



Лоуренс Розенблюм

Сговор чувств

Наши многочисленные ощущения взаимодействуют друг с другом в значительно большей степени, чем считалось ранее. То, что мы слышим, во многом зависит от того, что мы видим и чувствуем

В конце 1970-х гг. ФБР пригласило на работу Сью Томас (Sue Thomas) и восемь других глухих людей — для анализа отпечатков пальцев. Предполагалось, что глухим будет проще сохранять концентрацию на задаче, требующей особой тщательности. Однако с первого же дня Томас поняла, что работа невыносимо однообразна. Когда начальник пригласил ее в свой кабинет на встречу с другими сотрудниками, она была готова к тому, что из-за своих частых жалоб останется безработной. Но ее не уволили, а, наоборот, в некотором смысле повысили. Ей показали видеозапись без звука, на которой беседовали двое подозреваемых, и попросили расшифровать этот разговор.

Во время бесед с Томас агенты ФБР заметили, как искусно она читает по губам. Как они и предполагали, Томас легко расшифровала диалог подозреваемых, которые оказались причастны к незаконным азартным играм. Так началась карьера Сью Томас, первого глухого специалиста ФБР по чтению по губам.

Томас всю жизнь читает по губам, общаясь с другими людьми, поэтому у нее этот навык хорошо развит, но и все мы используем эту способность больше, чем нам кажется. На самом деле, мы хуже понимаем речь, если не можем видеть губы собеседника, особенно в шумном месте или если у говорящего выраженный непривычный для нас акцент. Обучение воспринимать речь глазами так же, как и на слух, — важная часть стандартного речевого развития, поэтому слепые дети, которые не могут видеть рты людей, разговаривающих вокруг них, учатся некоторым аспектам речи дольше, чем обычные малыши. Мы просто не можем дать им подсказку, что можно соотносить речь с видимым движением губ. В последние годы исследование мультисенсорного восприятия речи произвело революцию в понимании того, как мозг обрабатывает информацию, поступающую от разных органов чувств.

Нейробиологи и психологи почти отказались от старых представлений, что мозг — это что-то вроде швейцарского армейского ножа, в котором много областей, каждая

из которых отвечает за свою функцию. Напротив, сейчас ученые считают, что эволюционное развитие мозга способствовало формированию максимально возможно взаимного влияния между разными органами чувств таким образом, что разные сенсорные области мозга оказываются физически переплетены.

Разные анализаторы перехватывают информацию друг у друга и вмешиваются в чужую работу. Например, хотя зрительная кора преимущественно отвечает за зрение, она прекрасно умеет обрабатывать и другую сенсорную информацию. Зрячие люди, временно лишенные возможности видеть, за 90 минут слепоты становятся чрезвычайно чувствительными к прикосновениям за счет участия зрительной коры; кроме того, с помощью томографии показано, что у слепых людей зрительная кора задействована в обработке слуховой информации. Когда мы едим чипсы, звук хруста отчасти определяет их вкус, и исследователи могут изменить оценку вкуса, подкорректировав хрустящий звук, который слышат испытуемые. Когда мы стоим неподвижно, положение нашего тела определяет, куда мы будем смотреть и что мы там увидим. Проще говоря, за последние 15 лет ученые показали, что ни один из органов чувств не работает сам по себе. Кроме того, эти открытия предлагают новый подход к усовершенствованию аппаратов для слепых и глухих, например слухового имплантата.

Беззвучные слоги

Один из ранних и наиболее достоверных примеров мультимодального восприятия известен как эффект Мак-Гурка, он был впервые описан Гарри Мак-Гурком (Harry McGurk) и Джоном Мак-Дональдом (John MacDonald) в 1976 г. Если вы смотрите видеоролик, в котором кто-то многократно произносит беззвучно, одними губами, слог «га», и при этом слушаете аудиозапись, на которой тот же человек говорит «ба», вам послышится «да». Беззвучное «га» изменит ваше восприятие звучащего «ба», поскольку в мозге происходит обобщение зрительной и слуховой информации. Эффект Мак-Гурка действует во всех языках и продолжает действовать, даже если вы занимались его изучением на протяжении 25 лет, — я могу подтвердить это на своем примере.

