

Что изучает когнитивистика

Когнитивистика (когнитивные исследования) изучают механизмы познания, естественные мыслительные процессы у человека и животных, а также моделирование этих процессов в технических устройствах системах (в частности, в искусственном интеллекте).

Возникновению и оформлению современной когнитивистики предшествовали две когнитивные революции. Первая когнитивная революция (50-ые годы XXст.) заключается в допущении, что именно состояния разума/мозга (верования, мнения, понятия и т.п.), а не комбинации стимулов окружающей среды, обуславливают поведение человека. Первая когнитивная революция явилась следствием утверждения о том, что когнитивные феномены (мысли, чувства, верования) могут быть предметом научного (фактически обоснованного), а не философского объяснения. Такое утверждение сложилось, когда были сформированы, во-первых, компьютерная метафора и, во-вторых, теория переработки информации.

Идея информационной природы психических процессов позволила рассматривать мозг и его когнитивные процессы тождественно компьютеру и его функциональным программам, а когнитивистика стала наукой о создании и проверке гипотетико-дедуктивных теорий, описывающих ненаблюдаемые (и даже не поддающиеся наблюдению) психические процессы. Изменение взгляда на психику привело к изменению отношения к человеку как носителю этой психики. Мозг человека во многом был персонифицирован, ему стали непосредственно приписывать ментальные процессы, ранее приписываемые личности. Когнитивисты времен первой когнитивной революции изучали модель преобразования информации с момента поступления сигнала в органы чувств до получения ответной реакции. При этом человек стал восприниматься как канал переработки информации с ограниченной пропускной способностью. Компьютерная метафора открыла новые теоретические возможности. Она заменила представления об энергетическом обмене организма со средой на представление об информационном обмене. В результате принципы сохранения энергии оказались несостоятельными: вычислительное устройство, потребляя незначительное количество энергии, способно управлять огромными механизмами, информация на входе не тождественна информации на выходе.

Вторая когнитивная революция заключалась в том, чтобы объяснять психику не как компьютерную программу, а как дискурсивную активность, характерную для данного индивида. При этом сам термин «discourse» (речь, рассуждение) трактуется как вербальной презентации мысли и вербального довода.

Итак, когнитивная модель познания – эта метафора, основанная на наблюдениях и выводах, сделанных из этих наблюдений, которая интерпретирует процесс обнаружения, хранения и использования информации. При этом наши внутренние репрезентации не соответствуют точно внешней реальности и даже могут искажать эту реальность.

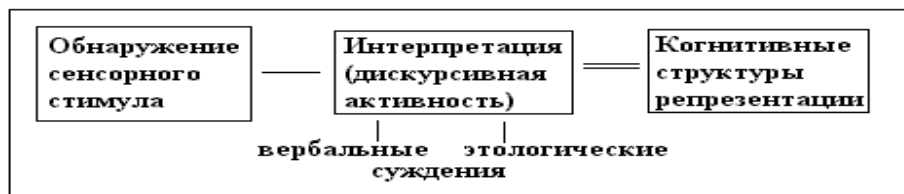


Рис. 3. Когнитивная модель познания

Когнитивная модель познания может быть изображена схематически (рис. 3).

Процесс познания может быть условно разделен на ряд этапов:

- 1) обнаружение и восприятие сенсорного стимула;
- 2) дискурсивная активность (интерпретация, результатом которой

являются вербальные и/или энологические (телесные) суждения субъекта познания о воспринятых ранее стимулах);

3) когнитивные структуры репрезентации преобразованных стимулов;

4) выработка ответных реакций на основе имеющихся когнитивных структур.

Когнитивисты полагают, что, несмотря на весьма существенные различия между различными живыми организмами, к ним могут быть применены единые принципы познания.

Какие процессы являются когнитивными

Когниция (cognition) — это понятие, которое охватывает не только целенаправленное, теоретическое познание, но и простое, обыденное (не всегда осознанное) постижение мира в каждодневной жизни человека, приобретение самого простого -- телесного, чувственно-наглядного, сенсорно-моторного опыта в повседневном взаимодействии человека с окружающим миром. Это — и восприятие мира, и наблюдение, и категоризация, и мышление, и речь, и воображение и многие другие психические процессы или их совокупность. Вся познавательная деятельность человека (когниция) направлена на освоение окружающего мира, на формирование и развитие умения ориентироваться в этом мире на основе полученных знаний. Это, в свою очередь, связано с необходимостью выделять и сравнивать (отождествлять и различать) объекты и события. При этом центральное место в этой классификационной деятельности занимают процессы концептуализации и категоризации, которые различаются по своему конечному результату и цели. Процесс концептуализации направлен на выделение минимальных содержательных единиц человеческого опыта — структур знания, а процесс категоризации — на объединение сходных или тождественных единиц в более крупные разряды, категории. Концептуализация — это осмысление поступающей информации, мысленное конструирование предметов и явлений, которое приводит к образованию определенных представлений о мире в виде концептов, (т.е. фиксированных в сознании человека смыслов). Люди часто владеют словами не на уровне их значений, а на уровне передаваемых ими смыслов, т.е. концептов и концептуальных признаков. Они используют их как готовые клише (по аналогии с грамматическими формами) в совершенно других, не соответствующих им концептах, не задумываясь, как формулируются значение этого слова в словаре, которое и служит адресату основой для понимания передаваемого смысла.

Когнитивный процесс рассматривается как система единиц познавательной активности (концептов), среди которых выделяются: категории, прототипы, схемы, скрипты, эвристики, стереотипы и социальные репрезентации.

С чего начинались когнитивные исследования

Основная идея когнитивной науки заключается в том, что ментальные операции включают в себя обработку информации, и, следовательно, мы можем изучать, как работает разум в процессе обработки информации. Основная идея разума как процессора информации имеет ряд очень специфических корней в областях, которые на первый взгляд имеют мало общего.

Предыстория когнитивной науки включает в себя параллельные и в значительной степени независимые разработки в психологии, лингвистике и математической логике. Мы рассмотрим четыре из них:

- п Реакция на бихевиоризм в психологии
- п Идея алгоритмических вычислений в математической логике
- п Появление лингвистики как формального анализа языка
- п Появление моделей обработки информации в психологии

Реакция на бихевиоризм в психологии

Бихевиоризм был влиятельным движением в психологии. Это принимает множество различных форм, но все они разделяют основное предположение, что психологи должны ограничиться изучением наблюдаемых явлений и измеримых величин поведения. Им следует избегать спекуляций о ненаблюдаемых психических состояниях и вместо этого следует полагаться на непсихологические механизмы, связывающие определенные стимулы со специфическими ответами. Эти механизмы являются продуктом обуславливания.

Для примера обуславливания, можно вспомнить о собаках Павлова, которые вырабатывают слюноотделение в ответ на звук колокольчика или награды / наказания, которые дрессировщики используют для поощрения / наказания определенных типов поведения.

По мнению бихевиористов, психология - это действительно наука о поведении. Этот способ размышления о психологии оставляют мало места для когнитивной науки как научного изучения познания и разума. Когнитивная наука не могла даже начаться, пока бихевиоризм не перестал быть доминирующим подходом в психологии. В психологии отход от бихевиоризма был длительным и затяжным процессом. Мы можем оценить некоторые идеи, которые важны для последующего развития когнитивной науки, поскольку мы рассмотрим три основных. Каждая из них была важным утверждением идеи о том, что различные типы поведения не могут быть объяснены с точки зрения механизмов стимул-реакция. Вместо этого, психологам нужно думать об организмах как о хранящих и обрабатывающих информацию о своей окружающей среде, а не как механическая реакция на подкрепления и стимулы. Эта идея организмов как процессоров информации - самая фундаментальная идея когнитивной науки.

Обучение без подкрепления:

Толмен и Хонзик, «Проницательность у крыс» (1930).

Эдвард Толмен (1886–1959) был психологом-бихевиористом, изучавшим интеллект как способность к решению проблем и обучению (на крысах). Как и большинство психологов того времени, он начал с двух стандартных бихевиористских предположений об обучении. Первое предположение состоит в том, что все обучение является результатом обуславливания. Второе предположение состоит в том, что обусловленность зависит от процессов ассоциации и подкрепления.

Мы можем понять эти два предположения, рассмотрев поведение крысы в коробке Скиннера. Типичная коробка Скиннера показано на рисунке 1.1. Крыса получает вознаграждение за определенное поведение (например, нажатие на рычаг или нажатие кнопки). Каждый раз, когда крыса выполняет соответствующее поведение она получает вознаграждение. Награда усиливает поведение. Это означает что связь между поведением и наградой усиливается, а для крысы повторение такого поведения снова становится более вероятным. Крыса приучается к данной модели поведения.

Основная идея бихевиоризма заключается в том, что все обучение - это либо обучение с подкреплением или даже более простая форма ассоциативного обучения, часто называемая классической обуславливанием.

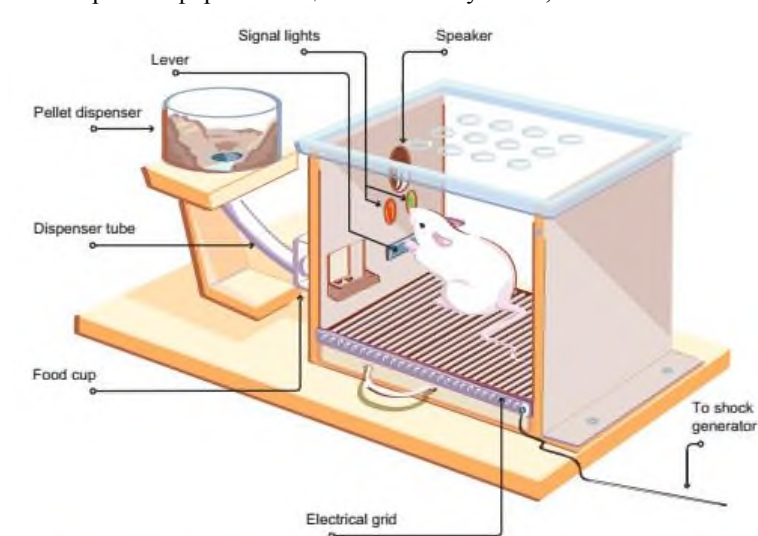


Figure 1.1 A rat in a Skinner box. The rat has a response lever controlling the delivery of food, as well as devices allowing different types of stimuli to be produced. (Adapted from Spivey 2007)

В классическом обуславливании усиливается связь между условным стимулом (например, обычно нейтральным звуком колокольчика) и безусловным стимулом (например, предъявлением еды). Безусловный раздражитель не нейтрален для организма и обычно вызывает поведенческую реакцию, например, слюноотделение. Что происходит во время классической тренировки, так это то, что укрепляется связь между условным раздражителем и безусловным раздражителем в конечном итоге заставляет организм производить безусловный ответ на условный раздражитель без наличия безусловного раздражителя.

Самый известным примером классического обуславливания являются собаки Павлова, которые были вынуждены выделять слюну на звук колокола с помощью простой техники использования колокола для сигнала о прибытии еды.

Итак, основной принцип бихевиоризма заключается в том, что все обучение, будь то крысы или людей, происходит через процессы подкрепления и обуславливания. Но исследования, опубликованные Толменом и Хонзиком в 1930 г., показали, однако, что это не верно даже для крыс.

что
среда
были
об

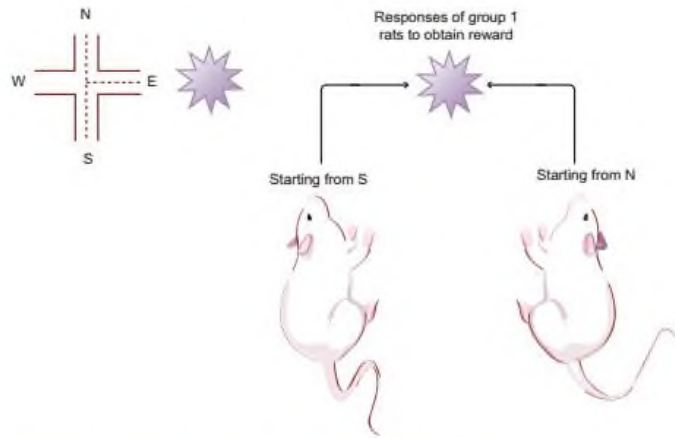


Figure 1.3 A cross-maze, as used in Tolman, Ritchie, and Kalish (1946). The left-hand part of the figure illustrates the maze, with a star indicating the location of the food reward. The right-hand side illustrates how the group 1 rats had to make different sequences of movements in order to reach the reward, depending on where they started.

тах)

окружающей среде.

Планы и сложное поведение: Лэшли, «Проблема последовательного порядка в поведении» (1951).

В то же время, когда Толмен ставил под сомнение стандартные бихевиористские модели пространственной навигации, психолог и физиолог Карл Лэшли думал в более общем плане о проблеме объяснения сложного поведения. Большая часть поведения человека и животных имеет очень сложную структуру. Это включает в себя очень организованные последовательности движений. Бихевиористы с их схемой "стимул-реакция" ограничили ресурсы для размышлений об этом сложном поведении. Они должны рассматривать их как связанные последовательности ответов - как своего рода цепочка, каждое звено которой определяется звеном непосредственно перед этим. Это основная идея, лежащая в основе моделей обучения крыс бегающих по лабиринтам. Стандартная бихевиористская точка зрения состоит в том, что крысы учатся объединять серии движений, которые приводят к награде. Толмен и Лэшли показали, что сложное поведение так не опишешь

Подумаем о сложном наборе движений, связанных с произнесением предложения допустим на английском языке. Или поиграть в теннис. Ни в одном из этих случаев нет такого, чтобы одно определенное ответное действие (движение языка, пальца...) было вызвано каким-то определенным стимулом окружающей среды. То, что происходит в любой конкретный момент в нашем поведении, часто зависит от того, что произойдет позже, а также общей цели поведения. По словам Лэшли, нам следует думать о многих из этих сложных форм поведения как о продуктах предварительного планирования и организации. Поведение организовано иерархически (а не линейно). Общий план (скажем, подойти к столу, чтобы забрать стакан) реализуется суммой более простых планов (план ходьбы и план достижения), каждый из которых может быть разбит на более простые планы и т. д. Очень мало (если вообще есть) из этого планирования происходит в сознательный уровень.

