

Курс лекций «Введение в ИИ.». Часть I.
От психофизиологической проблемы до экспертных
систем.

Лекция 3. Многопроцессорная метафора

О.Г. Чанышев

Содержание

1 Введение	1
2 Процессоры мозга	2
2.1 Элементарный процессор мозга - нейрон	2
2.2 Нейронные ансамбли	4
2.3 Проекционные структуры	7
3 Память	8
3.1 Процедурная и декларативная память	9
3.2 Типы памяти, дифференцируемые по времени хранения информации	9
4 Многопроцессорная метафора	11
4.1 Процессоры в многопроцессорных системах	11
4.1.1 Преимущества многопроцессорных систем	11
4.2 Сопоставление функциональных зон коры с процессорами ЭВМ	12
4.2.1 Собственная память	12
4.2.2 Собственная форма представления информации	12
4.2.3 Перекоммутация	13
4.2.4 Перепрограммируемость	13
4.2.5 Об организации работы мозга на макроуровне	13
4.3 Заключение	14

Волей-неволей в науке выстраивается некоторая иерархия представлений и конструкций, как будто наш Разум, обретя наконец возможность, торопится повторить все то, что он прошел уже сам в своем совершенствовании длительным путем мучительной эволюции, тянувшейся миллионы лет.

Н. Моисеев. "Человек и ноосфера".

1 Введение

Концепции системы управления, обратной связи, автомата, персептрона, ассоциативной памяти были результатом теоретического осмысления представлений науки о строении и функциях нервной системы.

С другой стороны, кибернетика является основным источником концептуальных моделей функционирования нервной системы, поскольку анализ циркуляции и взаимодействия нервных импульсов ничего не могут сказать о смысле операций. Нейробиология и кибернетика (более широко - информатика) неизбежно должны развиваться в тесном взаимодействии.

Совершенно неоправданно нейропсихологами игнорировались представления когнитивной науки и искусственного интеллекта о фундаментальной роли знаний в моделировании мышления. В работе [1], отмечается два важнейших результата, полученных в результате развития идей искусственного интеллекта:

- всякая интеллектуальная система должна уметь оперировать внутренними моделями мира;

- для того, чтобы эффективно моделировать мир, знания о различных аспектах его организации должны быть по разному структурированы и представлены в ЭВМ в форме, позволяющей реализовывать естественную для данного аспекта логику манипулирования с моделями. (По сути, эта же идея лежит в основе так называемого Объектно Ориентированного Программирования.)

Долгое время компьютерная метафора в нейрокибернетике основывалась на фон Неймановской архитектуре ЭВМ. Применительно к мозгу эта схема оказалась малоэффективной и в результате нейропсихологи и нейрофизиологи долгое время игнорировали достижения в области создания новых типов вычислительных систем. Ситуация стала радикально меняться в 70-х - 80-х годах. Стали создаваться не отдельные программы, а программные системы со сложной архитектурой. Например, операционные системы ЭВМ явились едва ли не самым сложным продуктом человеческого интеллекта. Появились многопроцессорные ЭВМ с разделением функций между процессорами и распараллеливанием процессов.

Однако, прежде чем перейти к аналогии мозга с многопроцессорным компьютером (многопроцессорная метафора), посмотрим, что думают нейрофизиология, нейропсихология и психология о работе мозга.

2 Процессоры мозга

2.1 Элементарный процессор мозга - нейрон

«Атомом» нервной системы, но далеко не неделимым и не простым, является нервная клетка - нейрон.

Основные функциональные свойства нейрона определяются его способностью к возбуждению и самовозбуждению. Передача возбуждения осуществляется по отросткам нейрона - аксонам и дендритам.

Аксоны передают информацию от клетки другим клеткам.

Дендриты воспринимают возбуждение от соседних нейронов и проводят его к телу клетки.

