

УДК 621.384

*Р.А. Пашков, студент гр. ПО-81мп
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ЗОБРАЖЕНЬ В ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМАХ СПОСТЕРЕЖЕННЯ (НА ОСНОВІ КРИТЕРІЮ ТТР)

Анотація. Описується нова модель ефективності цілевпізнання, в якій використовується показник якості виконання задачі (ТТР). Як і його попередник, відомі критерії Джонсона, нова модель передбачає, що дальність спостереження пропорційна якості зображення. Тому передбачається простота реалізації. На додаток до загальної кращої точності методика ТТР може використовуватися для моделювання дискретизованих зображень, високочастотного посилення, небілого шуму та інших функцій сучасних зображень, які неможливо точно змодельовати за допомогою критеріїв Джонсона.

Ключові слова: ТТР, критерії Джонсона, одноканальні ОЕС, багатоканальні ОЕС.

ВСТУП

У зв'язку з технічним прогресом, вимоги до інженерних розробок постійно зростають. Для створення складних високоефективних оптико-електронних систем (ОЕС) необхідні нові методики, які дозволять реалізувати задумані алгоритми за останнім словом техніки, впровадити розробки до вітчизняної промисловості та вийти на міжнародний ринок.

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ

Перед розробниками сучасних іконічних оптико-електронних систем постає проблема складності забезпечення вихідного зображення високої якості. Однією із складових вирішення цієї проблеми є наявність точних методик оцінювання якості зображень [3]. Запропонована методика оцінювання якості, створена на основі критеріїв ТТР (Targeting Task Performance). При цьому вирішується проблема підвищення ефективності функціонування іконічних ОЕС, в яких формується зображення набагато кращої якості, тому розробка є актуальною [2].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- вивчення та аналіз методів підвищення ефективності іконічних ОЕС;
- обґрунтування найбільш доцільних напрямів підвищення ефективності іконічних ОЕС;
- вдосконалення показників якості ТТР для можливості оцінювання багатоканальних ОЕС;
- розробка нових методів розрахунку та узгодження блоків іконічних ОЕС на основі критеріїв якості ТТР.

ВИКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

До основних факторів, що впливають на якість зображення належать розмитість, шум, контраст зображення. Ці фактори повинні оброблятися та враховуватися розрахунковою моделлю. Розмитість пов'язана з дифракцією та аберацією об'єктива. Сумування світла з різних точок сцени призводить до розмиття деталей сцени. Сигнал пропорційний кількості фотоелектронів, а шум

пропорційний квадратному кореню від кількості фотоелектронів, тому при зменшенні фотоструму починає переважати шум. Контрастність погіршується атмосферою (при яскравому світлі - гірше деталі) [3, 4].

Найбільш розповсюдженим методом оцінювання зображень в ОЕС є визначення точки перетину кривої порогового контрасту аналізатора зображення (наприклад, зорової системи) і модуляційної передавальної функції ОЕС. Цей метод запропонував Джонсон. Основне припущення, що лежить в основі методології Джонсона, полягає в тому, що всі електрооптичні зображення однакові у певному широкому сенсі. Якість зображення може визначатися виключно граничною роздільною здатністю (fJ). Однак, методика Джонсона не може точно передбачити вплив шуму. Методика з використанням критерія ТТР точно прогнозує різні розмивання форми та розміру, контраст цілі, рівні шуму.

В цій методиці використовується лінійне інтегрування:

$$TTP = \sqrt{TTPH * TTPV}$$

$$TTPV = \int_{v_{y,low}}^{v_{y,cut}} \left[\frac{C_{TGT}}{CTFV_{sys}(v_y)} \right]^{\frac{1}{2}} dv_y$$

$$TTPH = \int_{v_{x,low}}^{v_{x,cut}} \left[\frac{C_{TGT}}{CTFH_{sys}(v_x)} \right]^{\frac{1}{2}} dv_x,$$

де $TTPV$ і $TTPH$ вертикальна і горизонтальна складова ефективності цілевпізнавання, C_{TGT} - видима цільова контрастність на датчику, $CTFV_{sys}(v_y)$ та $CTFH_{sys}(v_x)$ - вертикальна і горизонтальна складова функції контрастного порогу, TTP - ефективність цілевпізнавання [5].

Модель визначення дальності цілі створюється, припускаючи, що вона залежить від якості зображення. Тобто дальність спостереження пропорційна показнику ТТР. Зображення мають різні характеристики просторової роздільної здатності у горизонтальному та вертикальному розмірах. Найчастіше горизонтальна роздільна здатність набагато краще, ніж роздільна здатність по вертикалі. Тому значення ТТР розраховується окремо для кожного напрямку.

Залежно від умов сцени домінуючим чинником, що обмежує якість та безпосередньо впливає на значення показника ТТР, може бути розмиття, шум або контраст [6]. Погіршення зображення, викликані шумом і розмивом зображення, накладаються додатково до природних обмежень людського зору. Якби ОЕС була ідеальною - без розмиття від оптики, детектора або дисплея і відсутності шуму в процесі виявлення об'єкта, то якість сприйняття спостерігача все одно буде обмежена його оптичними властивостями, тобто оком. Якість зображення є наслідком притаманних людському баченню обмежень в поєднанні з розмиванням зображення та шумом. Обмеження людського зору залежать, в свою чергу, від яскравості та контрасту дисплея. Найбільш широко використовуваними показниками якості зображення є гострота зору та роздільна здатність. Гострота зору означає, що для перевірки зору використовуються

висококонтрастні (чорні на білому) букви або символи. Спостерігач, який читає найменші букви, має кращу гостроту зору. З датчиками тепловізора, термін роздільна здатність має те ж значення. Ці вимірювання з використанням висококонтрастних тест-об'єктів не дозволяють адекватно оцінити, наскільки добре людина може бачити неозброєним оком або через ОЕС [7].

