

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

ЖУКОВ М.С.

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ, МОДЕЛЕЙ ТА
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ КОРИГУВАННЯ ВАГИ
ХВОРИХ НА ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ**

RESEARCH OF THE MODELS, METHODS AND INFORMATION
TECHNOLOGIES FOR ADJUSTING THE WEIGHT OF PATIENTS WITH
DIABETES MELLITUS

Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки

АВТОРЕФЕРАТ
на здобуття кваліфікації
магістра з комп'ютерних наук

Краматорськ – 2021

Дипломна робота виконана на кафедрі комп'ютерних інформаційних технологій Донбаської державної машинобудівної академії.

Науковий керівник:

к.т.н, доц., доцент каф. КІТ Гетьман І.А.

Захист дипломної роботи відбудеться «28» травня 2021 року о 11.00 годині у Донбаській державній машинобудівній академії за адресою: 84313, Донецька обл., м. Краматорськ, бул. Машинобудівників, 39, ауд. 2218, кафедра комп'ютерних інформаційних технологій ДДМА.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

The Erasmus + "BIOART" project is co-funded by the European Commission. This thesis reflects the views only of the authors, and the Commission is not responsible for any use that may be made of the information contained therein.

Summary

The aim of the work is to increase the accuracy of predicting blood sugar levels, health indicators using a neural network paired with logistic regression to 94%.

The thesis analyzes methods for weight correction due to neural networks. The means and forecasting algorithms are considered. The question of the necessity of using these methods is investigated. The technical documentation in the form of the text for a software complex with use of artificial neural networks and their training is developed. The description of the program-methodical complex is carried out. 93% accuracy was achieved by forecasting the neural network "Brain.js", and when using the hybrid neural network "Tensorflow.js" in conjunction with logistic regression - 94%.

The program-methodical complex can be used as both the assistant to the doctor, and as its replacement.

Keywords: diabetes, diagnosis, artificial neural network, data mining, logistic regression, IMT, forecasting, Laravel, MySQL, algorithm, optimization

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми.

Робота присвячена створенню інформаційної технології для коригування ваги хворих на цукровий діабет на основі використання нейронної мережі з логістичною регресією. Відповідно до цього, було проведено багато досліджень у галузі прогнозування різних захворювань настільки, наскільки на сьогоднішній день люди мають користь від моделей підтримки прийняття рішень та розумні методи прогнозування.

Сучасні аналоги не мають функціоналу в наданні рекомендаційного меню та прогнозуванні наступних показників таких, як : рівень цукру в крові та ваги. Наявність бібліотек «Tensorflow.js» та «Brain.js» надають можливість розробляти нейронні мережі, які прогнозують з точністю в 94%.

Проблема, для якої розробляється рішення є те що, сучасні додатки мають добре розвинені нейронні мережі, але не формують рекомендаційне меню з вхідних даних.

Метою дослідження є підвищення точності прогнозування рівня цукру в крові, показників здоров'я за допомогою нейронної мережі в парі з логістичною регресією до 94%.

Завданнями дослідження є:

- аналіз факторів діабету таких як глюкоза в крові, артеріальний тиск, зріст, вага та показник гемоглобіну, та маса тіла хворих;
- аналіз штучних нейронних мереж;
- аналіз методів розрахунку та прогнозування для коригування ваги хворих на цукровий діабет;
- вибір математичних моделей та алгоритмів для розрахунку та прогнозування для рівня цукру в крові хворих на діабет;

- дослідження навчання та тестування штучної нейронної мережі в парі з логістичною регресією;
- аналіз результатів точності прогнозування.

Об'єктом дослідження є процес впливу рекомендацій на стан хворих на цукровий діабет за допомогою нейронної мережі.

Предметом дослідження є використання комбінації нейронної мережі в парі з логістичною регресією для коригування ваги хворих на цукровий діабет за допомогою бібліотек «Tensorflow.js» та «Brain.js».

Наукова новизна роботи полягає у створенні нейронної мережі для прогнозування рівня цукру та ваги на основі логістичної регресії.

Достовірність та обґрунтованість результатів, положень та висновків забезпечується аналізом вдалих підходів до вирішення проблеми, навчанням НМ з великою вибіркою даних, отриманням високої точності прогнозування, позитивним ефектом від впровадження програми для коригування ваги хворих на цукровий діабет.

Практичне цінність отриманих результатів є реалізація програмного засобу, за допомогою якого можна отримати прогнозовані показники рівня цукру та ваги з точністю в 94%.

Апробація результатів роботи. Основні результати роботи апробовані на Міжнародній конференції «Время вызовов и возможностей: проблемы, решения, перспективы» (м. Рига, 2019 р.), III Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції «Прикладна математика та комп'ютерні науки» (м. Маріуполь, 2021 р.), Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції «Вища освіта – студентська наука – сучасне суспільство: напрями розвитку» (м. Київ, 2021 р.), Всеукраїнської науково-технічної конференції «Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод» (м. Краматорськ, 2019 р., 2021 р.)

