

УДК 004.89:61

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ НЕЙРОСЕТЕВОЙ АНАЛИЗ
ДИНАМИКИ СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ
В КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ**

Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Кухтевич И.И.

*ФГОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», Пенза,
e-mail: gvv17@ya.ru*

В статье рассматриваются вопросы автоматизации оценки динамики состояния пациента с использованием синдромного подхода, использующего лингвистические переменные для оценки степени отклонения организма от нормы. Подчеркивается, что применение синдромного подхода значительно сокращает количество оцениваемых критериев. Предложена универсальная архитектура автоматизированного средства, оценки состояния с пациента с контролируемой точностью оценки. Основой работы автоматизированного комплекса является процесс формирования справочников нозологических единиц с применением автоматизированного нейросетевого анализа и разработка средства, визуализирующего изменение состояния пациента внутри синдромов для каждой нозологической единицы при переходе от одной качественной характеристике к другой. Применяя синдромный подход можно значительно сократить количество оцениваемых критериев, однако, в некоторых случаях может быть полезна визуализация общей тенденции в изменении состояния пациента.

Ключевые слова: автоматизация, нейросети, анализ, синдромный подход, нозологическая норма

**AUTOMATED NEURAL NETWORK ANALYSIS OF PATIENTS' DYNAMICS IN
CLINICAL DIAGNOSTIC PRACTICE**

Goryunova V.V., Goryunova T.I., Kukhtevich I.I.

Penza State Technological University, Penza, e-mail: gvv17@ya.ru

The article deals with the automation of the assessment of the dynamics of the patient's condition using the syndrome approach, using linguistic variables to assess the degree of deviation from the body. It is emphasized that the use of the syndrome approach significantly reduces the number of evaluated criteria. A universal architecture of the automated means, assessment of the patient's condition with a controlled accuracy of the evaluation is proposed. The basis for the work of the automated complex is the process of forming reference books of nosological units with the use of automated neural network analysis and developing a tool that visualizes the change in the patient's state within the syndromes for each nosological unit in the transition from one qualitative characteristic to another. Using the syndrome approach, it is possible to significantly reduce the number of evaluated criteria, however, in some cases it can be useful to visualize a general trend in the patient's condition change.

Keywords: automation, neural networks, analysis, syndromic approach, nosological norm

Считается, что в клинической практике необходимо уменьшить поток информации, особенно цифровой, идущий к врачу. Сделать это можно, либо используя специально разрабатываемый математический язык описания, либо прибегая к визуализации. Наиболее перспективной в данном случае может стать лингвистическая оценка динамики состояния пациента с помощью синдромного подхода, которая отражает изменение степени отклонения параметров организма (в частности, «положительный», «отрицательный» «без динамики») от условной нормы. То есть в данном случае динамика состояния пациента считается положительной, если наблюдается изменение качественных значений параметров в сторону уменьшения отклонений от нормы. Отрицательной считается динамика, если напротив наблюдается изменение качественных значений параметров в сторону увеличения отклонений от нормы. Состояние считается

«без динамики», если качественные значения параметров синдрома не изменяются.

Подобный подход к интегральной оценке состояния пациента имеет ряд преимуществ. Одно из них заключается в том, что вниманию клинициста представляется не все множество определяемых параметров (у реанимационного больного их более 100), а только те из них, которые отклоняются от своих среднестатистических для данной патологии значений, установленных экспертных оценок.

Однако подобная методика в клинических условиях оказалась весьма громоздкой по двум причинам:

- каждая нозологическая единица требовала составления отдельного справочника для перевода количественных значений параметров в их качественные характеристики («нозологическая норма», «незначительные отклонения от нозологической нормы»),

«значительные отклонения от нозологической нормы», «запредельные отклонения») на основе экспертных оценок врачей-специалистов, что требовало длительного времени;

- составление визуальной картинки «вручную» на основе отработанного справочника представляет собой нелегкую задачу для любого врача, поэтому эту методику использовали только в особо важных случаях при ретроспективных анализах лечебно-диагностического процесса [1].

