УДК 519.85

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБУЧАЮЩЕЙ И РАСЧЕТНОЙ ВЫБОРКИ ПРИ ПОСТРОЕНИИ МОДЕЛЕЙ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ УНИВЕРСАЛЬНОЙ МОДЕЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМОЙ CrVSIS

**© О.В. Крючин, Е.В. Вязовова**

*Ключевые слова*: искусственные нейронные сети; информационные системы; обучающая выборка.
Описан принцип построения модели искусственной нейронной сети в универсальной модулирующей системе. Приводится алгоритм добавления обучающей и расчетной выборки в модель.

Как было рассмотрено в работах [1, 2], универсальная моделирующая система *CrVSIS* состоит из нескольких компонентов, среди которых можно выделить компонент хранения данных (*DBInteractor*), компонент построения моделей (*ANNBuilder*) и компонент принятия решений (*Manager*) (рис. 1).

Для реализации названных выше компонентов использована библиотека *boost* [3] и реализованная поверх нее *exs* [1]. В данной библиотеке реализованы классы основных сущностей системы – ИНС-модели (*ANNModel*), выборки данных (*Pattern*), моделируемого объекта (*SimulationObject*) и т. д. Диаграмма основных классов приведена на рис. 2, как можно видеть из него, класс *Pattern* включает переменную *inputNumber*, хранящую число входов объекта и значения обучающей и расчетной выборки (*trainingValue* и *checkingValue* соответственно), являющиеся экземплярами класса *ArrayCollection*. Этот класс, в свою очередь, содержит матрицу значений данных – массив экземпляров класса *Array*, являющегося массивом строк (необходимость использования строк формата *Unicode* подробно описана в работе [4]).

Также из диаграммы классов можно видеть, что выборка данных является свойством моделируемого объекта, а не модели. Это обусловлено тем, что для всех моделей объекта используется одна и та же выборка данных.

Накопление выборки данных происходит следующим образом: создается модулируемый объект, содержащий число входов и выходов, и заносится в базу данных. При появлении строки выборки данных она также сохраняется в базу, дополняя уже имеющиеся. При необходимости поставить ИНС-модель на обучение выборка данных объекта, к которому принадлежит модель, считывается из базы и заносится в конфигурацию, после чего она отправляется на обучение в компонент *ANNBuilder* (рис. 1).

Компонент *Manager* производит формирование конфигурации обучаемой ИНС-модели. Это осуществляется следующим образом – производится анализ введенной пользователем конфигурации, и при наличии в ней *XML*-узлов, хранящих выборку данных (*pattern*) и задачу (*management*), эти узлы удаляются. После этого *XML*-узлы выборки и задачи формируются

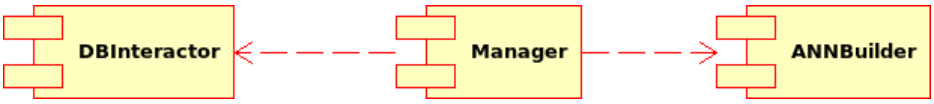



**Рис. 1.** Диаграмма компонентов системы *CrVSIS*

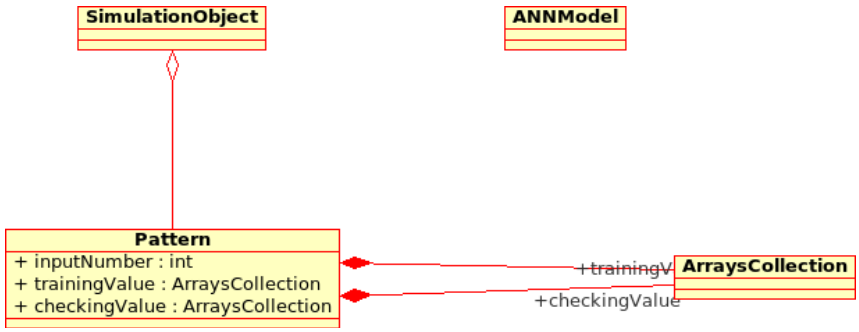



**Рис. 2.** Диаграмма классов объектов сущностей выборки данных

из данных, запрошенных из *DBInteractor*, и заносятся в конфигурацию, которая отправляет компоненты *ANNBuilder*.

