

УДК 519.71

Н.И. ФЕДОРЕНКО*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина*

РАЗРАБОТКА НЕЙРОСЕТЕВОГО КЛАССИФИКАТОРА УРОФЛОУМЕТРОГРАММ БОЛЕЗНЕЙ В УРОЛОГИИ

Предлагается нейросетевой метод распознавания урофлоуметрограмм болезней в урологии. На основе этого метода при использовании нейронных сетей встречного распространения разработан нейросетевой классификатор урофлоуметрограмм болезней. Апробация такого подхода проведена для четырех видов болезней. При решении проблемы проанализированы возможные варианты применения альтернативных архитектур нейронных сетей. Обучение нейронных сетей проводилось 120-ю входными векторами на основе реальных данных характеризующих типовые урологические заболевания. Тестирование сети проведено 30-ю различными входными векторами.

Ключевые слова: урофлоуметрограммы, виды заболеваний в урологии, архитектуры нейронных сетей, нейросетевое распознавание болезней, сети встречного распространения, нейросетевой классификатор урофлоуметрограмм.

Введение

В урологии накоплен большой опыт диагностирования заболеваний исходя из значений урофлоуметрических показателей. Как известно [1] одним из основных способов определения состояния нижних мочевых путей (НМП) человека является анализ урофлоуметрограмм. С этой целью созданы различные регистрирующие устройства процесса мочеиспускания производства: Италии, Германии, США, Голландии, Украины, России. Анализ урофлоуметрограмм проводится врачом специалистом, а значит, вносит субъективный фактор. Кроме того, зачастую опыт, накапливаемый одним врачом, не обобщается и не является общедоступным для других врачей-специалистов. В связи с этим возникает необходимость в нахождении эффективного средства для решения указанной проблемы.

Целью работы является разработка метода распознавания урофлоуметрограмм болезней в урологии на основе искусственных нейронных сетей. Подобного рода распознавание позволит распознавать поступающие на вход нейронной сети графики урофлоуметрограмм и соотносить их к тому или иному виду заболеваний. Но если говорить шире об этой проблеме, то использование нейросетевого подхода в урологии позволяет процедуру обработки, анализа урофлоуметрограмм поднять на качественно новый уровень с привлечением в дальнейшем современных компьютерных информационных технологий. Построенная на их основе экспертная система должна обобщать знания, накапливать опыт, тиражировать и передавать знания не только в условиях одного медицинского учреждения, но и в

масштабах города, области, страны в целом.

1. Идентификация урофлоуметрограмм с помощью нейронных сетей

Как следует из [2 – 4], общего подхода или общей методологии выбора наиболее подходящей искусственной нейронной сети для решения той или иной задачи или проблемы нет. Поэтому выбор архитектуры сети и алгоритма обучения зачастую определяется экспериментально под конкретную проблему.

В работе проанализировано использование двух наиболее типичных архитектур нейронных сетей для распознавания урофлоуметрограмм заболеваний в урологии: многослойные сети с обучением по методу обратного распространения ошибки и сети встречного распространения. Результаты экспериментов с указанием положительных и отрицательных моментов применения различных архитектур приведены в табл. 1.

В дополнение к указанным в таблице сведениям необходимо добавить, что обучение сети с обратным распространением ошибки относительно длительный процесс и напрямую зависит от размерности входного вектора. Например, на компьютере с процессором Celeron 1.7 ГГц объемом ОЗУ 384 Мб обучение сети для 8 обучающих векторов с размерностью 125 входов выполняется 10 мин. Кроме того, распознавание входных векторов выполняется не точно, а с некоторым приближением. Как следует из вышеприведенного, наиболее приемлемой архитектурой для описания урофлоуметрических кривых являются сети встречного распространения.

