

УДК 681.7(2)

Д.В. Корнєв, студент гр. ПО-71
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ІНФРАЧЕРВОНІЙ ВІДЕОПОЛЯРИМЕТР

Анотація. В даній статті розглянуті основні варіанти схем побудови інфрачервоних відеополяриметрів, проаналізовані їх переваги та недоліки, а також обрана найкраща схема для реалізації в межах університету на даний момент часу та можливі варіанти поліпшення схеми.

Ключові слова: інфрачервоний відеополяриметр, тепловізор, поляризатор.

ВСТУП

Поляриметричний тепловізор має великий потенціал у ряді сфер, завдяки здатності фіксувати стан поляризації інфрачервоного випромінювання. Головними сферами де може проявити свій потенціал ПТ є військова, медична, комерційна сфера. Головними перевагами є можливість побачити окремі, як правило рукотворні об'єкти на контрасті з оточуючим середовищем та можливість отримати фізичні параметри об'єкту, такі як форма або шорсткість [1]. А також можливість відсканувати об'єкти у 3D модель [2].

ЗАДАЧА

Мета цього дослідження проаналізувати можливі варіанти побудови інфрачервоних відеополяриметрів та вирішити який варіант є найкращим для реалізації в межах університету на даний момент часу і чому.

ІЧВ ТА ОСНОВНІ ВАРІАНТИ ПОБУДОВИ

Інфрачервоний відеополяриметр – прилад, призначений для реєстрації та вимірювання поляризації інфрачервоного (ІЧ) випромінювання з подальшою візуалізацією для користувача.

Є декілька основних варіантів побудови даного приладу:

1. Тепловізор з колесом поляризаційних фільтрів перед ним. Колесо обертається встановлюючи поляризатори під різним кутом.

2. Тепловізор на основі поляризаційної матриці, що містить матричний приймач випромінювання, кожен з пікселів якого містить по 4 субпіксели. Перед кожним субпікселем встановлено поляризаційний фільтр з орієнтацією осі поляризації, зміщеної на 45° [3].

3. Тепловізор з обертальним поляризаційною пластинкою/плівкою. Тепловізор перед яким стоїть поляризаційна пластинка/плівка, яку можна обертати для покращення результатів нагляду за середовищем [4].

4. 2 тепловізори які стоять під певними кутами до нанополяризатора. Нанополяризатор пропускає через себе одну орієнтацію хвилі, а другу відбиває у певному напрямку [5].

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ СХЕМ

Безсумнівно найгіршою є перша схема, адже із-за габаритів та малої швидкості налаштування, вона підходить лише для нагляду за статичним середовищем і не може коректно використовуватися хоча б у мало динамічному середовищі.

Друга схема має найбільшу з усіх швидкодію, проте на даний момент є занадто складною та дорогою у виготовленні при не найкращих характеристиках, таких як габарити або роздільної здатності зображення. Проте з розвитком цієї технології, може стати найкращим варіантом.

У третьої та четвертої схеми спільні переваги та недолік. Перевагою є простота схеми і можливість адаптуватися до будь-якого середовища. Недолік же складається у тому, що необхідний час на налаштування, це значить, що у середовищі з великою динамікою його зміни, більша частина інформації буде пропущена через необхідність переналаштування.

Четверта схема працює вдвічі швидше ніж третя система, проте ця схема є дуже дорогою у виготовленні, адже нанополяризатори виготовляє всього 2 компанії у світі.

ВИСНОВОК ПО СХЕМАМ

Враховуючи усі недоліки кожної схеми, я вважаю, що найбільш доцільно на даний момент часу обрати третю схему на обертальній поляризаційній пластинці/плівці, адже це найкращий варіант у розділі ціна-якість-ефективність та має декілька напрямків покращення.

ПОКРАЩЕННЯ СХЕМИ

Є 2 основні напрямки покращення схеми:

1. Створити систему динамічного налаштування, що буде автоматично наперед налаштовувати систему з передбаченням зміни динамічного середовища. Такі системи вже розробляються. Вони представляють із себе нейронну мережу, яка аналізує вхідний сигнал тепловізора і повертає поляризатор відповідно до ідеального зображення записуючи положення поляризатора та інші дані створюючи карту змін [6].

2. Додавання до схеми таких самих схем в яких положення поляризатора відрізняється від початкової схеми. Таким чином збільшується швидкість налаштування роботи схеми, так пара схем збільшить швидкість у 2 рази, а 4 схеми у 8 разів.

А також ці напрямки можна поєднати, що приблизить швидкість налаштування роботи ІЧ відеополяризатору майже до швидкості зміни середовища.

ВИСНОВКИ

На даний момент часу ми маємо деяку кількість варіантів побудови ІЧВ, кожен з яких використовується у певних галузях, проте кожен з них не ідеальний і потребує подальшого покращення. З усіх варіантів найкраще виділяється ІЧВ з обертальним поляризаційною пластинкою/плівкою, завдяки своїй простоті та можливості покращити себе. А також ІЧВ на основі поляризаційної матриці, як потенційно найкращий вибір у майбутньому, коли його виготовлення стане дешевшим, а загальні характеристики підвищаться.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Valentin G. Kolobrodov, Grygorij S. Tymchik, Volodymyr I. Mykytenko, Anatolii M. Kylivnyk, Ryszard Romaniuk, Piotr Kisała, Ainur Kozbakova, Bakhyt Yeraliyeva, «Technology of infrared radiation polarizer / Proceedings of SPIE V. 11456», Optical Fibers and Their Applications 2020; Bialowieza, Poland, 1145609 (2020).
- [2] Метод определения трехмерной формы объектов на основе поляризационных термограмм, Фесько Ю.А.
- [3] «Wavelength- or Polarization-Selective ThermalInfrared Detectors for Multi-Color or PolarimetricImaging Using Plasmonics and Metamaterials», Shinpei Ogawa and Masafumi Kimata.
- [4] «A polarimetric longwave infrared imager», Johan Eriksson, David Gustafsson and Niclas Wadströmer.
- [5] «Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики», В.С. Кирчанов
- [6] «Predicted NETD performance of a polarized infrared imaging sensor», Bradley Preece, Van A. Hodgkin, Roger Thompson, Kevin Leonard, Keith Krapels

Наук. керівник – д.т.н., проф. Микитенко В.І.