
Modern (e-) Learning

ФОРМИРОВАНИЕ БАЗОВЫХ СТРУКТУР ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ

Владимир Донченко

Аннотация: Процесс обучения, как процесс накопления «знания», предлагается рассматривать как процесс формирования нейронных структур мозга, отвечающих основным органам чувств, а также нейронных структур на их основе. «Знание» при таком подходе, это готовые к употреблению связи между основными составляющими структуры. «Готовое к употреблению» означает возможность использования во взаимодействии с внешним миром без дальнейшей структуризации и непосредственно. Отмечены основные особенности и закономерности формирования таких структур как результата процесса обучения и организации любого обучения, в том числе с использованием электронных средств.

Ключевые слова: Нейроны, нейронные структуры.

ACM Classification Keywords: H.3 INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL: H.3.2 Information Storage. I.2.6 Learning, Connectionism and neural nets. K3.1 Computer Uses in Education.

Вступление

В работе обсуждается роль современных электронных средств в обучении как формировании и использовании базовых структур мозга. В работе [Донченко, 2010] отмечалось, что процесс обучения следует рассматривать как двуединый процесс: 1. как процесс формирования специализированных структур мозга (“hardware”) и 2. и, как их последующее использование с целью адаптации особи к условиям существования (использование “hardware” для формирования и накопления “software”). Первый: “hardware” - представляет собою формирующиеся в мозге на определённом этапе жизни человека и при определённом состоянии, характерном для определённого этапа развития личности структуры, второй – накопление и использование индивидуумом «связей» информационного характера, проявляющихся и выявленных сформированным ранее “hardware”. Именно «связи» между существенными элементами восприятия той или иной мозговой структурой и представляют собою «готовое к употреблению знание [Пойа, 1975].

Основным модельным примером формирования нейронных структур (“hardware”) является модель формирования нейронных структур восприятия запахов Г.Воронкова [Воронков, Изотов, 2005], являющаяся результатом тонких и кропотливых нейрофизиологических экспериментов с высокоорганизованными биологическими организмами. Проведённый в работе анализ позволяет сделать определённые выводы о закономерностях обучения и, прежде всего, в том, что касается понимания обучения как двуединого процесса формирования специализированных нейронных структур в соответствии с чёткими временными рамками существования особи, и дальнейшего использования сформированных структур. Если принять концепцию обучения как формирование пары “hardware”-“software”, то процесс обучения представляется не только как накопление информации и её

структурирование с помощью имеющихся механизмов, но и формирование самих механизмов восприятия соответствующей информации на основе нейрофизиологических процессов, заложенных природой в развивающиеся высокоорганизованные биологические организмы.

Всё более весомым становится влияние электронных средств на формирование обеих составляющих “hardware”- “software” структур, как основы «знания». При этом «знание» рассматриваются как готовые к употреблению «связи» в составляющих восприятия внешнего мира органами чувств. Эти «знания» могут носить как информационный характер: связи между понятиями, фактами и т.д., так и информационно-моторный: связей между внешними воздействиями и моторными реакциями на них.

Обратим внимание также на важные два принципиальных способа формирования знаний: доказательные рассуждения (математика, логика) и «правдоподобные рассуждения» по терминологии уже цитированной выше работы [Пойа, 1975]. Последние, в сущности, являются способом формирования основных гипотез о связях между «объектами», фигурирующими в наблюдении (опыте, эксперименте).

Электронные средства в обучении

Характерной чертой современного обучения как формирование пары “hardware”- “software” у индивидуума является принципиальное и неустраняемое влияние электронных средств в указанном процессе. Сознательное контролируемое использование в обучении электронных средств носит название E-learning. Напомним, что в соответствии, например с Wikipedia [Wikipedia] E-learning (сокращение от англ. *Electronic Learning*) определяется как «система электронного обучения, синоним таких терминов, как электронное обучение, дистанционное обучение, обучение с применением компьютеров, сетевое обучение, виртуальное обучение, обучение при помощи информационных, электронных технологий». Обратим внимание, что расшифровка термина E-learning подчёркивает достаточно узкий, «образовательный», смысл его использование. Однако не вызывает сомнений, что его следует понимать значительно шире. Это означает: не только в смысле использования электронных средств в системе образования, но и в значительно более широком смысле сознательного и взвешенного использования таких средств для целенаправленного формирования базовых структур восприятия и их контролируемого развития.

