

НАВЧАЛЬНЕ РОЗПІЗНАВАННЯ ВПРАВ ФІТНЕС-ЙОГИ НА ОСНОВІ ВЕБКАМЕР ТА МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ЗІ ШТУЧНИМИ НЕЙРОННИМИ МЕРЕЖАМИ

Відомо, що практика йоги включає фізичні пози, дихальні техніки, релаксацію та медитацію, однак сучасний варіант йоги – фітнес-йога, надає акцент фізичним позам або їх послідовності (асан) [1, с. 6]. Але для початківців без тренерського контролю неправильні пози можуть спричинити довгострокові ускладнення. Сучасні комп'ютерні технології вже розпізнають пози людини через відеокамери (спеціалізовані інфрачервоні камери або звичайні вебкамери) та алгоритми штучного інтелекту, порівнюючи збережений опис пози з поточною позою для рекомендацій щодо виправлення неправильного положення тіла [2]. Для оцінки точності виконання йога-поз аналізуються візуальні зображення людини з використанням класифікації об'єктів моделей машинного навчання із згортковими штучними нейронними мережами (англ. convolutional neural network, CNN) [3]. Метою цієї роботи є огляд сучасних досліджень із комп'ютерного розпізнавання поз людини з фітнес-йоги та проведення експериментів з розпізнавання деяких йога-поз з використанням вільно доступного (відкритого) програмного забезпечення.

У статті [4] розпізнаються 3 йога-пози (поза богині, поза воїна I, поза зворотного воїна) на основі інфрачервоної камери сенсору MS Kinect із зберіганням координат 15 суглобів скелету людини та обчислення кутів між ними для опису кожної пози. У статті [5] описано програму для розпізнавання 5 йога-поз (поза воїна I, поза воїна II, поза метелика, поза трикутника, поза кобри), яка через голосові команди допомагає користувачам приймати правильні пози на основі MediaPipe CNN-моделі. У статті [6] розпізнаються 5 поз йоги (поза собаки, яка дивиться вниз, поза дерева, поза богині, поза планки, поза воїна) на основі BlazePose CNN-моделі, а за результатами розпізнавання надається зворотній зв'язок з користувачем. У статті [7] розпізнаються 7 йога-поз (поза гори, поза привітання, поза зв'язаних вгору рук, поза дерева, поза воїна II, поза стільця, поза нахилу вперед стоя), опис яких містить кути між

суглобами та модель станів переходів між позами. У статті [8] розпізнаються 12 йога-поз (поза дерева, поза воїна I, поза воїна II, поза воїна III, поза собаки, яка дивиться вниз, поза розширення руки до великого пальця ноги, поза стільця, поза човна, поза кобри, поза планки, поза бокової планки, поза володаря танцю) на основі сенсору MS Kinect та на основі опису кутів між суглобами. Використовується оригінальна CNN-модель, створена на основі програмних бібліотек комп'ютерного зору OpenNI (Open Natural Interaction) та OpenCV (Open Source Computer Vision Library). У статті [9] розпізнаються 14 йога-поз (поза містка, поза кота-корови, поза дитини, поза кобри, поза Савасани, поза собаки, яка дивиться вниз, поза сидіння, поза бічного кута, поза воїна I, поза воїна II) на основі вебкамери та MobileNet CNN-моделі.

Наведені вище статті використовують оригінальні або CNN-моделі з вільним доступом, які обробляють зображення людини на основі відкритих програмних бібліотек комп'ютерного зору. Але автори статей не надають доступ до розробленого програмного забезпечення, що обмежує можливість проведення незалежних експериментів. У статті [10] представлено приклади керування комп'ютерними іграми з відкритого Scratch-репозиторія за сценаріями олімпійських видів спорту на основі звичайної вебкамери, програмної бібліотеки реалізації PoseNet CNN-моделі, яка є одною з перших відкритих моделей для розпізнавання 17 суглобів скелету людини. Сьогодні компанія Google пропонує вдосконалений варіант CNN-моделей PoseNet та BlazePose у вигляді MediaPipe CNN-моделі для розпізнавання 33 суглобів та відкрите програмне забезпечення [11]. Для проведення власних експериментів автором цієї роботи розглянуто відкриті PoseNet та MediaPipe CNN-моделі для аналізу 4 йога-поз: поза воїна II, поза дерева, поза випаду та поза собаки, яка дивиться вниз. На рис. 1 наведено приклади відображення суглобів людини, розпізнаних PoseNet та MediaPipe CNN-моделями для 4 йога-поз.

Експерименти проведено з використанням звичайної вебкамери, вбудованої у ноутбук, яка була розташована на відстані 3 метри від людини. Аналіз результатів експериментів показав, що перевагою PoseNet CNN-моделі у порівнянні із MediaPipe CNN-моделлю є швидкість первинного запуску програми із затримкою до 1 секунду у порівнянні із 7 секундами та простота використання навчальною мовою програмування Scratch у порівнянні із професійною мовою програмування Python, але недоліком є більші вимоги до середовища проведення експериментів (стіна рівномірного та контрастного кольору у порівнянні із одягом людини, відсутність зайвих предметів

та світлових біликів на стіні поряд з людиною), дворазова затримка візуалізації суглобів та більша ймовірність помилок розпізнавання суглобів, особливо коли людина стоїть боком до вебкамери.

