

МОДЕЛИ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА И МАШИНЫ

Лутковский В. М., Волков А. В.

Кафедра системного анализа и компьютерного моделирования, кафедра генетики, Белорусский государственный университет
Минск, Республика Беларусь

E-mail: lutkovskiv@gmail.com, andrei@cybergizer.com

На основе сравнительного анализа механизмов обучения человека и машины на базе искусственной нейронной сети (ИНС) предлагается подход к развитию модели адаптивного обучения, используемой в дистанционных образовательных системах. В качестве одного из принципов построения адаптивной обучающей системы предложено использовать теорию адаптивного резонанса (АРТ).

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность обсуждаемой темы обусловлена перспективами массового применения систем дистанционного обучения [1]. Современные образовательные системы, такие как KNEWTON [2], тестируют текущий уровень обучаемого студента и адаптируют подачу учебных материалов в зависимости от его уровня подготовки и индивидуальных особенностей. При разработке таких систем используется различные модели: обучаемого студента [3], структуры изучаемой предметной области [4] и ряд других. Цель адаптивных образовательных систем – предоставить обучаемым студентам индивидуальные учебные материалы в удобном для них режиме и тем самым повысить эффективность учебного процесса. Мозг студента работает непрерывно, но если во время бодрствования он в реальном времени обрабатывает текущие данные, то во время сна накопленная информация сортируется и переносится в долговременную память. Это накладывает принципиальное ограничение на темп подачи и максимальный объем информации, усваиваемый человеком за один сеанс обучения.

Изучение принципов работы нервной системы человека привело к созданию обучающих машин на базе искусственных нейронных сетей (ИНС) [5]. Алгоритмы обучения ИНС различаются в зависимости от используемых данных и процедуры подстройки синаптических связей между отдельными искусственными нейронами. При этом этапы обучения и применения машины также разделены во времени. Очевидно, что механизмы обучения ИНС значительно проще, чем реальные механизмы обучения человека, но их результатом как в первом, так и втором случае являются синаптические связи между нейронами, установленные на этапе обучения и зафиксированные на этапе решения практических задач. Это позволяет как человеку так и машине корректно реагировать на входные воздействия (т.е. давать правильные ответы на предъявляемые вопросы) после прохождения обучения и тестирования.

Узким местом адаптивных образовательных систем – сложный и субъективный процесс построения модели структуры (далее – доменной структуры) предметной области [6], поэтому авторами предпринята попытка использовать для решения этой проблемы адаптивную резонансную теорию (АРТ) Гроссберга [6] и соответствующую модель ИНС, так как в основе обучения человека и машины лежат общие принципы. Эта модель используется дважды: и как пример построения структуры доменной области теории ИНС, и как подход к выполнению этой процедуры не специалистом, а машиной (иначе говоря, как подход к ее автоматизации).

I. ПРИМЕР ДОМЕННОЙ СТРУКТУРЫ

Для понимания основ теории искусственных нейронных сетей (ИНС) и приобретения навыков моделирования и обучения однонаправленных ИНС, у студента необходимо сформировать категории: А – моделирование нейрона, В – обучение ИНС, С – однослойная ИНС, D – многослойный персептрон, E – дельта-правило, F – обучение многослойной ИНС [6].

Соответствующая доменная структура предметной области с указанием рекомендуемой последовательности изучения указанных категорий приведена на Рис 1.

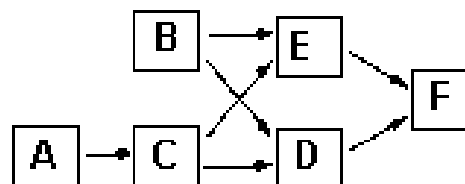


Рис. 1 – Доменная структура

II. ТЕОРИЯ АДАПТИВНОГО РЕЗОНАНСА

Базовые компетенции, сформированные у обучаемого студента на начальном этапе, фиксируются в долговременной памяти и в дальнейшем развиваются при поступлении новых дан-

ных. Так на базе категории «обучение» (А на рис. 1) создаются подкатегории «контролируемое обучение», «конкурентное обучение», «глубокое обучение» и другие. Это приводит к иерархическому усложнению и разветвлению первоначальной упрощенной доменной структуры, представленной выше на рис. 1.

