

УДК 621.384.3

О.В. Дерев'янка, студент гр. МНПм-18-1

Харківський національний університет радіоелектроніки

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИЯВЛЕННЯ СИГНАЛІВ В ТЕПЛОВІЗІЙНИХ СИСТЕМАХ

Анотація. В роботі обговорюються принципи аналізу вихідного масиву даних тепловізійної системи. Спираючись на стохастичний характер корисних та помилкових сигналів, алгоритми обробки засновані на теорії статистичних рішень. Розглядаються різноманітні принципи побудови тепловізійних систем (системні рішення, елементи, датчики). Проведено розрахунки характеристик виявлення корисних сигналів. Запропонований алгоритм дозволив фіксувати розподіл температур об'єктів. У разі змін характеристик сцени, формувати необхідний сигнал вмикання тривоги. Запропонована тепловізійна система завдяки розробленому методу забезпечує безконтактний спосіб виявлення змін положення чи зникнення окремих об'єктів з обраними характеристиками виявлення.

Ключові слова: Алгоритм, обробка сигналів, тепловізійна система, характеристики виявлення.

ВСТУП

На сьогодні існує велике розмаїття пристроїв для перетворення світлової енергії та сигналів на електричні, від найпростіших фоторезисторів, фотодіодів та фототранзисторів до більш складних фоточутливих пристроїв, наприклад, телевізійних та тепловізійних систем. Телевізійні та тепловізійні системи мають можливість реєструвати та виявляти електромагнітне випромінювання від окремих об'єктів, яке обумовлене різноманітним рівнем температур [1]. І з розвитком технологій передачі інформації за допомогою світлових сигналів постає необхідність у покращенні властивостей фотоприймачів та їх статистичних характеристик для прийому даних на фоні постійного фонових шуму. З великим стрибком комп'ютерних технологій заявилося чимало методів програмної обробки сигналів задля покращення якості отриманих даних, при цьому може відбуватися нагромадження різних розрахунків та перетворень, що можуть суттєво вплинути на початковий сигнал. При цьому рішення, що можуть істотно вплинути на фізику самого процесу для його покращення набагато менше, але при ретельному їх дослідженні є можливість суттєво підвищити якість вихідних сигналів.

Метою роботи є розробка оптимальних алгоритмів обробки інформації, отриманої за допомогою тепловізійної системи на основі міжкадрової обробки сигналів.

Об'єкт дослідження – статистичні характеристики вихідних сигналів тепловізійних систем.

Методи дослідження: теоретичні методи – основні положення корпускулярної теорії світла, теорії імовірності, теорії побудови оптико-електронних систем; експериментальні методи – методи оптимального планування експерименту та основні положення теорії прийняття рішень.

ОГЛЯД ПОПЕРЕДНІХ РОБІТ

Принцип дії тепловізора заснований на сприйнятті матрицею приладу теплового випромінювання від об'єктів в діапазоні 3-14 мкм. Тепловізор здатний "бачити" вночі теплове випромінювання від об'єктів і тим самим формувати чітку картину подій, що відбуваються. ІК-пасивні, або оптико-електронні

датчики, відносяться до класу детекторів руху і реагують на теплове випромінювання людини що рухається. Принцип дії цих датчиків заснований на реєстрації зміни в часі різниці між інтенсивністю ІЧ випромінювання від людини і фонового теплового випромінювання, представлено на рис. 1 [2-6].

ІК-пасивні датчики складаються з трьох основних елементів:

- оптичної системи, що формує діаграму спрямованості датчика і визначає форму та вид просторової зони чутливості;
- приймача, що реєструє теплове випромінювання;
- блоку обробки сигналів приймача, що виділяє сигнали, обумовлені рухомим об'єктом, на тлі перешкод природного та штучного походження.

Алгоритми обробки сигналів в тепловізійних системах засновано на аналізі відгуків чутливих елементів тепловізійної системи, які реагують на зміну потоку інфрачервоного випромінювання, зміною амплітуди сигналу [7].

