



OSTIS-2014

(Open Semantic Technologies for Intelligent Systems)

УДК 519.711.2

УСЛОВНО-РЕФЛЕКТОРНАЯ ОСНОВА ЗАПОМИНАНИЯ ЗНАНИЙ

Стефанюк В.Л

*Институт проблем передачи информации Российской академии наук,
г. Москва, Россия*

stefanuk@iitp.ru

Модель «стопки книг», предложенная М.Л.Цетлиным 1963 году, нашла многочисленные применения в компьютерах и в поисковых системах интернета. В настоящей работе приводятся соображения в пользу определенной коррекции модели стопки книг, с учётом сведений из нейрофизиологии, восходящих к работам И.П.Павлова. Эту коррекцию особенно легко осуществить в модели памяти со случайной выборкой, близкой по характеристикам модели стопки книг. После коррекции подобные системы позволят более обоснованно запоминать такие сведения, как знания по семантике текстов (В.В.Мартынов) или знания об отношениях обусловленности (В.Л.Стефанюк и Л.В.Савинич).

Ключевые слова: модели памяти, стопка книг; случайная память; условный рефлекс, семиотика, семантика.

Введение¹

По мере развития и совершенствования компьютерных приемов, искусственного интеллекта и робототехники, бросается в глаза несомненное дистанцирование от естественной Природы. Хотя авторы часто пытаются создать нечто подобное наблюдаемому в живой Природе (машины, проявляющие творческий интеллект, танцующие роботы, компьютеры с высокой степенью параллелизма вычислений, носящих семантический характер), достигается это путем создания специальных имитационных моделей, по их устройству имеющих мало общего с тем, что наблюдается в Природе. Главная трудность – это отсутствие готовых рецептов или хотя бы подсказок, которые поставлялись бы этологами, биологами, физиологами и нейрофизиологами.

Поэтому мы решили написать небольшой доклад, посвященный одному из «тяжелых» научных вопросов – вопросу организации запоминания наблюдений. Конечная цель при этом – дать определенные рекомендации по усовершенствованию процессов создания и использования баз знаний (БЗ). Цель эта - высокая, но, двигаясь по направлению к ней, мы пока вынуждены заниматься построением некоторых

концептуальных моделей, которые могут породить самую разнообразную оценку и даже критику, к которой автор заранее настроен благожелательно.

Вопросы

Естественно, мы начнем с некоторых вопросов, обращенных к И.П.Павлову - основателю всего того, что сегодня обычно относят к физиологии и нейрофизиологии.

Дело в том, что когда мы запоминаем некоторое событие, то в нашей памяти, разумеется, сохраняется не это событие, каким оно было физически, а его слепок, так сказать, описание или знак. Причем этот знак может быть довольно сложным по своей структуре. Когда собака выделяет желудочный сок по звонку, не видя перед собою мяса, то звонок заставляет её вспомнить мясо, которого перед нею просто нет, т.е. она не видит этого мяса в реальности, не чувствует исходящего от него аромата и т.п.

Безусловный рефлекс поглощения пищи, в данном случае мяса, на фоне «музыки звонка» запускает целую цепь очевидных событий – откусывание, пережевывание с выделением слюны, переваривание пищи, для чего и выделяется желудочный сок, регистрируемый в опытах академика Павлова. (Конечно, это определенное упрощение, поскольку все эти этапы также носят сложный рефлекторный характер.)

В результате выработки условного рефлекса [Вилли, 1968] собака почему-то не набрасывается на

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 12-07-00209-а) и при поддержке по программе президиума РАН «Информационные, управляющие и интеллектуальные технологии и системы».

мясо, которого в действительности нет, не запускает жевательный рефлекс (видимо потому, что в пасти у нее ничего нет!), но, тем не менее, выделяет желудочный сок, несмотря на то, что ни от пищевода, ни от желудка не поступает информации о том, что предстоит что-то переваривать.

Получается, что желудочный сок начинает выделяться собакой независимо от того, есть мясо, или его нет, т.е. желудочный сок начинает выделяться раньше всего, даже прежде, чем собака будет видеть то, что можно съесть. Это входит в состав условного рефлекса.