Синапсы - места контактов нейрон-нейрон или нейрон - клетка мышцы. Синапсы состоят из узкой щели между двумя клетками и двух мембран, одна из которых принадлежит передающей клетке, другая - принимающей.

Помимо внутренних нейронов, воспринимающих и преобразующих импульсы, поступающие от других нейронов, еще существуют нейроны, воспринимающие воздействия непосредственно из окружающей их среды (рецепторы), а также нейроны, непосредственно воздействующие на исполнительные органы - эффекторы, например, на мышцы или железы. Если нейрон воздействует на мышцу, его называют моторным нейроном, или мотонейроном.

Возможно, главная причина высокой эффективности мозга состоит в том, что отдельный элемент нервной системы - нейрон - уже представляет собой сложное и довольно мощное устройство переработки информации.

Прежде всего, широко распространенное утверждение о том, что нейрон - медленно работающее устройство - во многом не верно. Действительно, частота импульсов на выходе большинства нейронов редко превосходит 100 имп/сек, а переходные процессы в мембранах длятся по несколько микросекунд. Однако, многие нейроны имеют десятки, а то и сотни тысяч входов. Для того, чтобы имитирующая нейрон ЭВМ могла даже просто последовательно опросить эти входы за 0.01 сек, ее быстродействие должно было бы превышать миллион операций в секунду.

Рассмотрим основной процесс обработки «входного сигнала». В синаптическую щель выделяется большая или меньшая доза медиатора. Взаимодействие медиатора с рецепторами постсинаптической мембраны приводит к ее электрической деполяризации (или гиперполяризации, если синапс тормозной). Возникающие токи воздействуют на мембрану дендритов и тела клетки, а в конечном итоге вызывают частичную деполяризацию триггерного участка нейрона, нахо-

дющегося в основании аксона - аксонного холмика. Если в результате совместного действия нескольких активных синапсов эта деполяризация оказывается больше критической, то в дальнейшем она начинает нарастать лавинообразно. Возникает нервный импульс, который не затухая распространяется по аксону. Такая картина типична для большинства, но не для всех нейронов. И тем не менее, даже те нейроны, для которых она справедлива, отнюдь не простые сумматоры, соединенные с пороговыми элементами

Анализируя процесс обработки импульса, необходимо учитывать следующие факторы.

Во-первых, количество выделяющегося медиатора не постоянно. Известны феномены потенцирования и привыкания синапсов. Потенциация приводит к тому, что на каждый следующий сигнал выделяется больше медиатора. Медленно развивающееся привыкание или усталость синапса приводят к обратному эффекту. Во-вторых, на многих синапсах находятся другие, управляющие синапсы. Результат их совместного действия не пропорционален сумме пришедших к ним сигналов. Поляризация (гиперполяризация) постсинаптической мембраны, вызванная отдельным нервным импульсом, развивается не мгновенно. После некоторого латентного периода она быстро нарастает, а затем затухает в течение нескольких микросекунд. Следующий нервный импульс приходит, как правило, до того, как исчерпалось действие предыдущего. В результате они суммируются нелинейным образом (так называемая временная суммация).

Плюс к этому :

- близко расположенные синапсы влияют на работу друг друга,
- сигналы от различных синапсов приходят в триггерные зоны с различной задержкой,
- значение порога возбуждения аксонного холмика может зависеть от общего состояния клетки,
- многие нейроны обладают спонтанной импульсной активностью и приходящая афферентация лишь меняет ее временные характеристики.

Приведем еще некоторые факты, характеризующие сложность и разнообразие нервных клеток.

Взаимовлияние нейронов не исчерпывается передачей сигналов через классические химические синапсы. Многие нейроны выделяют не медиаторы, а нейромодуляторы - вещества, которые лишь регулируют характер ответа на сигналы, поступающие от других нейронов, а не вызывают непосредственно деполяризации или гиперполяризации мембраны.

Не все нейроны возбудимы. В ряде случаев обработка информации и ее передача происходит на подпороговом уровне.