Применяя синдромный подход можно значительно сократить количество оцениваемых критериев, однако, в некоторых случаях может быть полезна визуализация общей тенденции в изменении состояния пациента, т. е. основной автоматизации оценки динамики состояния пациента является использование автоматизированного нейросетевого анализа для формирования справочников нозологических единиц, а также разработка средства, визуализирующего изменение состояния пациента внутри синдромов для каждой нозологической единицы на основе анализа качественных характеристик. Такое изменение состояния пациента, при котором прогноз исхода заболевания улучшается однозначно можно считать положительной динамикой, и напротив, если изменение состояния пациента сопровождается ухудшением прогнозируемого исхода, динамику можно определить как отрицательную

Таким образом, к средству автоматизированной оценки динамики состояния пациента можно предъявить следующие требования:

- варьируемая степень детализации оценки динамики состояния пациента;
- универсальная структура, не зависящая от профиля больного с степени детализации оценки;
- контролируемая точность оценки.

Разработка средства автоматизированного нейросетевого анализа динамики состояния пациента:

- определение функций автоматизированного нейросетевого анализа динамики состояния пациента по формализованной истории болезни;
- формирование множеств, на основе которых будет проводиться дифференциальная диагностика, оценка состояния пациента, динамика состояния пациента, прогнозирование исхода заболевания;
- нейросетевой анализ входных множеств;
- интерпретация результатов нейросетевого анализа;

- визуализация интерпретированных результатов нейросетевого анализа, в том числе, в сравнении с предыдущими результатами исследований;

- хранение, обработка и передача массивов информации на любом этапе функционирования;

- доучивание нейронных сетей на новых примерах;

- оценка качества работы блока нейронных сетей.

Этапы разработки средств автоматизированного контроля динамики состояния пациента специализированных отделений включает семь основных этапов, которые представлены ниже.

Первый этап разработки предполагает определение перечня исследуемых параметров и выбор среды программирования. Так как предполагается, что средство должно быть универсальным, то есть применимым для оценки динамики состояния пациента с любым диагнозом, то перечень должен включать все параметры, которые так или иначе могут отражаться в формализованной истории болезни пациента. При этом не все поля перечня обязательны к заполнению при описании истории болезни конкретного пациента, но само их наличие обязательно.

Второй этап разработки включает комплекс процедур по формированию обучающих (и отчасти тестовых множеств). Это наиболее сложный, ответственный и трудоемкий этап из всех.

При формировании множеств необходимо решить следующие задачи:

- Обеспечить достаточный объем выборки.

- Обеспечить репрезентативность выборки.

- Определить и сформулировать задачи (и подзадачи), которые будут решаться нейронными сетями.

- Создать обучающие множества для каждой задачи, решаемой нейронной сетью.

- Сформировать матрицу желаемых результатов (или матрицу целей нейронной сети), состоящую из заранее известных решений поставленных задач, для каждого набора параметров в обучающем множестве.

- Представление обучающих множеств и матриц желаемых результатов в формате, воспринимаемом выбранной средой программирования.

- Создание тестовых множеств.

После выполнения всего комплекса процедур по созданию обучающих множеств переходят к следующему этапу разработ-

ки – выбору универсальной нейросетевой архитектуры. Данный этап сопровождается трудоемкой процедурой перебора различных вариантов архитектур при решении одной и той же задачи, выбор наиболее оптимальной архитектуры для каждой задачи и выбор универсальной архитектуры, наилучшим образом решающей все задачи [4]. Таким образом, можно ограничить множество архитектур нейронных сетей. Для каждой архитектуры нейронной сети производится процедура обучения и тестирования. Критерием выбора архитектуры является максимальная чувствительность сети.

