

Винахід відноситься до автоматики і обчислювальної техніки і може бути використаний при аналізі зображень в системах технічного зору, а саме при визначенні кута орієнтації фігури.

Відомий спосіб обчислення площин довільних замкнених фігур [А.С. СССР, №1826142 АІ, БІ №25, от 07.07.93р.], який полягає в тому, що зображення об'єкту проєктують на перетворювач світлосигнал, переміщують зображення об'єкту по поверхні перетворювача світлосигналу, перетворюють отримане зображення у відеосигнал і визначають площу вільної замкненої фігури, центрують зображення, переміщують зображення з кроком дискретизації  $2\pi/N$ , вимірюють відстань від центру зображення об'єкту до контуру зображення шляхом підрахунку імпульсів, обчислюють площину сектору зображення об'єкту за

$$S_{\text{сект}} = \frac{\pi R^2}{N}$$

формулою

Недоліком даного способу є низькі функціональні можливості, оскільки він не дає можливості визначити кут орієнтації фігури.

Відомий спосіб визначення кута орієнтації фігури [Ю.Д.Жаботинський, Ю.В.Исков. Адаптивные промышленные работы и их применение в микроэлектронике. - Электроника. Выпуск 48, Москва, Радио и связь, 1985-105с, стр.35], який полягає в тому, що формується матриця  $A_{2q}$ , елементи котрої  $a_{1j}$ ,  $a_{2j}$ ,  $j=1,2,\dots,q$ , є коефіцієнтом рівнянь  $q$  прямих  $y=a_{1j}x+a_{2j}$ , в робочому режимі елементи  $a_{2j}$  варіюються до тих пір, поки усі прямі не стануть дотичними зображення, яке стає вписаним в багатокутник, визначають площу багатокутника  $S_1$ , повертають зображення об'єкту навколо його центра форми, отримане зображення  $H_{nn}^0$  знову описують багатокутником, отримують кут орієнтації  $\Phi = \{\varphi: \min S_i \forall i=1,2,\dots,2\pi/\Delta\varphi$  де  $\Delta\varphi$  - крок, з котрим здійснюється поворот зображення.

Недоліком даного способу є низько швидкодія, яка полягає в постійному формуванні описуючого багатокутника на кожному дискретному кроці обертання, а також спосіб, для своєї реалізації вимагає великої обчислень.

Найбільш близьким є спосіб визначення кута орієнтації [Ю.Д.Жаботинський, Ю.В. Исков. Адаптивные промышленные работы и их применение в микроэлектронике. - Электроника. Выпуск 48, Москва, Радио и связь, 1985-105с, стр.34], що полягає у введенні до блоку пам'яті матриці  $H_{nn}^0$ , яка описує зображення еталона, отримане зображення центрують, а потім повертають на кути  $\Delta\varphi$ , після кожного повороту отримана матриця  $H_{nn}^0$  порівнюється з еталонною  $H_{nn}^0$  визначають кут орієнтації об'єкту за виразом

$$\Phi = \left\{ \varphi : \min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |h_{\varphi ij} - h_{ij}| \forall \varphi \in [0, 2\pi], i, j = \overline{1, n} \right\}$$

Недоліком даного способу є низька швидкодія та точність, оскільки вимагає певного перерахунку отриманої матриці  $H_{nn}^0$  на кожному кроці обертання, сам поворот призводить до скривлень фігури матриці, причому сам процес порівняння масивів знижує точність.

В основу винаходу поставлена задача створення способу визначення кута орієнтації фігури, в якому за рахунок опису фігури двома колами, центр яких співпадає з центром маси фігури, коло з меншим діаметром дотичне до найближчої точки фігури, а коло з більшим діаметром - до найдалшої точки фігури, а також за рахунок розбиття простору між двома колами на сектори, визначаються дві площі в кожному секторі між колами та контуром. Визначаються відношення площин в кожному секторі і порівнюються з еталонними. Співпадання відношень дає можливість визначити кут орієнтації з високою точністю та швидкодією.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб визначення кута орієнтації плоскої замкненої фігури полягає в тому, що до блоку пам'яті вводять матрицю  $H_{nn}^0$ , яка описує зображення еталону, отримане зображення центрують, а потім повертають зображення об'єкту навколо центру на кут  $\Delta\varphi$ , здійснюють перетворення отриманого зображення з прямокутної системи координат до полярної, з центру тяжіння зображення фігури визначають два кола з мінімальним радіусом  $R_{\min}$ , що дотичне до найближчої точки, та з максимальним радіусом  $R_{\max}$ , яке дотичне до контуру у максимальній віддаленій точці від центру, коло з радіусом  $R_{\max}$  розбивають на  $N$  секторів з кроком кута  $\Delta\varphi$  та межами  $\rho_i$  та  $\rho_{i+1}$ , визначають площу секторів  $S_{1i}$ , що обмежена контуром фігури, максимальним колом та радіус-векторами  $\rho_i$  та  $\rho_{i+1}$ , площу сектора  $S_{2i}$ , що обмежена контуром фігури мінімальним колом та радіус-векторами  $\rho_i$  та  $\rho_{i+1}$ , за формулами