Наконец, помимо классических синапсов между аксонами одних нейронов и дендритами других, встречаются и дендрит-дендритные, дендрит-аксонные и т.п. Возможности отдельных нейронов настолько велики, что им доверяется управление сложными динамическими системами или организация целостных поведенческих реакций. Например, так называемые командные нейроны (как правило, гигантские) используются у многих животных для распознавания угрожающей ситуации и быстрого запуска целостной реакции избегания.

Число возможных состояний нейрона очень велико и ансамбли нейронов могут быть очень емкими и компактными устройствами хранения информации - "блоками памяти"

Таким образом, даже «элементарная» структурная единица нервной системы - нейрон, больше похож на процессор, чем на простой пороговый элемент и в качестве простого линейного сумматора он работает лишь в исключительных, предельно простых случаях.

2.2 Нейронные ансамбли

Работа человеческой психики, субстратом которой является мозг, дает множество оснований для ее моделирования многопроцессорной системой.

Еще немецкий физиолог Галлей (1758-1828 гг.) высказал предположение о специализированности некоторых областей мозга, которые могут хранить отдельные «способности» [3].

Участки мозга в обоих полушариях (объемом 1-2 куб см.) можно сравнить с процессорами, специализированными на выполнении различных интеллектуальных задач. В каждом таком участке содержится по несколько миллионов нейронов, большая часть которых имеет размеры от 5 до 50 мк. Плотность "монтажа" и общие размеры процессоров мозга сопоставимы с характеристиками современных СБИС.

Различные участки головного мозга работают параллельно и относительно независимо. Например, человек с тяжелыми поражениями речи, может правильно узнавать окружающие предметы, читать и даже сочинять музыку.

Головной мозг состоит из ряда хорошо различимых отделов, которые, в свою очередь, состоят из подотделов (области, комплексы, формации), границы между которыми не всегда четко различимы. Разделы подразделов называются полями или ядрами (в зависимости от плотности упаковки нейронов).

На макроуровне бросается в глаза физическая разделенность головного моз-

га на два полушария. Открытие факта разделенности головного мозга человека вряд-ли можно приписать кому-то персонально. Но на функциональную асимметрию полушарий впервые обратил внимание Брока в 1861 г. Он обнаружил в области третьей лобной извилины левого полушария зону, поражение которой приводит к потере речи. Идею о «логичности», «аналитичности» левого полушария и «образности» и «непосредственности» правого впервые высказал, по-видимому, Джексон в 1874 г. (См. [4]). С тех пор и до настоящего времени проводятся исследования с целью понять природу парности и функциональной асимметрии.

Несмотря на то, что признаки функциональной асимметрии наблюдаются вскоре после рождения ребенка и могут считаться врожденными, на сегодняшний день точка зрения о логико-образной (аналитико-холистической) дихотомии, физически (физиологически) реализованной в двуполушарности мозга, является доминирующей. Однако, указанные функциональные различия между полушариями носят скорее количественный, а не качественный характер.

Крайне интересны с точки зрения связи логичности мышления и одаренности данные, свидетельствующие о том, что одаренность связана с правым, «образным» полушарием [7, 8, 9, 10].

Поверхностный слой правого и левого полушарий - кора - вместе с несколькими небольшими структурами в глубине составляют передний мозг.

Переднему мозгу приписывают исполнение высших интеллектуальных функций. Затылочная доля коры отвечает за зрение, височная доля - за слух и речь, теменная доля - реакции на сенсорные стимулы и управление движениями, лобная доля отвечает за координацию функций других областей коры. Глубокие структуры мозга - специфические, связанные с работой анализаторов, и неспецифические мозговые структуры, находящиеся в подкорковых отделах больших полушарий и стволе мозга.

