

Преимуществами используемой технологии являются возможность ее применения в случае небольшого числа (или даже одного) образца для каждого типа аномалий; возможность применения для анализа нестационарных сигналов (эффективное выявление как кратковременных аномалий сигнала, так и устойчивых изменений его параметров); возможность не только установления факта появления патологии, но и определения ее характера; распознавание пространственной картины аномалий ЭЭГ; удобство накопления данных, отражающих изменение индивидуальных образцов ЭЭГ.

## Литература

- Куравский Л. С., Баранов С. Н., Буланова О. Е., Кравчук Т. Е. Нейросетевая технология диагностики патологических состояний по аномалиям электроэнцефалограмм // Нейрокомпьютеры: разработка и применение. 2007. № 4. С. 4–14.
- Hopfield J. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities // Proc. National Academy of Sciences USA. 1982. P. 2554–2558.
- Kosko B. Competitive adaptive bidirectional associative memories // Proc. IEEE 1st International Conference on Neural Networks. IEEE Press. 1987. V. 2.
- Kosko B. Feedback stability and unsupervised learning // Proc. IEEE 2nd International Conference on Neural Networks. IEEE Press. 1988. V. 3.
- Kuravsky L. S., Baranov S. N. and Kravchuk T. E. Structure condition diagnostics based on the wavelet transform and relaxation networks // Proc. Condition Monitoring 2005. Cambridge, United Kingdom, 2005. P. 119–126.
- Lipmann R. An introduction to computing with neural nets // IEEE Acoustic, Speech and Signal Processing Magazine. 1987. № 2. P. 4–22.

## ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ТРЕНАЖЕР – СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

*Л. С. Куравский, А. А. Марголис, Г. А. Юрьев*

Московский городской психолого-педагогический университет (Москва)  
*nezdeshni@gmail.com*

Рассматривается принцип организации тренажера, используемого при обучении студентов-психологов, которым при работе с психометрическими методиками часто недостает наблюдений, что обусловлено необходимостью значительных затрат различного рода ресурсов, требуемых для получения полезной информации, а так же опыт его применения.

*Ключевые слова:* вероятностные нейронные сети, компьютерная модель, психометрические методики, радиальный базисный элемент.

## Введение

Эффективность использования тренажерных систем при обучении специалистов позволяет говорить об актуальности разработки психологических тренажеров, позволяющих моделировать и исследовать на компьютере результаты, полученные с помощью психометрических методик для различных типов испытуемых (кон-

цепция этих систем предложена А. А. Марголисом). Несмотря на то, что психологические тренажеры не дают навыков непосредственной работы с респондентом и соблюдения необходимых процедур исследования, они формируют полезные базовые навыки работы с итоговым протоколом, позволяя при последующей практике в реальных условиях сосредоточиться на освоении особенностей работы с участниками тестирования.

К преимуществам этих обучающих систем также относятся:

- 1) интенсификация процесса обучения;
- 2) легкая адаптация под любые методики при наличии достаточной выборки;
- 3) возможность тиражирования полезного опыта путем использования для обучения тренажера результатов проверки вновь разработанных методик на тест-группах с их последующим занесением в базу данных;
- 4) повышение доступности знаний, необходимых для специалиста (в том числе путем генерации новых результатов тестирования при недостаточном объеме проведенных наблюдений);
- 5) развитие навыков самостоятельной работы у студентов;
- 6) разгрузка преподавателей от рутинной работы.

## Принципы построения и особенности применения психологического тренажера

Тренажер предполагает работу с тестами закрытого типа, в которых испытуемый выбирает один из заранее заданных вариантов ответов, охватывая, в частности, практически все личностные опросники и большинство диагностических методик. После настройки на заданный тест или обучения психологический тренажер позволяет решать две основные задачи:

- 1) диагностировать типы испытуемых по распределениям их ответов на тест (прямая задача);
- 2) генерировать различные варианты ответов на тесты для испытуемых заданных типов (обратная задача).

Схема построения и особенности применения психологического тренажера представлены на рисунке 1. Основные возможности этой структуры, связанные со способностью диагностировать и обучаться по накопленным результатам испытаний, обеспечиваются организацией ее работы по правилам вероятностной нейронной сети.

