ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В МЕДИЦИНЕ. СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЙРОСЕТЕВОГО И ГРУППОВОГО АНАЛИЗА ПАТОЛОГИЙ

APPLICATION OF NEURAL NETWORKS IN MEDICINE. COMPARISON OF METHODS OF NEURAL NETWORK AND GROUP ANALYSIS OF PATHOLOGIES

Сергеев Юрий Андреевич, аспирант кафедры общей практики и детской стоматологии, Ставропольский государственный Медицинский университет.

Стерлёва Екатерина Андреевна, студентка лечебного факультета, Ставропольский государственный Медицинский университет.

Ниазян Диана Артуровна, студентка стоматологического факультета, Ставропольский государственный Медицинский университет.

Sergeev Yuriy Andreevich, postgraduate student of the Department of General practice and Pediatric Dentistry, Stavropol State Medical University.

Ekaterina Andreevna Sterleva, a student of the Faculty of Medicine, Stavropol State Medical University.

Diana Arturovna Niazyan, student of the Faculty of Dentistry, Stavropol State Medical University.

Аннотация. На сегодняшний день наблюдается широкое внедрение компьютерных технологий в медицину. Анализ и применение в медицине искусственного интеллекта является перспективной областью развития медицины. Медицинская нейроинформатика позволяет анализировать задачи диагностики и прогнозирования различных заболеваний, осложнений и вариантов лечения с помощью нейросетей. Актуальность применения

искусственных нейронных сетей объясняется их востребованностью и практичностью в использовании. С помощью таких продуктов уменьшаются временные и технические затраты на получение результатов.

Summary. Currently, there is a wide introduction of computer technologies in medicine. The analysis and application of artificial intelligence in medicine is a promising area of medical development.Medical neuroinformatics allows you to analyze the tasks of diagnosing and predicting various diseases, complications and treatment options using neural networks. The relevance of the use of artificial neural networks is explained by their demand and practicality in use. With the help of such products, the time and technical costs for obtaining results are reduced.

Ключевые слова: нейронные сети, медицинская помощь, искусственный интеллект, нейросеть.

Keywords: neural networks, medical care, artificial intelligence, neural network.

Стремительное совершенствование медицины, не считываемый поток поступающей информации об этиологии, патогенезе заболеваний диктуют правила для поиска новых методов обработки полученных результатов. Учитывая это, нужно уметь находить необходимую информацию и формировать верные решения, которые будут влиять на течение и исход заболевания. Этому в большей мере способствует внедрение компьютерных технологий, создание программных обеспечений позволяют анализировать задачи верификации, диагностики и прогнозирования различных заболеваний, а также поиск оптимальных методов лечения. Одним из перспективных направлений медицинской нейро-информатики являются нейронные сети (НС). Понятие нейронной сети было определено в 1943 году, когда У Маккалог и У Питтс организовали первую математическую модель нейронной сети. Практическая модель при помощи компьютера была создана в 1957 году Ф. Розенблаттом. С тех пор нейронная сеть стала активно использоваться в разнообразных сферах жизни общества и в науке [1-4].

В целом принцип работы НС основан на алгоритмах работы биологических нейронных сетей. В искусственные нейроны поступают сигналы, которые суммируются, преобразуются и выдают необходимый результат. НС возможно обучать, указав обобщающие параметры для выборки, это необходимо для корректности получаемых результатов. Помимо этого, НС по быстроте и запоминанию информации могут даже превосходить человеческий мозг. Стоит сказать, что от количества нейронов НС можно разделить на однослойные, которые настроены на выполнение простейших команд, и многослойные, обладающие большей вычислительной способностью. На их основе создаются различные автоматизированные системы диагностики, системы распознавания текста, системы анализа и прогнозирования, системы автоматической классификации и сверки информации.