Таблица 1

Сравнительные характеристики различных архитектур нейронных сетей

№ п/п	Архитектура нейронной сети	Краткая характеристика сети
1	3-х слойная сеть обратного распространения	Длительный процесс обучения, распознавание входных векторов не однозначно, а с некоторым приближением
2	3-х слойная сеть встречного распространения	Быстрое обучение, нет нужды в большой точности распознавания т. к. сеть необходимо обучить «качественным» или характерным особенностям графиков урофлоуметрограмм

При обучении нейронной сети на вход поступают обучающие выборки $\langle x, t \rangle$, состоящие из множества векторов

$$\{x^p\} = \{x_j^p\}, p = 1, 2, \dots, P, j = 1, 2, \dots, N,$$

где P – число векторов в выборке; N – количество значений скорости мочеиспускания в каждом векторе; x_j^p – j -ое значение скорости мочеиспускания, характеризующее p -й вектор выборки. Набор значений целевого (выходного) вектора – $t = \{t^p\}$, поставленных в соответствие каждому входному вектору выборки, где t^p – значение выходного вектора

для экземпляра x^p , $t^p = 1..K$, где K – число классов урофлоуметрограмм.

На рис. 1 представлены четыре вида урофлоуметрограмм, использованные для обучения нейронной сети, иллюстрирующие соответствующие заболевания:

класс №1 – незначительная инфравезикальная обструкция;

класс №2 – склероз шейки мочевого пузыря;

класс №3 – график для больных со стриктурами уретры;

класс №4 – мочеиспускание при детрузор-сфинктерной диссинергии.

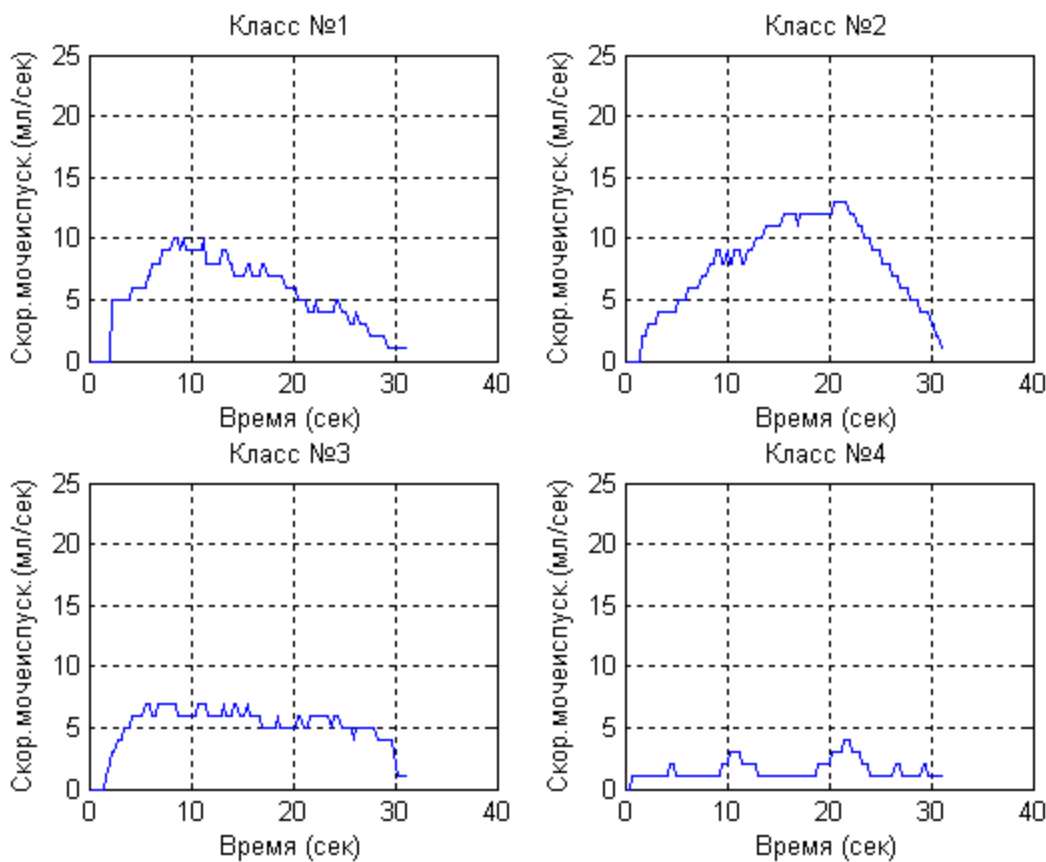


Рис. 1. Графическое изображение классов урофлоуметрограмм

Как видно из рис. 1, для класса №1 урофлоуметрические кривые имеют асимметричный вид; класс №2 характеризуется тем, что максимальная скорость потока достигается позже по сравнению с нормой примерно на 10 - 15 сек.; для класса №3 графики урофлоуметрограмм имеют «коробочный» вид без характерных подъемов и спадов, класс №4 – характеризуется малым значением максимальной и средней скорости потока и как следствие увеличением времени мочеиспускания