Зразки силуетів людини під час виконання 4 йога-поз



поза воїна II



поза дерева

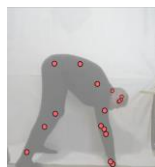
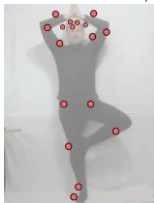


поза випаду



поза собаки, яка дивиться вниз

Відображення суглобів людини для різних йога-поз, розпізнаних PoseNet CNN-моделлю через програму на мові Scratch



Відображення суглобів людини для різних йога-поз, розпізнаних MediaPipe CNN-моделлю через програму на мові Python

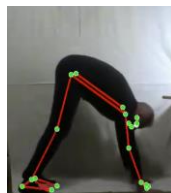
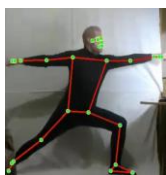


Рисунок 1 – Приклади відображення суглобів людини, розпізнаних PoseNet CNN-моделлю та MediaPipe CNN-моделлю для 4 йога-поз

В подальшому планується створити вільно доступне програмне забезпечення, яке буде надавати рекомендації щодо правильності йога-поз. У більшості розглянутих статей правильність йога-пози визначається на основі аналізу кутів між окремими суглобами скелету людини. Наприклад, кут правої передньої ноги та талії є кутом між лінією від правого плеча до правого стегна та лінією від правого стегна до правого коліна. В цьому випадку позу воїна II

можна описати наступною комбінацією приблизних кутів частин тіла: кут 90° в обох плечах, 180° в обох ліктях, кут 90° в передній частині ноги і талії, кут 180° в коліні ззаду, кут 135° у талії [11]. Програмне забезпечення можна буде використати під час дистанційної форми навчання студентів.

Література:

1. Воловик Н. І. Основи фітнес-йоги : навч. посіб. для студентів закладів вищ. освіти. Київ : Вид-во УДУ ім. Михайла Драгоманова, 2024. 163 с.
2. Rajendran, A. K., Sethuraman, S. C. A Survey on Yogic Posture Recognition. *IEEE Access*. 2023. Vol. 11. Pp. 11183–11223. DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3240769
3. Jiang, X., Hu, Z., Wang, S., & Zhang, Y. A survey on artificial intelligence in posture recognition. *Computer Modeling in Engineering & Sciences*, 2023, 137(1), 35–82. DOI: 10.32604/cmescs.2023.027676
4. Islam, M. U., Mahmud, H., Ashraf, F. B., Hossain, I. & Hasan, M. K. Yoga posture recognition by detecting human joint points in real time using microsoft kinect. *IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)*, Dhaka, Bangladesh, 2017. Pp. 668–673. DOI: 10.1109/R10-HTC.2017.8289047
5. Lavanya, Y. N., Rajalakshmi, N., Sumanth, K., Gowrishankar, S., & Asha Rani, K. P. A Novel Approach for Developing Inclusive Real-Time Yoga Pose Detection for Health and Wellness Using Raspberry pi. *7th International Conference on Computation System and Information Technology for Sustainable Solutions (CSITSS)*, Bangalore, India, 2023. Pp. 1–7. DOI: 10.1109/CSITSS60515.2023.10334109
6. Sunney, M. J., Pathak, P., & Stynes, P. A Real-time Machine Learning Framework for Smart Home-based Yoga Teaching System. *7th International Conference on Machine Vision and Information Technology (CMVIT)*, Xiamen, China, 2023. Pp. 107–114. DOI: 10.1109/CMVIT57620.2023.00029
7. Kale, G., Patil, V., & Munot, M. A novel and intelligent vision-based tutor for Yogāsana: e-YogaGuru. *Machine Vision and Applications*, 32:23, 2021. DOI: 10.1007/s00138-020-01141-x
8. Chen, H. T., He, Y. Z., Hsu, C. C., Chou, C. L., Lee, S. Y., & Lin, B. S. P. Yoga Posture Recognition for Self-training. In: Gurrin, C., Hopfgartner, F., Hurst, W., Johansen, H., Lee, H., O'Connor, N. (eds) *MultiMedia Modeling. MMM 2014. Lecture Notes in Computer Science*. Springer, Cham, 2014. Vol. 8325. DOI: 10.1007/978-3-319-04114-8_42
9. Long, C., Jo, E. & Nam, Y. Development of a yoga posture coaching system using an interactive display based on transfer learning. *The Journal of Supercomputing*. 2022. Volume 78. Issue 4. Pp. 5269–5284. DOI: 10.1007/s11227-021-04076-w
10. Blazhko, Oleksandr, Podhorna, Viktoriia, Kokotieieva, Anastasiia, & Ivanov, Oleksii. Scratch PoseNet Exergame Prototyping for Learning Process Support in Physical Education. *Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT*. 2024. Volume 12. Issue 1. Pp. 59–63. DOI: 10.25673/115642
11. MediaPipe Solutions guide. URL: <https://ai.google.dev/edge/mediapipe> (дата звернення: 07.01.2025).