Вопрос прогнозирования и верификации диагноза всегда актуален, когда врач имеет дело с хроническими рецидивирующими заболеваниями или наблюдается определенная стадийность течения воспаления. Несмотря на то что в мире существует огромное количество методик прогнозирования, нет целостного автоматизированного механизма, позволяющего осуществлять указанную задачу в короткие сроки. Более того, индивидуальные особенности организма больного, возраст, динамика развития заболевания и другие показатели делают невозможным применение данных методик на практике. Важно также учитывать объем статистического материала (выборка), потерю информации, пропуски данных и статистические ошибки. В итоге результат прогноза может быть недостоверен. В качестве примера актуально привести острый аппендицит, который возникает как катаральное воспаление переходящую во флегмонозную, гангренозную формы воспаления. Аналогично в отношении острого холецистита (катаральная форма переходит во флегмонозную, далее в гангренозную форму). В клинической практике достаточно сложно определить переход одной формы воспаления в другую.

На наш взгляд, наглядным примером возможности изучения вопросов прогнозирования течения заболевания является изучение динамики заболеваний

пациентов терапевтического профиля. Многолетние исследования в области нейросетевого прогнозирования привели к созданию большого количества публикаций [8-16]. Однако эти исследования не содержат детального описания математических моделей прогнозирования различных заболеваний. Данные работы содержат лишь единые рекомендации использования нейронных сетей, а также алгоритмы их обучения, наглядные примеры.

Стоит упомянуть о преимуществах использования нейронных сетей, среди которых:

- способность фильтрации посторонних шумов. После обучения НС способны воспринимать только нужную информацию;

- во время работы НС непрерывно находятся в состоянии самообучения, что лежит в основе их адаптации;

- быстродействие и выполнение команд;

- возможность анализировать несколько параметров одновременно;

- возможность работы с большим объемом данных;

Материалы и методы

В данной работе произведен анализ работ и обработка данных ретроспективного исследования историй болезней пациентов, получавших стационарное лечение в ряде частных клиник, для решения задачи данные пациентов были обезличены, прогнозирование патологий терапевтического профиля осуществлялось с использованием современных статистических пакетов программ и среды моделирования MATLAB. Использовалась рекуррентная (динамическая) НС, реализующая зависимость вида. На рисунке №1 приведена архитектура рекуррентной НС, где Z–1 — элемент временной задержки на один такт Δt; N — число элементов задержки (размер «временного окна»); yi (t+1) — прогнозируемое (на один шаг вперед) значение параметра yi (t). Рассмотрим более детально описание способа прогнозирования динамики развития патологий, построенной на основе экстраполирующих функций yi (t) как функции времени: yi (t) = f(t), (4) где t — текущее время. Реализация данного подхода в нейросетевом базисе осуществляется следующим образом: -

выделяется временной интервал (интервал наблюдения), который является обучающей выборкой для НС (t — вход нейронной сети; параметры y1 , y2 , ..., yn пациента — ее выходы); - задается шаг прогноза — Тпрогн. с учетом требований к прогнозу (краткосрочный, среднесрочный, долгосрочный прогноз); - после процесса обучения НС на интервале наблюдения вычисляются прогнозируемые значения yi (t+T прогн), для этого на вход НС подается значение времени (t+T прогн); - далее процесс прогнозирования повторяется в режиме реального времени.

Анамнез пациента в обучающей выборке включает в себя:

Y1 — пол пациента; Y2 — место проживания; Y3 — возраст; Y4 — время от начала з/б (ч); Y5 — тяжесть состояния; Y6 — форма выявления; Y7 — сезон; Y8 — локализация; Y9 — D-димер, мкг/мл; Y10 — лейкоциты крови; Y11 — местная температура (холодная зона); Y12 — лихорадочный период (сутки); Y13 — сопут. ССЗ; Y14 — органы дыхания и др.

Оценка эффективности решения задачи прогнозирования с помощью НС

При оценке эффективности нейросетевого прогнозирования динамики развития заболеваний был осуществлен сравнительный анализ с классической методикой группового учета аргумента.