Вероятностная нейронная сеть, использованная в тренажере, имеет три слоя: входной, радиальный и выходной (рисунок 2). Радиальный слой состоит из радиальных базисных элементов, каждый из которых соответствует одному из наблюдений обучающей выборки. Функции активации этих элементов представляют собой гауссовы функции с центрами в соответствующих наблюдениях:

$$f(r) = \exp(-r^2/s^2),$$

где  $r = (\sum_{i=1, \dots, n} (x_i - w_i)^2)^{1/2}$  – расстояние в евклидовой метрике между вектором входного сигнала  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ , представляющим распределение ответов на вопросы теста, и вектором  $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ , представляющим связанное с данным элементом распределение ответов из обучающей выборки;  $s$ -настраиваемый параметр.

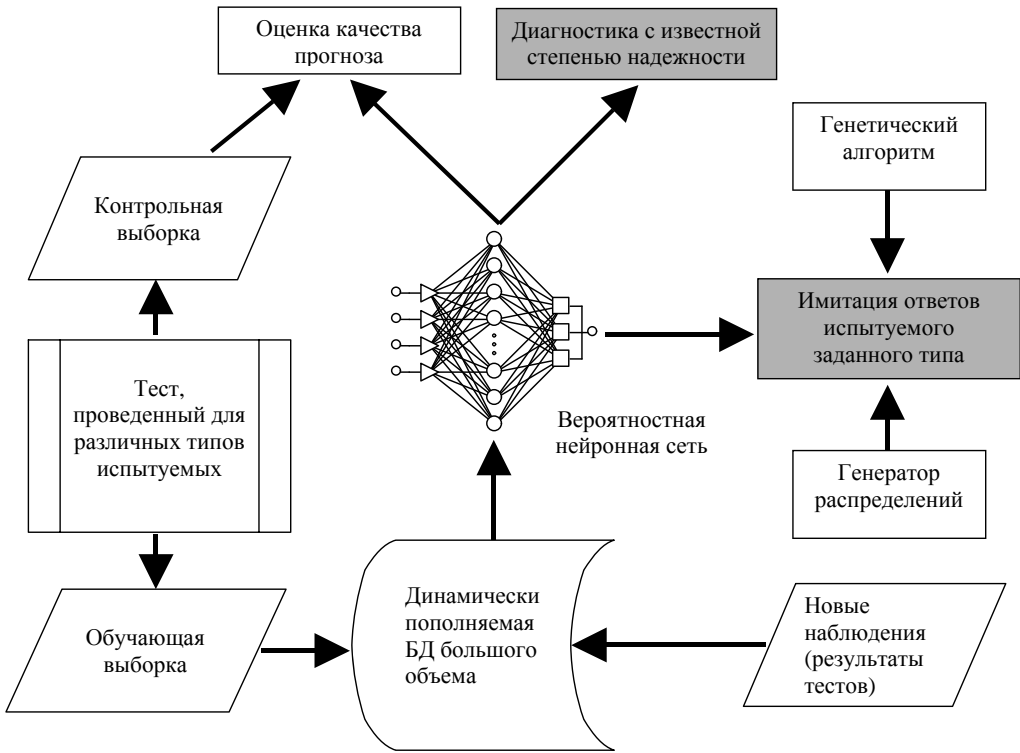
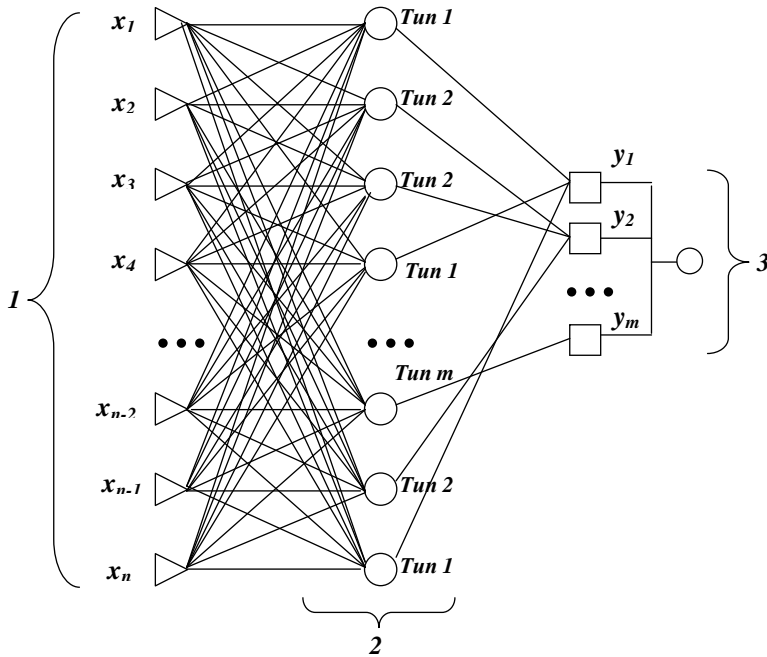


Рис. 1. Схема построения и особенности применения психологического тренажера

Каждому классу соответствует свой выходной элемент, соединенный со всеми радиальными базисными элементами, которые к нему относятся, и не связанный с остальными элементами радиального слоя.

