

Аспекты преподавания искусственных нейронных сетей для общего развития интеллекта ребёнка

В настоящий момент времени направление науки, отвечающее за исследование в области искусственных нейронных сетей переживает переломный момент становления этого направления, как отдельной научной дисциплины. Ещё с середины XX века, когда только начинали появляться первые модели искусственных нейронов, знания в этом направлении накапливались как снежный ком. И вот, когда теоретического понимания для всевозможных моделей уже достаточно, а практическое применение искусственных нейронных сетей дошло до ограничивающих его рамок, необходимо совершить рывок, который позволил бы сдвинуть исследования в этом направлении с мёртвой точки. Безусловно, в сравнении с биологическим нейроном, его первая компьютерная модель, представленная в 1948 году Мак-Каллоком и Питтсом[1], была достаточно упрощённой. Но, тем не менее она успешно использовалась для решения различного рода задач, таких как классификация, распознавание, аппроксимация, и т.д. Возможно, что человечество вышло из используемой модели всё, на что она способна, и та простота, которая когда-то позволила воплотить желания фантастов в реальность, попросту не может поспеть за темпами развития научно-технического прогресса. В таком случае, необходимо вернуться в самое начало и взглянуть на биологический нейрон с нового ракурса.

В мировом сообществе наблюдается острая нехватка специалистов в области искусственного интеллекта и искусственных нейронных сетей в частности. Результатом этому послужило введение теоретических курсов по основам моделирования биологических нейронов не только в высших учебных заведениях, но также и в образовательных учреждениях, для детей старших классов, обучающихся по физико-математическому профилю.

По статистике, большинство учащихся 8 - 9 классов уже определяют свою будущую профессию и с тем, чем бы они хотели заниматься в дальнейшем. По опросам, порядка 64% учеников, ставят перед собой цель "Быть материально обеспеченным". В свою очередь, основополагающим фактором выбора специальности, является интерес к ней, а не высокая заработная плата[2]. Главная задача учителя — увлечь ребёнка. Как только у ребёнка появится достаточный интерес к изучаемому материалу, он автоматически включается в процесс обучения и начинает максимально концентрировать на материале своё внимание, в результате меньше отвлекается. При проявлении интереса у ребёнка появляется стимул к самообразованию. Современные дети тесно связаны с миром информационных технологий. При желании, ребёнок способен выйти в интернет и самостоятельно, более детально разобраться в материале пройденного урока. Не стоит взваливать на учеников массивный теоретический материал, достаточно сфокусироваться на основных нюансах. То, без чего дальнейшая работа не представляется возможным. В частности при изучении искусственных нейронных сетей достаточно показать обучающимся то, что из себя представляет нейрон и то, как отдельные нейроны могут взаимодействовать между собой. Исходя из своих предпочтений, каждый ребёнок выберет себе топологию сети, с которой будет работать и интересующий класса задач, из решаемых его сетью.

Известный швейцарский психолог и философ Жан Вильям Фриц Пиаже оставил после себя более 500 научных трудов посвященных развитию интеллекта. Он приводил четыре основные стадии развития интеллекта у ребёнка[3]:

- а) Стадия центрации ребёнка на своем собственном теле (7-9 месяцев);
- б) Стадия объективации схем практического интеллекта во внешнем пространстве (9-24 месяца);
- в) Стадия дооперационального интеллекта (2-8 лет);
- г) Стадия конкретных операций (8-14 лет);

Остановимся подробнее на последней стадии.

8-10 лет - простые операции: классификация, сериация, установление взаимно-однозначного соответствия.

9-12 лет - система операций: система координат, проективные понятия. Период пропозициональных или формальных операций.

11-13 лет - появляются формальные операционные схемы, которые обеспечивают организацию оперирования над конкретными группировками. Открывается возможность теоретических построений, относительно свободных по отношению к реальному миру.

12-14 лет - становление формальных операций: гипотетико-дедуктивная логика и комбинаторика.

13-14 лет - достижение формальных операций: структура «решётки» и группа четырёх трансформаций (INRC).

Группировки из операций и схем формируются в трёх основных сферах:

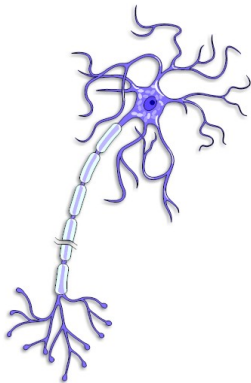
- в области операций с дискретными элементами - логические операции;
- в области операций с непрерывными величинами - инфралогиические операции;
- в области отношений целей и средств, что приводит к мышлению о ценностях.

