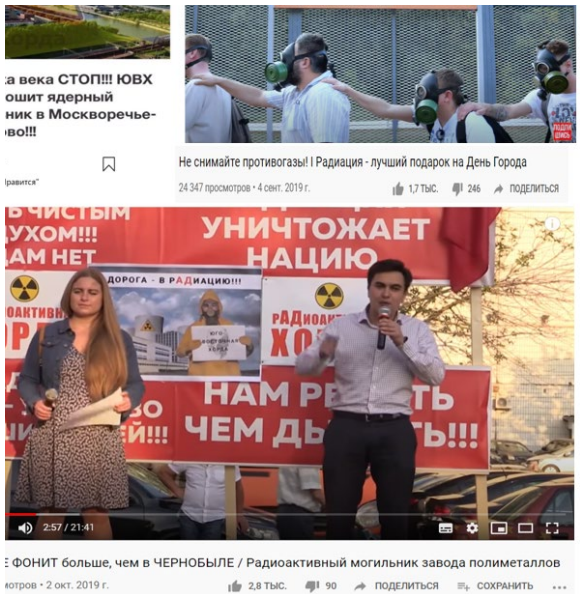


Рис. 5. Визуальный протестный медиаконтент против строительства Юго-Восточной хорды (https://www.youtube.com/watch?v=mJFuOtRqj3A)

Присутствие экологической тематики заметно выделяется и в обсуждении проекта Северо-восточной хорды. Анализ медиаконтента демонстрирует озабоченность интернет пользователей возможным ухудшением экологической обстановки в районах строительства: проблемам с люберецким канализационным коллектором, разрушению парков и скверов. Как следствие - к понижению уровня жизни и росту социальной напряженности.

На примере обоих градостроительных конфликтов можно наблюдать как недовольство строительной деятельность постепенно перетекает в политический протест. Резкую негативную оценку получают действия партии «Единая Россия», органов местного самоуправления, префектур и чиновников правительства Москвы. Контент характеризуется активным включенностью акторов, и готовностью к активным действиям: «*Президенту Российской Федерации, спикеру Государственной Думы, мэру Москвы, депутатам Мосгордумы: Проложите тоннель для Северо-Восточной хорды в Лосином острове, пока не поздно (...)*». (https://www.change.org/p/%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%83-%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9-%D1%84%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8-%D1%81%D0%BF%D0%B8%D0%BA%D0%B5%D1%80%D1%83-%D0%B3%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B9-%D0%B4%D1%83%D0%BC%D1%8B-%D0%BC%D1%8D%D1%80%D1%83-%D0%BC%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%B2%D1%8B-%D0%B4%D0%B5%D0%BF%D1%83%D1%82

%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BC-%D0%BC%D0%BE%D1%81%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B4%D1%83%D0%BC%D1%8B-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B8%D1%82%D0%B5-%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D0%BB%D1%8C-%D0%B4%D0%BB%D1%8F-%D1%81%D0%B5%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%BE-%D0%B2%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B9-%D1%85%D0%BE)

В контент, связанный с проблемами строительства хорды, включается сообщения, связанные с протестными политическими акциями. Например: *«Общенациональный онлайн-марафон ГРАЖДАНСКОЙ СОЛИДАРНОСТИ (4 ноября 2019, 15:00 (МСК). 12-часовой марафон СОЛИДАРНОСТИ общества против беззакония властей, произвола полиции и за гражданские права»*. (http://activatica.org/blogs/view/id/8405/title/marafon-grazhdanskoy-solidarnosti-ot-vashingtona-do-arhangelska). Лидеры марафона «Солидарность» (индекст 10/4223) воспринимаются и как лидеры мнений в ситуации вокруг строительства Юго-восточная хорда хорды.

Среди политических партий активность в ситуации вокруг строительства хорды проявляет только КПРФ (вес связи в семантической сети - 99), частотность упоминаний в контенте - 1 120. Именно КПРФ выступает как политическая сила, которая отстаивает права москвичей. Наиболее авторитетной организацией при анализе ситуации вокруг строительства хорды для пользователей, становится Гринпис (частота употреблений номинации в сводной базе контента - 2282). Именно сведения и оценки Гринпис акторы воспринимают как объективные, правдивые и профессионально точные, заключения и экспертизы сотрудников, аффилированных с данной организацией, служат наиболее убедительным доказательством для подтверждения катастрофического положения дел со строительством Юго-Восточной хорды. (Табл. 1).

Таблица 1

Частотность употребления номинаций организаций с разными типами тональности

Номинация	Частотность употребления в кластере с негативной тональностью	Частотность употребления в кластере с положительной тональностью
Гринпис	2206	38
КПРФ	950	160
Команда Навального	201	20
Единая Россия	70	12
ЛДПР	12	0

Действия органов государственной власти напротив подвергаются жесткой критике, выступления чиновников воспринимаются резко отрицательно (Табл. 2). Следует учитывать, что Гринпис и КПРФ употребляются в контекстах, характеризующих

ситуацию вокруг строительства с точки зрения акторов, ассоциируются с силами, которые выступают в защиту прав жителей, готовы к активным действиям для решения проблем. Негативная тональность в подобных сообщениях относится к самой ситуации: *«Гринпис выявил там пять очагов радиоактивного загрязнения, где излучение в 5–8 раз сильнее нормы. Власти на словах утверждают, что автотрасса пройдет мимо этого участка, но опубликованные экологами доказательства говорят об обратном»*. (https://vk.com/vk_moscow)

Между тем представители государственных структур воспринимаются как часть бюрократической коррупционной структуры, негативная тональность характеризует в данном случае действия госслужащих и госструктур: «Летом москвичи узнали, что мэрия собирается построить автостраду через территорию радиоактивного могильника возле парка «Коломенское». Восьмиполосная дорога, соединяющая Шоссейную и Каспийскую улицы, должна стать частью Юго-Восточной хорды» (https://vk.com/wall-147665401_72142).

Таблица *2*

Частотность употребления **номинаций властных структур с разными типами тональности**

Номинация	Частотность употребления в кластере с негативной тональностью	Частотность употребления в кластере с положительной тональностью
Мэрия	445	8
Московские власти	131	6
Мосгордума	85	3
Госдума	17	0

Заключение

Экологические проблемы приобретают все большую остроту с ухудшением состояния окружающей среды. Экологическая тематика становится значимым компонентом в системе фэшн-кодов, определяет новую этичность жителей мегаполиса, помогает достижения цели в коммерческих, политических, медийных, социальных сферах. С другой стороны, экологические материалы позволяют значительно расширить коммуникативный инструментарий, спектр средств воздействия для повышения императивного воздействия сообщения.

Анализ данных, характеризующих отношение акторов к пожарам в Сибири 2019 г., столичным объектам дорожного строительства, наглядно демонстрирует как включение экологической тематики может стать катализатором в социальных и политических конфликтах. Репрезентация экологических проблем с использованием медиатекста

(совокупности вербальных, визуальных и аудиальных компонентов) вызывает активную эмоциональную реакцию пользователей социальных сетей, способствует более массовому распространению сообщений и обеспечивает высокий уровень включенности аудитории в обсуждение проблем.

Так экологическая катастрофа, вызванная пожарами в Сибири неожиданно стала одной из ключевых тем протестных выступлений в ходе выборов депутатов Мосгордумы осенью 2019 года. Аналогичным образом экологические проблемы вызывают наибольшее число негативных обсуждений при строительстве двух дорожных магистралей в Москве. Между тем, включение экологической тематики в разные типы коммуникаций не всегда связано с реальной озабоченностью ситуацией и стремлением ее исправить. Наблюдаются и попытки политических акторов использовать страх людей перед экологической катастрофой для достижения конкретных маркетинговых, имиджевых или электоральных целей.

Несмотря на огромные проблемы с экологией, российское общество ещё не осознало глубину проблем, недостаточно активно включилось в борьбу за сохранение окружающей среды. Экопротест носит фрагментарный или вторичный характер.

В мультимодальной веб-коммуникации наибольшим императивным потенциалом обладает визуальный модус, который позволяет в определённой степени управлять цифровым поведением пользователя, добиться мгновенной эмоциональной, импульсивной реакции, что и наблюдается при исследовании репрезентации экологических тем в сетевой среде.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Бодрийяр 2015 — *Бодрийяр Ж.* Симулякры и симуляция / пер. с фр. А. Качалова. Москва, 2015.
2. Дридзе 1998 — Градоустройство: от социальной диагностики к конструктивному диалогу заинтересованных сторон: В 2 кн. / РАН. Ин-т социологии. Центр соц. упр., коммуникации и соц.-проектных технологий; Отв. ред. Т. М. Дридзе — М.: Изд-во Ин-та психологии РАН, 1998.
3. Расходчиков 2017 — *Расходчиков А. Н.* Сетевая реакция горожан на масштабные градостроительные проекты как проявление специфической формы гражданской субъектности // Власть. 2017. Вып. 4. С. 81–86.
4. Расходчиков 2020 — *Расходчиков А. Н.* Архитектура экономики знаний: как университеты формируют городскую среду // Аналитический альманах МЦУ «Город». «Умные» города для устойчивого развития». 2020. № 1 (14). С.1–10.
5. Расходчиков, Пильгун 2020 — *Расходчиков А.Н., Пильгун М. А.* Репрезентация экологической тематики в сетевой коммуникации: эко-этика горожан // Личность. Культура. Общество. 2020. Т. 22. № 1–2 (105–106). С. 128–134.
6. Anderson at al. 2019 - Anderson, E.C., Egerer, M.H., Fouch, N., Clarke, M., Davidson, M. J. Comparing community garden typologies of Baltimore, Chicago, and New York City (USA) to understand potential implications for socio-ecological services. *Urban Ecosystems.* 2019. 22. P. 671–681.
7. Berling-Wolff, Wu 2004 — Berling-Wolff, S., Wu, J. Modeling urban landscape dynamics: A case study in Phoenix, USA. Urban Ecosystems. 2004. 7. P. 215–240.
8. Brabec 2001 — Brabec, E. An evaluation of the effectiveness of cluster development in the Town of Southampton, New York. Urban Ecosystems. 2001. 5. P. 27–47.

9. Chouliaraki at al. 2019 — Chouliaraki L., Orwicz M., Greeley R. Introduction: The Visual Politics of the Human. Special Issue: The visual politics of the human. *Visual Communication.* 2019. 18(3). P. 301–309.
10. Desmarais at al. 2017 — Desmarais G., Lane B., LeBlanc K.A., Hiltz J., Richards E. D. What's in a name? The influence of verbal labels on action production in novel object/action associations. Visual Cognition. 2017. 25 (1–3)/ P. 133–151.
11. Dzenovska 2018 — Dzenovska D. Emptiness and its futures: Staying and leaving as tactics of life in Latvia in Focaal. *Journal of Global and Historical Anthropology.* 2018. 80(1). P. 16 — 29.
12. Humphreys 2016 — *Humphreys G. W.* Attention, perception, and action: Selected works of Glyn Humphreys. New York, 2016.
13. Kress 2010 — Kress G. Multimodality. A Social Semiotic Approach to Contemporary Communication. London, 2010.
14. Manovich 2017 — Manovich L. Cultural Data: Possibilities and Limitations of Digitized Archives. Museum and Archive on the Move. Changing Cultural Institutions in the Digital Era. Berlin, Boston, 2017.
15. McCracken 1988 – *McCracken G.* Culture and Consumption: New Approaches to the Symbolic Character of Consumer Goods and Activities. Bloomington, 1988.
16. Schäfer at al. 2017 — Schäfer S., Wentura D., Frings C. Distinctiveness effects in self-prioritization. *Visual Cognition.* — 2017. –Vol. 25. – P. 399–411.
17. Soto al. 2007 — Soto D., Humphreys G. W., Rothstein P. Dissociating the neural mechanisms of memory-based guidance of visual selection. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2007. 104(43). P. 17186–17191.
18. Vierikko, Yli-Pelkonen 2019 — Vierikko K., Yli-Pelkonen V. Seasonality in recreation supply and demand in an urban lake ecosystem in Finland. Urban Ecosystems. — 2019. Vol. 22. P. 769–783.
19. Watson, Humphreys 1997 — Watson D. G., Humphreys G. W. Visual marking: Prioritizing selection for new objects by top-down atten-tional inhibition of old objects. Psychological Review. — 1997. — Vol.104 — (1). — P. 90–122.

REFERENCES

1. Baudrillard 2015 — Baudrillard Zh. Simulacra and simulation / translated from the French. A. Kachalova. Moscow, 2015.
2. Dridze 1998 — Urban Planning: from social diagnostics to constructive dialogue of interested parties: in 2 books / RAS. In-t of sociology. Center of social management, communication and social-project technologies; Ed. by T. M. Dridze. Moscow: Publishing house of the Institute of psychology of the Russian Academy of Sciences, 1998. In Russian.
3. Raskhodchikov 2017 — Raskhodchikov A. N. Network reaction of citizens to large-scale urban development projects as a manifestation of a specific form of civil subjectivity. *Power*. 2017. Is. 4. - P. 81–86. In Russian.
4. Raskhodchikov 2019 — Raskhodchikov A. N. Architecture of the knowledge economy: how universities form the urban environment. *The analytical almanac of MCU «City». «Smart» cities for sustainable development»*. 2020. 1(14). P. 1–10. In Russian
5. Raskadchikov, Pilgun 2020 — Rapporteurs, A.N., Pilgun, M. A. Representation of environmental issues in network communication: eco-ethics of citizens. *Personality. Culture. Society*. 2020. 22 (1–2 (105–106)). P. 128–134. In Russian
6. Anderson at al. 2019 — Anderson, E.C., Egerer, M.H., Fouch, N., Clarke, M., Davidson, M. J. Comparing community garden typologies of Baltimore, Chicago, and

New York City (USA) to understand potential implications for socio-ecological services. *Urban Ecosystems*. 2019. 22. P. 671–681.

7. Berling-Wolff, Wu 2004 — Berling-Wolff, S., Wu, J. Modeling urban landscape dynamics: A case study in Phoenix, USA. Urban Ecosystems. 2004. 7. P. 215–240.
8. Brabec 2001 — *Brabec, E*. An evaluation of the effectiveness of cluster development in the Town of Southampton, New York. Urban Ecosystems. 2001. 5. P. 27–47.
9. Chouliaraki at al. 2019 — Chouliaraki L., Orwicz M., Greeley R. Introduction: The Visual Politics of the Human. Special Issue: The visual politics of the human. *Visual Communication*. 2019. 18(3). P. 301–309.
10. Desmarais at al. 2017 — Desmarais G., Lane B., LeBlanc K.A., Hiltz J., Richards E. D. What's in a name? The influence of verbal labels on action production in novel object/action associations. *Visual Cognition*. 2017. 25 (1–3)/ P. 133–151.
11. Dzenovska 2018 — Dzenovska D. Emptiness and its futures: Staying and leaving as tactics of life in Latvia in Focaal. *Journal of Global and Historical Anthropology.* 2018. 80(1). P. 16 — 29.
12. Humphreys 2016 — Humphreys G. W. Attention, perception, and action: Selected works of Glyn Humphreys. New York, 2016.
13. Kress 2010 — Kress G. Multimodality. A Social Semiotic Approach to Contemporary Communication. London, 2010.
14. Manovich 2017 — Manovich L. Cultural Data: Possibilities and Limitations of Digitized Archives. Museum and Archive on the Move. Changing Cultural Institutions in the Digital Era. Berlin, Boston, 2017.
15. McCracken 1988 — McCracken G. Culture and Consumption: New Approaches to the Symbolic Character of Consumer Goods and Activities. Bloomington, 1988.
16. Schäfer at al. 2017 — Schäfer S., Wentura D., Frings C. Distinctiveness effects in self-prioritization. Visual Cognition. 2017. Vol. 25. – P. 399–411.
17. Soto al. 2007 — *Soto D., Humphreys G. W., Rothstein P.* Dissociating the neural mechanisms of memory-based guidance of visual selection. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2007. 104(43). P. 17186–17191.
18. Vierikko, Yli-Pelkonen 2019 — Vierikko K., Yli-Pelkonen V. Seasonality in recreation supply and demand in an urban lake ecosystem in Finland. Urban Ecosystems. — 2019. — Vol. 22. — P. 769–783.
19. Watson, Humphreys 1997 — Watson D. G., Humphreys G. W. Visual marking: Prioritizing selection for new objects by top-down atten-tional inhibition of old objects. Psychological Review. — 1997. — Vol.104 — (1). — P. 90–122.

HOW IMAGES OF ECOLOGY IN NETWORK MEDIATEXT ARE CATALYSTS OF URBAN CONFLICTS

A. Raskhodchikov
Fund «Moscow Centre of urban studies «City»
silaslowa@mail.ru

M. Pilgun
Institute of linguistics, Russian Academy of Sciences
mpilgun@iling-ran.ru

Abstract

The paper is concerned analysis of digital content based on social media data reflecting the users' perception of environmental issues. Semantic and psycholinguistic methodologies, content analysis were also used for the correct interpretation of the content. Brand Analytics, a social media monitoring and analysis system, was used to collect the data. Content analysis was carried out using AutoMap, text analysis was carried out using neural network technology TextAnalyst 2.0. with the help of which a semantic network common to the whole corpus was formed, from which the thematic structure of the analyzed content was extracted, an associative search was carried out. The material for the study was the data of social media microblogs, forums, blogs, videos, and reviews dedicated to the road construction in Moscow (The North-Eastern chord and The South-Eastern chord). Also information stories covering the fires in Siberia were selected that received the most popularity in online social networks in the second half of 2019. Date of collection: 01.07.19 00:00–31.12.19 23:59. Quantitative parameters of the data: Messages: 50 007; Involvement: 867 878; Active actors: 32,212; Audience: 436 211 791. The results of the study showed that environmental problems become more acute with the deterioration of the environment. Environmental issues become an important component in the system of fashion codes, determine the new ethics of megalopolis residents, and help achieve goals in commercial, political, media, and social spheres. On the other hand, environmental materials can significantly expand the communication tools, the range of means of influence to increase the imperative impact of the message. Analysis of data that characterize the attitude of actors to the fires in Siberia in 2019, the capital's road construction projects, clearly demonstrates how the inclusion of environmental themes can become a catalyst in social and political conflicts. The representation of environmental problems using media text (a combination of verbal, visual and auditory components) causes an active emotional reaction of social network users, contributes to a more widespread dissemination of messages and ensures a high level of audience involvement in the discussion of problems.

Keywords: social network analysis, ecology, media text, political communication, urban communications, fashion codes, network communication management

Ярмарка смысла.

Семантика в разных ракурсах междисциплинарный семинар в ВШЭ)

YouTube прямой эфир:https://youtu.be/Yw4DrVlU_2w

Человек как вид появился благодаря появлению в его информационной структуре второй сигнальной системы, позволяющей накапливать не только индивидуальные, но и социализированные знания.

«Смысл» — «со-мысл». «Со-мышление» — совместное мышление — оказывается возможным при наличии общей модели мира, то есть при наличии системы, способной моделировать среду, в которой она. Такой системой может быть как естественное (мозг), так и искусственное (модель мозга в том или ином виде) образование.

Если так рассматривать постановку вопроса — смысл как модель — то естественно рассматривать способность формирования моделей и механизм формирования моделей.

Вторая сигнальная система опосредована языком, который представлен текстами. Поэтому появление письма, а затем книгопечатания усилили роль второй сигнальной системы и явились этапами в эволюционном развития человека как вида. Знания стали накапливаться не только во времени, но и в пространстве.

Естественно-языковой текст — хорошо знакомое явление. Это структура, включающая в свой состав последовательность повторяющихся уровнеобразующих элементов языка разных уровней. Квази-текст — это также структура, которая также включает в свой состав последовательность повторяющихся уровнеобразующих элементов квази-языка. Квази-тексты — это, например, видеоряд — кинолента. Помимо этих двух модальностей — речевой (устной и письменной) и зрительной — квази-тексты могут содержать элементы и других модальностей: в первую очередь — кинестетической, а также — дви-гательной, вкусовой, обонятельной (3D, 4D, и т.д.).

Так это конец, или начало? Концентрированным выражением содержания текста является семантическая сеть — пространственный граф (Neuroinformatics and Semantic Representations. Theory and Applications. Alexander Kharlamov & Maria Pilgun eds. 317 P. Cambridge Scholars Publishing. 2020), который легко воспринимается зрительно, одномоментно.

Таким образом, смысл — это структура, формирующаяся в моделирующей системе на основе текстов и квази-текстов. Существует в настоящий момент много научных работ, посвященных таким структурам. В этом и в предыдущем номерах представлены тексты докладов семинара «Семантика в разных ракурсах», который прошел 15 декабря 2020 года в Высшей школе экономики. В них рассмотрены как вопросы создания систем для анализа и формирования смыслов, так и вопросы анализа и формирования смыслов, в том числе, вопросы, касающиеся информационных структур, представляющих смысл.

Основная особенность проведенного Семинара — благожелательное междисциплинарное общение разнопрофильных специалистов (в области нейроинформатики, психолингвистики, анализа естественно-языковых текстов, интеллектуального моделирования сложных систем, объяснительного искусственного интеллекта).

Благодаря тематике докладов и их обсуждению удалось реализовать (ценный, и к сожалению, ныне нечастый) тип «ассоциирования» между «мирами» участников Семинара, тем более что предметом обсуждения явилась «семантика в разных ее проявлениях».

При этом эффект достигался, в том числе, за счет готовности каждого из участников Семинара «выйти из зоны комфорта» устоявшихся точек зрения и к «экспансии» индивидуальных «смыслов» на новые «территории».

Как отметил один из участников Семинара: «Картина моего мира сначала расшаталась, а потом успокоилась, но в обновленном состоянии!». А другой участник прокомментировал: «Благодаря Семинару, мысли, как после хорошего вина, приходят в голову сами!».

Тематика основных докладов Семинара охватывала вопросы:

- семантического анализа естественно-языкового текста в вопросно-ответном контексте (Д. Ш. Сулейманов);
- нечеткого когнитивного подхода для исследования сложных систем и процессов (В. В. Борисов);
- семантической репрезентации и нейросетевых технологий (М. А. Пильгун);
- противопоставления парадигматической и синтагматической семантики или сенсорной и моторной семантики в целенаправленном поведении (А. А. Харламов);
- извлечения правил из искусственных нейронных сетей глубокого обучения (А. Н. Аверкин).

В дискуссии были также затронуты следующие вопросы.

1. Одной из важных проблем является повышение степени формализации «семантических задач» (исходных данных, постановок, процессов выполнения, результатов). При этом важен выбор/развитие адекватного научно-методического обеспечения. Интересным представляется использование для решения этой проблемы (как по-отдельности, так и в сочетании):

- онтологического подхода (основанного в т.ч. на грануляции информации) — как основы для «осмысленного» представления;

- теории мультимножеств (в т.ч., нечетких) — как основы для множественного группирования «элементов» и анализа;

- мультиагентных систем — как технологической основы для реализации;

- методов нечеткого когнитивного анализа и моделирования, конструктивный анализ отношений взаимовлияния в которых может быть распространен на различные типы отношений, характеризующиеся различной семантикой с последующим «агрегированием»;

- методов машинного обучения.

2. Методы объяснительного (explainable) искусственного интеллекта (выступление А. Н. Аверкина) помимо собственно решения задач объяснения/интерпретации, очевидно, могут быть привлечены и для решения «обратной» задачи — обоснования/придания «целеполагания».

3. Было высказано пожелание разделять методы и технологии «семантического» (основанного на анализе знаний) и «коннекционистского» (основанного на анализе данных) подходов у искусственному интеллекту.

Высказанное участниками пожелание — сделать Семинар регулярно действующей междисциплинарной площадкой, так как «пока мы занимаемся семантикой, она занимается нами» — по всей видимости, будет реализовано.

Оргкомитет семинара

Извлечение правил из классических, глубоких нейронных сетей и нейро-нечетких сетей[1]

А. Н. Аверкин (averkin2003@inbox.ru)

Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, Москва, Россия, Учебно-научная лаборатория искусственного интеллекта, нейротехнологий и бизнес-аналитики, РЭУ им. Г. В. Плеханова, Москва, Россия

Аннотация

В этой статье делается попытка дать обзор нескольких алгоритмов извлечения правил из искусственной нейронной сети. Второй целью этой статьи является установление фундаментальных связей между двумя важными областями искусственного интеллекта — нечеткой логикой и глубоким обучением. Такой подход позволит исследователям в области нечеткой логики разрабатывать прикладные системы в области сильного искусственного интеллекта, которые также представляют интерес для специалистов в области машинного обучения.

