

# ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНА ТЕХНІКА

УДК 681.32; 621.38

С. І. Кормановський, к. т. н.;  
О. П. Мельник, к. т. н., доц.;  
О. А. Поплавський, студ.

## ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА КУТА ОРІЄНТАЦІЇ ПЛЯМОПОДІБНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

*Розглянуто метод і геометричну модель визначення кута орієнтації плямоподібних зображень. Запропоновано структурну організацію пристрою для реалізації методу в оптико-електронних однорідних обчислювальних середовищах.*

### Вступ

Визначення параметрів орієнтації плямоподібних зображень (ПЗ) [1] є важливою задачею розпізнавання різноманітних вільноорієнтованих об'єктів в обчислювальних системах (ОС), які мають канали зорової інформації. До таких параметрів відносяться перш за все координати центра форми фігури ПЗ [1—3] та кут її орієнтації. Для визначення цих параметрів використовують такі відомі інтегральні методи: порівняння з еталоном, метод масок, метод моментів інерції. Найрозповсюдженішим є спосіб моментів інерції, який забезпечує точність визначення кута орієнтації  $0,6...1,8^\circ$  [3, 4].

Всі ці способи мають суттєвий недолік — недостатню точність визначення кута орієнтації складних зображень. Крім того, вони розроблені з урахуванням особливостей їх використання в ОС з порівняно низькою швидкістю обробки зорової інформації.

Створення сучасних середовищ обчислення інформації за допомогою синтезу однорідних обчислювальних середовищ з використанням оптоелектронної елементної бази поставило задачу розробки нових методів обробки зображень, адаптованих до комутаційної гнучкості та багатофункціональності оптоелектронних однорідних обчислювальних середовищ (ОООС) [5].

У статті запропоновано метод визначення кута орієнтації плямоподібних зображень, сформований на принципово нових геометричних підходах, які дозволили врахувати специфіку його подальшої реалізації у ОООС.

### Геометрична модель визначення кута орієнтації

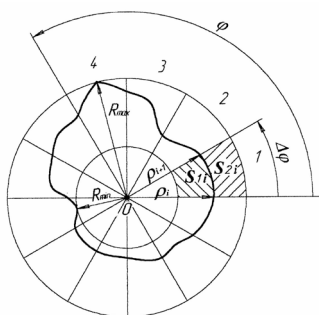


Рис. 1. Геометрична модель визначення кута орієнтації

У запропонованому методі зображення проектується на дискретне матричне середовище, в якому воно центрується відносно точки  $O$ . Визначається найвіддаленіша точка контуру фігури від точки  $O$  і проводиться коло радіусом  $R_{\max}$ , а також визначається найближча точка контуру до точки  $O$  і визначається коло радіусом  $R_{\min}$ . Коло радіусом  $R_{\max}$  розбивається на  $N$  секторів з дискретним кутом  $\Delta\varphi$ . В кожному секторі, що обмежений кутом  $\Delta\varphi$ , визначається площа  $S_{1i}$ , яка розташована між дугою меншого кола і контуром зображення та відповідними двома радіус-векторами  $\rho_i$  та  $\rho_{i+1}$ . Визначається також площа  $S_{2i}$ , яка обмежена контуром зображення і більшим колом. Сектори утворюються обертанням фігури відносно точки  $O$  на дискретний кут  $\Delta\varphi$ . Таким чином, та частина кільця, яка знаходиться усередині кожного  $i$ -го сектора, має дві площі  $S_{1i}$  та  $S_{2i}$ ,

розділені контуром фігури (рис. 1).

Площі  $S_{1i}$  та  $S_{2i}$  розраховуються за формулами

$$S_1 = \pi(R_{\max}^2 - \rho^2)/N; \quad (1)$$

$$S_2 = \pi(\rho^2 - R_{\min}^2)/N, \quad (2)$$

де  $\rho = \frac{\rho_i + \rho_{i+1}}{2}$ ;  $i = \overline{1, N}$ .