Машины на базе перцептронов, как и человек, могут забывать старый материал, обучаясь на новых данных. Противоречивые требования к механизмам накопления информации и обучения ИНС согласуются в рамках адаптивной резонансной теории С. Гроссберга (S. Grossberg) [6]. ИНС, построенная на базе этой теории (рис. 2), учитывает наличие кратковременной (слой сравнения) и долговременной (конкурентный слой) памяти, а также двунаправленное взаимодействие между ними.

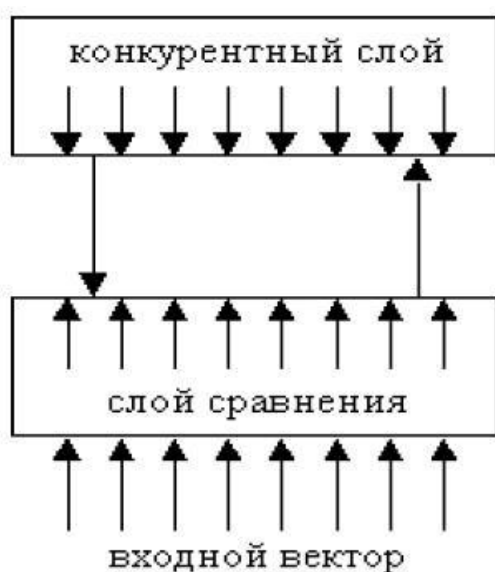


Рис. 2 – ИНС с архитектурой АРТ

Детальный механизм функционирования ИНС этого вида достаточно сложен [6], но в контексте рассматриваемой темы представляет интерес принцип отображения данных, извлекаемых из потока поступающей информации, на долговременную память машины. Новая информация удерживается в кратковременной памяти и сравнивается с категориями, хранящимися в долговременной памяти. При нахождении похожей категории происходит ее уточнение с учетом новой информации, в противном случае в долговременной памяти создается новая кате-

гория. Так называемый параметр бдительности позволяет управлять этим механизмом. Например, при малом значении этого параметра все виды обучения отображаются в долговременной памяти как один большой кластер. Это позволяет адаптировать режим обработки потока входной информации и достичь компромисс между пластичностью и стабильностью памяти машины, что позволяет накапливать новые знания, не разрушая старые.

III. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Сравнение механизмов обучения человека и машины позволяет использовать опыт обучения ИНС и определить возможные направления совершенствования адаптивных обучающих систем. К ним можно отнести следующие:

1. для ускорения обучения и сохранения способности к обобщению объем данных на каждом цикле обучения должен быть ограничен минимумом, достаточным для образования новых категорий в долговременной памяти;
2. при выборе траектории обучения в зависимости от особенностей обучаемого индивидуума метод обучения на примерах на начальном этапе может быть предпочтительнее, чем обучение по правилам.

IV. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трайнев, В.А., Дистанционное обучение и его развитие / В.А. Трайнев, В.Ф. Гуркин, О.В. Трайнев. – М.: Дашков и Ко, 2012. – 294 с.
2. Knewton- [Электронный ресурс] <https://cdn.tclibrary.org/Eclab/Knewton-adaptive-learning-white-paper-1.pdf>
3. Learner Model in Adaptive Learning/ Loc Nguyen et al //The 2008 World Congress on Science, Engineering and Technology (WCSET2008), At Paris, France, Volume: 35. [Электронный ресурс] https://www.researchgate.net/publication/282679719_Learner_Model_in_Adaptive_Learning
4. The Assessment of Knowledge, in Theory and in Practice / Jean-Claude Falmagne, Eric Cosyn, Jean-Paul Doignon, Nicolas Thiery [Электронный ресурс] https://www.aleks.com/about_aleks/Science_Behind_ALEKS.pdf
5. McCulloch. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity/ McCulloch, W, Pitts W. // Bulletin of Mathematical Biology. 1943. Vol. 5. No 4. PP. 115–143.
6. Головкин, В.А. Нейроинтеллект: теория и применение. Книга 2. – Брест Изд. БПИ, 1999. – 264 с.
7. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс 2-е изд. Пер. с англ. – М.: Издательский дом Вильямс, 2006. – 1104 с