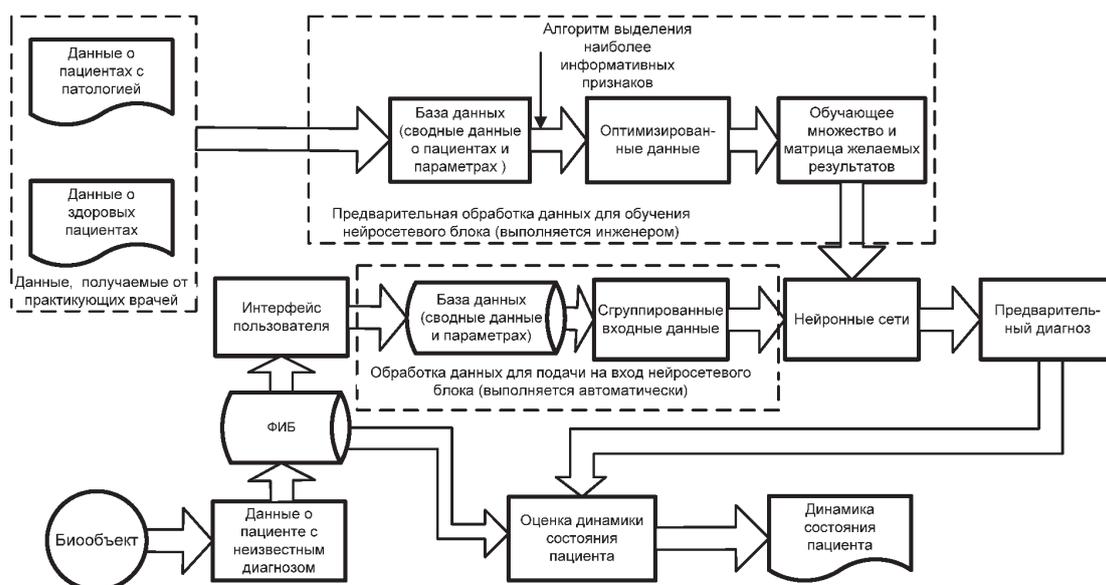
Четвертый этап охватывает процесс разработки структуры нейросетевой системы, которая должна учитывать все основные требования и этапы, рассмотренные ранее.

Пример структуры нейросетевой системы автоматизации контроля динамики состояния пациента в отделениях реанимации представлен на рисунке.

На шестом этапе разрабатывается интерфейс пользователя, обычно включающий формы ввода или выбора значений, панели инструментов, диалоговые окна, всплывающие подсказки, модули, ускоряющие процесс обработки и передачи информации, а также интерпретация результатов.

Седьмой этап предполагает тестирование созданной системы, проверку работоспособности всех элементов и подсистем. На этом этапе выполняется отладка системы в целом и контроль качества работы нейронных сетей, входящих в состав разработанной системы и выполняется не только по окончании разработки, но и через определенные промежутки времени в процессе использования. Итогом контроля может быть доучивание нейронных сетей.

После выполнения всех этапов систему можно считать готовой к непосредственной оценке и контролю динамики состояния пациента.



Сети именно этой архитектуры инициализируются в необходимом количестве при реализации пятого этапа методики. Структура может быть расширяемой, то есть при необходимости дополняться новыми нейронными сетями (после формирования необходимых обучающих и тестовых множеств) [5].

На пятом этапе производится обучение и тестирование всех нейронных сетей на соответствующих задачам обучающихся множествах согласно выбранному ранее алгоритму обучения.

Список литературы

1. Кухтевич И.И., Горюнова В.В., Горюнова Т.И. Практика проектирования и использования телеконсультационных центров неврологического профиля // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 11–11—С. 2365–2369.
2. Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Кухтевич И.И. Основные тенденции в развитии медицинских информационных систем // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 5–1— С. 58–62
3. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей / пер. с англ. – М.: Издат. дом «Вильямс», 2001.
4. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 344 с.
5. Черепанов Ф.М. Исследовательский симулятор нейронных сетей, обзор его приложений и возможности применения для создания системы диагностики заболеваний сердечнососудистой системы // *Современные проблемы науки и образования*. – 2013. – №1. – С 56–60.