

УДК 519.95

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ В КАЧЕСТВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЯДРА ИНС-МОДЕЛИ¹

© А.А. Арзамасцев, А.В. Неудахин

В статье предлагается автоматизированная технология построения экспертных систем, использующих в качестве интеллектуального ядра ИНС-модели. Данная технология может быть реализована путем разработки целостной интерактивной системы.

ВВЕДЕНИЕ

В различных сферах человеческой деятельности существуют объекты, решение задач управления которыми связано с анализом многофакторных зависимостей, с трудом поддающихся формализации ввиду недостаточности информации и ее значительной зашумленности. В некоторых случаях специалист в данной предметной области (эксперт) может решать такие задачи, пользуясь значительным опытом, интуицией, прогностической способностью в данной сфере. Однако такие решения являются в значительной степени субъективными. Например, при смене эксперта реализуются уже другие управленческие решения, которые, однако, могут быть не хуже предыдущих.

Таким образом, эксперт заключает в себе некоторую «модель» данной предметной области, реальная формализация которой часто бывает невозможна или сильно затруднена. Отчасти данная проблема, связанная с накоплением знаний об объекте, их обобщением и интерпретацией может быть решена на основе разработки компьютерных экспертных систем (ЭС). Экспертные системы – специальные программы для ЭВМ, основанные на алгоритмах искусственного интеллекта и предполагающие использование соответствующей информации, полученной ранее от экспертов в заданной предметной области [1].

ОСНОВНЫЕ ИДЕИ

В данной статье рассмотрена методика, позволяющая разрабатывать ЭС с использованием в качестве интеллектуального ядра ИНС-моделей, т. е. моделей, построенных на основе искусственных нейронных сетей (ИНС). Сделанный выбор обусловлен способностью ИНС к обучению и генерализации (обобщению) накопленных знаний. Натренированная на ограниченном множестве данных сеть способна обобщать полученную информацию и показывать хорошие прогностические способности на данных, не использовавшихся в процессе обучения [2].

По мнению авторов, предлагаемый здесь подход является бионическим, т. е. в определенной степени воспроизводит процессы формирования и использования интеллектуального ядра биологических объектов.

В общих чертах процесс накопления знаний и их использование такими объектами выглядит следующим образом. При рождении биологического объекта имеет место некоторая априорная натренированность его интеллектуального ядра, в качестве которого выступает обученность нейронной системы. Такая предварительная натренированность ассоциируется с системой врожденных безусловных рефлексов. В процессе жизни биологический объект получает информацию из окружающего мира и с помощью эксперта, в качестве которого обычно выступает его мать, осуществляет ее классификацию и «привязку» к ранее накопленной информации. Начиная с некоторого уровня обученности, такой объект сам может анализировать и классифицировать поступающую информацию, создавать новую систему связей внутри интеллектуального ядра, а также использовать накопленную информацию при принятии решений, прогнозировании и т. д.

Рассматриваемая в данной статье методика отчасти воспроизводит принципы, имеющиеся в природе при построении технических ЭС. Она предполагает построение экспертных систем, определяющих решение задач, возникающих в различных предметных областях, на основе накопленной базы знаний о рассматриваемой задаче. Формирование базы знаний происходит при совместной работе пользователей и эксперта в исследуемой предметной области задачи. При последовательном вводе информации пользователями (входные данные задачи) происходит ее оценка экспертом, при этом определяются соответствующие выходные состояния задачи. Таким образом, происходит накопление базы знаний о рассматриваемой задаче. Затем при получении необходимого объема базы знаний происходит построение интеллектуальной модели задачи. Моделирование осуществляется с помощью построения и обучения искусственной нейронной сети на основе накопленной базы знаний. Данный метод моделирования ранее был рассмотрен в работе [3]. По мере поступления новой информации в базу знаний полученная интеллектуальная модель задачи совершенствуется на основе новых знаний. При накоплении некото-

¹ ИНС-модели – модели, разработанные с использованием аппарата искусственных нейронных сетей.

рого критического объема базы знаний модель способна самостоятельно определять решение задачи. Таким образом, роль эксперта уменьшается по мере формирования интеллектуального ядра системы. В результате функционирования предложенной технологии происходит построение экспертных систем, позволяющих решать конкретную задачу в заданной предметной области.

Таким образом, целью данной работы является разработка методики построения экспертных систем, использующих в качестве интеллектуального ядра ИНС-модели.