Согласно мнению Ж. Пиаже нет смысла ускорять смену стадий развития, наоборот, стоит предоставить ребёнку столько учебного материала, сколько ему необходимо, чтобы развить все области своего интеллекта. Скорость смены стадий развития интеллекта у ребёнка должна зависеть только лишь от биологических законов созревания его нервной системы, и никак не от каких-либо других, внешних искусственных воздействий. В таком случае, готовить юных специалистов по искусственным нейронным сетям следует уже на последней стадии, когда основополагающее большинство детей уже точно определилось в том, какое направление им

интересно. Ведь когда интеллект ребёнка уже полностью сформирован, он может лишь объять все полученные по нейронным сетям знания, но вряд ли сможет расширить границы их применения.

Предлагается следующее разделение материала для изучения искусственных нейронных сетей:

Биологический нейрон.

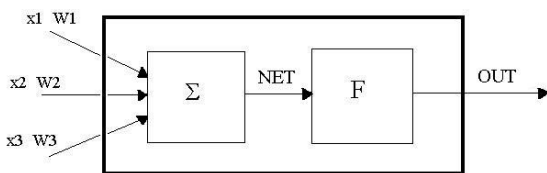


Искусственный нейрон представляет собой математическую модель биологического нейрона. Прежде чем начать знакомство с самой моделью, следует в достаточной степени изучить объект моделирования, т.е. биологический нейрон. Основными составляющими нейрона являются: тело клетки (сома); отростки клетки, по которым поступают сигналы от соседних нейронов (дендриты); хвостик, по которому клетка передаёт команды другим клеткам (аксон); ответвления аксона, цепляющиеся за дендриты близлежащих нейронов (синапсы).

Импульсы, генерируемые соседними нейронами, поступают в клетку через синапсы, соединяющие аксоны соседних нейронов с дендритами клетки. После того, как клетка возбуждается в достаточной степени, она сама способна сгенерировать импульс и передать его дальше по сети. Стоит учесть тот факт, что импульсы, поступающие в клетку от других нейронов, не детерминированы во времени. Клетка не ждёт, пока сигналы других нейронов поступят на всех дендриты, а принимает их по мере поступления. Пока на один дендрит поступит импульс, другой мог передать уже и десять и даже сто импульсов. Важно понимать, что описанная ниже математическая

модель не использует это свойство нейронов, в ней нейрон принимает сигнал одновременно от всех соседних нейронов.

Математическая модель нейрона. Формальный нейрон.



Каждому входу искусственного нейрона в соответствие ставится некоторое число w_i , именуемое весом синаптической связи или просто весом, где физический смысл синапса, это его электропроводимость. Массив значений синаптических связей всех нейронов сети называется массив весовых коэффициентов (весов) и, обычно, обозначается буквой W [4].

Математический нейрон характеризуется своим состоянием, которое определяется скалярным произведением вектора входных значений на вектор соответствующих им весовых коэффициентов $NET = \sum(x_i * w_i)$. Входные значения нейрона x_i - это, прежде всего, значения на выходах нейронов предшествующих данному нейрону в сети и соединённых с ним. И лишь в частном случае, когда нейрон расположен в начале сети, это значения входного вектора данных. После того, как состояние нейрона определено, он готов послать сигнал дальше, но в зависимости от типа нейронной сети, на выходе нейрона должны получаться данные определенного характера. Поэтому выход нейрона OUT определяется значением некоторой функции активации (так называемой передаточной функции) от состояния нейрона $F(NET)$ [4].

Функция активации нейрона.

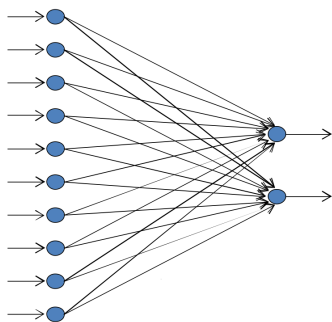
Вид передаточной функции выбирается из условия задачи, решаемой искусственной нейронной сетью. Если значения на выходе сети должны быть дискретными, то это один класс функций, если непрерывными, другой. Если функция должна быть гладкой, что бывает важно при обучении нейронной сети, то класс подходящих для использования функций сужается ещё больше. Также можно совмещать разные виды функции внутри одной сети, если это необходимо.

Основные виды передаточных функций:

Название	Формула	График
Пороговая	$f(u) = \begin{cases} 0 & u < 0 \\ 1 & u \geq 0 \end{cases}$	
Знаковая (сигнатурная)	$f(u) = \begin{cases} 1 & u > 0 \\ -1 & u \leq 0 \end{cases}$	
Сигмоидальная (логистическая)	$f(u) = \frac{1}{1 + e^{-u}}$	
Полулинейная	$f(u) = \begin{cases} u & u > 0 \\ 0 & u \leq 0 \end{cases}$	
Линейная	$f(u) = u$	
Радикальная базисная (гауссова)	$f(u) = e^{-u^2}$	
Полулинейная с насыщением	$f(u) = \begin{cases} 0 & u \leq 0 \\ u & 0 < u < 1 \\ 1 & u \geq 1 \end{cases}$	
Линейная с насыщением	$f(u) = \begin{cases} -1 & u \leq -1 \\ u & -1 < u < 1 \\ 1 & u \geq 1 \end{cases}$	
Гиперболический тангенс (сигмоидальная)	$f(u) = \frac{e^u - e^{-u}}{e^u + e^{-u}}$	
Треугольная	$f(u) = \begin{cases} 1 - u & u \leq 1 \\ 0 & u > 1 \end{cases}$	

Взаимодействие нейронов. Нейронная сеть.