Единственным параметром обучения использованной вероятностной нейронной сети является настраиваемый параметр  $s$ . В правильно обученной сети функции активации радиальных базисных элементов должны в определенной степени «перекрываться»: выбор небольших значений  $s$  приведет к отделенным друг от друга гауссовым функциям и неспособности сети к обобщению, а при слишком больших значениях  $s$  распознавание будет неустойчивым. Приемлемое значение этой величины можно найти на этапе обучения, подбирая его так, чтобы определенная далее усредненная среднеквадратическая ошибка классификации испытуемых по типам была минимальной. Следует отметить, что вероятностные сети не очень чувствительны к выбору данного параметра.

Для обучения тренажера необходима выборка ответов на тест закрытого типа для группы испытуемых. Распределение ответов для каждого испытуемого известного типа кодируется по правилу «Один-из- $N$ » и запоминается в соответствующем радиальном базисном элементе вероятностной нейронной сети. При кодировании по этому правилу каждому вопросу, предполагающему  $N$  возможных вариантов ответов, ставится в соответствие  $N$  позиций, каждая из которых может содержать значение 0 или 1. Выбор  $i$ -го ответа на вопрос кодируется заданием единицы в  $i$ -й позиции и нулевых значений – во всех остальных. При указанном способе представления в данные не вносится искусственное отношение порядка.



**Рис. 2.** Структура вероятностной нейронной сети: 1 – входной слой, на который подается закодированное по правилу «Один-из-N» распределение ответов испытуемого на вопросы теста; 2 – слой радиальных базисных элементов, каждый из которых соответствует наблюдаемому распределению ответов; 3 – выходной слой, каждый элемент которого соответствует типу испытуемых (кодирование по правилу «Один-из-N»)

Известные распределения ответов образуют банк данных, определяющий «диагностическую квалификацию» нейронной сети. Этот банк может пополняться по мере накопления информации о новых испытуемых. Особенности организации вероятностной нейронной сети позволяют накапливать подобную информацию без переобучения созданной структуры.

Сигналы, снимаемые с выходных элементов, как правило, могут принимать любые значения в диапазоне от 0 до 1. Ошибка  $\epsilon$  распознавания типа испытуемого по его ответам на тест оценивается как евклидово расстояние между вектором выходных сигналов, представляющим вычисленные оценки вероятностей принадлежности к различным типам, и вектором, кодирующим наблюдаемый тип испытуемого по правилу «Один-из-N»:

$$\epsilon = (\sum_{i=1, \dots, m} (y_i - t_i)^2)^{1/2},$$

где  $m$  – число распознаваемых классов, вектор  $y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$  представляет вычисленное распределение мер принадлежности испытуемого к различным типам, а вектор  $t = (t_1, t_2, \dots, t_m)$  – кодировку наблюдаемого типа испытуемого по указанному правилу. В качестве оценки качества классификации используется среднее квадратическое значение  $\epsilon$  для контрольной тестовой выборки, элементы которой не использовались при обучении сети.

Полученная структура позволяет решать обратную задачу: создавать выборку ответов, характерных для заданного типа испытуемых.

## Особенности программной реализации

Основными режимами работы с тренажером являются обучение, диагностика и имитация. В представленном режиме обучения вводится информация, необходимая для формирования вероятностной сети, а также название будущей методики, размерность выборки, число распознаваемых классов и число вопросов, составляющих методику. В процессе работы организуются два дополнительных диалога для ввода названий классов и данных о расположении вопросов на тестовом бланке, которые используются при формировании отчета. В режиме диагностики производится выбор используемой вероятностной сети, задается распределение ответов на вопросы теста в бинарной форме представления, также, если в этом есть необходимость, производится подбор оптимального значения свободного параметра функции активации.

