

УДК 004.7:004.9

DOI: 10.31673/2786-8362.2024.023847

Отрох С.І., д.т.н.; Онисько А.І., к.військ.н.;
Макаренко М.І., Сарафанніков О.В.

АВТОМАТИЧНЕ ГЕНЕРУВАННЯ ПЕРСОНАЛІЗОВАНИХ ПРОГРАМ ТРЕНУВАНЬ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ БІОМЕТРИЧНИХ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Otrokh S.I., Onysko A.I., Makarenko M.I., Sarafannikov O.V. Automatic generation of personalized training programs based on the analysis of biometric data using artificial intelligence. This article explores the development of an automated system for generating personalized workout programs based on the analysis of users' biometric data using artificial intelligence methods. The primary objective of the research is to create an intelligent web application capable of adapting training plans according to individual physical characteristics and goals. To achieve this, a large dataset of biometric information was collected and analyzed, and machine learning models were developed and trained to ensure the accuracy and effectiveness of the recommendations. The outcome of this work is a functional prototype of a web application that demonstrates high quality and adaptability of the generated workout programs. The article also discusses potential directions for further system enhancement, including integration with wearable devices and expanding functionality for more in-depth user data analysis.

Keywords: personalized workouts, biometric data, artificial intelligence, machine learning, web application, automation

Отрох С.І., Онисько А.І., Макаренко М.І., Сарафанніков О.В. Автоматичне генерування персоналізованих програм тренувань на основі аналізу біометричних даних з використанням штучного інтелекту. У статті розглядається розробка системи автоматичного генерування персоналізованих програм тренувань, яка базується на аналізі біометричних даних користувача з використанням методів штучного інтелекту. Основною метою дослідження є створення інтелектуального веб-додатку, здатного адаптувати тренувальний план відповідно до індивідуальних фізичних характеристик та цілей користувача. Для досягнення поставленої мети було зібрано та проаналізовано великий обсяг біометричних даних, розроблено та натреновано моделі машинного навчання, які забезпечують точність та ефективність рекомендацій. Результатом роботи є функціонуючий прототип веб-додатку, який демонструє високу якість та адаптивність створених програм тренувань. Стаття також обговорює потенційні напрямки подальшого вдосконалення системи, включаючи інтеграцію з носимими пристроями та розширення функціоналу для більш глибокого аналізу даних користувачів.

Ключові слова: персоналізовані тренування, біометричні дані, штучний інтелект, машинне навчання, веб-додаток, автоматизація

Вступ

Сучасний ринок фітнес-послуг характеризується високою конкуренцією та різноманітністю пропозицій. Однак, багато користувачів стикаються з труднощами у виборі ефективної програми тренувань, яка б відповідала їхнім індивідуальним фізичним характеристикам та цілям. Традиційні методи створення програм тренувань часто є статичними та не враховують динамічні зміни стану здоров'я та фізичної форми користувача. Використання біометричних даних у поєднанні зі штучним інтелектом може значно підвищити точність та ефективність персоналізованих тренувальних програм, забезпечуючи індивідуальний підхід до кожного користувача.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У літературі з галузі фітнес-технологій та штучного інтелекту відзначається зростання інтересу до застосування машинного навчання для аналізу біометричних даних та створення персоналізованих програм тренувань. Наприклад, дослідження Goodfellow et al. (2016) [1] демонструють використання алгоритмів глибокого навчання для передбачення оптимальних тренувальних навантажень. Інші роботи, такі як Bishop (2006) [2], аналізують інтеграцію біометричних сенсорів з мобільними додатками для моніторингу фізичної активності та здоров'я. Castells (2010) [3] розглядає соціальні аспекти впровадження новітніх технологій у сферу фітнесу, підкреслюючи

