



2. Mobile ECG Monitoring Device with Bioimpedance Measurement and Analysis / M. Safronov, A. Kuzmin, O. Bodin [et al.] // Conference of Open Innovations Association, FRUCT. – 2019. – No 24. – P. 375-380. – DOI 10.23919/FRUCT.2019.8711944.

3. Способ и аппаратно-программные средства анализа биоимпеданса для систем мобильного мониторинга ЭКГ / М. И. Сафронов, А. В. Кузьмин, О. Н. Бодин [и др.] // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2020. – № 3(35). – С. 118-128. – DOI 10.21685/2227-8486-2020-3-10.

4. Lim, S.E.R., Dodds, R., Bacon, D. et al. Physical activity among hospitalised older people: insights from upper and lower limb accelerometry. *Aging Clin Exp Res* 30, 1363–1369 (2018) <https://doi.org/10.1007/s40520-018-0930-0>

5. Shawen, N., O'Brien, M.K., Venkatesan, S. et al. Role of data measurement characteristics in the accurate detection of Parkinson's disease symptoms using wearable sensors. *J NeuroEngineering Rehabil* 17, 52 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00684-4>

В. Д. Салтановский, В. И. Кутняков

СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

(Самарский государственный технический университет)

За последние два года система здравоохранения РФ подверглась огромному давлению. Пандемия позволила обнаружить многие недостатки существующей системы, а также “проверила” ее на стрессоустойчивость и способность обслуживать пациентов в экстренных ситуациях. Огромные очереди в поликлиниках вызывают у пациента страх не только из-за долго времени ожидания своей очереди, но и из-за большого числа других заразных больных.

В век информационных технологий интернет становится средством, с помощью которого можно сделать все, что угодно, однако если речь заходит о здравоохранении, то мы ограничиваемся лишь дистанционной записью к врачу.

Система диагностики заболеваний позволит разгрузить систему здравоохранения, исключить неправильные диагнозы, предупредить врачебную халатность и тем самым повысить уровень жизни населения.

Алгоритм работы с системой

“Healthy” позволяет пациенту заполнить дома специальную анкету в онлайн форме, ответив на вопросы о своем самочувствии. Результаты опроса (рис. 1) обрабатываются специально обученной нейронной сетью, которая ставит пациенту предварительный диагноз. Затем результаты опроса с поставленным предварительным диагнозом отправляются на компьютер врача-терапевта по сети Интернет. На основе полученных данных врач принимает решение о



подтверждении или отклонении предложенного предварительного диагноза. Далее возможны два варианта:

1. В случае подтверждения предварительного диагноза выдаются рекомендации по лечению, благодаря чему время, затрачиваемое на обслуживание пациента, значительно сокращается.
2. В случае отклонения предварительного диагноза, врач-терапевт может поставить диагноз, который посчитает верным или предложить пациенту личное посещение больницы. В таком случае пациенту не выставляется предварительный диагноз, а указывается порядок прохождения осмотра у врачей различных специальностей, а также рекомендации по сдаче необходимых анализов.

Сервис Healthy

Женщина 55-64 года: результат опроса

Жалобы и анамнез: Пигментация кожи темно-коричневая, Недавнее потемнение кожи, в основном в складках и местах трения, не связанное с загаром, Снижение массы тела, Частые боли в животе неопределенной локализации, Тяга к соленой пище появилась, Головокружение, Нарушения процесса дефекации, Расстройства стула, Жидкий стул, Мышечная слабость, Головокружение при переходе из горизонтального в вертикальное положение, Артериальное давление снижено, Метеоризм, Аппетит снижен

Клинические анализы: Колебания артериального давления до 160/180/100-110

Отрицает: Одышка усиливается в положении лежа, Понос сменился запором на фоне сильных болей в животе, Удалены оба надпочечника, Стул черный кашицеобразный, Боль в животе острая, ярковыраженная, Истощение, Рвота, Отеки нижних конечностей, Быстрое похудение в течение последних месяцев, Полная или частичная потеря памяти, Потливость после приема пищи, жажда, не связанная с недавним обильным потоотделением и физ.нагрузкой, Боль или дискомфорт вверху живота появляется при физической нагрузке, Диарея неукротимая, Моча цвета мясных помоев, Рефлекс Бабинского, Рефлекс Бехтерева-Менделя, Рефлекс Россолимо, Отеки рыхлые, на лице или по всему телу

Правильность введенных данных подтверждаю

(ФИО) _____ 15. 3.2020

(подпись) _____

Болезнь Аддисона - очень вероятно

За: Гиперсекреция АКТГ, Тяга к соленой пище появилась, Головокружение при переходе из горизонтального в вертикальное положение, Частые боли в животе неопределенной локализации, Аппетит снижен, Снижение массы тела, Артериальное давление снижено, Расстройства стула, Мышечная слабость