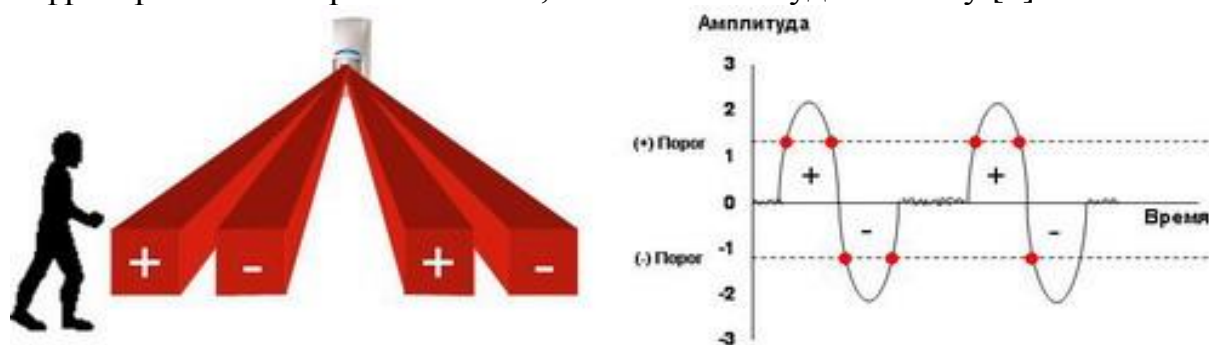


Рисунок 1. Метод рахунку імпульсів

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Розроблений алгоритм міжкадрової обробки сигналів полягає у формуванні міжкадрового різницевого сигналу, в якому зосереджена вся інформація про зміни, що відбуваються в зображенні, відповідні всім об'єктам кадру і деталям фону що знаходяться в кадрі. Проводиться аналіз вихідного масиву даних тепловізійної системи. Спираючись на стохастичний характер корисних та помилкових сигналів, розроблено алгоритм обробки сигналів, який засновано на теорії статистичних рішень. Визначаються статистичні характеристики температур по кадру [8]. Розраховуються зміни які відбуваються в кадрах, віднімаючи різниці СКВ у пари кадрів в певний момент часу та СКВ наступних двох пар кадрів з потоку даних. Якщо аналіз не виявив перевищень порогового значення, алгоритм циклічно повторює процедуру до моменту перевищення порогового значення (рис.2).

Після розрахунку різниці середніх значень і середньоквадратичних відхилень розподілу температур двох кадрів, можемо розрахувати зміни що відбуваються між кадрами, та встановити порогове значення U_n за допомогою функції Гауса (1):

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \times e^{\frac{-(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} = U_n. \quad (1)$$

Для виявлення порога спрацьовування оброблюються статистичні характеристики різницевого каналу, що підпорядковуються законам розподілу Гауса. Поріг хибного спрацьовування необхідно встановлювати при рівні сигналу $U_n \leq 10^{-3}$ в ситуації спокою. Розрахунки представлені на рис. 4.

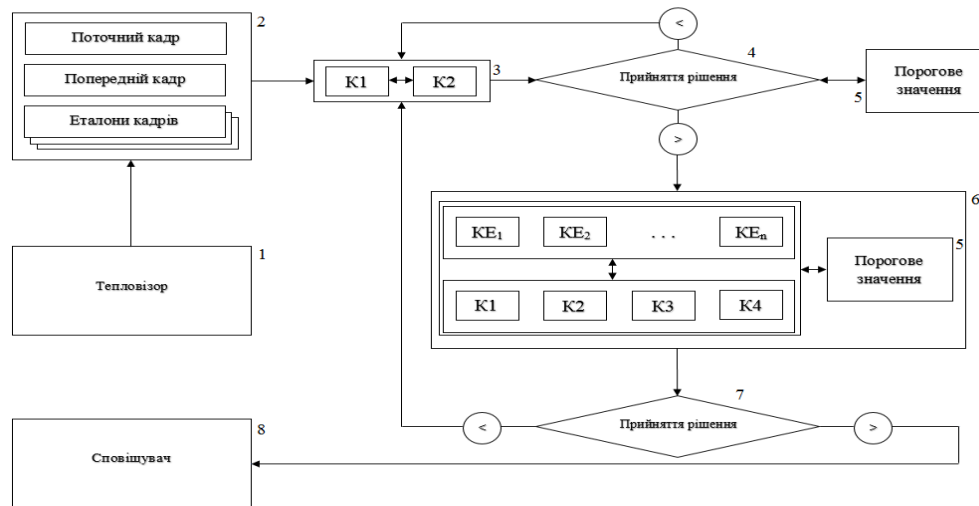


Рисунок 2. Принцип роботи приладу на базі розробленого алгоритму

За допомогою тепловізора FLIR C2 були отримані кадри, колірне відображення яких надалі перетворено в числові масиви для обробки.

