

УДК 621.38:004.93

ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ЗАСВІТЛЕННЯ МАТРИЦІ ТЕПЛОВІЗОРА МЕТОДАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

Шлома О.К., Шостко І.С.

e-mail: oleksandr.shloma@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. ІКІ ім. В.В. Поповського
м. Харків, Україна

This work is devoted to solving the problem of thermal imager lens overexposure in challenging conditions for computer vision tasks. The causes of image degradation are analyzed, and modern approaches based on image processing and machine learning are considered. The proposed methods improve the robustness and accuracy of computer vision systems operating under extreme conditions.

З кожним роком системи комп'ютерного зору набувають дедалі ширшого застосування у задачах, що виконуються в умовах обмеженої видимості. У таких ситуаціях традиційні оптичні сенсори виявляються малоефективними, що зумовлює активне використання тепловізійних камер. Вони дозволяють формувати зображення на основі теплового випромінювання об'єктів і забезпечують працездатність систем у темряві, за наявності диму або складних погодних умов. Разом із тим, тепловізійні системи мають низку специфічних недоліків, серед яких однією з найбільш критичних є проблема засвітлення об'єктива.

Засвітлення виникає внаслідок впливу інтенсивних джерел теплового випромінювання або різких температурних контрастів у сцені. Це призводить до насичення окремих ділянок матриці сенсора, втрати інформативності зображення та появи артефактів. У результаті значно знижується якість вхідних даних, що безпосередньо впливає на ефективність алгоритмів комп'ютерного зору, зокрема детекції, сегментації та класифікації об'єктів. У критичних застосуваннях, таких як автономні системи чи військові комплекси, це може призводити до суттєвих помилок у прийнятті рішень.

Для зменшення негативного впливу засвітлення застосовуються підходи, що поєднують класичні методи обробки зображень та сучасні алгоритми машинного навчання. Класичні методи базуються на аналізі статистичних характеристик зображення, зокрема розподілу інтенсивностей та локального контрасту. Одним із базових підходів є вирівнювання гістограми, яке дозволяє перерозподілити значення яскравості та підвищити контрастність зображення. Більш ефективним у складних умовах є адаптивне вирівнювання гістограми з обмеженням контрасту, що забезпечує покращення локальної структури зображення без суттєвого підсилення шумів.

Додатково застосовується гамма-корекція, яка дозволяє нелінійно змінювати розподіл яскравості, покращуючи видимість деталей у темних і

пересвічених ділянках. Для виявлення засвічених областей використовується порогова обробка, що дозволяє виділити пікселі з насиченими значеннями інтенсивності. Подальше уточнення таких областей здійснюється за допомогою морфологічних операцій, які дозволяють усунути шум і покращити структуру масок. Важливим етапом є відновлення пошкоджених ділянок, що реалізується за допомогою методів інпейнтингу, які реконструюють зображення на основі інформації з сусідніх областей.

Ефективність запропонованих підходів підтверджується покращенням якості термозображень та зростанням точності роботи алгоритмів комп'ютерного зору. Зокрема, зменшується вплив пересвічених ділянок, підвищується контрастність об'єктів і забезпечується більш стабільна робота систем у реальному часі. Приклад впливу засвітлення наведено на рисунку 1.



Рисунок 1 – Приклад засвітлення матриці

Поряд із класичними підходами дедалі більшого значення набувають методи машинного навчання, здатні враховувати складні просторові та контекстні залежності. Зокрема, згорткові нейронні мережі ефективно застосовуються для задач покращення якості зображення та відновлення втрачених даних. Автоенкодери дозволяють виконувати реконструкцію зображень і зменшення шумів, тоді як генеративно-змагальні мережі здатні відновлювати навіть значно пошкоджені ділянки, формуючи правдоподібну структуру зображення. Використання таких підходів дозволяє адаптувати систему до змінних умов середовища та підвищити її стійкість до екстремальних впливів.

Проблема засвітлення об'єктива тепловізора суттєво впливає на якість роботи систем комп'ютерного зору в складних умовах експлуатації. Поєднання класичних алгоритмів обробки зображень із методами машинного навчання дозволяє ефективно виявляти та компенсувати пересвічені області, що забезпечує підвищення точності та надійності таких систем. Запропоновані підходи можуть бути використані в широкому спектрі застосувань, включаючи автономні системи, безпілотні платформи та системи безпеки.

Список використаних джерел:

1. Gonzalez R. C., Woods R. E. Digital Image Processing. Pearson, 2018.
2. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications. Springer, 2022.
3. OpenCV Documentation : вебсайт. URL: <https://opencv.org/> (дата звернення: 18.03.2026).