Эссе Лэшли содержит семена двух идей, которые оказались очень важными для когнитивная наука. Во-первых, это идея о том, что многое из того, что мы делаем, находится под контролем механизмов планирования и обработки информации, которые работают ниже порога осознанности. Это гипотеза подсознательной обработки информации. Хотя мы часто осознаем наши высокоуровневые планы и цели (то, что происходит на самом верху иерархии), мы, как правило, не обращаем внимания на обработку информации, которая переводит эти планы и цели в действия. Так, например, вы можете сознательно сформировать намерение взять стакан воды. Но для выполнения намерения требуется очень точно, рассчитывая траекторию, которую должна принять ваша рука, а также степень открытости до нужной степени, чтобы взять стакан. Эти расчеты выполняются системами обработки информации, работающими намного ниже порога сознательного контроля.

Вторая важная идея - это гипотеза анализа задачи. Это идея, что мы можем понять сложную задачу (и когнитивную систему, выполняющую ее), сведя ее вниз в иерархию более основных подзадач (и связанных подсистем). Мы можем думать о конкретной когнитивной системе (скажем, о система памяти) как выполнение определенной задачи - задачи, позволяющей организму использовать ранее полученную информацию. Мы можем думать об этой задаче как о ряд более простых подзадач - скажем, подзадача по хранению информации и подзадача извлечения информации. Мы могли бы отделить подзадачу длительного хранения информации от подзадачи краткосрочного хранения информации. И так далее по иерархии.

Теория вычислений и идея алгоритма

В то же время, когда Толмен и Лэшли оказывали давление на некоторые основные принципы бихевиоризма, теоретические основы одного очень влиятельного подхода к когнитивной науке были заложены в математика.

В 1936–1977 гг. Алан Тьюринг опубликовал в «Proceedings of the London Mathematical Society» статью, в которой представил некоторые из основных идей теории вычислений. Вычисления - это то, что делают компьютеры, и, по мнению многих ученых-когнитивистов, это что делает человеческий разум. Тьюринг создал теоретическую модель, которая как думаю многие уловила суть вычислений как таковых.

Тьюринг пытались решить проблему определения, существует ли чисто механическая процедура для определения того, существует ли у математической задачи (любой) решение (известную как проблема остановки halt-problem)

Толмен рассматривал свои эксперименты по изучению ориентации в пространстве как доказательство того, животные образуют высокоуровневые представления о том, как устроена их - то, что он назвал когнитивными картами.

Когнитивные карты Толмена одним из первых предложений по объяснению поведения в терминах представлений (храняя информация окружающей среде). Представления являются одними из фундаментальные объяснительные инструменты когнитивной науки. Когнитивные ученые регулярно объяснять конкретные когнитивные достижения (например, навигационные достижения крыс в лабиринте путем моделирования того, как организм использует представления об

Мы можем думать об этом с точки зрения компьютерных программ. Многие компьютерные программы не определены для каждого возможного ввода. Они дадут решение для некоторых вводов, для которых они определены. Но для других вводов, тех, для которых они не определены, они будут просто бесконечно заикаться, в поисках решения, которого нет. С точки зрения программиста, действительно важно уметь определить, определена ли компьютерная программа для заданного ввода - чтобы иметь возможность определить, что происходит, когда программа «молчит» - она просто долго производит расчеты в поисках решения, или программа уже в бесконечном цикле без надежды получить хоть какое-то решение.

Решение проблемы остановки даст способ сказать, для данной компьютерной программы и заданного ввода, определена ли программа для этого ввода. Он должен дать ответ «Да», когда программа определена, и «Нет», когда программа не определяется.

Важно подчеркнуть, что Тьюринг искал чисто механическое решение Проблемы остановки. Он искал что-то с такими же основными функциями, как и правила, которые мы все изучаем в средней школе для умножения двух чисел или выполнения деления в столбик. Эти рецепты механические, потому что они не предполагают никакого понимания.

Правила можно четко сформулировать в виде конечного набора инструкций и следуя которым ты всегда получишь правильный ответ, даже если не понимаешь как и почему.

Тьюринг описал такое механическое применение правил, используя понятие алгоритма. Алгоритм - это конечный набор однозначных правил, которые могут систематически применяться к объекту или набору объектов, чтобы преобразовать его или их определенными и ограниченными способами. Инструкция по программированию DVD рекордера, например, предназначены для алгоритмической работы, чтобы им можно было следовать вслепую таким образом, чтобы превратить DVD-рекордер из незапрограммированного в запрограммированный на включение и выключение в подходящее время.

Одним из величайших достижений Тьюринга была смелая гипотеза о том, как определить понятие алгоритма в математике. Тьюринг разработал невероятно простой вид вычислительного механизма (то, что мы теперь называем в его честь машиной Тьюринга). Это идеализированная машина, а не настоящая. Идеализированную машину Тьюринга делает то, что она состоит из бесконечно длинного отрезка ленты, разделенного на ячейки, чего в принципе не может быть. Смысл

бесконечно длинной ленты в том, что так у машины не будет никаких ограничений по хранению.

Машина Тьюринга похожа на компьютер с бесконечно большим жестким диском. Каждая из ячеек ленты Тьюринга может быть пустой или содержать один символ. Машина Тьюринга также содержит головку. Лента проходит через головку машины, с одной ячейкой под головкой в данный момент. Это позволяет ей читать символ, содержащийся в ячейке. Головка машины также может выполнять ограниченное количество операций с ячейкой, которую он в данный момент сканирует.

Может:

- n удалить символ в ячейке
- n вписать новый символ в ячейку
- n переместить ленту на одну ячейку влево
- n переместить ленту на одну ячейку вправо

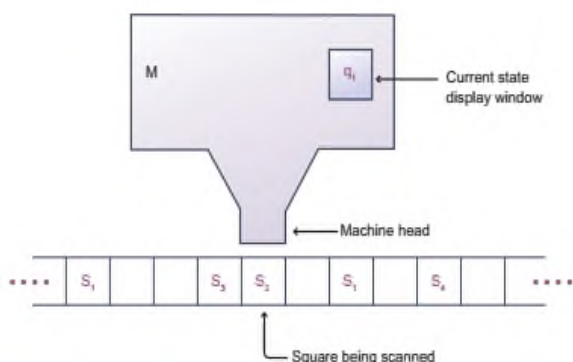


Figure 1.4 Schematic representation of a Turing machine. (Adapted from Cutland 1980)

Любая отдельная машина Тьюринга имеет набор инструкций (свою машинную таблицу). Машина может находиться в любом из (конечного числа) различных состояний. Машинная таблица определяет, что будет делать машина Тьюринга, когда она встречает определенный символ в конкретной ячейке, в зависимости от того, в каком внутреннем состоянии она находится. Рисунок 1.4 представляет собой схематическое изображение машины Тьюринга.

Прелесть машины Тьюринга в том, что ее поведение полностью определяется таблицей машины, ее текущим состоянием и символом в ячейке, которую она в данный момент сканирует.

Здесь нет двусмысленности, и машине нет места для «интуиции» или рассуждений. Фактически, она является чисто механическим устройством, именно таким, какое требуется для реализации алгоритма. И хоть в реальности этого устройства быть не может, но оказалось, что это универсальный прототип. Все, что можно сделать в математике с помощью алгоритма можно сделать с помощью машины Тьюринга. Машины Тьюринга - это компьютеры, которые могут вычислять все, что может быть вычислено алгоритмически (тезисом Чёрча-Тьюринга).

И, кстати, оказалось, что проблема остановки неразрешима. Невозможно создать алгоритм проверки программ, который мог бы однозначно ответить на вопрос зависнет ваш код или нет.

Тьюринг способствовал раннему развитию когнитивной науки тем, что представил модель вычислений, которая выглядела так, как будто она могла быть ключом к объяснению того, как информация обрабатывается разумом. По мере того, как теоретики приближались к идее о том, что познание включает в себя обработку информации, стало очевидным представлять обработку информации как об алгоритмический процесс.

Лингвистика и формальный анализ языка

Изучение языка играло фундаментальную роль в предистории когнитивной науки. С одной стороны, использование языка - это пример иерархически организованного сложного поведения, о котором говорил Лэшли. С другой стороны, появление трансформационной лингвистики и формального анализа синтаксиса (тех аспектов использования языка, которые изучают как слова могут быть законно соединены в предложения) предоставил очень наглядный пример того, как алгоритмически анализировать массивы информации, которые могут лежать в основе базовых когнитивных способностей (таких как способность говорить и понимать язык). И тут главное действующее лицо - Ноам Хомски

Книга Хомского считается первым примером того, как лингвист предлагает объяснительную теорию того, почему языки работают так, как они работают (в отличие от их простого описания). Хомского интересовало не отображение различий между разными языками и в описании их структуры, а скорее теоретическое объяснение того, почему у них есть такая структура. Решающее значение для его подхода - различие между глубокой структурой предложения (грамматическая структура фразы) и ее поверхностной структурой (фактическая организация слов в предложении, полученном из глубокой структуры в соответствии с принципами трансформационной грамматики).

Глубокая или фразовая структура предложения - это просто то, как оно строится из базовых составляющих (синтаксические категории) по основным правилам (правилам построения фраз).

Нам нужно лишь небольшое количество базовых категорий, чтобы определить фразовую структуру предложения. Это знакомые части речи, о которых мы все узнаем в старшей школе: существительные, глаголы, прилагательные и т. д. Любые грамматические предложения (в том числе те, которые никто никогда не произнесет) состоят из этих основных частей речи, объединенных в соответствии с основными правилами структуры фраз (например, правилом, согласно которому каждое предложение состоит из глагольной фразы и существительной фразы).

На рисунке 1.5 мы видим, как эти основные категории могут быть использованы для создания фразовой структуры дерева предложения «Джон ударил по мячу». Дерево структуры фразы легко читается. По сути, вы начинаете сверху с самой общей характеристики. По мере того, как вы спускаетесь по дереву, структура предложения становится более четко сформулированы, чтобы мы могли видеть, какие слова или комбинации слов выполняли какую функцию.

Анализ предложений с точки зрения их фразовой структуры - мощный инструмент объяснения.

Есть пары предложений с очень разными фразовыми структурами, но явно очень похожи по смыслу. Сравним «Джон ударил по мячу» и «Мяч был ударен Джоном.» В большинстве случаев эти предложения эквивалентны и взаимозаменяемы, несмотря на то, что у них разные структуры. И наоборот, есть предложения с поверхностно похожими структурами, которые явно несвязаны между собой. Подумайте о «Сьюзен легко угодить» и «Сьюзен очень хочет доставить удовольствие».

Основная цель трансформационной грамматики - объяснить связь между предложениями первого типа и объяснить различия между предложениями второго типа. Это делается путем описания правил, которые устанавливают приемлемые способы преобразования глубоких структур. Это позволяет лингвистам определить трансформационную структуру предложения с точки зрения его трансформационной истории.

Правила преобразования трансформационной грамматики являются примерами алгоритмов. Они определяют набор процедур, которые работают со строкой символов, чтобы преобразовать его в другую строку символов. Так, например, структурная грамматика может включать правило «активного - пассивного» преобразования

Более того, когда мы смотрим на структуру пассивного предложения «Мяч был ударен Джоном», мы можем рассматривать его как иллюстрацию именно той иерархической структуры, на которую на обратил внимание Лэшли. Это характеристика языков в целом. Они организованы иерархически. Если подумать о том, как они работают, трансформационная грамматика объединяет две очень фундаментальные идеи. Первая идея состоит в том, что сложные, иерархически организованные когнитивные способности, такие как говорение и понимание языка, включают хранимые массивы информации (информацию о структурах фраз и правила трансформации). Вторая идея заключается в том, что этими массивами информации можно манипулировать алгоритмически.

Модели обработки информации в психологии

В конце 1950-х годов идея о том, что разум работает, обрабатывая информацию, начала становиться все более популярной в рамках психологии. Это произошло под воздействием многих влияний. Одним из них стало появление теории информации в прикладной математике. В истории науки, появление теории информации может быть привязано к одному событию - публикации статьи под названием «Математическая теория коммуникации» Клода Э. Шеннона в 1948 году. В статье

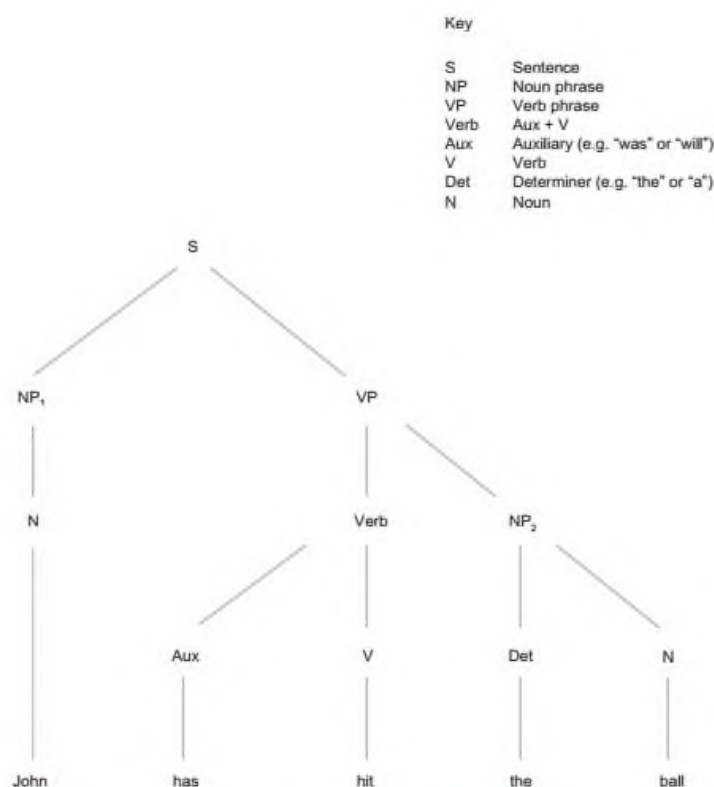


Figure 1.5 A sample phrase structure tree for the sentence "John has hit the ball." The abbreviations in the

NP₁ + Aux + V + NP₂
 ⇒
 NP₂ + Aux + been + V + by + NP₁

This transforms the string "John + has + hit + the + ball" into the string "the + ball + has + been + hit + by + John." And it does so in a purely mechanical and algorithmic way.

Шеннона показано, как информацию можно измерить, и он предоставил точные математические инструменты для изучения передачи информации.

Эти инструменты (включая идею бита как меры информации) оказались очень полезными, оказали влияние на психологию и когнитивную науку в целом. Мы можем проиллюстрировать как модели обработки информации утвердились в психологии через две очень известные публикации 1950-х годов.

Первая, статья Джорджа Миллера «Магическое число семь, плюс-минус два: некоторые ограничения нашей способности обрабатывать информацию» использовал основные концепции теории информации для определения важнейших особенностей того, как работает разум. Второй, статья Бродбента 1954 г. «Роль слуховой локализации во внимании и памяти», представил два влиятельных эксперимента, которые сыграли решающую роль в его более поздней (1958 года «Восприятие и общение»), модели обработки информации в психологии. Модель блок-схем, предложенная Бродбентом (как показано на рис. 1.6) стала стандартным способом для когнитивистов описывать и объяснять различные аспекты познания.