Специфические глубокие структуры мозга обеспечивают переработку сенсорной информации и организацию моторных актов. Неспецифические глубокие структуры мозга обеспечивают активацию, регуляцию цикла «сон - бодрствование», процессы памяти и внимания, эмоциональные процессы, состояния сознания. При стереотаксических воздействиях на неспецифические глубокие структуры мозга (неспецифические ядра зрительного бугра, лимбическую кору и др.) возникают динамические нарушения высших психических функций - речи (дисфазии), движений (диспраксии), памяти (дисмнезии), которые отличаются от соответствующих нарушений, обусловленных поражением коры больших полушарий (афазии, апраксии, амнезии).

В области микрокартирования мозга получены в последнее время очень инте-

ресные результаты, обнаружены даже такие механизмы, как детектор грамматической правильности осмысленной фразы. Например, «белый пароход» и «белая пароход». Есть одна группа нейронов, которая возбуждается, когда грамматика нарушена, и сигнализирует об этом мозгу.

Найдены микроучастки мозга, которые отвечают за счет, за различение конкретных и абстрактных слов.

В этой деятельности по-разному участвуют нейроны коры и глубоких структур мозга. В глубоких структурах в основном наблюдается увеличение частоты электрических разрядов, не очень «привязанное» к какой-то определенной зоне. Эти нейроны как бы любую задачу решают всем миром. Совершенно другая картина в коре головного мозга. Там нейроны специализированы.

На конференции «Meeting of the American Academy of Neurology», прошедшей в 2001 г. сообщено о нахождении зоны мозга, ответственной за самосознание.

Ученые изучали пациентов с редким дегенеративным заболеванием мозга, которое ведет к драматическим изменениям индивидуальности человека. В результате исследователям удалось выявить ту область мозга, которая, по их мнению, ответственна за ощущение «Себя», своей личности, убеждений, а также предпочтений. Это правая фронтальная область мозга.

Брюс Миллер, главный исследователь утверждает, что заинтересовался анатомией правой фронтальной области, после того, когда заметил, что некоторые из его пациентов с фронто-темпоральной деменцией (слабоумие в следствии недоразвития или атрофии высших психических функций; от лат. dementia - безумие) демонстрируют резкие изменения в своих убеждениях, религии, пище и стиле одеваться. Используя самые современные технологии сканирования мозга, группе Миллера удалось показать, что те пациенты, которые демонстрировали значимые изменения в личностной сфере, имели очаг поражения в правой фронтальной области мозга. Те же пациенты, которые оставались сохранны в отношении личностной сферы не выявили подобного очага поражения нервной ткани. Миллер утверждает, что, согласно его исследованиям, поражения в правой фронтальной области ведут к нарушению сознательных функций и функций само-осознания. Это не тривиальное открытие, поскольку не понятно, почему неречевая зона мозга ответственна за концепции о себе самом.

В этой связи необходимо отметить, что нарушение контроля над протеканием сознательных процессов, выражающимся в потере четкой ориентировки в окружающем, в своем прошлом, в нестойкости сознания, при поражениях лобных долей мозга было описано еще в 60-х годах [6].

2.3 Проекционные структуры

В мозгу человека и всех сколько-нибудь высокоорганизованных животных обнаружены многочисленные проекционные структуры. Только в зрительной коре некоторых ночных обезьян их насчитывается не менее девяти. Информация в проекционных структурах мозга представляется в пространственно развернутой форме - в виде мозаики из возбужденных и невозбужденных нейронов. Зрительные и соматосенсорные образы внешнего мира проецируются в мозг с сохранением их топологической структуры. Возбуждение близко расположенных элементов сетчатки глаза приводит к возбуждению близко расположенных нейронов в проекционных областях зрительной коры, а прикосновение к соседним точкам кожи приводит к возбуждению соседних групп нейронов в области, специализирующейся на анализе соматосенсорной информации. В слуховом анализаторе возбуждение близких нейронов соответствует близким по высоте звукам.

Участки мозга управляются не только своими выходными проекционными структурами, но в какой-то мере вмешиваются в события, происходящие на их входных структурах. Об этом свидетельствует тот факт, что мы способны вызывать сенсорные образы объектов окружающего мира. Особенно яркими идущие изнутри образы становятся в сновидениях и при галлюцинациях.