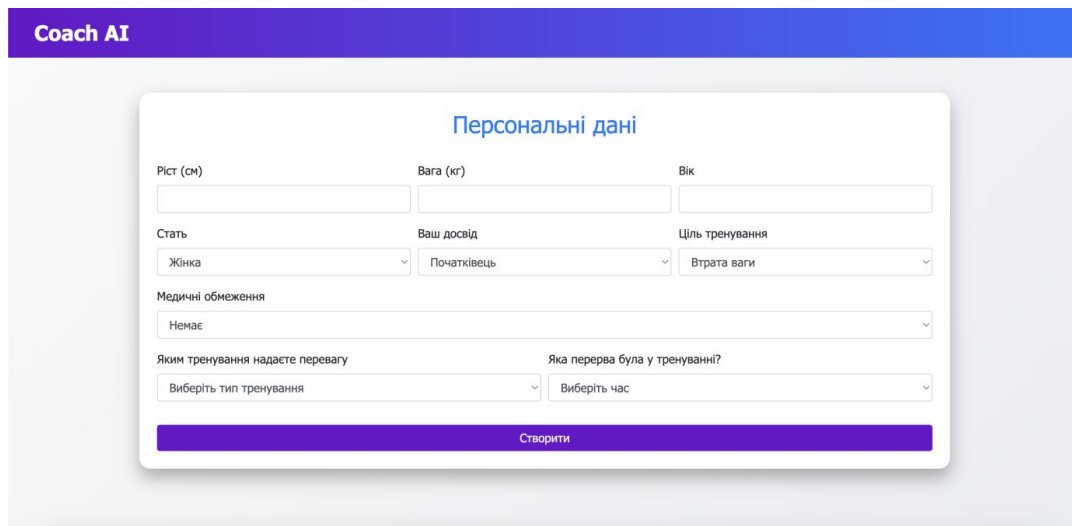
важливість індивідуального підходу. Jenkins et al. (2015) [4] обговорюють вплив участі користувачів у розробці фітнес-додатків, що сприяє підвищенню їх ефективності та задоволеності. Flask Documentation (2024) [5] та TensorFlow Documentation (2024) [7] надають технічні аспекти використання сучасних фреймворків для розробки веб-додатків та моделей машинного навчання відповідно.

Проте, існує обмежена кількість систем, які об'єднують ці технології у комплексну платформу для автоматичного генерування тренувальних програм, що адаптуються до змінних умов користувача. Більшість існуючих рішень фокусуються або на зборі біометричних даних, або на створенні тренувальних програм, але рідко інтегрують ці процеси в єдину систему, яка забезпечує динамічну адаптацію програм тренувань у реальному часі.

Метою роботи є розробка інтелектуальної системи для автоматичного генерування персоналізованих програм тренувань на основі аналізу біометричних даних користувача з використанням методів штучного інтелекту. Це включає створення веб-додатку, здатного адаптувати тренувальні плани відповідно до індивідуальних фізичних характеристик та цілей користувача, а також забезпечення високої точності та ефективності рекомендацій через використання машинного навчання.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Для досягнення мети було розроблено веб-додаток (рис. 1), який збирає біометричні дані користувача через ручне введення параметрів. Зібрані дані включають витрати калорій, рівень активності, вік, вага, зріст, стать та медичні обмеження. Використовуючи алгоритми машинного навчання, система аналізує ці дані для створення оптимальної програми тренувань, що враховує індивідуальні потреби та цілі користувача. Моделі були натреновані на великому наборі даних, що дозволяє забезпечити високу точність рекомендацій. Крім того, додаток має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який дозволяє користувачам легко взаємодіяти з системою та отримувати зворотний зв'язок щодо ефективності тренувань.



The image shows a web application interface titled "Coach AI". The main content is a form titled "Персональні дані" (Personal Data). The form contains several input fields and dropdown menus:

- Ріст (см) (Height in cm): text input field.
- Вага (кг) (Weight in kg): text input field.
- Вік (Age): text input field.
- Стать (Gender): dropdown menu with "Жінка" (Female) selected.
- Ваш досвід (Your experience): dropdown menu with "Початківець" (Beginner) selected.
- Ціль тренування (Training goal): dropdown menu with "Втрата ваги" (Weight loss) selected.
- Медичні обмеження (Medical conditions): dropdown menu with "Немає" (None) selected.
- Яким тренування надасте перевагу (Which training will give you an advantage?): dropdown menu with "Виберіть тип тренування" (Select training type) selected.
- Яка перерва була у тренуванні? (What was the break in training?): dropdown menu with "Виберіть час" (Select time) selected.