После исследования работы одного нейрона можно приступать к реализации полноценной искусственной нейронной сети. Хорошим примером, для начинающих работать с искусственными нейронными сетями, будет выбор сети типа однослойный перцептрон. Топология такой сети характерна тем, что использует один слой искусственных нейронов. Все нейроны расположены в один ряд, входным значением для каждого нейрона является входной вектор x , а его выходное значение, одно из значений на выходе сети. Входной вектор можно условно обозначить за нулевой слой, но как правило слой сети должен состоять только из нейронов, поэтому вектор входных данных лишь условно обозначают наравне со слоями искусственных нейронов.



Следующим этапом изучения искусственных нейронных сетей может быть знакомство с многослойным перцептроном. Подобные перцептронным сетям называются сетями прямого распространения, в них строго определены вход и выход. Также широко распространены рекуррентные сети, в которых значения некоторых (или даже всех) выходных нейронов одновременно являются и входными для сети.

Выбор топологии сети является важным этапом решения задачи, она напрямую зависит от условия самой задачи. Какие-то сети отлично справляются с задачами классификации, другие с задачами распознавания, третьи неплохо позволяют аппроксимировать функции и т.д.

Обучение нейронной сети.

Не достаточно просто соединить между собой нейроны в сеть, чтобы они вдруг научились решать необходимую задачу. Главная особенность искусственных нейронных сетей в том, что они способны изменять себя в зависимости от внешних факторов и, тем самым адаптироваться под разные задачи. Это изменение отражается в изменении весовых коэффициентов сети, таким образом происходит так называемое обучение сети. Существует два основных типа обучения искусственных нейронных сетей: обучение с учителем и обучение без учителя. Первый подход характерен тем, что помимо вектора входных данных (x) нам известно значение (d), которое должно получиться на выходе сети (y). В таком случае величина ошибки работы сети определяется следующей формулой: $e=d-y$. Если взять за пример однослойный перцептрон, то формула для изменения весов будет следующей: $w_i=w_i+\alpha*e*x_i$ (правило обратного распространения ошибки). Второй подход обусловлен наличием только вектора входных данных, в свою очередь сеть сама определяет классификацию выходных значений.

Для каждой искусственной нейронной сети существуют свои правила по её обучению. Но для изучения принципа работы и обучения сетей достаточно будет остановиться лишь на сетях прямого распространения и на правиле обратного распространения ошибки.

Влияние предложенного материала на мышление

После изучения вышеизложенного материала, обучающийся не только приобретёт знания в области искусственных нейронных сетей, а к тому же сформирует некоторое субъективное мнение о том, как устроен мозг человека. Ребёнок сможет глубже раскрыть для себя процесс обучения, разобраться с тем, как организована работа памяти и реализовать полученные знания в повседневной жизни.

Всю жизнь человек стремится разобраться в окружающем его мире, чтобы облегчить своё существование. В области изучающей работу головного мозга человека пока больше теорий и гипотез, чем установленных фактов, но несмотря на это имеющихся знаний оказалось достаточно для создания большого множества методических подходов к обучению. Пока интеллект ребёнка ещё полностью не сформирован необходимо заложить в него основу знаний о процессе обучения. В свою очередь мозг устроен таким образом, чтобы лучше закреплять те навыки и знания, которые более эффективны. Следовательно, с приобретённым умением, ребёнок сможет лучше восполнить необходимые для себя знания в процессе формирования своего интеллекта. В результате чего он легче будет справляться с задачами и препятствиями в жизни и сможет достичь больших высот.

Список литературы:

1. Маккалок Дж., Питтс У. Логические исчисления идей, относящихся к нервной деятельности.// Автоматы. М.: ИЛ, 1956 г.
2. Рощина Я.М., Другов М.А. Выбор профессии: по любви или по расчету?// Препринт WP3/2002/04 – М.: ГУ ВШЭ, 2002 г. – с. 10–13.
3. Маланов С.В. Методологические и теоретические основы психологии.// М., Изд-во Московского психолого-социального института; Воронеж, Изд-во НПО «МОДЭК», 2005 г. – с. 260–261.
4. Семёнов Е.В. Применение теории искусственных нейронных сетей к задачам классификации и распознавания.// Бакалаврская работа. Томск.: ТГУ, 2014 г. – с. 3–5.