

§7

БАЗЫ ЗНАНИЙ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ, СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Н.А. Гулякина, И.И. Кучинская-Паровая

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ, ОРИЕНТИРОВАННЫХ НА ОБРАБОТКУ БАЗ ЗНАНИЙ

Аннотация. В статье рассматривается методика проектирования нейронных сетей, ориентированных на обработку баз знаний, представленных семантическими сетями. Методика основывается на применении унифицированной модели нейронной сети. Отличительной особенностью предлагаемой методики проектирования нейронных сетей для обработки баз знаний является использование компонентного подхода и библиотеки совместимых НС-компонент, которые позволяют облегчить трудозатраты при проектировании, снизить требования к квалификации разработчиков, а также решить задачу интеграции нейросетевых методов с другими методами представления и обработки информации при разработке гибридных интеллектуальных систем.

Ключевые слова: гибридная интеллектуальная система, база знаний, семантическая сеть, модель, нейронная сеть, методика проектирования, компонент, библиотека.

Введение

Нейросетевые методы являются эффективным средством решения сложных плохо формализуемых задач (к ним традиционно относят — задачи классификации, кластеризации, аппроксимации многомерных отображений, прогнозирования временных рядов, оптимизация, управления сложными объектами) и их широко используют на практике. В настоящий момент, накоплено большое количество различных алгоритмов обучения и архитектур нейронных сетей (НС), приемов использования НС для решения конкретных прикладных задач, уделяется большое внимание вопросам, связанным с интеграцией нейронных сетей, генетических алгоритмов, нечетких систем и экспертных систем [1, 2, 3 и др.]. Но для решения задач с использованием нейросетевых методов требуется установить методику проектирования и использования соответствующих операций, последовательно выполняя которые пользователь получит требуемый результат. Научные центры и отдельные исследователи, занимающиеся проблемами в области нейросетевых технологий, определяют свои частные методы, описывают рекомендации по использованию средств разработки НС, предлагают различные подходы и новые интерпретации [4, 5, 6, 7 и др.]. Однако до сих пор технология (методика) проектирования и разработки нейросетевых методов и ее результаты слабо систематизированы. Существуют отдельные устоявшиеся рекомендации по работе с НС, которые носят в основном частный или наоборот слишком общий характер. Кроме того, недостаточно внимания уделяется проблеме совместимости и систематизации [11] данных методов: каким образом они соотносятся с уже существующими, каким образом проводить их интеграцию с другими методами представления и обработки информации. Не существует единого взгляда на данный процесс.

В обобщенном виде проектирование НС представляется в виде следующей последовательности действий:

- Выбор архитектуры НС.
- Инициализация структуры.
- Обучение НС.
- Оценка качества обучения НС.
- Использование обученной НС.

Приведенная упрощенная методика проектирования и последующего использования НС не учитывает целые группы операций и вообще не описывает методику интеграции с другими методами представления и обработки информации при проектировании и разработке интеллектуальных систем. Нужно отметить, что для систем, проектируемых по принципу объединения нескольких методов представления и обработки информации, в литературе даже введен специальный термин — гибридная интеллектуальная система [2, 8]. Каждая такая системы строится на основе интеграции нескольких методов решения задач, что позволяет недостатки одного подхода компенсировать достоинствами другого, а в итоге — получать значительно лучшие результаты по сравнению с системами, использующими только один метод обработки информации. Базовой составляющей любой гибридной интеллектуальной системы является база знаний [9, 10, 12]. А развитие технологий баз знаний и активный рост хранящейся в них информации актуализирует проблему проектирования и разработки эффективных методов обработки информации, в том числе и нейросетевых.

Одним из возможных путей решения указанных проблем может быть разработка технологии (методики) проектирования НС, ориентированных на обработку баз знаний, на основе унифицированной модели НС и компонентном подходе.

