

ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ЦЕНТРУ СПРОЕКТОВАНОГО ОБ'ЄКТА

В.П. Кохем'яко, С.В. Павлов, С.В. Чепорнюк, І.М. Савалюк, О.Г. Стецюра

Вінницький державний технічний університет

286021, Вінниця, Хмельницьке шосе, 95

т. (0432)44-00-19, 44-01-25, факс (0432)46-57-72, E-mail: VSTU@sovam.com

В роботі описано метод визначення координат центру об'єкта, який базується на визначені величин фотострумів у верхній, нижній або лівій, правій половинах матриці фотоприймачів, що поділена на чотири рівних квадратів вісями двомірної системи координат, і подальшому врівноваженні їх шляхом зсуву в сторону більшого сумарного фотоструму у відповідних половинах матриці. Також приведено приклад визначення координат центру об'єкта для матриці розміром 6×6 .

ВСТУП

В світлі досягнень сучасних технологій і новітніх досліджень в області систем технічного зору особливого розвитку набувають тенденції розробки матричних однорідних систем і паралельних алгоритмів для обробки зображень. Це пояснюється тим, що обробку двомірних масивів даних можна ефективно виконувати за допомогою двомірних матриць однорідних процесорів, використання яких полегшує реалізацію паралельних алгоритмів.

Особлива увага авторами приділялась розробці методів та засобів попередньої обробки зорових сцен, зокрема методу визначення координат центру спроектованого об'єкта. На сьогодні відомо ряд методів визначення координат центру об'єкта. Розглянемо коротко два з них.

Метод визначення координат освітленого тіла [1], який полягає в тому, що тіло освітлюють випромінювачем, який поділено на чотири квадрати. До кожного з квадратів підводиться відповідна імпульсна напруга живлення від чотирехроздрядного генератора імпульсної напруги. Далі вловлюють потік випромінювання фотоприймачем і виділяють сигнал модуляції на виході фотоприймача. В результаті, координати освітленого тіла визначають шляхом подвійного детектування сигналу модуляції.

Інший метод [2] базується на тому, що напівпровідникову пластину зі змінною, в напрямку перпендикулярному до падаючого світлового потоку, товщиною розміщують у взаємноперпендикулярні електричне та магнітне поля, які також є перпендикулярними до падаючого світлового потоку. Потім здійснюють модуляцію

світлового потоку, а координату освітленого тіла визначають по часу релаксації фотоструму, що виникає у напівпровідниковій пластині.

Проте ці методи мають ряд суттєвих недоліків. Наприклад, для застосування першого методу [1] необхідно використовувати спеціальний випромінювач, що керує імпульсними сигналами, які зсунуті по фазі. Також для даного методу характерна низька точність визначення координат об'єкта, в наслідок перетворення координат у фазовий зсув сигналу модуляції, який може змінюватися під дією коливань температури, тобто у наслідок неоднакової рухливості носіїв струму в різних частинах фотоприймача.

Недоліками другого методу є: обмежені функціональні можливості, так як метод дозволяє визначати лише одну координату; низька швидкість визначення координат освітленого тіла, оскільки час релаксації фотоструму залежить не тільки від координати, але й від коливань електричного та магнітного полів, а також й від температури пластини.

Враховуючи вище згадані методи та їх недоліки, автори пропонують оптико-електронний метод визначення координат центру спроектованого об'єкта. Ціллю роботи є розширення функціональних можливостей, розширення області застосування та підвищення точності визначення обох координат (Х та У).