Ядром компонента *DBInteractor* является СУБД *PostgreSQL*, в таблицах которой хранится вся информация. На рис. 3 приведена упрощенная диаграмма классов компонента *DBInteractor*. Как можно видеть, для связи с СУБД используется класс *PostgresConnection*, экземпляр которого принадлежит классу *DBMediator*. Основным классом компонента является *DBInteractor*, использующий переменную *m_server* для связи с компонентом *Manager* и *m_value* для обращения к СУБД. На уровне базы данных каждая сущность хранится в одной или нескольких таблицах.

Данные, формирующие объект *Pattern*, отвечающий за выборку (обучающую и расчетную) данных, хранятся в нескольких таблицах. Значения выборки хранятся в таблице *t_pattern* (рис. 2).

Как можно видеть на рис. 4, таблица содержит несколько полей:

– *id* – уникальный идентификатор значения из выборки данных;

– *value* – значение выборки данных;

– *row* – номер строки;

– *col* – номер столбца;

– *type* – тип выборки, принимает два значения: 0 (обучающая) и 1 (расчетная);

– *object* – идентификатор объекта, к которому относится выборка.

Таким образом, обучающая выборка объекта с идентификатором 10, изображенная на рис. 4, выглядит следующим образом:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 61 | 62 | 63 | 75 |
| 71 | 72 | 73 | 85 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |

Информация о том, какие столбцы являются входными, а какие выходными, не содержится в этой матрице, поскольку это относится к свойствам объекта, а не его выборки. Приведенная выше обучающая выборка при формировании поля *teaching* объекта *Pattern* будет выглядеть следующим образом:

$$61,62,63,75;71,72,73,85;0,0,0,0$$

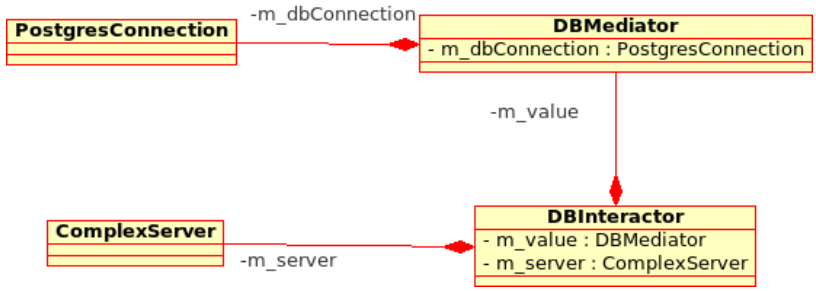
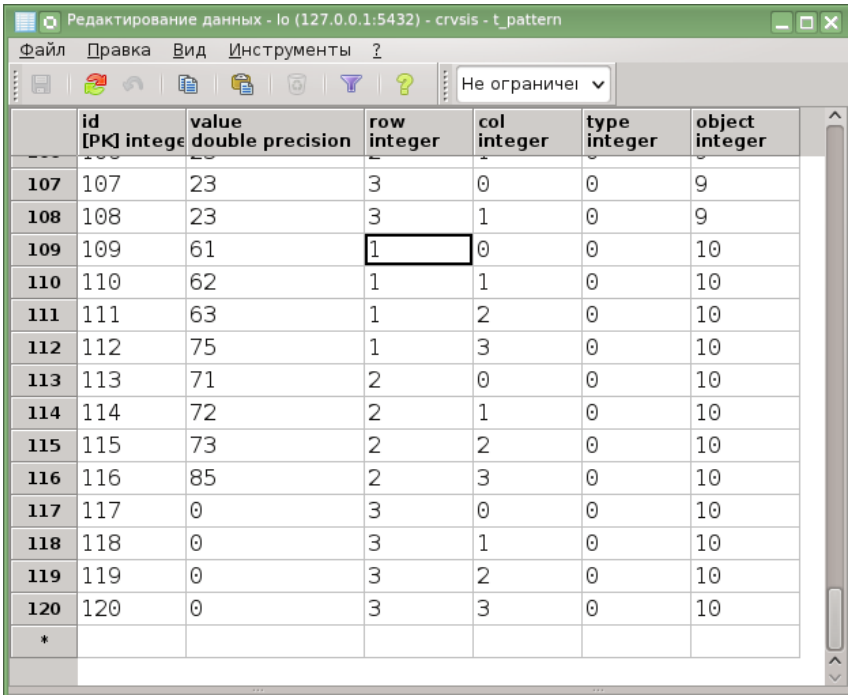