Ключевые слова: Глубокое обучение, Нейронные сети, Извлечение правил, Конволюционные нейронные сети, Машинное обучение, Искусственный интеллект

ВВЕДЕНИЕ

В этой статье рассматриваются основные понятия машинного обучения, которые имеют отношение к контексту извлечения правил из классических и глубоких нейронных сетей. Она включает проблему классификации методов обучения на основе правил из нейронных сетей. Затем мы рассмотрим текущее состояние извлечения правил из нейронных сетей. Последняя часть обсуждает конкретные проблемы при работе с глубокими нейронными сетями и нейро-нечеткими сетями. На данном этапе мы также предлагаем некоторые алгоритмы, которые могут успешно извлечь правила из этих более сложных нейронными сетей

Искусственные нейронные сети (ANN) являются широко известными параллельными вычислительными моделями, которые демонстрируют отличное поведение в решении сложных проблем искусственного

[1] Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 20–07-00770 А).

интеллекта. Тем не менее, многие исследователи отказываются использовать их из-за того, что они являются «черным ящиком». Это означает, что определение того, почему нейронная сеть принимает именно такое решение, является трудной задачей.

Это существенный недостаток, так как в этом случае трудно доверять надежности сети, которая решает ответственные практические проблемы. Например, это имеет место в критических, с точки зрения безопасности, приложений, где скрытая ошибка может привести к опасным для жизни действиям или огромным экономическим потерям.

Кроме того, изучение того, как нейронные сети извлекают, хранят и преобразуют знания, может быть полезно для будущих методов машинного обучения. Например, повышение прозрачности нейронных сетей может помочь обнаружить так называемые скрытые зависимости, которые не присутствуют во входных данных, но появляются в результате их интеграции в нейронную сеть. Чтобы преодолеть этот недостаток нейронных сетей, исследователям пришла в голову идея извлечения правил из нейронных сетей, которые могут стать связующим звеном между символьными и коннекционисткими моделями представления знаний в искусственном интеллекте.

Большинство авторов сосредотачиваются на извлечении наиболее понятных правил, и в то же время они должны имитировать поведение нейронной сети как можно точнее, вплоть до изоморфного представления нечетких правил в виде нейро-нечеткой системы. С 1992 года, с момента публикации докторской диссертации Джанга по нейро-нечетким сетям, в этой области была проделана большая работа, которая закончилась созданием направления мягких вычислений. С тех пор было разработано и проанализировано большое количество методов извлечения правил из нейронных сетей, и были получены интересные результаты в различных подходах. Однако несмотря на то, что существует довольно много известных алгоритмов, ни один из них никогда не был явно протестирован в глубоких нейронных сетях. Кроме того, большинство авторов сосредотачиваются на сетях, в которых имеется лишь небольшое количество скрытых слоев.

Только в последние несколько лет появилась новаторские работа по анализу конкретных методов извлечения правил из глубоких сетей и представлены новые алгоритмы, способные выполнить эту задачу.

1. Методы извлечения правил из нейронных сетей

В искусственном интеллекте нейронные сети и методы обучения на основе правил являются двумя подходами к решению проблем классификации. Оба метода являются известными вариантами моделей обучения, которые предсказывают классы для новых данных. Для многих задач нейросетевые методы обучения, основанные на правилах, являются очень точными.

Тем не менее, нейронные сети имеют один главный недостаток: способность понимать понятийную сущность обученных моделей у нейросети слабее, чем у подходов, основанных на правилах. Концепции, полученные при обучении нейронных сетей, трудно понять, потому что они представлены с использованием большого набора параметров [Craven, 1994].

Повышение прозрачности нейронных сетей путем извлечения из них правил имеет два основных преимущества. Это дает пользователю некоторое представление о том, как нейронная сеть использует входные переменные, чтобы принять решение позволяет выявить скрытые функции в нейросетях, когда правила используются для объяснения отдельных нейронов. Выявление особо важных атрибутов или выявление причин ошибок нейронной сети может быть частью понимания. Пытаясь сделать непрозрачные нейронные сети более понятными, методы извлечения правил устраняют разрыв между точностью и ясностью [Johansson, 2006], [Craven, 1999].

Для того чтобы, например, нейронная сеть использовалась в критически важных приложениях, таких как самолеты и электростанции, требуется более понятная форма. В этих случаях крайне важно, чтобы у пользователя системы была возможность проверить выход искусственной нейронной сети при всех возможных условиях входа [Andrews, 1995].

Для формализации задачи извлечения правил из нейронной сети, можно использовать следующее определение : «При заданных обученной нейронной сети и данных, на которых она была обучена, создайте описание сетевой гипотезы, которая понятна, но приближается к поведению заданной сети».

Чтобы различать различные подходы к извлечению правил из нейронных сетей, в [Andrews, 1995] была введена многомерная таксономия. Первое измерение, которое в ней описывается, является выразительной силой извлекаемых правил (например, правила IF-THEN правила или нечеткие продукционные правила).

Второе измерение называется прозрачностью и описывает стратегию, за которой следует алгоритм извлечения правил. Если метод использует нейронную сеть только как черный ящик, независимо от архитектуры нейросети, мы называем его педагогическим подходом. Если вместо этого алгоритм учитывает внутреннюю структуру нейронной сети, мы называем этот подход декомпозиционным. Если алгоритм использует компоненты как педагогических, так и декомпозиционных методов, то этот подход называется эклектическим.

Третьим измерением является качество извлеченных правил. Поскольку качество является широким термином, оно делится на несколько критериев, а именно: аккуратность, точность, непротиворечивость и понятность. В то время как аккуратность измеряет способность правильно классифицировать ранее не видимые примеры, точность измеряет степень, в которой правила хорошо могут имитировать поведение нейронной сети [Johansson, 2006].

Точность может рассматриваться как точность по отношению к выходу нейронной сети. Непротиворечивость может быть измерена только тогда, когда алгоритм извлечения правил включает обучение нейронной сети вместо обработки уже обученных нейронной сети. Извлеченный набор правил считается непротиворечивым, когда нейронная сеть

генерирует наборы правил, которые правильно классифицируют тестовые данные для различных сессий обучения. Понятность рассматривается здесь как мера размера правил, то есть, короткие правила при их небольшом количестве считаются более понятным.

В этой статье мы сосредоточимся только на трех описанных критериях. В соответствии с [Thrun, 1993], мы ориентируемся на методы, которые не предъявляют особых требований к тому, как была обучена нейронная сеть до того, как были извлечены правила. Кроме того, анализируются только алгоритмы, способные извлекать правила из нейронных сетей прямого распространения, несмотря на любые другие характеристики архитектуры. В соответствии [Craven, 1999] мы хотим, чтобы алгоритм обладал наибольшей степенью общности.

Давайте проанализируем некоторые методы извлечения правил, которые отвечают вышеуказанным характеристикам. Начнем с декомпозиционного подхода. Как упоминалось ранее, декомпозиционные подходы для извлечения правил из нейронных сетей действуют на уровне нейронов. Как правило, декомпозиционный подход анализирует каждый нейрон, и формирует правила, которые имитируют поведение этого нейрона. Мы рассмотрим ниже КТ алгоритм, полиномиальный алгоритм Цукимото и экстрактор правил через индукцию дерева решений.

Алгоритм КТ был одним из первых подходов к разложению для извлечения правил из нейронных сетей [Fu, 1994]. Алгоритм КТ описывает каждый нейрон (слой за слоем) с правилами IF-THEN путем эвристически поиска комбинаций входных атрибутов, превышающего порог нейрона. Модуль перезаписи используется для получения правил, относясь к исходным атрибутам ввода, а не к выводам предыдущего уровня. Чтобы найти подходящие комбинации, метод КТ применяет поиск на дереве, то есть правило (представленное в качестве узла в дереве) на этом уровне генерирует свои детские узлы, добавляя дополнительный доступный атрибут. Кроме того, алгоритм использует ряд эвристик, чтобы остановить рост дерева в ситуациях, когда дальнейшее улучшение невозможно

Полиномиальный алгоритм Цукимото для извлечению правил из нейронной сети очень похож на метод КТ. Он также использует многоуровневый декомпозиционный алгоритм для извлечения правил IF-THEN для каждого нейрона, а также отслеживает стратегию поиска входных конфигураций, превышают порог нейрона. Основным преимуществом алгоритма Цукимото является его вычислительная сложность, которая является полиномальной, в то время как метод КТ является экспоненциальным. Алгоритм достигает полиномиальной сложности, ища соответствующие термины, используя пространство многолинейных функций. На втором этапе эти термины используются для создания правил IF-THEN. Впоследствии, если таковые имеются, обучающие данные используются для повышения точности правил. На последнем этапе алгоритм Цукимото пытается оптимизировать понятность удаляя из правил несущественные атрибуты.

Другой метод извлечения правил путем индукции дерева принятия решений был введен в [Sato, 2001]. Их алгоритм CRED преобразует каждую выходную единицу нейронной сети в решение, где узлы деревьев тестируются с помощью узлов скрытого слоя, а листья представляют класс. После этого из этого шага извлекаются промежуточные правила. Затем для каждой точки разветвления, используемой в этих правилах, другое дерево решений создается с помощью точки разветвления

на входном слое нейронной сети. В новых деревьях листья не выбирают непосредственно класс. Извлечение правил из второго дерева принятия решения приводит нас к описанию состояния скрытых нейронов, состоящих из входных переменных. В качестве заключительного шага заменяются промежуточные правила, описывающие выходной слой через скрытый слой на те, которые описывают скрытый слой на основе входов нейронной сети. Затем они объединяются, чтобы построить правила, описывающие выход нейронной сети на основе ее входных данных.

Педагогические подходы не учитывают внутреннюю структуру нейронной сети. Целью педагогических подходов является рассмотрение обученных нейросетей, как целостного объекта или как черного ящика [Tickle, 1998]. Главная идея состоит в том, чтобы извлечь правила, непосредственно сопоставляя входные данные с выходными данными [Setiono, 2000].

Педагогические подходы имеют доступ имеют дело с нейронной сетью, как с функцией. Эта функция задает выход нейронной сети для произвольного входа, но не дает понимания внутренней структуры нейронной сети или ее весов. Для заданной нейронной сети этот класс алгоритмов пытается найти связь между возможными вариациями ввода и выходами, созданную нейронной сетью, причем некоторые из них используют определенные обучающие данные, а некоторые нет.

Извлечение правил, основанное интервальном анализе, использует анализ доверительных интервалов (VIA) для извлечения правил, имитирующих поведение нейронных сетей. Основная идея этого метода заключается в том, чтобы найти входные интервалы, в которых выходной сигнал нейронной сети стабилен, то есть прогнозируемый класс одинаков для слегка меняющихся конфигураций ввода. В результате анализ доверительных интервалов обеспечивает основу для надежных корректных правил.

Получение правил с использованием выборки представляет собой несколько методов, которые следуют более или менее той же стратегии для извлечения правил из нейронной сети с помощью выборки, то есть, они создают обширный набор данных в качестве основы для извлечения правил. После этого выбранный набор данных представляется в стандартный алгоритм обучения для генерации правил, имитирующих поведение сети. В [Johansson, 2006] доказано, что использование выборочных данных эффективнее, чем использование только обучающих данных в проблемах извлечения правил.

Одним из первых методов, последовавших за этой стратегией, был алгоритм Трепана [Tickle, 1998]. Он работает аналогично алгоритму «разделяй и властвуй» выполняя поиск точек разветвления на обучающих данных для отдельных экземпляров разных классов. Основными отличиями от «разделяй и властвуй» являются лучшая стратегия расширения древовидной структуры, дополнительные точки разветвления и возможность выбора дополнительных примеров обучения в более глубоких узлах дерева. В результате алгоритм также создает дерево решений, которое, однако, может быть преобразовано в набор правил, если это необходимо.

Алгоритм, извлечения правил двоичного входа и выхода (BIO-RE), способен обрабатывать только NN с двоичными или бинаризированными входными атрибутами. BIO-RE создает все возможные комбинации входных данных и запрашивает их у нейронной сети. С помощью вывода NN для каждого примера создается таблица истинности. От таблицы истинности также легко перейти к правилам, если это необходимо.

ANN-DT является еще одним методом выборки, основанном на принятии решений на для описания поведения нейронной сети. Общий алгоритм основан на алгоритме CART с некоторыми вариациями в первоначальной реализации. ANN-DT использует метод выборки для расширения, с тем чтобы большая часть обучающей выборки была репрезентативной. Это достигается с помощью метода ближайшего соседа, в котором рассчитывается расстояние от точки выборки до ближайшей точки в наборе обучающих данных» обучающей выборки и сравнивается с эталонным значением.

Идея создания большого набора примеров на первом этапе также реализуется алгоритмом STARE. Как и BIO-RE, STARE также формирует обширные таблицы истинности для обучения. Преимущество STARE заключается в его способности не только обрабатывать двоичные и дискретные атрибуты, но и работать с непрерывными входными данными. Для формирования таблиц истинности алгоритм перестраивает входные данные, в то время как для каждого непрерывного атрибута необходимо выбирать его во всем д Примером педагогического подхода с использованием выборки образовательных данных, которые мы хотим представить, является KDRuleEx. Как и Trepan, этот алгоритм также генерирует дополнительные обучающие примеры, в случае, когда данных для следующих точек разделения слишком мало. KDRuleEx использует генетический алгоритм для создания новых примеров обучения. Эта техника приводит к таблице принятия решений, которая может быть преобразована, например, в правила IF-THEN.

Эклектический подход — это методы извлечения правил, включающие элементы как педагогического, так и декомпозионного подхода. В частности, эклектический подход использует знания о внутренней архитектуре и вектора весов векторов в нейронной сети в дополнение к символьному алгоритму обучения использует знания о внутренней архитектуре и вектора весов векторов в нейронной сети в дополнение к символьному алгоритму обучения.

Подход быстрого поиска правил в нейронной сети включает в себя подход FERNN, который сначала пытается определить соответствующие скрытые нейроны, а также соответствующие входы в сеть. Для этого шага строится дерево решений с использованием алгоритма C4.5. Процесс извлечения правил приводит к генерации правил M-of-N и IF-THEN. Имея набор правильно классифицированных примеров обучения, FERNN анализирует значения активации каждой скрытого вершины. Для каждой скрытой вершины значения активации сортируются в порядке возрастания. Затем используется алгоритм C4.5, чтобы найти наилучшую точку разделения для формирования дерева решений.

2. Извлечение правил из глубоких нейронных сетей и нейро-нечетких сетей.

Наиболее интересным с точки зрения данного исследования является извлечение правил с использованием нейро-нечетких моделей. Системы, основанные на нечетких

правилах (FRBS), разработанные с использованием нечеткой логики, стали полем активных исследований за последние несколько лет. Эти алгоритмы доказали свои сильные стороны в таких задачах, как управление сложными системами, создание нечетких элементов управления. Взаимоотношения между обоими мирами (ANN и FRBS) были тщательно изучены и показана их эквивалентность [Setiono, 2000]. Это дает два немедленных и важных вывода. Во-первых, мы можем применить то, что было обнаружено для одной из моделей, к другой. Во-вторых, мы можем перевести знания, встроенные в нейронную сеть, на более когнитивно-приемлемый язык — нечеткие правила. Другими словами, мы получаем семантическую интерпретацию нейронных сетей [Averkin, 2018a], [Pilato, 2018], [Averkin, 2018b].

С 2012 года началась революция сетей глубокого обучения. Рассмотрим одну из первых и, пожалуй, самых цитируемых работ — глубокую сверточную сеть Alexnet. Она был первым чемпионом по распознаванию образов. Она имеет 7 скрытых слоев, 650 000 нейронов, 60 000 000 параметров. Училась на двух GPU в течение 1 недели. Где мы получим достаточно изображений, чтобы обучить ее?

В 2010 году появился набор данных Imagenet из 15000000 образов. Появление Imagenet подняло изучение нейронных сетей на совершенно новый уровень. Параллельно быстро развивались вычислительные мощности, которые привели компьютерное зрение к тому виду, который мы знаем и любим сейчас. С 2010 года также проводится ежегодный конкурс Imagenet, где впервые в 2012 году победила сверточная нейронная сеть Alexnet, и с тех пор глубокие сети не утратили своих позиций. Последний победитель, National Assembly, представленная учеными из Китая, содержала 269 слоев.

Для того, чтобы получить семантическую интерпретацию черного ящика глубокого обучения нейро-нечетких сети могут быть использованы вместо последнего полносвязного слоя. Например, ANFIS (адаптивная нейро-нечеткая система) является многослойной сетью прямого распространения. Эта архитектура имеет пять слоев, таких как нечеткий слой, продукционный слой, слой нормализации, слой дефаззификации и выходной слой. ANFIS сочетает преимущества нейросети и нечеткой логики.

Цель комбинации нечеткой логики и нейронных сетей состоит в том, чтобы создать архитектуру, которая использует нечеткую логику, чтобы явно показать знания фантастическим образом, в то время как обучающая природа нейронной сети максимизирует ее параметры. ANFIS, разработанная Джангом в 1992 году, интегрирует преимущества как нейронной сети, так и нечетких систем, которые не только обладают хорошими возможностями обучения, но и могут быть легко интегрированы. ANFIS используется во многих областях, таких как аппроксимация функций, интеллектуальное управление и прогнозирование временных рядов [Boyacioglu, 2010].

Сети глубокого обучения и нейро-нечеткие сети могут быть объединены различными способами. Гипотетическая система может быть создана

с использованием двух компонентов. Первый — это генерация функций глубокого обучения, которые могут быть использованы для создания репрезентативных функций из текста напрямую. Система глубокого обучения первоначально будет обучена немаркированным данным. Как только эти функции будут извлечены из системы глубокого обучения, они будут интегрированы в систему нечеткого вывода. Эта система может включать как функции, обнаруженные в результате глубокого обучения, так и субъективную информацию от аналитиков. Эти две части вместе могут быть использованы для целей классификации. Таким образом, окончательная система сможет сообщать как о результатах классификации, так и о конкретных особенностях и правилах, которые были активированы для того, чтобы система пришла к своему заключению. Кроме того, окончательная система может быть дополнительно откорректирована аналитиком в качестве одной из форм обратной связи.

Благодаря теории нечетких множеств, используя нечеткие отношения и правила, можно создать эффективную модель прогнозирования временных рядов с большим числом входов и одним выходом (прогнозом). Подобный подход позволяет произвести в некотором роде обоснование работы искусственной нейронной сети используя с одной стороны нейро-нечеткие модели, а с другой нечеткие когнитивные карты. Нами была разработана гибридная модулярная модель прогнозирования, объединяющая теорию нечеткой логики, когнитивных карт и искусственных нейронных сетей.

Модулярная система в целом состоит из нескольких специализированных модулей. В общем случае, эти модули имеют следующие характеристики:

1. Модули системы специфичны и имеют специализированные вычислительные архитектуры, чтобы распознавать и реагировать на определенные подзадачи большой общей задачи.

2. Каждый модуль, как правило, не зависим от других модулей в его функционировании и не влияет на другие работу других модулей.

3. Модули имеют более простую архитектуру, по сравнению с системой в целом. Таким образом, модуль работает быстрее, чем сложная монолитная система.

4. Результаты работы каждого модуля по отдельности объединяются с помощью специального интеграционного модуля (в нашем случае модуль консенсус прогноза), благодаря чему достигается наиболее высокая точность прогноза всей системы.

Система имеет три основных модуля, отвечающих за задачу прогнозирования. Нейро-нечеткая сеть ANFIS, выполняет прогноз временного ряда на основе численных показателей и дает нам, так называемый количественный прогноз, результаты которого проходят через систему верификации (оценки адекватности прогноза), если прогноз соответствует необходимой точности, то он передается на следующий модуль. Параллельно с нейро-нечеткой сетью, работает модуль с нечеткой когнитивной картой, который получает на вход данные о событийном влиянии на временной ряд, строится когнитивная карта, в которой учитываются все факторы влияния на конкретный прогнозируемый показатель. На выходе когнитивная карта дает нам прогноз с вероятностью его выполнения, то есть, с консонансом фактора, который говорит нам, выполнится прогноз или нет. Далее все данные,

полученные с данных модулей поступают на третий модуль, работающий на основе ANFIS сети, который агрегирует информацию, полученную с предыдущих модулей и выдает итоговый консенсус прогноз. На рис. 1 представлена модель системы прогнозирования.

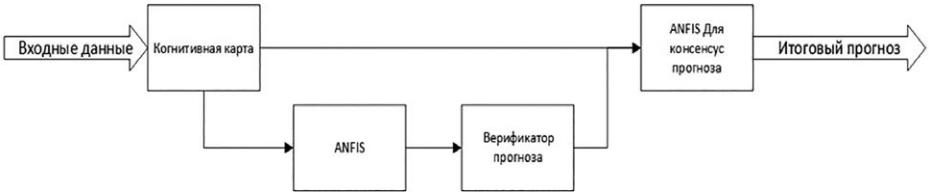


Рис.1. Модулярная система прогнозирования

В этой статье делается попытка дать обзор нескольких алгоритмов извлечения правил из искусственной нейронной сети. Некоторые из современных алгоритмов обсуждаются в каждой категории — декомпозиционные, педагогические и эклектические. В настоящее время глубокое обучение обеспечивает приемлемое решение для множества проблем. Это новая область машинного обучения, которая, как считается, продвигает машинное обучение на шаг впереди. Но это все еще система черного ящика. Только несколько работ пытаются установить фундаментальную связь между двумя важными областями в искусственном интеллекте, то есть глубоким обучением и нечеткой логикой.

Изучение нечеткой логики достигло кульминации в конце 20-го века, и с тех пор начало уменьшаться. Это снижение может быть частично связано с отсутствием результатов в машинном обучении. Извлечение правил является одним из способов помочь понять нейронные сети. Эти исследования проложат путь для исследователей нечеткой логики для разработки приложений в области искусственного интеллекта и решения сложных проблем, которые также представляют интерес для сообщества машинного обучения. Опыт и знания в области нечеткой логики хорошо подходят для моделирования неоднозначностей в больших данных, моделирования неопределенности в представлении знаний и обеспечения обучения передаче с неиндуктивным выводом

Список литературы

1. *[Craven, 1994] Craven, M. and Shavlik, J. W.* (1994). Using sampling and queries to extract rules from trained neural networks. In ICML, pages 37–45.
2. *[Johansson, 2006] Johansson, U., Lofstrom, T., Konig, R., Sonstrod, C., and Niklasson, L.* (2006).Rule extraction from opaque models–a slightly different perspective. InMachine Learning and Applications, 2006. ICMLA'06. 5th International Conference on, pages 22–27.
3. *[Craven, 1999] Craven, M. and Shavlik, J.* (1999). Rule extraction: Where do we go from here. University of Wisconsin Machine Learning Research Group Working Paper, pages 99–108.
4. *[Andrews, 1995] Andrews, R., Diederich, J., and Tickle, A. B.* (1995). Survey and critique of techniques for extracting rules from trained artificial neural networks. Knowledge-based systems, 8(6): 373–389.

5. *[Thrun, 1993] Thrun, S.* (1993). Extracting provably correct rules from artificial neural networks. Technical report, University of Bonn, Institut für Informatik III.
6. *[Fu, 1994] Fu, L.* (1994). Rule generation from neural networks.Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on, 24(8): 1114–1124.
7. *[Sato, 2001] Sato, M. and Tsukimoto, H.* (2001). Rule extraction from neural networks via decision tree induction. In Neural Networks, 2001. Proceedings. IJCNN'01. Iternational Joint Conference on, volume 3, pages 1870–1875.
8. *[Tickle, 1998] Tickle, A. B., Andrews, R., Golea, M., and Diederich, J.* (1998). The truth will come to light: directions and challenges in extracting the knowledge embedded within trained artificial neural networks. IEEE Transactions on Neural Networks, 9(6): 1057–1068.
9. *[Setiono, 2000] Setiono, R. and Leow, W. K.* (2000). FERNN: An algorithm for fast extraction of rules from neural networks. Applied Intelligence, 12(1–2):15–25.
10. *[Averkin, 2018a] Averkin A., Yarushev S.* Hybrid Neural Networks and Time Series Forecasting. Artificial Intelligence. Communication in Computer and Information Sciences 934 — Springer, 2018 — pp. 230–239
11. *[Pilato, 2018] Giovanni Pilato, Sergey A. Yarushev, and Alexey N.* Averkin Prediction and Detection of User Emotions Based on Neuro-Fuzzy Neural Networks in Social Networks // Proceedings of the Third International Scientific Conference «Intelligent Information Technologies for Industry» (IITI'18) Volume 2 — Springer. Advances in Intelligent Systems and Computing, volume 875. pp. 118–26
12. *[Averkin, 2018b] Averkin, G Pilato and S. A. Yarushev.* An Approach for Prediction of User Emotions Based on ANFIS in Social Networks A. N. // Second International Scientific and Practical Conference Fuzzy Technologies in the Industry, FTI 2018– CEUR Workshop Proceedings, 2018), pp. 126–134
13. *[Boyacioglu, 2010] Boyacioglu, Melek Acar, and Derya Avci*. «An adaptive network-based fuzzy inference system (ANFIS) for the prediction of stock market return: the case of the Istanbul stock exchange.» Expert Systems with Applications 37.12 (2010): 7908–7912.

