

УДК 004.891

UDC 004.891

05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)

05.13.18 - Mathematical modeling, numerical methods and software packages (technical sciences)

### **ФРЕЙМОВЫЕ ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

### **FRAME EXPERT SYSTEMS USING NEURAL NETWORKS**

Шумков Евгений Александрович  
к.т.н.

*Кубанский Государственный Технологический Университет, Краснодар, Россия*

Shumkov Eugene Alexandrovich  
Cand.Tech.Sci.

*Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia*

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках научно-исследовательского проекта РГНФ РФФИ 17-02-00475а "Применение метаэвристических алгоритмов к решению прямых и обратных задач оптимизации управления пространственно распределёнными комплексами"). В статье рассмотрен вопрос применения искусственных нейронных сетей во фреймовых экспертных системах, которые позволяют в ряде случаев обходить ряд ограничений стандартного варианта реализации фреймовых экспертных систем. Рассмотрено несколько вариантов использования нейронных сетей во фреймовых экспертных системах и очерчен ряд решаемых задач для каждого

The study was carried out with the financial support of the RSNF as part of the research project of the RNF RFBR 17-02-00475a "Application of metaheuristic algorithms for solving direct and inverse problems of optimizing the management of spatially distributed complexes"). The article discusses the use of artificial neural networks in frame expert systems, which in some cases make it possible to bypass a number of limitations of the standard version of frame expert systems. Several options for using neural networks in frame expert systems were considered and a number of tasks to be solved for each

Ключевые слова: ФРЕЙМ, ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА, НЕЙРОННАЯ СЕТЬ, БАЗА ЗНАНИЙ, ФРЕЙМОВАЯ СЕТЬ, ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ

Keywords: FRAME, EXPERT SYSTEM, NEURAL NETWORK, KNOWLEDGE BASE, FRAME NETWORK, HYBRID SYSTEMS

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-154-021>

Фрейм – это структура данных для представления некоторого концептуального объекта. Теория фреймов была впервые представлена М. Мински в середине 70-х годов [1] (перевод на русский в 1979 г. [8]). При этом сам Мински считал теорию фреймов скорее теорией постановки задач, чем продуктивной теорией и суть ее излагал следующим образом: «каждый раз, попадая в некую ситуацию, человек вызывает из своей памяти соответствующую ситуации структуру, именуемую фреймом» или «фрейм – это структура данных для предоставления стереотипных ситуаций». Согласно [8] – «С каждым фреймом ассоциирована информация различных видов. Одна ее часть указывает, каким образом

*следует использовать данный фрейм, вторая – что предположительно может повлечь за собой его выполнение, третья – что следует предпринять, если эти ожидания не подтвердятся».* Информация, относящаяся к фрейму, содержится в его слотах. Слот обычно имеет имя, тип хранимых данных и демон. Демон – это процедура, автоматически выполняемая при определенных условиях. Слот может хранить другой фрейм, тогда фреймовая модель превращается в сеть фреймов, т.е. образовывать иерархическую сеть. Часто структуру фреймов представляют сетью ориентированных графов [6, 7, 9].

По сути, фрейм, представляет собой группу слотов и заполнителей, определяющих объект. Заполнителем слота может быть процедура (типы: if-needed, if-added, if-removal, if\_changed). Различают фреймы действия, ситуативные фреймы и фреймы причинных знаний. Фреймы, как правило, применяются для представления или универсальных или специальных знаний. Если в фреймовой системе присутствуют демоны (или присоединенные процедуры), то они являются активными в логическом выводе результата, если нет, то система представляет собой фрейм – структуру, аналогичную таблицам, из которой можно брать информацию в процессе вывода, но изменять значения слотов без участия эксперта (инженера по знаниям) запрещено [5].

Формально фрейм может быть описан как:

$$f(< N_1, V_1 >, < N_2, V_2 >, < N_3, V_3 >, \dots, < N_m, V_m >)$$

где  $N_i$  - имя слота,  $V_i$  - его значение

Фреймовые экспертные системы нашли применение во многих областях, в частности в медицине [5], проектировании, робототехнике, ГИС и т.д. Вообще говоря, фреймовой структурой можно описать практически любую предметную область.

