

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО
СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ В ОТДЕЛЕНИИ РЕАНИМАЦИИ
И ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ**

Аннотация. Статья посвящена проблеме наличия временных затрат при диагностике функционального состояния пациента и наличия ошибочного назначения определенного плана лечения. Автоматизация диагностики функционального состояния позволяет устранить данную проблему и обеспечивает своевременное лечебное вмешательство врачей в процесс интенсивной терапии пациентов за счет интеллектуальной поддержки принятия клинических решений.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронная сеть, медицина, экспертная система.

Введение. Интенсивное лечение больных, находящихся в тяжелом состоянии, является достижением последних лет. При этом уже накоплен некоторый значительный опыт, а также сформированы практические и научные концепции этого направления деятельности. Накопленные успехи реанимации и интенсивной терапии, а также неудачи дают основание для осмысления накопленного опыта.

Успешное лечение больных в отделении интенсивной терапии и реанимации возможно лишь при соблюдении трех основных условий:

- высокая квалификация врача;
- техническая и лекарственная вооруженность;
- исчерпывающая информация о состоянии больного.

Только при выполнении всех вышеперечисленных условий обеспечивается качественное лечение пациентов. В ходе анализа предметной области было выявлено, что не всегда исчерпывающей информации о состоянии больного достаточно для прогнозирования его последующего состояния. При диагностике врач руководствуется в основном собственным опытом, вспоминает прошлые тяжелые случаи, сопоставляет с текущим случаем и делает некоторые выводы. При этом могут возникать следующие проблемы:

- наличие значительных временных затрат на принятие решения о том, какой исход заболевания ждет пациента, что может повлечь за собой несвоевременное выполнение реанимационных мероприятий;
- наличие ошибочных назначений плана лечения пациента, что может повлечь за собой неблагоприятный исход заболевания пациента.

Данные проблемы являются весьма актуальными, поскольку состояние пациента в отделении реанимации и интенсивной терапии может измениться очень быстро, и крайне необходимо своевременное и необходимое вмешательство врачей.

При диагностике функционального состояния пациента врач руководствуется в основном собственным опытом, т.е. ему мысленно приходится анализировать довольно большое количество данных. На сегодняшний день для анализа большого объема данных применимы различные технологии искусственного интеллекта, которые используют алгоритмы и программное обеспечение для аппроксимации человеческих знаний. Среди них особенное место занимает нейросетевой подход, поскольку он обеспечивает необходимую гибкость и самообучение на основе знаний.

Таким образом, для решения вышеперечисленных проблем необходимо разработать нейросетевую экспертную систему, которая способна анализировать медицинские данные и обучаться на знаниях экспертов.

Во время лечения пациента врач имеет некоторое представление, на основании каких данных он может принять решение о текущем состоянии пациента. Также на основании своего опыта он может предположить, как будет чувствовать себя пациент в дальнейшем. Опытные знания врача представляют собой некоторую базу знаний. В рамках исследования предметной области был проведен опрос среди врачей отделения реанимации, целью которого было выявление ключевых параметров для диагностики функционального состояния пациента.

Для прогнозирования вероятности определенного исхода заболевания пациента применима самообучающаяся система, имитирующая деятельность человеческого мозга, а именно искусственная нейронная сеть (ИНС).

ИНС - математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма.

Для реализации диагностики функционального состояния было решено использовать модель многослойной нейронной сети с одним скрытым слоем. Число слоев в многослойной нейронной сети определяет, каким образом входное пространство образов может быть разбито на подпространства меньшей размерности. Так, двухслойная нейронная сеть с одним слоем нелинейных нейронов разбивает входное пространство образов на классы при помощи гиперплоскости. Трехслойная нейронная сеть, где в качестве двух последних слоев используются нейронные элементы с нелинейной функцией активации, позволяет формировать любые выпуклые области в пространстве решений. Схема многослойной нейронной сети представлена на рис.1.

Нейрон характеризуется текущим состоянием и обладает группой синапсов – входных связей. У синапсов есть параметр – весовой коэффициент, благодаря которому входная информация изменяется при переходе от одного нейрона к другому.