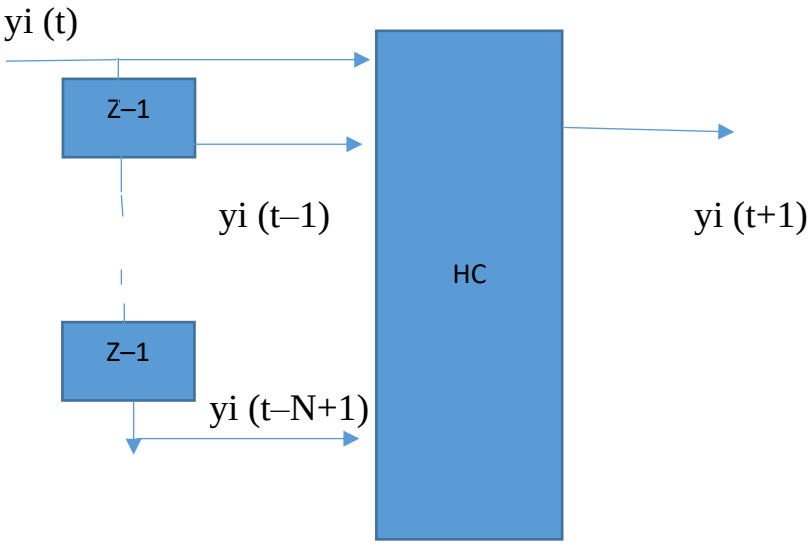
Выбор структуры НС

Результаты экспериментальных исследований НС отражают минимальную ошибку обучения НС на интервале наблюдения, содержащем 12 отсчетов, обеспечивается при числе нейронов скрытого слоя равном шести. Итак, в рассматриваемом случае оптимальная структура НС имеет вид: 27–6–1 (т.е. используется 27 нейронов на входе, 6 — в скрытом слое, 1 нейрон в выходном слое). В качестве «временного окна», формирующего прогнозируемый ряд, целесообразно задать 17 элементов.

Создание оперативно-действующего алгоритма работы основная задача в реализации работы нейронной сети, первоначально необходимо определиться с архитектурой НС. Медицинские параметры имеют большое количество вводных данных, а, следовательно, огромную выборку и большое количество параметров,

поэтому наиболее целесообразно выбрать 3-слойную рекуррентную сеть прямого распространения.

Рисунок №1



-где N — число предшествующих периодов, входящих в скользящее среднее; y{ — фактическое значение в момент времени y — прогнозируемое значение в момент времени (£+1).

Результаты и обсуждение.

Целесообразно, в качестве архитектуры нейросети наиболее целесообразно выбрать 3-слойную рекуррентную сеть прямого распространения. В рассматриваемом случае оптимальная структура нейросети имеет вид: 27-6-1 (т.е. используется 27 нейронов на входе, 6 — в скрытом слое, 1 нейрон в выходном слое). При оценке эффективности нейросетевого прогнозирования динамики развития заболеваний терапевтического профиля был осуществлен сравнительный анализ с методом группового учета аргумента.

Стоит сказать, что НС и метод группового учета дают точные результаты в прогнозировании патологий, что подтверждается рядом исследований[9,10,14,15]. Если сравнивать такие методы прогнозирования, как нейросетевой и групповой метод. Погрешность метода группового учета аргумента оказалась приемлемой и не уступала нейросетевым методам. Это

означает, что данный метод может быть использован в качестве альтернативы наряду с нейросетевыми методами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение предложенных в работе нейросетевых методов прогнозирования динамики развития патологий, позволяет эффективно решать задачи прогнозирования. С учетом вышесказанного можно сделать заключение, что применение представленного в работе нейросетевого метода прогнозирования динамики развития патологий, дает возможность эффективно решать задачи прогнозирования.

Литература

1. Кравченко В.О. Методы использования искусственных нейронных сетей в медицине. Устойчивое развитие науки и образования. 2018;6:266-70.
2. Яхъяева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети. М.: БИНОМ; 2012.
3. Aggarwal C.C. Neural networks and deep learning: a textbook. Springer; 2018. DOI 10.1007/978-3-319-94463-0 ISBN 978-3-319-94462-3
4. Применение искусственного интеллекта в медицине: эффективная диагностика и создание новых лекарств // Новости. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://aiconference.com.ua/ru/news/primenenie-iskusstvennogo-inteUekta-v-meditsine-effektivnaya-diagnostika-i-sozdanie-novih-lekarstv-92604
5. Цвиль М.М. Анализ временных рядов и прогнозирование. Ростов-на-Дону; 2016.
6. Seybold U., Stubbe H., Draenert R., Bogner J.R. Erysipelas. MMW Fortschr Med. 2018;160(10):37-40. DOI: 10.1007/s15006-018-0580-3
7. Kriegeskorte N., Golan T. Neural network models and deep learning. Curr Biol. 2019;29(7):R231-6. DOI: 10.1016/j.cub.2019.02.034
8. Фаустова К.И. Нейронные сети: применение сегодня и перспективы развития. Территория науки. 2017;4:83-7.