Сколько информации мы можем обработать? Джорджа Миллера «Магическое число семь плюс-минус два» (1956)

Инструменты теории информации могут быть применены к изучению разума. Одним из основных понятий теории информации является понятие информационного канала - это носитель, который передает информацию от отправителя получателю.

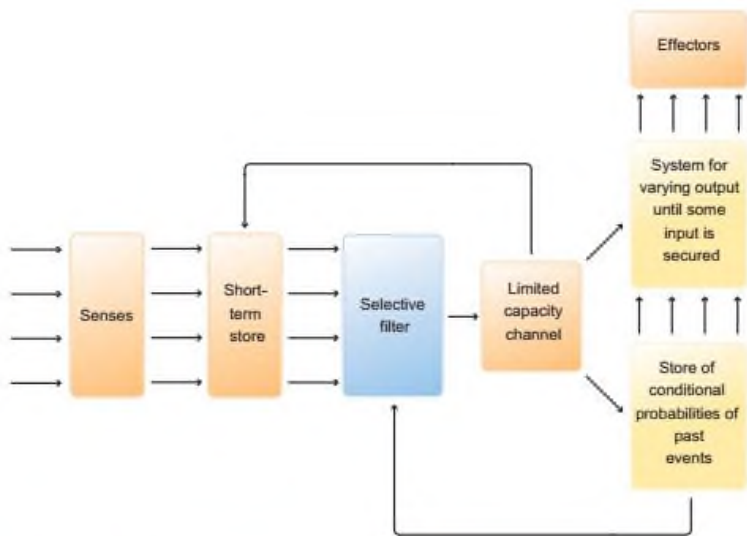


Figure 1.6 Donald Broadbent's 1958 model of selective attention.

присвоить номера звукам по высоте, а затем предъявляют последовательности звуков и просят их идентифицировать по присвоенным номерам. Так, например, если вы присвоили «1» средней Си, «2» для первого Ми выше среднего Си и «3» для первого Фа #, а затем услышал последовательность E-C-C-F # -E, правильный ответ будет 2-1-1-3-2.

Когда последовательность состоит из одного или двух звуков, испытуемые никогда не ошибаются.

Но производительность резко падает, когда последовательность состоит из шести и более звуков. Подобный феномен происходит, когда мы переключаемся от слуха к зрению и попросите испытуемых оценить размер квадратов или длину линии. Помещение этих экспериментальных результатов в контекст теории информации привела Миллера к предположению, что все наши сенсорные системы являются информационными каналами с примерно такой же пропускной способностью канала (где пропускная способность канала определяется объемом информации, который он может надежно передать). В этих случаях способность воспринимающего делать абсолютные суждения является показателем пропускной способности канала информационного канала, который она использует.

По сути, Миллер предположил наличие узкого места (бутылочного горлышка) в обработке информации. Он предположил, что человеческие системы восприятия - это информационные каналы со встроенными ограничениями. Эти информационные каналы могут обрабатывать не более семи элементов одновременно (или, выражаясь языком теории информации, их пропускная способность составляет около 3 бит; поскольку каждый бит позволяет системе различать 2 части информации, n битов информации позволяют системе различать 2^n частей информации, а 7 чуть меньше 2 3).

Одновременно с определением этих ограничений Миллер определил способы работы с ними. Одним из способов увеличения пропускной способности канала является разбиение информации на части.

Мы можем переименовывать последовательности чисел в отдельные числа. Например, когда мы используем десятичную нотацию для перемаркировки чисел в двоичной системе счисления. Мы можем выделить одно и то же число двумя разными способами - с помощью двоичного выражение 1100100, например, или с десятичным выражением 100. Если мы используем двоичное обозначение, то мы находимся на пределе возможностей нашего визуального канала. Если мы используем десятичную дробь обозначения, то мы находимся в этих пределах. Как указал Миллер, чтобы вернуться к теме, которая всплывала уже несколько раз, естественный язык является окончательным инструментом для дробления информационного потока.

Поток информации: Дональд Бродбент «Роль слуховой локализации во внимании и объеме памяти» (1954)

Эксперименты Миллера, добавили правдоподобия идее, что чувства - это информационные каналы с ограниченной пропускной способностью. Следующим шагом было подумать о том, как на самом деле работают эти информационные каналы. Одна из первых моделей обработки сенсорной информации была разработана британцем Дональд Бродбент (1958

Мы можем думать о восприятии как информационном канале. Например, зрение - это среда, через которую информация передается из окружающей среды к воспринимающему. Так проходят прослушивание (слух) и обоняние (запах). Такое размышление о системах восприятия дало Миллеру и другим психологам новый набор инструментов для размышлений об экспериментах с человеческим восприятием.

В статье Миллера обращено внимание на широкий спектр свидетельств того, что человеческие субъекты действительно довольно ограничены в своих абсолютных суждениях. Примером абсолютного суждения является наименование цвета или определение высоты тона конкретного звука - в отличие от относительных суждений, таких как определение того, какой из двух цветов темнее, или какой из двух тонов выше. В одном эксперименте, описанном Миллером, испытуемых просят

года «Восприятие и общение»). Как и в случае с Миллера, толчком к этому послужили эксперименты в области психологии, известной как психофизика. Это раздел психологии, изучающий, как субъекты воспринимают и различают физические раздражители.

Феномен коктейльной вечеринки.

На коктейльной вечеринке или любом другом общественном мероприятии мы часто можем слышать много текущих и несвязанных разговоров. Как-то нам удается сосредоточиться только на том, что мы хотим послушать. Как мы с этим справляемся? Как мы отсеиваем все нежелательные предложения, которые мы слышим? Понятно, что мы уделяем внимание только некоторым из разговоров, которые мы слышим. Слуховое внимание избирательно.

Бродбент изучал слуховое внимание с помощью дихотических экспериментов с дихотомическим слушанием, когда испытуемому одновременно подается разная информация в разные слуховые каналы. Эксперимент заключался в том, что испытуемым предъявлялись цепочки из трех различных стимулов (букв или цифр) в одно ухо, одновременно представляя их другой строкой в другое ухо. Испытуемых просили сообщать о стимулах в любом порядке. Бродбент обнаружил, что результаты были лучше всего, когда сообщали о раздражителях на слух, т. е. сообщая, что все три представлены сначала в левое ухо, а затем три представленных в правое ухо. Этот и другие результаты были объяснены моделью, которую он впоследствии разработал см. рисунке 1.6. Информация приходит через органы чувств и попадает в краткосрочное хранилище, прежде чем пройти через селективный фильтр. Селективный фильтр отсеивает большую часть входящей информации, отбирая часть для дальнейшей обработки. Этот механизм позволяет нам выборочно уделить внимание лишь части того, что происходит вокруг нас на коктейльной вечеринке. Только информация, которая проходит через избирательный фильтр, интерпретируется семантически. Хотя люди на коктейльных вечеринках могут слышать много разных разговоров в то же время они плохо понимают, что говорится в разговорах, на которые они не обращают внимания. Они слышат слова, но не извлекают из них значение.

Бродбент интерпретировал дихотические эксперименты с слушанием как показывающий, что мы можем обращаться только к одному информационному каналу за раз (при условии, что каждое ухо отдельный информационный канал) - и что выбор между информацией каналов основывается исключительно на физических характеристиках сигнала. Выбор может быть основан на физическом местонахождении звука (происходит ли он от левого уха или правого), или от того, мужской ли это голос или женский.

Селективный фильтр не работает по волшебству. Как видно из диаграммы, селективный фильтр «запрограммирован» другой системой, которая хранит информацию об относительной вероятности различных событий. Мы предполагаем, что система преследует цель. Что такое программирование избирательного фильтра - это информация о вещах, которые привели для достижения этой цели в прошлом. Информация, которая проходит через выборочную фильтрацию переходит в то, что Бродбент называет каналом с ограниченной пропускной способностью. Из канала ограниченной емкости информация может поступать либо в долгосрочное хранилище, либо на дальнейшую обработку и, в конечном итоге, в действие, или она может быть повторно использована в краткосрочном хранилище (чтобы сохранить ее, если она рискует быть потерянным).

Мы видим, как модель Бродбента объясняет происходящее на коктейльной вечеринке. На избирательный фильтр поступает поток различных разговоров. Если моя цель, скажем, состоит в том, чтобы завязать разговор с доктором Икс (женщина), то селективный фильтр может быть настроен в первую очередь на женские голоса. И я осознаю звуки, которые соответствуют этому условию потому что они прошли через селективный фильтр. Они могут предоставить информацию, которую можно сохранить и, возможно, в конечном итоге вернуть в селективный фильтр. Предположим, я «подключаюсь» к разговору, в котором, как мне кажется, участвует доктор X, но где женский голос принадлежит г-же Z, и тогда селективный фильтр может быть проинструктирован отфильтровать голос миссис Z.

Связи и точки контакта

Как связаны все эти предпосылки?

Самая основная концепция, объединяющая когнитивные исследования - это концепция информации. Многим казалось, что эксперименты Толмена со скрытым обучением показали, что животные (включая, конечно, людей) способны собирать информацию без сознательного управляемого усилия. Крысы бродят по лабиринту без награды, собирают и хранят информацию о том, как что расположено. Информация – это то что они могли впоследствии извлечь и пустить в ход, когда на кону стояла еда.

Подход Хомского к лингвистике использует понятие информации другим способом. Его синтаксические структуры указали лингвистам на идею, что говорение и понимание естественного языка зависит от информации о структуре предложения - об основных правилах, которые управляют поверхностной структурой предложений и об основных принципах преобразования, лежащих в основе глубокой структуры предложений.

В работе психологов Миллера и Бродбента мы также находим особое понимание информации. Идея в том, что мы можем понять системы восприятия как информационные каналы и использовать теорию информации, чтобы изучить их основную структуру и пределы.

Вторым общим для всех предпосылок понятием является понятие репрезентации (представления).

Информация есть повсюду, но для того, чтобы использовать ее, организмы должны ее представлять. Представления станут основной валютой когнитивной науки. Эксперименты Толмена по изучению ориентации в пространстве дали идею о том, что у организмов есть когнитивные карты, представляющий пространственную планировку окружающей среды.

Машины Тьюринга предполагают совершенно другой тип представления. Здесь репрезентацией являются инструкции для реализации конкретных алгоритмов в машинной таблице.

В том же ключе Хомский предположил, что важные элементы языкового понимания представлены (репрезентированы) в виде правил структуры фраз и правил преобразования. И Миллер показал, как представление информации разными способами (с точки зрения разных типов фрагментов, например) может повлиять на то, сколько информации мы можем хранить в памяти.

Информация - это не статичный запас данных. Организмы собирают информацию. Они его адаптируют, модифицируют и используют. Короче говоря, организмы участвуют в обработке информации. Основная идея обработки информации вызывает ряд вопросов. Например, можно задаться вопросом: о содержании обрабатываемой информации. Как эта информация закодирована? В задачах пространственной ориентации информация может быть закодирована как последовательность движений организма в его перемещениях к цели, а может кодироваться как описание соотносительного положения предметов в окружающей среде

Даже если мы узнаем, как кодируется информация, остаются вопросы о механике обработки информации. Как это на самом деле работает? Возможный ответ в модели вычислений Тьюринга. Машины Тьюринга иллюстрируют идею чисто механического способа решения проблем и обработки информации. С одной стороны машины Тьюринга совершенно неразумны. Они слепо следуют очень простым инструкциям. И все же, если подтверждается тезис Черча – Тьюринга, они могут вычислить все, что может быть вычислено алгоритмически. С другой стороны, трудно быть умнее машины Тьюринга.

Если основные предположения трансформационной лингвистики верны, то мы можем увидеть как минимум одну сферу, в которой может применяться понятие алгоритма. Основные принципы, по которым преобразовываются предложения (которые переводят предложение из его активной в пассивную форму, например, или которые преобразуют утверждение в вопрос) можно рассматривать как механические процедуры. И значит это в принципе может быть выполнено соответствующим образом запрограммированной машиной Тьюринга (как только мы найдем способ численного кодирования основных категорий трансформационной грамматики).

И последняя тема, которая возникла у исследованных нами авторов, - это идея о том, что обработка информации осуществляется специализированными системами. Эта идея наиболее отчетливо проявляется в модели избирательного внимания Бродбента. Здесь мы видим, как сложная задача обработки информации (задача осмысления огромного количества информации, полученной слуховой системой), разбивается на ряд более простых задач (например, как задача выбора единого информационного канала или задача выяснить, что предложения означают). Каждая из этих задач обработки информации выполняется специально выделенными системами, такие как избирательный фильтр или система семантической обработки.

Одна мощная идея, которая вытекает из модели избирательного внимания Бродбента, заключается в том, что мы можем понять, как работает когнитивная система в целом, понимая, как информационные потоки проходят через нее. Бродбент предложил блок-схему, показывающую различные этапы, через которые проходит информация при обработке системой. Многие впоследствии психологи и ученые-когнитивисты приняли этот тип блок-схемы обработки информации как образец объяснения когнитивных способностей.

Из каких разделов состоит когнитивистика

Структура когнитивных исследований выглядит примерно так

0. Предыстория когнитивных исследований
1. **Нейрокогнитология** – изучение структуры и функционирования когнитивных систем как нейронных сетей мозга.
2. **Когнитивная психология** – изучение восприятия, внимания, памяти, интеллекта как процессов переработки информации.
3. **Прикладные когнитивные исследования** – применение методов и данных нейронаук и когнитивной психологии для объяснения конкретных когнитивных процессов и управления ими.
 - 3.1 Нейроэкономика
 - 3.2 Нейродизайн
 - 3.3 Нейромаркетинг
 - 3.4 Когнитивная социология
 - 3.5 Когнитивно-поведенческая терапия
 - 3.6 Представление (репрезентация) и обработка данных в системах искусственного интеллекта

Почему когнитивистика – междисциплинарное исследование

Когнитивистика является междисциплинарным научным исследованием потому, что оно объединяет философию, психологию, нейронауки, лингвистику, антропологию и теорию искусственного интеллекта (см рис.1). Междисциплинарность предполагает выявление тех областей знания, которые не исследуются существующими научными дисциплинами. Приставка «меж» в этом случае указывает на наличие некоего провала между дисциплинами, «ничейной земли», не являющейся традиционным объектом исследования ни одной из дисциплин. В таком случае на стыке научных дисциплин может возникнуть новая. Мышление (познание) невозможно объяснить исчерпывающим образом ни в одной из научных или философских дисциплин. Философия (теория познания) способна только выявить формальные правила мышления, которые предельно абстрактны и не понятно, как реализуются у конкретных людей (почему можно мыслить логично, не зная законов логики). Психология не может объяснить, как комбинация субъективных индивидуальных переживаний способна породить общезначимые утверждения (как человек изнутри своего субъективного мира способен сформулировать что-то адекватное объективной реальности). Лингвистика описывает только один вид когнитивного (мыслительного) процесса – оперирование языками. Полезно, но не описывает



Рис. 1. Когнитивная наука в конце 1970-х гг.
Примечания. Каждая из линий, соединяющих две дисциплины, соответствует направлению междисциплинарных исследований, уже существовавшему к 1978 г. [Миллер, 2005].