Таким образом, проекционные структуры предоставляют мозгу пространство, в котором он разворачивает целый модельный мир, объекты которого для мозга эквивалентны объектам окружающего мира, их свойствам и отношениям. В отличие от окружающего мира, всем, что происходит во внутреннем модельном мире, мозг может оперировать непосредственно, "силой мысли". Мозгу доступны не только имена объектов окружающего мира, но, в определенном смысле, сами объекты. Многопроцессорная метафора, наличие локаль-

ных «внутренних дисплеев» и центрального, создающего целостную картину воспринятого, могут объяснить такие психопатологические феномены, как подавление восприятия и невозможность «монтажа» целостного образа воспринятого. Состояние подавленного восприятия описывается больным, как «тяжелая штора», опущенная на мозг; это напоминает тяжелую грозовую тучу, затрудняющую использование органов чувств. Свой собственный голос может звучать глухо и как бы издали, в глазах все расплываться и колебаться.

В случае полного разрыва связей получим резко выраженную патологию: «Аудиальные, визуальные и кинестетические контакты со средой перестают быть понятными для больного... При подобных нарушениях информация, посту-

пающая к больному, перестает быть для него цельной и очень часто предстает в форме раздробленных, разделенных элементов. Например, при просмотре телевизионных передач больной не может одновременно смотреть и слушать, а видение и слух представляются ему двумя разделенными сущностями.» [2]

Такое раздробленное восприятие может отражаться как на речи, больного так и на его поступках. И понятно почему: из-за неточной входной информации «сбоит» работа высших по иерархии процессоров - процессоров сознания, организующих поведение.

3 Память

С проблемой организации и локализации функций мозга тесно связана и проблема определения структур, хранящих информацию, т.е. «модулей памяти». К настоящему времени никакой макроструктуры («винчестера»), функцией которой являлось бы только хранение информации, не обнаружено. Н.П. Бехтерева (см. [4]) пришла к принципиальному заключению о том, что: «хотя существуют зоны мозга, имеющие тесную связь с процессами памяти, данные записи физиологических показателей мозга и его электрической стимуляции свидетельствуют об организации памяти по распределенному принципу... Создается впечатление не просто о системном характере организации памяти, а множестве систем, обеспечивающих различные виды и различные фазы памяти, имеющие общие для всех и различные для каждой из них звенья».

Память - это нейронное хранилище ассоциаций. Способность к образованию ассоциаций присуща нейронам всех структур мозга высших животных и человека, «а может быть, и вообще всем нейронам» [4]. Образование и распад ассоциаций составляют основу обучения.

Возможно, в основе формирования условных рефлексов и вообще ассоциаций, [5] лежит процесс затягивания ритмов активности отдельных нейронов в единый ритм. «Усиление восходящих активирующих влияний из ретикулярных структур ствола мозга - важное условие для обеспечения синфазности колебаний активности нейронов в удаленных пунктах мозга, объединяемых при выработке ассоциации. При прекращении этих влияний узоры из образовавшихся фазовых соотношений в ансамблях нейронов сохраняются неизменными. В таких узорах содержится информация о событиях, способствующих их возникновению.»

В один образ связываются (ассоциируются) прежде разобщенные образы восприятия, памяти, собственных действий. Ассоциации, не поддерживаемые

повторными сочетаниями, саморазрушаются сначала быстро, а потом все медленнее, по экспоненте с отрицательным показателем степени [5].

3.1 Процедурная и декларативная память

Некоторые исследователи подразделяют память на «процедурную» или «моторную» и «декларативную». «Процедурное знание - это знание того, как действовать. Декларативное знание ... обеспечивает доступный и ясный отчет о прошлом индивидуальном опыте...» [?]. Отличие двух типов памяти может заключаться в том, что процедурная память основана на биохимических или биофизических изменениях, происходящих только в тех нервных сетях, которые непосредственно участвуют в усвоенных действиях. ... Изменения этого типа отличаются от *перестройки нервных сетей*, с которой, как полагают, связана декларативная память.