Структура та обсяг роботи. Дипломна робота складається зі вступу,

шести розділів, висновків, переліку використаних джерел із 38 найменування, 91 рисунку, 34 таблиць та 8 додатків. Загальний обсяг дипломної роботи складає 174 сторінок, включаючи 153 сторінок основної частини і 21 сторінку додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, її наукову новизну та практичну цінність, визначені методи вирішення проблеми, сформульована мета та завдання дослідження, а також об'єкт та предмет.

В **першому розділі** виділені основні фактори впливу на цукровий діабет: спадковість, спосіб життя, вага, фактори навколишнього середовища, вік; Проаналізовано існуючі методи в прогнозуванні цукрового діабету: data mining, логістичний регресійний аналіз, нейронна мережа. Виділено основний функціонал в розглянутих додатках. Розроблено глосарій предметної області.

В **другому розділі** обрано математичні моделі функцій активації нейронної мережі: relu, softmax, sigmoid, linear. Математичною моделлю розрахунку вагів для нейронної мережі використано логістичну регресію, яка підвищує точність прогнозування. Створено модель бізнес–процесу використання штучної нейронної мережі для коригування ваги хворих на цукровий діабет.

В **третьому розділі** розроблено проект програмного комплексу для коригування ваги хворих на цукровий діабет за допомогою нейронної мережі, що дозволяє своєчасно попередити користувача о підвищенні рівня цукру в крові, спостерігати за станом хворого, надавати рекомендації в вигляді меню на день, виконувати аналіз показників. Реалізовано спостереження лікарем за станом хворого за шаблоном «Спостерігач» на мові програмування PHP. Реалізовано створення медкартки за шаблоном «Будівник» на мові

програмування РНР, що дозволило покращити ефективність роботи програми, покращити підтримку програми, та перенос програми на іншу платформу.

В **четвертому розділі** отримані рдослідження ефективності роботи нейронної мережі показують, що нейронна мережа прямого поширення на базі «Tensorflow.js», та рекурентна НМ на базі «Brain.js» можуть забезпечити задовільну якість прогнозу рівня цукру в крові та ваги - 94% та 93%. Розроблена гібридна модель в парі з логістичною регресією, яка дозволила досягти точності прогнозування 94% рівня цукру в крові на наступні 3 - 9 годин, а також ваги на 3 - 7 днів наперед за рахунок «Tensorflow.js». У більшості випадків нейронна мережа прогнозує рівень цукру на 3 години, що є достатнім для хворої на діабет людини щоб вжити заходів для недопущення зниження або підвищення рівня цукру.

В **п'ятому розділі** на основі проведених розрахунків з'ясовано, що робота має достатньо високий рівень значущості та готовності до впровадження в процес планування ігрових оновлень. Окрім цього, зроблено висновок, що ПК для коригування ваги хворих на цукровий діабет має перевагу стосовно обраних аналогів у таких факторах, як коректність, універсальність та супровід.

В **шостому розділі** розраховані захисні пристрої, розроблені заходи щодо підвищення стійкості роботи користувача в приміщенні з комп'ютером, розроблено заходи щодо забезпечення безпечних і комфортних умов праці на робочих місцях, а саме заходи для покращення: повітря робочої зони, виробничого освітлення, енергобезпеки, пожежної безпеки, режиму праці і відпочинку, захисту від шуму, випромінювань.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті аналізу області прогнозування цукрового діабету виділено основні фактори: спадковість, спосіб життя, вага, фактори навколишнього середовища, вік. Виділено існуючі методи в прогнозуванні цукрового діабету: data mining, логістичний регресійний аналіз, нейронна мережа. Обрано основний функціонал в розглянутих додатках. Розроблено глосарій предметної області.

Обрані математичні моделі функцій активації нейронних мереж: relu, softmax, sigmoid, linear. Математичною моделлю для розрахунку вагів нейронної мережі є логістична регресія, яка підвищує точність прогнозування. Створено модель бізнес-процесу використання штучної нейронної мережі для коригування ваги хворих на цукровий діабет, в результаті було створено технічне завдання для ПМК.

Розроблено ПМК для коригування ваги хворих на цукровий діабет за допомогою нейронної мережі, що дозволяє своєчасно попередити користувача про підвищення рівня цукру в крові, спостерігати за станом хворого, надавати рекомендації в вигляді меню на день, виконувати аналіз показників. Реалізовано використання шаблонів проектування «Спостерігач» для спостереження лікаря за станом користувача, та «Будівник» для створення медкартки користувача.

В роботі перевірено ефективність використання навчених нейронних мереж прямого поширення та рекурентних мереж для прогнозування значень рівня цукру в крові та ваги.

Досліджено роботу нейронних мереж з використанням бібліотек «Tensorflow.js» «Brain.js», які здатні забезпечити задовільну якість прогнозу рівня цукру в крові та ваги. Досліджені чотири функції активації (relu, softmax, sigmoid, linear) при навчанні та виконанні тестових прогнозів нейронних мереж.