Условный рефлекс — это приобретенный рефлекс, свойственный отдельному индивиду (особи). Они возникают в течение жизни особи и не закрепляются генетически (не передаются по наследству). Они возникают при определенных условиях и исчезают при их отсутствии. Формируются на базе безусловных рефлексов при участии высших отделов мозга. Условно-рефлекторные реакции зависят от прошлого опыта, от конкретных условий, в которых формируется условный рефлекс [Вилли, 1968].

В связи с этим, возникают следующие вопросы:

1. Почему по звонку не запускается в работу, например, жевательный рефлекс?
2. Как долго «держится» созданный условный рефлекс?
3. Какое мясо давали собаке – новое или обычное для неё, стандартное?
4. Была ли собака голодна перед процедурой выработки у неё условного рефлекса?

Не исключено, что ответы на эти вопросы содержатся в детальном описании экспериментов И.П.Павлова, но в литературе наших дней этих ответов пока мною не найдено.

Правда, кое-какая информация имеется в интернете. Так, для формирования условного рефлекса необходимо:

- Наличие пары раздражителей: безусловного раздражителя и индифферентного (нейтрального) раздражителя, который затем становится условным сигналом;
- Определенная сила раздражителей. Безусловный раздражитель должен быть настолько сильным, чтобы вызывать доминантное возбуждение в центральной нервной системе. Индифферентный раздражитель должен быть привычным, чтобы не вызывать ярко выраженного ориентировочного рефлекса.
- Неоднократное сочетание раздражителей во времени, причем первым должен воздействовать индифферентный раздражитель, затем безусловный раздражитель. В дальнейшем действие 2-х раздражителей продолжается и заканчивается одновременно. Условный рефлекс возникнет в том случае, если

индифферентный раздражитель станет условным раздражителем, т.е. он сигнализирует о действии безусловного раздражителя.

- Постоянство окружающей среды — выработка условного рефлекса требует постоянства свойств условного сигнала.

На наш взгляд, всё дело в том, что жевательный условный рефлекс требует для своего формирования наличия мяса в пасти собаки, а не только звонка.

Слюновыделительный условный рефлекс для своего формирования требует зрительного подтверждения или наличие запаха мяса, кроме звонка. (Трудно удержаться от замечания, что в некоторых западных книгах, где упоминаются опыты И.П.Павлова, говорится, что по звонку у собаки «выделяется слюна»!)

Для рефлекса желудочного сока всё упомянутое не важно, и именно поэтому замечательному русскому ученому пришлось вживлять в желудок собаки специальную фистулу. (Кстати, можно прочесть в литературе, что он отрабатывал соответствующую непростую операцию в течение 10 лет.)

Таким образом, запоминание может как стимулироваться, так и дестимулироваться, или, как, сказано выше, для выработки условного рефлекса «нужны определенные условия».

Известно, что условные рефлексы лежат в основе *приобретенного поведения*. Это наиболее простые программы. Окружающий мир постоянно меняется, поэтому в нём могут успешно жить лишь те, кто быстро и целесообразно отвечает на эти изменения. По мере приобретения жизненного опыта в коре полушарий складывается система условно-рефлекторных связей.

Модель стопки книг

Покажем, что с учетом описанной схемы формирования условных рефлексов, эта модель памяти [Стефанюк, 2004], построенная М.Л.Цетлиным, и которая к настоящему времени нашла множество полезных применений, нуждается в некоторой корректировке.

Полезно процитировать учебник биологии [Вилли, 1968], в котором говорится: «Пока еще невозможно дать полное физиологическое объяснение психологическим явлениям мышления, памяти и научения».

А также: «В последние годы была выдвинута гипотеза о том, что память связана с синтезом РНК и что каждое запоминаемое событие кодируется в центральной нервной системе специфическими последовательностями нуклеотидов в РНК». Правда, затем сказано: «Однако физиологическая и биологическая основа памяти остается невыясненной».

И далее: «Некоторые опыты, например такие, в

которых животные научаются проходить через лабиринт, чтобы получить пищу или избежать электрических ударов, подтвердили роль «проб» и «ошибок» в научении».