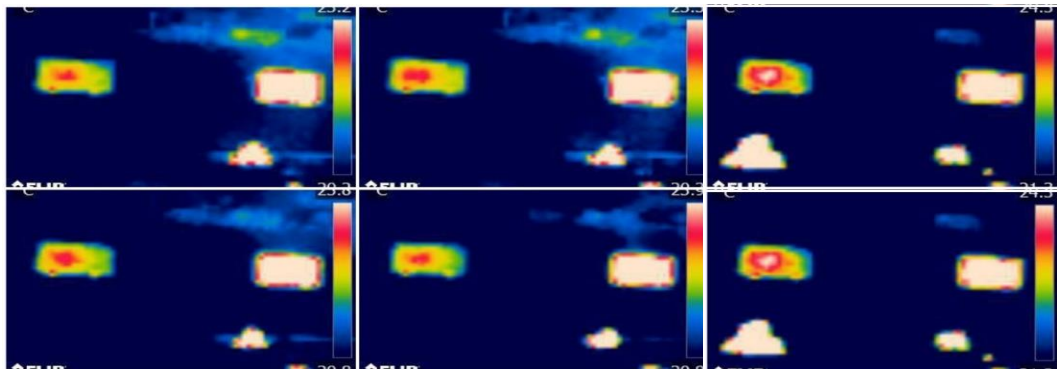


Рисунок 3. Отримані зображення в ході експерименту

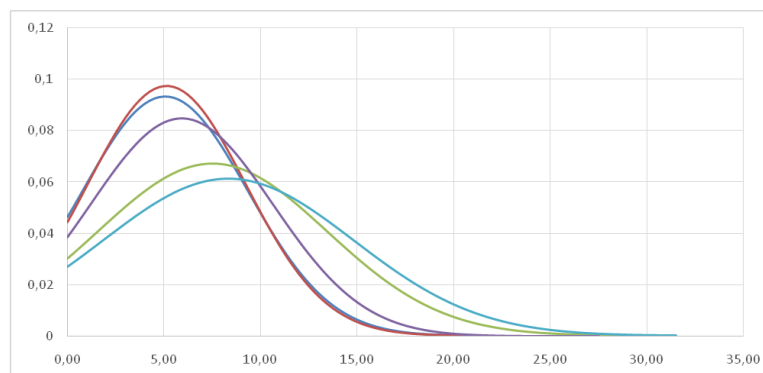


Рисунок 4. Співвідношення 3 сигналів спокою, помилкового сигналу, та сигналу тривоги

ВИСНОВКИ

Запропонований алгоритм дозволив фіксувати розподіл температур об'єктів. У разі змін характеристик сцени, формувати необхідний сигнал

наступним чином. В разі невідповідності кадрів, які обробляються, алгоритм запускає порівняння кадрів з шаблонами, після чого в разі розбіжності сигналу кадру що поступає з тепловізійної системи та сигналу який встановлено відповідно шаблону формувати сигнал вмикання тривоги.

Запропонована тепловізійна система завдяки розробленому методу забезпечує безконтактний спосіб виявлення змін положення чи зникнення окремих об'єктів з обраними характеристиками виявлення.

Головними перевагами наведеного методу розпізнавання є його відносно проста реалізація, можливість використовувати просторові сигнали, представлені у вигляді цифрових матриць.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] В. Г. Колобродов, та М. І. Лихоліт, Проектування тепловізійних і телевізійних систем спостереження: Київ, Україна: НТУУ «КПІ», 2007.
- [2] В. В. Тарасов, И. П. Торшина, и Ю. Г. Якушенков, Современные проблемы оптоэлектроники. Москва, Россия: МИИГАиК, 2014.
- [3] В. А. Балоев, С. С. Мишанин, В. А. Овсянников, В. Л. Филипов, С. Е. Якубсон, и В. С. Яцык «Анализ путей повышения эффективности наземных оптико-электронных комплексов наблюдения», Оптический журнал, т. 79, № 3, С. 22-32, 2012.
- [4] В. С. Титов, и М. И. Труфанов, «Направления развития методов, алгоритмов и аппаратных средств повышения качества изображений оптико-электронных систем», Изв. Вузов. Приборостроение, т. 56, № 6 (140), с. 7-1, 2013.
- [5] Г. М. Мосягин, В. Б. Немтинов, и Е. Н. Лебедев, Теория оптико-электронных систем. Москва: Машиностроение, 1990.
- [6] Никитин Р.В. Метод и алгоритмы стилизации изображения в системах охранного телевидения/ Р.В. Никитин // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Сер. Радиоэлектроника. – 2006. — Вып. 5 – С.42-48
- [7] Бараночников М. Л. Приемники и детекторы излучений. Справочник. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 640 с., табл. 415, ил. 1326.
- [8] Т.О. Стрілкова, «Розвиток стохастико-детермінованої теорії прийому та обробки сигналів в оптико-електронних системах», дис. докт.техн.наук, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, 2017.

Наук. керівник – д.т.н., проф. Стрілкова Т.О.