

Дистанційна фотометрія зовнішнього освітлення

Андрійчук В.А., д.т.н., проф., Осадца Я.М., асп.

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

вул. Миклинецька 46 а, м. Тернопіль, Україна

kaf_es@tu.edu.te.ua

Використання фотокамер на основі матричних оптичних перетворювачів в якості вимірювальних пристроїв має ряд переваг в порівнянні з використанням інших фотометричних вимірювальних пристроїв. Такими перевагами є оперативність, простота, доступність для масових вимірювань. Це є **актуальним** для дистанційних вимірювань освітлення вулиць, площ, об'єктів архітектури та пам'ятників.

З цією метою розроблено математичну модель: фотокамера – світна поверхня [1]. В даній моделі яскравість L підпорядковується закону Ламберта. Яскравість елемента ΔS_1 світної поверхні визначається за формулою

$$L = \frac{E_M \cdot (l_2^2 + h_2^2)^2}{\tau \cdot \Delta S_{\text{в.о.}} \cdot h_2^2} \quad (1)$$

де E_M – освітленість матричного оптичного перетворювача в зоні зображення елемента ΔS_1 ; l_2 – відстань від зображення елемента ΔS_1 на поверхні матричного оптичного перетворювача до точки перетину оптичної осі фотокамери з поверхнею перетворювача. h_2 – відстань від оптичної системи фотокамери до поверхні матричного оптичного перетворювача; τ – коефіцієнт пропускання оптичної системи фотокамери; $\Delta S_{\text{в.о.}}$ – площа вхідного отвору об'єктива.

Освітленість E_1 елемента ΔS_1 даної поверхні визначали за формулою:

$$E_1 = \frac{\pi \cdot E_M \cdot (l_2^2 + h_2^2)^2}{\tau \cdot \beta \cdot \Delta S_{\text{в.о.}} \cdot h_2^2} \quad (2)$$

де β – коефіцієнт яскравості поверхні, який визначається відношенням яскравості даної поверхні до яскравості ідеального розсіювача, що знаходиться в тих же умовах освітлення.

Цифрове зображення світної поверхні, отримане за допомогою фотокамери з матричним оптичним перетворювачем, можна представити у вигляді функції $A = f(x, y)$, де x, y – координати пікселя матричного оптичного перетворювача, f – функція освітленості або яскравості досліджуваного об'єкта. Для передачі кольору об'єкта його зображення в камері формується комбінацією декількох монохроматичних зображень. В більшості випадків це відбувається в RGB-системі, базовими кольорами в якій є червоний, зелений та синій. Для визначення яскравості світної поверхні її зображення представляли в XYZ-системі, в якій Y-координата відповідає яскравості досліджуваного об'єкту [2].

Тому яскравість представленого в RGB-системі зображення визначалася за формулою:

$$Y = 0,21 \cdot R + 0,72 \cdot G + 0,07 \cdot B \quad (3)$$

де R, G і B – координати кольоровості.

Попередньо до вимірювань проведено градування фотокамери з матричним оптичним перетворювачем [3, 4], в результаті якого отримали залежність Y -координати зображення поверхні від яскравості поверхні в напрямку об'єктива фотокамери $Y(L)$. Вимірювання проводили при постійному вхідному отворі (діафрагмі) та постійній експозиції матричного перетворювача фотокамери.

Зображення досліджуваних поверхонь представлялись у вигляді матриць в пакеті MATLAB. Ці матриці представлялись у вигляді Y -компоненти XYZ-системи у відносних одиницях, які після цього перераховувалися у величину яскравості або освітленості досліджуваної поверхні згідно градувальних кривих.

Для обробки результатів вимірювань яскравостей та освітленостей поверхонь досліджуваних об'єктів було створено програму, алгоритм якої полягає у наступному:

1. Вводимо зображення в комп'ютер;
2. За формулою (3) розраховуємо Y -компоненту зображення дослідного об'єкта.
3. Згідно експериментальної залежності $Y(L)$ визначаємо яскравість L об'єкта дослідження.
4. За формулою (2) розраховуємо його освітленість E_1 .
5. Проводимо порівняння E_1 з раніше введеними нормативними значеннями освітленості;
6. Для візуалізації розподілу освітленості виділяємо задані межі нормативних значень відповідним кольором;
7. Виводимо зображення на екран комп'ютера.

Література

1. В. Андрійчук, Я.Осадца. Вимірювання світлотехнічних характеристик світних об'єктів за допомогою фотокамер з матричними оптичними перетворювачами. // Вісник ТНТУ – 2011 – № 1.
2. Откуда берется формула $Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$ для преобразования из цветного RGB-изображения в черно-белое (монохромное)? [Електронний ресурс] / Алексей Игнатенко // Компьютерная графика и мультимедиа. Сетевой журнал. – [Цит. 2010, 7 жовтня]. – Режим доступу до журн.: <http://cgm.computergraphics.ru/node/2203>.
3. Я. Осадца. Градування матричних оптичних перетворювачів та фотокамер на їх основі. // Збірник тез доповідей XIV Наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Том II Матеріалознавство та машинобудування, 27 – 28 жовтня 2010 р. м. Тернопіль. – С. 65.
4. В.А. Андрійчук, Я.М. Осадца. Дистанционное измерение светотехнических параметров светящихся объектов. // Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики: Сб. науч. тр. VIII Междунар. науч.-техн. Конф., Саранск,

25 – 26 ноября 2010 г. / редкол.: Л.В. Абрамова (отв. ред) [и др.] – Саранськ: СВМО, 2010. С.
36 – 39.