Декларативную память называют также семантической, поскольку «доступный и ясный отчет» обеспечивается логической категоризацией, полностью определяемой речью.

3.2 Типы памяти, дифференцируемые по времени хранения информации

На сегодняшний день, будучи строго объективным, можно констатировать, что установлено наличие трех видов нервной памяти: [4]

«1) Сенсорная (перцептивная) память - отпечаток, энграмма внешних воздействий, представляющая из себя нейродинамический процесс длительностью 0.1 - 0.5 с. Главной особенностью сенсорной памяти считается ее практически неограниченная емкость, запоминается все, что воспринимается рецепторами. Она обеспечивает возможность выбора и переработки информации более высокими по иерархии отделами мозга.

2) Кратковременная память - ряд электрофизиологических и электрохимических процессов длительностью от десятков миллисекунд до минут, часов, дней, переводящих соответственно переработанную отфильтрованную сенсорную энграмму в долговременную память или извлекающих следы энграммы из долговременной памяти; объем кратковременной памяти, который после многолетних тщательных исследований по разнообразным методикам, считается равным 7 ± 2 единицы.

3) Долговременная память - некоторая новая внутримозговая структура, матрица, представляющая из себя изменения в мембранах нейронов и межнейронных связях, в которых отображаются в переработанном виде сенсорные энграм-

мы, являющиеся результатом сложных сцеплений следовых образов внешнего мира.»

Все это весьма напоминает описание концепции иерархии памяти ЭВМ «от очень быстро и мало» до «очень много и медленно». Тем более, что нейрофизиологи говорят о возможности существования и четвертого вида памяти - промежуточной или лабильной.

Поскольку объема кратковременной памяти явно недостаточно для обеспечения записи в долговременную память непрерывного потока внешней и внутренней информации, значит должна существовать память значительно большей емкости и с временем хранения, измеряемым часами. Однако ее емкость также ограничена и предполагается, что «очищение ее регистра» [4], обработка и перевод информации в долговременную память производится через кратковременную во время сна, когда кратковременная свободна от внешней информации.

В психологической литературе фигурирует множество видов памяти: «образная, логическая, эмоциональная, память-воображение, память-рассказ», появление которых связано преимущественно с методологическими слабостями интроспективного метода исследования. Небезынтересно отметить, что И.П. Павлов, фактически занимавшийся исследованиями механизмов памяти, отказался от использования психологических терминов. Тем не менее, различение видов памяти по модальностям (зрительная (визуальная), звуковая (аудиальная), тактильная, вкусовая), а также по времени и объему хранения информации представляется очень важным и твердо укрепились в нейрофизиологии.

4 Многопроцессорная метафора

По морфологической сложности нервная система превосходит весь остальной организм. Различные участки мозга, как уже сказано выше, отличаются и функциями и ролью в процессах переработки информации. Достаточно давно выделенные отделы мозга метафорически сопоставлялись с процессорами ЭВМ. Однако метафора понималась слишком формально.

4.1 Процессоры в многопроцессорных системах

Отдельные процессоры в многопроцессорных системах как правило обладают характеристиками, фактически придающими процессору особый онтологический статус в рамках вычислительной системы, делают его своего рода «субъектом». Перечислим эти характеристики.

1. Наличие собственной памяти.

2. Форма представления информации, адекватная классу решаемых задач.
3. Возможность по разному коммутироваться с другими процессорами в различные функциональные комбинации.
4. Возможность перепрограммировать извне.
5. Обладание входными и выходными интерфейсами (или внутренними дисплеями).

Функцией некоторых процессоров может быть планирование и организация работы всей многопроцессорной системы как целого.