мышление в целом. Теория искусственного интеллекта пока предлагают только действующие модели преобразования данных в знания и обратно, которые воспроизводят некоторые эффекты поведения мыслящих существ. Нейронауки строго говоря изучают психофизиологию высшей нервной деятельности и, в частности, сложного адаптивного поведения. Оно, конечно, связано с обучением, но всякое ли мышление суть обучение? Так что получается, что мышление изучают много дисциплин, но не познает его ни одна.

Какие методы использует когнитивистика

Метод – это способ или прием достижения цели. Следовательно, метод науки – приемы получения достоверного знания в определенной предметной области.

Как и большинство других наук, когнитивные исследования имеют две крупных группы методов: экспериментальные и теоретические. На их границе стоит третья крупная группа методов – мысленные эксперименты, т. е. эксперименты, лишь частично основанные на данных физического мира, используемые для подтверждения или, чаще, опровержения выдвигаемых теорий.

Когнитивистика использует следующие методы:

Лабораторный эксперимент – это вид эксперимента, который проводится в искусственно созданных условиях в научной лаборатории; характеризуется изоляцией проводимых исследований от реальной жизни.

Лабораторный эксперимент позволяет исследовать основы восприятия, памяти, внимания, способы построения когнитивной картины мира. Определяющим является тот факт, что когнитивная структура человека не должна находиться в дисгармоничном состоянии. Но если такое происходит, человек стремится направить максимальные усилия на изменение этого состояния до достижения баланса и гармонии психических процессов. Наряду с лабораторным экспериментом в когнитивистике применяются и другие методы, такие как тесты, опросники, корреляционное исследование, метод наблюдения, библиографический метод и т.д. Лабораторный эксперимент в когнитивной психологии отличается от тестирования, наблюдения, опросов и наблюдений по следующим критериям: наличие целенаправленного экспериментального воздействия, контроль воздействия и регистрация полученных результатов экспериментального исследования.

Методы электрофизиологии - методы изучения активности головного мозга =

Электроэнцефалография (ЭЭГ) неинвазивный метод исследования функционального состояния головного мозга путём регистрации его биоэлектрической активности.

Магнитоэнцефалография (МЭГ) — технология, позволяющая измерять и визуализировать магнитные поля, возникающие вследствие электрической активности мозга.

Методы нейровизуализации - методы, позволяющих визуализировать структуру, функции и биохимические характеристики мозга

fMPT - функциональная магнитно-резонансная томография основана на парамагнитных свойствах оксигенированного и дезоксигенированного гемоглобина и дает возможность увидеть изменения кровообращения головного мозга в зависимости от его активности. Такие изображения показывают, какие участки мозга активированы (и каким образом) при исполнении определённых заданий.

ПЭТ - позитронно-эмиссионная томография измеряет выброс радиоактивно меченых химических веществ, введенных в кровеносное русло. Информация обрабатывается компьютером в 2- или 3-мерные изображения распределения этих химических веществ в головном мозге.

Интроспекция – это сознательное направление внимания на функционирование своих когнитивных процессов; самоотчет.

Как работает нервная система человека в целом и мозг, в частности. Нейрокогнитология.

Энтузиазм, охвативший в последнее время когнитивных психологов, во многом был обусловлен новыми достижениями в области, сочетающей в себе когнитивную психологию и нейронауку, специальности, называемой нейрокогнитологией, или, более широко, когнитивной нейронаукой. Перед тем как перейти к обсуждению нейрокогнитологии, кратко исследуем более обширный вопрос, заключающийся в том, как в нейрокогнитологии рассматривается дихотомия психики и тела, проблема, над которой веками размышляли ученые и философы и которая в последнее время заново исследуется нейрокогнитологами, имеющими в своем распоряжении набор прекрасных научных инструментов.

Проблема психики и тела

Удивительно, но мы, люди, живем одновременно в двух мирах.

Первый мир — физический мир объектов, существующих во времени и пространстве. Эти объекты имеют физические свойства, подчиняющиеся физическим законам, таким как закон тяготения, обуславливающий падение предметов, закон центростремительного ускорения, управляющий предметами, движущимися по окружности, а также законы, регулирующие передачу импульса от одного нейрона к другому (нейротрансмиссию).

Второй мир наполнен воспоминаниями, понятиями, мыслями, образами и т.д. Они также подчиняются определенным законам, хотя иногда их определить гораздо сложнее, чем законы, управляющие физическим миром.

Традиционно мы пытаемся обнаружить законы, действующие в этих мирах, при помощи различных методов, поэтому многие философы и ученые считали и считают, что между этими мирами существует фундаментальное различие. Данный дихотомический вывод основан на предположении, что один мир сосредоточен на физической вселенной, или, в случае человека, на теле, в то время как другой — на ментальной вселенной, или психике. Разделение психики и тела интуитивно логично и вполне очевидно, но столь же очевидно и взаимодействие между этими мирами.

Некоторые философы утверждают, что единственным реальным миром является мир психики и что физический мир — всего лишь иллюзия. И наоборот, некоторые утверждают, что реален только физический мир, а психика в конечном счете является функцией мозга. Одна из главных проблем, с которыми сталкиваются сторонники дуализма психики и тела, заключается в попытках установления связей между психикой и телом.

Проблема психики и тела. Когда мы говорим о психике, мы имеем в виду деятельность мозга: например, мышление, сохранение информации в памяти, восприятие, суждение, а также любовь, ощущение боли, понимание законов мира, сочинение музыки и юмор. В этом смысле психика состоит из протекающих в мозге процессов.

Физические свойства мозга постоянно изменяются. Мозг никогда не отдыхает полностью; он всегда проявляет электрохимическую активность. Однако общая архитектура мозга, сеть нейронов, расположение в коре основных центров, области мозга, связанные с такими функциями, как ощущение, управление движениями, зрение и т.д., в общем стабильны и изменяются слабо. Происходящие в мозге процессы изменяются быстрее. Психика более динамична, чем мозг. Мы можем изменять свои мысли быстро и без значительных структурных (архитектурных) изменений в мозге, хотя паттерны электрохимической передачи импульсов при этом могут быть очень изменчивыми. Наши осознанные мысли могут изменяться от постыдных до возвышенных, от мыслей о внутреннем мире до мыслей о внешнем мире, от священных до нечестивых быстрее, чем вы читаете это предложение. Изменения в психике вызваны физическими изменениями нервной активности.

Однако хотя психика и имеет тенденцию быть динамичной, она также отличается определенным постоянством; наш общий образ мышления, наши установки по отношению к религии, наши желания, взгляды на семью и т.д. достаточно стабильны. Повышенное внимание к мозгу и когнитивным процессам основано на том фундаментальном принципе, что все виды этих процессов являются результатом нервной активности. Это означает, что распознавание паттернов, чтение, внимание, память, воображение, сознание, мышление, использование языка, а также все остальные когнитивные процессы являются отражением активности нейронов, главным образом тех, которые расположены в коре головного мозга.

Когнитивная нейронаука

На основе нейронауки и когнитивной психологии возникла новая область науки, называемая нейрокогнитологией; ее определяют как «исследования на стыке нейронауки и когнитивной психологии, особенно теорий памяти, ощущения и восприятия, решения задач, языковой обработки, моторных и когнитивных процессов». Благодаря усилиям нейропсихологов такие гипотетические конструкторы, как виды памяти и языковая обработка, уже не представляются столь неосознанными, как раньше, а, по-видимому, имеют специфические нейрофизиологические корреляты. Более того, если рассматривать микроскопические структуры головного мозга как нейросети, они, по-видимому, будут связаны с большими компонентами когнитивной деятельности человека, такими как память, восприятие, решение задач и т.д.

Нервная система

Центральная нервная система (ЦНС) состоит из спинного и головного мозга. Мы будем фокусироваться на головном мозге, уделяя особое внимание структурам и процессам, имеющим отношение к основанным на данных нейронауки когнитивным моделям.

Основным элементом нервной системы является нейрон, специализированная клетка, передающая информацию по нервной системе. Головной мозг человека содержит огромное количество нейронов. По некоторым оценкам, их количество превышает 100 млрд (что приблизительно соответствует количеству звезд в Млечном пути); каждый из нейронов способен воспринимать нервные импульсы и передавать их другим нейронам (иногда тысячам других нейронов) и более сложен, чем любая другая известная система, земная или внеземная. В каждом кубическом сантиметре коры головного мозга человека содержится около 1000 км нервных волокон, соединяющих клетки друг с другом. В каждый конкретный момент времени активны многие нейроны коры головного мозга, и существует мнение, что когнитивные функции, такие как восприятие, мышление, осведомленность и память, обусловлены одновременным возбуждением многих нейронов этой

сложной нервной сети. Трудно представить себе огромное количество одновременно возбуждающихся нейронов и сложную инфраструктуру, поддерживающую данную систему. В этом заключен парадокс: если мозг так сложен, то, возможно, он никогда не сможет полностью познать самого себя, несмотря на все наши усилия.

Нейрон

Скорее всего, существуют тысячи различных типов нейронов, каждый из которых выполняет специализированные функции в различных частях нервной системы (рис. 2.2). Нейрон имеет следующие основные морфологические части.

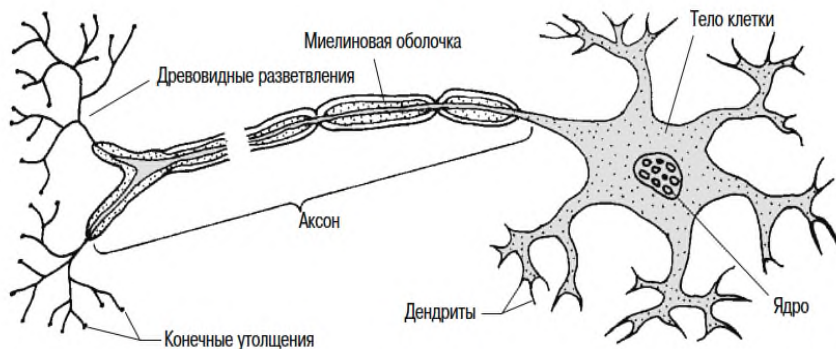


Рис. 2.2. Схематическое изображение нейрона

1. Дендриты, воспринимающие нервные импульсы от других нейронов. Дендриты сильно разветвлены и напоминают ветви дерева.

2. Тело клетки, окруженное полупроницаемой клеточной стенкой, через которую поступают питательные вещества и выводятся отходы.

3. Аксон, длинный, трубчатый передающий путь, по которому посредством называемых синапсами соединений передаются сигналы от одной клетки другой. Аксоны

нейронов головного мозга могут быть крошечными, а могут достигать длины 1 м и более. Длинные аксоны окружены жироподобным веществом, или миелиновой оболочкой, играющей роль изоляционного материала.

4. Пресинаптические окончания, или утолщения, располагаются на концах тонких разветвлений аксона. В соединении, или синапсе, они находятся у рецептивной поверхности других нейронов и передают им информацию.

В синапсе (рис. 2.3) окончание аксона одного нейрона выделяет химическое вещество, взаимодействующее с мембраной дендрита другого нейрона. Этот химический нейротрансмиттер изменяет полярность, или электрический потенциал, воспринимающего дендрита.

Нейротрансмиттер подобен переключателю, который может быть или включен, или выключен (отсюда вытекает убедительное сходство между нервными функциями и дихотомической природой компьютерных переключателей). Один класс нейротрансмиттеров оказывает тормозящее действие, что приводит к меньшей вероятности возбуждения следующего нейрона. Другой класс оказывает возбуждающее действие, повышая вероятность возбуждения следующего нейрона. В настоящее время предполагается, что функцию нейротрансмиттеров выполняют около 60 различных химических веществ. Похоже, что некоторые из них выполняют обычные функции, такие как поддержание физической целостности клеток; другие, такие как ацетилхолин, по-видимому, связаны с научением и памятью.

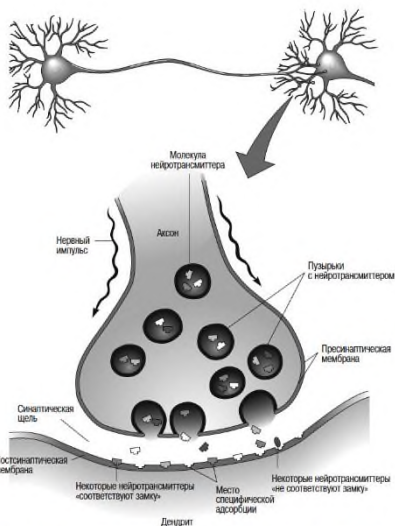


Рис. 2.3. Синаптическая передача. В результате нервного импульса нейротрансмиттеры из аксона первого нейрона поступают в синаптическую щель и стимулируют рецепторы, находящиеся в мембране постсинаптического нейрона

При рождении не все синаптические соединения полностью сформированы и не все нейроны полностью миелинизированы, однако большинство нейронов имеется в наличии. У взрослого человека все синапсы развиты полностью и все соответствующие нейроны миелинизированы. Не происходит и увеличения количества синапсов. Типичное тело нейрона взрослого человека и его дендриты способны образовывать около тысячи синапсов с другими нейронами, а типичный аксон связан синапсами примерно с 1000 дру-

гих нейронов.

Скорость передачи нервных импульсов по аксону зависит от его размеров. В наименьшем аксоне нейротрансмиссия осуществляется со скоростью примерно 0,5 м/с (около 1 мили в час), в то время как в наибольших аксонах эта скорость равна 120 м/с (примерно 270 миль в час). (Это во много тысяч раз медленнее, чем скорости передачи и переключения в компьютере). В мозге всегда происходит электрохимическая активность, и нейрон может генерировать разряды с частотой около тысячи в секунду. Чем чаще возбуждается нейрон, тем больший эффект он оказывает на клетки, с которыми соединен посредством синапсов. Возбуждение нейронов можно наблюдать при помощи электроэнцефалографии (ЭЭГ) и регистрации вызванного потенциала (ВП), измеряющих электрическую активность областей мозга, или посредством регистрации активности единичных нейронов у животных. В некоторых случаях (например, восприятие конкретного зрительного образа) можно обнаружить возбуждение отдельных клеток и перевести его в звуковые сигналы. Получающийся в итоге звук напоминает автоматную очередь.

