

<https://doi.org/10.31891/2219-9365-2022-72-4-14>

УДК 621.315

Наталя МОРКУН

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-1261-1170>

Денис ХОМА

Хмельницький національний університет

МЕТОД АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПОЛОЖЕННЯМ СОНЧНОЇ ПАНЕЛІ

В роботі наведено процес розробки методу автоматичного керування положенням сонячної панелі, встановлено основні вимоги до системи побудованої на основі даного методу та проведено експеримент з перевірки роботи методу. Запропонований метод автоматичного керування побудований на основі пошуку сонця на зображенні неба, отриманого за допомогою спеціальної камери і обробленого методами машинного зору бібліотеки OpenCV.

Ключові слова: сонячна панель, метод автоматизованого керування положенням, точка максимального освітлення.

Natalia MORKUN, Denis KHOMA

Khmelnytskyi national university

METHOD OF AUTOMATIC CONTROL OF THE POSITION OF THE SOLAR PANEL

The work describes the process of developing a method of automatic control of the position of a solar panel, establishes the basic requirements for a system built on the basis of this method, and conducts an experiment to verify the operation of the method. The proposed automatic control method is built on the basis of finding the sun on the image of the sky, obtained with the help of a special camera and processed by the methods of machine vision of the OpenCV library.

Keywords: solar panel, method of automated position control, point of maximum illumination.

Постановка проблеми у загальному вигляді

та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Для досягнення максимальної ефективності генерації СЕС сонячні панелі потрібно точно орієнтувати на сонце. В цьому випадку призначенням трекера є приблизити кут падіння сонячних променів до значення в 90%. Орієнтація сонячних панелей змінюється або за допомогою ручного приводу або з допомогою спеціальних пристроїв – актуаторів.

Системи управління сонячним трекером бувають трьох видів:

1. Активна. Орієнтація сонячної панелі відбувається за допомогою активного сенсора. При порівнянні зі статичними системами приріст потужності до 50%.
2. Пасивна. Переорієнтація ФЕМ відбувається по сонячному календарю, при цьому ефективність збільшується на 40% при порівнянні зі статичною системою.
3. Комбінована. Система застосовується для підвищення надійності. У звичайному режимі система працює по активній системі, а у випадку проблем з визначенням інтенсивності сонячних променів переходить на пасивну. Якщо сила вітру перевищує максимальну можливу то система переводить сонячні панелі в режим флюгера.

Також одним із рішень для підвищення ефективності сонячних панелей, без застосування механізації, є зміна кута орієнтації сонячних панелей за допомогою ручної праці. Зазвичай при використанні такого методу сонячні панелі розташовуються в напрямку північ – південь. В такій системі зміна положення сонячних панелей відбувається від мінімального 2 рази в рік (зима/літо) до максимального 4 рази (зима/весна/літо/осінь). Теоретично такий спосіб заслуговує на життя, оскільки розрахунки показують збільшення ефективності сонячної генерації СЕС на 4-5%.

Сонячну систему можна назвати ефективною, коли вона в стані спостерігати за положенням сонця, вертати трекер у вихідне положення при заході сонця, коректно працювати в умовах підвищеної хмарності [1].

Метод автоматичного керування положенням сонячної панелі

Метод автоматичного керування положенням сонячної панелі з використанням фотозйомки, побудований на використанні алгоритмів машинного зору.

Машинний зір – це науковий напрямок в області штучного інтелекту та пов'язані з ним технології аналізу зображень об'єктів реального світу, їх обробки і використання отриманих даних для вирішення різного роду прикладних задач без повної або за часткової участі людини. Деякі алгоритми машинного зору були розроблені для імітування зорового сприйняття людини, проте більша кількість унікальних методів були створені для обробки зображень і визначення відповідних їх властивостей[2].

Обробка зображень – це головна функція комп’ютерного зору. Категорії обробки зображень поділяються в залежності від призначення та структури. Багато операцій з обробки зображень призначені тільки для підвищення якості зображень, проте більшість операцій спрямована на здобуття інформації із зображення для подальшої обробки пристроями автоматики. Окремі функції обробки можуть створювати неграфічні форми із отриманих зображень інші здатні генерувати нові зображення.

Програмування систем машинного зору можна проводити використовуючи велику кількість мов програмування, хоча найпопулярнішою мовою програмування для таких цілей є Python. Переваги використання мови Python для машинного зору полягають в ефективному підході мови для використання об’єктно-орієнтованого програмування та просту та ефективну структуру даних.

Серед великої кількості бібліотек машинного зору загального призначення найбільш доцільними в освітньому процесі є застосування автономних бібліотек типу OpenCV, спільними рисами яких є вільні ліцензії та можливість використання Python для швидкого прототипування та нейронних мереж для розпізнавання.

OpenCV (англ. Open Source Computer Vision Library, бібліотека комп’ютерного зору з відкритим кодом) — бібліотека алгоритмів комп’ютерного зору, обробки зображень та чисельних алгоритмів загального призначення з відкритим кодом[3]

Метод автоматичного керування положенням ґрунтується на знаходженні освітленості на зображенні необхідне для визначення положення сонця на зображенні. Оскільки сонце це дуже яскравий об’єкт при наведенні на нього об’єктиву камери, деякі області зображення будуть засвічені, саме ці області будуть мати найбільшу яскравість і відповідатимуть положенню сонця.