Модель формирования базовых нейронных структур восприятия

Основой представления о формировании нейронных структур восприятия внешнего мира является модель формирования запахов Г. Воронкова (см., например, уже цитированную работу [Воронков, Изотов, 2005]). Напомним, что в упомянутой работе речь шла о компьютерном моделировании нейрофизиологической модели формирования нейронных структур восприятия запахов. Механизмы формирования нейронной мозговой структуры является, как нам представляется, модельными с точки зрения иллюстрации основных закономерностей адаптации биологических организмов к среде обитания, а также, - иллюстрации того, что же представляют собой механизмы адаптации вообще.

Напомним, что в модели формирования нейронных структур мозга для восприятия и анализа запахов речь идёт о том, что появившаяся на свет особь не имеет готового механизма восприятия запахов, а имеет только заложенный природой потенциал формирования такого аппарата. Этот потенциал включает в себя основные конструктивные элементы, из которых механизм формируется. Эти элементы должны быть определённым образом связаны. Процесс формирования связей представляет собой, собственно, процесс обучения. Важно отметить, что основной особенностью модели Г.Воронкова является то, что связи являются не информационными, а физическими: это структуры определённым образом соединяемых в процессе обучения нейронов.

К основным конструктивным элементам относятся, прежде всего, два первоначально изолированных слоя нейронов: слоя рецепторных нейронов и слоя нейронов, которые будем называть структурными. Изолированность означает, что нейроны каждого их слоёв не связаны между собой, как и нейронами другого слоя: рецепторные нейроны первоначально не связаны со «структурными».

Условием использования конструктивных элементов является наличие специальных физиологических механизмов, характерных для определенного этапа развития особи. Упомянутые физиологические механизмы включают в себя такое состояние организма, при котором возможен рост (удлинение, прорастание) аксонов нейронов рецепторного и структурного слоёв и их соединение с другими нейронами. Для нейронов рецепторного слоя такое образование аксонов и установление связей через них носит «вертикальный» характер: аксоны нейронов этого слоя, удлиняясь - прорастая, соединяются с нейронами структурного слоя. Для нейронов «структурного» слоя удлинение - прорастание носит горизонтальный характер: проросшие аксоны соединяют нейроны одного и того же, структурного, слоя. При наличии упомянутого специфического состояния организма развивающейся особи стимулятором: спусковым механизмом и раздражителем, поддерживающим процесс, - является наличие постоянно присутствующего в течение определенного периода развития особи раздражения рецепторных нейронов. Такое раздражение нейронов рецепторного слоя является реакцией на определенные стандартные трёхкомпонентные («трехбуквенные») фрагменты из заранее определенного набора фрагментов возможных молекул запаха. Рецепторный слой представляет собой стратифицированный набор нейронов, в которой каждый стратум (совокупность нейронов) настроен на отдельный элемент из стандартизированного набора фрагментов.

Как уже отмечалось, спусковым механизмом и стимулятором протекающего процесса прорастания, первоначально, аксонов нейронов рецепторного слоя, настроенных на реакцию на те или иные фрагменты, является наличие постоянного раздражения нейронов этого слоя: присутствием на их входе соответствующих фрагментов. Таким образом, растут только аксоны тех рецепторных нейронов, которые подвергаются постоянному возбуждению наличием в окружающей среде фрагментов, на которые они настроены. Нейроны, которые настроены на те фрагменты из набора возможных, которые отсутствуют в молекулах запахов окружающей среде, не возбуждаются и, соответственно, их аксоны не прорастают. Выборочное «прорастание» аксонов нейронов рецепторного слоя представляют собою первую, «вертикальную» фазу процесса формирования структуры. Она протекает в течение определённого, обусловленного физиологией, периода. Такой способ формирования структуры восприятия обеспечивает адаптацию к специфической среде запахов, в которой находится особь. Набор фрагментов является достаточно обширным, чтобы обеспечить формирование нейронной структуры для восприятия всех значимых запахов среды обитания, однако природа предусмотрела «экономное» использование ресурсов мозга: нейронная структура восприятия запахов формируется как специфическая: для использования именно в той среде обитания, в которой пребывает развивающаяся особь. Таким образом, нейронная структура восприятия, в данном случае - запахов, не является универсальной по возможным средам обитания.

