

## ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Луговская А.М.

Жвакина А.В. – к.т.н., доцент

Диагностика играет в медицине важнейшую роль. Своевременно поставленный точный диагноз облегчает выбор метода лечения и значительно повышает вероятность выздоровления больного. Применение нейронных сетей является одним из способов повышения эффективности медицинской диагностики.

Точность диагноза и быстрота, с которой его можно поставить, зависят, разумеется, от очень многих факторов: от состояния больного, от имеющихся данных о симптомах и признаках заболевания и результатах лабораторных анализов, от общего объема медицинской информации о наблюдении таких симптомов при самых различных заболеваниях и, наконец, от квалификации самого врача. Большую роль в этом процессе играет человеческий фактор, что нередко ведёт к ошибкам.

Ниже перечислены некоторые определенные трудности медицинского диагноза, которые необходимо учитывать:

Основа для достоверного диагноза - богатый практический опыт - достигается только к середине карьеры врача и, естественно, отсутствует в конце академического образования.

Особенно это актуально для редких или новых заболеваний, где опытные врачи находятся в той же ситуации, что и новички.

Качество диагностики напрямую зависит от мастерства, знаний и интуиции врача.

Эмоциональные проблемы и усталость негативно сказываются на работе врача.

Обучение специалистов является длительной и дорогостоящей процедурой, в связи с чем во многих, даже в развитых, странах мы можем ощущать недостаток мастеров.

Медицина - одна из наиболее быстро растущих и развивающихся областей науки. Новые результаты дисквалифицируют прежние, новые лекарства появляются день ото дня. Это же относится и к самим заболеваниям, которые принимают новые формы.

Данные факторы обуславливают необходимость поиска новых решений и средств, например, использовать искусственные нейросети (ИНС). ИНС — это программная реализация нейронных структур нашего мозга. Биологический нейрон — это специальная клетка, которая структурно состоит из ядра, тела клетки и отростков. Одной из ключевых задач нейрона является передача электрохимического импульса по всей нейронной сети через доступные связи с другими нейронами. При этом, каждая связь характеризуется некоторой величиной, называемой силой синаптической связи. Эта величина определяет, что произойдет с электрохимическим импульсом при передаче его другому нейрону: либо он усилится, либо он ослабится, либо останется неизменным. Нейрон активируется тогда, когда суммарный уровень сигналов, пришедших в его ядро, превысит определенный уровень (порог активации).

Искусственный нейрон — упрощенная модель биологического нейрона. ИНС представляет собой набор узлов (нейронов) и связей (синапсов) между ними. Сила связи определяется величиной, называемой весом. Связи с положительным весом называются возбуждающими, а с отрицательным — тормозящими.

Одной из областей, где ИНС проявляют себя лучше всего — задачи классификации, к которым и относится диагностика. Существует множество различных типов нейронных сетей, но наиболее часто для задач классификации вообще, и в медицинской диагностике в частности, используется многослойный персептрон.

Многослойный персептрон является сетью с прямым распространением сигнала (без обратных связей), обучаемой с учителем. Для обучения в большинстве случаев используется алгоритм обратного распространения ошибки, который минимизирует среднеквадратичную ошибку нейронной сети. Обучение построено на простой идее, что, зная эталонный ответ, мы можем вычислить разницу между полученным и требуемым результатами, т.н. ошибку. Эту ошибку можно отправить обратно ко всем входам нейрона и определить, какой вход насколько сильно повлиял на эту ошибку, и соответственно, подкорректировать вес на этом входе так, чтобы ошибку уменьшить. В качестве активационной функции чаще всего используют сигмоидальную функцию, разновидностями которой являются логистическая функция и гиперболический тангенс.

Нейронные сети — очень универсальный инструмент, т.к. они способны обрабатывать данные, полученные из самых различных источников. Однако нужно понимать, что нейронная сеть может работать только с числовыми данными, поэтому один из ключевых этапов в обучении сети — предварительная подготовка данных: кодирование и нормирование.

Все данные можно разделить два типа - численные и категориальные. Численные данные — это данные, которые непрерывно изменяются в некотором диапазоне. Категориальные данные являются дискретными. Частным случаем категориальных данных являются бинарные данные, кодирование которых заключается в закреплении за одной категорией значения 1, а за другой — 0. В выбранной для исследования области в роли объектов выступают пациенты. Данные представляют собой результаты обследований, симптомы заболевания и применявшиеся методы лечения. Примеры бинарных признаков: пол, наличие головной боли, слабости. Категориальный признак — тяжесть состояния (удовлетворительное, средней

тяжести, тяжёлое), группа крови. Количественные (численные) признаки — возраст, пульс, артериальное давление, уровень холестерина.