**Рис. 3.** Диаграмма основных классов компонента *DBInteractor*




| | id [PK] integer | value double precision | row integer | col integer | type integer | object integer |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 107 | 107 | 23 | 3 | 0 | 0 | 9 |
| 108 | 108 | 23 | 3 | 1 | 0 | 9 |
| 109 | 109 | 61 | 1 | 0 | 0 | 10 |
| 110 | 110 | 62 | 1 | 1 | 0 | 10 |
| 111 | 111 | 63 | 1 | 2 | 0 | 10 |
| 112 | 112 | 75 | 1 | 3 | 0 | 10 |
| 113 | 113 | 71 | 2 | 0 | 0 | 10 |
| 114 | 114 | 72 | 2 | 1 | 0 | 10 |
| 115 | 115 | 73 | 2 | 2 | 0 | 10 |
| 116 | 116 | 85 | 2 | 3 | 0 | 10 |
| 117 | 117 | 0 | 3 | 0 | 0 | 10 |
| 118 | 118 | 0 | 3 | 1 | 0 | 10 |
| 119 | 119 | 0 | 3 | 2 | 0 | 10 |
| 120 | 120 | 0 | 3 | 3 | 0 | 10 |
| * | | | | | | |

**Рис. 4.** Таблица выборки данных

Таким образом, реализована технология добавления обучающей выборки пользователем и ее интеграция в ИНС-модели для обучения.

## ЛИТЕРАТУРА


1. *Арзамасцев А.А., Зенкова Н.А., Крючин О.В., Квашенкин Д.О., Неудахин А.В.* Автоматизированная технология и программно-технологический комплекс для построения экспертных систем с интеллектуальным ядром, основанным на нейросетевых моделях, поддержкой распределенного ввода данных и параллельных вычислений // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2012. Т. 17. Вып. 3. С. 948-978.
2. *Арзамасцев А.А., Маркеев В.Ю., Зенкова Н.А., Крючин О.В.* Средства разработки экспертных систем с интеллектуальным ядром на базе ИНС-моделей при использовании облачных технологий // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2012. Т. 17. Вып. 3. С. 979-980.
3. Boost 1.54.0 Library Documentation. URL: http://www.boost.org/doc/libs/1_54_0/. (accessed: 15.10.2013).
4. *Крючин О.В.* Информационная система и функционирование ее компонентов согласно технологии SaaS // Электронный журнал «Исследовано в России». 2013. 130527. С. 131-146. URL: http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2013/009.pdf. (accessed: 15.10.2013).
5. PostgreSQL: Documentation. URL: http://www.postgresql.org/docs/manuals/. (accessed: 15.10.2013).


Поступила в редакцию 20 ноября 2013 г.

Kryuchin O.V., Vyazovova E.V. USE OF TRAINING AND SAMPLE CALCULATION IN CONSTRUCTING MODELS OF ARTIFICIAL-GOVERNMENTAL NEURAL NETWORKS OF UNIVERSAL MODELING SYSTEMS CrVSIS

The principle of constructing a model of artificial neural network in the universal system modulating is described. The algorithm for adding the training and calculated sample in the model is given.

*Key words*: artificial neural networks; information systems; training sample.

Крючин Олег Владимирович, Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация, магистрант по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» института математики, физики и информатики, e-mail: kryuchov@gmail.com

Kryuchin Oleg Vladimirovich, Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russian Federation, Candidate for Master's Degree of Direction of Preparation of "Applied Mathematics and Informatics" of Mathematics, Physics and Informatics Institute,, e-mail: kryuchov@gmail.com

Вязовова Елена Владимировна, Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация, магистрант по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» института математики, физики и информатики, e-mail: kafedra_kmm@mail.ru

Vyazovova Elena Vladimirovna, Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russian Federation, Candidate for Master's Degree of Direction of Preparation of "Applied Mathematics and Informatics" of Mathematics, Physics and Informatics Institute, e-mail: kafedra_kmm@mail.ru