

УДК 004.89:61

## АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ И ПРОГНОСТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В МЕДИЦИНЕ

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

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

В статье рассматриваются средства автоматизированной оценки динамики состояния пациентов в клинико-диагностической практике врача-специалиста. Определяются факторы и -причины в виде формализованных клинических данных, выражающие показатели жизненных функций организма, и показателями-отклики – сообщения о диагнозе, состоянии, изменении состояния и/или прогнозе. Подчеркивается, что в случае, когда исследуемые факторы-причины и показатели-отклики измеряются в количественных шкалах и между ними установлена сильная и значимая корреляционная связь, моделирование выполняется методами регрессионного анализа. Для решения задач классификации и отнесения объекта к определенному набором признаков к одному из известных классов используется дискриминантный анализ. Но отмечается, что Нейронные сети представляют собой нелинейные системы, позволяющие гораздо лучше классифицировать данные, чем обычно используемые линейные методы. В приложении к медицинской диагностике они дают возможность значительно повысить специфичность метода, не снижая его чувствительности

**Ключевые слова:** автоматизация, нейросетевые технологии, диагностика, медицина

## ANALYSIS OF THE USE OF NEUROET NETWORK TECHNOLOGIES FOR DIAGNOSTIC AND PREDICTIVE TASKS IN MEDICINE

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

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

The article deals with the means of automated assessment of the dynamics of the patients' state in the clinico-diagnostic practice of a specialist doctor. Factors and -causes in the form of formalized clinical data, expressing the indicators of the vital functions of the organism, and indicators-responses – messages about the diagnosis, condition, change in status and / or prognosis are determined. It is emphasized that in the case when the investigated factors-causes and indicators-responses are measured in quantitative scales and a strong and significant correlation is established between them, the simulation is performed by regression analysis methods. To solve problems of classifying and assigning an object with a certain set of characteristics to one of the known classes, discriminant analysis is used. But it is noted. That Neural networks are non-linear systems that allow you to classify data much better than the commonly used linear methods. In the appendix to medical diagnostics, they make it possible to significantly increase the specificity of the method, without reducing its sensitivity

**Keywords:** automation, neural network technologies, diagnostics, medicine

Методы исследований. При разработке средств автоматизированной оценки динамики состояния пациентов в клинико-диагностической практике врача-специалиста факторами-причинами выступают формализованные клинические данные, выражающие показатели жизненных функций организма, а показателями-откликами – сообщения о диагнозе, состоянии, изменении состояния и/или прогнозе.

В тех случаях, когда исследуемые причины в виде факторов-причины и отклики измеряются в количественных показателях (шкалах) а между ними установлена сильная корреляционная связь, моделирование выполняется методами регрессионного анализа. В результате получается модель показателя в виде уравнения регрессии

$$y = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_ix_i + \dots + b_kx_k, \quad (1)$$

где  $y$  – прогнозируемое значение признака отклика;  $b_0, b_1, \dots, b_i, \dots, b_k$  – коэффициенты регрес-

сионной модели;  $x_1, \dots, x_i, \dots, x_k$  – значения факторов причин изучаемого объекта,

с помощью которой решаются задачи прогнозирования исходов лечения, поиска оптимальных методов лечения, оценки степени влияния лечебных и профилактических мероприятий на отдаленные исходы. Однако проведенные исследования показали, что корреляционная связь между большинством факторов-причин в рассматриваемом случае слабая или отсутствует, поэтому для решения поставленной задачи данный метод не применим.

Дисперсионный анализ результатов исследования предполагает определение силы влияния факторов (как совместного, так и индивидуального) на результат, причем подбор групп для исследования проводится случайным образом. Построение универсальных систем автоматизированного анализа, основанных на таком подходе труднодостижимо, так как по межгрупп-

повому разбросу признаков очень сложно дифференцировать различные патологии, состояния и динамику. Такие же особенности ограничивают возможность применения ковариационного анализа.

Для решения задач классификации и отнесения объекта с определенным набором признаков к одному из известных классов используется дискриминантный анализ. Для классификации определяется линейная комбинация (линейная дискриминантная функция), которая максимизирует различия между классами, но минимизирует дисперсию внутри классов:

$$ЛКФ = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k, \quad (2)$$

где  $b_0$  – константа,  $b_1, b_2, \dots, b_k$  – коэффициенты, которые определяются на основе данных обучающей информации.

Однако связи между факторами-причинами несут нелинейный характер, и отнесение объекта к классу на основе определения максимального значения линейной классификационной функции сопряжено с низкой точностью классификации. Применение «интеллектуальных» методов в ходе проведения исследований кардиосигнала связано с рядом особенностей данных для обработки и анализа, а также извлечения знаний [1]

При использовании нейросетевых технологий при решении задач классификации в литературе [2] описан подход к оценке тяжести состояния путем применения специально разработанного классификатора, последовательно выполняющего следующие операции:

- предварительная обработка общей информации;
- извлечение из имеющихся данных информативных элементарных правил (паттернов);
- интерпретация переменных (переход от количественных к качественным переменным);
- построение карты представления признаков;
- проверка пространственного представления на точность;
- расчет вклада каждого паттерна в принадлежность объекта к определенному классу;
- построение классификатора с помощью рейтингового голосования;
- оценка качества распознавания классов;
- оценка тяжести состояния пациента.