RULES ACQUISITION FROM CLASSIC, DEEP AND NEURO-FUZZY SYSTEMS

A. N. Averkin *(averkin2003@inbox.ru)*
Federal Research Centre of Informatics and Computer Science of RAS, Moscow, Vavilova, 42, Moscow, Russia, Educational and Scientific Laboratory of Artificial Intelligence, Neuro-technologies and Business Analytics, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

S. A. Yarushev *(Yarushev.SA@rea.ru)*
Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Abstract

This paper attempts to give an overview of several algorithms for extracting rules from an artificial neural network. The second goal of this article is to establish fundamental connections between two important areas of artificial intelligence — fuzzy logic and deep learning. Such an approach will al-low researchers in the field of fuzzy logic to develop ap-plied systems in the field of strong artificial intelligence, which are also of interest to specialists in the field of machine learning.

Keywords: Deep learning, Neural networks, rule extraction, Convolutional neural network, Machine learning, Artificial intelligence.

Семантика парадигматическая vs семантика синтагматическая или сенсорная и моторная семантика в целенаправленном поведении

А. А. Харламов (kharlamov@analyst.ru)
Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, г. Москва
Московский государственный лингвистический университет, г. Москва
Высшая школа экономики, г. Москва
Московский физико-технический институт, г. Долгопрудный МО

Семантика — раздел языкознания, изучающий значение единиц языка (Википедия https://www.wikipedia.org).

Семантическая сеть — информационная модель предметной области, имеющая вид ориентированного графа (Википедия https://www.wikipedia.org).

Ключевые слова: Семантика, Прагматика.

ВВЕДЕНИЕ

Под термином «Семантика» понимают обычно значение единиц языка разного уровня. На самом деле необходимо разделить эту предметную область на две части: (1) ограничения, накладываемые условиями мира, в котором мы живем, выраженные средствами языка (сочетаемостью слов); и (2) собственно содержание текстов, описывающих этот мир. Семантические сети текста, принадлежащего к конкретной предметной области, и корпуса текстов, описывающих эту предметную область, представляют это различие. Семантическая сеть корпуса текстов — представляет возможную сочетаемость понятий предметной

области, а сеть конкретного текста — конкретные комбинации этих понятий, описывающие конкретную ситуацию из этой предметной области.

Имея в виду все это, рассмотрим несколько другой предмет. Рассмотрим, как представлена семантика предметной области (или всего мира) в сознании (в мозге) человека. Здесь есть также противопоставление. Семантика в терминах ограничений (первый тип) представлена в сенсорной (задней) коре. Семантика в терминах содержания (второй тип) — в моторной (передней) коре. Эти два типа семантических представлений разделены представлениями (шаблонами) ситуаций в ламелях гиппокампа.

1. Парадигматика семантики сенсорной коры

Семантические представления в сенсорной коре формируются колонками коры [1] на основе кодовых сенсорных последовательностей как текстов естественного языка (или квази-текстов квази-языков других кроме текстовой модальностей). Формируются в виде иерархий словарей уровнеобразующих элементов языка (квази-языков) — образов событий разной сложности разных сенсорных модальностей. Верхние уровни этих иерархий представляют собой словари попарной сочетаемости слов языка (квази-слов квази-языков — образов событий соответствующих модальностей). Виртуальные объединения этих пар слов (квази-слов) собственно и есть семантические сети, характеризующие ограничения на сочетаемость элементов разных уровней — семантику языка (квази-языка).

Эти представления парадигматичны: слова словаря более высокого уровня могут включать в себя слова словаря более низкого уровня из некоторого множества — одинаковые по форме.

Словарь верхнего уровня представляет собой пары объектов (для естественного языка — слов) как они сочетаются в мире. Множество таких пар составляет виртуальную семантическую сеть.

2. Структурная обработка в колонках коры

Структурная обработка осуществляется в колонках коры полушарий большого мозга. Колонка формируется вокруг пирамидных нейронов третьего слоя, которые будучи элетронекомпактными нейронами осуществляют временную суммацию сигналов [2].

Множество пирамидных нейронов моделирует множеством своих адресов многомерное пространство, в которое отображает входную кодовую последовательность, формируя траекторию — последовательность сработавших нейронов. Траектория в многомерном пространстве зацикливается в местах повторов уровнеобразующих элементов во входной последовательности, позволяя, таким образом, сформировать словарь повторяющихся фрагментов — словарь образов событий, представленных во входной последовательности.

Сформированный словарь в дальнейшем работает как фильтр, отфильтровывая из входной последовательности события, представленные в словаре, сохраняя

связи этих событий, как они представлены во входной последовательности. Это позволяет далее работать с отфильтрованной входной последовательностью как с исходной с формированием словаря следующего уровня.

Таким образом формируется иерархия словарей уровнеобразующих элементов языка (или квази-языков), верхний уровень которой и представляет собой словарь попарной сочетаемости — словарь семантического уровня. Именно он представляет собой структуру ограничений, которая характерна для конкретной модальности, для предметной области, для мира, как он воспринимается сенсорными органами и на который проецируется моторика.

3. Комбинаторика в ламелях гиппокампа.

Словари разных модальностей таким образом структурируют мир. И уже на этом уровне можно его анализировать с целью манипулирования. Так и делается в работах по тематическому моделированию текстов, где тексты рассматриваются как «мешки слов» (bag-of-words) [3]. Просто перечень слов вполне относит к предметной области. Но для анализа ситуаций этого оказывается мало. Не хватает связей между словами в тексте (квази-тексте). Именно поэтому безуспешными оказались попытки распознавания изображений ситуаций только на основе состава включенных в них объектов.

Для успешного распознавания ситуаций понадобилась структура — гиппокамп — которая представляет ситуацию как комбинаторику объектов. Для этого используются поля CA3 ламелей, которые работают как ассоциативная память Хопфилда [4], формируя представление о совместном участии отдельных событий (в виде словарей образов разного уровня сложности разных модальностей) в конкретной ситуации, представленной в этой ламели.

В шаблоне ситуации объединяются слова разных модальностей. Слова словарей разных модальностей таким образом объединяются ассоциативно в соответствие со структурой мира, представленной в этих словарях: слово «мяч» и зрительный образ мяча, например.

Поэтому в ламели представляется многомодальный образ ситуации. К многомодальному образу доминантного и субдоминантного гиппокампов в доминантном гиппокампе присоединяются представления текстовой модальности. В нем представляются фразы, описывающие ситуацию в четырех модальностях: устной и письменной текстовой в случае анализа и в случае синтеза.

Образы ситуаций, представленные таким образом в ламелях гиппокампа, далее используются передней (моторной) корой для формирования целенаправленного поведения. Для этого в образе ситуации выбирается одна модальность, которая далее представляет эту ситуацию в передней коре как ее имя. Обычно такой модальностью

является текстовая модальность, так как слово языка наименее вариативно по сравнению с образами других модальностей. Однако в разных стилях мышления могут использоваться имена ситуаций разных модальностей: у музыканта — музыкальные фразы, у художника — зрительные образы, у спортсмена — двигательные стереотипы.

4. Синтагматика в моторной коре

Моторная кора синтагматична по своей природе: управление движением на самом нижнем уровне иерархии представляет собой слитную фразу. На более высоких уровнях в колонках передней коры обрабатываются последовательности имен ситуаций, характеризующие последовательности осмысленных действий. Например, текстов, так как продуцирование небессмысленных текстов является целенаправленным поведением, как бы это не оспаривали поклонники GPT.

Это не противоречит механизму структурной обработки информации в колонках коры. И в этом случае формируется иерархия образов событий разной комбинаторной сложности от элементарных ситуаций до очень сложных их комбинаций, объединенных единым именем. Но если в сенсорной коре важна иерархия пардигматических представлений (это способ снять вариативность), то в моторной коре важно именно их последовательное включение. По-другому представления моторной коры можно назвать прагматикой.

5. Коммуникационное поведение как пример целенаправленного поведения

Рассмотрим, как эти механизмы взаимодействуют на примере коммуникационного поведения (см. Рис. 1).

Положим, индуктор намерен передать реципиенту какую-то информацию. Цель мы не рассматриваем, только механизмы, каковыми являются механизмы, формирующие модель мира, состоящую из двух частей: (1) языковой модели; и (2) экстралингвистической модели (см. Рис. 2). Фрагмент экстралингвистической части модели мира и должен быть закодирован лингвистически и передан реципиенту. Выбирается цепочка более мелких фрагментов экстралингвистической модели мира, которые должны быть описаны лингвистически.

Каждый фрагмент отыскивает по ассоциации с помощью таламуса подходящий шаблон, представленный в одной из ламелей гиппокампа, где есть и текстовый шаблон (со ссылкой на конкретные взаимоотношения уровнеобразующих элементов языковой части модели мира всех уровней сложности от морфологического до семантического), формируя таким образом цепочку предложений текста.

Посредством внутренней речи этот текст проверяется на непротиворечивость воспринятого экстралингвистического фрагмента (процедура обратная генерации текста) тому, который инициировал процесс порождения текста. При необходимости сгенерированный текст корректируется (подбираются из соответствующих парадигм на соответствующих уровнях подходящие синонимы, а то и меняется структура выбранных в цепочке микрофрагментов экстралингвистической модели мира). До тех пор, пока не совпадут первоначальный, и полученный в процессе

лингвистического декодирования сгенерированного текста, фрагменты модели мира. Еще надо бы учесть модель реципиента. Но это отдельная тема.

6. Целенаправленное поведение

Отсюда, целенаправленное поведение можно рассматривать как формирование цепочек ситуаций, в процессе планирования целенаправленного поведения, с последующим контролем их выполнения и, при необходимости, корректировкой.

Обучение моторной коры не столь просто как сенсорной. Сначала формируются простые стереотипы поведения. «Ешь кашу! Ешь кашу!» — «Ем кашу! Ем кашу!» при соответствующем моторном сопровождении [5]. Они объединяются в более сложные цепочки, которые называются своими именами на следующем уровне представления.

6.1. Выполнение целенаправленного поведения

Выполнение целенаправленного поведения осуществляется инициированием из передней коры. Конкретное имя целенаправленного поведения разворачивается в иерархии представлений моторной коры в цепочку ситуаций, как они представлены в соответствующих ламелях гиппокампа. А те, в свою очередь, опираются на образы событий, включенные в образы ситуаций, как они представлены в колонках коры. Этот процесс обеспечивается деятельностью таламуса, который по требованию передней коры адресует имена к нужным ламелям гиппокампа, а по их требованию — к колонкам коры, где находятся подходящие образы событий в их сенсорном представлении. Уже эти последние сравниваются с входными образами, что при необходимости приводит к корректировке плана.

6.2. Планирование целенаправленного поведения

Планирование целенаправленного поведения осуществляется в обратном порядке, а точнее, итеративно. При планировании рассматриваются имена текущей и целевой ситуаций, подбираются имена промежуточных ситуаций в цепочке. Этот подбор происходит посредством представлений в ламелях гиппокампа. Мозг как параллельная машина позволяет разворачивать одновременно несколько возможных реализаций с их увязкой по граничным событиям. И из которых выбираются те, которые увязываются в цепочку наилучшим образом (где не оказывается висящих фрагментов).

Далее, а точнее тут же (опять в силу параллельности обработки информации в мозге) подогнанная наилучшим образом цепочка ситуаций из гиппокампа адресует к колонкам коры, где появляется

возможность детальной подгонки теперь уже элементов ситуаций друг к другу. И парадигматичность представления этих образов в колонках коры позволяет подобрать те образы, которые наилучшим образом подходят и друг к другу и к спланированному поведению.

7. Таламус

Для успешной деятельности представленной выше системы необходима более точная адресация процессов в их параллельном взаимодействии. Эту роль выполняет таламус как верхний уровень так называемой ретикулярной формации, обеспечивающей энергетически все информационные процесс в мозге. Это отдельная большая тема. Мы скажем только, что таламус осуществляет послойный контроль параллельных процессов в мозге. Он послойно включается во все взаимоотношения отдельных полей коры, формируя в совокупности единое представление всех информационных процессов — формируя модель тела человека — где отдельные процессы оказывают влияние на все другие.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Возможно, следовало именовать, с одной стороны, (1) ограничения, накладываемые условиями мира, в котором мы живем, выраженные средствами языка (сочетаемостью слов); и (2) собственно содержание текстов, описывающих этот мир иначе: собственно **семантикой** — семантику предметной области, и **прагматикой** — семантику текста.

Литература

1. Neuroinformatics and Semantic Representations. Theory and Applications. Alexander Kharlamov & Maria Pilgun eds. 317 P. Cambridge Scholars Publishing. 2020.
2. Харламов А. А. Ассоциативная память — среда для формирования пространства знаний. От биологии к приложениям. — Дюссельдорф: Palmarium Academic Publishing, 2017.
3. Blei, D., McAuliffe, J. Supervised Topic Models. In Neural Information Processing Systems. 2007.
4. Rolls, E. T. Theoretical and Neurophysiological Analysis of the Functions of the Primate Hippocampus in Memory. In: Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, Vol. LV, 1990, Cold Spring Harbor Laboratory Press. Pp. 995–1006.
5. Лурия А. Р. Язык и сознание. — С.-Пб.: «Питер», 2019.

Управление городскими конфликтами: мониторинг, текстовый анализ, прогнозирование.

***Расходчиков* А. Н.,**
Фонд «Московский центр урбанистки «Город», Россия, Москва
silaslowa@mail.ru

Занимая все более значимое место в мировой экономике и международной политике города между тем остаются средой наполненной всевозможными конфликтами. Противоположные интересы различных групп и сообществ делают городскую среду конфликтной по определению. Эта перманентная конфликтность городов, изящно сформулированная еще Ги Дебором[1] не всегда оборачивается лишь недовольством отдельных сообществ или социальных групп. К сожалению, в последние годы участились случаи, когда городские конфликты сопровождаются случаями насилия, перетекают в силовые противостояния и вооруженные столкновения. Университет Организации Объединенных Наций в своих исследованиях обращает внимание на то что современные конфликты, уносящие до полумиллиона жизней людей ежегодно, происходят не в ходе войн или террористических актов, а в результате негосударственных локальных конфликтов и насилия в городах[2]. Авторы доклада ставят под сомнение достижение целей устойчивого развития по снижению числа всех форм насилия в мире при отсутствии прогресса в урегулировании местных конфликтов.

Виртуализация общественной жизни, основные признаки которой описаны в работах многих ученых[3], только усилила конфликтный потенциал городских сообществ. С одной стороны, возможности свободного и зачастую анонимного общения в интернет среде, позволяют «выпускать пар» недовольства, снижая социальное напряжение в обществе. С другой, социальные онлайн сети и мессенджеры стали благоприятной средой, где чаще всего зарождаются конфликты, формируются недовольные виртуальные сообщества и распространяются протестные настроения. На примере десятков градостроительных конфликтов в Москве, исследованиям которых мы с коллегами посвятили несколько последних лет, отчетливо видно,

1 Ги Дебор. Общество спектакля. Перевод с французского — С. Офертаса и М. Якубович. Логос. Москва 2000 . С. 27.

2 UNODC, Global Study on Homicide 2019 (Vienna, 2019), с 35–37

3 Бюля, М. Паэтау, М. Кастельса, Д. Иванов

как социальные по своей сути конфликты вокруг строительства дорог, жилых комплексов и транспортно-пересадочных узлов постепенно трансформируются в политические акции[4].

Стремительный рост количества публичных акторов, скорость распространения информации, фейковые новости превращают публичное пространство в хаос внезапно возникающих конфликтов и сильно запаздывающих реакций со стороны властей. Одна из основных проблем управления в эпоху цифровизации видится в слабости инструментов для получения оперативной обратной связи, а также достоверной информации о происходящих в обществе процессах.

Хочу обратить внимание на необходимость разделения коммуникационных процессов в интернет-среде и реальных общественных изменений. Конечно очень заманчиво на основе активностей в социальных сетях изучать общественное мнение. В такую методическую ловушку, к сожалению, попадают не только управленцы, принимающие решения на основе анализа социальных медиа, но и некоторые коллеги ученые пытающиеся прогнозировать результаты выборов на основе анализа тональности сообщений социальных сетях или строить модели общественных систем на основе сообщений в Twitter.

По справедливому замечанию М. Кастельса современный человек живет в двух мирах реальном и виртуальном. Конечно эти два измерения взаимосвязаны, но не тождественны. Мы можем наблюдать как реальные события вызывают значительный резонанс в виртуальной коммуникации и наоборот, зародившиеся в социальных сетях конфликты перетекают в уличные митинги. Но анализировать общественные процессы на основе активностей в социальных медиа все равно что формировать мнение о ситуации в далекой стране на основе публикаций в прессе.

Социальные сети скорее становятся своеобразной первой сигнальной системой, оповещающей управленца или исследователя о возникновении конфликтной ситуации. Интернет коммуникация дает возможность изучить проблему, понять причины недовольства и аргументы участников в самом начале конфликта. Что в свою очередь позволяет оперативно реагировать на ситуацию не дожидаясь ее негативного развития. Но для того что бы понять насколько проблема актуальна для горожан, какие решения скорее получат поддержку в общественном мнении необходимы уже реальные социологические исследования.

Несколько лет назад нами была разработана технологическая модель взаимодействия органов власти с населением в процессе реализации градостроительных проектов на основе ИКТ» (рис. 2). Данная модель последовательно включает следующие элементы:

- мониторинг и анализ сообщений в СМИ и социальных сетях (позволяет собрать часть претензий и замечаний к проекту, провести содержательный анализ текстов сообщений и сформулировать рабочие гипотезы, которые в дальнейшем проверяются в ходе социологического исследования);

[4] Расходчиков А. Н. Социальные сети и виртуальные сетевые сообщества в решении задач развития городской инфраструктуры (на примере строительного комплекса Москвы). В сборнике: Модернизация отечественной системы управления: анализ тенденций и прогноз развития. 2014. С 210–214.

- проведение диагностических исследований в районах строительства (на их основании осуществляется подготовка рекомендаций по внесению изменений в проект);

- создание информационно-коммуникационных площадок (интернет-сайтов или станиц в социальных сетях для организации взаимодействия с заинтересованными группами населения).

Применение данной технологической модели в практике реализации градостроительных проектов способствовало снижению количества социальных конфликтов при проведении строительных работ, улучшению качества проектных решений и росту социальной отдачи от реализации проектов. Данная модель может быть также применима к широкому кругу социально значимых инициатив и органов власти, а также при возникновении конфликтных ситуаций в других сферах городской жизни.

Наиболее важным элементом этой модели является первый этап — мониторинг информационного поля для выявления конфликтных ситуаций. Поскольку мы не знаем в какой точке возникнет проблема ключевое значение приобретает полнота данных. То есть мы должны обрабатывать большие объемы текстовых сообщений. Конечно можно применить методы текстового анализа построенные работе с малой репрезентативной выборкой. Однако точность таких измерений оставляет желать лучшего.

Поэтому два года назад вместе с коллегами Марией Пильгун и Александром Харламовым мы приступили к разработке метода выявления социального стресса в онлайн коммуникации основанного на лингвистическом анализе текстов с применением технологий машинного обучения. Мы исходили из того, что различные слова и словосочетания в русском языке отражают различные эмоциональные состояния. Следовательно, лингвистический анализ может позволить определять степень накала страстей в той или иной текстовой онлайн коммуникации. Таким образом данный метод дает возможность, во-первых, оценить какие темы обсуждения вызывают наибольшую эмоциональную реакцию, а во-вторых, по динамике эмоциональной шкалы сообщений можно прогнозировать развитие или затухание конфликта.

Для тестирования данной методики были отобраны несколько корпусов текстов по ситуациям вокруг реализации резонансных градостроительных конфликтов в Москве (Северо-западная и северо-восточная хорды, Южная рокада, политический конфликт на выборах депутатов Мосгордумы, а также ситуацию с введением различных мер в связи с пандемией короновируса Covid-19).

Анализ ситуации с градостроительными объектами, во-первых, подтвердил что различные фазы градостроительного конфликта обладают различной степенью эмоциональных реакций пользователей. Во-вторых, что экологические факторы создают значительный резонанс в развитии градостроительного конфликта. Наиболее сложная ситуация

наблюдается в обсуждениях строительства Юго-восточной хорды, пользователей волнует ухудшение экологической ситуации. Акторы говорят об опасности экологической (техногенно-экологической) катастрофы, опасности разрушения радиоактивного могильника, угрозе жизни граждан, о повышении радиационного фона, росте числа онкологических заболеваний и пр.

Характерно, что включение экологической тематики способно значительно усиливать и политические конфликтные ситуации. Это видно из дата-сета по протестным акциям осени 2019 в Москве, происходившим на фоне отказа в регистрации ряду кандидатов в депутаты. Тематически весь массив сообщений в период конфликта можно разделить на несколько сюжетов: отказ в регистрации кандидатам, первое отравление А. Навального, реакция на жесткие действия силовиков, и как не странно — пожары в Сибири. Последний сюжет конечно не имел прямого отношения к выборам в Мосгордуму но по времени совпал с политическими акциям и был грамотно включен в дискурс. Так за исследуемый период было зафиксировано более 100 000 сообщений в социальных сетях на тему лесных пожаров, что составило около 43% от всего массива сообщений информационной кампании, со-провождавшей политические протестные митинги. Уровень эмоционального стресса в сообщениях здесь был также самым высоким. Проведенный анализ позволяет утверждать, что тема экологической катастрофы сыграла значительную роль в вовлечении большого числа пользователей в обсуждение политического конфликта.

Таким образом, индексы социального стресса позволяют охарактеризовать коммуникативную ситуацию с учетом уровня конфликтогенности, динамики цифровой агрессии, выделить критические точки развития конфликта. В практическом плане использование данного метода позволяет качественно оценить ситуацию вокруг резонансной проблемы или ситуации на основе анализа пользовательского контента в социальных онлайн сетях. Отслеживание динамики изменения показателей социального стресса может быть использовано для прогнозирования дальнейшего развития конфликта, выявления критической точки, когда из онлайн коммуникации ситуация может преобразоваться в реальные уличные протестные акции.

УДК 167.2

Трансцендентальное учение Канта или пользовательская методичка разработчика компьютерных симуляций научных экспериментов

Хамдамов Тимур Владимирович (tkhamdamov@hse.ru)
Высшая школа экономики, г. Москва

Аннотация

Становящиеся сегодня повсеместно распространенными в научно-исследовательских практиках эксперименты на основе многоуровневых компьютерных симуляций, заставляют философов науки сместить фокус внимания с традиционных концепций научных экспериментов на принципиально новую методологию проектирования, постановки и проведения эксперимента. Вычислительные мощности современных высокопроизводительных кластеров, позволяющие создавать уникальные компьютерные симуляции целевых систем и сред, в которых происходит воздействие на объект эксперимента, вдохновляют различных специалистов исследовать вопросы о статусе такого рода экспериментов, их эпистемологической ценности и онтологической состоятельности перед натурными, лабораторными и мысленными экспериментами. Некоторые философы, проникнувшись технологическими возможностями вычислительных систем, осмеливаются ставить фундаментальные вопросы о природе познания, мышления и онтологии. Автор данной статьи, в надежде и стремлении внести свою лепту в такой вид изысканий, совершит попытку релевантного описания концептуальной методологии создания компьютерных симуляций для проведения научных экспериментов на основе фундаментального труда основателя Немецкой классической философии И. Канта. В первой части выводится методологическое основание разработки симуляций в соотнесении с трансцендентальной эстетикой, во второй с трансцендентальной аналитикой и в третьей выявляются пределы онтологии компьютерных симуляций научных экспериментов в соответствии с Трансцендентальной философией.

Ключевые слова: Кант, трансцендентальная философия, трансцендентальная аналитика, априорные формы, рассудок, компьютерные симуляции, computer science, философия эксперимента, философия науки.