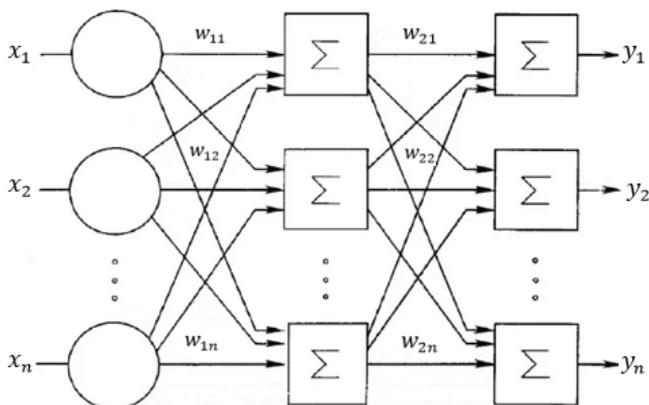


Рис. 1 Форма ввода задания на проектирование

Главная функция нейрона – сформировать выходной сигнал в зависимости от входных сигналов. Входные сигналы обрабатываются сумматором, который выполняет сложение сигналов по формуле:

$$S_i = \sum_{i=1}^n X_i * W_i \quad (1)$$

где x_i - входной сигнал,

w_i - весовой коэффициент синапса.

Затем выходной сигнал поступает в преобразователь для вычисления состояния нейрона, где преобразуется функцией активации:

$$Y_i = F(S_i) \quad (2)$$

$$F(S_i) = \frac{1}{1+e^{-S}} \quad (3)$$

Количество нейронов на входном слое равно количеству входных параметров, которые необходимы для прогнозирования вероятности определенного исхода заболевания пациента. Количество нейронов в скрытом слое определялось по правилу геометрической пирамиды. По этому правилу число нейронов скрытого слоя в трехслойной нейронной сети вычисляется по следующей формуле:

$$k = \sqrt{nm} \quad (4)$$

где k – число нейронов в скрытом слое,
 n – число нейронов во входном слое,
 m – Число нейронов в выходном слое.

Перед тем как непосредственно обучить модель, необходимо получить обезличенные медицинские данные пациентов из МИС (медицинская информационная система, в которой работают врачи отделения реанимации и интенсивной терапии). Далее полученные данные преобразуются в необходимые для хранения в базе знаний формат, для того, чтобы в дальнейшем произошло обучение модели, а именно расчет вектора оптимальных весов. Процесс обучения модели представлен на рис.2.



Рис. 2 Диаграмма процесса обучения модели

На рис. 3 представлена диаграмма процесса применения модели в реальной жизни. Вначале происходит запрос текущих данных пациента. Полученные данные преобразуются и нормализуются (нормализация предполагает выравнивание входных данных к определенному интервалу). Затем происходит непосредственно сам расчет вероятности определенного исхода заболевания пациента. Полученный результат демонстрируется пользователю, т.е. врачу и opravляется в базу знаний, тем самым пополняя ее.

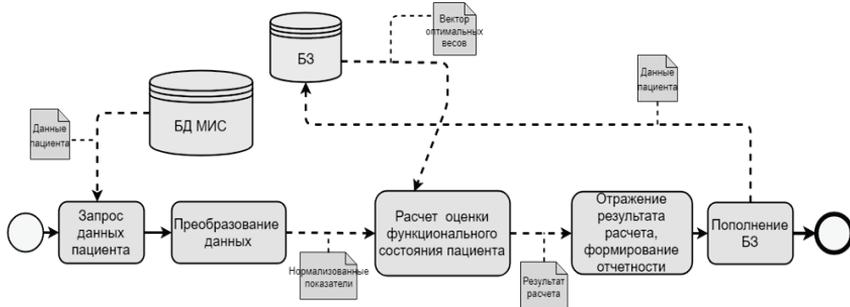


Рис. 3 Диаграмма процесса применения модели

Выводы. В ходе изучения предметной области была обнаружена необходимость автоматизации диагностики функционального состояния пациента в отделении реанимации и интенсивной терапии. Для решения поставленных задач было решено реализовать нейросетевую экспертную систему, которая способна анализировать медицинские данные и обучаться на знаниях экспертов. Выполнение поставленных задач обеспечит своевременное лечебное вмешательство в процесс интенсивной терапии пациента за счет интеллектуальной поддержки принятия клинических решений. Разработанная система позволит более качественно анализировать медицинские данные, что является крайне важным в процессе нахождения пациента в отделении реанимации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федоров И.Г. Моделирование бизнес-процессов в нотации BPMN 2.0 / Научно-практическое издание. — М: МЭСИ, 2013.
2. Полушин Ю.С. Руководство по анестезиологии и реаниматологии. — СПб.: Элби-СПб, 2004.
3. Саймон Хайкин. Neural Networks: A Comprehensive Foundation. — Нью-Джерси: Вильямс, 2016.
4. Золин А.Г., Силаева А.Ю. Применение нейронных сетей в медицине: [Электронный ресурс]: URL: <http://bgscience.ru/lib/10934>