1. Унифицированная модель НС

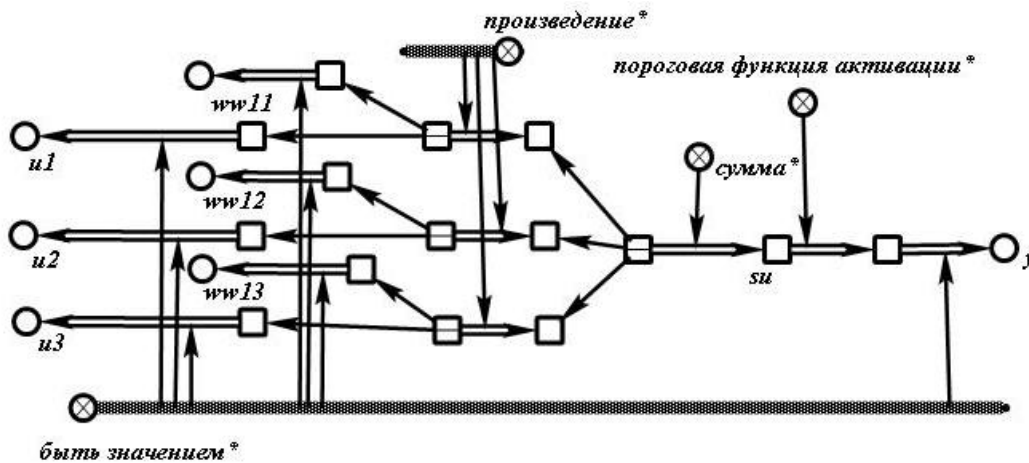
В основе построения предлагаемой унифицированной модели НС лежат следующие принципы:

- использование унифицированного способа кодирования информации на основе SC-кода;
- отношение к НС, как к нетривиальному методу решения задачи;
- выделение двух типов элементов: НС-подпрограмм и НС-агентов.

В основу предлагаемой модели НС положена унифицированная модель представления знаний на основе SC-кода (Semantic Code). Для графического представления НС используется SCg-код (Semantic Code graphical), а для описания поведения НС-агентов используется язык SCP (Semantic Code Programming) [13, 14].

Рис. 1

Нейрон с пороговой функцией активации на SCg-коде



В соответствии со вторым принципом, НС представляет собой метод решения задачи, который реализует разные стратегии и тактики, направленные на поиск решения задачи. Поэтому НС можно трактовать как специализированную модель решения задачи и, тогда НС можно рассматривать как интеллектуальную систему, которая состоит из:

- базы знаний НС, в которой содержится вся необходимая информация о нейросетевых технологиях;
- многоагентной системы [15] (sc-машины), состоящей из семантической памяти (sc-памяти) и коллектива агентов (sc-операций), которые работают над этой памятью для решения некоторой задачи. Причем в sc-памяти хранится вся необходимая информация для функционирования НС-агентов.

В соответствии с третьим принципом, в рамках унифицированной модели НС различают два типа элементов: НС-подпрограммы и НС-агенты [12]. НС-агенты реагируют на определенного вида ситуации и/или события и осуществляют изменения sc-памяти и/или состояния интеллектуальной системе в соответствии со своим функциональным назначением. НС-подпрограмма не является НС-агентом и должна вызываться другой НС-подпрограммой.

2. Библиотека совместимых НС-компонент

В основу библиотеки совместимых НС-компонент положены следующие принципы:

- использование унифицированной модели НС;
- простота средств для работы с НС;
- компонентное проектирование и многократное использование.

Унифицированная модель НС использует семантическую модель представления и обработки информации, основу которой составляет унифицированное кодирование информации с помощью SC-кода [13]. Использование единой модели представления и обработки информации (для всех составляющих проектируемой системы) позволяет сократить срок разработки, решить задачу интеграции НС с базой знаний.

Ряд нейросетевых библиотек предлагают пользователю широчайшие возможности по настройке разрабатываемых НС. Однако практика показывает, что широкая функциональность часто не востребована — есть ряд типовых архитектур и методов обучения НС, которые нельзя существенно улучшить тонкой настройкой. Кроме того, даже в том случае, если без тонкой настройки не обойтись, то использование этого механизма часто может поставить в тупик конечного пользователя. Отсюда вывод — хороший нейросетевой пакет не должен требовать сложной настройки. В соответствии с этим принципом, в рамках библиотеки совместимых НС-компонент все компоненты четко классифицируются и детально специфицируются, что позволяет пользователю сосредоточиться на действительно важных вопросах при разработке интеллектуальных систем, сократить сроки разработки и снизить требования к квалификации конечного пользователя (разработчика).