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ

Предлагаемая методика реализуется путем разработки целостной интерактивной системы, состоящей из взаимосвязанных компонентов, позволяющих осуществлять построение нейросетевых экспертных систем. Для каждого компонента системы определен круг решаемых им задач. Система включает три основных компонента: информационная часть; компонент импортирования данных (интегратор); модуль работы с ИНС.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ЧАСТЬ

Данный компонент представляет собой набор PHP-скриптов, взаимодействующих с базой данных MySQL. Назначение компонента: накопление, хранение и предоставление информации об объекте; обеспечение интерфейса для конечного пользователя. Механизм функционирования компонента ранее использовался А.В. Неудахином в работе [4]. Компонент функционирует согласно схеме, представленной на рис. 1. 1 – Пользователь посылает запрос HTTP-серверу, содержащий некоторые данные. В качестве клиента системы может быть любой Интернет-браузер (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera и др.), при использовании которого устанавливается соединение с HTTP-сервером. 2 – HTTP-сервер транслирует PHP-скрипты, действующие в соответствии с запросом пользователя. 3 – PHP-скрипты обращаются к базе данных с запросом. 4 – Результаты запроса направляются PHP-скриптам на обработку. 5 – Результатом обработки является сгенерированная HTML-страница. 6 – HTTP-сервер посылает ответ пользователю в виде сгенерированной HTML-страницы, которая выводится в окне Интернет-браузера пользователя.

Компонент поддерживает три уровня доступа: пользователя, эксперта, администратора. Каждому

уровню соответствует определенный набор полномочий и функциональных возможностей. Уровню администратора соответствуют полномочия управления пользователями. Уровень эксперта наделен возможностями управления объектом. Пользовательский уровень дает возможность вносить информацию о параметрах объекта и получать результат по внесенным данным.

Конкретная задача, рассматриваемая в заданной предметной области, называется в разрабатываемой системе *объектом*. Объект системы определяется набором совокупностей входных параметров с соответствующими выходными состояниями. Создание объекта доступно для пользователя с полномочиями эксперта. В результате создания определяются такие его характеристики, как: количество входных параметров; входные параметры, по которым впоследствии будет проводиться анализ; предполагаемые выходные состояния.

Накопление информации об объекте происходит двумя способами.

Первый способ (с участием пользователя и эксперта). Пользователь, зарегистрированный в системе, вносит параметрические данные объекта, которые сохраняются в базе данных. Затем эксперт, анализируя совокупность входных данных, введенных ранее пользователем, определяет соответствующее выходное состояние объекта. Таким образом, полученные знания накапливаются в базе данных, формируя базу знаний об объекте. Информация, хранящаяся в базе знаний, образует классы, определенные в соответствии с выходными состояниями объекта.

Второй способ (без участия пользователя). Эксперт, имея набор совокупностей входных данных об объекте, может загружать его в систему. Набор может быть уже проанализированным или впоследствии оценен экспертом.

КОМПОНЕНТ ИМПОРТИРОВАНИЯ ДАННЫХ (ИНТЕГРАТОР)

Данный компонент представляет собой программный модуль, разработанный в среде программирования Delphi 7. Назначение компонента – импортирование накопившихся совокупностей данных из базы данных в модуль работы с нейронной сетью. Компонентом реализуется подготовка обучающей выборки для сети. Функционирование компонента происходит согласно схеме, представленной на рис. 2. 1 – Осуществляется запрос к базе данных на информацию об определенном



Рис. 1. Схема функционирования информационной части системы

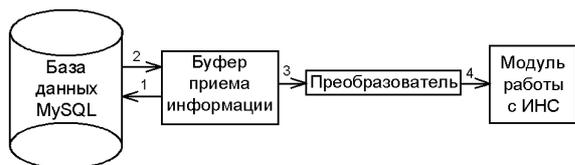


Рис. 2. Схема функционирования компонента импортирования данных

объекте системы. 2 – Результаты запроса помещаются в буфер. 3 – Информация из буфера поступает на обработку в преобразователь. 4 – Информация, преобразованная во входные и выходные векторы нейронной сети, передается в модуль работы с ИНС.

МОДУЛЬ РАБОТЫ С ИНС

Компонент представляет собой программный модуль, разработанный в среде программирования Delphi 7. Назначение компонента: построение нейронной сети, обученной на множестве совокупностей входных параметров объекта с соответствующими выходными состояниями, способной классифицировать вновь поступающую информацию, а также обладающей способностью доучиваться. Результатом работы данного компонента является интеллектуальная модель объекта, по ходу работы системы принимающая соответствующие состояния. Модель может находиться в трех состояниях: построения, классификации и доучивания. Модуль работы с ИНС функционирует согласно схеме, представленной на рис. 3. 1 – Данные из интегратора поступают в буфер входных и выходных векторов сети. 2 – Происходит построение и обучение ИНС (в соответствующем режиме – доучивание). 3 – Интеллектуальная модель самостоятельно классифицирует входные векторы. 4 – Результаты классификации направляются в интегратор для последующего преобразования и занесения в базу данных.

В процессе построения интеллектуальной модели объекта происходит выявление взаимосвязей и зависимостей между входными параметрами объекта и соответствующими выходными состояниями. Построенная модель определяет выходное состояние объекта по вновь поступающим входным данным. На основе определенного выходного состояния происходит классификация поступившей информации.