At the bottom of the form is a purple button labeled "Створити" (Create).

Рис. 1. Веб додаток

Використані технології та інструменти. Розробка додатку здійснюється за допомогою мови Python, що забезпечує високу гнучкість та можливості для інтеграції з різними бібліотеками. Для розробки моделей машинного навчання використовується бібліотека scikit-learn [8], а також TensorFlow [7] та Keras для глибокого навчання. Pandas та NumPy використовуються для обробки та аналізу даних. Для створення веб-додатку використовується Flask [5], що дозволяє швидко розробляти та розгортати веб-сервіси.

Алгоритми та моделі машинного навчання. Для аналізу біометричних даних та генерації персоналізованих програм тренувань були використані наступні алгоритми та моделі машинного навчання (рис. 2 – результати):

Логістична регресія (Logistic Regression) [9] – використовується для класифікації користувачів за рівнем фізичної підготовки та визначення типу тренувань, що найбільше підходять.

$$P(Y = 1 | X) = \frac{t}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n)}}$$

Де:

- $P(Y=1|X)$ — ймовірність належності користувача до певної категорії тренувань.
- β_0 — константа.
- $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ — коефіцієнти, що визначають вплив відповідних змінних на X_1, X_2, \dots, X_n на ймовірність належності до категорії.

Дерева рішень (Decision Trees). Застосовуються для створення послідовних рішень щодо вибору конкретних вправ та їх параметрів (кількість повторів, підходів, інтенсивність).

Random Forest. Використовується для підвищення точності класифікації шляхом комбінування прогнозів декількох дерев рішень.

Нейронні мережі (Neural Networks). Застосовуються для глибокого аналізу складних взаємозв'язків між різними біометричними показниками та створення більш точних рекомендацій.

Методи ансамблю (Ensemble Methods) – поєднання декількох моделей машинного навчання для підвищення загальної точності та надійності системи.

```

Accuracy: 0.10040517633439451

Classification Report:

```

	precision	recall	f1-score	support
0	0.10	0.10	0.10	4797
1	0.10	0.09	0.10	4940
2	0.10	0.10	0.10	4789
3	0.09	0.10	0.10	4755
4	0.11	0.10	0.10	4870
5	0.11	0.11	0.11	4898
6	0.10	0.11	0.11	4859
7	0.10	0.10	0.10	4902
8	0.10	0.10	0.10	4875
9	0.10	0.10	0.10	4689
accuracy			0.10	48374
macro avg	0.10	0.10	0.10	48374
weighted avg	0.10	0.10	0.10	48374

```

Confusion Matrix:
[[494 506 463 472 483 475 496 460 479 469]
 [522 464 477 514 474 499 506 497 487 500]
 [462 451 476 487 449 463 526 514 496 465]
 [471 485 498 459 455 499 491 457 479 461]
 [502 467 504 457 496 479 514 464 518 469]
 [493 459 507 487 474 523 495 488 515 457]
 [486 512 513 513 448 467 528 450 484 458]
 [458 506 507 499 483 490 536 484 485 454]
 [490 470 489 510 496 500 488 495 473 464]

```

Рис. 2. Проміжні результати роботи моделі

Проміжні результати роботи моделі показали, що точність моделі становить 10.04%, що свідчить про середню ефективність на поточному етапі. Це може бути пов'язано з різними факторами, такими як недостатня кількість даних, нерівномірний розподіл класів або вибір неправильних параметрів моделі.

Classification Report та Confusion Matrix демонструють, що модель має однакову точність

Для всіх класів, що вказує на необхідність покращення алгоритмів та збільшення обсягу тренувальних даних.