9. Мелихов О. Г., Лукерин С. М., Зудин А. Б.. Обращение с данными научных исследований в области медицины.2020
10. Мелихова О. А., Вепринцева О. В., Чумичев В. С., Джамбинов С. В., Гайдуков А. Б. Режимы обучения в искусственных нейронных сетях.2016
11. Мустафаев А.Г. Использование нейросетевых технологий в задачах медицинской диагностики. Вестник компьютерных и информационных технологий. 2019;6:32-8. DOI: 10.14489/ vkit.2019.06.pp.032-038
12. Волчек Ю.А., Шишко О.Н., Спиридонова О.С., Мохорт Т.В. Положение модели искусственной нейронной сети в медицинских экспертных системах. Juvenis Scientia. 2017;9:4-9. DOI: 10.15643/ jscientia.2017.9.001
13. Pérez J., Cabrera J.A., Castillo J.J., Velasco J.M. Bio-inspired spiking neural network for nonlinear systems control. Neural Netw. 2018;104:15-25. DOI: 10.1016/j.neunet.2018.04.002
14. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. М.: Вильямс; 2016.
15. Хасанов А. Г., Шайбаков Д. Г., Жернаков С. В., Меньшиков А. М., Бадретдинова Ф. Ф.. Нейронные сети для прогнозирования динамики развития заболеваний.2020

References

1. Kravchenko V.O. Methods of using artificial neural networks in medicine. Sustainable development of science and education. 2018; 6: 266-70.
2. Yakhyaeva G.E. Fuzzy sets and neural networks. M .: BINOM; 2012.
3. Aggarwal C.C. Neural networks and deep learning: a textbook. Springer; 2018. DOI 10.1007 / 978-3-319-94463-0 ISBN 978-3-319-94462-3
4. The use of artificial intelligence in medicine: effective diagnostics and the creation of new drugs // News. [Electronic resource]. Access mode: https://aiconference.com.ua/ru/news/primenenie-iskusstvennogo-inteUekta-v-meditsine-effektivnaya-diagnostika-i-sozdanie-novih-lekarstv-92604
5. Tsvil M.M. Time series analysis and forecasting. Rostov-on-Don; 2016.
6. Seybold U., Stubbe H., Draenert R., Bogner J.R. Erysipelas. MMW Fortschr Med. 2018; 160 (10): 37-40. DOI: 10.1007 / s15006-018-0580-3

7. Kriegeskorte N., Golan T. Neural network models and deep learning. Curr Biol. 2019; 29 (7): R231-6. DOI: 10.1016 / j.cub.2019.02.034
8. Faustova K.I. Neural networks: application today and development prospects. The territory of science. 2017; 4: 83-7.
9. Melikhov O. G., Lukerin S. M., Zudin A. B. Treatment of scientific research data in the field of medicine. 2020
10. Melikhova O. A., Veprintseva O. V., Chumichev V. S., Dzhambinov S. V., Gaidukov A. B. Learning modes in artificial neural networks. 2016
11. Mustafaev A.G. The use of neural network technologies in the tasks of medical diagnostics. Bulletin of Computer and Information Technologies. 2019; 6: 32-8. DOI: 10.14489 / vkit.2019.06.pp.032-038
12. Volchek Yu.A., Shishko O.N., Spiridonova O.S., Mohort T.V. Artificial neural network model position in medical expert systems. Juvenis Scientia. 2017; 9: 4-9. DOI: 10.15643 / jscientia.2017.9.001
13. Pérez J., Cabrera J.A., Castillo J.J., Velasco J.M. Bio-inspired spiking neural network for nonlinear systems control. Neural Netw. 2018; 104: 15-25. DOI: 10.1016 / j.neunet.2018.04.002
14. Khaikin S. Neural networks: a complete course. M .: Williams; 2016.
15. Khasanov A.G., Shaibakov D.G., Zhernakov S.V., Menshikov A.M., Badretdinova F.F. Neural networks for predicting the dynamics of disease development. 2020