Данный подход хорошо зарекомендовал себя для решения узких задач определения оценки тяжести, но при построении уни-

версальной системы возможны сложности с определением классов, паттернов и рейтинговых оценок. Вместе с тем, во многих практических задачах может не иметься никакой информации об априорной вероятности принадлежащих образцов к тому или иному классу. Может также не существовать никаких общих правил классификации для рассматриваемых образцов. Клинические знания могут не давать базовых символических знаний, которые могли бы быть использованы для классификации образцов, имеющих какие-то специфические свойства. В таких ситуациях для классификации векторов образцов обычные методы классификации образцов могут не подходить [3]. Поэтому для решения поставленной задачи предлагается использовать нейросетевые методы анализа данных. В частности, основной предпосылкой применения нейросетевых алгоритмов является факт, что для интенсивной диагностики и оценки тяжести состояния пациента врачу-специалисту (в частности, неврологу) для постановки диагноза «инсульт» необходимо в сжатые сроки быстро проанализировать достаточно большой объем слабо структурированных данных [4].

Нейронные сети представляют собой нелинейные системы, позволяющие гораздо лучше классифицировать данные, чем обычно используемые линейные методы. В приложении к медицинской диагностике они дают возможность значительно повысить специфичность метода, не снижая его чувствительности.

В создании системы на основе нейросетевых методов можно выделить несколько этапов:

Этап постановки задачи включает в себя определение целей применения нейросетевых технологий, и выбора состава исследуемых данных, а также определение оптимальной архитектуры сети и алгоритма ее обучения.

Сбор обучающих данных подразумевает формирование массива входных данных и (для большинства алгоритмов обучения) матрицы желаемых результатов, то есть заранее известных ответов, к которым будет обращаться нейронная сеть в процессе настройки при выполнении процедуры обучения. Обучающие множество должно быть репрезентативным, сбалансированным, сочетать требования необходимости и достаточности в отношении количества исследуемых параметров (недостаточное количество параметров влияет на точность исследова-

ний, избыточное – снижает чувствительность и специфичность).

Этап инициализации сети включает выбор среды программирования, и создание нейронной сети (часто с помощью специализированных инструментов, значительно упрощающих непосредственно программирование).

Обучение нейронных сетей предполагает автоматический процесс, который только после его окончания требует участия специалиста для оценки результатов.

Этап создания интерфейса предполагает разработку средств взаимодействия системы и пользователя (форм, панелей инструментов, диалоговых окон). Грамотно выполненный интерфейс обеспечивает удобство использования системы пользователю без специальной подготовки в сфере информационных технологий (что часто актуально для врачей).

Этап отладки и тестирования обычно предполагает операции по отладке программы и тестирование системы с помощью массивов информации, не использованных при обучении, но также сопровождаемых заранее известными ответами.

Сравнение результатов тестирования с матрицами желаемых результатов проводится на этапе контроля. Здесь же определяется то, насколько хорошо нейронная сеть справляется с поставленной задачей, каковы процент и структура ошибок.

Если качество работы сети не удовлетворяет пользователя, то система может «доучиться». То есть обучающее множество корректируется и дополняется, сеть переобучается на новом материале, и снова выполняется тестирование и контроль работы. В условиях реальной работы и реальных данных могут встретиться примеры, которые недостаточно полно представлены в исходном обучающем множестве, но учет которых может быть полезен для дальнейшего функционирования нейросетевой системы.

### Заклучение

Таким образом, автоматизированный нейросетевой анализ динамики состояния

пациентов на основе систем экспресс-диагностики обладают рядом преимуществ.

Нейросети принимают решения на основе опыта, приобретаемого ими самостоятельно, не затрачивая время на сложную статобработку, подбор математического аппарата, создание и проверку математических моделей.

Сеть выдает решение вместе со степенью уверенности в нем, что оставляет пользователю возможность критически оценивать ее ответ. Решение, принимаемое нейросетью категоричным не является.

Нейросеть позволяет моделировать ситуацию принятия решения.

Нейросети дают ответ очень быстро (доли секунды), что позволяет использовать их в различных динамических системах, требующих незамедлительного принятия решения.

Возможности нейросетевого анализа (коррекция классификационной модели, минимизация обучающих параметров и др.) позволяют упрощать процесс создания систем экспресс-диагностики и соответствуют основным тенденциям развития медицинских информационных систем [5]. Планируется использовать нейросетевые технологии и представленные этапы создания системы экспресс-диагностики при разработке методики автоматизированной оценки динамики состояния пациента в специализированных неврологических отделениях стационаров и реанимации.

### Список литературы

1. 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.
2. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей: пер. с англ. – М.: Издат. дом «Вильямс», 2001.
3. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 344 с.
4. 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.
5. Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Кухтевич И.И. Основные тенденции в развитии медицинских информационных систем // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 5–1— С. 58–62.