Порядок посещения специалистов

1. Эндокринолог

Не исключено: АКТГ-зависимый гиперкортицизм

За: Гиперсекреция АКТГ

Недостающие анализы и процедуры

кровь: анализ на гормоны
Отрицательный тест с АКТГ
Высокий уровень АКТГ в плазме крови
Низкий уровень кортизола в сыворотки крови
Низкий уровень альдостерона в плазме крови

Маловероятно: Функциональный метеоризм (не являющийся следствием заболевания)

За: Метеоризм

Против: Спастические боли в животе

Не согласен с результатом и могу объяснить, почему

Рис. 1. Результат опроса

Конечный продукт

Конечный продукт представляет собой сервис, встраиваемый в системы «Электронной записи к врачу». Пользователь сообщает системе тип недомогания, локализацию боли, после чего нейронная сеть определяет наиболее вероятные диагнозы на основе базы историй болезней других пациентов. Система



самостоятельно определяет к специализации какого врача относится данная область и предлагает пользователю произвести запись на ближайшее время. Пользователь заполняет анкету самостоятельно через веб-сайт или мобильное приложение. Полученные данные структурируются и вместе с предполагаемым диагнозом отправляются врачу-терапевту.

Результат анкеты состоит из:

- Жалобы и история болезней пациента
- Присутствующие симптомы
- Наиболее вероятные диагнозы
- Порядок посещения врачей
- Необходимые анализы

Решаемые проблемы

1. Постановка ошибочного диагноза врачом, к сожалению, является довольно частой практикой. Алгоритмы нейросети уменьшают вероятность врачебной ошибки, повышая шансы пациента на отсутствие осложнений и уменьшая риск получить неверное лечение. Отталкиваясь от результатов обработки запросов, врач сможет поставить правильный диагноз.
2. Сервис значительно облегчает работу специалиста и младшего медицинского персонала, связанную с регистрацией и первичной сортировкой больных. Пациент после прохождения анкеты получает наиболее предпочтительный порядок прохождения врачей. А поликлиника в свою очередь, может сразу предложить больному талоны на их посещение в удобное время, выдать направления на сдачу анализов.
3. Ведение письменной отчетности одновременно с электронной замедляет процесс прохождения врача. Проблема отпадает при появлении анкеты, заполняемой пациентом. В этом случае электронный отчет уже готов. Присутствует возможность редактирования итогового документа.
4. Почувствовав недомогание, пациент первым делом обратится за помощью к Интернету, пытаясь самостоятельно выявить болезнь по своим симптомам. Вразумительного и более-менее достоверного ответа он, разумеется, не получит, а к врачам обращаться не решится. Сервис помимо текущих симптомов также учитывает информацию о пользователе, т.е. его историю болезней, что позволяет дать более широко оценку состоянию здоровья больного.

Обучение нейронной сети

Как уже было сказано ранее, для диагностики будет использоваться обучающаяся нейронная сеть с прямой связью [1]. Для обучения будет применяться такой подход, как обучение с учителем (рис. 2). Он подразумевает, что сети предъявляется набор данных, каждый образец которых подается на входы и затем обрабатывается ею. Вычисленный выходной сигнал сравнивается с заранее известным. При несоответствии происходит вычисление ошибки методом обратного распространения и изменение весовых коэффициентов связей в сети



[2]. Значение ошибки на входе в нейрон будет равно сумме произведений значений ошибок и весов на выходах из него (1). Для лучшего понимания представлен рисунок 3.



Рис. 2. Алгоритм обучения нейронной сети с учителем

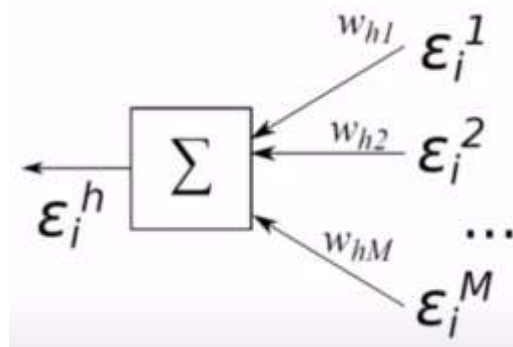


Рис. 3. Обратное распространение ошибки

$$E_i^h = \sum_{m=1}^M E_i^m W_{hm} \quad (1)$$

где E - значение ошибки, W - вес выхода, M - количество выходов.

Предъявление данных и вычисление ошибок происходит до тех пор, пока значение ошибки не станет приемлемо малым.

Обучение нейронной сети должно сопровождаться консультациями с квалифицированными врачами для того, чтобы избежать ошибок в этом процессе, которые, как следствие, могут привести к неверным диагнозам.

Литература

1. Википедия [Электронный ресурс] – Нейронная сеть: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%B9%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C .- (Дата обращения 15.03.22)

2. Нихиль Б. Основы глубокого обучения. Создание алгоритмов для искусственного интеллекта следующего поколения/Нихиль Будума, Николас Локашо. -Отдельное издание. -Манн, Иванов и Фербер, 2019. - 304с.