Второй, «горизонтальной», фазой является фаза роста - прорастания аксонов нейронов «структурного» слоя и их соединение с другими нейронами этого же слоя. Такое прорастание испытывают аксоны тех нейронов этого слоя, которые соединились с нейронами рецепторного слоя. Следует отметить в дополнение к сказанному, что соединение нейронов структурного слоя с нейронами рецепторного слоя происходит двумя разными способами. При одном, нейроны структурного слоя соединяются в результате завершения «вертикальной» фазы только с одним «проросшим» нейроном рецепторного слоя, другие – с двумя.

Процесс формирования нейронной структуры восприятия, в данном случае запахов, завершается после окончания последовательных «вертикальной» и «горизонтальной» фаз, чётко укладываясь в определённый временной период, когда, физиологически вообще возможно прораствание нейронов.

Г. Воронковым и его соавторами в цитированной выше работе приведены результаты компьютерного моделирования процесса формирования нейронной структуры восприятия запахов. Такое моделирование полностью подтвердило результаты нейрофизиологических исследований и продемонстрировало возможности двухслойной нейронной структуры для формирования систем распознавания.

Очевидным образом, нейронная структура в последующем используется для решения задач, связанных с восприятием и накоплением информации (запоминанием, структуризацией) соответствующего типа: формированием «знания» как готовых к употреблению связей – структуры составляющих соответствующей структуры.

Формирование нейронных структур восприятия окружающей среды у человека

Можно предположить, что механизм формирования нейронных структур восприятия запахов является модельным в обеспечении адаптации биологических организмов к условиям существования в окружающей среде на основе адаптивного формирования и использования нейронных структур мозга, отвечающих за тот или иной способ восприятия окружающей среды. Так специалисты по детской психологии, в частности, отмечают, что для адекватного формирования аппарата восприятия тактильной информации ребёнок в определённый период развития, чётко обусловленный временными рамками, должен в играх иметь дело с мелкими предметами. Он должен иметь возможность активно контактировать с ними. Как можно предположить на основе модельного механизма формирования запаха, такой контакт должен гарантировать постоянное раздражение тактильных рецепторов в течение определённого времени. Наличие такого постоянного раздражения должно обеспечить протекание и завершение «вертикальной» и «горизонтальной» фаз формирования соответствующей нейронной структуры восприятия. Если временные рамки формирования нейронной структуры упущены, запустить механизм формирования невозможно: отсутствуют физиологические механизмы. Это означает, что вне определённой фазы развития биологического организма аксоны нейронов, отвечающих за тот или иной вид восприятия, не могут «прорасти», формируя соответствующую нейронную структуру.

Отмеченная модельная закономерность: адаптивного формирования, а не наличие готовой, - нейронной структуры, характерна и для восприятия зрительной информации. Так, вместе с другими фактами известно, что, в числе прочего, в первые две – три недели жизни ребёнка зрительный нерв прорастает, соединяя сетчатку глаза с корой головного мозга. Можно предположить, что этот этап развития системы восприятия зрительной информации обеспечивает настройку формирующегося механизма восприятия такой информации на специфику спектрального состава и интенсивности воспринимаемого электромагнитного поля.

Основные закономерности формирования базовых нейронных структур

Модельный характер механизма формирования нейронных структур восприятия запахов заключается в том, что он демонстрирует некоторые принципиальные закономерности адаптации высоко развитых биологических организмов к окружающей среде на основе использования нейронных структур.

Прежде всего (во-первых), модель свидетельствует о том, что обучение-адаптация включает в себя не только накопление информации (не только software, говоря языком компьютерной техники), но и

формирование необходимых нейронных структур (формирование hardware, обращаясь к той же компьютерной терминологии).

Во-вторых, речь идёт о том, что возможности адаптации-обучения носят характер потенциально возможных. Это означает, что соответствующие механизмы формируются только при наличии востребованности: наличия: постоянного раздражителя соответствующего типа.

В-третьих, формирование нейронных структур мозга, отвечающих за восприятие тех или иных воздействий внешней среды, возможно только на определённом, чётко обусловленном, периоде физиологического развития особи высокоорганизованного биологического вида, когда только и возможно «прорастание» нейронов, обеспечивающих формирование нейронной структуры. Известные примеры «детей-Маугли», являются типичной иллюстрацией отмеченной закономерности.

В-четвёртых, - формирование нейронной структуры происходит через реакцию на стандартные составляющие информации соответствующего типа восприятия. в модели восприятия запахов, к примеру, такими элементарными составляющими являются стандартные фрагменты молекул запаха, образующие определённый, заранее обусловленный для биологического вида набор.