То, что вы слышите, зависит от того, что вы ощущаете. В 1991 г. Карол Фаулер (Carol Fowler), работавшая тогда в Дартмутском колледже вместе со своими коллегами, предложила необученным добровольцам попробовать метод Тадома, при котором человек пытается понять речь, положив пальцы на губы, щеки и шею говорящего.

! ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Раньше нейробиологи считали, что мозг подобен швейцарскому армейскому ножу, и разные части его действуют независимо друг от друга, воспринимая от разных органов чувств зрительные, звуковые, обонятельные, вкусовые и осязательные сигналы.
- В результате исследований в области психологии и нейробиологии в последние три десятилетия оказалось, что мозг — мультисенсорный орган, который постоянно объединяет информацию, поступающую от разных органов чувств.
- Благодаря этому изменилось понимание того, как работает мозг, появились новые возможности помочь слепым и глухим и были улучшены программы распознавания речи.

ОБ АВТОРЕ

Лоуренс Розенблюм (Lawrence D. Rosenblum) — профессор психологии Калифорнийского университета в Риверсайде, автор книги «Смотри, что я говорю: необычайная сила наших пяти органов чувств» (*See What I'm Saying: The Extraordinary Power of Our Five Senses*).



До создания слуховых имплантатов многие слепоглухие люди, в их числе и Хелен Келлер (Helen Keller), пользовались этим методом. Оказалось, что то, какой слог из репродуктора слышит участник эксперимента, зависит от слога, воспринимаемого им на ощупь.

В 1997 г. Гемма Калверт (Gemma Calvert), работавшая в то время в Оксфордском университете, выявила область мозга, которая сильнее всего активируется при чтении по губам. Добровольцы, не имеющие специального опыта чтения по губам, наблюдали за лицом человека, бесшумно считающего от одного до девяти. Калверт с коллегами обнаружили, что при этом активируется слуховая кора, где обрабатываются звуковые сигналы, и связанные с ней зоны, которые обычно работают, когда человек слышит речь. Это был один из первых случаев, когда удалось показать, что область мозга, которая, как считалось, отвечает за обработку сигналов одной модальности, на самом деле подвержена влиянию и сигналов от других органов чувств. Более поздние исследования дали дальнейшие доказательства взаимодействия разных видов сенсорной информации. Например, сейчас ученым известно, что часть ствола мозга, отвечающая за слух, реагирует и на видимую речь, хотя раньше считалось, что эта область участвует только в первичной обработке звуковых сигналов. С помощью методов нейровизуализации было показано, что при эффекте Мак-Гурка (человек слышит «да», хотя звучит слог «ба») мозг ведет себя так, как будто слог «да» действительно прозвучал в ушах у испытуемого.

Эти открытия свидетельствуют о том, что для мозга одинаково важны характеристики речи, поступающие от ушей, глаз и даже через кожу. Это еще не значит, что разные виды ощущений одинаково информативны: очевидно, что слух улавливает больше деталей произношения, чем зрение или осязание. Правильнее будет сказать, что мозг анализирует и объединяет разные типы речевой информации независимо от их модальности.

У вас на лице написано

В других случаях разные органы чувств помогают друг другу обработать одну и ту же информацию. Специфическая манера речи, например, позволяет определить личность говорящего независимо от того, слышите вы или видите, как он говорит. Мы с коллегами снимали говорящих людей и обрабатывали полученное видео, убирая все узнаваемые черты лица, — преобразовывали лица в набор светящихся точек, которые металась и подпрыгивали как светлячки, и на их фоне появлялись чьи-то щеки и губы. Когда мы демонстрировали это видео, добровольцы смогли только по движениям губ распознать в этих безликих изображениях своих друзей.

По простым звукам речи тоже можно догадаться о личности человека. Роберт Ремес (Robert Remez) из Колумбийского университета вместе со своими коллегами обработал нормальную запись речи так, что она стала похожей на звуки, которые издавал робот R2-D2 в «Звездных войнах».