На сегодняшний день библиотека НС-компонент имеет следующую структуру:

- Библиотека готовых НС-компонент:
 - НС-компоненты с прямыми связями (персептрон Розенбланта),
 - НС-компоненты с обратными связями (дискретная модель Хопфилда, двунаправленная НС);
 - НС-компоненты с самоорганизацией (НС Кохонена, НС ART),
 - НС-компоненты гибриды и другие.
- Библиотека базовых НС-компонент:
 - топологические компоненты (афферентные нейроны, эфферентные нейроны, ассоциативные нейроны),
 - активационные компоненты (пороговая функция, сигмоидальная функция, гиперболический тангенс) и другие.
- Библиотека операций:
 - операции с НС-компонентами (поиск компонента по спецификации, добавление нового компонента, удаление компонента, сравнение компонент),
 - операции-конструкторы (конструктор афферентных нейронов (рецепторов), конструктор эфферентных нейронов (эффекторов), конструкторы ассоциативных нейронов (промежуточных), конструктор слабосвязанной архитектуры, конструктор полносвязанной архитектуры),

- операции преобразований (операция масштабирования, операция предподготовки входных/выходных данных, операции начальной инициализации),
- операции настройки/обучения НС-компонентов (обучение по правилу Хебба, обучение по правилу Хопфилда, обучение по дельта правилу, обучение методом соревнования, обучение по правилу градиентного спуска, обучение с использованием обратного распространения ошибки),
- операции сборки и использования НС-компонент,
- операции “сборки мусора” (удаление временных конструкций) и другие.

Спецификация готовых НС-компонентов в общем случае состоит из следующих параметров:

- название НС-компонента;
- используемые базовые НС-компоненты:
 - типы базовых НС-компонентов;
- используемые операции:
 - типы операций;
- вид вопроса/ответа (вход/выход);
- область применения или классы решаемых задач;
- автор;
- история версий;
- статистика использования компонента.

Спецификация базовых НС-компонентов в общем случае состоит из следующих параметров:

- название базового НС-компонента;
- тип базового НС-компонента;
- правила использования:
 - типы базовых НС-компонент, с которыми может использоваться;
 - типы операций, с которыми может использоваться;
- автор;
- история версий;
- статистика использования компонента.

3. Методика компонентного проектирования НС

Методика компонентного проектирования НС, ориентированных на обработку баз знаний базируется на использовании библиотеки совместимых НС-компонент и состоит из следующей последовательности шагов:

- Анализ постановки задачи. На первом этапе проводится обобщение и формализация постановки задачи (выбор класса решаемой задачи, выделение входных данных и т.д.).
- Поиск готового нейросетевого метода решения задачи. На втором этапе проводится поиск (выбор) готовой НС в разделе библиотеки готовых НС-компонент согласно формализованной постановке задачи с помощью операция поиска компонента по спецификации и операции сравнения компонентов из раздела библиотеки операций. Если не найден НС-компонент, то переход к следующему этапу.
- Конструирование. Третий этап включает в себя:
 - определение (поиск и выбор) топологических компонентов из раздела библиотеки базовых НС-компонентов;
 - определение (поиск и выбор) активационных компонентов из раздела библиотеки базовых НС-компонентов;
 - определение (поиск и выбор) операций-конструкторов из раздела библиотеки операций.
- Инициализация. Четвертый этап включает в себя:
 - загрузку входных данных;
 - определение (поиск и выбор) операции преобразования из раздела библиотеки операций.
- Обучение. На пятом этапе определяется (проводится поиск и выбор) операций настройки/обучения из раздела библиотеки операций.
- Сборка и использование. Шестой этап включает в себя:

- выборы применение операций сборки выбранных НС-компонент из раздела библиотеки операций;
- использование готового НС-компонента для решения задачи (интеграция в гибридную интеллектуальную систему).
- Завершающий этап (не обязательный) включает в себя:
 - составление (генерация) спецификации для спроектированной НС;
 - размещение в соответствующем разделе библиотеки готовых НС-компонент с помощью операции добавления нового НС-компонента из раздела библиотеки операций.