Знания человека не локализованы в каком-то единственном нейроне. Считается, что когнитивная деятельность человека складывается из обширных паттернов распределенной по всему мозгу нервной активности и что она осуществляется параллельно, посредством возбуждающих или тормозящих связей, или «переключателей». По поводу силы связей между элементами выдвинуто несколько различных теорий, в том числе влиятельная теория Дональда Хейбба. Согласно упрощенному варианту коннекционистской модели, одновременное возбуждение элементов А и Б приводит к увеличению силы связи между ними. Если элементы возбуждаются не одновременно, связь между ними ослабляется. Не случайно предположения, лежащие в основе моделей параллельной распределенной обработки, похожи на эти нервные модели.

Анатомия головного мозга

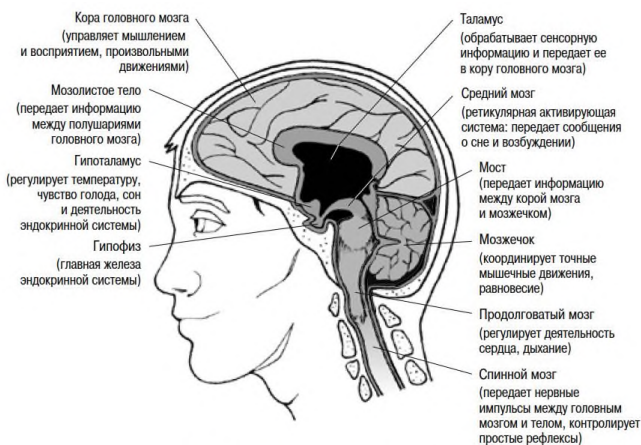


Рис. 2.5. Структуры переднего, среднего и заднего мозга

Анатомическое строение одного полушария головного мозга показано на рис. 2.5. Мозг разделен на две похожие структуры, или правое и левое полушария. Поверхность полушарий образована корой головного мозга, тонким слоем серого вещества, содержащего большое количество тел нейронов и коротких немиелинизированных аксонов. Кора головного мозга имеет толщину около 1,5-5 мм. Из-за большого количества складок мозг имеет большую поверхность, чем кажется. Гребни, находящиеся между впадинами, называются извилинами, а сами впадины — бороздами. Если бы кору можно было развернуть, ее площадь оказалась бы равной примерно 2025 см², что примерно в три раза больше, чем видно на поверхности. Складчатость коры, дающая мозгу характерный вид грецкого ореха, увеличивает поверхность мозга, сохраняя объем черепа, — хитрое биологическое решение, позволяющее людям сохранять мобильность и таким образом выживать, не будучи обремененными огромными черепами. Именно в коре головного мозга

осуществляются мышление, восприятие, языковая обработка и другие когнитивные функции.

Мозг обрабатывает информацию контралатерально. Это означает, что сенсорная информация (например, ощущение прикосновения), поступившая в спинной мозг из левой половины тела, переходит на другую сторону и первоначально обрабатывается в правом полушарии, и наоборот. Аналогично моторные области коры каждого полушария управляют движениями противоположной стороны тела.

Поверхность каждого полушария делится на четыре основные области; границами некоторых из них являются крупные извилины, или борозды. Эти четыре области называются лобной, височной, теменной и затылочной долями. Хотя каждая доля связана с определенными функциями, осуществление многих функций, вероятно, распределено по всему мозгу.

Кора головного мозга. На протяжении более 100 лет кора больших полушарий головного мозга находится в фокусе внимания ученых, потому что, по-видимому, именно в ней осуществляются мышление и когнитивные функции. Под «мозгом» мы обычно понимаем именно его кору, тонкий слой плотно расположенных клеток, хотя следует отметить, что когнитивные функции (восприятие, память, решение проблем и языковая обработка) требуют работы многих областей мозга, а многие сложные необходимые телесные и когнитивные функции выполняются в других частях мозга.

В процессе эволюции кора возникла позднее всех остальных структур мозга. У некоторых существ, например у рыб, кора отсутствует; другие, такие как пресмыкающиеся и птицы, обладают менее сложной корой головного мозга, чем млекопитающие. С другой стороны, млекопитающие, такие как собаки, лошади, кошки (вопреки убеждениям некоторых любителей собак) и особенно приматы, имеют высокоразвитую и сложную кору головного мозга. У людей кора участвует в восприятии, речи, сложных действиях, мышлении, обработке и продукции языка и других процессах, которые делают нас разумными.

Сенсорно-моторные области. Сенсорно-моторные области были одними из первых областей, нанесенных на карту мозга; несомненно, даже древние люди знали кое-что о связи между мозгом и ощущениями. Наверное, у «пещерных людей» нередко «сыпались звезды из глаз», когда случайный или умышленный удар по затылку приводил к стимуляции зрительной коры. Основные сенсорные и моторные проекции (области, связанные с функциями и «нанесенные на карту» поверхности мозга), а также основные доли мозга показаны на рис. 2.6.

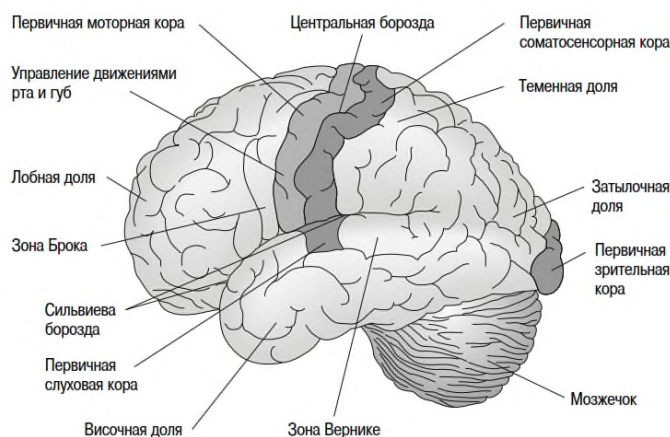


Рис. 2.6. Основные области коры головного мозга человека. Показаны лобная, теменная, затылочная и височная доли. Изображены также первичная моторная кора (слегка затененная) и первичная соматосенсорная кора (сильно затененная). Показаны две важные функциональные области, используемые при создании слов и понимании речи: зона Брока (спереди от первичной моторной коры), связанная с речевой продукцией; и зона Вернике (позади сенсорной коры), связанная с пониманием устной речи

Научное исследование моторных зон мозга началось в XIX веке, когда было обнаружено, что электрическая стимуляция различных областей коры находящихся под легкой анестезией собак приводит к реакциям подергивания, причем умеренная стимуляция лобной доли приводит к рефлекторным реакциям передних конечностей. В этих первых экспериментах также была эмпирически продемонстрирована *контралатеральность* (то есть явление, при котором стимуляция левого полушария приводит к реакциям правой половины тела, и наоборот). За этим последовало создание карты сенсорных и моторных областей мозга других млекопитающих, включая человека, и общей картины топографических зон и их функций. Чем важнее функция, например движение передних конечностей у енотов (питание и рытье нор у енотов во многом зависят от деятельности передних конечностей), тем большая часть моторной коры соответствует данной анатомической области. По сравнению, скажем, с собаками у енотов относительно большая часть моторной коры связана с управлением передними конечностями. Создание карты сенсорных областей показало, что точная электрическая стимуляция различных участков изображенных на рис. 2.6

карты сенсорных областей показало, что точная электрическая стимуляция различных участков изображенных на рис. 2.6

областей приводит к соответствующим ощущениям в связанных с возбуждаемой сенсорной корой частях противоположной стороны тела. Стимуляция соматосенсорной области, связанной, например, с рукой, может приводить к ощущению покалывания в руке на противоположной стороне тела. Как и в случае моторных областей, частям тела, выполняющим значительную сенсорную функцию, таким как язык у человека, в сенсорной коре соответствует более крупная область.

Ассоциативные области коры головного мозга. Сенсорная и моторная области коры занимают значительную площадь (около 25% поверхности коры) и выполняют важную функцию, остальную же часть коры образуют так называемые ассоциативные области. Эти области мозга участвуют в познании, памяти, языковой обработке и подобных функциях. Люди давно знали о существовании определенной связи между когнитивными функциями и мозгом благодаря исследованиям пациентов, страдающих от повреждений, опухолей, кровоизлияний в мозг, инсультов и других форм патологии. К сожалению, связь между мозгом и мышлением обычно устанавливалась уже после смерти, при вскрытии черепа недавно умершего пациента и сопоставлении его патологического поведения с аномалиями мозга. Теперь для выяснения того, какие области мозга принимают участие в конкретной когнитивной деятельности, используются живые, абсолютно здоровые испытуемые

Функциональная нейронаука.

Психические функции локализованы в специфических областях или наборах областей мозга, таких как моторные и сенсорные области. Однако кроме локальной концентрации этих функций дополнительная обработка информации, скорее всего, осуществляется и в других местах мозга.

Многие высшие психические функции (в том числе мышление, обучение и память), по-видимому, осуществляются при участии нескольких различных областей коры головного мозга. Нервная обработка этого класса информации избыточна в том смысле, что она распределена по всему мозгу и осуществляется параллельно во многих местах.

Повреждение мозга не всегда приводит к ухудшению когнитивной продуктивности. Это может быть обусловлено несколькими факторами. Во-первых, поврежденными могут оказаться части мозга, связанные с продуктивностью в очень узких сферах деятельности, или области мозга, выполняющие избыточные функции. Когнитивная деятельность может остаться на прежнем уровне также из-за того, что неповрежденные связи примут на себя часть функций поврежденных областей, или будут перегруппированы так, что смогут выполнять исходные задачи. Однако в общем когнитивная продуктивность ухудшается соответственно количеству поврежденной ткани мозга

Как информация обрабатывается в мозге?

Согласно модели последовательной обработки, информация от одного нейрона передается другому, затем к следующему и т.д. Эта модель согласуется с экспериментальными данными, однако, по-видимому, она слишком проста, чтобы объяснить некоторые результаты, особенно работу Лешли, которая свидетельствует о том, что разрыв связи не влияет (абсолютно) на процесс. Другая возможность заключается в том, что обработка сложных, высокоуровневых интеллектуальных заданий выполняется в параллельной сети рядом функциональных связей. Согласно этой модели, информация обрабатывается и последовательно и параллельно. Таким образом, если часть проводящих путей уничтожается, система не всегда выходит из строя полностью, потому что она позволяет альтернативным путям принять на себя выполнение некоторых функций. По-видимому, эта теория лучше согласуется с имеющимися данными и именно она определяет современные взгляды в когнитивной психологии

Принципы функционирования человеческого мозга

Принцип генерации сложности

Человеческий мозг моделирует реальность, и мы имеем дело с моделью, а не с реальностью как таковой. Мозг представляет собой некое рецепторное поле, на которое подается аналоговый сигнал, данные с ограниченного количества механорецепторов, хеморецепторов и рецепторов электромагнитных волн. Мы ограничены теми сигналами, которые можем воспринять. Это, по сути, моделирование реальности мозгом. Объективность иллюзорна. Нам кажется, что у нас есть память, но это заблуждение. Она всегда ложна и создает воспоминания по случаю и это определяется актуальным контекстом. Знания и опыт — конкретные нейронные ансамбли, которые способны объединяться в разных конфигурациях и разделяться на большие и меньшие блоки, меняя свое значение.

Принцип отношений

Мозг не воспринимает (не фиксирует) никаких фактов, а только отношения между ними; мы ничего не воспринимаем в абсолютном (объективном) значении, мы воспринимаем что-то относительно чего-то.

Вот классический пример с курицей и квадратами. Курицу в первой фазе эксперимента учат тыкать на черный квадрат, — тогда она получает зерна. Если она тыкнет на серый, то награды не будет. Вопрос: на что будет тыкать эта курица во второй части эксперимента, где один квадрат будет темно-серый, а второй — светло-серый? Если правы бихевиористы (а они правы), мы воспринимаем просто фактические раздражители. Значит, она будет тыкать на темно-серый, потому что воспринимает не серый цвет, а контраст.

Принцип аппроксимации

Мозг пытается зафиксировать в окружающей реальности нечто, исходя из эволюционных потребностей человека. Модели реальности создаются для повышения адаптивности организма, а не ради истины, красоты или добра (если только последние не повышают адаптивность организма).

У нас есть куча слов, которые определяются друг через друга. И это определение друг через друга (сведение чего-то к образцу или прототипу) позволяет нам концептуализировать (понять) пространство, которое мы имеем. Очевидно, эти цепи сравнений, определений одного через другое не связаны с реальностью. Чтобы это дело аппроксимировать, мы создаем нарративы. Все, что мы рассказываем друг другу, — это бесконечное количество историй. Личность — лишь история, которую мы рассказываем, апеллируя соответствующим культурно-историческим контекстом.

Принцип преобразования

Мозг обрабатывает информацию параллельно-распределенным способом.

Можно разделять мозг на множество отдельных систем, но он при этом работает как единая система. Есть параллельно идущие процессы генерации и локальности.

Принцип доминанты

Мозг предлагает разные варианты развития будущего. И то будущее, которое в большей степени отвечает потребностям человека и ожиданиям человека от действительности, создает тяжесть соответствующей доминанты.

Современные методы нейрофизиологии нейровизуализации

Несколько лет назад нейрочеловеки имели в распоряжении лишь ограниченное количество инструментов и методов для непосредственного наблюдения и исследования мозга человека. Они включали экстирпацию ткани, регистрацию активности при помощи электрических датчиков, ЭЭГ и посмертное исследование. С другой стороны, психологи разработали целый арсенал методов исследования психики, таких как кратковременное предъявление стимула и измерение времени реакции. Однако в последнее время были предложены новые методы, значительно улучшившие наше понимание мозга и породившие новое поколение ученых, как нейрочеловеков, так и когнитивных психологов. Широко используются два вида сканирования мозга: компьютерная аксиальная томография (КАТ) и позитронно-эмиссионная трансаксиальная томография (ПЭТ, или ПЭТТ). Еще одним из методов является отображение магнитного резонанса (ОМР).