KANT'S TRANSCENDENTAL DOCTRINE OR DEVELOPER'S COMPUTER SIMULATIONS OF SCIENCE EXPERIMENTS USER MANUAL

Abstract: experiments based on multilevel computer simulations, which are becoming widespread today in scientific research practices, are forcing philosophers of science to shift the focus of attention from traditional concepts of scientific experiments to a fundamentally new methodology for designing, setting up and conducting an experiment. The computational power of modern high-performance clusters, which allow creating unique computer simulations of target systems and environments in which an experiment is affected, inspire various specialists to investigate the status of such experiments, their epistemological value and ontological consistency before field, laboratory and thought experiments. Some philosophers, imbued with the technological capabilities of computing systems, dare to pose fundamental questions about the nature of knowledge, thinking and ontology. The author of this article, hoping and striving to contribute to this type of research, will attempt to provide a relevant description of the conceptual methodology for developing computer simulations for conducting scientific experiments based on the fundamental work of the founder of German classical philosophy, I. Kant. In the first part, the methodological basis of the development of simulations in relation to transcendental aesthetics is deduced, in the second with transcendental analytics and in the third, the limits of the ontology of computer simulations of scientific experiments are revealed in accordance with the Transcendental philosophy.

Keywords: Kant, transcendental philosophy, transcendental analytics, a priori forms, reason, computer simulations, computer science, philosophy of experiment, philosophy of science.

ВВЕДЕНИЕ

В качестве методологической основы концептуального создания[1] научного эксперимента на базе компьютерных симуляций взят труд И. Канта «Критика чистого разума» [1],[2],[3] и рассматриваемая в нем детально концепция Трансцендентального учения о началах. Структура статьи представляет собой три части. В первой уделено внимание проектированию эксперимента с точки зрения трансцендентальной эстетики, во второй соотношению эксперимента с разделом трансцендентальной логики - трансцендентальной аналитикой и третья представляет собой формализованное методологическое описание компьютерных симуляций, с точки зрения особенностей и преимуществ такого рода научных экспериментов. Также в заключительной части автор прощупывает онтологию симуляций в тех эпистемических границах, которые были определены Кантом через чувственную интуицию [2, с. 254–256] и рассудок человека [2, с. 387–393], формирующих механизм самосознания, обозначенный Кантом как трансцендентальное единство апперцепции [2, с. 231–232].

[1] В работе рассматривается общая философско-концептуальная методология проектирования и использования компьютерных симуляций в научных экспериментах, не рассматриваются с технической точки зрения методология математического моделирования, программирования, системной настройки оборудования и программно-аппаратной части вычислительных кластеров.

Важно отметить, что в работе рассматривается не классическая метафизическая концепция двух объектов [4],[5],[6],[7] согласно которой Трансцендентальное учение Канта интерпретируется как смысловой конструкт взаимодействия двух миров: трансцендентального («вещь-для-нас» - мир явлений или феноменов, которые раскрываются перед человеком посредством познавательных способностей) и трансцендентного («вещь-сама-по-себе» - мир ноуменов, который не может быть познан в силу познавательных ограничений человека, заложенных принципами работы рассудка и природы сенсорного аппарата).

В основу поиска методологии экспериментов на базе компьютерных симуляций имплементирована интерпретация Трансцендентального учения в виде эпистемологической теории или так называемой двуаспектной интерпретации [8],[9],[10],[11],[12], где существуют две точки зрения на объекты опыта: 1) антропная точка зрения, в которой объекты рассматриваются относительно эпистемологических состояний, свойственных человеческим когнитивным способностям (возникновение «вещи-для-нас» через чувственную интуицию и рассудок); 2) точка зрения интеллектуальной интуиции - одни и те же объекты могут быть известны сами по себе и независимо от каких-либо эпистемологических условий («вещь-сама-по-себе» не может быть познана человеческой природой, но это не мешает познавательным способностям человека очертить границы через осознание антропных ограничений и закрепить формальную мысль об объекте в целом, не претендуя на раскрытие его содержания, но вместе с тем сохраняя возможность абстрактного мышления за пределами границ антропной точки зрения).

Данная работа ставит перед собой цели, которые можно сгруппировать по двум основным категориям:

- Выявление концептуальной методологии научных экспериментов на основе компьютерных симуляций:
  - симуляции как отдельный вид эксперимента;
  - эпистемологическая ценностная уникальность симуляций и их эвристический потенциал;
  - преодоление семантических барьеров между различными научными гипотезами и теориями через многоуровневые симуляции в рамках единой трансцендентальной онтологии.
- Определение трансцендентальной онтологии как особой составляющей в Трансцендентальном учении о началах, относящейся к сфере человеческого познания экспериментального объекта через чувственную интуицию и рассудок
  - количественное и качественное усиление когнитивных характеристик человека с помощью технологий высокопроизводительных

вычислительных кластеров и использования их в экспериментах посредством симуляции целевых систем[2];

– антропоцентрическое затруднение и возможность технологического решения расширения границ познания мира через преодоление трансцендентального единства апперцепции и устранения человека как субъекта эксперимента.

Для того, чтобы с одной стороны решить концептуальный методологический вопрос проектирования и проведения эксперимента посредством компьютерных симуляций, а с другой установить онтологический статус трансцендентального как универсальной познавательной деятельности сознания, автор в первой части определит значимость времени и пространства в компьютерных симуляциях и соотнесет выявленные особенности с чувственной интуицией человека согласно кантианской трансцендентальной эстетики. Во второй части будет рассмотрен механизм настройки компьютерных симуляций с помощью категорий рассудка кантианской трансцендентальной аналитики. В заключительной третьей части будет сформулирована методологическая картина специфики и уникальных преимуществ исследовательской экспериментальной деятельности на основе симуляций. Также будут рассмотрены усиливающие факторы когнитивной экспериментальной деятельности в результате применения симуляций, что, по мнению автора, позволит определить (почувствовать) онтологические границы трансцендентального не через абстрактное представление «вещи-самой-по-себе», а инструментального преодоления «вещи-для-нас». Сделанные автором предположения опираются на интуиции Канта с учетом принятия того факта, что немецкий философ проводил исследования во времена, когда вычислительные технологии не позволяли экспериментальным путем преодолевать барьер антропоцентрического познания.

1. Трансцендентальная эстетика и компьютерные симуляции

Пространство и время в современных нейронаучных когнитивных исследованиях, направленных на поиски комплексного медиатора между материальным субстратом нейронов, объединенных в сложные сети, и сознанием, представляемого в виде набора ментальных процессов, структурированных посредством конструкта «Я», в настоящее время стали важным звеном в цепочке формулирования рабочей теории связи мозга и сознания (связь энтропии нейрональной активности на нейрональном уровне и содержимого сознания на уровне ментальных процессов) [13],[14],[15].

Вместе с тем, гений Канта уже в конце 18 века определил пространство [2, с. 157–159] и время [2, с. 162] как предел априорной формы чувственной интуиции, исходя из которой, становится возможным всякая ментальная деятельность, кристаллизующаяся вокруг кантианского концепта трансцендентального

[2] Целевая система (англ. target system) — часть природы, на исследование которой направлен эксперимент. Она может исследоваться напрямую и быть объектом эксперимента (натурный эксперимент) или косвенно и быть представленной в виде материальной (лабораторный эксперимент) или математической модели. См., например, [16],[17],[18],[19].

единства апперцепции [2, с. 225]. Такая базовая априорная форма, по мнению автора, может стать одним из главных методологических элементов в организации научной экспериментальной деятельности, в основу которой закладываются компьютерные симуляции целевой системы и среды объекта эксперимента.

Важно отметить, что конструкт времени в симуляциях начинает активно использоваться современными философами аналитической традиции почти с самого начала поисков внятного определения роли и места симуляций в философии эксперимента:

«Симуляции тесно связаны с динамическими моделями. Конкретнее, результат симуляции — это решение уравнения базовой динамической модели. Такая модель предназначена для имитации эволюции реальной системы во времени. Другими словами, симуляция имитирует один процесс другим процессом.

В этом определении термин «процесс» относится исключительно к некоторому объекту или системе, состояние которых изменяется во времени. Если симуляция выполняется на компьютере, она называется компьютерной симуляцией», Стефан Хартман [20, с. 83]

К слову, трактовка природы симуляций через одну из априорных форм чувственной интуиции получила распространение и стала довольно популярной версией определения симуляций в среде исследователей философии эксперимента: «Я характеризую симуляцию как упорядоченную по времени последовательность состояний, которая служит представлением некоторой другой упорядоченной по времени последовательности состояний», Франческо Гуала [21, с. 66–67].

Вторая априорная форма чувственной интуиции, выраженная конструктом пространства, реализует себя в симуляциях через динамические математические модели, обрабатываемых симулятором. Пространство в этом случае может быть представлено не только в трехмерном измерении, то есть используемая абстракция может не воссоздавать пространство в том виде, которое воспринимается чувственной интуицией человека. В симуляциях важно не просто моделирование пространства в определенном измерении, а воспроизведение связи пространства и времени. Например, такой связи уделено внимание в работах по созданию симуляторов роста ансамбля наночастиц для исследования изменений их размеров и полидисперсности во времени [22], динамики полимерных цепей в замкнутом пространстве [23], динамических изменений микроструктур сплавов титана [24], гетероагрегации с ассиметричными коллоидами большого размера [25] и т.д. Используемые математические модели в приведенных работах описывают целевую систему, как если бы она воспринималась через чувственную интуицию априорной формы конструкта пространства. А алгоритмы симулятора настроены таким образом, чтобы выстраивать возможные состояния динамических моделей в соответствии с определенным временным интервалом, приближенным к априорной форме конструкта времени.

В качестве примера приведем работу Вит Долейши, Михала Кураза и Павла Солина - создателей симуляции переменно-насыщенных потоков пористых сред [26]. Прикладное математическое моделирование течений в пористых средах получило довольно широкое применение. Авторы работы приводят наиболее распространённые примеры [26, с. 276] из гидрологии, физики снега и почвы [27],[28], исследований переноса растворимых и нерастворимых загрязняющих веществ, например, в проектировании хранилищ токсичных отходов [29] и др. Разработчики симуляции за основное уравнение для этого класса гидродинамических задач берут широко используемое специалистами уравнение Ричардса [30], которое вытекает из закона сохранения массы в сочетании с законом Дарси-Букингема для потоков [31]. Уравнение разработчики формулируют методом Хайкорна [32]:

$$C(\psi)\frac{\partial \Psi}{\partial t} - \nabla \times \left(\boldsymbol{K}(\psi) \nabla \Psi \right) = S, \tag{1.1}$$

где Ψ— гидравлический напор, ψ— напор; соотношение между напором и гидравлическим напором формулируются как: $\Psi=\psi+z$, где z геодезический напор (расстояние от опорного уровня), $K(\psi)$ является ненасыщенной гидравлической проводимостью, определяемой как $K(\psi) = Kr(\psi)KS$, где $Kr(\psi)$ - относительная гидравлическая проводимость, а Ks - насыщенная гидравлическая проводимость. $C(\psi)$ - водоудерживающая способность, обычно определяемая как:

$$C(\psi) = \frac{d\theta(\psi)}{d\psi} + \frac{\theta(\psi)}{\theta_S} S_S, \tag{1.2}$$

где $\theta(\psi)$ — функция содержания воды, S_S - коэффициент упругой ёмкости, θ_S — содержание насыщенной воды.

Разработчики отмечают, что дискретизация пространства и времени дают нелинейную алгебраическую систему, которая должна решаться на каждом временном шаге [26, с. 277]. Авторы представляют два метода итеративного решения получающихся систем нелинейных алгебраических уравнений:

1. прямое обобщение ранее выдвинутого ими же подхода [33], который был разработан для численного решения сжимаемых уравнений Навье — Стокса;

2. адаптация ускорения Андерсона к методу Пикара [34].

Но в качестве самой главной своей заслуги разработчики отмечают адаптивный алгоритм, который контролирует ошибки, возникающие из-за дискретизации пространства и времени, а также из-за неточного решения основных алгебраических систем [26, 278]. Этот адаптивный к пространству и времени алгоритм разрабатывается с помощью разрывного метода Галёркина. Разработчики берут за основу схему этого метода из работы, которая использовалась для численного решения нелинейного уравнения конвекции-диффузии, имеющего линейный член производной по времени [35].

Проделав работу по формализации моделей [26, с. 278–288], разработчики задаются вопросами обеспечения точности и эффективности вычислительного процесса моделей:

«мы должны избегать больших временных шагов и чрезмерно малых временных шагов, а также чрезмерно сильных и чрезмерно слабых критериев остановки» [26, с. 288].

Решение этой задачи разработчики видят в балансировки трех источников ошибок такого рода [26, с. 288]: 1) дискретизация пространства, 2) дискретизация времени, 3) приближенное решение нелинейных алгебраических систем.

По мнению разработчиков, это означает, что критерий остановки в предложенных ими двух алгоритмах (по Ньютон-подобному методу и ускорению Андерсона), встроенных в модели [26, с. 287], а также выбор временного шага должны быть связаны с ошибкой дискретизации пространства. Для решения этой пространственно-временной адаптации разработчики используют метод, который был получен для численного моделирования зависящих от времени сжимаемых потоков [33]. Идея основана на аппроксимации алгебраических, пространственно-алгебраических и временных-алгебраических ошибок в двойственной норме. Авторы отмечают, что в отличие от работ, на которые они ссылаются сами ранее [36],[37],[38] представленный подход теоретически не подкреплен строгим анализом и является довольно эвристическим. Однако в силу того, что выявление ошибок очень быстрое и действует простая методика их учета, авторы считают, что в данном случае этот способ максимально эффективен и особенно в случаях приближений в моделях, где используются уравнения с более высокими полиномиальными степенями.

Первое значительное концептуальное методологическое предположение, исходя из определения симуляций через кантианское представление времени и пространства, а также практики построения симуляций на основе динамических моделей, можно сформулировать следующим образом: ***для создания симулятора необходимо использовать такие вычислительные алгоритмы, в математический аппарат которых встроен счетчик времени, соответствующий априорным формам чувственной интуиции пространство-временного континуума, реализованного через слаженно работающие алгоритмы по смене состояний динамических моделей, обрабатываемых этим симулятором.***

Из этого определения становится ясным, что в основу рабочего симулятора должны быть встроены не просто закономерности, так называемого, физического времени, а принципы априорной формы чувственной интуиции, которые выражаются в соотнесении изменений состояний фиксируемых явлений, представленных в виде динамических моделей, с работой всей симуляции, в том числе той ее составляющей, которая генерирует выходные экспериментальные данные для субъекта эксперимента.

Помимо «погружения» вычислительных алгоритмов симулятора и соотнесения синтаксиса динамических моделей с семантическими границами априорных форм чувственной интуиции, необходимо воспроизвести те семантические значения, которые формируются в опыте познания через трансцендентальное единство апперцепции. Это становится возможным, с точки зрения трансцендентальной логики, только при применении принципов рассудка к каждому наблюдаемому состоянию объекта. У Канта эта часть логики представляет трансцендентальная аналитика [2, с. 201–383]. Ее соотношение с симуляциями будет разобрано в следующей части.

2. Трансцендентальная аналитика и компьютерные симуляции

В практике построения симуляторов научных экспериментов используют определенные виды динамических математических моделей, которые подбираются и настраиваются таким образом, чтобы их абстрактные формы соответствовали поведению целевой системы эксперимента. С точки зрения кантианской трансцендентальной аналитики, разработчик такой математической модели для достижения этой цели должен встроить системные принципы априорных категорий рассудка [2, с. 206] в структуру, как самих моделей, так и всего вычислительного симулятора, чтобы: 1) иметь возможность оперировать генерируемыми абстрактными суждениями согласно рассудочной деятельности человека; 2) субъект эксперимента имел возможность получать экспериментальные данные, которые воспринимаются таковыми через априорные формы чувственной интуиции сообразно категориям рассудка.

Среди наиболее распространенных моделей чаще всего в компьютерных симуляциях используются:

- клеточный автомат (химия [39],[40], биология [41], инженерия [42], социальная динамика [43] и т.д.);
- агент-ориентированные модели (преимущественно, в социальных, поведенческих и гуманитарных науках) [44],[45];
- модели на основе дифференциальных уравнений (преимущественно, естествознание, точные науки) [46],[47];
- модели на основе метода Монте-Карло (естественнонаучные дисциплины) [48],[49];
- гибридные модели:
  - многоуровневые симуляции, использующие одновременно множество моделей, построенных на основе различных теоретических концепций [50];
  - симуляции, которые одновременно взаимодействуют с материальными объектами эксперимента в лабораторных или натурных испытаниях [51].

Вместе с тем, систему априорных категорий рассудка можно обозначить в форме, представленной в таблице 1.

Таблица 1

Система кантианских априорных категорий рассудка. Источник: [52, с. 64].

Категории количества		**Категории качества**
Математические (однородные)	Единство	Реальность
	Множественность	Отрицание
	Всеобщность (цельность)	Ограничение

продолжение табл. 1

Категории отношения		Категории модальности
Динамические (разнородные)	1. Субстанциальность и присущность (акциденталь-ность)	1. Возможность
	Причинность	Существование
	Взаимодействие	Необходимость и случайность

В качестве примера рассмотрим работу Сяо-Ли Сунь, Хуэй Ван, Синь-Ке Ли, Го-Хонг Цао, Юй Куан, Сяо-Чен Чжан — международной группы американских и китайских разработчиков симуляции на основе модели Монте-Карло [53]. В разбираемой работе разработчики описывают процесс создания симуляции для экспериментального подтверждения диапазона полезности излучения протонных пучков моделируемой камеры для лечения рака. Разработчики отмечают [53, с. 979], что методы вычисления Монте-Карло отличаются от других вычислительных алгоритмов использованием выборки случайных чисел [54],[55],[56]. Внушительные размеры выборки позволяют стохастическому характеру случайности моделировать реалистичные статистические флуктуации. Разработчики подчеркивают полезность такого метода в сценариях, когда невозможно получить математические выражения в замкнутой форме или в рамках детерминированных алгоритмов. Это делает данный метод хорошо подходящим для моделирования распространения частиц через вещество и доз облучения, которые распределяются внутри вещества, учитывая случайную природу движения частиц. Описывая суть использования в данной симуляции метода Монте-Карло, разработчики опираются на существующие теоретические допущения и исследовательскую экспериментальную практику, которая с помощью этой симуляции будет воспроизведена с высокой точностью:

«Когда фотон проходит через ткань, то у него есть уникальное свойство вероятности взаимодействия посредством фотоэлектрического или комптоновского рассеяния для каждого единичного расстояния, которое он проходит через ткань. Случайная выборка может определять, что, как и где он взаимодействует. Исходный фотон в этом случае называется первичной частицей, а все электроны или фотоны, которые он высвобождает или создает в результате взаимодействия, называются вторичными частицами. Симуляция методом Монте-Карло может моделировать уникальные треки большого числа отдельных частиц для данной геометрии среды, чтобы моделировать энергетическое положение в среде [57]. Существуют параметры и допущения, которые можно сделать при расчете по методу Монте-Карло на основе требуемого времени моделирования и необходимого уровня точности. Простое увеличение числа первичных частиц повысит точность результатов, уменьшив статистические флуктуации случайных чисел, но время моделирования соответственно увеличится», Сяо-Ли Сунь и др. [53, с. 980].

Разобрав методику моделирования [53, с. 979–980], разработчики переходят к описанию иерархической структуры моделирования системы, которая включает в себя файл параметров верхнего уровня и набор

файлов параметров низкого уровня, необходимых для указания источника частиц, настройки физики, геометрии, оценки, движения, зависящих от времени, входных данных и графических выходящих данных системы. Эта структура моделирования компьютерной симуляции показана на рис. 1.

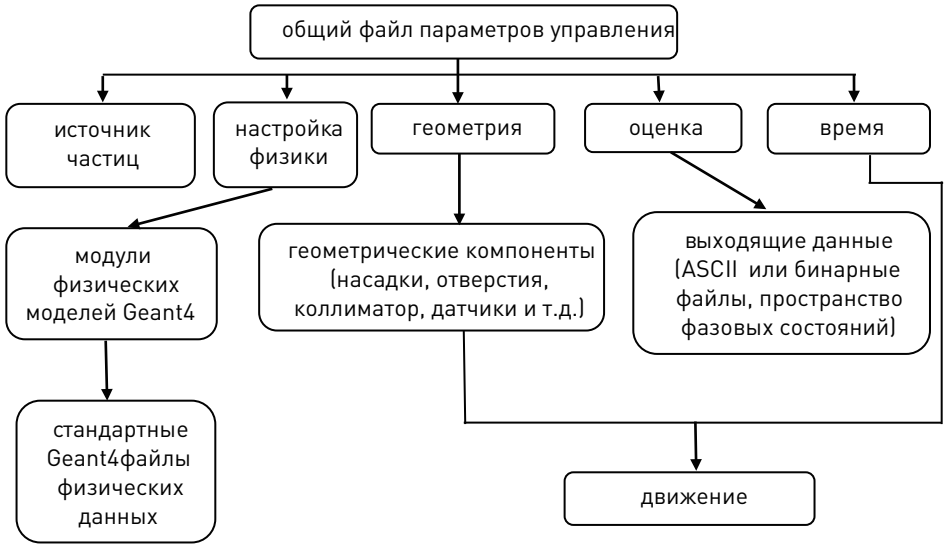


Рис.1. Иерархическая структура системы моделирования[3] Источник: [53, с. 981]

Структура файловой системы параметров для симуляции трехмерных камер, разработанная в этом исследовании показана на рис. 2. Каждый низкоуровневый параметр файла в кадре является другим низкоуровневым параметром файловой системы, которая содержит все вычислительные компоненты для моделирования.

Описание фреймворка было обобщено разработчиками в специальной алгоритмической процедуре [53, с. 982]. В ней описаны этапы моделирования измерений дальности пучка протонов. Основной частью является настройка временной характеристики движения и сканирования луча. Рабочий процесс компьютерной симуляции для измерения положения пятна протонного пучка был обобщен в алгоритмической процедуре [53, с. 983], в которой описаны отдельные этапы моделирования и симуляции. Основная цель заключена в получении подробной информации о каждой частице (особенно о времени прибытия частиц) с помощью метода фазового пространства для расчета местоположения протонных пучков.

Все виды перечисленных выше моделей, включая модель Монте-Карло, разобранной на конкретном примере, обладают общей характеристикой: встроенный в них конструкт времени и пространства через гипотезы и теории, созданных ранее исследователями на основе априорных форм чувственной интуиции, которая была направлена через систему априорных категорий рассудка либо непосредственно на эмпирически изучаемый объект, либо на его абстрактную форму. После создания моделей их запускают в специальной среде симулятора, цель которого

[3] Здесь: PG камера (англ. prompt gamma camera) - гамма-камера, которая имеет возможность мониторинга диапазона протонного пучка в режиме реального времени во время доставки самого луча без эффектов вымывания из хорошо перфузируемых тканей благодаря быстрому гамма-излучению (менее 1 нс после возбуждения) [59].

обработать с помощью вычислительных алгоритмов все состояния моделей и представить их в таком виде, чтобы можно было интерпретировать их абстрактные формы в виде экспериментальных данных, то есть согласно трансцендентальной философии данные должны быть распознаваемы чувственной интуицией и рассудком субъекта эксперимента.

Рисунок 2. Фреймворк компьютерной симуляции системы камер[4] *Источник: [53, с. 981].*

Исходя из этой прикладной задачи, формулируется второй пункт концептуальной методологии разработки компьютерных симуляций: ***при создании математических моделей и вычислительных алгоритмов симулятора на основе существующих научных теорий и гипотез для корректной интерпретации данных, генерируемых в ходе проводимого симуляционного эксперимента, разработчику нужно выстроить внутренние и внешние связи используемых моделей, руководствуясь семантикой системы априорных категорий рассудка***. В этом случае, станет возможным настроить математические модели таким образом, чтобы семантика их взаимодействия была доступна, с одной стороны, рассудку разработчика для внесения правок и дополнений в случае необходимости совершенствования симуляции, а с другой стороны, быть семантически релевантной для выявления результатов эксперимента, визуализация которых соответствовала бы чувственной интуиции и рассудку субъекта эксперимента антропной природы.

После определения двух концептуальных методологических пунктов создания симуляций, онтология компьютерных симуляций научных

[4] Здесь: PG камера (англ. prompt gamma camera) - гамма-камера, которая имеет возможность мониторинга диапазона протонного пучка в режиме реального времени во время доставки самого луча без эффектов вымывания из хорошо перфузируемых тканей благодаря быстрому гамма-излучению (менее 1 нс после возбуждения) [59].