1 ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ЦЕНТРУ СПРОЕКТОВАНОГО ОБ'ЄКТА

В основу метода покладена ідея визначення величини сумарних фотострумів, що виникають в квадратах матриці, яка поділена вісями двомірної системи координат на чотири одинакових квадрати, під дією падаючого через об'єктив світлового потоку, який утворює на поверхні фоточутливої матриці світлову пляму. Підсумовування здійснюють так, щоб отримати дві пари величин сумарних

фотострумів, що виникають відповідно в верхній та нижній, а також в правій та лівій половинах матриці. Потім порівнюють величини сумарних фотострумів в парі і здійснюють зсув світлової плями на один дискрет по горизонталі, по вертикалі або по діагоналі матриці в сторону більшого сумарного фотоструму. Зсув проводять до тих пір, поки сумарні фотоструми в парі не стануть рівними між собою. Координати

центра спроектованого об'єкта визначають по кількості зсувів світлою плями відповідно по горизонталі і по вертикалі.

На фіг.1 представлена схема методу визначення координат, спроектованого на матрицю фотоприймачів, об'єкта.

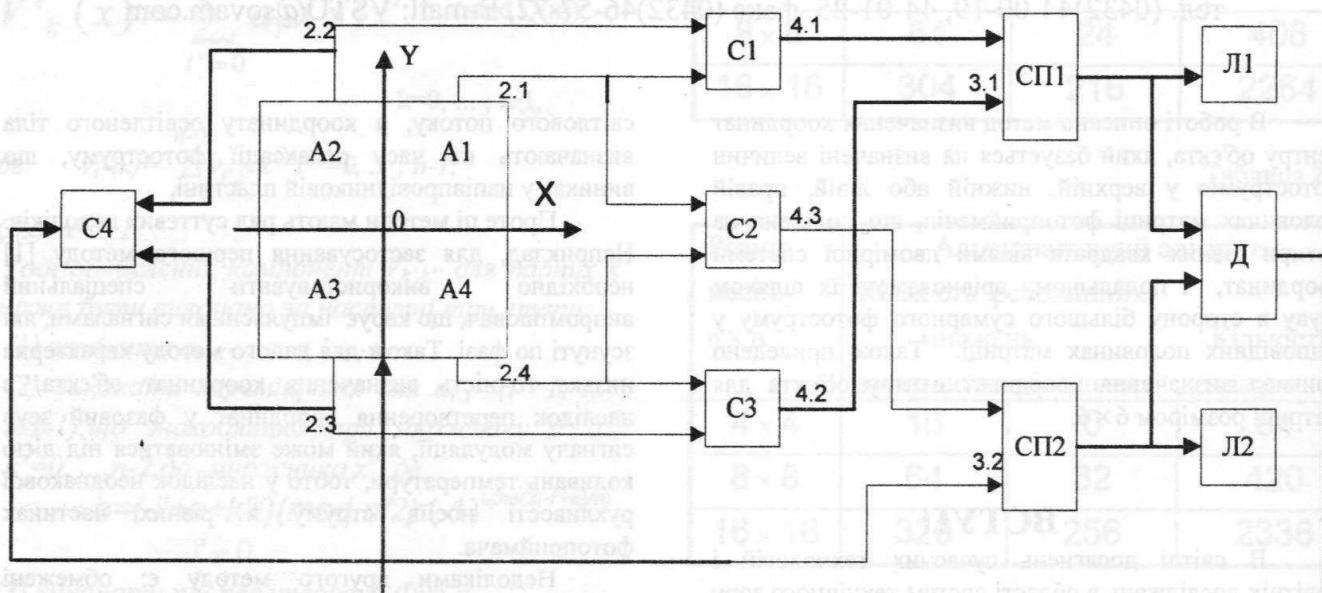


Схема методу визначення координат освітленого тіла

Координати центру об'єкта визначають по параметрам фотоструму, що виникає в фоточутливій матриці А, поділеній на чотири квадрати А.1, А.2, А.3, А.4 вісіми двомірної системи координат ХОY, при падінні на матрицю через об'єктив світлового потоку. Відбиті від об'єкта величини фотострумів $I_{f2.1}$, $I_{f2.2}$, $I_{f2.3}$, $I_{f2.4}$, що виникають в квадратах А.1,...,А.4 матриці А додають в суматорах С1, С2, С3, С4 таким чином, щоб вийшло дві пари $I_{f3.1}$, $I_{f3.2}$ величин сумарних фотострумів $I_{f4.1}$, $I_{f4.2}$, $I_{f4.3}$, $I_{f4.4}$, які виникають відповідно в верхній та нижній, правій та лівій діагоналі по діагоналі матриці А. Причому напрямок зсуву визначають дешифратором Д в бік більшого сумарного фотоструму пари $I_{f3.1}$ або $I_{f3.2}$. При цьому координат Х Л2. Спроектований об'єкт зсуваюти до тих пір, поки сумарні фотоструми $I_{f4.1}, \dots, I_{f4.4}$ в парах $I_{f3.1}$ і $I_{f3.2}$ не стануть рівними між собою. В результаті, координати центру об'єкта та визначають по кількості зсувів його відповідно по горизонталі і по вертикалі, т.б. по вмісту реверсивних лічильників Л1 і Л2.

2 ПРИКЛАД ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ СПРОЕКТОВАНОГО ОБ'ЄКТА

Розглянемо приклад визначення координат центру спроектованого об'єкта (фіг.2).

Нехай розмірність матриці А складає 6×6 . Тоді розмірність квадратів А.1, А.2, А.3, А.4 матриці А дорівнює 3×3 . Припустимо, що світловий потік, відбитий від об'єкта, утворює на поверхні матриці А світлову пляму з центром $O(-1;-2)$ (див. фіг. 2а). В квадратах А.1,...,А.4 матриці А виникають фотоструми $I_{f2.1}, \dots, I_{f2.4}$:

$$\begin{aligned} I_{f2.1} &= 0; & I_{f2.3} &= 4^* I_k; \\ I_{f2.2} &= 0; & I_{f2.4} &= 0; \end{aligned} \quad (1)$$

де I_k - фотострум, що виникає в елементарній комірці матриці А.

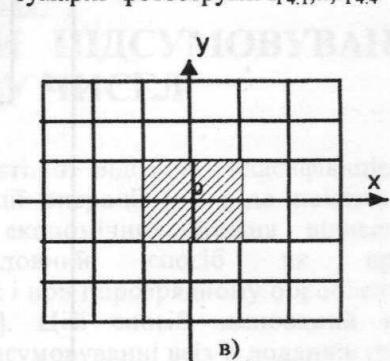
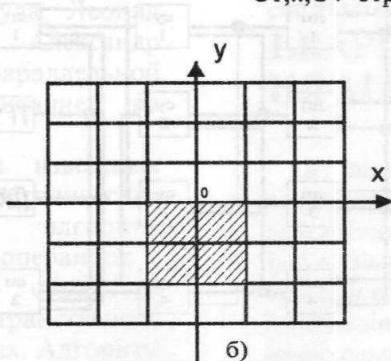
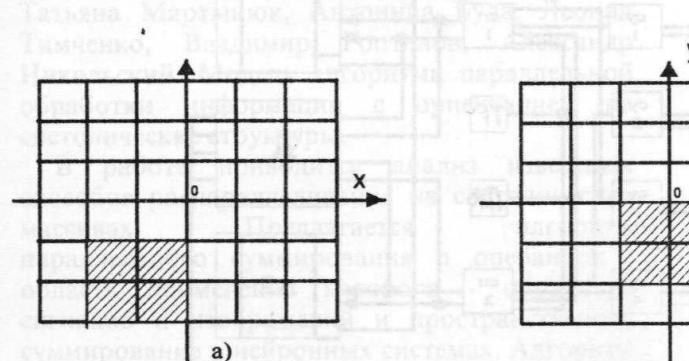
В результаті підсумування в суматорах С1,...,С4 отримують сумарні фотоструми $I_{f3.1}, \dots, I_{f3.4}$, які виникають в верхній, нижній, правій та лівій половинах матриці А:

МОДЕЛЬ АЛГОРИТМУ ПАРАЛЕЛЬНОГО

$$\begin{aligned} I_{f4.1} &= I_{f2.1} + I_{f2.2} = 0 + 0 = 0; \\ I_{f4.2} &= I_{f2.3} + I_{f2.4} = 4 * I_k + 0 = 4 * I_k; \\ I_{f4.3} &= I_{f2.1} + I_{f2.4} = 0 + 0 = 0; \\ I_{f4.4} &= I_{f2.2} + I_{f2.3} = 0 + 4 * I_k = 4 * I_k. \end{aligned} \quad (2)$$

Оскільки $I_{f3.1} < I_{f3.2}$ та $I_{f3.3} < I_{f3.4}$, то на виході схем порівняння СП1 та СП2 виділяють керуючі сигнали "+y" та "+x", які надходять на дешифратор Д і визначаючи входи реверсивних лічильників Л1 та Л2.

В результаті підсумовування в суматорах С1,...,С4 отримують сумарні фотоструми $I_{f3.1}, \dots, I_{f3.4}$:



Приклад визначення координат освітленого тіла для матриці розміром 6*6

матриці:

$$\begin{aligned} I_{f4.1} &= I_{f2.1} + I_{f2.2} = 0 + 0 = 0; \\ I_{f4.2} &= I_{f2.3} + I_{f2.4} = 2 I_k + 2 I_k = 4 I_k; \\ I_{f4.3} &= I_{f2.1} + I_{f2.4} = 0 + 2 I_k = 2 I_k; \\ I_{f4.4} &= I_{f2.2} + I_{f2.3} = 0 + 2 I_k = 2 I_k. \end{aligned} \quad (4)$$

Оскільки $I_{f4.1} < I_{f4.2}$ та $I_{f4.3} = I_{f4.4}$, то на виході схеми порівняння СП1 виділяють керуючий сигнал "+Δy", а на виході схеми порівняння СП2 керуючий сигнал відсутній. Керуючий сигнал "+Δy" потрапляє на відраховуючий вхід реверсивного лічильника Л1.

Крок 2:

Проводять зсув спроектованого об'єкта на один дискрет вгору (див. фіг.2в). В квадратах А.1,...,А.4 матриці А виникають фотоструми $I_{f2.1}, \dots, I_{f2.4}$:

$$\begin{aligned} I_{f2.1} &= I_k; & I_{f2.3} &= I_k; \\ I_{f2.2} &= I_k; & I_{f2.4} &= I_k. \end{aligned} \quad (5)$$

В результаті підсумовування виникають сумарні фотоструми $I_{f4.1}, \dots, I_{f4.4}$:

$$\begin{aligned} I_{f4.1} &= I_{f2.1} + I_{f2.2} = I_k + I_k = 2 I_k; \\ I_{f4.2} &= I_{f2.3} + I_{f2.4} = I_k + I_k = 2 I_k; \\ I_{f4.3} &= I_{f2.1} + I_{f2.4} = I_k + I_k = 2 I_k; \\ I_{f4.4} &= I_{f2.2} + I_{f2.3} = I_k + I_k = 2 I_k. \end{aligned} \quad (6)$$

Оскільки $I_{7.1} = I_{7.2}$ і $I_{7.3} = I_{7.4}$, то на виході схем порівняння СП1 і СП2 відсутні керуючі сигнали. Це означає, що координати центру

$I_{f3.4}$, які виникають в верхній, нижній, правій та лівій половинах матриці А:

Крок 1:

Здійснюють зсув спроектованого об'єкта на один дискрет вправо і вгору, т.б. одразу по діагоналі (див. фіг. 2б). В квадратах А.1,...,А.4 матриці А виникають фотоструми $I_{f2.1}, \dots, I_{f2.4}$:

$$\begin{aligned} I_{f2.1} &= 0; & I_{f2.3} &= 2 I_k; \\ I_{f2.2} &= 0; & I_{f2.4} &= 2 I_k. \end{aligned} \quad (3)$$