Обробка зображень для розроблюваного методу, з допомогою бібліотек машинного зору містить наступні етапи:

1 *Отримання зображення*, в даному випадку буде відбуватись шляхом зйомки, через підключену відеокамеру.

2 *Зниження кольорових просторів зображення*, відбудеться шляхом переведення зображення в чорно-білий формат. В цьому випадку зображення що має три кольорові канали трансформується в зображення з одним каналом.

3 *Фільтрація від шуму*. Зазвичай для обробки зображення його спочатку треба знешумити.

4 *Перетворення зображення із звичайного в бінарний тип*. Метод перетворення коли кожний піксель зображення має всього одне значення: 1 білий колір, 0 чорний колір. Перетворення відбувається на основі певного порогу освітлення, що вказується користувачем.

5 *Пошук найсвітлішої області зображення*. Пошук відбувається шляхом перебору всіх пікселів зображення і визначення значення. Коли область визначена, дані з координатами області передаються на пристрій формування сигналів для повороту сонячної панелі.

Для перевірки методу роботи було написано програму для знаходження положення сонця на небосхилі та проведено дослід з визначення роботоздатності системи.

Для цього на вхід програми було подано зображення сонячного неба. Результати роботи методу відслідковування об’єкта на рисунку 1 та 2.

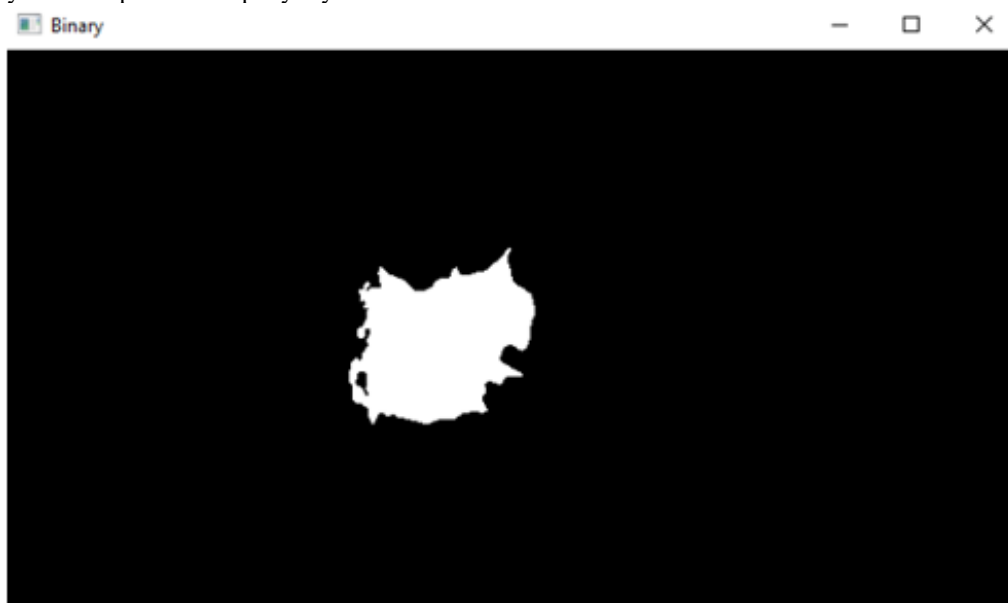


Рис. 1. Результат обробки зображення



Рис. 2. Результат роботи методу

По результату отриманому на рисунку 2, бачимо що метод вірно знайшов положення сонця на небі.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

Розроблений метод автоматичного керування позицією сонячної панелі має на меті покращення способу знаходження сонця на небосхилі. За результатами проведеної роботи розроблено метод що дозволяє за допомогою камери відслідковувати положення сонця на небі та керувати положенням сонячних панелей відносно сонця. Проведено перевірку методу, і доведено його роботоздатність для виконання необхідних завдань.

References

1. Hafez A., Shazly J., Eteiba M. Comparative evaluation of optimal energy efficiency designs for solar tracking systems // Proc. Third Intentional Conf. Adv. Appl. Sci. Environ. Eng. 2015. P. 134–141.
2. MODERN DIRECTIONS OF SCIENTIFIC RESEARCH DEVELOPMENT Proceedings of XIII International Scientific and Practical Conference Chicago, USA 15-17 June 2022 Chicago, USA 2022 3 UDC 001.1 The 13 th
3. OpenCV [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.wikiwand.com/uk/OpenCV>
4. Adrian Kaehler; Gary Bradski (14 December 2016). Learning OpenCV 3: Computer Vision in C++ with the OpenCV Library. O'Reilly Media. pp. 26ff. ISBN 978-1-4919-3800-3.
5. Trupke, T. and P. Würfel, "Fundamental Limits of Solar Energy Conversion". Photovoltaic Modeling Handbook, (2018): p. 7.
6. C. Sungur. Multi-axes sun-tracking system with PLC control for photovoltaic panels in Turkey. Renewable Energy 2009. vol. 34, pp. 1119- 1125.
7. Ramli, M. A., Twaha, S., Ishaque, K., and Al-Turki, Y. A., "A review on maximum power point tracking for photovoltaic systems with and without shading conditions". Renewable and Sustainable Energy Reviews, (2017). 67: p. 144-159.
8. C. Alexandru, and C. Pozna, (2010). Simulation of a dual-axis solar tracker for improving the performance of a photovoltaic panel. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part A, Journal Power Energy, 224(6), pp. 797–811.