Заключение

Предлагаемая методика расширяет и уточняет стандартную последовательность действий при проектировании и разработке НС. Отличие от существующих подходов заключается в том, что исследователю или разработчику (конечному пользователю) требуется только подобрать набор компонентов согласно стоящей перед ним задаче, используя задачно-ориентированные спецификации НС-компонентов.

Использование предлагаемой методики компонентного проектирования НС, ориентированных на обработку баз знаний позволит облегчить трудозатраты при проектировании НС, снизить требования к квалификации разработчика, а также решить задачу интеграции НС с другими методами представления и обработки информации (решения задач) при разработке интеллектуальных систем.

Результаты, описанные в статье, апробируются в рамках открытого проекта OSTIS [16].

Список литературы:

1. Шуклин Д.Е. Реализация семантической нейронной сети и объектно-сетевой базы знаний / Шуклин Д.Е. // Интеллектуальные и многопроцессорные системы-2005 // Материалы Международной научной конференции. Т. 2. — Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. — С. 236-243.
2. Ярушкина Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем / Н.Г. Ярушкина. — М.: Финансы и статистика, 2004.
3. Ярушкина Н.Г. Гибридные системы, основанные на мягких вычислениях: Определение, архитектура, возможности / Н.Г. Ярушкина // Программные продукты и системы. — № 3. 2002.
4. Миркес Е.М. Нейрокомпьютер. Проект стандарта / Е.М. Миркес. Новосибирск: Наука, 1999. — 337 с.
5. Комарцова Л.Г. Нейрокомпьютеры / Л.Г. Комарцова, А.В. Максимов. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. — 400 с.
6. Головкин В.А. Нейроинтеллект: теория и применение. Книга 1, 2: Организация и обучение нейронных сетей с прямыми и обратными связями / В.А. Головкин. — БрестИзд.БПИ, 1999. — 264 с.
7. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика / Ф. Уоссермен. — М.: Мир, 1992. — 237 с.
8. Комарцова Л.Г. Проблемы интеграции интеллектуальных технологий в гибридных системах / Л.Г. Комарцова // Нечеткие системы и мягкие вычисления, 2009. — С. 20-29.
9. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем: учебник / Гаврилова Т.А. [и др.]. — СПб.: Изд-во «Питер», 2001.
10. Давыденко И.Т. Разработка базы знаний интеллектуальной справочной системы по геометрии // Информационные системы и технологии (IST'2010): материалы VIМеждународ. Конф. — Минск: А.Н. Вараксин, 2010. — С. 462-466.
11. Марка Д.А. Методология структурного анализа и проектирования / Д.А. Марка, К. МакГоуэн. — М.: МетаТехнология, 1993. — 224 с.
12. Ивашенко В.П. Представление нейронных сетей и систем продукции в однородных семантических сетях / В.П. Ивашенко // Известия Белорусской инженерной академии. — №1(15), 2003. — С. 184-188.
13. Голенков В.В. Представление и обработка знаний в графодинамических ассоциативных машинах / Голенков В.В. [и др.]; под ред. В.В. Голенкова. — Минск, 2001. — 412 с.
14. Голенков В.В., Гулякина Н.А. Графодинамические модели параллельной обработки знаний: принципы построения, реализации и проектирования. — В кн Международ. научн.-техн. конф. «Открытые

семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» (OSTIS-2012). Материалы конф. [Минск, 16-18 февр. 2012 г.]. — Минск: БГУИР, 2012. — С. 23-52.

15. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. — М.: Эдиториал УРСС, 2002. — 352 с.
16. Проект OSTIS [Электронный ресурс]. Минск, 2011. — Режим доступа: <http://ostis.net/>. — Дата доступа: 01.04.2013.

References (transliteration):

1. Shuklin D.E. Realizaciya semanticheskoi neironnoi seti i ob'ektno-setevoi bazy znaniy / Shuklin D.E. // *Intellektual'nye i mnogoprocessornye sistemy-2005* // *Materialy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferencii. T. 2.* — Taganrog: Izd-vo TRTU, 2005. — S. 236-243.
2. Yarushkina N.G. Osnovy teorii nechetkih i gibridnyh sistem / N.G. Yarushkina. — М.: Финансы и статистика, 2004.
3. Yarushkina N.G. Gibridnye sistemy, osnovannye na myagkih vychisleniyah: Opredelenie, arhitektura, vozmozhnosti / N.G. Yarushkina // *Programmnye produkty i sistemy.* — № 3. 2002.
4. Mirkes E.M. Neurokomp'yuter. Proekt standarta / E.M. Mirkes. — Novosibirsk: Nauka, 1999. — 337 s.
5. Komarcova L.G. Neurokomp'yutery / L.G. Komarcova, A.V. Maksimov. — М.: Izd-vo MGTU im. N.E. Bauman, 2004. — 400 s.
6. Golovko V.A. Neirointellekt: teoriya i primeneniye. Kniga 1, 2: Organizaciya i obuchenie neironnyh setei s pryamymi i obratnymi svyaziyami / V.A. Golovko. — BrestIzd. BPI, 1999. — 264 s.
7. Uossermen F. Neurokomyoternaya tehnik: Teoriya i praktika / F. Uossermen. — М.: Mir, 1992. — 237 s.
8. Komarcova L.G. Problemy integracii intellektual'nyh tehnologiy v gibridnyh sistemah / L.G. Komarcova // *Nechetkie sistemy i myagkie vychisleniya*, 2009. — S. 20-29.
9. Gavrilova T.A., Horoshevskii V.F. Bazy znaniy intellektual'nyh sistem: uchebnyk / Gavrilova T.A. [i dr.]. — SPb.: Izd-vo «Piter», 2001.
10. Davydenko I.T. Razrabotka bazy znaniy intellektual'noi spravochnoi sistemy po geometrii // *Informacionnye sistemy i tehnologiy (IST'2010): materialy VIMezhdunar. Konf.* — Minsk: A.N. Varaksin, 2010. — S. 462-466.
11. Marka D.A. Metodologiya strukturnogo analiza i proektirovaniya / D.A. Marka, K. MakGouen. — М.: MetaTehnologiya, 1993. — 224 s.
12. Ivashenko V.P. Predstavlenie neironnyh setei i sistem produkcii v odnorodnyh semanticheskikh setyah / V.P. Ivashenko // *Izvestiya Belorusskoi inzhenernoi akademii.* — № 1(15), 2003. — S. 184-188.
13. Golenkov V.V. Predstavlenie i obrabotka znaniy v grafodinamicheskikh associativnyh mashinah / Golenkov V.V. [i dr.]; pod red. V.V. Golenkova. — Minsk, 2001. — 412 s.
14. Golenkov V.V., Gulyakina N.A. Grafodinamicheskie modeli parallel'noi obrabotki znaniy: principy postroeniya, realizacii i proektirovaniya. — V kn *Mezhdunar. nauchn.-tehn. konf. «Otkrytye semanticheskie tehnologiy proektirovaniya intellektual'nyh sistem» (OSTIS-2012). Materialy konf.* [Minsk, 16-18 fevr. 2012 g.]. — Minsk: BGUIR, 2012. — S. 23-52.
15. Tarasov V.B. Ot mnogoagentnyh sistem k intellektual'nym organizaciyam: filosofiya, psihologiya, informatika. — М.: Editorial URSS, 2002. — 352s.
16. Proekt OSTIS [Elektronnyi resurs]. Minsk, 2011. — Rezhim dostupa: <http://ostis.net/>. — Data dostupa: 01.04.2013.