4.1.1 Преимущества многопроцессорных систем

К безусловным преимуществам многопроцессорных систем следует отнести большую надежность и производительность, которые достигаются за счет распараллеливания процессов. В свою очередь, это позволяет строить их из относительно уязвимых и медленно работающих элементов. С другой стороны, можно закрепить за отдельными процессорами выполнение ограниченного класса задач - сделать их специализированными, приспособленными для работы с определенными формами представления информации, естественными для конкретных моделей и объектов. А при решении задач в естественном представлении отпадает, как правило, необходимость в их предварительной формализации, существенно упрощается структура программ.

Одновременная работа нескольких процессоров позволяет вычислительной системе сопоставлять различные аспекты, синтезировать представления об объектах мира как о многогранных динамических целостностях, а не просто как о носителях некоторого набора признаков. Путем обмена информацией через «внутренние дисплеи» многопроцессорная система получает возможность оперировать имитационными моделями внешнего мира и собственных действий. Это необходимо для прогнозирования развития событий, за которыми наблюдают ее сенсоры. Если имитационная модель сформирована, то одна группа процессоров может проиграть для другой группы возможное развитие ситуации. Это похоже на модельный физический эксперимент или театральную сцену.

В системе, состоящей из процессоров, обменивающихся между собой информацией через «внутренние дисплеи» и оперирующих каждый своей, специализированной формой знаний, разумным образом можно ввести представление о смысле. «Смысл» - это интерпретация одним процессором состояния других в своей форме представления.

4.2 Сопоставление функциональных зон коры с процессорами ЭВМ

Некоторые участки мозга, как уже было сказано, специализированы. По крайней мере, функциональные зоны коры можно сопоставить с процессорами вычислительных устройств.

4.2.1 Собственная память

И нейропсихологические и нейрофизиологические данные указывают на то, что большинство из участков коры мозга обладают собственной памятью. Все попытки найти единый центр памяти неизменно терпели неудачу. При повреждениях же определенных участков мозга одновременно исчезают способности оперировать с информацией определенной модальности и ее следы. Тот факт, что поражения некоторых глубинных участков мозга приводят к тяжким нарушениям внимания и управления общей активностью мозга, которые делают эффективное запоминание невозможным, во всяком случае, не опровергает факта распределения памяти по зонам.

4.2.2 Собственная форма представления информации

По традиции, восходящей еще к прошлому веку, в нейропсихологии принято закреплять за зонами не формы представления информации, а целостные психические функции или хотя бы их отдельные элементы. Однако экспериментально установлено, что поражение одной и той же зоны мозга может привести к столь различным нарушениям, как потеря возможности пользоваться географической картой, ввести счет с переносом разрядов влево или вправо и понимать сложные грамматические конструкции. Все эти функции объединены лишь необходимостью использовать "квазипространственную форму представления информации".

4.2.3 Перекоммутация

Различные по специализации участки мозга могут по-разному коммутироваться друг с другом. Еще одной отличительной чертой высших психических процессов человека является тот факт, что локализация их в мозговой коре не является устойчивой, постоянной, а меняется как в процессе развития ребенка, так и на последовательных этапах упражнения: Способ, которым осуществляется некоторое интеллектуальное действие и, соответственно, локализация используемых для этого областей коры мозга даже у одного человека может меняться в зависимости от того, какие еще задачи ему приходится решать в этот момент.

4.2.4 Перепрограммируемость

Участки мозга, могут менять характер информационной деятельности как автономно, так и под действием сигналов от других отделов. Ряд фактов говорит о том, что внутренняя структура этих зон, а вместе с ней и функции изменяются не только в ходе эмбрионального развития и самообучения.

Исследование мозга, выполненное с помощью функциональной ядерно-магнитной резонансной томографии, подтвердило гипотезу о том, что при разрушении жизненно важных участков коры головного мозга их функция может передаваться другим областям. Таким образом, "второстепенных" участков коры не существует, просто многие оставлены в резерве.