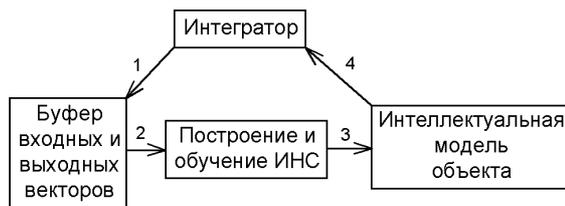


Рис. 3. Схема функционирования модуля работы с ИНС

МЕХАНИЗМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТОВ ЦЕЛОСТНОЙ СИСТЕМЫ

Все вышеописанные компоненты являются взаимосвязанными частями единой целостной системы, функционирующей поэтапно согласно схеме, представленной на рис. 4. Каждому этапу соответствует реализация определенных задач.

Первый этап – накопление информации. На первом этапе происходит формирование и накопление базы знаний объекта. Назначения связей, представленных на рис. 4, на первом этапе функционирования: 1.1 – ввод пользователем параметрических характеристик объекта; 1.2 – вывод информации пользователю; 2.1 – запрос к базе данных (сохранение данных, или запрос на данные); 2.2 – результаты запроса; 3.1 – запрос экспертом информации об объекте или ввод результатов анализа объекта; 3.2 – вывод информации эксперту.

Второй этап – построение модели. При получении определенного объема базы знаний объекта данные из базы импортируются в модуль работы с ИНС. На данном этапе происходит построение интеллектуальной модели объекта. Назначения связей, представленных на рис. 4, на втором этапе функционирования: 4.1 – осуществляется запрос на данные, хранящиеся в базе; 4.2 – в результате запроса данные поступают в интегратор; 5 – подготовленная обучающая выборка поступает в модуль работы с ИНС; 6 – результатом работы модуля является интеллектуальная модель объекта. Также на данном этапе происходит совершенствование модели объекта на основе вновь поступающих данных.

Третий этап – классификация. На данном этапе построенная интеллектуальная модель способна самостоятельно классифицировать поступающую в базу данных информацию. Назначения связей, представленных на рис. 4, на третьем этапе функционирования: 1.1 – ввод параметрических данных объекта;

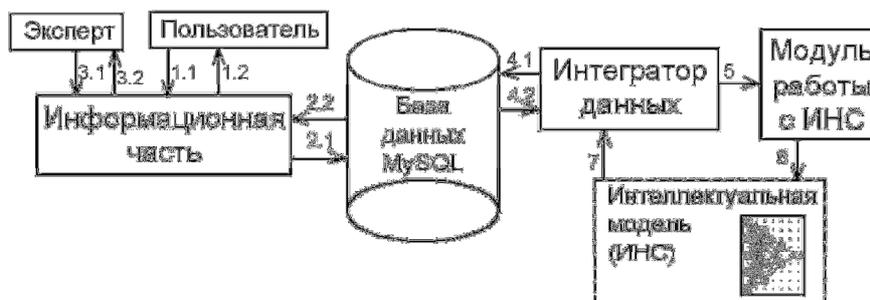


Рис. 4. Общая схема функционирования компонентов системы

2.1 – сохранение вновь поступившей информации в базе данных; 4.1 – запрос на вновь поступившую информацию; 4.2 – результаты запроса передаются в интегратор на обработку; 5 – обработанная информация передается в модуль работы с ИНС; 6 – подача данных на вход ИНС; 7 – рассчитанный моделью результат поступает в интегратор; 4.1 – сохранение результатов, рассчитанных моделью в базе данных; 2.2 – передача из базы данных результатов; 1.2 – представление результатов, рассчитанных моделью, пользователю.

ВЫВОДЫ

Таким образом, на основе предложенной методики была разработана целостная интерактивная система, позволяющая осуществлять проектирование экспертных систем, использующих в качестве интеллектуального ядра ИНС-модели. Разработанная система обладает следующими преимуществами: универсальность предметной области исследования; универсальность доступа к системе (сетевой, локальный); одновременное построение и функционирование нескольких моделей объектов исследования; сведение к минимуму деятельности экспертов. Из недостатков системы можно

отметить возникающие временные задержки при классификации вновь поступившей информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Арзамасцев А.А., Неудахин А.В.* Автоматизированная технология построения экспертных информационных систем // Вестн. Тамб. ун-та. Сер. Естеств. и техн. науки. Тамбов, 2008. Т. 13. Вып. 1. С. 83–85.
2. *Осовский С.* Нейронные сети для обработки информации / пер. с польского И.Д. Рудинского. М.: Финансы и статистика, 2004.
3. *Арзамасцев А.А., Зенкова Н.А.* Использование аппарата искусственных нейронных сетей для идентификации свойств личности в учебном процессе // Открытое образование. 2004. № 4. С. 61–64.
4. *Неудахин А.В.* Разработка и применение WEB-ориентированной системы удаленного тестирования // Инновационные технологии обучения: проблемы и перспективы: сб. науч. тр. Всерос. науч.-метод. конф. Липецк, 29–30 марта 2008 г. Липецк: ЛГПУ, 2008. С. 241–244.

Поступила в редакцию 15 апреля 2008 г.

Arzamastsev A.A., Neudakhin A.V. Methods of elaboration of expert systems using ANN (Artificial Neurons Network)-models as an intellectual core base. The article is about automatic technology of expert systems, using ANN-models as an intellectual core. This technology can be realized as development of integrity interactive system.