экспериментов в рамках трансцендентальной философии приобретает свои пределы в мире явлений и служит специфическим инструментом, расширяющим когнитивные способности человека количественно (например, через кратное увеличение скорости вычислений арифметических операций) и качественно (например, способностью симуляторов обрабатывать модели, которые невозможно решить аналитическим способом). Эта онтология состоит из элементов базовой трансцендентальной онтологии, которую можно определить не через предметы, а формы их познания, что в рамках эпистемологической двуаспектной интерпретации Трансцендентальной философии и является тем основанием, с помощью которого возможно познание «вещей-для-нас» и притязаний интеллектуальной интуиции на описание «вещей-самих-по-себе».

В заключительной части сформулируем через получившуюся концептуальную методологию особенности компьютерных симуляций с точки зрения трансцендентальной эстетики и трансцендентальной аналитики, выделим преимущества экспериментов на основе компьютерных симуляций и определим пределы онтологии компьютерных симуляций в рамках Трансцендентальной философии.

3. Трансцендентальная философия и компьютерные симуляции

Компьютерные симуляции с точки зрения Трансцендентальной философии обладают важным качественным отличием от экспериментальных инструментов, исследовательского оборудования и установок, предназначение которых - улучшение способностей человека в целях количественного усиления чувственной интуиции и рассудочного потенциала. Это отличие можно выразить следующими особенностями:

1. компьютерные симуляции создаются структурированием различных синтаксических элементов машинного языка для решения главной задачи: воспроизведение семантики гипотез и теорий, синтезированных ранее согласно трансцендентальной философии посредством трансцендентального единства апперцепции через познание объекта эксперимента в ходе эмпирического опыта с помощью механизма чувственной интуиции и деятельности рассудка;

2. симуляции расширяют охват познания за счет количественного усиления когнитивных способностей человека, которое позволяет применять трансцендентальную аналитику для большего числа объектов, становящихся доступными в ходе их экспериментального выявления во время работы компьютерной симуляции;

3. симуляции могут обладать потенциалом перехода границ трансцендентального познания за счет качественного преодоления когнитивных способностей человека, выражаемое через антропоцентрическое затруднение и свойства симуляций работать с математическими моделями на основе уравнений, которые невозможно решить аналитическим или другим доступным человеческой когнитивной природе способом;

4. симуляции работают непосредственно с объектами трансцендентальной онтологии (математическими моделями, описывающие теоретические концепции, гипотезы и эмпирические наблюдения), что позволяет проводить исследования в основу

которых закладываются множество гипотез и теорий через систему многоуровневой симуляции с внутренними и внешними обратными связями.

Разберем каждую особенность отдельно согласно сформулированным в первых двух частях концептуальных методологических принципов создания и использования компьютерных симуляций.

1) Синтаксис и семантика. Автор в работе [60, с. 177–180], анализируя сущностную сторону симуляций через переход экспериментальных следов из графематического пространства в данные (концепция графемы Жака Деррида [61] и концепция эпистемической вещи Ханс-Йорга Райнбергера [62]), которые обнаруживают себя уже в репрезентативном пространстве, предлагает следующее определение:

«компьютерные симуляции научных экспериментов — это сложная форма взаимодействия разных теоретических, математических и прикладных вычислительных моделей с многоуровневыми связями и отношениями данных в пространстве репрезентации с высокой скоростью обмена, передачи и изменения информации между данными, ведущими к образованию новых экспериментальных данных», Тимур Хамдамов [60, с. 180].

Такое представление симуляций выявляет их через трансцендентальную онтологию как описание реальности посредством априорных форм познания: *симуляции — это квинтэссенция структурирования синтаксиса (в случае компьютерных симуляций — машинно-вычислительного синтаксиса) согласно наиболее релевантным семантическим формам теоретических представлений и гипотез об объекте эксперимента.* Оптимально работающая настроенная система преобразования машинных синтаксических структур через семантические формы математических моделей, которые в свою очередь выражают семантику теоретических концепций и гипотез, позволяет симуляциям выполнять следующие важные функции эксперимента:

- **Определение (выбор) теории.** Среди множества теоретических концепций, претендующих на смысловое описание объекта эксперимента, при создании компьютерных симуляций предпочтение отдается наиболее обоснованным. В первом приближении, критериями обоснованности служат научность, согласованность теории с эмпирическими наблюдениями и что важно наличие ее математического описания, непротиворечащего ее концептуальной семантике.

- **Теоретическое изложение (проверка на внутреннюю семантико-синтаксическую противоречивость).** Успешность развития теории напрямую зависит от возможности ее проверки в соответствии с принятыми смысловыми семантическими конструктами и той структуре синтаксиса, на который теория опирается. Компьютерная симуляция позволяет визуализировать теоретические представления в более наглядном и воспринимаемом исследователем виде, а также проверить

на практике семантическую релевантность теории данным, получаемым эмпирически, и описательным математическим моделям, которые приобретая определенную смысловую наполненность при создании симуляции, развивают и даже расширяют теоретические представления об объектах эксперимента.

- **Объяснение теории.** Симуляция демонстрирует исследователю семантическую суть теории с помощью возможности управления ее характеристиками (скорость течения времени, варьирование количественными и качественными параметрами объекта и среды эксперимента), которые в условиях лабораторного или натурного эксперимента имеют ограничения, характерные для материально-физических свойств как целевой системы, так и ее модели на основе материального субстрата.

- **Прогнозирование.** Симуляция, в механизм которой встроена семантика наиболее успешных теоретических представлений об объекте эксперимента, является крайне эффективным инструментом предиктивной аналитики с широкими визуальными средствами представления прогностических данных на основе их извлечения непосредственно из экспериментальных данных, которые могут быть проверены эмпирическим или, возможно, аналитическим способом.

- **Научные открытия и получение эвристических данных.** Многоуровневые симуляции, разработанные на семантически различных динамических моделях, суть отличия которых — вложенные в них разные теоретические концепции и гипотезы, представляют собой уникальный семантико-синтаксический механизм, оперирующий объектами трансцендентальной онтологии на уровне недоступном для других видов эксперимента, которые, как правило опираются на ограниченное число (чаще всего, одну базовую гипотезу или теорию) научных теорий. Такой механизм позволяет извлекать эвристические данные и быть источником научных открытий.

2) Количественное усиление познавательных способностей. В своей ранней работе [60, с. 169–170] автор, разбирая два взгляда на природу симуляций в подходе Мануеля Дюрана [63, с. 8–24], выделяет важное свойство компьютерных симуляций, создаваемых с помощью программно-аппаратных комплексов на высокопроизводительных вычислительных кластерах. Это свойство, которое достаточно очевидно для каждого наблюдателя: кратное превосходство вычислительных способностей такого рода кластеров над вычислениями, ограниченных когнитивными возможностями человека, что позволяет организовывать работу с математическими моделями на недоступном для человека вычислительном уровне[5].

Еще одним важным параметром, усиливающим познавательные способности исследователя — это визуализация экспериментальных данных в таком виде, в котором они обычно недоступны для человека ни в одном из других видов эксперимента. Особенно это касается тех объектов эксперимента, которые напрямую человек не может наблюдать в силу ограниченности своих сенсорных способностей. Однако, обладая априорными формами познания, человек способен довольно точно описывать явления с помощью математического аппарата в определенной

5 См., например, вычислительную производительность суперкомпьютера Summit, которая по тесту Linpack Performance составила 148,600 ТФлопс/с или $148600 * 10^{12}$ операций с плавающей запятой в секунду: https://www.top500.org/system/179397

семантике той или иной теоретической концепции, тем самым осуществляя перенос разрозненных экспериментальных следов в объекты трансцендентальной онтологии. После чего, разработчик симуляции может создать симулятор и специальную программу для визуализации экспериментальных данных уже в семантически считываемом исследователем виде. Так, например, с помощью симуляций для человека стали доступными трехмерные визуализации таких объектов эксперимента, как квантовая волновая функция [64], хромосомы [65], молекулы ДНК [66], массивные космические объекты, например, черные дыры [67] и т.д.

3) Качественное усиление познавательных способностей. С точки зрения расширения познавательного поля, особый интерес представляют такие возможности симуляций, с помощью которых становится реальным преодоление не просто сенсорных барьеров человека, но и рассудочных, тем самым, по мнению автора, можно ставить вопрос о вероятности преодоления трансцендентальной онтологии во время экспериментально-исследовательских практик с помощью технологий компьютерных симуляций. Пол Хамфрис, описывая в своей работе [68, с. 616–617] антропоцентрический характер познания на протяжении обозримой истории европейской мысли, включая логиков позитивистов начала 20 в. и философов-лингвистов, которые безуспешно пытались отделить мышление от человека, не предоставляет в этом смысле шансов даже конструктивному эмпиризму и реализму. Хамфрис делает исключение для работы Карла Поппера [69], а также совместной работы Форда, Глимора и Хейса [70], однако в первом случае, по мнению Хамфриса, предлагаемый метод слишком абстрактен для исследования[6], а второй совсем не затрагивает вопросов вычислительных наук. Хамфрис приходит к промежуточному выводу о том, что на сегодняшний день философская наука о мышлении и познании полностью антропоцентрична и не может дать ответы на те проблемы, которые возникли перед современными научными вычислительными методами, выходящими, по мнению Хамфриса, за антропные пределы. Хамфрис называет это явление антропоцентрическим затруднением и подчеркивает его уникальность и коренное отличие от классической философской проблемы познания с антропоцентрической точки зрения, «так как старая проблема связана с репрезентативными посредниками, которые приспособлены к когнитивным способностям человека» [68, с. 617], что сразу становится неприемлемым в случае вычислительных методов, репрезентативными посредниками которых являются «компьютерные симуляции, конструируемые, чтобы сбалансировать потребности вычислительных инструментов и пользователей» [68, с 617]. Антропоцентрическое затруднение, Хамфрис формулирует в нескольких пунктах, среди которых, на взгляд автора, основным является, так называемая, эпистемическая непрозрачность. Это особенность

[6] Хамфрис в работе [66] из двух случаев (гибридный и автоматизированный) исследует гибридный — сценарий, при котором научная экспериментальная деятельность ведется одновременно и человеком, и вычислительной машиной. Тот случай, когда эксперимент происходит без участия человека (автоматизированный) хоть и представляет значительный интерес для Хамфриса, в этой работе им не рассматривается.

компьютерных симуляций, которая выражается в отсутствии всякой возможности для исследователя как субъекта эксперимента проследить за каждым процессом в отдельности и всеми в совокупности, происходящими в программно-аппаратном комплексе на любом из его уровней (аппаратном, цифровом, математическом и логическом). Все что происходит во время эксперимента в этом случае оказывается для субъекта скрытым, с точки зрения его когнитивных способностей. *Такая непрозрачность фактически означает задействование в научном эксперименте практик, выходящих за границы трансцендентальных способов познания.*

Также стоит отметить у компьютерных симуляций главную для экспериментальной практики способность - работа с моделями и математическими уравнениями, которые невозможно разложить и решить доступными мышлению человека аналитическими или другими способами, связанными напрямую с рассудочной деятельностью. Так, в работе, посвященной историческому обзору экспериментальных исследований радиационных эффектов в материалах [71] из 11 приводимых методов с 1940 г. по настоящее время только два из них (теория скорости реакций и конечно-элементное моделирование) могут быть применены в условиях аналитических решений, то есть без применения машинных вычислительных мощностей и создания компьютерных симуляций. Остальные методы (нейтронные расчеты методом Монте-Карло, метод Метрополиса-Монте-Карло, молекулярная динамика, бинарное приближение столкновений, функциональная теория плотности, кинетический метод Монте-Карло, функциональная теория зависимости от времени, дискретная динамика дислокаций) активно начали развиваться с 1970-х гг. и получили широкое применение с 1990-х гг. с появлением и развитием вычислительных технологий, которые позволили преодолеть барьер человеческих когнитивных способностей для корректной обработки абстрактных математических форм, не поддающихся аналитическому инструментарию рассудка. Тем самым, *технологии компьютерных симуляций обеспечили возможности для познавательной деятельности вне категорий рассудка, то есть вне трансцендентальной онтологии.*

4) Внутри и вне границ трансцендентальной онтологии. Изначально компьютерные симуляции могут работать исключительно с объектами трансцендентальной онтологии: явлениями, феноменами или «вещью-для-нас». То есть, согласно трансцендентальной философии, онтология компьютерных симуляций происходит из трансцендентальной онтологии. Это позволяет проектировать объект эксперимента без дополнительных посредников в виде предметов, состоящих из материального субстрата, как в случае лабораторного эксперимента. Такая возможность позволяет создавать многоуровневые симуляции — уникальный объект эксперимента, состоящий из множества уровней, построенных согласно различным семантикам, в основе которых закладываются различные (возможно даже противоречащие друг другу) теории и гипотезы. Ярким примером является вышеупомянутый проект изучения мозга Human Brain Project [50], в котором моделируются пять уровней человеческого мозга: молекулярный, клеточный, нейросетевой, функционально зональный и общий уровень мозга как органа [72, с. 31]. Каждый из этих уровней опирается на модели, которые базируются на различных гипотезах и теоретических построениях. Поэтому одной из главных задач проекта является соединение этих уровней таким образом, чтобы они могли взаимодействовать друг с другом в рамках единой симуляции мозга. Такие соединительные межуровневые конструкции возможно создать, оперируя объектами трансцендентальной онтологии в рамках трансцендентального единства апперцепции. Однако, по мере того как все больше уровней включаются в единую симуляцию,

фактор антропоцентрического затруднения становится все более значимым, и исследователь вынужден принимать тот факт, что симуляция наполняется той своей частью, которая скрыта от человека.

Исходя из выше упомянутых свойств симуляций, можно предположить, что онтология компьютерных симуляций научных экспериментов двухуровневая: первый онтологический уровень расположен в пределах трансцендентальной онтологии и соответствует априорным формам познания, второй — вне пределов трансцендентального и не поддается познанию в рамках чувственной интуиции и кантианской системы категорий априорных форм рассудка.

Заключение

В ходе работы были выявлены два основания концептуальной методологии создания компьютерных симуляций научных экспериментов согласно Трансцендентального учения Канта. Первое базируется на трансцендентальной эстетике и выражает взаимосвязь структуры симуляций с априорными формами чувственной интуиции. Второе опирается на трансцендентальную аналитику и демонстрирует прямую зависимость внутренних и внешних связей задействованных в симуляциях моделей, входящих и выходных данных от системы кантианских априорных категорий рассудка.

В заключительной части подробно рассмотрены особенности компьютерных симуляций с точки зрения трансцендентальной онтологии и возможностям ее преодоления с учетом уникальных свойств симуляций, способных не только на количественное усиление когнитивных способностей, но и расширение познавательной деятельности за пределы потенциальных сил чувственной интуиции и категорий рассудка.

Список литературы

1. Kant I. (1900-) *Kritik der reinen Vernunft,* In Kant's gesammelte Schriften, ed. Königlichen Preußischen (later Deutschen) Akademie der Wissenschaften. Berlin: Georg Reimer (later Walter De Gruyter), Vol. 3, Vol. 4.
2. Kant I. (1998) Critique of pure reason, Guyer P. and Wood A. (eds.). New York: Cambridge University Press.
3. Кант И. Критика чистого разума. Собрание сочинений в восьми томах. Под общей редакцией проф. Гулыги А. Том 3. Перевод Лосский Н. Издательство «Чоро». 1994.
4. Strawson P. (1966) T*he Bounds of Sense: An Essay on Kant's Critique of Pure Reason*, London and New York: Routledge.
5. Aquila R. (1983) *Representational Mind: A Study of Kant's Theory of Knowledge*, Bloomington: Indiana University Press..
6. Guyer P. (1987) *Kant and the Claims of Knowledge*, Cambridge: Cambridge University Press.

7. Van Cleve J. (1999) *Problems From Kant*, New York and Oxford: Oxford University Press.
8. Bird G. (1962) *Kant's Theory of Knowledge: An Outline of One Central Argument in the Critique of Pure Reason*, London: Routledge & Kegan Paul.
9. Bird G. (2006) T*he Revolutionary Kant: A Commentary on the Critique of Pure Reason,* Chicago and La Salle: Open Court.
10. Prauss G. (1974) *Kant und das Problem der Dinge an sich,* Bonn: Bouvier.
11. Langton R. (1998) *Kantian Humility: Our Ignorance of Things in Themselves,* Oxford: Clarendon Press.
12. Allison H. (2004) *Kant's Transcendental Idealism: An Interpretation and Defense,* New Haven and London: Yale University Press, Revised and Enlarged Edition.
13. Northoff G, Heinzel A, de Greck M, Bermpohl F, Dobrowlny H, Panksepp J. (2006) *Self-referential processing in our brain–a meta-analysis of imaging studies on the self,* NeuroImage 31, pp. 440–57.
14. Northoff G. (2017) P*ersonal identity and cortical midline structure (CMS): do temporal features of CMS neural activity transform into "selfcontinuity"?* Psychol Inq 28, pp. 121–131.
15. Murray RJ, Schaer M, Debbane M. (2012) *Degrees of separation: a quantitative neuroimaging meta-analysis investigating self-specificity and shared neural activation between self- and other-reflection,* Neurosci Behav Rev, pp. 1043–1059.
16. Frigg R. (2009) *Models and fiction,* Synthese, 172(2), pp. 251–268.
17. Giere R. (2004) *How Models are used to Represent Reality,* Philosophy of Science (Proceedings), 71(5), pp. 742–752.
18. Weisberg M. (2013) *Simulation and Similarity: Using Models to Understand the World*, Oxford Studies in Philosophy of Science.
19. Elliott-Graves A. (2014) *The Role of Target Systems in Scientific Practice,* Dissertation in Philosophy presented to the Faculties of the University of Pennsylvania.
20. Hartmann S. (1996) *The World as a Process,* In: Hegselmann R., Mueller U., Troitzsch K. G. (eds) Modelling and Simulation in the Social Sciences from the Philosophy of Science Point of View, Theory and Decision Library (Series A: Philosophy and Methodology of the Social Sciences), vol. 23. Springer, Dordrecht, pp. 77–100.
21. Guala F. (2002) Models, Simulations, and Experiments, In: Magnani L., Nersessian N. J. (eds) *Model-Based Reasoning. Springer,* Boston, MA, pp. 59–74.
22. Ferrante F., Liveri V. (2005) *Time evolution of size and polydispersity of an ensemble of nanoparticles growing in the confined space of AOT reversed micelles by computer simulations,* Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects 259, pp. 7–13.
23. Romiszowski P., Sikorski A. (2005) *Dynamics of polymer chains in confined space. A computer simulation study*, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Elsevier, vol. 357(2), pp. 356–363.
24. Zhang J., Li X., Xu D., Yang R. (2019) *Recent progress in the simulation of microstructure evolution in titanium alloys,* Progress in Natural Science: Materials International. Vol. 29, Issue 3, pp. 295–304.
25. Laganapan A., Cerbelaud M., Ferrando R., Tran C., Crespin B., Videcoq A. (2018) *Computer simulations of heteroaggregation with large size asymmetric colloids*, Journal of Colloid and Interface Science, Vol. 514, pp. 694–703
26. Dolejší V., Kuraz M., Solin P. (2019) *Adaptive higher-order space-time discontinuous Galerkin method for the computer simulation of variably-saturated porous media flows*, Applied Mathematical Modelling, Vol. 72, pp. 276–305.
27. Iden S., Blöcher J., Diamantopoulos E., Peters A., Durner W. (2019) *Numerical test of the laboratory evaporation method using coupled water, vapor and heat flow modelling*, J. Hydrol. 570, pp. 574–583.
28. Würzer S., Wever N., Juras R., Lehning M., Jonas T. (2017) *Modelling liquid water transport in snow under rain-on-snow conditions — considering preferential flow*, Hydrol. Earth Syst. Sci. 21 (3), pp. 1741–1756.
29. Kuraz M., Mayer P., Havlicek V., Pech P., Pavlasek J. (2013) *Dual permeability variably saturated flow and contaminant transport modeling of a nuclear waste repository with capillary barrier protection,* Appl. Math. Comput. 219 (13), pp. 7127–7138.

30. Richards L. (1931) *Capillary conduction of liquids through porous mediums*, J. Appl. Phys. 1 (5), pp. 318–333.
31. Buckingham E. (1907) *Studies on the Movement of Soil Moisture,* USDA Bureau of Soils — Bulletin. 38.
32. Huyakorn P., Thomas S., Thompson B. (1984) *Techniques for making finite elements competitive in modeling flow in variably saturated porous media,* Water Resour, Res. 20 (8), pp. 1099–1115.
33. Dolejší V., Roskovec F., Vlasák M. (2015) *Residual based error estimates for the space-time discontinuous Galerkin method applied to the compressible flows,* Comput. Fluids 117, pp. 304–324.
34. Walker H., Ni P. (2011) *Anderson acceleration for fixed-point iterations,* SIAM J. Numer. Anal. 49 (4), pp. 1715–1735.
35. Dolejší V., Feistauer M. (2015) *Discontinuous Galerkin Method* — Analysis and Applications to Compressible Flow, Springer Series in Computational Mathematics 48, Springer. Cham.
36. Cances C., Pop I., Vohralík M. (2014) *An a posteriori error estimate for vertex-centered finite volume discretizations of immiscible incompressible two-phase flow*, Math. Comput. 83 (285), pp. 153–188.
37. Vohralík M., Wheeler M. (2013) A *posteriori error estimates, stopping criteria, and adaptivity for two-phase flows*, Comput. Geosci. 17 (5), pp. 789–812.
38. Ern A., Stephansen A., Vohralík M. (2010) *Guaranteed and robust discontinuous Galerkin a posteriori error estimates for convection-diffusion-reaction problems,* J. Comput. Appl. Math. 234 (1), pp. 114–130.
39. Robben L. (2020) Cage reactions in sodalites — *A phenomenological approach using cellular automata,* Microporous and Mesoporous Materials, Vol. 294.
40. Sitko M., Chao Q., Wang J., Perzynski K., Muszka K., Madej L. (2020) *A parallel version of the cellular automata static recrystallization model dedicated for high performance computing platforms — Development and verification,* Computational Materials Science, Vol. 172.
41. Babaei A., Motameni H., Enayatifar R. (2020) *A new permutation-diffusion-based image encryption technique using cellular automata and DNA sequence,* Optik, Vol. 203.
42. Milašinović M., Ranđelović A., Jaćimović N., Prodanović D., (2019) *Coupled groundwater hydrodynamic and pollution transport modelling using Cellular Automata approach*, Journal of Hydrology, Vol. 576, pp. 652–666.
43. Li Y., Chen M., Zheng X., Dou Z., Cheng Y. (2020) *Relationship between behavior aggressiveness and pedestrian dynamics using behavior-based cellular automata model*, Applied Mathematics and Computation, Vol. 371.
44. Tesfatsion L. (2003) *Agent-based computational economics: modeling economies as complex adaptive systems, Information Sciences,* Vol. 149, Issue 4, pp. 262–268.
45. Stavrakas V., Papadelis S., Flamos A. (2019) *An agent-based model to simulate technology adoption quantifying behavioural uncertainty of consumers*, Applied Energy, Vol. 255.
46. Richit L., Bonatto C., Silva R., Grzybowski J. (2019) *Prognostics of forest recovery with recovery GRASS-GIS module: an open-source forest growth simulation model based on the diffusive-logistic equation,* Environmental Modelling & Software, Vol. 111, pp. 108–120.
47. Teixeira P., Davyt D., Didier E., Ramalhais R. (2013) *Numerical simulation of an oscillating water column device using a code based on Navier–Stokes equations,* Energy, Vol. 61, pp. 513–530.
48. Santos C., Santos W., Perini A., Valeriano C., Belinato W., Caldas L., Neves L. (2020) *Evaluation of polymer gels using Monte Carlo simulations*, Radiation Physics and Chemistry, Vol. 167.