В результаті підсумовування в суматорах С1,...,С4 отримують сумарні фотоструми $I_{f4.1}, \dots, I_{f4.4}$:

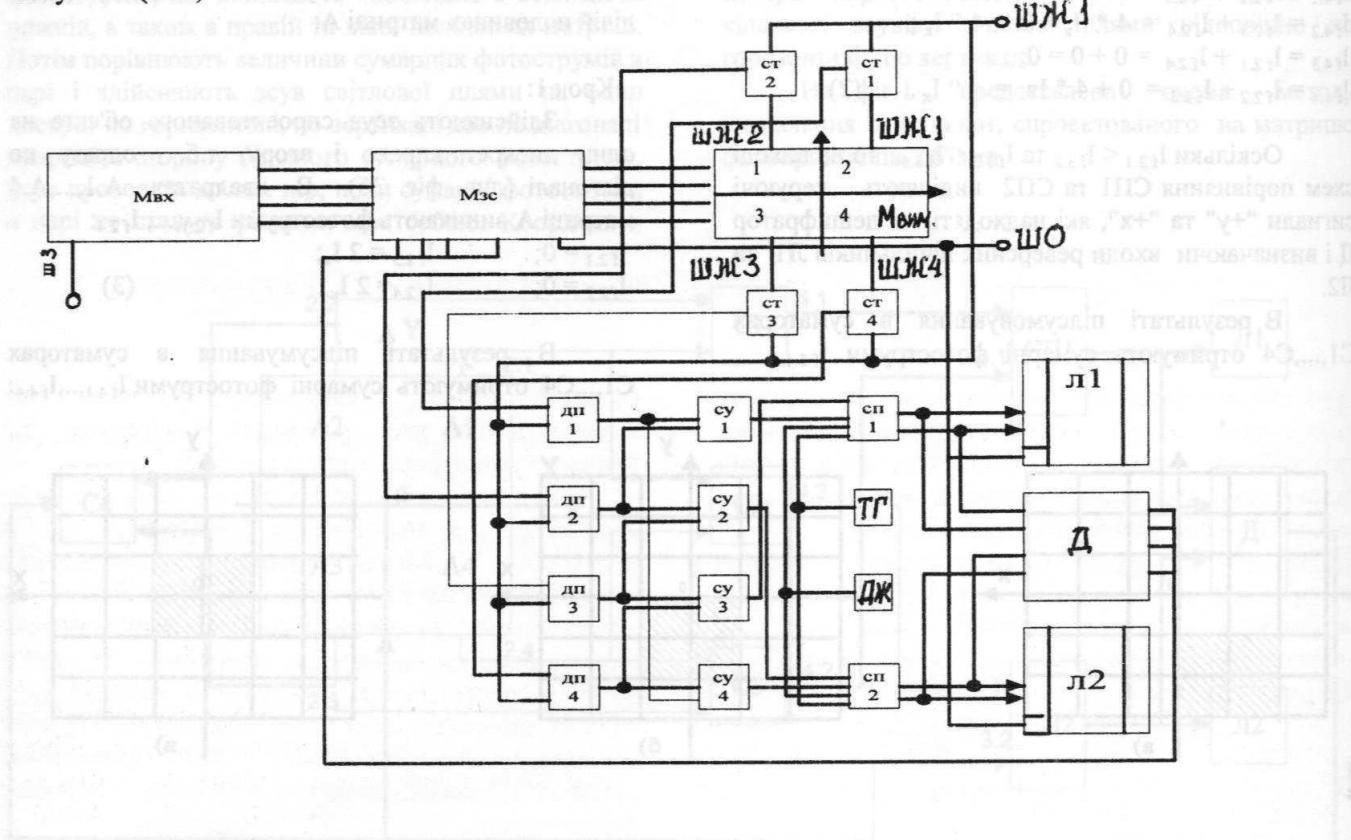
спроектованого об'єкта, а отже і освітленого тіла визначені. Так як на реверсивний лічильник координати X Л2 надійшов один керуючий сигнал, а на реверсивний лічильник координати Y Л1 - два керуючих сигналі, тоді координати точки 0 такі: X = -1; Y = -2.