Пожалуй, мы также не смогли бы указать, как точно реализуется модель стопки книг в нервной системе, но эта модель обладает многими свойствами, близкими к тому, что было описано выше. Прежде всего, заметим, что в [Стефанюк, 2004] описана также наша модель «случайной памяти», которая организована совершенно иначе, чем «стопка книг», но имеет ровно такие же «внешние» проявления. Последняя модель во многих случаях оказывается более удобной для математического исследования.

Вернемся к «стопке книг». Коррекция модели базируется на предполагаемых ответах на заданные выше вопросы.

Наверх стопки кладется книга только в случае, если факт, требующий запоминания, окрашен эмоционально². Если такой окраски нет, то положение факта в стопке сохраняется.

В более гибкой организации вводится степень эмоциональной окраски, и факт переносится в стопку тем выше, чем выше уровень эмоциональной окраски, вплоть до самого верхнего уровня. Причем уровень эмоциональной окраски зависит от множества факторов, не только внешних, но и внутренних, таких как физиологическое и психологическое состояние особи.

Просмотр же стека, в поиске интересующего исследователя факта, «который хочется сейчас вспомнить», как обычно, ведется в порядке сверху вниз.

Особенно легко добиться такой организации в нашей модели памяти со случайной выборкой (см., например, [Стефанюк, 2004]).

Организация памяти в виде так скорректированной «стопки книг» или «случайной памяти» хорошо согласуется с результатами, упоминаемыми в работе [Тинберген, 1985], отвечая на некоторые поставленные там вопросы:

- Большинство животных реагирует лишь на немногие стимулы из множества возможных в каждой данной ситуации.
- Но каким образом главные формы поведения подавляют остальные, практически неизвестно.
- Как работает этот механизм и где он локализован в мозгу – предмет дальнейших исследований.

В следующих двух разделах для конкретности кратко перечислены те модели знания, которые нас интересуют в первую очередь [Martynov, 1983],

² Эмоция – это кратковременное переживание (Л.В.Савинич, частное сообщение).

[Савинич Л.В & Стефанюк, 2007] и для которых мы предназначаем ту модель хранения знаний и схему её усовершенствования, о которых только что говорилось.

Универсальный семантический код

В УСК все глаголы разбиты на классы, например, глаголы типа внешнее движение (воздействует, трогает и т.п.) или внутреннее движение (колеблется, прорывается и т.п.), а также глаголы типа создание, сохранение, уничтожение, противодействие.

Тройка САО – это сочетание Субъект, Акция, Объект. Так фраза «Человек идет» отражается в такой тройке следующим образом. «Человек (С) остающийся (А) самим собой (О) в пространстве».

Как отмечает сам автор, язык УСК построен в терминах отношений, а последние трактуются так, как это принято в семиологии (см. ниже).

В работе [Martynov, 1983] автор утверждает, что УСК – это язык полной экспликации смысла, т.е. каждый комбинаторный тип строки символов его элементов имеет один и только один смысл. Ограничения на формирование строки не зависят от фрагментов проблемной области, которая подвергается описанию. Там же утверждается, что эта система позволяет формировать новые концепции и строить упомянутые выше гипотезы.

Видимо в целях достижения этого уровня автору и пришлось создавать все новые версии языка УСК, всё более точно отражающие семантику фраз.

Семантика и семиотика

В работе [Бенвенист, 1974] сказано: «С того времени, как Пирс и Соссюр, эти два полярно различных гения, ничего не зная друг о друге и почти одновременно пришли к мысли о возможности самостоятельной науки о знаках и способствовали разработке ее основ, возникла важнейшая проблема, которая в условиях царящей в этой области неразберихи не получила еще окончательной формулировки и, собственно, не была отчетливо поставлена: каково место языка среди знаковых систем?»

Говоря о языке людей, Соссюр пишет: «Язык есть система знаков, выражающих идеи, а, следовательно, его можно сравнивать с письмом, с азбукой для глухонемых, с символическими обрядами, с формами учтивости, с военными сигналами и т. д. и т. п. Он только наиважнейшая из этих систем».

В работе [Бенвенист, 1974] отмечается, что язык во всех своих аспектах предстает как двойственная сущность: являясь институтом социальным, он реализуется индивидом; в аспекте речи он непрерывен, но состоит из отдельных единиц.