Отображение магнитного резонанса и эхо-планарная томография

При обследовании методом отображения магнитного резонанса (ОМР) вокруг тела пациента располагаются очень мощные электромагниты, которые воздействуют на ядра атомов водорода, входящих в состав воды. На основании полученных при этом данных можно судить о колебаниях плотности атомов водорода и их взаимодействии с окружающими тканями. Поскольку водород указывает на содержание воды, метод ОМР можно применять в диагностических и исследовательских целях. Одним из главных его недостатков до недавних пор были значительные временные затраты, требующиеся для построения общей картины. Вследствие длительного времени экспозиции этот метод подходил только для наблюдения за статичными биологическими структурами и был практически неприменим для изучения быстро меняющихся процессов, связанных с когнитивной деятельностью. Но теперь появилась быстродействующая техника регистрации данных, позволяющая получать картину за 30 мс, что достаточно для наблюдения за быстро протекающими когнитивными функциями. Кроме того, этот метод, называемый эхопланарной томографией (ЭПТ), позволяет получать картины функциональной активности мозга с высоким разрешением. Возможно, что в ближайшие годы развитие техники ЭПТ позволит ей стать практически единственным инструментом дискретной визуализации структур мозга и регистрации процессов в реальном масштабе времени.

Компьютерная аксиальная томография

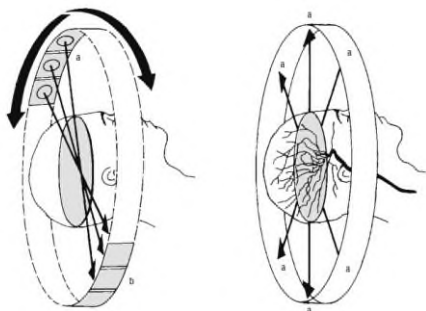


Рис. 2.9. Методы сканирования мозга

Все виды когнитивной деятельности — от чтения этого текста или тревоги по поводу экзаменов до прослушивания лекции по современной архитектуре — сопровождаются увеличением потребности в энергии отдельных областей мозга. Эти требования удовлетворяются усилением кровотока и поступления глюкозы. Регистрируя насыщение ткани кислородом и глюкозой и кровотоком, можно определить области с повышенным метаболизмом и, следовательно, наиболее активные области мозга.

При медицинской диагностике и исследованиях в области нейрокognitionологии используются следующие методы:

а. Общий метод сканирования мозга и получения его изображений на экране монитора.

б. КАТ, при которой мозг сканируется при помощи рентгеновских лучей низкой интенсивности.

в. ПЭТ, при которой в организм вводится радиоактивное вещество и излучение регистрируется периферическими датчиками

КАТ-сканер действует при помощи рентгеновского аппарата, вращающегося вокруг черепа и бомбардирующего его тонкими веерообразными рентгеновскими лучами (рис. 2.9 б). Эти лучи регистрируются чувствительными детекторами, расположенными с противоположной от источника стороны. Данная процедура отличается от обычного рентгеновского обследования тем, что последнее дает только один вид части тела. Кроме того, на обычной рентгеновской установке крупные молекулы (например, кальция черепа) сильно поглощают лучи и маскируют находящиеся за ними органы. Вращая рентгеновский луч на 180°, КАТ-сканер позволяет получить множество изображений одного и того же органа и таким образом построить внутренний поперечный срез, или «слой», этой части тела. Изображение поперечного сечения, называемое томограммой (буквально «запись сечения»), стало играть решающую роль в медицинской диагностике. Отображая локальный кровоток и патологическую метаболическую активность, томография позволяет более точно ставить диагноз. В когнитивной психологии КАТ-сканеры были применены для отображения когнитивных структур. Еще более сложный вариант этого метода, называемый динамической пространственной реконструкцией

(ДПР), позволяет «увидеть» внутренние структуры в трех измерениях. Одним из преимуществ КАТ является ее распространенность. Так, к середине 1990-х годов количество сканеров, используемых в американских больницах, превысило 10 тыс. Новые технологии помогли решить некоторые из проблем, связанных с этим методом. Так, временное разрешение, определяемое скоростью фотозатвора, составляло около 1 с, отчего динамические процессы (даже биение сердца) получались «смазанными». Но уже разработаны сверхбыстрые аппараты КАТ с такой скоростью обработки, что смазанные ранее картины теперь прояснились

Позитронно-эмиссионная томография

ПЭТ-сканеры (рис. 2.10) отличаются от КАТ-сканеров тем, что в них используются детекторы, обнаруживающие в кровотоке радиоактивные частицы. Активным участкам мозга нужен большой поток крови, поэтому в рабочих зонах скапливается больше радиоактивного «красителя». Излучение этого красителя можно преобразовать в изображение карты. В когнитивной нейробиологии применение ПЭТ-сканеров было особенно плодотворным. Впервые ПЭТ-сканеры в когнитивной психологии применили Ярл Рисберг и Дэвид Ингвар из Ландского университета в Швеции. Эта технология дала очень интересные результаты (некоторые из них описаны в этой книге), но широкого распространения в исследовательских целях не получила из-за очень высокой стоимости оборудования и длительного времени записи изображения (сейчас это около 20 с).

В ранних исследованиях с ПЭТ для измерения локального церебрального кровотока испытуемому делалась ингаляция ксенона-133, который играл роль красящего вещества. Рисберг и Ингвар успешно применили золото 195гт, вводимое

внутривенно. С таким красителем всего за несколько секунд можно получить «карты» с высоким разрешением, что дает исследователю значительно больше возможностей для сбора когнитивных данных.

Что такое восприятие и какими свойствами оно обладает

Восприятие, или перцепция — это процесс обработки сенсорной информации, результатом которой является интерпретация окружающего нас мира как совокупности предметов и событий.

Выделение двух стадий обработки информации — сенсорных и перцептивных процессов (ощущений и восприятия) — во многом является абстракцией. Трудно отделить их друг от друга, как последовательные действия театрального спектакля. Если мы находимся в нормальном состоянии, то, идя по ночной улице, мы *воспринимаем* здания, тротуар, фонари и автомобили, а не просто *ощущаем* шорохи, блики и вибрации. Перцептивная обработка информации не просто следует за сенсорной с крайне малым временным интервалом, эти процессы могут идти параллельно, а зачастую интерпретация первичной информации опережает собственно сенсорную обработку. Наш опыт позволяет нам формировать ожидания, касающиеся явлений внешнего мира: *ощущения* от движущегося источника звука и света, дают нам возможность предвосхищать появление автомобиля, раскатистые звуки в небесах — грозу и ливень.

На способ восприятия нами первичной информации о мире в значительной степени влияет изначальная организация сенсорной системы и мозга — мы «оснащены», чтобы воспринимать мир определенным способом — и наш прошлый опыт, который определяет значение начального ощущения стимулов. Если бы предыдущее научение не влияло на наше восприятие, странные знаки на этой странице, которые мы называем буквами, не воспринимались бы как части слов и слова были бы лишены значения. Мы научаемся значению зрительных (а также слуховых, тактильных, вкусовых и обонятельных) сигналов. Наш мозг полон ассоциативных структур, которые интерпретируют основную энергию стимула естественного мира. Прошлое научение влияет на восприятие.

С точки зрения когнитивистики восприятие — это распознавание **паттернов**. Паттерн (регулярность) — повторяющийся элемент в различных сферах жизни, в основном в природе и дизайне. Применительно к когнитивистике, паттерн — объединение сенсорных стимулов как принадлежащих одному классу объектов.

О чем свидетельствуют иллюзии восприятия

В **восприятии** участвуют высшие когнитивные механизмы, интерпретирующие сенсорную информацию. **Ощущение** связано с начальным обнаружением стимулов; **восприятие** — с интерпретацией ощущаемых явлений. Каждое из сенсорных событий обрабатывается в контексте наших знаний о мире; наш предшествующий опыт придает смысл простым ощущениям. Между сенсорным опытом и перцептивной интерпретацией этого опыта — в сущности, между тем, что воспринимает наша сенсорная система,

и тем, как это интерпретирует разум существует противоречие. Это противоречие лучше всего проявляется в иллюзиях. Почему разум искажает действительность?

В работах по восприятию хорошо известна иллюзия Мюллера-Лайера (рис. 3.2), в которой два равных отрезка кажутся неравными. Эта иллюзия, вероятно, частично

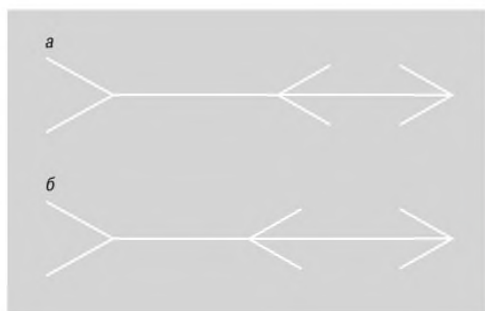


Рис. 3.2. Иллюзия Мюллера-Лайера. Отрезки линий на фигуре *а* имеют равную длину; отрезки линий на фигуре *б* кажутся равными, но на самом деле они не равны

объясняется влиянием нашего прошлого опыта, который научил нас ожидать, что некоторые формы находятся далеко, а другие близко. Прошлый опыт человека (мозга) «подсказывает» восприятию наиболее вероятные варианты интерпретации стимулов исходя из прошлого опыта. Мозг склонен воспринимать не объективные свойства стимулов, а интерпретацию некоторого логичного порядка этих стимулов, который придает им смысл. Но порядка (логики) в самих стимулах может и не быть в принципе.

Один из видов иллюзий, показывающий, как разум естественно организует зрительные стимулы, называется **иллюзорным очертанием**. Это зрительные образы, контуры которых различимы даже при физическом отсутствии самих объектов. На рис.4.1 показан пример иллюзорного очертания. Иллюзорные очертания — это результаты перцепции форм, когда формы существуют в перцептивно-когнитивной системе, а не в стимуле. Кажется, что они находятся на рисунке, а не на фоне и реально присутствуют в восприятии, хотя наблюдатель, по-видимому, чувствует, что они на самом деле «не реальные».

Посмотрите на рис.4.1. Что вы видите? Вероятно, ваш «мысленный взгляд» усматривает в центре парящий в воздухе равносторонний треугольник *даже при том, что физического треугольника нет*. Тем не менее вы его видите. Более того,

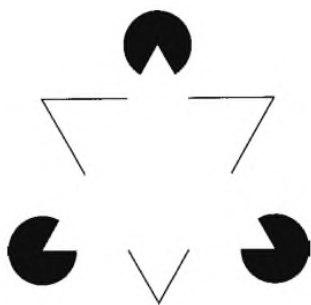


Рис. 4.1. Можете ли вы видеть парящий в воздухе белый треугольник? Он существует физически или только в вашем мысленном взгляде?

иллюзорный треугольник имеет отчетливые свойства; например, он более светлый чем окружающая его область, он как бы плавает над фоном. К тому же линии иллюзорного треугольника проявляются, несмотря на то что лишь небольшая его часть определена разрезами в трех кругах по углам. Иллюзия треугольника настолько непреодолима, что если смотреть на него в течение нескольких секунд, а затем закрыть внешние черные круги, *образ*

треугольника сохраняется. Возможно, сохранение образа вызвано **латеральным торможением**, или тенденцией смежных нервных клеток сетчатки тормозить активность соседних клеток, таким образом подчеркивая контуры. И все же, хотя можно создать треугольник-фантом, остается ощущение, что этот рисунок — иллюзия, а не изображение физического объекта.

Гештальт-психология: откуда в восприятии появляется смысл

Одним из основных положений гештальт-психологии является следующее: «целое больше чем сумма его частей».

«Гештальт — это паттерн, конфигурация, определенная форма организации индивидуальных частей, которая создает целостность. Основная предпосылка гештальт-психологии состоит в том, что человеческая природа организована в виде паттернов или целостностей, и только таким образом может быть воспринята и понята. Некоторые стимульные паттерны стремятся к естественной (или «спонтанной») организации. Например, весьма вероятно, что изображение вызовет у вас впечатление ряда из восьми точек.



А если из них составить такой паттерн,



то вы будете склонны видеть четыре группы двухточечных паттернов, при чем вам будет достаточно трудно мысленно переставить их так, чтобы видеть первую точку отдельно, вторую и третью — вместе, четвертую и пятую — вместе, шестую и седьмую — вместе, а восьмую — снова отдельно. Или, если те же самые восемь точек расположить так



вы будете склонны видеть квадрат, круг и абстрактную форму соответственно.

Обратите также внимание на то, как глаз «естественно» определяет сторону, в которую указывают треугольники на рис. 4.3. Посмотрите на этот рисунок в течение нескольких секунд, и вы увидите, что ориентация треугольников изменилась с одного направления на другое, а затем на третье. Одно из объяснений этого изменения состоит в том, что мысленный взгляд постоянно ищет альтернативную перцептивную организацию. В данном примере стимулы, попадающие на сетчатку, идентичны, но различна их интерпретация. Хотя реорганизация может произойти спонтанно, ее также можно контролировать произвольно. Эти примеры демонстрируют влияние высших психических процессов на зрительное восприятие.



Рис. 4.3. Посмотрите на эти треугольники. В какую сторону они указывают? Посмотрите снова. Направление изменилось? Вы можете управлять направлением?

Как мозг распознает образы (паттерны)

Главным свойством восприятия является его способность опознавать знакомые паттерны сенсорной информации. Благодаря этому свойству мы можем узнать старого знакомого среди моря лиц, по нескольким нотам определить всю музыкальную пьесу, можем прочитать слова, наслаждаться вкусом

марочного вина или восхищаться запахом розы. Когнитивная система, как правило, отличается тем, что работает слаженно, быстро и без особых усилий. Как это получается? Как, например, вы узнаете вашу бабушку? Неужели при помощи «эталоны бабушки», не совпадающего больше ни с какими бабушками? Или у вас есть прототип бабушки, очень схематичный, но тем не менее позволяющий вам узнать ее и когда она надевает очки, и даже когда у нее другая прическа? («А, бабуля, еле узнал тебя!») Или вы быстро сканируете ее черты и сверяете каждый элемент со списком «главных черт моей бабушки»?

Распознавании паттернов. включает следующие человеческие способности: распознавать знакомые паттерны быстро и с высокой степенью точности; оперировать незнакомыми объектами (даже если мы никогда не видели необычную форму (например, букву А необычной формы), наша система зрительного восприятия может анализировать ее); идентифицировать объекты, которые расположены или вращаются под различными углами; идентифицировать частично скрытые

или замаскированные различным «шумом» объекты.

Существует несколько теоретических подходов к объяснению способности человека идентифицировать и обрабатывать зрительные паттерны: гештальт-психология, принципы обработки информации «снизу вверх» и «сверху вниз», сравнение с эталоном, концепция геон, подетальный анализ и прототипное сравнение.

Опознавание паттерна может начинаться с описаний его частей, которые затем суммируются (обработка «снизу вверх»), или с выдвижения наблюдателем гипотезы, позволяющей опознать паттерн в целом, а затем — его составные части (обработка «сверху вниз»).