На рис. 2 приведено схематическое изображение упрощенной структуры искусственной нейронной сети встречного распространения подобранной в результате работы комплекса программы в среде MATLAB 7.0.1.[5,6]. Данная сеть состоит из 3-х слоев: входного, выходного и одного скрытого слоя нейронов. Входной слой состоит из 125 нейронов (по количеству значений скорости мочеиспускания), скрытый слой (Кохонена) содержит 62 нейрона. Выходной слой (Гроссберга) состоит из 4-х нейронов. Коэффициент обучения сети равен 0.01. В качестве обучающих данных на вход сети были поданы 120 векторов характеризующих четыре вида заболеваний. Тестирование работы сети проводилось на 30 различных входных векторах характеризующих вышеописанные заболевания. При этом сеть распознала все поданные на нее входные векторы правильно. Следует добавить, что количество нейронов

во входном слое равно количеству значений скорости потока мочи во входном векторе и определяется сетью автоматически. Количество нейронов выходного слоя сети равно количеству классов заболеваний. Выбор количества нейронов скрытого слоя осуществлялся экспериментально, исходя из условия точного распознавания урофлоуметрограмм. Установлено, что сеть, удовлетворяющая данному условию должна содержать скрытый слой с числом нейронов в диапазоне $m=60..65$ нейронов. Сущность работы нейросетевого классификатора заключается в выдаче на его выходе информации, указывающей на принадлежность произвольного предъявленного на его входе вектора значений скорости мочеиспускания одному из описанных классов заболеваний НМП.

На вход нейронной сети подаются векторы значений скорости мочеиспускания, полученные в результате регистрации потока мочи пациента на урофлоуметре. В качестве обучающей выборки для нейронной сети были отобраны наиболее подходящие урофлоуметрограммы выразительно характеризующие то или иное отклонение от нормы. После обучения сеть способна диагностировать поступающие урофлоуметрограммы пациентов и определять вид заболеваний. Кроме этого сеть способна в дальнейшем «дообучаться» на основе новых данных.