Виявлено, що для НМ на базі «Tensorflow.js» краще застосовувати «relu» на вхідний нейрон, а «softmax» на вихідний та логістичну регресію, їх комбінація дає точність прогнозування в 94%.

Було виявлено, що для НМ на базі «Brain.js» краще застосовувати «linear» функцію активації, а точність прогнозу становить 93%.

Середнє значення помилки прогнозу в умовах дослідження НМ «Tensorflow.js» не перевищувала - 0.006, а в «Brain.js» – 0.00693.

Щоб отримати точність в 94 % потрібно мати наступну конфігурацію НМ з використанням «Tensorflow.js» 3 - вхідних нейрони, 12 - прихованих, 3 – вихідних), функція активації - «relu» на вхід для скритого шару та «softmax» на вихідному шарі, кількість епох – 1000, оптимайзер – «adam», функція помилки – «meanSquaredError». А для НМ з використанням «Brain.js» точність якої – 93% : 3 - вхідних нейрони, 3 - прихованих, 3 – вихідних), функцій активації є «relu», кількість ітерацій – 30000.

Надалі можливо розширити програмний комплекс в таких напрямках:

- збільшення кількості захворювань, які може визначити нейронна мережа;
- збільшення кількості факторів, які впливають на аналіз нейронної мережі;
- додання інших методів аналізу показників;
- збільшення навчальної вибірки для нейронної мережі.

Розроблена гібридна модель в парі з логістичною регресією, яка дозволила досягти точності прогнозування 94% рівня цукру в крові на наступні 3 - 9 годин, а також ваги на 3 - 7 днів наперед за рахунок «Tensorflow.js». У більшості випадків нейронна мережа прогнозує рівень цукру на 3 години, що є достатнім для хворої на діабет людини, щоб вжити заходів для недопущення зниження або підвищення рівня цукру.

Розрахована оцінка ефективності заходів з охорони праці показала ефективність запропонованих до впровадження заходів. Розрахунки якості програмного продукту показали, що запропонований програмний комплекс має

деякі переваги в точності розрахунку й ефективності та відповідає всім показникам якості й може використовуватися за цільовим призначенням.

ПЕРЕЛІК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

1 Гетьман И., Держевецкая М., Жуков Н. Разработка кроссплатформенного приложения для корректировки питания больных сахарным диабетом / Сборник научных трудов. По материалам конференции «Время вызовов и возможностей: проблемы, решения, перспективы». Рига, Латвия. БМА, 2019. С. 444-449.

2 Жуков М.С., Гетьман І.А. Використання мобільних додатків при відстеженні свого стану і контролі над хворобою хворих на цукровий діабет // Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод : матеріали ІІІ Всеукраїнської науково-технічної конференції, 20–22 квітня 2019 р. / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. – Краматорськ : ДДМА, 2019. – С. 14-16.

3 Жуков М.С., Гетьман І.А. Інформаційні технології для коригування ваги хворих на цукровий діабет за допомогою нейронної мережі. Прикладна математика та комп'ютерні науки: матеріали ІІІ Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції (в авторській редакції), м. Маріуполь, 26 лютого 2021 року. – Маріуполь, 2021. С. 8-10.

4 Жуков М.С., Гетьман І.А. Аналіз програмно-методичного комплексу для використання штучної нейронної мережі для коригування ваги хворих на цукровий діабет. Вища освіта – студентська наука – сучасне суспільство: напрями розвитку : матеріали Всеукр. студ. наук.-практ. конф., м. Київ, 22 квіт. 2021 р. : [зб. тез] / ЗВО «Міжнар. наук.-техн. ун-т ім. акад. Юрія Бугая, каф. ЮНЕСКО «Інформ.-комунік. технології в освіті». – Київ : [б. в.], 2021. С. 89-91.

5 Жуков М.С., Гетьман І.А. Прогнозування цукрового діабету за допомогою нейронної мережі та логістичної регресії // Сучасні інформаційні

технології, засоби автоматизації та електропривод : матеріали V Всеукраїнської науково-технічної конференції / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. – Краматорськ : ДДМА, 2021.

Анотація

Метою роботи є підвищення точності прогнозування рівня цукру в крові, показників здоров'я за допомогою нейронної мережі в парі з логістичною регресією до 94%.

В дипломній роботі проаналізовано методи для коригування ваги за рахунок нейронних мереж. Розглянуті засоби та алгоритми прогнозування. Досліджено питання необхідності використання цих методів. Розроблено технічну документацію в вигляді тексту для програмного комплексу з використанням штучних нейронних мереж та їх навчання. Проведено опис програмно-методичного комплексу. Було досягнуто 93% точності прогнозуванням нейронною мережею «Brain.js», а при використанні гібридної нейронної мережі «Tensorflow.js» в парі з логістичною регресією – 94%.

Програмно-методичний комплекс можливо використовувати в якості як помічника лікаря, так і в якості його заміни.

Ключові слова: діабет, діагностування, штучна нейронна мережа, data mining, логістична регресія, імт, прогнозування, Laravel, MySQL, алгоритм, оптимізація