Несмотря на потерю таких индивидуальных характеристик голоса, как высота и тембр, после обработки сохранилась манера речи, по которой говорящего могут опознать его друзья. Удивительно, что даже по такой аудиозаписи испытуемые способны соотнести говорящего с его видеоизображением, состоящем из точек.

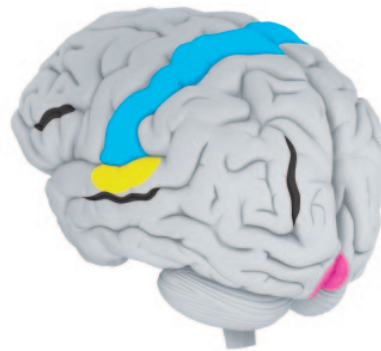
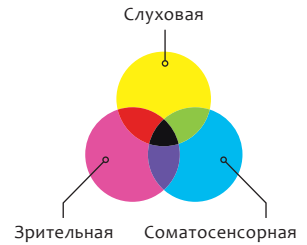
Тот факт, что в этих искаженных аудио- и видеовersionях сохраняется информация о манере речи, свидетельствует о том, что восприятия разных модальностей в мозге связаны друг с другом. Это подтверждается исследованиями с использованием нейровизуализации: когда человек слышит кого-то знакомого, у него активируется веретенообразная извилина — область, которая участвует в распознавании лиц.

Перечисленные открытия позволили сделать еще более необычный прогноз. Если названные формы восприятия смешиваются, тогда обучение чтению по губам должно одновременно улучшать способность слышать произнесенные слова. Мы предложили добровольцам, не имеющим опыта чтения по губам, потренироваться при часовом просмотре видеозаписи без звука, на которой кто-то говорил. Потом им давали прослушать набор предложений, звучащих на фоне беспорядочных шумов. Добровольцы не знали, что половина из них слушала предложения, которые произносил тот же человек, чью речь они до этого пытались читать по губам, тогда как другая половина слушала речь

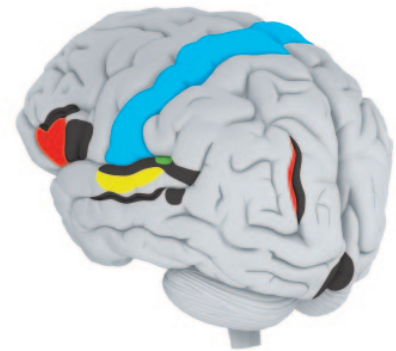
Восприятие

МУЛЬТИСЕНСОРНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ

Уже несколько десятилетий ученым известно, что определенные области мозга объединяют информацию от разных органов чувств. Например, одна область может объединять зрительную и соматосенсорную информацию, такую как прикосновение и температура. Сейчас уже очевидно, что мультимодальная чувствительность гораздо шире распространена в мозге, чем предполагали ранее, а это означает, что в процессе эволюции мозга поддерживалось такое перекрестное взаимодействие.



Традиционная схема



Новая схема

Эти иллюстрации частично отражают данные, полученные на мозге обезьян. Показаны только первичные сенсорные области.

другого человека. Испытуемые, которые читали по губам и слушали речь одного и того же человека, лучше выделяли сказанное из шума.

Смешанное восприятие

Исследования мультисенсорного восприятия речи вдохновили специалистов на изучение других, ранее не изученных, типов взаимодействий между органами чувств. Например, большинство из нас знают, что запах — важный компонент вкуса, но некоторые исследования показывают, что зрение и слух тоже могут воздействовать на вкусовые ощущения. Наиболее яркий пример: ученые обнаружили, что если апельсиновый напиток подкрасить красным, то он приобретает вишневый вкус, и наоборот. В 2005 г. Массимилиано Зампини (Massimiliano Zampini) из Университета Тренто вместе со своими коллегами проигрывали разные хрустящие звуки, в то время как испытуемые ели чипсы, и оказалось, что человек по-разному воспринимал свежесть и хруст чипсов в зависимости от звука. Когда люди смотрят на непрерывное движение вниз, например на водопад, им кажется, что та поверхность, к которой они прикасаются руками, движется вверх. Другие данные свидетельствуют о том, что кроссмодальное восприятие подсознательно меняет наше поведение. Том Штоффреген (Tom Stoffregen) из Миннесотского университета вместе со своими коллегами попросили добровольцев стоять ровно и переводить