49. Alvarenga T., Polo I., Pereira W., Caldas L. (2020) *Use of Monte Carlo simulation and the Shadow-Cone Method to evaluate the neutron scattering correction at a calibration laboratory,* Radiation Physics and Chemistry, Vol. 170.
50. Florimbi G., Torti E., Masoli S., D'Angelo E., Danese G., Leporati F. (2016) *The Human Brain Project: Parallel technologies for biologically accurate simulation of Granule cells,* Microprocessors and Microsystems, Vol. 47, Part B, pp. 303–313.
51. Brailsford S., Eldabi T., Kunc M., Mustafee N., Osorio A. (2019) *Hybrid simulation modelling in operational research: A state-of-the-art review,* European Journal of Operational Research, Vol. 278, Issue 3, pp. 721–737.
52. Нарский И. Кант. Москва: Издательство «Мысль». Главная редакция социально-экономической литературы. Серия «Мыслители прошлого», 1976.
53. Sun X., Wang H., Li X., Cao G., Kuang Y., Zhang X. (2020) *Monte Carlo computer simulation of a camera system for proton beam range verification in cancer treatment*, Future Generation Computer Systems, Vol. 102, pp. 978–991.
54. Branford S., Sahin C., Thandavan A., Weihrauch C., Alexandrov V., Dimov I. (2008) *Monte Carlo Methods for matrix computations on the grid, Future Gener*, Comput. Syst. 24, pp. 605–612.
55. Camarasu-Pop S., Glatard T., Silva R., Gueth P., Sarrut D., BenoitCattin H. (2013) *Monte Carlo Simulation on heterogeneous distributed systems: A computing framework with parallel merging and check pointing strategies,* Future Gener, Comput. Syst. 29, pp. 728–738.
56. Glatard T., Montagnat J., Lingrand D., Pennec X. (2008) *Flexible and efficient workflow deployment of data-intensive applications on grids with MOTEUR*, Int. J. High Perform, Comput. Appl. 22, pp. 347–360.
57. Cirne W., Brasileiro F., Paranhos D., Goes L., Voorsluys W. (2007) *On the efficacy, efficiency and emergent behavior of task replication in large distributed systems,* Parallel Comput. 33, pp. 213–234.
58. Titt U., Bednarz B., Paganetti H. (2012) *Comparison of MCNPX and Geant4 proton energy deposition predictions for clinical use,* Phys. Med. Biol. 57, pp. 6381–6393.
59. Park J., Kim S., Ku Y., Kim C., Lee H., Jeong J., Lee S., Shin D. (2019) *Multi-slit prompt-gamma camera for locating of distal dose falloff in proton therapy, Nuclear Engineering and Technology.* Vol. 51, Issue 5, pp. 1406–1416.
60. Хамдамов Т. *Определение термина компьютерных симуляций научных экспериментов через анализ природы феномена.* Социальные и гуманитарные науки: теория и практика. 2019. № 1(3). С. 167–183.
61. Derrida J. (1997) Of Grammatology, *Translated by Gayatri Chakravorty Spivak*, corrected ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, first published 1967 as De la grammatologie (Paris: Minuit).
62. Rheinberger Hans-J. (1998) *Experimental Systems — Graphematic Spaces*, In: Timothy Lenoir (Hrsg.): Inscribing Science. Scientific Texts and the Materiality of Communication, Stanford University Press, Stanford CA, pp. 285–303.
63. Duran M. (2018) *Computer simulations in science and engineering: Concepts-Practices-Perspectives*, Cham: Springer.
64. Figueiras E., Paredes O., Michinel H. (2019) QMBlender: *Particle-based visualization of 3D quantum wave function dynamics,* Journal of Computational Science, Vol. 35, pp. 44–56.
65. Zawalski B., Tuszyńska I., Wilczyński B. (2019) QChromosomeVisualizer: *A new tool for 3D visualization of long simulations of polymer-like chromosome models,* Methods.
66. Brandner A., Schüller A., Melo F., Pantano S. (2018) *Exploring DNA dynamics within oligonucleosomes with coarse-grained simulations: SIRAH force field extension for protein-DNA complexes*, Biochemical and Biophysical Research Communications, Vol. 498, Issue 2, pp. 319–326.
67. Fendt C. (2019) *Approaching the Black Hole by Numerical Simulations,* Universe. 5.
68. Humphreys P. (2009) *The Philosophical Novelty of Computer Simulation Methods,* Synthese, Vol. 169. No. 3, pp. 615–626.

69. Popper K. (1972) *`Epistemology Without a Knowing Subject' in K. Popper,* Objective Knowledge: An Evolutionary Approach, Oxford: Oxford University Press, pp. 106–152.
70. Ford K., Glymour C., Hayes P. (2006) *Thinking About Android, Epistemology.* Menlo Park, CA: AAAI Press.
71. Nordlund K. (2019) *Historical review of computer simulation of radiation effects in materials*, Journal of Nuclear Materials, 520, pp. 273–295.
72. Markram H. (2012) *The Human in Brain Project.* Scientific American, Vol. 306, No. 6, pp. 50–55.

References

1. Kant I. (1900-) *Kritik der reinen Vernunft,* In Kant's gesammelte Schriften, ed. Königlichen Preußischen (later Deutschen) Akademie der Wissenschaften. Berlin: Georg Reimer (later Walter De Gruyter), Vol. 3, Vol. 4.
2. Kant I. (1998) *Critique of pure reason,* Guyer P. and Wood A. (eds.). New York: Cambridge University Press.
3. Kant I. (1994) *Critique of pure reason,* Collected Works in eight volumes, under the general ed. of prof. Guliga A., Vol. 3, Translation Lossky N., Publishing House Choro.
4. Strawson P. (1966) *The Bounds of Sense: An Essay on Kant's Critique of Pure Reason,* London and New York: Routledge.
5. Aquila R. (1983) *Representational Mind: A Study of Kant's Theory of Knowledge,* Bloomington: Indiana University Press..
6. Guyer P. (1987) *Kant and the Claims of Knowledge,* Cambridge: Cambridge University Press.
7. Van Cleve J. (1999) *Problems From Kant,* New York and Oxford: Oxford University Press.
8. Bird G. (1962) *Kant's Theory of Knowledge: An Outline of One Central Argument in the Critique of Pure Reason,* London: Routledge & Kegan Paul.
9. Bird G. (2006) *The Revolutionary Kant: A Commentary on the Critique of Pure Reason,* Chicago and La Salle: Open Court.
10. Prauss G. (1974) *Kant und das Problem der Dinge an sich,* Bonn: Bouvier.
11. Langton R. (1998) *Kantian Humility: Our Ignorance of Things in Themselves,* Oxford: Clarendon Press.
12. Allison H. (2004) *Kant's Transcendental Idealism: An Interpretation and Defense,* New Haven and London: Yale University Press, Revised and Enlarged Edition.
13. Northoff G, Heinzel A, de Greck M, Bermpohl F, Dobrowlny H, Panksepp J. (2006) *Self-referential processing in our brain–a meta-analysis of imaging studies on the self,* NeuroImage 31, pp. 440–57.
14. Northoff G. (2017) *Personal identity and cortical midline structure (CMS): do temporal features of CMS neural activity transform into «selfcontinuity»?* Psychol Inq 28, pp. 121–131.
15. Murray RJ, Schaer M, Debbane M. (2012) *Degrees of separation: a quantitative neuroimaging meta-analysis investigating self-specificity and shared neural activation between self- and other-reflection,* Neurosci Behav Rev, pp. 1043–1059.
16. Frigg R. (2009) *Models and fiction,* Synthese, 172(2), pp. 251–268.
17. Giere R. (2004) *How Models are used to Represent Reality,* Philosophy of Science (Proceedings), 71(5), pp. 742–752.
18. Weisberg M. (2013) *Simulation and Similarity: Using Models to Understand the World,* Oxford Studies in Philosophy of Science.

19. Elliott-Graves A. (2014) *The Role of Target Systems in Scientific Practice,* Dissertation in Philosophy presented to the Faculties of the University of Pennsylvania.
20. Hartmann S. (1996) *The World as a Process*, In: Hegselmann R., Mueller U., Troitzsch K. G. (eds) Modelling and Simulation in the Social Sciences from the Philosophy of Science Point of View, Theory and Decision Library (Series A: Philosophy and Methodology of the Social Sciences), vol. 23. Springer, Dordrecht, pp. 77–100.
21. Guala F. (2002) *Models, Simulations, and Experiments,* In: Magnani L., Nersessian N. J. (eds) Model-Based Reasoning. Springer, Boston, MA, pp. 59–74.
22. Ferrante F., Liveri V. (2005) *Time evolution of size and polydispersity of an ensemble of nanoparticles growing in the confined space of AOT reversed micelles by computer simulations,* Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects 259, pp. 7–13.
23. Romiszowski P., Sikorski A. (2005) D*ynamics of polymer chains in confined space. A computer simulation study*, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Elsevier, vol. 357(2), pp. 356–363.
24. Zhang J., Li X., Xu D., Yang R. (2019) *Recent progress in the simulation of microstructure evolution in titanium alloys,* Progress in Natural Science: Materials International. Vol. 29, Issue 3, pp. 295–304.
25. Laganapan A., Cerbelaud M., Ferrando R., Tran C., Crespin B., Videcoq A. (2018) *Computer simulations of heteroaggregation with large size asymmetric colloids,* Journal of Colloid and Interface Science, Vol. 514, pp. 694–703
26. Dolejší V., Kuraz M., Solin P. (2019) *Adaptive higher-order space-time discontinuous Galerkin method for the computer simulation of variably-saturated porous media flows,* Applied Mathematical Modelling, Vol. 72, pp. 276–305.
27. Iden S., Blöcher J., Diamantopoulos E., Peters A., Durner W. (2019) *Numerical test of the laboratory evaporation method using coupled water, vapor and heat flow modelling,* J. Hydrol. 570, pp. 574–583.
28. Würzer S., Wever N., Juras R., Lehning M., Jonas T. (2017) M*odelling liquid water transport in snow under rain-on-snow conditions — considering preferential flow*, Hydrol. Earth Syst. Sci. 21 (3), pp. 1741–1756.
29. Kuraz M., Mayer P., Havlicek V., Pech P., Pavlasek J. (2013) *Dual permeability variably saturated flow and contaminant transport modeling of a nuclear waste repository with capillary barrier protection,* Appl. Math. Comput. 219 (13), pp. 7127–7138.
30. Richards L. (1931) *Capillary conduction of liquids through porous mediums,* J. Appl. Phys. 1 (5), pp. 318–333.
31. Buckingham E. (1907) *Studies on the Movement of Soil Moisture*, USDA Bureau of Soils — Bulletin. 38.
32. Huyakorn P., Thomas S., Thompson B. (1984) *Techniques for making finite elements competitive in modeling flow in variably saturated porous media,* Water Resour, Res. 20 (8), pp. 1099–1115.
33. Dolejší V., Roskovec F., Vlasák M. (2015) R*esidual based error estimates for the space-time discontinuous Galerkin method applied to the compressible flows*, Comput. Fluids 117, pp. 304–324.
34. Walker H., Ni P. (2011) A*nderson acceleration for fixed-point iterations,* SIAM J. Numer. Anal. 49 (4), pp. 1715–1735.
35. Dolejší V., Feistauer M. (2015) *Discontinuous Galerkin Method — Analysis and Applications to Compressible Flow,* Springer Series in Computational Mathematics 48, Springer. Cham.
36. Cances C., Pop I., Vohralík M. (2014) *An a posteriori error estimate for vertex-centered finite volume discretizations of immiscible incompressible two-phase flow,* Math. Comput. 83 (285), pp. 153–188.
37. Vohralík M., Wheeler M. (2013) *A posteriori error estimates, stopping criteria, and adaptivity for two-phase flows*, Comput. Geosci. 17 (5), pp. 789–812.
38. Ern A., Stephansen A., Vohralík M. (2010) *Guaranteed and robust discontinuous Galerkin a posteriori error estimates for convection-diffusion-reaction problems,* J. Comput. Appl. Math. 234 (1), pp. 114–130.
39. Robben L. (2020) Cage reactions in sodalites — *A phenomenological approach using cellular automata*, Microporous and Mesoporous Materials, Vol. 294.

40. Sitko M., Chao Q., Wang J., Perzynski K., Muszka K., Madej L. (2020) *A parallel version of the cellular automata static recrystallization model dedicated for high performance computing platforms* — Development and verification, Computational Materials Science, Vol. 172.
41. Babaei A., Motameni H., Enayatifar R. (2020) *A new permutation-diffusion-based image encryption technique using cellular automata and DNA sequence,* Optik, Vol. 203.
42. Milašinović M., Ranđelović A., Jaćimović N., Prodanović D., (2019) *Coupled groundwater hydrodynamic and pollution transport modelling using Cellular Automata approach*, Journal of Hydrology, Vol. 576, pp. 652–666.
43. Li Y., Chen M., Zheng X., Dou Z., Cheng Y. (2020) *Relationship between behavior aggressiveness and pedestrian dynamics using behavior-based cellular automata model,* Applied Mathematics and Computation, Vol. 371.
44. Tesfatsion L. (2003) *Agent-based computational economics: modeling economies as complex adaptive systems*, Information Sciences, Vol. 149, Issue 4, pp. 262–268.
45. Stavrakas V., Papadelis S., Flamos A. (2019) *An agent-based model to simulate technology adoption quantifying behavioural uncertainty of consumers*, Applied Energy, Vol. 255.
46. Richit L., Bonatto C., Silva R., Grzybowski J. (2019) *Prognostics of forest recovery with recovery GRASS-GIS module: an open-source forest growth simulation model based on the diffusive-logistic equation*, Environmental Modelling & Software, Vol. 111, pp. 108–120.
47. Teixeira P., Davyt D., Didier E., Ramalhais R. (2013) *Numerical simulation of an oscillating water column device using a code based on Navier–Stokes equations,* Energy, Vol. 61, pp. 513–530.
48. Santos C., Santos W., Perini A., Valeriano C., Belinato W., Caldas L., Neves L. (2020) *Evaluation of polymer gels using Monte Carlo simulations,* Radiation Physics and Chemistry, Vol. 167.
49. Alvarenga T., Polo I., Pereira W., Caldas L. (2020) *Use of Monte Carlo simulation and the Shadow-Cone Method to evaluate the neutron scattering correction at a calibration laboratory*, Radiation Physics and Chemistry, Vol. 170.
50. Florimbi G., Torti E., Masoli S., D'Angelo E., Danese G., Leporati F. (2016) *The Human Brain Project: Parallel technologies for biologically accurate simulation of Granule cells,* Microprocessors and Microsystems, Vol. 47, Part B, pp. 303–313.
51. Brailsford S., Eldabi T., Kunc M., Mustafee N., Osorio A. (2019) *Hybrid simulation modelling in operational research: A state-of-the-art review, European Journal of Operational Research,* Vol. 278, Issue 3, pp. 721–737.
52. Narsky I. (1976) Kant, Moscow: *Publishing House Thought, The main edition of socio-economic literature*, Series «Thinkers of the Past».
53. Sun X., Wang H., Li X., Cao G., Kuang Y., Zhang X. (2020) *Monte Carlo computer simulation of a camera system for proton beam range verification in cancer treatment,* Future Generation Computer Systems, Vol. 102, pp. 978–991.
54. Branford S., Sahin C., Thandavan A., Weihrauch C., Alexandrov V., Dimov I. (2008) *Monte Carlo Methods for matrix computations on the grid,* Future Gener, Comput. Syst. 24, pp. 605–612.
55. Camarasu-Pop S., Glatard T., Silva R., Gueth P., Sarrut D., BenoitCattin H. (2013) *Monte Carlo Simulation on heterogeneous distributed systems: A computing framework with parallel merging and check pointing strategies,* Future Gener, Comput. Syst. 29, pp. 728–738.
56. Glatard T., Montagnat J., Lingrand D., Pennec X. (2008) *Flexible and efficient workflow deployment of data-intensive applications on grids with MOTEUR,* Int. J. High Perform, Comput. Appl. 22, pp. 347–360.

57. Cirne W., Brasileiro F., Paranhos D., Goes L., Voorsluys W. (2007) *On the efficacy, efficiency and emergent behavior of task replication in large distributed systems*, Parallel Comput. 33, pp. 213–234.
58. Titt U., Bednarz B., Paganetti H. (2012) *Comparison of MCNPX and Geant4 proton energy deposition predictions for clinical use*, Phys. Med. Biol. 57, pp. 6381–6393.
59. Park J., Kim S., Ku Y., Kim C., Lee H., Jeong J., Lee S., Shin D. (2019) *Multi-slit prompt-gamma camera for locating of distal dose falloff in proton therapy*, Nuclear Engineering and Technology. Vol. 51, Issue 5, pp. 1406–1416.
60. Khamdamov T. (2019) *The term's definition of computer simulation scientific experiments through analysis the phenomenon*, Social Sciences and Humanities: Theory and Practice, Vol. 1(3), pp. 167–183.
61. Derrida J. (1997) *Of Grammatology, Translated by Gayatri Chakravorty Spivak*, corrected ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, first published 1967 as De la grammatologie (Paris: Minuit).
62. Rheinberger Hans-J. (1998) Experimental Systems — Graphematic Spaces, In: Timothy Lenoir (Hrsg.): *Inscribing Science. Scientific Texts and the Materiality of Communication,* Stanford University Press, Stanford CA, pp. 285–303.
63. Duran M. (2018) *Computer simulations in science and engineering: Concepts-Practices-Perspectives,* Cham: Springer.
64. Figueiras E., Paredes O., Michinel H. (2019) *QMBlender: Particle-based visualization of 3D quantum wave function dynamics,* Journal of Computational Science, Vol. 35, pp. 44–56.
65. Zawalski B., Tuszyńska I., Wilczyński B. (2019) *QChromosomeVisualizer: A new tool for 3D visualization of long simulations of polymer-like chromosome models,* Methods.
66. Brandner A., Schüller A., Melo F., Pantano S. (2018) *Exploring DNA dynamics within oligonucleosomes with coarse-grained simulations: SIRAH force field extension for protein-DNA complexes*, Biochemical and Biophysical Research Communications, Vol. 498, Issue 2, pp. 319–326.
67. Fendt C. (2019) *Approaching the Black Hole by Numerical Simulations*, Universe. 5.
68. Humphreys P. (2009) *The Philosophical Novelty of Computer Simulation Methods,* Synthese, Vol. 169. No. 3, pp. 615–626.
69. Popper K. (1972) *`Epistemology Without a Knowing Subject' in K. Popper, Objective Knowledge: An Evolutionary Approach,* Oxford: Oxford University Press, pp. 106–152.
70. Ford K., Glymour C., Hayes P. (2006) *Thinking About Android,* Epistemology. Menlo Park, CA: AAAI Press.
71. Nordlund K. (2019) *Historical review of computer simulation of radiation effects in materials,* Journal of Nuclear Materials, 520, pp. 273–295.
72. Markram H. (2012) *The Human in Brain Project.* Scientific American, Vol. 306, No. 6, pp. 50–55.

Анализ и формирование смысла в диалоговой платформе NLab Logic

Анна Власова (anna@nanosemantics.ai)
ООО «Наносемантика», г. Москва

Автоматизированное построение диалога – одна из самых интересных задач в области анализа и формирования смысла. Диалогу посвящено большое количество научных работ и исследований, но интересующих исследователей задач не становится меньше.

В общем виде для успешной автоматизации диалога нужно решить, как минимум две глобальные задачи:

1. Понять смысл;

2. Связать диалог в единое целое.

В практических целях эти задачи сужаются до реализуемых с помощью существующих технологий NLP (Natural Language Processing) и NLG (Natural Language Generation).

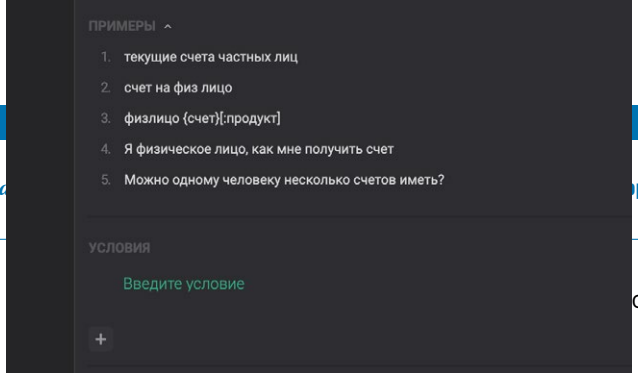
В любом случае для поддержки диалога на естественном языке вначале требуется так или иначе задать набор смыслов, с которым сможет работать конкретная диалоговая система или виртуальный диалоговый ассистент (далее: ВА, виртуальный ассистент). Точно так же требуется понимание, как проводить связи между частями диалога – хотя бы в рамках определенных сценариев. В диалоговой платформе NLab Logic, о которой пойдет речь ниже, наборы смыслов и связи задаются в Базе Знаний ВА, которая разрабатывается средствами рабочей среды, интегрированной в платформу.

1. Платформа NLab Logics - среда для разработки баз знаний диалоговых систем любого типа

NLab Logic позволяет разрабатывать базу знаний любого типа, как для тестовых, так и для голосовых ассистентов. Знания – это «мозг» ВА, они не зависят от конечного канала коммуникации (сайт, мессенджер, телефон и т.д.). Платформа существует в упрощенном варианте, в том числе и в открытом доступе, и в продвинутом, коммерчески ориентированном, варианте. NLab Logic позволяет организовать знания как наборы:

- моделей («правил») для классификации входящей реплики

- датасетов для обучения нейросети



...с синонимами

Рис.1. Зоны для правил и датасетов с примерами

Вопросы подготовки датасетов и обучения нейросетей, а также логика одновременного использования правил и нейросетей в рамк...есь рассматриваться не будут. Далее речь пойдёт об осн...ании декларативной Базы Знаний, представляющей собой набор моделей (или правил) для описания структур естественного языка различной длины.

Зона правил

Зона примеров

2. База Знаний как набор моделей, описывающих структуры естественного языка (Rule-Based Dialog Data)

Модели, используемые в платформе NLab Logic, представляют собой записи на специализированном формальном языке (собственная разработка компании «Наносемантика»). Они применяются к входящим репликам на естественном языке, и используются для классификации реплик, определения намерений человека-собеседника и выделения значимых для диалога объектов и их значений.

Модель может описывать как одну входящую реплику («атомарная модель»), так и несколько связанных реплик, которыми могут обмениваться собеседники в ходе диалога («сценарная модель»).

Модели в Базе Знаний ВА имеют фиксированную структуру и состоят из нескольких зон:

- Проверка условий контекста
- Запись на формальном языке, которая сопоставляется с фразой на естественном языке
- Проверка значения «уверенности», возвращаемого нейросейтью (опционально)
- Инструкция по генерации ответа
- Модификаторы веса ответа
- Запись новых условий контекста
- Инструкция по генерации ответа ВА

```
+%that_anchor="вопросы по интернет заказам"
$ Оплата заказа
$ * [dict(pay)] *
$ * [@cmb{{[dict(pay_method)]}, {{~платить/оплачив~\}}}] *
$ * [@cmb{{оплат~}, {[dict(product)]}}] *


# Вы можете оплатить заказ банковской картой на сайте или наличными при получении заказа от курьера.
[br] Полную информацию об оплате Вы можете найти [href{[@
hvs{"links", "payments "}]}(_blank)]{по ссылке}.
[inf]{Оплата картой}
```

Рис.2 Пример записи модели

Модель из примера на Рис.2 будет выбрана как потенциальный кандидат для генерации ответа ВА при получении таких реплик человека-собеседника как «Можно оплатить заказ?», «за духи я тут могу заплатить», «оплата», «картой можно у вас платить» и многие другие.

Платформа NLab Logic и используемый в ней формальный язык позволяет создавать расширенные модели, достаточные для распознавания смысла как отдельных реплик на естественном языке, так и для ведения связного диалога по сценарию.

Возможности формального языка позволяют не просто перечислять ключевые слова, но выделять из входящей фразы объекты/сущности, которые будут использоваться в дальнейшем ходе диалога, применять функции, включая специализированные функции для обработки естественного языка, и многое другое.

Например, в платформе используются функции для преобразования данных, полученных после парсинга входящей реплики в зависимости от канала коммуникации: голос, или текст. При работе ВА в текстовом канале эта функция преобразует полученный на входе текст «5 004 000» в число «5004000», а текст «100 20 5 миллионов» в число «100205000000». При работе в голосовом канале функция преобразует полученный после распознавания речи текст «500 4000» (пятьсот - четыре тысячи) в число «504000», а текст «100 20 5 миллионов» (сто двадцать пять миллионов) в число «125000000».

Обычно база знаний ВА состоит из нескольких тысяч моделей и инструкций по генерации ответа. Формально можно обойтись любым количеством моделей – хоть 1–2. Но на практике такой ВА не будет обладать достаточными знаниями, чтобы вести хоть какой-то диалог.

Модели применяются для понимания смысла реплик (темы диалога) и определения намерений. Кроме этих задач в процессе диалога обычно требуется найти и извлечь из фразы набор сущностей вместе с их значениями (entities recognition). Для этого в платформе NLab Logic используются словари – как наборы возможных значений конкретной сущности.