Очевидным образом, модельность механизма формирования нейронных структур восприятия запахов заключается и в том, что он является характерным и в формировании механизмов восприятия и обучения-адаптации на основе более сложных, возможно – абстрактных, типов информации: семиотической, лингвистической, математической и т.д.

Предположение о механизме накопления информации в базовых структурах

Если «правдоподобное рассуждение» о механизме формирования базовых структур восприятия в модельном варианте выглядит вполне убедительно, то физиологический механизм формирования “software” менее очевиден, что, по-видимому, обусловлено большей сложностью нейрофизиологических экспериментов. Во всяком случае, можно предположить, что различия между ними обусловлены не самой конструкцией формирования структур, а чем-то иным. Прежде всего, это касается источников раздражения: внешних – что естественно - в случае структур восприятия мира, и внутренних – в случае накопления информации от структур восприятия. Последнее означает, что механизм «накопления» и структурирования информации – приобретения знания – должен иметь «раздражитель». Это означает, что выходом базовой структуры является выход возбуждённых нейронов восприятия и распознавания. Он – этот выход- служит входом для системы запоминания и структурирования, которая, формируется в соответствии с теми же принципами, что и система восприятия внешних воздействий. В частности, возбуждении в сочетании с определённым состоянием среды головного мозга должно обеспечивать прорастание аксонов и их соединение в структуры, аналогичные структура восприятия. Кроме того, возбуждение должно быть достаточно долговременным, чтобы обеспечить физиологически обусловленное время формирования структур и т.д.

Следует заметить, что в формировании «знания» могут принимать участие одновременно несколько структур восприятия(базовых структур) и несколько «софтверных» структур. Причём, последние могут отвечать за «знания», касающиеся разных типов информации: лингвистической, абстрактной и т.д.

Некоторые выводы для систем обучения, включая E-learning

Модели формирования базовых структур свидетельствуют, что процессам формирования «знания» как процессу структурирования информации о внешнем мире, отвечают вполне определённые физиологические процессы. Обучение, если оно ставит целью достижение эффективности, должно,

безусловно, эту физиологию учитывать. Это в полной мере касается и того, что связано с обучением, идентифицируемым как E-Learning.

Заключение

Обучение в высокоорганизованных биологических видах является проявлением механизма адаптации к условиям существования организмов в сложных и изменяющихся условиях внешней среды. Адаптация для высокоорганизованных видов имеет основой использование нейронных структур. Такое использование предполагает их первоначальное адаптивное к условиям существования формирование, что обеспечивается наличием определённых физиологических механизмов, включающихся на чётко определённых этапах развития организма. Обучение – адаптация включает как использование «software», так и использование «hardware». Наличие двух составляющих обучения: «hardware» , «software», - является существенной особенностью обучения. Принципиальную роль играет также наличие элементарных составляющих информации, которая анализируется и используется в результате обучения.

В заключение автор выражает солидарность и разделяет мысль, высказанную Д.Пойа в уже цитированной работе «Математика и правдоподобные рассуждения» [Пойа, 1975]:

«В строгом рассуждении (*математическом доказательстве – авт.*) главное — отличать доказательство от догадки, обоснованное доказательство от необоснованной попытки. В правдоподобном рассуждении главное — отличать одну догадку от другой, более разумную догадку от менее разумной ...Конечно, будем учиться доказывать, но будем также учиться догадываться».

Благодарности

Работа опубликована при финансовой поддержке проекта ITHEA XXI Института информационных теорий и приложений FOI ITHEA Болгария www.ithea.org и Ассоциации создателей и пользователей интеллектуальных систем ADUIS Украина www.aduis.com.ua.

Литература

[Воронков, Изотов, 2005] Воронков Г. С., Изотов В.А. Формирование нейронных элементов в обонятельной коре: обучение путём прорастания // Proceedings of the XI-th International Conference “Knowledge-Dialogue-Solution”. – June 20-30, Varna, 2005.– Volume 1.– С. 17–23.

[Донченко, 2010] Донченко В.С. Обучение: формирование структур восприятия информации на примере одной модели Г.Воронкова //Proceedings of the : V-th International Conference:” Modern (electronic)Learning” MEL 2010-September,9-10, Kyiv.- 2010 p.- С.31-35.

[Пойа, 1975] Пойа Д. Математика и правдоподобные рассуждения. – Москва: Наука. – 1975 – 465 с.

[Wikipedia] <http://ru.wikipedia.org/>

Информация об авторе



Владимир С. Донченко – профессор; Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, факультет кибернетики, Украина, e-mail: voldon@unicyb.kiev.ua