Нормирование представляет собой процесс приведения данных к фиксированному диапазону. Одной из причин, обуславливающих необходимость этой процедуры, являются ситуации, когда одна переменная изменяется в широком диапазоне (например, от 1000 до 5000), а другая – в узком (например, от 0,1 до 0,4). Очевидно, что ошибки, обусловленные влиянием первой переменной будут сильнее влиять на обучение, чем ошибки, обусловленные второй. Приведение каждой переменной к определённому фиксированному диапазону обеспечивает равное влияние каждой из них на изменение весов в процессе обучения.

Один из методов сжатия данных в заданный диапазон заключается в выделении максимальных и минимальных значений. Если в качестве требуемого диапазона выбран диапазон от нуля до единицы, тогда каждую величину  $t$  поделим на диапазон ее изменения, чтобы получить новую величину  $S$ . Преимущество этого метода заключается в том, что он сохраняет соотношения между величинами.

Линейное нормирование величины  $t$  в переменную  $s$ , распределенную в диапазоне от 0 до 1 можно осуществить с помощью формулы:

$$s = \frac{t - \min(t_{1..n})}{\max(t_{1..n}) - \min(t_{1..n})}$$

С целью разобраться в архитектуре нейронных сетей и оценить преимущество использования многослойного персептрона для диагностики заболеваний, мною разработана и обучена нейронная сеть, определяющая, имеются ли у пациента болезни сердца, на основе данных обследования таких как кровяное давление, частота сердцебиения, уровень холестерина и т.д., а также некоторые специфические показатели (смещение ST сегмента), учитывая возраст и пол пациента (в общей сложности 13 признаков).

Для программной реализации выбран язык C#. Нейронная сеть была написана с нуля без использования готовых программных пакетов для проектирования НС. Сеть состоит из трех слоев: входного, скрытого и выходного. Для обучения и тестирования использовалась база данных, представленная в репозитории UCIMachineLearningRepository. Входные выборки автоматически делятся на обучающие и тестовые наборы. Данные приводятся к диапазону [0, 1] с помощью линейного нормирования.

Практические исследования показали, что нейронная сеть, имеющая такую структуру, действительно хорошо справляется с поставленной задачей и при наличии соответствующей базы данных может быть обучена для диагностирования многих болезней.

ИНС представляют собой мощный инструмент, помогающий врачам проводить диагностику. В связи с этим ИНС имеют ряд преимуществ, в том числе:

- Возможность обрабатывать большой объем данных
- Снижение вероятности недоучёта соответствующей информации
- Сокращение времени диагностики

Кроме того, их использование делает диагноз более надежным. Методы обобщения и разработки информационных и интеллектуальных данных постоянно совершенствуются и могут в значительной степени способствовать эффективной, точной и быстрой медицинской диагностике. Однако, несмотря на все преимущества использования нейросетей, их следует рассматривать только как вспомогательный инструмент, помогающий медику принять окончательное решение, т.к. в конечном итоге ответственность лежит на нём.

Список использованных источников:

1. Importance of Artificial Neural Network in Medical Diagnosis disease like acute nephritis disease and heart disease Irfan Y. Khan, P.H. Zope, S.R. Suralkar Dept. of Ele. & Tele. SSBT's college of Engg. & Tech, Bambhori, Jalgaon, India
2. Dua, D. and Karra Taniskidou, E. (2017). UCI Machine Learning Repository [<http://archive.ics.uci.edu/ml>]. Irvine, CA: University of California, School of Information and Computer Science.
3. Artificial Neural Networks in Medical Diagnosis Qeethara Kadhim Al-Shayea MIS Department, Al-Zaytoonah University of Jordan Amman, Jordan
4. Neural Network Using C# by James McCaffrey – 128 с.
5. С. Хайкинг Нейронные сети. Полный курс – 1101с.
6. Kevin Swingler "Applying Neural Networks. ApracticalGuide"

## ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРУКТУРНО-СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Лукашик Р.В.*

*Волорова Н.А. – к.т.н., доцент*

Целью работы является разработка программного средства моделирования структурно-сложных систем. К структурно-сложным системам относятся многие современные промышленные предприятия, такие, как объекты нефтегазовой отрасли, химической промышленности, энергетики и многие другие.