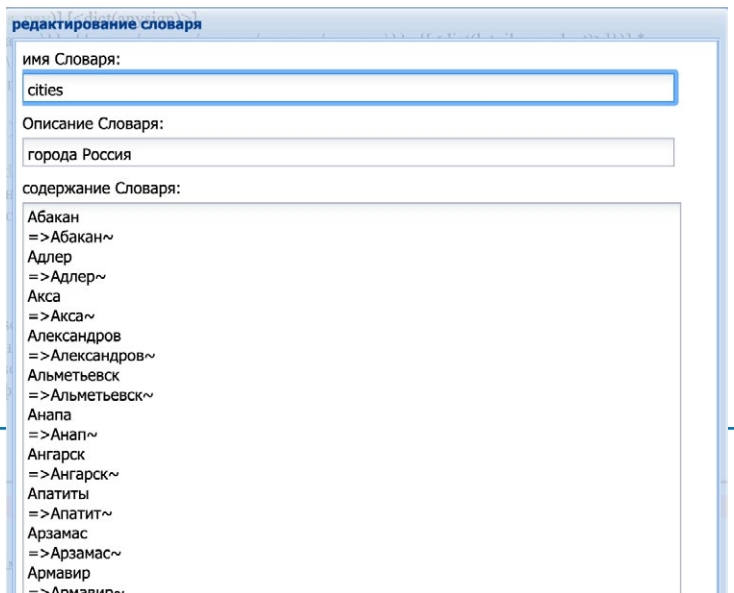


Рис. 3. Пример словаря названий населенных пунктов

В платформе NLab Logic суммарно используется более 5000 словарей. Один словарь может применяться в нескольких ВА.

3. Контекст диалога как инструмент формирования связи реплик в диалоге

В общем виде диалог может быть представлен как набор связанных реплик. Можно выделять различные параметры этой связи: цель диалога, набор участников диалога и их роли, единое предметное или семантическое окружение диалога, но в любом случае, чтобы диалог не превратился в разрозненные вопросы-ответы, такая связь должна существовать. Одним из таких параметров может служит контекст диалога. К сожалению, в области машинного анализа нет единого определения термина «контекст». В платформе NLab Logic контекст рассматривается как

- Контекст реплики, т.е. информация, которая может быть извлечена из отдельной фразы и сохраняет актуальность 1–2 «шага» диалога.

- Контекст диалога, т.е. информация, которая возникает на уровне акта коммуникации человека и робота

Контекст складывается из информации, извлекаемой из реплик человека-собеседника, и из информации передаваемой окружением ВА.

Из реплик собеседника ВА чаще всего извлекает информацию о самом собеседнике (имя, предпочтения), о наборе намерений в этом конкретном диалоге, о выделенных в реплике и диалоге в целом сущностях и их значениях (географические названия, названия товаров и услуг, названия организаций и так далее).

Кроме того, ВА получает информацию окружения. Это информация о типе площадки, где установлен ВА – сайт, мессенджер; о способе коммуникации – текст или голос; о геопозиция говорящего и т.п. Контекст хранится в наборе постоянных и динамических переменных, которые получают и сбрасывают значения в течение диалога.

В режиме тестирования ВА в рабочей среде NLab Logic можно отслеживать изменение части переменных контекста.

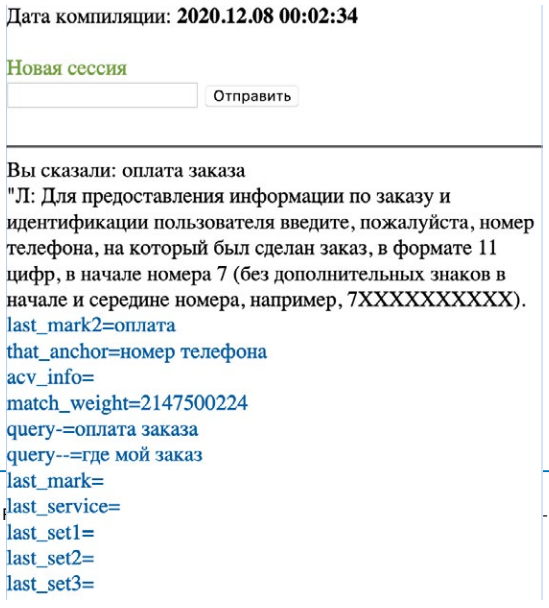


Рис.4. Панель переменных

4. Преимущества и недостатки построения декларативной Базы Знаний с помощью набора моделей

База Знаний ВА, построенная с помощью набора моделей, или правил, позволяет в короткий срок разработать и запустить в эксплуатацию чат-бота, который будет давать достаточно точные ответы на вопросы по своей предметной области, поддерживать основные сценарии коммуникации и определять коммуникативные неудачи, т.е. определять границы своих коммуникационных возможностей. Такой ВА хорошо держит фокус диалога, проявляет в диалоге инициативу и отслеживает смену тем и намерений собеседника в процессе коммуникации. Поскольку генерация ответа тесно связана с конкретной моделью, то ВА не даёт непредсказуемых ответов, и все ответы точно соотносятся с ситуацией, в которой был задан вопрос.

ВА такого типа решают большое количество бизнес-задач и в настоящий момент активно используются в самых разных отраслях. Кроме того для разработки таких ВА обычно создаются специализированные редакторы или платформы, что ускоряет процесс разработки и позволяет заниматься базой знаний и создавать своего ВА практически любому желающему.

Основной недостаток подобных диалоговых систем – это трудоёмкость наполнения базы знаний ВА, ручная задача, на которую требуется время. Конечно, существуют инструменты для автоматизации части работы. Например, для работы с непонятыми ассистентом репликами, можно использовать кластерный анализ, и уже с выделенными автоматически кластерами продолжать ручную обработку. Но в целом создание базы знаний – это много ручной работы.

Также для создания базы знаний обычно требуется консультация эксперта в данной предметной области и предоставление материалов, на основе которых создаётся база.

В платформе NLab Logic не используется самообучение ВА, поскольку результаты такого обучения часто не предсказуемы, и приводят к неожиданным сбоям, негативно влияющим на пользовательский опыт и оценку ВА конечными потребителями.

Намерение пользователя

Контекст текущей реплики – шаг сценария

Вес победившего правила

Но несмотря на перечисленные выше недостатки, ВА такого типа эффективны для решения многих задач, и могут конкурировать с решениями на машинном обучении, в основном, с нейросетями. Извлечение смысла и построение ВА на нейросетях не будет предметом этого выступления, хотя это современное и очень перспективное направление в разработке систем классификации текстов (включая отдельные реплики), выделения из текста намерений и сущностей.

Следующий шаг в развитии автоматизированных диалоговых систем – это объединение возможностей разных движков в одной платформе, и построение диалога с использованием нескольких технологий. Модели и правила удобно использовать для менеджмента диалога, для поддержки связных сценариев и взаимодействия с внешними сервисами при интеграции с ними. Платформа NLab Logic позволяет создавать инструкции по генерации ответа, контролирующие обращение к нейросети, получение от неё ответа и использование ответа в зависимости от количества распознанных нейросетью намерений и значения их уверенности. Такое взаимодействие позволяет использовать преимущества разных технологий и инструментов и повысить эффективность и качество виртуальных ассистентов.

PS:

Текущую версию открытой платформы для разработки виртуальных асситентов можно посмотреть здесь: https://github.com/sovaai . Проект «СОВА».

Открытая платформа находится в разработке, поэтому функционал будет пополняться, и документация будет появляться обновляться до конца 2021 года.

Программное обеспечение на устройстве

Табачук И. С. (tabachuk@2tgroup.com)
ООО «2t Group», г. Москва

Эта идея родилась, когда мы — я и мой уважаемый коллега А. А. Харламов — обсуждали вопросы распространения новых продуктов, на основе созданной им технологии Семантического Анализа гипертекста и Больших данных. Это очень мощная технология, которая позволяет находить главное в содержании любого текста и искать в больших статьях по смыслу, а не простым совпадением слов или букв. Каждый из нас знает, как это может быть трудно — найти что-то нужное в Интернете или даже в документах, которые были уже аккуратно сложены в папки на компьютере. Хорошее соответствие найденного и вашего поискового запроса пока скорее везение, чем закономерность.

Поэтому мы подумали, что было бы верно сделать программное обеспечение, которое помогало вам в работе с поиском в текстах и Интернете, было бы всегда под рукой и могло использоваться в любом месте и на любом компьютере, с которым работаешь.

Поскольку, как я сказал, технология поиска по смыслу была создана и впервые использовалась в программе ТекстАналист, то уже был достаточный опыт ее использования, который позволял судить о необходимых доработках. Хотелось бы заметить, что в китайском сегменте Интернета я нашел значительное число ссылок на нелегальные копии программы. С одной стороны — это радует, значит, программа пользуется спросом. С другой стороны, понятно, что нуждается в более совершенной защите.

Но не менее важно, что программа достаточно требовательная к ресурсам, особенно к памяти, если речь идет о больших массивах данных. Конечно, совершенно очевидно, что и реализация самого алгоритма на специализированном чипе также могла бы снять аппаратные ограничения по использованию нашего программного обеспечения на любых машинах.

Мы знаем, что даже огромные деньги, которые инвестируются в защиту своего ПО софтверные гиганты, не гарантируют от пиратства, если программное обеспечение действительно полезно и востребовано.

Таким образом, стоит решать задачу создания специализированного приложения, как прогрммно-аппаратного комплекса, в котором интегрируются преимущества аппаратной реализации алгоритмов и использование дополнительной памяти в отдельном электронном ключе. Что даст возможность использования и одновременной защиты на любом компьютере, установка программной части на который может осуществляться прямо с этого же устройства. Софтверная часть ПО,

инсталлируемая на компьютер пользователя, нужна для интеграции ПК и аппаратного алгоритмического модуля в единую систему с установленными на ПК программами, например, Word, Excel и др. Внешний модуль может хранить и данные, с которыми нужно работать. Интернет-браузерами, а также другими программами пользователя. Чтобы позволить сторонним разработчикам использовать модуль, публикуется API со всеми необходимыми инструментами. Обновления производятся так же, как это делается при обновлении firmware: подключил к компьютеру, загрузил обновление, обнови ПО через программу обновления.

Такое решение дает нам возможность работать с лучшей производительностью и, в то же время, защищает технологию от нелегального использования.

В наше время подобные системы становится возможным, потому что растет производительность чипов при снижении их энергопотребления, благодаря приближению элементов кристаллов к наноразмерности, а также увеличивается скорость обмена данных между устройствами, например, по USB шине. Наряду с увеличением энергии, которая может по USB передаваться в устройство для его электропитания — все это снимает ограничения на эффективность таких программно-аппаратных решений к конструированию и проектированию.

Сегодня ведь не вызывают удивления внешние звуковые и видеокарты. Не исключаю, что скоро в отдельном устройстве может быть создана не только мощная лингвистическая лаборатория, но и поисковое программно-аппаратное устройство, которое заменить существующие системы поиска.

При этом оно может быть как компактным USB-донглом (ключом), так и внешним блоком, способным решать задачи поиска по смыслу с совершенно иным подходом. Например, используя в качестве поискового запроса общее содержание некоего документа, группы документов или группы документов с комментариями пользователя. Может служить поисковым роботом, который будет работать в Интернете в ваше отсутствие, предоставляя вам по запросу уже готовые структурированные группы документов и аналитику по результатам поиска.

У этого решения есть еще одно преимущество: мы можем держать все наши параметры работы и настройки в мобильном устройстве без необходимости настраивать каждый компьютер, который мы используем в настоящее время.

Давайте обратим внимание и на то, что фактически все можно представить в виде языка и его конструкций — музыку, графику и т.п. Что говорит о применимости семантического поиска не только в текстах. Возможно, можно говорить о семантическом поиске в музыке и графике. Равно, как и в данных иного характера. Т.е. програмно-аппаратный комплекс лингвистического анализа может использоваться гораздо шире, чем это было пятнадцать лет назад.

И вообще, что касается поиска в Интернете, то он, на мой взгляд, должен измениться принципиально. Сегодня это мощный постоянно совершенствующийся коммерческий инструмент решения коммерческих задач и, фактически, шпионская машина, позволяющая как крошки пылесосом, собирать сведения о пользователях. Многократные скандалы с утечкой персональных данных огорчают тем, что никого не удивляют. И это совершенно отдельная и важная тема, которой просто необходимо уделить пристальное внимание, поскольку она имеет прямое отношение к безопасности страны.

Что касается собственно поиска, то он мало изменился, оставаясь, по сути, тем, чем был десять-двадцать лет назад. Несмотря на совершенствование существующих алгоритмов и даже использование так называемого искусственного интеллекта. Который — это скорее мода, чем реальность, это попытка коммерциализировать недопродукт. Прежде всего потому, что не существует четких общепризнанных критериев, что можно считать искусственным интеллектом. Поэтому любой замысловатый алгоритм, имеющий к интеллекту такое же отношение, как морская свинка к морю или свиньям, можно легко объявить искусственным интеллектом.

Тесть Тьюринга, конечно, хорош, но он субъективен. Опять же, в данном тесте интеллект тестирующего тоже имеет значение, как и его образованность. Можем ли мы, например, считать брюнетку искусственным интеллектом, если на самом деле — она крашеная блондинка с шестью классами образования?

И в заключение.

Отслеживание увеличивающихся непрерывных потоков данных, актуализация получаемых и уже полученных сведений, ежедневная необходимость выборки только того, что на самом деле необходимо, и хоть какая-то классификация этой информации — сегодня без специальных средств становится нереальной задачей. Я занялся сбором информации для книги и уже почти захлебнулся в том, что удалось собрать. А ведь это только начало. Кроме того, я вынужден читать и перечитывать столько, что на художественную литературу практически времени не остается. Уверен, что подобная ситуация у многих из тех, кто здесь присутствует. Поэтому я просто убежден, что решение задач на основе программно-аппаратных решений, которые, являясь ядром некоторой технологии, будут решать целый спектр задач, в зависимости от обвязки — поиск, анализ, классификация, смысловое сжатие — это одно из направлений развития пользовательских приложений для персональных компьютеров, а также серверных служб.

Я хотел бы отметить, что программный прототип этой идеи — особой системы поиска по смыслу, в том числе в Интернете — уже был создан и опробован. Кроме того, понятно, кто может разработать и произвести аппаратную часть. Поэтому есть большая уверенность в успехе рассмотренного решения.

И пора переходить от релевантности поисковых запросов, как критерия поиска, к пертинентности. Потому что такая возможность есть.

Принцип цифровизации поля взаимодействия саморазвивающихся субъектов действия

Рыжов В. А. , Рыжов Р. В. (vryshov@gmail.com)
ООО «Extreme Infomatics», г. Москва

Аннотация

В живой природе на уровне микромира клеток, вирусов и механизма репликации ДНК существует огромная по масштабам осуществляемых информационных процессов информационная полевая среда в роли носителя и переносчика информационных взаимодействий между биологическими организмами. Ключевой элемент этого информационного поля взаимодействия состоит из субъекта — клетки и виртуальной полевой частицы — вируса. Это важная информационная биологическая диада (клетка — вирус). Аналогично на уровне социума в процессе эволюции с появлением естественного языка в обществе роль полевого носителя в качестве виртуальных частиц стали играть сообщения в процессе диалогового обмена между людьми в обществе. Такая информационная социальная диада (человек — сообщение) — основа поля взаимодействия людей. Так люди могут обмениваться смыслами, чтобы совместно жить и эффективно действовать. Сообщение, играя роль виртуальной полевой частицы, материализовано в памяти каждого человека и его речи, а также посредством внешних информационных носителей, каналов связи и информационных сетей. Указанные два информационных поля взаимодействия на уровне микро-мира клеток и макро-мира людей в обществе являются величайшими вехами в развитии и эволюции био- и социо- сфер Земли.

Ключевые слова и фразы: поле взаимодействия объектов, виртуальные частицы и квантовая теория поля, обобщение категории поля, информационное поле, поле взаимодействия субъектов, механизм репликации ДНК, естественный язык в обществе, взаимодействие субъектов в обществе, алфавит, словарь, экосистема, биоценоз и биота, клетка и вирус, био- и социо- сферы Земли, автопоэзис, сложные системы и самоорганизация материи (синергетика), неравновесные открытые системы, диссипация (рассеивание) энергии, принцип «цифровизации» процессов и объектов.

Введение

В соответствии с теорией самоорганизации материи (синергетика) в диссипативных системах с неизбежностью возникают самоорганизующиеся системы. Например, в любой неравновесной открытой системе в самом простом виде при условии диссипации (рассеивания) энергии, которая поступает в систему извне, спонтанно возникают квазиустойчивые динамичные состояния в виде «диссипативных структур». Такие системы называются сложными и для них характерны открытость, иерархичность структуры, а также чередующаяся нелинейность поведения внутренних процессов с периодами устойчивой динамики процесса.

В реальности в сложных системах в ходе их длительной эволюции возникают особые более устойчивые формы динамичных структур. Сначала проявились неживые формы самоорганизующейся материи, затем образовались живые формы. При этом в живых самоорганизующихся системах, имеющих иерархическую структуру строения и функционирования, появляются саморазвивающиеся и адаптирующиеся субъекты действия — живые организмы. Они также имеют свою иерархическую структуру строения и функционирования, а также взаимодействуют не только с внешней средой, но и между собой.

Живые организмы на высоком уровне развития и эволюции образуют сложные поля взаимодействия, которые приобретают ярко выраженный дискретный (символьный, цифровой) характер, в отличие от аналоговой информации, имеющей непрерывные значения. Разница между аналоговой информацией и цифровой, прежде всего в том, что аналоговая информация непрерывна, а цифровая — дискретна. *Во-первых*, это мир взаимодействия бактерий и вирусов на языке ДНК-репликации живых клеток и вирусов. *Во-вторых*, это естественно-языковое информационное поле взаимодействия людей в человеческом обществе, осуществляющих коммуникации и оперирующих смыслами.

Гипотеза состоит в том, что устойчивость форм известных нам живых организмов, объединённых в сложные системы, обеспечивается прежде всего механизмом информационной (цифровой) репликации живых организмов. Во-первых, на клеточном биологическом уровне (от лат. replicatio — возобновление). Самовоспроизводство, биологическое самопостроение живых существ, в том числе человека биологического, происходит именно на клеточном уровне посредством деления клеток при помощи репликации ДНК. Во-вторых, самовоспроизводство личности человека в обществе осуществляется в процессе его воспитания, просвещения и образования посредством погружения в социальную среду общества, имеющего систему необходимых социальных институтов (особенно семьи и системы образования). Причем взаимодействие участников осуществляется существенным образом посредством естественно-языковых коммуникаций и языкового мышления.

В основе гипотезы лежит факт, что механизм репликации ДНК имеет существенно «цифровой» (символьный), а не «аналоговый» характер. Также механизм функционирования естественного языка в человеческом обществе тоже имеет «цифровой» характер. Существенными признаками-критериями цифрового (символьного) характера механизмов репликации ДНК и функционирования естественного языка является наличие: (1) субъектов*, обладающих памятью и (2) способностью к логическим процедурам; (3) символьного алфавита; (4) смыслового словаря; (5) алгоритмов.

**Замечание.* Субъект в обобщённом понимании — это живой организм, имеющий тело, отделённое от среды, в которой он обитает, живёт, действует, рефлексивно взаимодействуя с объектами и другими субъектами данной среды. В процессе физической, химической, биологической и общественной эволюции живые организмы достаточно сильно эволюционировали, пройдя огромный путь от микроэволюции[1] до макроэволюции[2]. В данном определении мы не ограничиваемся только понятием субъекта, принятым, например, в психологии.

Механизмы репликации ДНК на уровне биологических клеток и функционирование естественного языка в обществе удовлетворяют указанным выше пяти критериям. Наличие цифрового (символьного) характера в этих фундаментальных процессах репликации дают превосходные преимущества перед иными механизмами (аналоговыми — физическими), которые, по всей видимости выполняли промежуточную эволюционную роль в появлении сначала многоклеточных организмов, потом отдельных органов, а затем и разума (социосферы).

Обобщённое понятие поля взаимодействующих объектов/субъектов

Дадим обобщённое понятие поля взаимодействующих объектов. Современная полевая парадигма, представляющая всю физическую реальность на фундаментальном уровне, сводится к небольшому количеству взаимодействующих (квантованных) полей и является не только одной из важнейших в современной физике, но и, безусловно, главенствует в ней [1]. С одной стороны, можно представить поле как возмущение (отклонение от равновесия, движение) некой гипотетической (абстрактно воображаемой) сплошной среды, заполняющей всё пространство между взаимодействующими объектами («тяжелыми» частицами). На ранних этапах развития физики такая среда называлась эфиром. Но со временем этот термин перестал употребляться, а его содержание полностью перешло к понятию поля. В современной физике такой образ сохранился как иллюстрация. Главное в физическом поле — это его качество распределенной в пространстве динамической системы, которая обладает большим (часто бесконечным) числом степеней свободы [1].

В качестве переменного параметра непрерывного поля обычно используется потенциал (скалярная или векторная энергетическая характеристика и пр.), или напряжённость поля (векторная силовая характеристика). Для квантованных полей в некотором смысле обобщением классического понятия полевой переменной также является соответствующий оператор (например, линейное отображение — обобщение линейной числовой функции: $y = k\,x$). В нашей модели мы расширяем понятия

1 Формирование макрообъектов: планеты, химические соединения, многоклеточные организмы, человеческое общество.

2 Формирование макрообъектов: планеты, химические соединения, многоклеточные организмы, человеческое общество

математического оператора до понятия алгоритмического оператора (например, по аналогии с операторами алгоритмического языка).

Виртуальная частица — в нашем случае абстрактный объект в биологической или социальной среде (не в физической), который в отличие от виртуальных частиц квантовой теории поля*, выполняет чисто «бестелесную» функцию информационного обмена посредством неких особых «алгоритмических операторов». Например, на микроуровне клеток работают алгоритмические операторы на языке генетического кода ДНК, а на макроуровне общества — алгоритмические операторы на каком-либо естественном языке.

**Замечание*. «Виртуальные частицы квантовой теории поля характеризуются почти всеми квантовыми числами, присущими той или иной реальной элементарной частице. Но для виртуальных частиц нарушена свойственная обычным частицам связь между энергией и импульсом этих частиц. Мы для описания модели информационного поля всего лишь применяем метод аналогии. Напомним, что понятие о виртуальных частицах возникло в квантовой теории поля. Описанные в квантовой физике фундаментальные взаимодействия протекают в форме обмена виртуальными частицами. Такие частицы, родившись, не могут «улететь в бесконечность», они обязаны либо поглотиться какой-либо частицей, либо распасться на какие-либо реальные частицы [2].»

В квантовой теории поля понятия виртуальных частиц и виртуальных процессов занимают центральное место. Все взаимодействия частиц и их превращения в другие частицы в квантовой теории поля принято рассматривать как процессы, обязательно сопровождающиеся рождением и поглощением виртуальных частиц свободными реальными частицами [2].

В нашей модели мы делаем акцент на рождение и поглощение виртуальных частиц реальными частицами, но пока воздерживаемся от идеи распада виртуальных частиц на реальные физические объекты. Как, например, в религии при сотворении мира — «сначала было слово» (то есть, информация). Возможно, при развитии нашей модели мы к этой идее «материализации информации» ещё вернёмся (например, идея порождения ботов в процессе диалога людей в диалоговой среде, сопряжённой с расширенной виртуальной реальностью).

В нашем обобщении понятия поля взаимодействующих объектов мы расширяем понятие такого поля до поля взаимодействующих субъектов посредством алгоритмических операторов. Понятно, что предлагаемая концепция в дальнейшем потребует более точного описания обсуждаемой модели поля взаимодействия саморазвивающихся субъектов действия и взаимодействия, как для микро-мира ДНК, так и для макромира общества, где происходит взаимодействие субъектов в диалоге посредством естественного языка на информационном уровне. В модели цифрового поля взаимодействия в микромире ДНК прообразом виртуальных частиц являются вирусы, а в макро-мире общества прообразом виртуальных частиц являются текстово-символьные диалоговые сообщения. И там, и там, в миро- и макро- мире взаимодействия субъектов происходят путём обмена виртуальными (информационными) частицами.