Идея сравнения с эталоном предполагает, что распознавание паттерна происходит в случае точного совпадения сенсорного стимула с соответствующей внутренней формой. Эта идея имеет теоретическое и практическое значение, но не может объяснить многие сложные когнитивные процессы, такие как способность правильно опознавать малознакомые формы и фигуры.

Концепция **геонов** (сокращение от «геометрические ионы»). Согласно этой концепции, все сложные формы состоят из элементарных нерасчленимых геометрических форм (напр., чашка составлена из двух геон: цилиндра (емкость для воды) и эллипса (ручка)). Распознавание объекта, состоит из **распознавания по компонентам**, при котором в сложных формах обнаруживаются простые формы. Геоны — это 24 особые формы, и, подобно буквам алфавита, они образуют определенную систему. При объединении они формируют более сложные формы, так же как буквы, из которых составлены слова на этой странице. Число различных форм, которые могут быть получены путем объединения первичных форм, является астрономическим. Например, три геона, расположенных во всех возможных комбинациях, дают 1,4 млрд трехгеонных объектов. Однако мы используем только часть из возможного числа сложных форм. Мы используем приблизительно 30 тыс. сложных форм, из которых мы имеем названия только для 3 тыс.

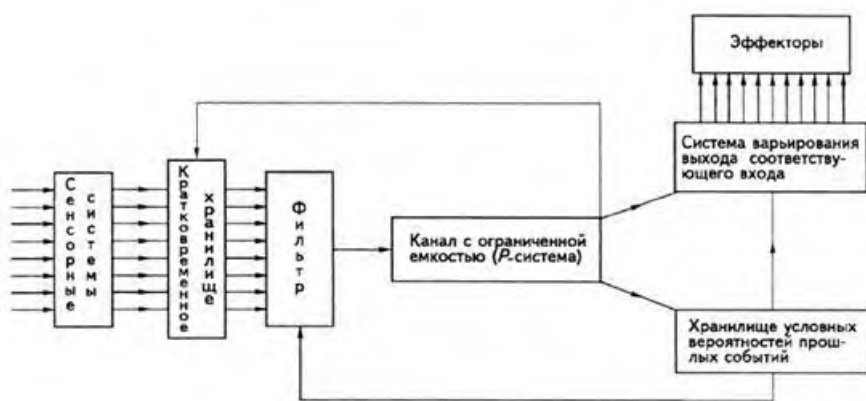
Принцип подетального анализа гласит, что распознавание паттернов происходит только после того, как стимулы будут проанализированы по их элементарным компонентам. Эта гипотеза подтверждается результатами неврологических и поведенческих экспериментов.

Гипотеза формирования прототипов утверждает, что восприятие паттерна происходит в результате сравнения стимулов с абстракциями, хранящимися в памяти и служащими в качестве идеальных форм, с которыми сравниваются стимульные паттерны. В теории прототипов предложены две модели: модель центральной тенденции, согласно которой прототип представляет собой среднее из набора образов; и модель частоты признаков, согласно которой прототип представляет собой некую форму или результат суммирования наиболее часто встречающихся признаков.

Что такое внимание и как оно связано с когнитивными процессами

В когнитивистике *внимание понимается как селектор, который спасает психику от перегрузки*. Решение проблемы ограниченной способности переработки информации предполагается в трех вариантах. *структурный* (внимание как «фильтр», который блокирует переработку избыточной информации (Д. Бродбент, А. Трейсман, Д. и Э. Дойч) и *функциональный* (внимание как стратегия распределения ограниченного ресурса системы между «потребителями») (Д. Канеман) и *активный отбор необходимой информации* (У. Найссер).

Теории ранней селекции. В основе теории лежит представление о радиометафоре, в соответствие с которой приемник настраивается на определенную волну и выбирает ее в общем потоке. Главное понятие — селекция. Исходные положения: ЦНС рассматривается как канал передачи информации с ограниченной пропускной способностью. Д. Бродбент основоположник моделей этого направления. По Бродбенту, канал ограниченной емкости может передавать за единицу времени небольшое количество информации. Канал - это проводник переноса информационных сообщений такого класса, которые могут быть отвергнуты и отобраны для дальнейшей обработки. В широком смысле слова под каналами подразумеваются объекты селекции. В модели



Бродбента канал образуется на очень ранней стадии (S) - это стадия сенсорной параллельной переработки, (P) - стадия перцептивной, последовательной переработки. По этой схеме стимулы от многих источников информации попадают на 1 стадию и далее осуществляется функция отбора, т.к. эта стадия в каждый момент времени может пропустить без потери ошибок только одно сообщение эту стадию иногда отождествляют с механизмом сознания. Например, каналов: каналы тихой и громкой речи или каналы звуков высокого и низкого тона. Внимание по Бродбенту представляет собой механизм фильтр, расположенного на ранней стадии приема и переработки информации, поэтому модель называют моделью ранней селекции. Внимание выполняет функцию селекции.

Модель аттенизатора (Н.Трейсман). Родилась благодаря множественной критике модели Бродбента. Согласно модели аттенизатора, после анализа всей поступающей стимуляции оба сообщения, на 1-ой сенсорной стадии, поступают на фильтр. Основываясь на определенном физическом признаке материала фильтр ослабляет (аттенирует) интенсивность нерелевантных (неважных) сигналов и свободно пропускает сигналы релевантных каналов. Т.е. на ранней стадии стимулы нерелевантных каналов не блокируются полностью, а лишь ослабляются, а у Бродбента параллельная обработка не допускается. А также допускается существование группы механизмов селекции в канале ограниченной емкости, в результате возникает отсеивание информации еще до момента ее полной идентификации.

Модели поздней селекции. Ограничения в системе переработки информации лежат гораздо ближе к выходу. Фильтрация связана с более поздним уровнем переработки информации (уровень принятия решения и формирования ответа). селекция происходит после семантического анализа всех значимых стимулов. Решающее значение для последующего отбора имеет степень активации. Степень активации пропорциональна важности стимула для текущей деятельности организма. Оценка важности происходит автоматически, на основе прошлого опыта. Кроме того, в данный момент времени степень активации определяется инструкцией, контекстом и др. факторами. Но одновременно в различной степени могут быть активированы несколько единиц (вербальных репрезентаций) при этом отбирается одна, наиболее важная, характер важности определяется порогом (минимальный уровень активации, который нужен для ее опознания)

Память как способ переработки информации

Когнитивная психология рассматривает человека как систему, занятую поиском информации об окружающем мире и переработкой этой информации. Поэтому определение памяти будет выглядеть следующим образом: память есть совокупность процессов приема, трансформации и хранения информации.

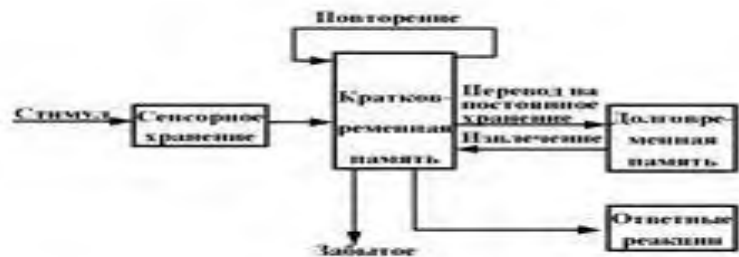
Информация перерабатывается поэтапно. Анализ информации начинается с момента поступления стимула в одну из сенсорных систем. Время между стимулом и ответом на него разбивается на короткие интервалы, каждый из которых соответствует определенному уровню переработки информации. Емкость систем ограничена. Для каждого этапа существует предел способностей человека к переработке информации. Кроме того, разным этапам соответствует разная форма, в которой представлена информация о стимуле, и различное время хранения информации. Следовательно, имеются два основных критерия, согласно которым и выделяются основные подсистемы памяти: 1) время хранения информации, 2) форма представления информации (вид кодирования).

На каждом этапе информация подвергается обработке под влиянием различных регуляторных процессов (процессы повторения, внимания и др.).

Самыми ранними теориями в когнитивной психологии являются структурные теории, которые больше внимания уделяют структуре памяти и практически не изучают ее как процесс. Структурные теории памяти утверждают, что память делится на несколько **подструктур, которые отличаются по времени хранения информации, способу ее кодирования, объему удерживаемой информации. И самым ходовым вариантом такой модели памяти является модель Во- Норманна**

Информация может быть закодирована тремя разными способами:

- 1) зрительное кодирование – представление материала в виде зрительного изображения;
- 2) акустическое кодирование – представление материала в виде звуков;
- 3) семантическое кодирование – представление материала в виде слов.



Сенсорный регистр или ультра-кратковременная память

Сенсорный регистр является первой подсистемой памяти, которая обеспечивает удержание в течение очень короткого времени продуктов сенсорной переработки информации, поступающей в органы чувств. В подсистему входят: 1) иконическая память – вид УКП, в которой хранится зрительная информация, 2) эхоическая память – вид УКП, предназначенный для акустической (слуховой) информации.

В соответствии с вышеназванными критериями УКП можно охарактеризовать следующим образом:

- 1) время хранения информации: иконическая память – 0,25 – 0,5 секунды, эхоическая – 2 секунды.
- 2) форма хранения информации – “непосредственный отпечаток”: иконическая – зрительный, эхоическая – слуховой.

Необходимость вычленения УКП как отдельной подсистемы позволяет решить ряд проблем. Как объяснить тот факт, что даже в том случае, когда время воздействия стимула столь мало, что сенсорная система не успевает его опознать (скорость нервных процессов ограничена), человек все-таки может сообщить, что именно он видел? Почему, несмотря на то, что человеческий глаз находится в постоянном движении, видимый мир остается неподвижным? **Основная функция СР состоит в том, чтобы обеспечить сенсорным системам время, необходимое для обработки сигналов, предоставлять им на это время полную «картину – копию» сигнала, стабилизировать внешний мир.** Следовательно, чтобы обеспечить выбор нужного сигнала, СР должен предоставлять всю информацию в количестве большем, чем может быть обработано, сохранять все возможности для будущего выбора.

- 3) Объем информации, сохраняемой в СР, практически неограничен.
- 4) Механизм забывания в зрительном СР является стирание старых следов новыми, однако простое угасание следов памяти также не исключается.

Кратковременная память

Следующим этапом переработки информации является кратковременная память – подсистема памяти, обеспечивающая оперативное удержание и преобразование данных, поступающих от органов чувств и из долговременной памяти. Ее основные характеристики:

- 1) время хранения информации при отсутствии повторения – от 20 до 30 секунд;
- 2) емкость КП – ограничена, объем КП не превышает 7 ± 2 элемента;
- 3) форма хранения информации – акустический код (гипотеза, принимаемая большинством исследователей, альтернативная гипотеза предполагает наличие зрительных кодов в КП);
- 4) механизм забывания – замещение или вытеснение.

Существует ряд фактов, доказывающих правомерность выделения КП как отдельной подсистемы памяти. Одним из них является синдром Милнер – поражение определенной области головного мозга (гиппокампа), при котором давно прошедшие события вспоминаются легко, а недавние практически не сохраняются. В литературе описана история болезни музыкального продюсера К.В., который перенес редкую форму энцефалита. Его воспоминания о текущих событиях исчезали очень быстро – он не мог вспомнить, что он ел на завтрак, какую песню только что спел и т.д. Однако его музыкальные способности сохранились – он мог дирижировать хором, помнил наизусть множество музыкальных партий, выученных до болезни и т. д. Можно предположить, что кратковременная память в данном случае нарушена, а долговременная сохранена, т.е. существуют две различные подсистемы памяти.

Долговременная память

Долговременная память – подсистема памяти, обеспечивающая продолжительное удержание знаний, умений и навыков, характеризующаяся огромным объемом сохраняемой информации. Ее основные характеристики:

1. Время хранения в ДП – велико (месяцы, годы) или не ограничено;
2. Емкость ДП – неизвестна, есть гипотеза о неограниченной емкости ДП;
3. Форма хранения информации – семантический код (гипотеза, признанная большинством исследователей, альтернативная гипотеза предполагает наличие зрительных кодов и слуховых кодов в ДП). Информация в ДП организована по принципу ассоциации.
4. Забывание – определенного мнения на этот счет не существует. Либо забывание происходит в результате угасания следов памяти, либо в результате интерференции, либо забывание вообще отсутствует, а информация сохраняется, но по каким-либо причинам становится недоступной.

Семантическую форму кодирования, как уже упоминалось, подтверждают семантические ошибки припоминания из ДП, т.е. припоминание слов, сходных по смыслу с заданным. Эксперименты по изучению этих ошибок показали, что при восприятии слова сначала в СР образуется некое изображение слова, которое преобразуется в КП в слуховую форму и на уровне ДП устанавливается его значение. При припоминании слова, следовательно, сначала необходимо найти его значение на уровне ДП. Однако существует особый феномен “на кончике языка” отмечаемый при воспроизведении из ДП, который показывает, что это представление является упрощенным. Феномен состоит в том, что человек осознает, что знает требуемое слово, но не может полностью его вспомнить, т.е. полное извлечение невозможно, однако частичное воспроизведение все-таки происходит (части слова, или слова, похожего на искомое). Р. Клацки называет этот феномен «состоянием готовности» и объясняет следующим образом: То или иное слово хранится в ДП в определенном месте, оно представлено здесь как слуховой, так и семантической информацией. Поэтому извлечение данного слова из ДП может быть основано на его звучании (например, я произношу слово “собака”, а вы объясняете мне, что оно означает), или на его смысле (я говорю “лучший друг человека”, а вы отвечаете “собака”). В состоянии готовности полное извлечение по смыслу оказывается невозможным, но испытываемый все же частично извлекает требуемое слово. Он имеет некоторое представление о его звучании, но, очевидно, не имеет полного акустического образа. Браун и Мак-Нейл полагают, что вместе с каждым словом хранятся его ассоциации, или связи с другими словами в ДП, так что испытываемый может называть другие слова, означающие почти то же самое. Таким образом, эти авторы описывают ДП как обширный набор взаимосвязанных участков, в каждом из которых содержится совокупность информации, относящейся к данному слову или факту. Результаты наводят на мысль, что ДП можно изобразить как «сеть», образованную пучками информационных связей. Таким образом, модели ДП строятся по принципу ассоциативных связей. Если память представлять себе, как каталог информации (наподобие библиотечного), то для поиска нужного слова нам потребуются «ключи», т.е. основные данные о месте хранения данного слова. Феномен “на кончике языка” показывает, что ключи могут быть «потеряны», и тогда слово, которое действительно имеется в хранилище, оказывается недоступным.