Картинка складається з безлічі рівнів яскравості. Око підсумовує зображення, поєднуючи лінії та поверхні. Ці лінії та поверхні не мають особливої яскравості на всьому своєму діапазоні. Наприклад, фон безпосередньо позаду цілі може бути неоднорідним, але око бачить повний або частковий силует. Перспектива виходить від ліній, що сходяться, які можуть змінюватися як за різкістю, так і за яскравістю зі збільшенням діапазону. Незначні зміни відтінку або текстури можуть зробити додаткову підказку щодо відстані та орієнтації об'єкта і, можливо, вказати параметри характеристик поверхні. Гострий зір вимагає здатності розрізняти невеликі відмінності у відтінках сірого, а не тільки здатності розрізняти дрібні деталі, які мають хороший контраст.

Модель зображення повинна враховувати, як характеристики ОЕС, так і людський зір. В зображеннях розмиття, шум і контрастність обмежують здатність бачити деталі. Крім того, якщо дисплей не великий та яскравий, фізіологічні обмеження ока просто не можна ігнорувати. Зображення може здатися зернистим, якщо воно представлено при високій яскравості дисплея та взагалі не шумним, коли воно відображається при низькій яскравості дисплея. Це не означає, що зображення краще в якомусь кількісному сенсі, коли воно представлено при низькій яскравості дисплея; нездатність бачити означає, що шум викликає еквівалентну нездатність бачити контрастні градації всередині самого зображення [8].

Характеристики ОЕС самі по собі не забезпечують якості зображення. Швидше, характеристики апаратного забезпечення взаємодіють із людським зором, так, щоб визначити, наскільки добре сприймається картинка через ОЕС.

Розмитість і шум також впливають на спостереження. Як правило, якість зображення обмежена розмитістю або контрастністю при хороших умовах освітлення і шумом при поганій освітленості. Це пов'язано з тим, що в теоретичному вигляді сигнал до шуму пропорційний квадратному кореню фотоструму. По мірі зменшення освітленості фотострум зменшується, а шум стає більш домінуючим. Ще один фактор, важливий для визначення характеристик датчиків нічного бачення - це контраст дисплея, особливо коли яскравість дисплея менше фотопічної. Всі перелічені фактори можуть бути врахованими в моделі, що реалізується на основі наведеної вище формули для розрахунку ТТР.

ВИСНОВКИ

Грунтуючись на умовах методики ТТР, які орієнтовані на одноканальні системи, пропонується методика для використання в багатоканальних системах з можливістю комплексування. Запропонована методика дає можливість вибирати найкращий метод комплексування для даних умов функціонування ОЕС. Результати моделювань показують, що комплексування дає змогу в середньому на 10 % підвищити максимальну дальність дії ОЕС за хороших

погодних умов спостереження [9]. Це підтверджується суб'єктивними оцінками при спостереженнях у лабораторних умовах. У подальшому планується дослідити ефективність ОЕС із комплексуванням інформації за несприятливих погодних умов, таких як дощ, сніг, туман, а також за наявності димових перешкод.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Ефективність інфрачервоних оптико-електронних систем спостереження: монографія / В.Г. Колобродов, В.І. Микитенко, Є.Г. Балінський. – Київ, Вік принт, 2017 – 202 с.
- [2] Vollmerhausen R. H., Jacobs E. The targeting task performance (TTP) metric a new model for predicting target acquisition performance. – CENTER FOR NIGHT VISION AND ELECTRO-OPTICS FORT BELVOIR VA, 2004. – №. AMSEL-NV-TR-230.
- [3] Biberman L. Perception of displayed information / Biberman L. // Springer Science & Business Media. – 2013. P. 18-24.
- [4] Aguilar M. Saturation of the rod mechanism of the retina at high levels of stimulation / Aguilar M., Stiles W. S. // Optica Acta: International Journal of Optics. – 1954. – P. 59-65.
- [5] Barnes. Can a Photon Shot Effect be observed with the Eye? / Barnes, Von R.B., Czerny M. // Z. Physic in German, Vol. 79. – 1933. – P. 436
- [6] Biberman, L. Electro-Optical Imaging: System Performance and Modeling / Biberman, L. // SPIE and ONTAR Corp., Bellingham, WA. – 2000. - P. 128.
- [7] Biberman L. System performance and image quality In Electro-Optical Imaging: System Performance and Modeling / Biberman L. // SPIE and ONTAR Corp., Bellingham, WA, Chapter 22. – 2000. – P. 114.
- [8] Biberman L. Alternate modeling concepts In Electro-Optical Imaging: System Performance and Modeling / Biberman L. // SPIE and ONTAR Corp., Bellingham, WA, Chapter 11. – 2000. – P. 43.
- [9] Мамута М.С., Колобродов В.Г., Микитенко В.І. Оцінка ефективності багатоканальних оптико-електронних систем спостереження з комплексуванням інформації / Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2012 – № 6. – с. 127-131.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Микитенко В.І.