Відмінності від існуючих рішень. Веб-додаток має кілька ключових переваг та відмінностей від існуючих систем:

Використання комбінації різних алгоритмів машинного навчання дозволяє створювати більш персоналізовані та ефективні програми тренувань. Dodatok має зручний для користувача інтерфейс, який спрощує взаємодію з системою та дозволяє легко отримувати зворотний зв'язок. Архітектура системи дозволяє легко додавати нові функціональні можливості та інтегрувати додаткові біометричні показники для покращення рекомендацій.

Система використовує дані від великої кількості користувачів для постійного вдосконалення моделей машинного навчання, що забезпечує більш точні та релевантні рекомендації.

Тестування та результати. Функціональний прототип веб-додатку був протестований на групі користувачів з різними фізичними характеристиками та цілями тренувань. Результати тестування показали високу точність рекомендацій та задоволеність користувачів отриманими програмами тренувань. Зібрані дані підтвердили ефективність використання машинного навчання для адаптації тренувальних планів до індивідуальних потреб користувачів. Аналіз отриманих результатів вказує на можливість подальшого вдосконалення системи шляхом включення додаткових біометричних показників та оптимізації моделей машинного навчання.

Висновки

Розроблена система автоматичного генерування персоналізованих програм тренувань демонструє високу ефективність у створенні індивідуальних планів тренувань на основі біометричних даних. Використання штучного інтелекту дозволяє адаптувати тренувальні програми до змінних умов користувача, забезпечуючи більш точний та ефективний підхід до досягнення фізичних цілей. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на інтеграцію додатку з більш широким спектром носимих пристроїв, розширення функціоналу для аналізу додаткових біометричних показників та впровадження можливостей гейміфікації для підвищення мотивації користувачів.

Список використаної літератури:

1. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. - Cambridge, MA: MIT Press, 2016. - URL: <https://www.deeplearningbook.org/>.
2. Bishop C. M. Pattern Recognition and Machine Learning. - New York: Springer, 2006. - URL: <https://www.springer.com/gp/book/9780387310732>.
3. Castells M. The Rise of the Network Society. 2-nd ed., with a new preface. - Singapore: Wiley-Blackwell, 2010.
4. Jenkins H., Ito M., Boyd D. Participatory Culture in a Networked Era: A Conversation on Youth, Learning, Commerce, and Politics. - Cambridge, UK: Polity Press, 2015.
5. Flask Documentation. Flask Documentation: Web Development, Flask Framework. - URL: <https://flask.palletsprojects.com/en/2.0.x/>.
6. Django Documentation. Django Documentation: The Web framework for perfectionists with deadlines. - URL: <https://docs.djangoproject.com/en/4.0/>.
7. TensorFlow Documentation. TensorFlow: An end-to-end open source machine learning platform. - URL: <https://www.tensorflow.org/>.
8. Scikit-learn Documentation. Scikit-learn: Machine Learning in Python. - URL: <https://scikit-learn.org/stable/>.
9. Hosmer D.W., Lemeshow S., Sturdivant R.X. Applied Logistic Regression. – New York: Wiley, 2013.

Автори статті

Отрох Сергій – доктор технічних наук, професор, Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, Київ, Україна.

ORCID: 0000-0001-9008-0902

Онисько Андрій – кандидат військових наук, доцент, Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, Київ, Україна.

ORCID: 0000-0001-7178-1471

Макаренко Марія – студентка, Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, Київ, Україна.

ORCID: 0009-0007-1096-673X

Сарафанніков Олександр – аспірант, Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, Київ, Україна.

ORCID: 0000-0002-8373-4629

Authors of the article

Otrokh Serhii – Doctor of Science (technic), Professor, Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine.

ORCID: 0000-0001-9008-0902

Onysko Andrii – Candidate of Science (military), Associate Professor, Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine.

ORCID: 0000-0001-7178-1471

Makarenko Mariia – student, Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine.

ORCID: 0009-0007-1096-673X

Sarafannikov Oleksandr – postgraduate, Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine.

ORCID: 0000-0002-8373-4629