Одним из узких мест при использовании ЭС в реальных задачах является их статичность, т.е. жестко определенные базы знаний и правила

вывода. Есть, конечно, динамические экспертные системы, блоки приобретения знаний, а также нечеткие, нейронные (НЭС) и нейро – нечеткие варианты экспертных систем, но такие системы сильно индивидуальны и к их построению нет единого подхода. Существует также проблема «приспособления фрейма к реальной ситуации», описанная самим М. Мински в [1, 8]. Рассмотрим возможные варианты использования искусственных нейронных сетей в экспертных системах – на взгляд автора перспективном направлении их развития (входят в т. н. гибридные интеллектуальные системы). Данные системы могут в ряде случаев решать задачи, которые не под силу отдельным «чистым» подходам [7]. В данной работе представим варианты применения нейронных сетей в фреймовых экспертных системах.

Применение нейронных сетей в экспертных системах дает следующие особенности [3, 5, 6]:

- способность обучения на примерах при неизвестных закономерностях между входными и выходными данными без фрагментации выборки данных;
- эффективное сжатие информации за счет построения нелинейных отображений;
- возможность работы с зашумленными данными;
- быстрой и качественной адаптации к новым данным (в т.ч. и введению новых параметров) и др.

В то же время применение НС несет следующие потенциальные опасности:

- могут возникнуть проблемы с обучением нейронной сети;
- учитывая тот факт, что механизм получения решения нейронной сетью обычно рассматривается, как вывод «черного ящика» (за исключением нескольких типов нейронных сетей и алгоритмов их работы,

например, М – сети, ALM или KBANN [4]), то применение нейронных сетей в экспертных системах не желательно для критически важных задач.

Одной из проблем в работе фреймовых систем является распознавание текущего входного образа и сопоставление его с конечным фреймом - экземпляром. Проблема возникает (при работе в реальных условиях) в связи с неточными измерениями, зашумленными входами, неточностью модели, стохастическим поведением внешней среды для ряда задач, плохо формализованными знаниями эксперта и т.д.. Для решения данной задачи можно использовать искусственные НС в различных комбинациях. В частности, если входные данные (параметры слотов) можно выразить численно, то возможно применение стандартного многослойного полносвязного персептрона, который необходимо обучить по данным из базы знаний на имеющихся примерах. Учитывая хорошую аппроксимирующую способность нейронных сетей [4, 12], можно достаточно хорошо бороться с неточностями и зашумленностями входных данных. Понятно, что по мере пополнения базы знаний необходимо дообучать нейронную сеть. Здесь, конечно, может присутствовать ошибка обучения нейронной сети (она может «по своему обобщить» имеющиеся данные) и поэтому участие эксперта все равно необходимо. Отметим, что нейронная сеть в данной комбинации частично заменяет блок приобретения знаний. Варианты использования нейронных сетей во фреймовых экспертных системах показаны на рисунке 1 пунктиром.

Кроме стандартного многослойного персептрона, учитывая особенности комбинированной задачи классификации и распознавания, можно использовать сеть Кохонена, возможно модифицированную [11]. В простых случаях можно использовать сеть Хемминга или сеть Хопфилда (учитывая ограничения по используемому алфавиту). Для определенных задач, например, прогнозирования, применяются радиально – базисные сети (RBF) или вероятностные нейронные сети (PNN) [5].

Другой интересной комбинацией использования нейронных сетей в фреймовых экспертных системах, является внедрение сети встречного распространения в решатель экспертной системы [10], т.е. нейронная сеть обучается делать экспертный вывод на базе правил экспертной системы. Как вариант - можно реализовать нейро-нечеткий вывод [2].