SOURCE: "IS NEOCORTEX ESSENTIALLY MULTISENSORY?" BY ASIF A. GHAZANPAR AND CHARLES E. SCHROEDER. IN TRENDS IN COGNITIVE SCIENCES, VOL. 10, NO. 6 (JUNE 2006 (emerging scheme)), UPDATED PER LAWRENCE D. ROSENBLUM, AARON R. SEITZ AND NHALEEL A. PALAK. Illustration by A3S Biomedical Animation Studio

*Исследования восприятия
полезны и инженерам,
работающим над приборами,
распознающими лица и речь.
Часто такие устройства
даже при умеренном уровне
фонового шума очень
плохо идентифицируют
речь. Обучение подобных
приборов анализу движений
рта на видео значительно
повысит точность, причем
это актуально даже
для встроенных камер
в телефонах или ноутбуках*

взгляд с ближней мишени на удаленную. Это простое перемещение взгляда приводило к незначительному, но систематическому изменению положения тела.

Пожоих фактов обнаружилось такое количество, что многие ученые теперь считают, что чувствительные области мозга по своей природе мультимодальны. Эта новая модель согласуется и с имеющимися доказательствами поразительной пластичности мозга: его области могут менять свою функцию даже при возникновении краткосрочной или слабой сенсорной депривации. Например, с помощью методов нейровизуализации в последние годы удалось подтвердить, что достаточно завязать глаза человеку на полтора часа, чтобы его зрительная кора начала реагировать на прикосновения. Вовлечение зрительной коры действительно повышает чувствительность к прикосновениям. В связи с этим, например, близорукость часто улучшает слуховые и пространственные навыки, даже если человек носит очки (в которых большая часть поля зрения по краям остается размытой). В общем, кроссмодальная компенсация распространена значительно шире, чем считалось ранее.

Эти открытия уже пошли на пользу людям, потерявшим способность воспринимать ощущения от одного из основных органов чувств. Например, исследования показали, что слуховые имплантаты становятся менее эффективными, если у мозга было слишком много времени на то, чтобы перепрофилировать ненужную слуховую кору для других видов чувствительности, например зрительной и тактильной. Поэтому, как правило, глухим от рождения детям рекомендуется начинать

использовать имплантаты как можно раньше. Кроме того, исследователи рекомендуют глухим детям со слуховыми имплантатами смотреть видеозаписи говорящих людей, чтобы научиться объединять зрительную информацию от движений губ со слуховой.

Исследования восприятия полезны и инженерам, работающим над приборами, распознающими лица и речь. Часто такие устройства даже при умеренном уровне фонового шума очень плохо идентифицируют речь. Обучение подобных приборов анализу движений рта на видео значительно повысит точность, причем это актуально даже для встроенных камер в телефонах или ноутбуках.

В некоторых случаях представление о мультимодальности восприятия кажется противоречащим нашему повседневному опыту. Мы склонны разделять разные типы чувствительности, нам кажется, что каждый из органов чувств отвечает за восприятие совершенно отдельной части нашего мира. Мы используем глаза, чтобы видеть других людей, а уши — чтобы слышать их, мы чувствуем твердость яблока руками, но определяем его вкус с помощью языка. Однако как только сенсорная информация достигает мозга, такая строгая классификация разрушается. Мозг не направляет зрительную информацию от глаз по отдельности в одну нейронную емкость, а слуховую информацию от ушей в другую, как если бы это был контейнер для сортировки монет. Скорее, наш мозг извлекает значимое всеми возможными путями, смешивая разные формы сенсорного восприятия. ■

Перевод: М.С. Багоцкая

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Speech Perception as a Multimodal Phenomenon. Lawrence D. Rosenblum in *Current Directions in Psychological Science*, Vol. 17, No. 6, pages 405–409; December 2008.
- *The New Handbook of Multisensory Processing*. Edited by Barry E. Stein. MIT Press, 2012.
- Эффект Мак-Гурка и другие видеозаписи про мультимодальное восприятие см. по адресу: ScientificAmerican.com/jan2013/multisensory-perception