



РОЗРОБКА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО МЕТОДУ УЗГОДЖЕНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ З АНАЛІТИЧНИМ ПРОФІЛЕМ РОЗМИТОГО ЦИФРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ

Трунова Т.О., аспірант, кафедра СТ, ХНУРЕ

Проблема астероїдно-кометної загрози є однією з головних причин для застосування сучасних методів астрометрії та фотометрії [1] у автоматичній обробці результатів астероїдних оглядів. Накопичення архівних великих обсягів даних, астрономічні каталоги та віртуальні обсерваторії дозволяють збирати, отримувати та аналізувати історично накопичені дані та вимірювання досліджуваних небесних об'єктів Сонячної системи [2].

Умови зйомки суттєво впливають на вигляд того чи іншого об'єкта на кадрах, зроблених приладом із зарядовим зв'язком (ПЗЗ). Такими умовами зйомки є наступні: режим ведення телескопа, бічний вітер та загалом погода, механічна несправність добового ведення та інші. При невизначених умовах зйомки зображення окремих об'єктів або навіть всього ПЗЗ-кадру загалом можуть бути розмитими. Ця обставина суттєво знижує показники якості виявлення досліджуваних об'єктів за допомогою відомих методів.

Тому актуальним є розробка обчислювального методу узгодженої фільтрації з аналітично заданим профілем розмитого цифрового зображення досліджуваних об'єктів на ПЗЗ-кадрах.

Змазаний кадр – це цифрове зображення, на якому об'єкти виглядають нечіткими або розмитими. Це може бути результатом різних факторів, які впливають на умови зйомки, таких як рух камери або об'єкту, нестабільність атмосферних умов, технічні несправності або інші чинники. Характеристикою змазаного кадру є в першу чергу синхронна змазаність всіх зображень об'єктів, як міра розмитості. Під синхронною змазаністю розуміється однакові напрямки та довжини розмитих зображень всіх об'єктів на ПЗЗ-кадрі. Змазані зображення досліджуваних об'єктів на ПЗЗ-кадрах впливають на якість та точність виконання різноманітних завдань обробки зображень та машинного зору. Зокрема, вони впливають на виявлення зображень об'єктів та оцінку їх параметрів [3], сегментацію зображення, пікселізацію зображення, розпізнавання об'єктів та їх класифікацію.

У загальному випадку виявлення зображень об'єктів у процесі обробки зображень та машинного зору базується на аналітичних або числових методах. Інші числові методи використовують перетворення Гафа, Радона або їх модифікації, однак вони не здатні виявляти зображення об'єкта з необхідною умовною ймовірністю правильного виявлення (УЙПВ) в умовах змазаного зображення.

На практиці було виявлено, що найкращу ефективність щодо умовної ймовірності правильного виявлення при фіксованій умовній ймовірності помилкового виявлення демонструє узгоджений фільтр. Це лінійний фільтр, який мінімізує співвідношення сигнал/шум (ССШ) і, отже, збільшує



ймовірність виявлення досліджуваних об'єктів на зображеннях, в яких вбудований випадковий адитивний шум з нормальним розподілом Гауса. Узгоджена фільтрація дозволяє виділяти об'єкти з зображенням типової форми на тлі шуму. Типові форми об'єктів з розмитим цифровим зображенням на ПЗС-кадрах, а також їхній профіль, можуть бути задані аналітично.

Аналітичний опис профілю є ключовим елементом у використанні математичних методів для аналізу, обробки та розпізнавання об'єктів на зображеннях. Цей опис дозволяє точно визначити характеристики зображення, такі як границі об'єктів, їх форму, розміри та інші важливі параметри. Використання аналітичного профілю робить можливим застосування різноманітних математичних алгоритмів, таких як фільтрація, сегментація та класифікація, для отримання додаткової інформації з зображень. Такий підхід є необхідним у випадках, де візуальна інформація потребує детального аналізу та інтерпретації.

В якості вихідних даних обирається розмитий цифровий кадр A_{in} розміром $N_{CCD_x} \times N_{CCD_y}$. Зображення будь-якого, наприклад, j -го, об'єкта дійсно присутнє на кадрі і знаходиться в області внутрішньокадрової обробки (ОВКО). При цьому ОВКО представляє собою множину Ω_{Obj} пікселів, в яких передбачається наявність розмитого зображення j -го об'єкта. Кількість пікселів, що належать ОВКО, вважається рівним N_{IPsj} .

У змазаних зображеннях об'єктів, особливо при тривалому експонуванні, можна спостерігати форму хвилі, яка витягнута вздовж напрямку їх видимого руху. Зображення таких об'єктів можна уявити як сукупність гаусіан. Згідно з використовуваною моделлю, центри гаусіан лежать на одній прямій, яка проходить через точку центру фіксації змазаного зображення j -го об'єкта з координатами $x_{\tau j}(\Theta_{\tau j}^{over})$ та $y_{\tau j}(\Theta_{\tau j}^{over})$ під кутом ϖ_j до вісі абсцис у системі координат цифрового кадру.

Отже, для розробки обчислювального методу узгодженої фільтрації розмитого цифрового зображення був запропонований аналітичний вибір типової форми зображення.

Список літератури

1. Savnevych, V.E., Khlamov, S.V., Akhmetov, V.S., Briukhovetskyi, A.B., Vlasenko, V.P., Dikov, E.N., et al. (2022). CoLiTecVS software for the automated reduction of photometric observations in CCD-frames. *Astronomy and Computing*, 40, 100605. doi: 10.1016/j.ascom.2022.100605.
2. Khlamov, S., & Savnevych, V. (2020). Big astronomical datasets and discovery of new celestial bodies in the Solar System in automated mode by the CoLiTec software. У *Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation*, 1st Edition, Chapter 18, *Astrogeoinformatics*. Elsevier, 331-345. doi: 10.1016/B978-0-12-819154-5.00030-8.
3. Mykhailova, L., Savnevych, V., Sokovikova, N., Bezkrivniy, M., Khlamov, S., & Pogorelov, A. (2014). Method of maximum likelihood estimation of compact group objects location on CCD-frame. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(4), 16-22. doi: 10.15587/1729-4061.2014.28028