$$S_{1i} = \pi(R_{\max}^2 - \rho_i^2)/N$$

$$S_{2i} = \pi(\rho_i^2 - R_{\min}^2)/N$$

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

де здійснюють поворот фігури на кут  $\Delta\varphi$  і порівнюють параметри секторів фігури  $Q_i^\Phi = S_{1i}^\Phi/S_{2i}^\Phi$  з параметрами секторів еталонного зображення  $Q_i^E = S_{1i}^E/S_{2i}^E$ , поворот здійснюють доти, доки параметри  $Q_i^\Phi$  контрольної фігури не співпадають з параметрами  $Q_i^E$  еталонного зображення, по кількості дискретних поворотів визначають кут орієнтації.

На Фіг.1. приведено зображення фігури, контур якої розташований в межах двох кіл з радіусами  $R_{\min}$  та  $R_{\max}$ , а також розбиті на сектори з кутом  $\Delta\varphi$ ; на Фіг.2 - блок-схема пристрою для обчислення кута орієнтації; на Фіг.3 - схема блоку обчислення  $R_{\min}$  та  $R_{\max}$  (BOR), а на Фіг.4 - блок-схема блоку обчислення  $\rho$  та  $S$  (BORтаS).

Пристрій (фіг.2) містить перетворювач світлосигнал (ПСС) 1, блок центрування (БЦ) 2, блок обчислення  $R$  (BOR) 3, блок обчислення  $\rho$  та  $S$  (BORтаS) 4, блок формування відношення (БФВ) 5 та блок порівняння (БП) 6, причому вхід ПСС1 є входом пристрою, а вихід з'єднаний з входом БЦ 2, вихід котрого підключений до входу BOR 3, вихід якого з'єднаний з входом EORтаS 4, а вхід та вихід БФВ 5, відповідно, з'єднані з виходом EORтаS 4 та входом БП 6.

BOR 3 (Фіг.3) складається з клітинного матричного середовища(КМС) 7, центр котрого суміщений з початком лінійки фотоприймачів(ЛФ) 8, вихід котрої підключений до входу блоку обробки (БО) 9.

BORтаS 4 містить (Фіг.4 ) КМС10 ЛФ11, блок формування  $\rho$ (БФр) 12, вихід котрого підключений до першого входу блоку обчислення  $S$ (БОС) 13, другий та третій входи котрого підключені, відповідно, до виходів регістрів  $R_{\min}$  14 та  $R_{\max}$  15, а четвертий вхід - до входу 16 значення  $\Delta\varphi$ , вихід ЛФ11 підключений до

входу БФр 12, а початок ЛФ11 суміщений з центром КМС10.

Запропонований спосіб визначення кута орієнтації плоскої замкненої фігури полягає в наступному.

В початковий момент проектується зображення контурної замкненої фігури на дискретне матричне середовище, в якому воно центрується відносно точки (Фіг.1). Визначається найвіддаленіша точка контуру фігури від точки О і проводиться коло з радіусом  $R_{max}$ , а також визначається найближча точка контуру до точки О і визначається коло з радіусом  $R_{min}$ . Коло з радіусом  $R_{max}$  розбивається на дискретні сектори з кутом  $\Delta\varphi$  (Фіг.1). В кожному секторі визначається площа  $S_{1i}$ , яка розташована між дугою більшого кола, обмеженою кутом  $\Delta\varphi$ , контурами в межах сектора та двома радіус-векторами  $R_{max}$ , які утворюють відповідний сектор. Визначається також площа  $S_{2i}$ , обмежена контуром, меншим колом та відповідними двома радіус-векторами  $\rho_i$  та  $\rho_{i+1}$ . Сектори утворюють шляхом обертання фігури відносно точки О на дискретний кут  $\Delta\varphi$ . Таким чином, та частина кільця, яка знаходиться зсередини кожного  $i$ -го сектора має дві площі  $S_{1i}$  та  $S_{2i}$ , розділені контуром фігури(Фіг.1).

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

$$S_{1i} = \pi(R_{max}^2 - \rho^2)/N$$

$$S_{2i} = \pi(\rho^2 - R_{min}^2)/N$$

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

де

Дані площі отримуються після кожного повороту фігури на кут  $\Delta\varphi$  і визначається відношення  $Q_i^\Phi = S_{1i}^\Phi / S_{2i}^\Phi$ , яке порівнюється з еталонним  $Q_i^E = S_{1i}^E / S_{2i}^E$  в межах  $R_{min}$  та  $R_{max}$ . Поворот здійснюється до тих пір, поки параметри  $Q_i^\Phi$  не співпадуть з параметрами  $Q_i^E$  ( $Q_i^\Phi \approx Q_i^E$ ).

В момент співпадання відповідних параметрів визначається кількість дискретних поворотів, яка характеризує кут  $\Phi$  орієнтації

$$\Phi = i\Delta\varphi$$

де  $i = \overline{1, N}$ .