3 ПРИСТРІЙ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ОБ'ЄКТА

Структурна схема пристрою для реалізації методу визначення координат центру спроектованого об'єкту представлена на фіг.3.

До складу пристрою входять такі елементи: об'єктив, входна матриця (M_{bx}) розміром $N \times N$, матриця зсуву (M_{sc}) розміром $N \times N$, вимірювальна матриця (M_{vym}), яка поділена на чотири квадрати $M_{vym.1}, M_{vym.2}, M_{vym.3}, M_{vym.4}$ всіма двомірною системи координат ХОУ, чотири стабілізатори СТ1,..., СТ4, чотири диференціюючих підсилювача ДП1,..., ДП4, дві схеми порівняння СП1 та СП2, тактовий генератор ТГ, чотири суматори СУ1,...,СУ4, джерело опорної напруги ДЖ, дешифратор Д, два реверсивних лічильники Л1 та Л2, шину запису (ШЗ), 1 шина живлення ШЖ1, 4-ри шини живлення ШЖМ_{vym.1}, ..., ШЖМ_{vym.4}, що підведені до відповідних квадратів вимірювальної матриці, шина

обнулення (ШО).



Фіг. 3 - Структурна схема пристрою

Для нормальної роботи пристрою, що реалізує спосіб, необхідно дотримуватись таких умов:

$$U_{шжк} > U_{шжмвих} + I_{max} * R_{ст}, \quad (7)$$

де $U_{шжк}$ - напруга на першій шині живлення;

$U_{шжмвих}$ - напруга на шині живлення $Шжмвих$ -го квадрата вимірювальної матриці $M_{вим.}$;

I_{max} - максимальний струм, що споживається одним з 4-х квадратів вимірювальної матриці $M_{вим.}$ при умові, що фотоприймачі всіх її комірок освітлені.

Струм I_{max} визначається з наступного співвідношення:

$$I_{max} = \left(\frac{N}{2} \right)^2 * I_{к. освіт.}; \quad (8)$$

$$I_{к. освіт.} = \frac{U_{шжмвих}}{R_{ф. освіт.}}, \quad (9)$$

де N - розмірність вимірювальної матриці $M_{вим.}$; $I_{к. освіт.}$ - струм, що споживається по шині $Шжмвих$ -го однією освітленою елементарною коміркою вимірювальної матриці $M_{вим.}$; $R_{ф. освіт.}$ - опір освітленого фотоприймача вимірювальної матриці $M_{вим.}$.

Опорна напруга $U_{ДЖопор}$ джерела опорної напруги $ДЖ$ визначається із співвідношення:

$$U_{ДЖ опор.} = I_{к. освіт.} * R_{ст}. \quad (10)$$

ВИСНОВКИ

В якості переваг оптико-електронного методу визначення координат центру спроектованого об'єкту, який пропонують автори, слід відмітити:

- збільшення функціональних можливостей, що досягається за рахунок можливості одночасного визначення обох координат спроектованого об'єкту;
- незалежність від температури в свою чергу дає змогу підвищити точність визначення координат центру спроектованого об'єкта;

• та основною перевагою є незалежність визначення координат образу від впливу електричного та магнітного полів, що дає можливість уникнути значних похибок при отриманні проекцій будь-яких об'єктів та незалежно від місця їх розташування. Це дає можливість розширити область застосування методу;

- точність методу залежить лише від рівня чутливості фотоприймальної матриці.

ЛІТЕРАТУРА

1. СССР № 1137296, кл. G 01 13 21/00, бул. № 4, 1985 р. "Способ определения координат освещенного тела".
2. А.с. СССР № 1158866, кл. G 01 B21/00, бул. № 20, 1985 р. "Способ определения координат освещенного тела".