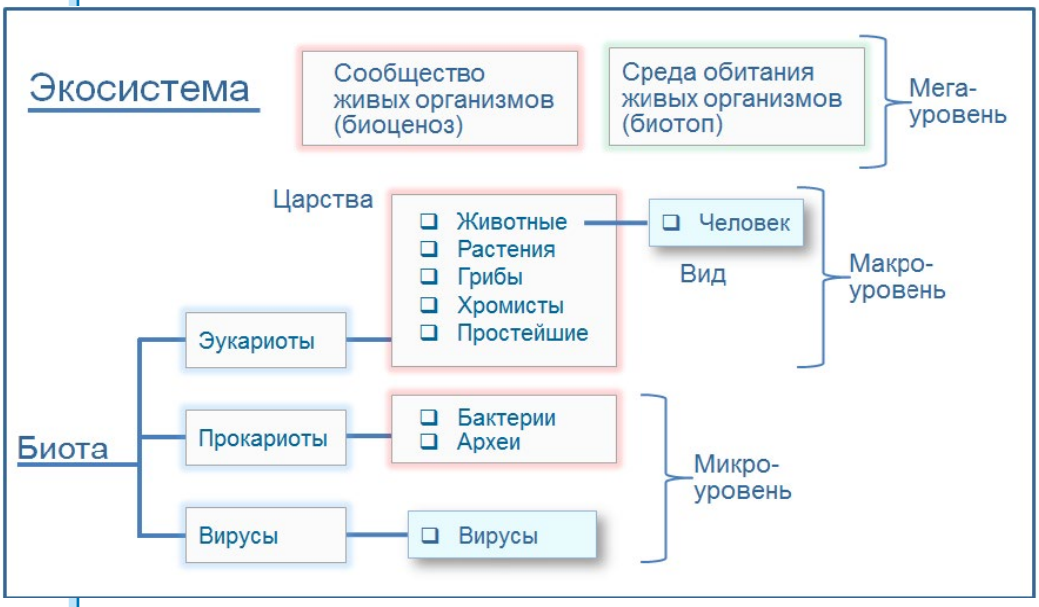
В нашей модели цифрового поля взаимодействия биологических субъектов биосферы Земли в настоящей работе мы рассматриваем только два этих цифровых поля

виртуальных частиц (вирусы в ДНК-кодах и диалоговые сообщения естественного языка).

Экосистема, биоценоз и биота — основные понятия биосферы Земли

Вся сложная эволюционирующая развивающаяся система биосферы Земли включает в себя биоту (вирусы, бактерии и археи — прокариоты, многоклеточные — эукариоты — царства от простейших с растениями до животных, включая вид человека разумного) в единой экосистеме нашей планеты (Рис. 1).

Биота объединяет все царства в четыре надцарства, или домена: бактерии, археи, эукариоты и вирусы.



Можно выделить два информационных поля взаимодействия действующих субъектов.

1. **Микроуровень — уровень биологических клеток** (вирусы и бактерии). Следует обратить внимание на особый механизм отношения «клетка — вирус». Это, говоря упрощённо, уровень действия алгоритмов. Где вирус можно считать вынесенным вовне клетки элемент информационного драйвера развития и эволюции живой материи. Поэтому можно говорить только о сильно упрощённой «субъектности» клетки с точки зрения её адаптации к внешним условиям. То есть, это базовый, но вместе с тем, высокий уровень самоорганизованной живой материи, принявшей форму диссипативной среды, где происходит борьба хаоса с порядком. Это чрезвычайно мощный эволюционный драйвер развития, где благодаря цифровому характеру генетического механизма деления и размножения клеток способность живых клеток к адаптации и прогрессивному развитию стала невероятно мощной по отношению к чисто случайным мутациям (по сути, семантическим

сбоям), происходящим в результате нарушения цепочек ДНК в хромосомах клеток. Вирусы в отличие от примитивных семантических сбоев управляют готовыми модулями поведения выживания клеток, что является продуктом механизма взаимодействия «клетка — вирус».

2. **Макроуровень — уровень общества, социальный** (в царстве многоклеточных человек разумный). С появлением естественного языка (языков), включая речь, письменность человечество сделало огромный шаг в своей эволюции. Произошла информатизация поля взаимодействия субъектов в обществе, так как язык в своей основе является символьным и обладает конкретной прагматической логикой. Люди научились не только сохранять и развивать своё знание. Благодаря возможности быстрых и эффективных коммуникаций, у них появилась возможность развития различных отраслей науки, технологий и эффективного управления личным поведением, а также управления и планирования деятельности организаций. В результате возникло плановое промышленное производство не только жизненно-важных продуктов для выживания и жизни, но и для формирования и развития инфраструктуры общества. В результате человечество заняло не только верхнее звено пищевой цепочки, но и стало хозяином всего территориального пространства планеты, причем с возможным потенциалом для расширения своего ареала за ее пределами.

Рассмотрим подробнее взаимодействие клеток и вирусов. Имеется сообщество клеток, например бактерий, образующих свою единую информационную среду взаимодействия в соответствии с кодом ДНК, действующую как информационный аналог энергетической «диссипации». Каждая клетка — субъект информационного взаимодействия с другими клетками единого сообщества. Это взаимодействие осуществляется посредством информационного поля, представляющего собой «облако» виртуальных частиц — квантов взаимодействия. Роль этих квантов взаимодействия выполняют вирусы. База этого информационного поля — биологическая, на молекулярном уровне (механизм ДНК).

С определенной долей правды можно трактовать некоторые функции вируса, как вынесенный наружу тела клетки часть её механизма ДНК-репликации, а для сообщества клеток (даже в масштабе биоты) вирусное «облако» виртуальных частиц (вирома) — это часть механизма автопоэзиса различных клеточных сообществ.

Отметим, что прокариоты (одноклеточные бактерии и археи) и эукариоты (многоклеточные образования, входящие в различные царства, где человечество образует отдельный вид, выделившийся из царства животных).

Согласно теории автопоэзиса У. Матураны и Ф. Варелы [4], живые существа, образуя автопоэзисную систему, отличаются «автопоэзисной организацией», то есть способностью к самовоспроизводству — к порождению, созданию самих себя. Автопоэзисная система как бы «вытаскивает сама себя за волосы», создавая все свои собственные компоненты. Таким образом, познание — это не отражение мира, а внутреннее конструирование мира, построение собственной модели мира, причём такое, которое внешне выражается как эффективное поведение. Поэтому сама жизнь — это всегда познание, а познание — это (эффективное) действие. Особенность человека и человеческого познания, в сравнении с другими живыми существами, заключается в его социально-языковой природе: мы создаём мир вместе с другими людьми [5].

Цель автопоэзисной системы — выживание в условиях ограничения ресурсов и борьбы видов. Также важно выживание в кризисных ситуациях и эффективная адаптация к возникающим неожиданным условиям и ситуациям во внешней среде в процессе эволюции.

Заключение

Таким образом, на основании факта существования этих двух фундаментальных информационных полей взаимодействия действующих субъектов в биосфере Земли мы можем сформулировать универсальный принцип цифровизации поля взаимодействия саморазвивающихся субъектов действия.

На нижнем микробиологическом уровне образовалась самоорганизованная информационная диссипативная среда в рамках домена (бактерии, эукариоты и вирусы). Этой среде в том виде, какой мы её наблюдаем, более полутора миллиарда лет. Это мощный отлаженный информационный механизм биологического развития и эволюции. Это подтверждает автор книги «Вирусы. Драйверы эволюции. Друзья или враги?» Майкл Кордингли. Вирусы являются наиболее распространенными биологическими объектами на Земле. Технически они не являются живыми, но, как инфекционные средства генетической информации, они обладают замечательной способностью вторгаться, размножаться и развиваться в живых клетках, хотя сами без клеток к размножению не способны. Синтезируя большой объем недавних исследований, Майкл Кордингли не только выходит за рамки концепции чисто вирусных инфекций, но и показывает, как вирусы на информационном уровне генетического кода ДНК стимулируют эволюционные изменения в организмах их хозяев. При этом вирусы формируют глобальные экосистемы и влияют на каждую область жизни биосферы Земли [3]. В нашей модели клетки являются (обобщенными) субъектами взаимодействия и действия посредством информационного поля, в котором роль полевого носителя (виртуальных частиц) играют вирусы. В этом состоит жизненный цикл вируса, как носителя полевого взаимодействия клеток.

Таким образом, клетка и вирус, а также соответствующие клеточные сообщества (включённые в биоту) и соответствующие сообщества вирусов (включённые в вирому) образуют своеобразный самодостаточный групповой организм, способный не только к выживанию в экосистеме планеты (в составе биоценоза Земли), но и к самостоятельной линии развития и эволюции. Назовём такой выделенный в биоте групповой системный агрегат из однотипных клеток и связанных с ними вирусов — био-диадой (биологической диадой*).

* *Замечание*. Диада — это совокупность двух взаимосвязанных объектов, элементов.

На уровне социума с появлением естественного языка в обществе роль полевого носителя (виртуальных частиц) играют диалоговые сообщения субъектов общества. Так люди, находясь в обществе, могут

обмениваться смыслами, совместно действовать, реализуя на практике не только свои личные цели и интересы, но и процесс самоорганизации всего общества, включая существование всех его социальных институтов. По аналогии с био-диадой в обществе групповой системный агрегат из людей и связанных с ними сообщений в виде естественно-языкового информационного поля образует — социо-диаду (социальную диаду). Сообщение играет роль виртуальной полевой частицы и материализовано в форме памяти человека и его речи, а также посредством внешних информационных носителей и информационных сетей.

Заключение

В существовании указанных био- и социо- диад и состоит принцип «цифровизации» поля взаимодействия саморазвивающихся субъектов действия живых организмов в широком диапазоне, масштабах и глубине сложности — от клеток до мыслящих существ — людей.

Литература

1. Павлов В. П. Поля физические // Физическая энциклопедия в 5 т. / Гл. ред. А. М. Прохоров. — М.: Большая российская энциклопедия, 1994. — 704 с.
2. Мякишев Г. Я. Виртуальные частицы // Физика микромира / Под ред. ред. Д. В. Ширкова. — М.: Советская энциклопедия, 1980. — 528 с.
3. Майкл Кордингли. Вирусы. Драйверы эволюции. Друзья или враги? / Издательство: АСТ — 2019, 411 с.
4. Матурана У., Варела Ф. Древо познания. Биологические корни человеческого понимания. — М.: Прогресс-Традиция, 2001.
5. Шмерлина И. А. Обзор монографии: Матурана У., Варела Ф. Древо познания. Социологический журнал. 2003. № 2.

… от вселенной смысла к СМЫСЛУ ВСЕЛЕННОЙ

А.А. Кулай (kulay@mail.ru)
Академия Асгарда, г. Кострома

Посвящается:
Александру Ивановичу Субетто
Евгению Борисовичу Смирнову

Доброе время суток, дамы и господа, разрешите поприветствовать всех Вас, кто сегодня присутствует на ярмарке Смысла. Если вы присутствуете на ярмарке смысла и у Вас есть определение, что такое смысл, значит вы видите в этом предмет торга Смыслом.

Тема моего доклада звучит: «…от вселенной смысла к СМЫСЛУ ВСЕЛЕННОЙ». С Вашего позволения, я начну свой доклад. Для удобства восприятия доклад разбит на две одноимённые части: вселенной смысла и СМЫСЛ ВСЕЛЕННОЙ.

Часть первая — Вселенная смысла.

Что для Вас Всех здесь присутствующих, обозначает слово СМЫСЛ в русском языке и что Вы, собравшиеся здесь, собрались закупать на Ярмарке Смысла?

Пятилетние мировые тренды на СМЫСЛ для собравшихся сегодня на ярмарку оставляют желать лучшего.

Однако, почему собравшихся по ту сторону от экранов так интересует «СМЫСЛ»?

Смею предположить, Вы часто задаётесь простым русским вопросом в границах доступного Вам бытия и в любой деятельности: В чём смысл? Не так ли.

Так в чём смысл вашего присутствия сегодня и здесь на этом весёлом торжище?

Если у Вас появятся ответы вы сможете их направить позднее автору в виду автономности изложения доклада.

Сегодня спустя 30 лет мы немного отойдём от классического толкования смысла, где смысл толковался как совместная мысль.

Время и общество с тех пор изменились, и, чтобы быть понимаемым аудиторией согласно духу времени, мы для ясности дадим наше обновлённое

определение СМЫСЛА для русского языка применительно к категориям биосфера и ноосфера планеты Земля.

СМЫСЛ — это выражение носителей мысли с помощью лексических единиц языка[1].

Под языками понимаются естественные и искусственные языки вне зависимости живые они или мёртвые. Размышления о мысли заслуживают внимания и времени, но они выходят за рамки нашего доклада, посвященного СМЫСЛУ.

Разумеется, СМЫСЛ вместе с МЫСЛЬЮ и ИДЕЕЙ нам интересны и находятся в поле нашего внимания, как взаимодействие с умопостигаемыми и вечными сущностями бытия. Разрешите, с вашего позволения, два слова в дополнение к МЫСЛИ, без которой триада СМЫСЛ — НЕ СМЫСЛ — БЕССМЫСЛИЦА превращается в бесформенный ХАОΣ.

Мы рассматриваем МЫСЛЬ — как вибрацию и энергию и верим в то, что Вам, Господа и Дамы, не получится создать мысль при помощи акта мышления без энергии. Это большая и интересная тема, выходящая за рамки этого доклада.

Ещё два слова о мышлении.

Дельфийская максима *Γνῶθι σεαυτόν* - Познай самого себя, без акта мышления невозможна. Не углубляясь в большую тему в области психологии - тему мышление, отметим, что оно имеет не только разновидности и отличия, но и альтернативы. Например, сравнивая возможности человека и компьютера, сегодня можно утверждать, что по мощности логического мышления компьютер намного превосходит человека, а в части интуитивного мышления - наоборот. Человеческий опыт состоит из всех зрительных и звуковых образов, из ощущений и чувств прошлом, настоящем, будущем.

При оценке ситуации решения по интуиции человеком принимаются путем извлечения из памяти множества аналогичных ситуаций и выбора необходимого действия, приносящего успех в этих ситуациях. Сам процесс не требует для человека сложного анализа, и решения по интуиции принимаются почти мгновенно. Прошу простить за небольшое, но важное для понимания отступление...

Классическое число носителей мысли начиналось с двух, но представления квантово-механических процессов заставляют сегодня нас скорректировать число носителей мысли до одного. Квантово-механические походы о СМЫСЛЕ будут существенно отличаться от классических представлений.

Численность групп, использующих язык в биосфере и ноосфере для людей и машин, не имеет значения; важен лишь факт применения его во времени и пространстве и фиксация его в качестве языка в различных областях знаний, включая повседневную жизнь.

Для удобства вашего понимания высказанное обобщим это под единым названием: «Био-лингвистика». Под био-лингвистикой мы подразумеваем, если кратко — все

[1] 1 (LU, lexical entry).

языки био/ноосферы планеты Земля в прошлом, настоящем, будущем живые и мёртвые.

Вам, полагаю, будет интересно узнать, о каком количестве языков идёт речь.

Дамы и Господа, напомню, что СМЫСЛ, как и МЫСЛЬ смогут быть услышанными аудиторией, если Вы используете речь весьма неоднозначно.

Если поверить крупнейшему в мире каталогу языков Ethnologue, то на планете Земле на дату написания доклада насчитывается 7174 языка (на 2020 год). Вас не пугает число комбинаций лексических единиц в языковых словарях, при помощи которых создаются СМЫСЛЫ?

Добавим к этому числу численность жителей на планете Земля, например, в 2018 году, а она составляла 7 594 миллиарда человек, как носителей мысли. И если вдруг мы зададимся подсчётом комбинаций лексических единиц, то мы не погрешим перед заявленным в первой части названием и откроем для Вас настоящую вселенную Смысла.

И это ещё не всё. На вселенную Смысла в биосфере и ноосфере планеты Земля обрушиваются ежедневно большие потоки информации. На калифорнийской конференции, прошедшей 4 августа 2010 года на озере Тахо, генеральный директор Google Эрик Шмидт привёл интересные цифры. Сейчас за два дня мы создаём столько информации, сколько мы создали с самого зарождения цивилизации до 2003 года.

Объем этой информации составляет пять Эксабайт. Только за один год человечество создаёт не менее 913 Эксабайт. Если перевести эту величину в гигабайты и попытаться представить этот объём на компакт дисках, то в цифрах это будет выглядеть так: 913 Эксабайт = 7 842 610 282 496 Гигабит / 100 Гб (1 диск) = 78 426 102 824 дисков! При толщине диска равного 1,2 мм, положенных на линию мы будем в итоге иметь длину, приблизительно равную 78 426 километров, и это только один год!

На дату написания доклада эта информационная вселенная выросла и составляет более 1 333 242 километров, что равно 3,5 расстояний от Земли до Луны.

Никогда в человеческой истории до этого на планете Земля не было такого количества размышлений и никогда не было так много потрясений.

Есть гипотеза, что при нахождении одного смысла, мы создаём два. Какой смысл от этого, если человечество не продвигается к счастью, вселенную внешнюю и внутреннюю? Благодаря этому количеству мыслей, кем мы становимся?

Неудивительно, в таких потоках информации контуры смысла размываются и вести поиск СМЫСЛА в такой цифровой вселенной непросто. Однако, человеческий мозг не всегда успешно, но находит и вычисляет СМЫСЛ в этой цифровой вселенной!

Сегодня, благодаря развитию коммуникаций, число живых языков сокращается со средней скоростью 1 язык в две недели. Да-Да. Смысл умирает вместе с последними носителями языка и, поэтому опасность грозит, если говорить о человечестве, прежде всего, народностям, не использующим письменность.

В мире машин дела обстоят немного иначе. Несмотря на достижения и технологии, что нам может предоставить мир машин сегодня для утилизации и извлечения Смысла из произведенной информации, до 2020 года?

Средний срок жизни носителей HDD не превышает 5–6 лет! Качественные DVD, BD-диски и SSD (Samsung — на 15 ТБ). способны прожить до 10 лет. Но стоит знать, что они боятся механических воздействий, повышенной влажности и прямых солнечных лучей.

Самые долговечные накопители — оптические диски M-Disk от компании Millenniata, изготовленные из поликарбоната (основа) и стеклоуглерода (внешний слой). Диски читаются в любых дисководах, но записываются только с помощью специальных фирменных приводов. Заявленный срок жизни M-Disk составляет более 1000 лет, объем — от 4,7 до 100 Гб.

Из присутствующих, вероятно, найдутся многие, кто сможет сказать нам, что будет на планете Земля через века и даже тысячелетия, но кто возьмётся сказать, что произойдёт через миг, (равен 1/760 мгновения (0.0000005 сек., 1/2 МГц), а через сиг (равен 1/160 мига (0.000000003 сек., 1/300 МГц), где человеческое тело становится прозрачным для звуковых импульсов.

Таково положение дел с хранением Смысла на планете Земля. Но это ещё не всё.

Размышления о наших желаниях вышло из-под нашего контроля. Дилемма современного общества состоит в том, что мы пытаемся понять мир не с точки зрения архаичности внутреннего сознания, а путём количественного и отборочного восприятия внешнего мира при помощи научных средств и наших размышлений. Процесс непрекращающегося мышления приводит нас к увеличению мыслей, смыслов и увеличению вопросов.

Мы стремимся познать внутренние силы существующего мира, создающие и направляющие его информационные течения, при этом мы воспринимаем Мир, как что-то существующее вне нас. Вместо того, чтобы воспринимать его, как нечто живое и присущее нашей собственной природе. «Смотрящий за пределы спит, смотрящий внутрь пробуждается». (К. Юнг)

Поиски Мыслей, Смысла и Счастья снаружи многие тысячелетия для человечества являлись от части заблуждением, так как они могли быть найдены и внутри.

Человеческий мозг не раз успешно находил их.

Как далеко те, кто меня сейчас слушает продвинулись в понимании Смысла во вселенной Смысла? Ввиду ограниченного времени и большой темы по исследованию смысла, я ограничусь некоторыми тезисами и поделюсь методами вычислительной философии, с помощью которой нам удалось продвинутся в понимании работы со Смыслом и его структурой.

Для работы со Смыслом Мы используем «data objects» и «function objects». Это удобно и благодаря вычислительной среде, мы из лексических единиц создаём многомерные вектора, которые преобразуются в матрицы и массивы, списки, в которых легко выделяются факторы и строятся таблицы данных для последующей визуализации Смысла. Из матриц мы получаем графы, деревья, диаграммы, тепловые карты Смысла и другую сопутствующую графику как средство интерпретации смысла в предметной области.

Плотность во вселенной смысла различна и продиктована значимостью языков в мире. Известно, что из 7174 языков примерно 30% языков говорят всего по 1000 человек или меньше. Недавнее исследование выявило 25 самых значимых языков[2], в зависимости от таких параметров как численность носителей языка, использование языка в коммерции и в быту как второго языка. (Русский язык, например занимает лишь 6 место в этом списке.) В перспективе малые языковые (смысловые) общности будут выходить в глобальный мир биосферы и ноосферы через один из больших языков, и есть предпосылки, что в новом постиндустриальном мире узловое положение русского языка будет усиливаться.

Если Вы не устали, то вернёмся к Смыслу.

Смысл не может быть получен или куплен, как дешёвый костюм, СМЫСЛ - это माया (майя - иллюзия), бесконечная игра лексических единиц (форм). Смысл в информационной вселенной рождается и умирает. Смысл попадает в океан संसार (сансара).

Жизнь человека часто в литературе сводится к поискам смысла жизни, смерти, удовольствия, получение желаемого или избегание не желаемого.

Основная проблема СМЫСЛА: размышляющие люди, у которых акт мышления вышел из-под контроля. Мысли становятся не контролируемы, а, следовательно, и Смыслы становится вне контроля формы (лексической единицы).

Нужно отметить, что в смысловой вселенной для человека и для мира машин произошла смена парадигм. Смысл СЛОВО, трансформировался в Слово — ЧИСЛО. Иными словами, мы сегодня с вами имеем дело со Смыслом в форме КОДА, где код есть форма выражения Смысла. Такое положение дел нас заставляет проявлять интерес к культуре и языкам на который ведётся в биосфере и ноосфере коммуникация и человека, и машин. Смыслы для машины — это не слова, а прежде всего, коды, как текст компьютерной программы на каком-либо языке

[2] 2 1. Английский, 2. Французский,3. Испанский,4. Арабский, 5. Мандаринский диалект китайского, 6. Русский, 7. Португальский, 8. Немецкий, 9. Японский, 10. Хиндустани (хинди/урду), 11. малайский,12. Фарси (персидский),13. Суахили,14. Тамильский,15. Итальянский,16. Голландский / африкаанс,17. Бенгальский,18. Турецкий,19. Вьетнамский, 20. Польский,21. Яванский, 22. Панджаби, 23.Тайский,24. Кантонский диалект китайского, 25. Корейский. Источник: http://list25.com/

программирования или языке разметки, который может быть прочтён машиной или человеком. В обобщённом виде коды представляют собой любые входные данные, которые могут транслироваться.

Позвольте мне вернутся ещё раз к вопросу, заданному в начале доклада. Что для Вас есть СМЫСЛ? Полагаю, у Вас появились собственные ответы на этот вопрос и любопытно было бы сопоставить их синонимами и антонимами русского языка.

Для справки, например только русский язык содержит 45 синонимов и 5 антонимов к слову Смысл. Разумеется, есть много ещё чего сказать о смысле, от цвета и энергии смысла до войн смысла и искусственного интеллекта - эта тема невероятно интересная и большая, но не безграничная и в рамках этого доклада рассказать не представляется возможным (для этого нужен, как минимум цикл лекций на заданные темы) я сегодня осветил лишь очень малую часть по причине отведённого мне на это времени.

Спасибо за понимание.

Вторая часть моего доклада будет максимально краткой.

На этом разрешите закончить первую часть моего доклада.

Часть вторая — СМЫСЛ ВСЕЛЕННОЙ.

Я надеюсь, что Вы еще не потерялись в смысле вселенной в первой части доклада. Постараюсь быть предельно краток и не утомлять Вас. Если Вы признаёте множественность миров, то вы вынуждены будите признать и множественность смыслов во вселенной.

Как и было заявлено в теме доклада, смысл вселенной заключается в следующем: Смысл Вселенной - Жизнь во всех её формах и проявлениях.

СМЫСЛ ВСЕЛЕННОЙ — ЖИЗНЬ ВО ВСЕХ ЕЁ ФОРМАХ И ПРОЯВЛЕНИЯХ.

Свой доклад я хотел бы закончить цитатой К.Э. Циолковского «Монизм Вселенной»

«Так как всякая материя, всегда при благоприятных условиях, может перейти в органическое состояние, то мы можем условно сказать, что неорганическая материя в зачатке (потенциально) жива...» Калуга, 1925 год

Разумеется, мы сейчас не можем сказать с какими формами жизни и смыслами человечеству придётся столкнутся во множественности миров во вселенной и каким будет облик много мирной и многомерной смысловой вселенной, но МЫСЛЬ запечатлённая в СЛОВЕ спустя 95 лет, даёт нам повод задуматься о Смысле в форме неорганической матери как живой.

Спасибо устроителям за приглашение, спасибо Вам за внимание и потраченное на меня Ваше время.