Площі отримуються після кожного повороту фігури на кут  $\Delta\varphi$  в межах  $R_{\min}$  та  $R_{\max}$  і визначається відношення

$$Q_i^p = S_{1i}^p / S_{2i}^p, \quad (3)$$

яке порівнюється з еталонним

$$Q_i^E = S_{1i}^E / S_{2i}^E. \quad (4)$$

Поворот здійснюється до тих пір, поки не відбудеться збіг в параметрів вхідного зображення  $Q_i^p$  з параметрами еталонного зображення  $Q_i^E$  ( $Q_i^p \approx Q_i^E$ ).

В момент збігу відповідних параметрів визначається кількість дискретних поворотів, яка характеризує кут  $\varphi$  орієнтації

$$\varphi = \{n\Delta\varphi : S_{1i}/S_{2i} \quad \forall i = 1, 2, \dots, 2\pi/\Delta\varphi\}, \quad (5)$$

де  $n$  — кількість секторів, на які повернуто зображення

Точність визначення кута залежить від обраної величини  $\Delta\varphi$ , тобто чим менше  $\Delta\varphi$  тим більша точність.

Загальний час, витрачений на визначення площі контурного зображення, визначається за формулою

$$T_{\text{заг}} = t_{\text{пр}} + t_{\text{вк}} + (t_{\text{ц}} + t_{\text{вс}} + t_{\text{гс}}) + N t_{\text{п}} + t_{\text{сек}} + t_{\text{нс}}, \quad (6)$$

де  $t_{\text{пр}}$ ,  $t_{\text{вк}}$  — час проектування і виділення контурів;  $t_{\text{ц}}$  — час визначення геометричного центра зображення;  $t_{\text{вс}}$ ,  $t_{\text{гс}}$  — витрати часу на здійснення вертикального і горизонтального зсувів;  $N = \frac{360^\circ}{\alpha}$ ;  $t_{\text{п}}$  — час, витрачений на поворот зображення на кут  $\alpha$ ;  $t_{\text{сек}}$  — час визначення  $S_{\text{сект}}$ ;  $t_{\text{нс}}$  — час додавання.

Використання ООС для розв'язання поставленої задачі дозволяє одержати загальний час, рівний 3 мс (для  $\alpha = 1^\circ$ ), що в 2,5 рази перевищує швидкодію у порівнянні з іншими способами.

### Структурна організація пристрою для визначення кута орієнтації

Для визначення кута орієнтації зображення проектується на вхід перетворювача світлосигналу (ПСС), де отримане зображення об'єкта перетворюється у відеосигнал. Потім зображення центрують шляхом суміщення центра його форми з центром клітинного матричного середовища в блоці центрування (БЦ). Відцентроване зображення фігури проектується також відносно центра в блок обчислення R (БОР), який поворотом фігури відносно центра середовища і центра мас фігури, визначає величини  $R_{\max}$  та  $R_{\min}$ . Блок обчислення R формує зображення, що присутнє в нього на вході, але окреслене двома колами з радіусами  $R_{\max}$  та  $R_{\min}$ . З його виходу отримані дані подаються на блок обчислення  $\rho$  та  $S$  (БО $\rho$  та  $S$ ), в якому зображення повертається на дискретний кут  $\Delta\varphi$  і обчислюється  $\rho_i$ ,  $\rho_{i+1}$ ,  $S_{1i}$  та  $S_{2i}$ . Блок формування відношення (БФВ) формує відношення  $Q_i^p$ , яке подається в блок порівняння (БП) для порівняння з еталонним  $Q_i^E$ .

На рис. 2 показана структурна схема пристрою для обчислення кута орієнтації.

Блок обчислення R функціонує таким чином. Зображення фігури проектується на клітинне матричне середовище (КМС), центр якого збігається з центром мас фігури. Блок містить також лінійку фотоприймачів (ЛФ), перший фотоприймач якої збігається з центром КМС, а останній по вертикалі виступає

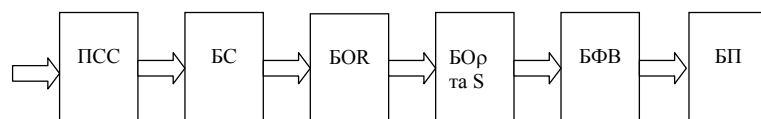


Рис. 2. Структурна схема пристрою для обчислення кута орієнтації

за середовище КМС (рис. 3).