Теории уровней переработки информации

Сторонники теории уровней переработки информации считают, что правомерно говорить не об отдельных блоках или системах, а об уровнях переработки информации; не существует КП и ДП в виде отдельных структур со своими законами, память подчинена единой закономерности. Входные стимулы, согласно этой теории, подвергаются ряду аналитических процедур, начиная с сенсорного анализа и заканчивая глубоким и сложным семантическим анализом, в зависимости от характера стимула и времени, отпущенного на его обработку. Эффективность сохранения информации зависит от того, на каком уровне она была обработана, а уровень, в свою очередь, определяется типом задачи и внутренними ресурсами субъекта. Если обработка ограничивается стадией сенсорного анализа, то вероятность того, что она будет забыта, весьма велика. По мере того как подключаются более глубокие уровни обработки и увеличивается доля семантического и когнитивного анализа, образуются более прочные следы памяти, которые являются побочным продуктом процесса перцептивной обработки. Поясним процесс поуровневой обработки на примере процесса распознавания слова. На низшем уровне анализируются физические характеристики, например, если слово написано на бумаге, то анализируются линии и углы. На более поздних стадиях стимулы сопоставляются с хранимой информацией – буквы данного слова опознаются по хранящимся в памяти эталонам, на высшем уровне слово может вызвать ассоциации, образы или сюжеты, связанные с прошлым опытом употребления данного слова.

Коннекционистская (PDP) модель памяти: Румельхарт и Мак-Клелланд

Коннекционистская (или PDP – *параллельно-распределенная обработка*) модель, созданная Румельхартом, Мак-Клелландом, также основана на нервных процессах, но она пытается описывать память с точки зрения еще более тонкого анализа обрабатываемых единиц, которые напоминают нейроны. Одна дополнительная особенность модели памяти PDP состоит в том, что это не только модель памяти, но и модель действия и репрезентации знания. Главное предположение PDP модели – умственные процессы осуществляются через систему тесно связанных единиц, которые активизируются и связываются с другими единицами. Эти единицы — простые элементы обработки, символизирующие возможные гипотезы о характере вещей, таких как буквы на дисплее, правила, управляющие синтаксисом, и цели или действия. Единицы можно сравнить с атомами, так, как и те и другие являются компоновочными блоками для более сложных структур и объединяются с другими такими же единицами, чтобы формировать большие сети. Каким образом такая единица, как нейрон мозга,

объединяется с другими нейронами в более крупные системы для параллельной обработки?

Единицы организованы в модули, подобно тому как атомы организованы в молекулы. На рис. 8.12 показан простой модуль обработки информации. В этой весьма упрощенной репрезентации модуля (число единиц в модуле колеблется от тысяч до миллионов) каждая единица получает информацию от других модулей (слева) через входящие линии и после обработки передает информацию к другим модулям через выходящие линии (справа).

Согласно этой модели, полученная информация распространяется по всей системе и оставляет следы там, где она прошла. Эти следы изменяются по силе (называемой весом) связей между отдельными единицами в системе. След памяти, например, имя друга, может быть распределен по различным связям. Считается, что хранящуюся информацию (например, об имени друга) можно найти по ее содержанию, то есть мы можем получить доступ к информации в памяти на основе ее признаков. Вы можете вспомнить имя вашего друга, если вам показываю его изображение, говорят, где он живет, или описываю, чем он занимается. Все эти признаки могут использоваться, чтобы получить доступ к имени в памяти. Конечно, некоторые признаки лучше, чем другие.

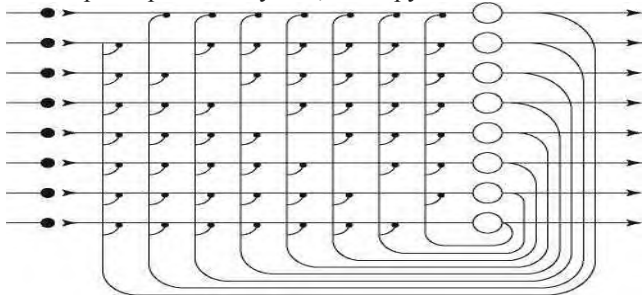


Рис. 8.12. Упрощенная версия модуля обработки, содержащего восемь единиц обработки. Каждая единица связана со всеми другими единицами, что обозначено ответвлениями выходных линий, которые возвращаются назад на входные линии, ведущие к каждой единице.

В реальной жизни каждый из этих признаков может быть связан больше чем с одним человеком. Вы можете знать несколько человек, имеющих такую же профессию или живущих в той же части города. Если это так, можно вспомнить не того человека. Однако, если категории являются достаточно специфическими и

взаимно исключают, воспроизведение, вероятно, будет точным. **Каким образом модульное понятие о памяти в модели PDP не позволяет этим интерферирующим компонентам сталкиваться друг с другом?**

Согласно этой модели, информация представлена в памяти в терминах многочисленных связей с другими единицами. Если признак — это часть множества различных воспоминаний, то при активизации (например, в вопросе: «Как зовут вашего друга?») он будет иметь тенденцию возбуждать все воспоминания, частью которых он является. Один из способов, препятствующих перегрузке системы интерферирующими компонентами, состоит в том, чтобы представить отношения между единицами как подчиняющиеся законам торможения. Так, когда мы идентифицируем человека, имя которого нам надо вспомнить, как мужчину, теоретически мы тормозим поиск людей, которые являются женщинами. Когда мы добавляем, что он из Нарнии, мы не ищем имен мужчин, которые живут в других чудесных странах.

Одна из особенностей коннекционистской модели памяти состоит в том, что она может объяснить сложное научение — разновидность операций памяти, с которыми мы сталкиваемся в повседневной жизни. Эти операции могут включать изучение категорий или формирование прототипа.

Рассмотрим следующий пример научения по прототипу, предложенный Мак-Клелландом и Румельхартом. Маленький мальчик видит много различных собак, каждую лишь один раз, и все они имеют разные клички. Все собаки имеют свои особенности, но их можно рассматривать как вариации собаки-прототипа — воплощения «собаки». Мальчик формирует воспоминание собаки-прототипа на основе опыта восприятия отдельных собак и вероятно, опознает собаку-прототип как собаку, даже если он никогда не видел ее. Конечно, мальчик вряд ли будет помнить клички всех собак, хотя собака, воспринятая последней, все же может остаться в памяти. Объяснение формирования прототипа коннекционистской моделью, предполагает, что каждый раз, когда мальчик видит собаку, создается визуальный паттерн активации более чем нескольких единиц в модуле. Напротив, кличка собаки производит меньший паттерн активации. Объединенная активация всех отдельных собак суммируется в собаке-прототипе, которая может быть устойчивой репрезентацией памяти.

Модели репрезентации знаний

Под знанием мы подразумеваем хранение, интеграцию и организацию информации в памяти. Информация — это производная от ощущений, но со знанием дело обстоит несколько иначе. Знание — это организованная информация; оно — часть системы или сети структурированной информации; в некотором смысле знание — это систематизированная информация. Знания — это обладающие постоянством когнитивные (информационные) образования, не зависящие от актуально выполняемой задачи и хранящиеся в долговременной памяти: вербальные, образные, понятийные, семантические структуры. Из долговременной памяти знания извлекаются в форме различных репрезентаций: вербальных, образных, понятийных, семантических и других структур. Репрезентации (представление) — когнитивные конструкции (модели реальности), которые выстраиваются субъектом в конкретном контексте специфических целей в зависимости от обстоятельств.

Типы репрезентаций. Образные репрезентации (основанные на восприятии) фиксируют и отражают модальные и пространственные характеристики — формы, размеры, расположения, ориентации объектов и процессов. Концептуальные (категориальные) репрезентации (основанные на значении) фиксируют и выражают наши знания о мире при помощи структур языка. Репрезентации действий — неосознаваемые и осознаваемые знания о действиях, которые включают два аспекта: 1) семантический — значение действия, которое потенциально может быть выражено посредством языка (что?); 2) способы, средства и последовательность исполнения действия, которые могут потенциально быть выражены посредством языка (как?).

Как кодируется и организуется информация в долговременной памяти?

Скорее всего в памяти фиксируются только интерпретации событий — вербальные и визуальные, но не образные («картинные») изображения. Более того мысленные представления = репрезентации (воспроизведенные или конструируемые) функционально эквивалентны непосредственным перцептивным образам. Т.е. долговременная память сохраняет не

абстрактные образы и концепты объектов, не связанные ни с какой конкретной ситуацией, требующей адаптивного поведения, а признаки объектов (комплексы признаков), которые являются «ключами» для актуализации соответствующих объекту функций в мозге.

Что является единицей хранения информации в долговременной памяти?

Совершенно точно, это – концепт.

Концепт – базовая когнитивная структура, позволяющая связывать значения и смысл со словом (знаком) (Концепт – функция приравнивания определенного набора признаков определенному понятию ((слову, знаку), «палка, палка, огуречик – вот и вышел ...человечек»). Самые важные концепты выражены в языке. Концепты идеальны и кодируются в сознании единицами универсального предметного кода. Единицы универсального предметного кода имеют предметно-образный, то есть чувственный характер, а универсальность предметного кода связана с тем, что он есть у всех без исключения носителей языка, хотя и различен у каждого индивида, поскольку отражает субъективный чувственный опыт человека, лично им полученный в жизни через его органы чувств. Многие концепты сохраняют преимущественно чувственный, эмпирический характер, например, представленные такими словами, как кислый, сладкий, соленый, гладкий, шероховатый, а также такие как окуроч, яма, лужа, ложка, вилка, тарелка, чашка, стол, стул. Соответствующие концепты отражают чисто чувственное знание о предмете, которого для мышления об этих предметах и оперирования с ними в практической деятельности вполне достаточно. Образ, составляющий содержание концепта, подвергается национальным сообществом определенной стандартизации. Концепты могут быть общенациональными (стандартизованными), групповыми (принадлежащими социальной, возрастной, половой и др. группам) и личными. Концепт выполняет функцию категоризации и позволяет говорить об одном и том же на разных уровнях общности. Категоризация совершается двумя группами операций: а) разграничение классов; б) определение связи между данным классом и другими классами.

По содержанию концепты, подразделяются, на следующие типы: *Представление* — это обобщенные чувственные образы предметов или явлений, например: дрожь — частое судорожное, вздрагивание тела, клен — лиственное дерево с широкими резными листьями. Представления статичны и являют собой чувственное отражение совокупности наиболее ярких внешних, чувственно воспринимаемых признаков отдельного предмета или явления. *Схема* — концепт, представленный некоторой обобщенной пространственно-графической или контурной схемой — дерево вообще, (наглядный образ дерева вообще — ствол и крона), образ реки как протяженности, ленты. *Понятие* — концепт, который состоит из наиболее общих, существенных признаков предмета или явления, результат их рационального отражения и осмысления. Например: квадрат — прямоугольник с равными сторонами. *Прототип* — это образ типичного представителя класса, категоризируемого концептом. Например — цветок — ромашка, роза, пустыня — Сахара

Как организованы семантические связи между концептами?

Концепт фиксирует совокупность свойств, характеризующих определенное множество предметов, и задается определением. Между концептами устанавливаются отношения. Одни концепты характеризуются по отношению к другим через иерархические связи вхождения классов друг в друга. Концепты, находящиеся на вершине иерархии (родовые концепты), обладают небольшим числом свойств, но большой протяженностью. Концепты, находящиеся в основании иерархии (видовые концепты), имеют самое большое число свойств, но имеют наименьшую протяженность.

Организация знаний может быть выражена *семантической сетью*, в узлах которой располагаются концепты, а дуги образуют «горизонтальные» и «вертикальные» связи между концептами.

В каждом узле хранятся специфические свойства концептов в форме набора признаков.

Свойства и признаки, которыми обладает данный концепт вместе с другими концептами, хранятся в верхнем узле сети. Чтобы иметь полный перечень свойств, достаточно подняться вверх по концептуальному дереву (что существенно разгружает память).

Как вариант, можно организовать семантическую связь *с помощью прототипов*. Для каждой категории (класса) предметов существуют наиболее репрезентативные по сравнению с другими концепты. Они быстрее и легче воспроизводятся субъектом и выступают в качестве прототипа этого класса. Прототипы служат для размежевания классов друг от друга. Существуют предпочтительные уровни категоризации – базовые уровни, которые позволяют сохранить максимум признаков, необходимых для того, чтобы дифференцировать объекты друг от друга. Особенности категорий базового уровня: а) являются наиболее абстрактными из допускающих образную репрезентацию; б) являются предпочтительными для называния; в) при переходе с нижестоящего на базовый концептуальный уровень теряется совсем немного атрибутов; при переходе с базового на вышестоящий концептуальный уровень теряется очень много атрибутов. Прототипы часто служат смысловым ядром предложений. Категории усваиваются людьми значительно быстрее с помощью прототипов.

Но такие принципы организации хороши для описания предметных областей, а если надо представить знания о ситуациях и событиях?

Здесь подойдет схемная организация (фреймы и скрипты)

Элементы семантических сетей могут организовываться в устойчивые когнитивные образования, которые представляют собой *схемы выполнения определенного множества аналогичных когнитивных операций*. Схемы – это обобщенные абстрактные когнитивные структуры, приложимые к некоторому числу ситуаций или событий. Схемы содержат некоторое число переменных, или «свободных мест», предназначенных для того, чтобы заполняться специфическими элементами тех ситуаций или событий, которые репрезентируются схемой. Схемы выражают декларативные знания, связанные не с частным, отдельным знанием, а такие, которые могут быть использованы в самых различных целях (понимать, исполнять, делать умозаключение).

1. Схемы являются блоками организации знаний, образуя единицы, которые: а) неделимы и восстанавливаемы в памяти, б) автономны относительно других знаний.
2. Схемы конструируются из элементарных (конкретных) представлений, концептов, действий, связей и являются обобщенными представлениями каких-либо событий или ситуаций.
3. В схемах кодируются как перцептивные (образные), так и пропозициональные признаки. Организация схем может иметь: а) последовательный и б) иерархический характер.

4. Существует два основных типа схем.

Фрейм — мыслимый в целостности его составных частей многокомпонентный концепт, объемное представление, некоторая совокупность стандартных знаний о предмете или явлении. Например, магазин (компоненты — покупать, продавать, стоять, цена и др.), стадион (устройство, внешний вид, поле для игры на нем и др.). Примеры фреймов: ресторан, кино, поликлиника, больница.

Сценарий (скрипт) — посещение кино, поездка в другой город, посещение ресторана, поликлиники, драка, игра, экскурсия — последовательность эпизодов во времени. Это стереотипные эпизоды с признаком движения, развития. Это фактически фреймы, разворачиваемые во времени и пространстве как последовательность отдельных эпизодов, этапов, элементов. Стадион — это фрейм, а посещение стадиона, игра на стадионе, реконструкция стадиона и т.д.— сценарии.