

УДК 062-768

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ВІДБОРУ МАКСИМАЛЬНОЇ ПОТУЖНОСТІ ФЕС В УМОВАХ ДИНАМІЧНОЇ ХМАРНОСТІ

Колларов О. Ю. – к. т. н., доц. зав. каф. ЕлІн, kollarov@gmail.com

Остренко Д. О. – аспірант каф. ЕлІн, dmytro.ostrenko@gmail.com

Донецький національний технічний університет

Актуальність теми. В сучасних умовах активного впровадження відновлюваних джерел енергії важливим завданням є підвищення ефективності використання сонячної енергії. Зокрема, при експлуатації ФЕС) із системами відстеження сонця виникає проблема хибної орієнтації панелей у напрямку яскравих, але неефективних джерел світла — наприклад, крізь хмари чи розсіяне світло. Таке явище особливо поширене в умовах динамічної хмарності, що призводить до зниження продуктивності. Традиційні методи орієнтації не враховують фактичну потужність випромінювання від кожної ділянки небосхилу. Актуальним стає створення інтелектуальних систем, здатних аналізувати зображення в реальному часі та приймати рішення, щодо оптимального положення панелей для максимального відбору енергії.

Мета роботи полягає у створенні системи із використанням штучної нейронної мережі (ШНМ), яка дозволяє визначати найперспективніші ділянки небосхилу для орієнтації фотоелектричних панелей на основі зображень з камери та супутніх метеоданих.

Серед завдань дослідження можна виділити наступне:

- аналіз сучасних підходів до трекінгу у ФЕС, за умов хмарності;
- формування бази зображень небосхилу з маркуванням ефективності сонячного випромінювання;
- створення програмного забезпечення (із ШНМ) для обробки зображень, здійснення прогнозування та видачі рекомендацій щодо орієнтації панелей;
- розробка алгоритму реакції системи у разі відсутності ефективних ділянок або непередбачуваних змін у погоді [1].

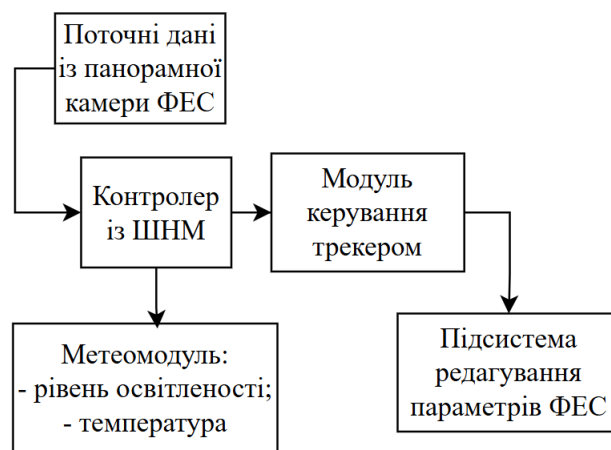


Рисунок 1 – Принципова схема роботи системи керування на основі ШНМ

Платформа: ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ. ЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ. ВІДНОВЛЮВАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Запропонована система (рис. 1) складається з таких основних компонентів:

- панорамна камера, розташована біля сонячних панелей, що фіксує поточний стан небосхилу у форматі зображення;
- контролер із ШНМ, що обробляє зображення та визначає ефективні ділянки для орієнтації панелей;
- модуль метеорологічних умов, який надає додаткові параметри (рівень освітленості, температура);
- модуль керування трекером, що виконує орієнтацію панелей згідно з результатами аналізу;
- підсистема реагування, яка в разі виявлення непридатних умов ініціює режим очікування або мінімального споживання енергії [2-3].

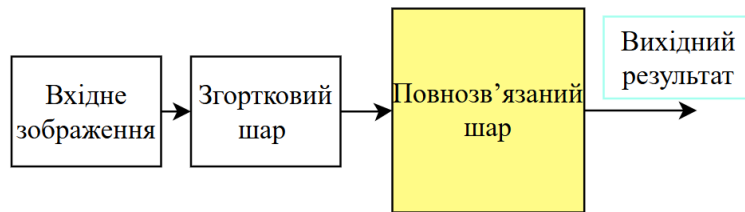


Рисунок 2 – Структурна схема ШНМ для класифікації ділянок небосхилу

ШНМ побудована на основі згорткової нейронної мережі з кількома шарами згортки, згортковими (pooling) і повнозв'язними (fully-connected) шарами.

ШНМ навчено на наборі даних із понад 10 000 зображень, кожне з яких містить інформацію про рівень освітлення та фактичну продуктивність панелей під час фіксації зображення. У якості джерел використано як відкриті датасети (SkyFinder, SWIMSEG) [1, 3], так й експериментальні дані з власного стенду.

Архітектура мережі включає такі параметри: оптимізатор: «Adam»; функція втрат типу «binary_crossentropy»; метрика виду – «accuracy»; кількість епох: 25; середній результат на валідаційній вибірці: 87–91 % точності [1, 2].

Висновок. У межах дослідження запропоновано інтелектуальну систему, здатну аналізувати й визначати ефективні напрямки для орієнтації фотоелектричних панелей. Отримані результати можуть бути використані для подальшої інтеграції в системи трекінгу, особливо в умовах часткової або динамічної хмарності.

Л і т е р а т у р а

1. Workman S., Jacobs N., Bessinger Z., 2016. «Sky Segmentation in the Wild: An Empirical Study». In: IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision.
2. D. Makwana, S. Nag, O. Susladkar, G. Deshmukh, S. C. Teja, S. Mittal, and C. C. Mohan, «ACNet: an attention and clustering-based cloud segmentation network» Journal of Electronic Imaging, vol. 31, no. 4, pp. 865–875, Jul. 2022.
3. Q. Song, Z. Cui, and P. Liu, "An efficient solution for semantic segmentation of three ground-based cloud datasets," Earth and Space Science, vol. 7, no. 4, Apr. 2020.