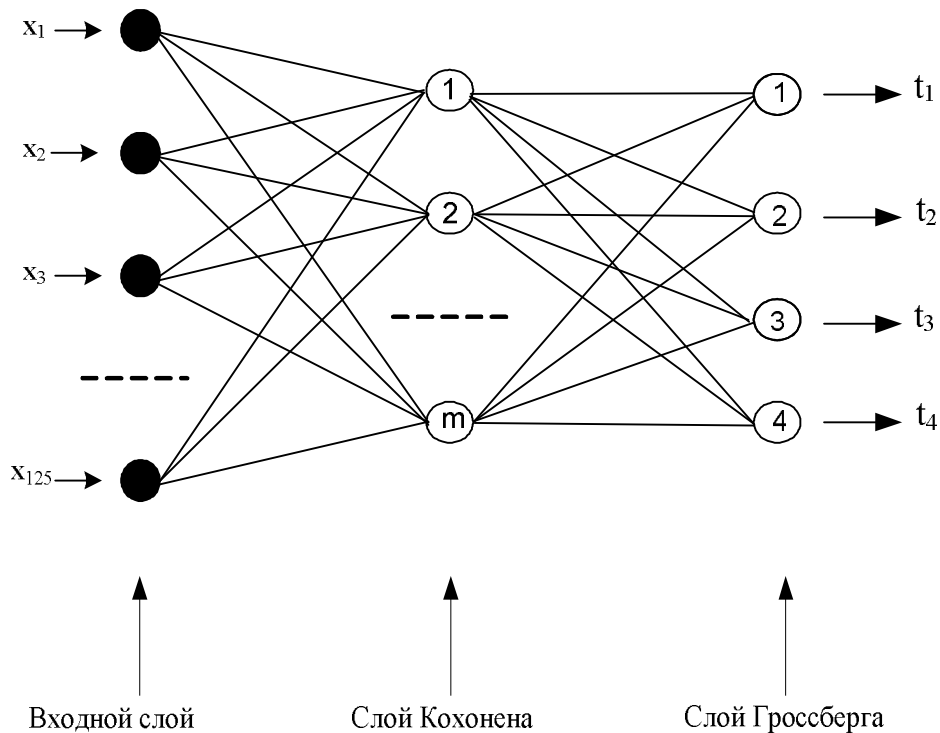


Рис. 2. Структура нейронной сети

Заключення

В данной работе предложен нейросетевой метод распознавания урофлоуограмм типовых болезней НМП. С помощью сетей встречного распространения разработан нейросетевой классификатор заболеваний в урологии. Предложенный подход апробирован на четырех видах отклонений от нормы на основе реальных данных. Выбор архитектуры наиболее приемлемого нейросетевого классификатора осуществлялся из двух альтернативных вариантов. Обучение нейронных сетей проводилось 120-ю входными векторами. Тестирование сети проведено на 30-ти пробных данных и подтвердили правильность работы классификатора.

Литература

1. Урофлоуметрия [Текст] / Е. Вишнеvский, Д. Пушкарь, О. Лоран, и др. – М.: Печатный Город, 2004. – 220 с.
2. Руденко, О.Г. Штучні нейронні мережі [Текст]: навч посібник / О.Г. Руденко, Є.В. Бодяньський. – Х.: Тов. «Компанія СМІТ», 2006. – 404 с.
3. Swingler, Kevin Applying Neural Networks. A practical Guide [Электронный ресурс]: пер. с англ. / Kevin Swingler // Консультационный центр MATLAB компании Softline. – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/neuralnetwork/book4/index.php>. – 2.05.2011 г.
4. Галушкин, А.И. Нейронные сети: основы теории [Текст] / А.И. Галушкин. – М.: Горячая линия - Телеком, 2010. – 496 с.
5. Солонина, А.И. Цифровая обработка сигналов в MATLAB [Текст]: учебн. пособие / А.И. Солонина, С.М. Арбузов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2008. - 816 с.
6. Дьконов, В.П. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 + Simulink 5/6. Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики [Текст] / В.П. Дьконов, В.В. Круглов. - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. - 456 с.

Поступила в редакцию 5.05.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф., проф. кафедры программной инженерии И.В. Шостак, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

РОЗРОБКА НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО КЛАСИФІКАТОРА УРОФЛОУОМЕТРОГРАМ ХВОРОБ В УРОЛОГІЇ

М.І. Федоренко

Пропонується нейромережевий метод впізнавання урофлоуметрограм хвороб в урології. На основі цього методу при використанні нейронних мереж зустрічного поширення розроблено нейромережевий класифікатор урофлоуметрограм. Апробація такого підходу проведена чотирьох різновидів хвороб. При вирішенні проблеми проаналізовано можливі варіанти використання альтернативних архітектур нейронних мереж. Навчання нейронних мереж проводилось 120-ма входними векторами на основі реальних даних, які характеризують типові урологічні захворювання. Тестування мереж проведено 30-ма різними входними векторами.

Ключові слова: урофлоуметрограми, види захворювань в урології, архітектури нейронних мереж, нейромережеве впізнавання хвороб, мережі зустрічного поширення, нейромережевий класифікатор урофлоуметрограм.

DEVELOPMENT OF NEURAL NETWORK CLASSIFICATOR OF DISEASES UROFLOWMETROGRAMS IN UROLOGY

N.I. Fedorenko

The neural network method of detecting uroflowmetrograms in urology is suggested. Basing upon this method, by using neural networks of counterpropagation, the neural network uroflowmetrogram classificatory is developed. The approbation of such approach was conducted for four types of illness. By solving this problem, possible variants of using alternative architectures of neural networks were analyzed. Neural network learning was conducted with 120 input vectors basing upon real data that characterize typical urologic illness. Testing of the network was carried out with 30 different input vectors.

Keywords: uroflowmetrograms, types of illnesses in urology, architectures of neural networks, neural network illness detection, counterpropagation networks, neural network uroflowmetrogram classificator.

Федоренко Николай Иванович – заведующий лабораторией кафедры прикладной лингвистики, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: FedNic-07@Yandex.ru.