

холодний регіон із піщаними ґрунтами, посушливі території з родючими чорноземами та урбанізовані/порушені локації після руйнувань. У всіх випадках система коректно виконала фільтрацію непридатних альтернатив та сформувала ранжовані множини результатів, що підтверджує узгодженість MCDA-моделі та відтворюваність обчислень. Контрольний сценарій нульової відповідності засвідчив правильну роботу обмежувальних фільтрів, оскільки жодного виду рекомендовано не було.

Висновок. Досліджено алгоритмічну модель рекомендаційної системи та встановлено її коректну роботу в умовах змінних параметрів середовища. Отримані результати підтверджують, що застосування MCDA, rule-based explainability та системи обмежувальних фільтрів забезпечує надійну інформаційну підтримку для задач цифрового планування озеленення й може бути інтегроване в більш широкі урбаністичні та GIS-платформи.

Література

1. AI for Urban Vegetation Management. 2024. Scientific Reports. Vol. 14, Article 2251. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-2251>
2. Environmental Modelling & Software. Multicriteria algorithms for ecological decision support. 2024. Environmental Modelling & Software. Vol. 170, Article 106084. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2023.106084>
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Urban Forests: A Global Perspective. FAO, Rome, 2023. 210 p.
4. Forestry Commission. The Urban Tree Manual. 2nd ed. UK Forestry Commission, London, 2022. 120 p.
5. Effectiveness of AI-based recommendation systems in municipal greening. 2023. Urban Forestry & Urban Greening. Vol. 84, Article 127215. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.127215>
6. Shimada G., Johnston M. 2015. Planting ‘Post-Conflict’ Landscapes: Urban Trees in Peacebuilding and Reconstruction. Urban Forestry & Urban Greening. Vol. 14(4), 1000–1010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.10.012>
7. United Nations Environment Programme. Environmental Consequences of the War in Ukraine. UNEP Report, 2022. 78 p.
8. Urban trees and cooling effects: Meta-analysis. 2023. Nature Climate Change. Vol. 13(4), 350–362. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01612-1>

УДК 004.932

К.Г. Голубко, д.т.н. Я.В. Литвиненко

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБКА ДЕСКТОПНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ДЕТЕКЦІЇ МІМІЧНИХ НАПРУЖЕНЬ НА ОСНОВІ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

К.Н. Holubko, Dr. Tech. Sci. Y.V. Lytvynenko

DEVELOPMENT OF A DESKTOP SYSTEM FOR DETECTING FACIAL MUSCLE TENSION BASED ON COMPUTER VISION

Персональні цифрові помічники дедалі частіше інтегрують технології комп'ютерного зору для моніторингу станів користувача, включно з мікро виразами обличчя, які можуть впливати на фізичне та емоційне самопочуття. Мимовільне нахмурення є одним із таких проявів, що пов'язаний із підвищеним м'язовим

напруженням, головним болем та формуванням глибоких мімічних зморшок. Це створює потребу у розробці локальних інтелектуальних систем, здатних у реальному часі детектувати мімічні патерни та формувати корисний зворотний зв'язок для користувача.

Метою роботи є створення настільної системи, що використовує методи комп'ютерного зору та «легкі» моделі об'єктної детекції для автоматичного виявлення нахмурення на основі відеопотоку вебкамери, формування миттєвих сповіщень та накопичення статистики мімічної активності.

Архітектура системи включає:

1. Модуль захоплення зображення з веб камери з періодом 2 секунди а також обробки результатів роботи модуля комп'ютерного зору і прийняття рішення про сповіщення на основі впевненості моделі і визначених користувачем порогам чутливості;
2. Модуль комп'ютерного зору, побудований на моделі об'єктної детекції;
3. Підсистему зберігання даних (SQLite) для побудови щоденної та тижневої статистики;
4. Десктопний UI (FastAPI + PyWebView), що забезпечує керування детекцією та перегляд статистики.

Подія «нахмурення» фіксується за таких умов:

- модель визначає класи *frown*, *forehead line* із певною впевненістю p ,
- користувач у графічному інтерфейсі задає поріг чутливості T ,
- система порівнює значення впевненості по кожному з класів з відповідними порогоми і якщо хоч один клас досягає або перевищує поріг то надсилається сповіщення:

$$p \geq T$$

Таким чином, система не лише реагує на значення, видані моделлю, а й адаптується до індивідуальних потреб користувача, дозволяючи зробити детекцію більш суворою або м'якою.

Проведене тестування продемонструвало стабільність інференсу та коректність роботи моделі в умовах неоднорідного освітлення, різних ракурсів та природних мімічних варіацій. Система формує достовірні статистичні показники частоти нахмурення, а повністю локальна обробка зображень забезпечує конфіденційність даних користувача без передачі їх у хмарні сервіси.

Розроблено та досліджено настільну систему, що застосовує методи комп'ютерного зору для детекції мімічних напружень у реальному часі. Отримані результати підтверджують ефективність моделей комп'ютерного зору, а зокрема об'єктної детекції на основі зображень для персональних систем моніторингу та їхню перспективність у формуванні здорових поведінкових звичок. Подальший розвиток системи може включати розширення набору детектованих мімічних патернів та рухів тіла як наприклад підняття плечей.