В режиме имитации задаются используемая вероятностная сеть и диагностируемый класс, а также, если в этом есть необходимость, производится подбор оптимальных значений свободного параметра функции активации и параметра принятия решения.

## Результаты применения

Разработанная концепция и программные средства применялись при работе с опросником для анализа семейных взаимоотношений (АСВ). Заложённая в нем методика разработана Э. Г. Эйдемиллером и В. В. Юстицкисом для оценки результатов воспитания ребенка.

Обучение тренажера проводилось на 400 бланках тестирования, проведенного кафедрой дошкольной педагогики и психологии факультета психологии образования МГППУ под руководством проф. И. А. Бурлаковой в 2007 г. При проверке валидности рассматриваемого подхода с помощью тренажера было сгенерировано 400 новых бланков, на которых была обучена новая вероятностная сеть, безошибочно проводившая диагностику на данных, не использованных при вторичном обучении, что подтвердило эффективность разработанной концепции.

## Основные результаты и выводы

Разработан и программно реализован обучаемый психологический тренажер, обеспечивающий диагностику различных типов испытуемых и имитацию их ответов на тесты.

Основные возможности психологического тренажера и преимущества реализованной в нем концепции достигаются за счет организации работы этой структуры по правилам вероятностной нейронной сети и универсального формата представления результатов тестирования.

Результаты практического применения психологического тренажера при работе с опросником для анализа семейных взаимоотношений подтвердили целесообразность и эффективность концепции его использования в образовательном процессе.

## Литература

Головкин В. А. Нейронные сети: обучение, организация и применение: Учеб. пособие. М.: ИПРЖР, 2001.

- Джесксон П. Введение в экспертные системы: Уч. пос. / Пер. с англ. М.: Издат. дом «Вильямс», 2001.
- Джонс М. Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях / Пер. с англ. М.: ДМК Пресс, 2004.
- Круглов В. В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. М.: Горячая линия-Телеком, 2002.
- Куравский Л. С., Баранов С. Н., Малых С. Б. Нейронные сети в задачах прогнозирования, диагностики и анализа данных. М.: РУСАВИА, 2003.
- Куравский Л. С., Баранов С. Н., Корниенко П. А. Обучаемые многофакторные сети Маркова и их применение для исследования психологических характеристик // Нейрокомпьютеры: разработка и применение. № 12. 2005. С. 65–76.
- Люгер Дж. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. 4-е изд. / Пер. с англ. М.: Издат. дом «Вильямс», 2003.
- Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks. М.: Горячая линия-Телеком, 2000.
- Эйдемиллер Э. Г., Юстицкис В. В. Анализа семейных взаимоотношений (АСВ).
- Kuravsky L. S., Baranov S. N. Synthesis of Markov networks for forecasting fatigue failures // Proc. Condition Monitoring 2003. Oxford, United Kingdom. July 2003. P. 76–91.
- Kuravsky L. S. and Baranov S. N. The concept of multifactor Markov networks and its application to forecasting and diagnostics of technical systems // Proc. Condition Monitoring 2005. Cambridge, United Kingdom. July 2005. P. 111–117.

## **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА В НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ПАТОЛОГИИ**

*Л. П. Лассан\*, Е. А. Вершинина\*\**

\* Российский государственный педагогический университет  
им. А. И. Герцена (Санкт-Петербург)

\*\* Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН (Санкт-Петербург)  
*lassan@mail.ru*

Представлены результаты дискриминантного анализа нейропсихологического исследования когнитивных функций 78 больных гидроцефалией и 119 здоровых четырех возрастных групп: 7–9 лет, 10–12 лет, 13–15 лет и 16–18 лет. Обнаружена высокая вероятность правильного прогноза патологии. Для каждой возрастной категории рассчитана формула, позволяющая отнести каждого исследованного индивида либо к больным гидроцефалией, либо к здоровым.

*Ключевые слова:* дискриминантный анализ, гидроцефалия, когнитивные функции, школьный возраст.

Работы, посвященные освещению вопросов изменения психики при гидроцефалии, немногочисленны (Симерницкая, 1981; Ор Неј, 1985; Берснев, 1993; Буклина, 1993). В них приводятся данные о том, что при водянке мозга может наблюдаться как нормальный уровень развития отдельных психических функций, так и полное отсутствие всяких признаков интеллекта. К характерным нарушениям психики больных гидроцефалией относят резонерство, эйфорию, нарушения внимания и инициативы, быструю утомляемость. Часто отмечаются нарушения