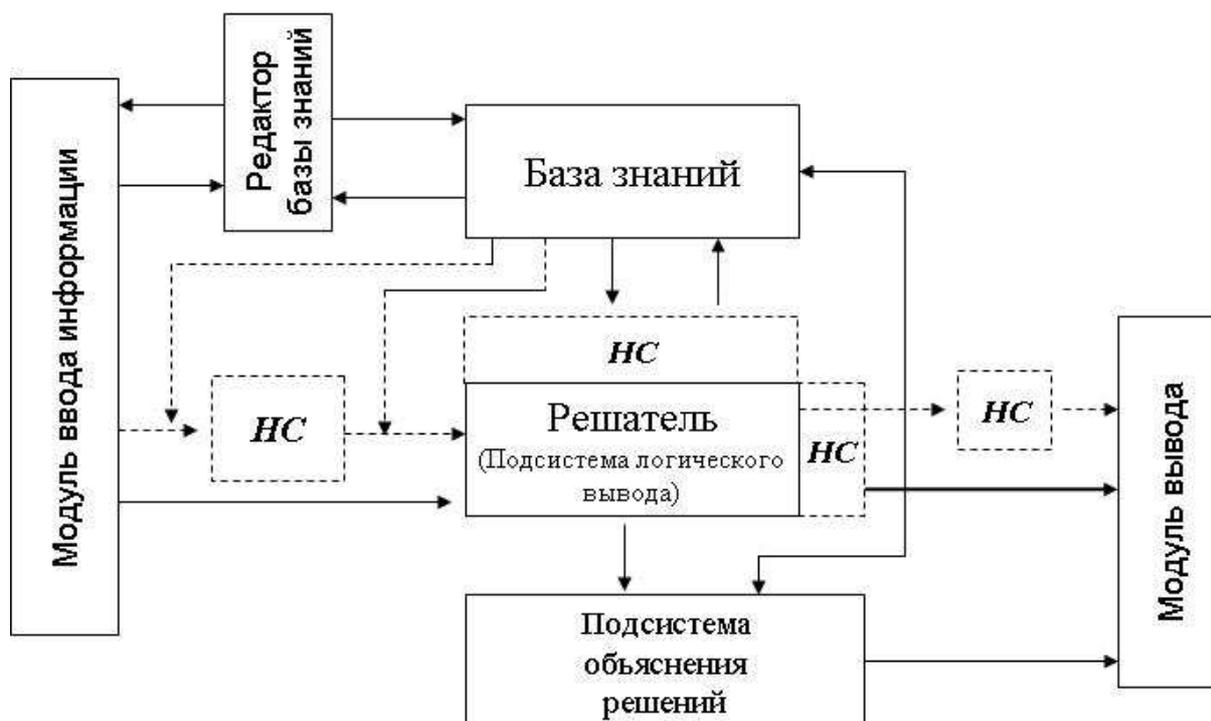


Рисунок 1. Варианты использования нейронных сетей во фреймовых экспертных системах

Еще одним вариантом использования является внедрение НС в качестве прогнозирующего элемента по уже сделанному выводу экспертной системы, если необходим прогноз развития ситуации (фрейм - сценарий). Но учитывая «непрозрачный» вывод нейронной сети, возникает проблема в трассировке результата – по сути будет отсутствовать подсистема объяснения решений.

Необходимо отметить и более «тяжелое» применение нейронных сетей в экспертных системах – генерация и поиск структуры и параметров экспертных систем.

Закключение. Таким образом, использование нейронных сетей во фреймовых экспертных системах дает определенные преимущества для ряда некритических задач и имеет хорошие перспективы. Вышеизложенное применение нейронных сетей возможно и для других типов экспертных систем, но с соответствующей переработкой.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований, в рамках исследовательского проекта РФФИ 17-02-00475а "Применение метаэвристических алгоритмов к решению прямых и обратных задач оптимизации управления пространственно распределёнными комплексами".