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

Пристрій для визначення кута орієнтації плоскої замкненої фігури функціонує наступним чином (Фіг.2)

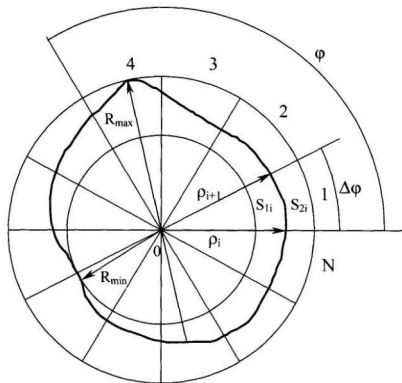
Початкове (контрольне) зображення подається на вхід ПСС 1, де воно перетворюється в необхідну форму і подається на вхід БЦ 2, в якому воно центрується відносно центру клітинного матричного середовища. Відцентроване зображення фігури проектується також відносно центра в БОР 3, який шляхом повороту фігури відносно центру середовища і центру мас фігури, визначає величини  $R_{max}$  та  $R_{min}$ . БОР 3 формує зображення, що присутнє в нього на вході, але з окресленими двома колами з радіусами  $R_{max}$  та  $R_{min}$ . З його виходу отримані дані подаються на БОр та S4, в якому зображення повертається на дискретний кут  $\Delta\varphi$  і обчислюється  $\rho_i$ ,  $\rho_{i+1}$ ,  $S_{1i}$  та  $S_{2i}$ . БФВ5 формує відношення  $Q_i^\Phi$  яке подається в БП6 для порівняння з еталонним  $Q_i^E$ .

БОР 3 функціонує наступним чином (Фіг.3). Зображення фігури проектується на КМС7, центр котрого співпадає з центром мас фігури. Блок містить також ЛФ8, перший фотоприймач якої співпадає з центром КМС7, а останні по вертикалі виступає за середовище 7 (Фіг.3). Чим далі від початку розташований фотоприймач тим більшу вагу він має. Зображення фігури в КМС7 повертається на  $360^\circ$  навколо центру з обраним кутом дискретизації. На кожному дискретному повороті здійснюється зчитування коду ЛФ8, що подається в БО9, в якому обирається найбільше та найменше значення коду. БОр та S4 функціонує наступним чином (фіг.4)

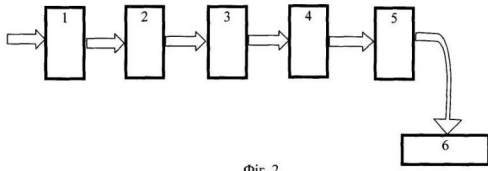
Центр мас спроектованої фігури співпадає з центром КМС 10, в якому також як і в БОР 3 (Фіг.3) розташована ЛФ 11 для обчислення  $\rho_i$  та  $\rho_{i+1}$  при кожному дискретному повороті фігури на кут  $\Delta\varphi$ . Відповідні коди з ЛФ 11 поступають на БФр 12, який формує значення  $\rho$ . На базі отриманих значень БОС 13 обчислює величини  $S_{1i}$  та  $S_{2i}$  за Представленими формулами. Для обчислення площин  $S_{1i}$  та  $S_{2i}$  на входи БОС з виходів ВФр 12 та регістрів 14, 15 кодів  $R_{min}$  та  $R_{max}$  поступають необхідні дані при черговому повороті на  $\Delta\varphi$ .

На виході БОС13 формуються відповідні значення  $S_{1i}$  та  $S_{2i}$ .

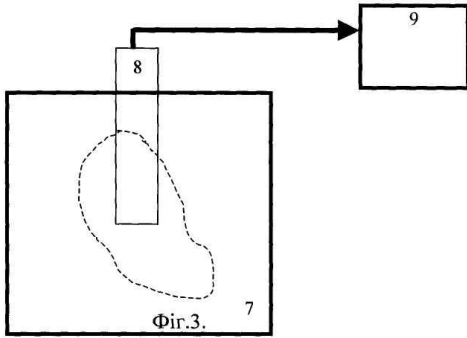
Таким чином для отримання значень  $R_{max}$  та  $R_{min}$  необхідно провести повне обертання фігури на  $360^\circ$ , а також для отримання  $S_{1i}$  та  $S_{2i}$  виористовується повний поворот Чим менша величина  $\Delta\varphi$  тим вища точність. Точність також залежить від величини і форми клітин КМС 7, 10.



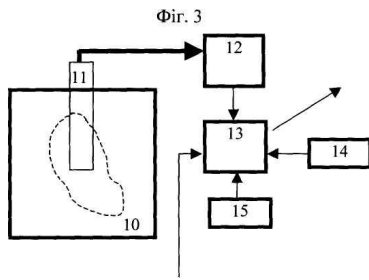
Фіг. 1



Φir. 2



Φir.3.



Φir. 3

Φir.4.