И затем: «Можно... сказать, что знаки целиком

произвольные лучше других реализуют принцип семиологического процесса; вот почему язык, самая сложная и самая распространенная из всех систем выражения, вместе с тем и наиболее характерная из них всех; в этом смысле лингвистика может служить прототипом вообще всей семиологии, хотя язык - только одна из многих семиологических систем».

Далее говорится: «Даже если ограничиться чисто эмпирическим перечнем, становится ясным, что вся наша жизнь заключена в сети знаков и мы обусловлены ими до такой степени, что нельзя было бы упразднить ни одну из них без того, чтобы не поставить под угрозу равновесие и общества и отдельного человека. Эти знаки порождаются и множатся в силу внутренней потребности»

Э. Бенвенист заявляет: «От знака к высказыванию нет перехода ни путем образования синтагм (syntagmation), ни каким-либо другим. Их разделяет непреходимая грань. Поэтому следует признать, что в языке есть две разные области, каждая из которых для своего изучения требует отдельного аппарата понятий. Для области, названной нами семиотической, основу исследования составит соссюровская теория языкового знака. Семантическую же область следует рассматривать отдельно. Для ее исследования необходим новый аппарат понятий и определений».

На пути к разрешению этой непростой проблемы, по-видимому, и находился лингвист В.В.Мартынов.

Нам представляется, что использование в качестве знаний *отношений обусловленности* [Савинич & Стефанюк] и методов искусственного интеллекта открывает больше возможностей для порождения знаний, полезных как для человека, так и для машины. Однако, кроме проблемы создания таких знаний, остается малоисследованной задача такого способа хранения знаний в базе данных, который позволил бы извлекать знания, в первую очередь, адекватные сложившейся ситуации.

Именно эта задача решается в настоящей статье, в которой сделана попытка скорректировать модель памяти с учетом некоторых свойств условных рефлексов, наблюдаемых в живой природе.

Заключение

Учет нейрофизиологических особенностей формирования условных рефлексов позволил усовершенствовать математические модели памяти, приблизив их характеристики к природным.

Библиографический список

- [Бенвенист, 1974] Бенвенист Э. Общая лингвистика. - М., 1974. - С. 69-89.
[Вилли, 1968] К.Вили. Биология, М: Мир, 1968
[Мартынов, 1983] Victor V.Martynov, USC-3: New Variant of a Language for Representing Knowledge and Effecting Calculations,

Artificial Intelligence. Proceedings of the IFAC Symposium, Oxford-New-York-Toronto-Sydney-Frankfurt, 1983.

[Савинич & Стефанюк, 2007] Савинич Л.В., Стефанюк В.Л. Представление конструкций со значением обусловленности. Вторая международная конференция «Системный анализ и информационные технологии (САИТ-2007)», Т. 1, с. 171-173, М:URSS, 2007.

[Савинич & Стефанюк, 2008] Савинич Л.В., Стефанюк В.Л. Выражение обусловленности в естественном языке. «Информационные технологии и вычислительные системы», №1, С. 30-37, 2008.

[Стефанюк, 2004] Стефанюк, В.Л. Локальная организация интеллектуальных систем. Модели и приложения. М.: Физматлит, 2004, 328 с.

[Тинберген, 1985] Н.Тинберген, Поведение животных, М: Мир, 1985.

[Цетлин, 1963] Цетлин М.Л. Конечные автоматы и моделирование простейших форм поведения // Успехи математических наук, 1963, Т. 18, № 4, с. 3-28.

[Stefanuk, 1974] Stefanuk V.L. A model of random pattern matching in a data base // MIP-R-110, University of Edinburgh, 1974 15p.

CONDITIONAL-REFLEXIVE BASES FOR REMEMBERING OF KNOWLEDGE

Stefanuk V.L.

Institute for Information Transmission Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

stefanuk@iitp.ru

The pile of book model by Tsetlin (1963) has found multiple applications in computer and in the internet search engines. The correction of the model is proposed due to certain neurophysiology evidences stemmed from Ivan Pavlov research. Resulting model may be used for more adequate memorization of the knowledge of text semantics.

Keywords: memory models, pile of books; random memory; conditional reflexes, semiotics, semantics.