В этом направлении уже получены хорошие результаты: например, перенос владения иностранным языком из одного полушария мозга в другое; обучение говорить заново больных с нарушением области Брока, отвечающей за формирование речи.

4.2.5 Об организации работы мозга на макроуровне

Анализ работы и дифференции функций зрительной, слуховой и других подсистем дал основание А.Р. Лурии, основоположнику отечественной нейропсихологии, сформулировать принципиальное положение о том, что каждая высшая психическая функция выполняется за счет работы трех мозговых блоков.

Первый блок - блок регуляции уровня общей и избирательной активации мозга образован неспецифическими структурами ретикулярной формации ствола мозга, структурами среднего мозга, диэнцефальных отделов ствола, лимбической системы, медиобазальными отделами коры лобных и височных долей мозга.

Второй блок - блок приема, переработки и хранения модально-специфической информации образован основными анализаторными системами (зрительной, слуховой, кожно-кинестезической), корковые зоны которых расположены в задних отделах больших полушарий.

Третий блок - блок программирования, регуляции и контроля за протеканием психической функции, обеспечивающий формирование мотивов деятельности и контроль за результатами деятельности посредством большого числа двусторонних связей с корковыми и подкорковыми структурами, образован моторными, премоторными и префронтальными отделами коры больших полушарий.

4.3 Заключение

Мозг - не просто устройство, перетасовывающие знаки по некоторым признакам, значение которых ему недоступно, а когнитивная система, предметно понимающая смысл той информации, которой он оперирует.

Деятельность нервных клеток внутри определенной области мозга подчиняется своим особым ритмам, своей иерархии. В связи с этим разрушение одних нервных клеток может оказаться невосполнимой потерей для мозга, а другие вполне могут заменить соседние "переучившиеся" нейроны. Функция каждого нейрона может исследоваться только с учетом взаимодействия с его окружением.

Понимание того, как обеспечиваются высшие функции мозга можно будет достичь через понимание процесса объединения отдельных нейронов в структуру, а структуры - в систему и в целостный мозг.

Список литературы

- [1] Я.Г. Дорфман, В.М. Сергеев. Нейроморфогенез и модели мира в сетях нейронных процессоров.// "Интеллектуальные процессы и их моделирование", сб. статей, отв. редакторы: академик Е.П. Велихов, д.ф.м.н., профессор А.В. Чернавский, М.: "Наука", 1987.
- [2] Э. Фуллер Торри. Шизофрения: книга в помощь врачам, пациентам и членам их семей. С.-Петербург: Питер, 1996.
- [3] Челпанов Г.И. Очерки психологии. М.-Л.: Моск. акц. изд. об-во., 1926.
- [4] Механизмы памяти.(Руководство по физиологии). Л.: "Наука", 1987.
- [5] Лебедев А.Н.. Память человека, ее механизмы и границы. //Исследования памяти, сб. статей под редакцией Н.Н. Коржа, М.: "Наука", 1990, стр. 104-118.
- [6] Лурия А.Р., Основы нейропсихологии. М.: Московский университет, 1973г.
- [7] Bell M.A., Fox N.A. The relations between frontal and brain electrical activity and cognitive development during infancy // Child Dev. 1992. V. 63. P. 1142-1163.
- [8] Fox N.A. et al. EEG asymmetry and negative emotionality in 14-month-old infants // Psychophysiol. 1988. V. 25. P. 446-447.

- [9] O'Boyle M.W., Alexander J.E., Benbow C.P. Enhanced RH activation in the mathematically precocious: A preliminary EEG investigation // Brain a. Cognit. 1991. V. 17. P. 138-153.
- [10] O'Boyle M. W., Benbow C.P., Alexander J.E. Sex differences, hemispheric laterality and associated brain activity in the intellectually gifted // Devel. Neuropsychol. 1995. V. 11. N 4. P. 415-443.

Следующая лекция

Лекция 4. Информация, данные, знания