Чим далі від початку розташований фотоприймач, тим більшу вагу він має. Зображення в КМС повертається на кут  $2\pi$  навколо центра за обраним кутом дискретизації. На кожному дискретному повороті здійснюється зчитування коду ЛФ, що подається в блок обробки (БО), в якому обирається найбільше та найменше значення коду.

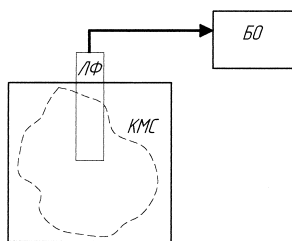


Рис. 3. Блок обчислення  $R$

На базі отриманих значень блок обчислення  $S$  (БОС) обчислює величини  $S_{1i}$  та  $S_{2i}$  за формулами (1) та (2). Для обчислення площ  $S_{1i}$  та  $S_{2i}$  на входи БОС із виходів БФр та регістрів кодів  $R_{\min}$  та  $R_{\max}$  надходять необхідні дані при черговому повороті на  $\Delta\phi$ . На виході БОС формуються відповідні значення  $S_{1i}$  та  $S_{2i}$ . Таким чином для отримання значень  $R_{\max}$ ,  $R_{\min}$  та  $S_{1i}$ ,  $S_{2i}$  необхідно виконати повне обертання фігури на  $360^\circ$ . Чим менша величина  $\Delta\phi$ , тим вища точність кута орієнтації. Точність також залежить від форми клітин КМС.

Для апробації дієздатності методу визначення кута орієнтації плямоподібних зображень, за допомогою об'єктно орієнтованої мови високого рівня «Delphi», було створено імітаційну програмну модель способу реалізації, яка дозволила виконати обробку 2000 плямоподібних зображень.

## Висновки

Запропонований метод дозволяє зменшити похибку визначення кута орієнтації до  $0,1 \dots 0,3$ .

Використання ООС при реалізації методу дозволяє обробляти ПЗ у середньому за 3 мс (якщо  $\Delta\phi = 1^\circ$ ), що значно спрощує процес обчислення геометричних параметрів та підвищує швидкість порівняно з іншими інтегральними методами в 2,5 рази.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кормановский С. И., Мельник О. П., Дорохин М. В. Геометрическое моделирование пятенных изображений динамических объектов // Геометричне та комп'ютерне моделювання. — Вип.7. — Харків, — 2004. — С. 82 — 87.
2. Бутаков Е. А., Островський В. И., Фадеев И. Л. Обработка изображений на ЭВМ. — М.: Радио и связь, 1987. — 238 с.
3. Жаботинский Ю. Д., Исаев Ю. В. Адаптивные промышленные роботы и их применение в микроэлектронике // Электроника. — Вып. 48. — М.: Радио и связь, 1985. — 105 с.
4. Системы технического зрения / Под ред. А. Н. Писаревского, А. Ф. Чернявского. — Л.: Машиностроение, 1988. — 424 с.
5. Кожем'яко В. П., Кормановський С. І., Білан С. М. Проблемно-орієнтовані оптоелектронні логіко-часові середовища розпізнавання зображень // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 1994. — № 4. — С. 17 — 20.
6. Пат. України 73839 А, G06T7/60, G06K9/00, H04N7/18. Спосіб визначення кута орієнтації плоскої фігури // Кожем'яко В. П., Кормановський С. І., Білан С. М., Білан С. С., Коваль Д. М., 2005. — Бюл. № 5. — 9 с.

Рекомендована кафедрою інженерної та комп'ютерної графіки

Надійшла до редакції 1.03.05  
Рекомендована до друку 4.10.06

**Кормановський Сергій Іванович** — старший викладач, **Мельник Ольга Петрівна** — завідувач кафедри.

Кафедра інженерної та комп'ютерної графіки;

**Поплавський Олександр Анатолійович** — студент Інституту автоматизації та комп'ютерних систем управління.

Вінницький національний технічний університет