#### **Литература:**

1. Minsky M. A. Framework for representing knowledge. Cambridge: MIT Press. 1974.
2. Бегман Ю.В. Модель интеллектуальной нейросетевой экспертной системы на основе прецедентов // Перспективы развития информационных технологий. 2011, №5. сс. 11 – 17.
3. Белоусов А.И., Дерябкин В.П. Семантика языка представления знаний в интеллектуальной фреймовой системе // Вестник Самарского государственного технологического университета. Серия: Технические науки. 2013, № 2 (38). сс. 6 – 11.
4. Бычков А.В. Нейросетевое управление рентабельностью предприятия. Дисс. канд. техн. наук. Краснодар: КубГТУ. 2001. 155 с.
5. Волчек Ю.А., Шишко О.Н., Спиридонова О.С., Мохорт Т.В. Положение модели искусственной нейронной сети в медицинских экспертных системах // Медицинские науки. 2017, №9. сс. 4 – 9.
6. Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирования. 4-е изд.: пер. с англ. – М.: ООО «И. Д. Вильямс». 2007. 1152 с.
7. Джексон П. Введение в экспертные системы. Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс». 2001. 624 с.
8. Минский М. Фреймы для представления знаний: Пер. с англ. М.: Энергия. 1979. 152 с.
9. Серебровский В.В., Филист С.А., Шаталова О.В., Черепанов А.А. Генерация структуры и параметров экспертных информационных систем // Научные ведомости. Серия История. Политология. Экономика. Информатика. 2014, №1. сс. 150 – 152.
10. Шумков Е.А. Применение сети встречного распространения для задачи управления проектами // Научные труды КубГТУ. 2018, №11. сс. 122 -129.
11. Шумков Е.А. Распознавание фигур технического анализа с помощью нейронных сетей // Политематический сетевой электронный журнал КубГАУ. 2011, №65. сс. 120 – 129.
12. Шумков Е.А. Система поддержки принятия решений на основе нейросетевых технологий. Дисс. соис. уч. ст. канд. техн. наук. Краснодар: КубГТУ. 2004. 158 с.

**References:**

1. Minsky M. A. Framework for representing knowledge. Cambridge: MIT Press. 1974.
2. Begman Ju.V. Model' intellektual'noj nejrosetevoj jekspertnoj sistemy na osnove precedentov // Perspektivy razvitiya informacionnyh tehnologij. 2011, №5. ss. 11 – 17.
3. Belousov A.I., Derjabkin V.P. Semantika jazyka predstavlenija znanij v intellektual'noj frejmovoj sisteme // Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. Serija: Tehnicheskie nauki. 2013, № 2 (38). ss. 6 – 11.
4. Bychkov A.V. Nejrosetevoe upravlenie rentabel'nost'ju predpriyatija. Diss. kand. tehn. nauk. Krasnodar: KubGTU. 2001. 155 s.
5. Volchek Ju.A., Shishko O.N., Spiridonova O.S., Mohort T.V. Polozhenie modeli iskusstvennoj nejronnoj seti v medicinskih jekspertnyh sistemah // Medicinskie nauki. 2017, №9. ss. 4 – 9.
6. Dzharratano D., Rajli G. Jekspertnyj sistemy: principy razrabotki i programmirovaniya. 4-e izd.: per. s angl. – M.: ООО «I. D. Vil'jams». 2007. 1152 s.
7. Dzhekson P. Vvedenie v jekspertnye sistemy. Per. s angl. M.: Izdatel'skij dom «Vil'jams». 2001. 624 s.
8. Minskij M. Frejmy dlja predstavlenija znanij: Per. s angl. M.: Jenergija. 1979. 152 s.
9. Serebrovskij V.V., Filist S.A., Shatalova O.V., Cherepanov A.A. Generacija struktury i parametrov jekspertnyh informacionnyh sistem // Nauchnye vedomosti. Serija Istorija. Politologija. Jekonomika. Informatika. 2014, №1. ss. 150 – 152.
10. Shumkov E.A. Primenenie seti vstrechnogo rasprostraneniya dlja zadachi upravlenija proektami // Nauchnye trudy KubGTU. 2018, №11. ss. 122 -129.
11. Shumkov E.A. Raspoznavanie figur tehničeskogo analiza s pomoshh'ju nejronnyh setej // Politematicheskij setevoj jelektronnyj zhurnal KubGAU. 2011, №65. ss. 120 – 129.
12. Shumkov E.A. Sistema podderzhki prinjatija reshenij na osnove nejrosetevykh tehnologij. Diss. sois. uch. st. kand. tehn. nauk. Krasnodar: KubGTU. 2004. 158 s.