

Застосування методу ланцюгового кодування контуру для класифікації плямоподібних зображень

С. Кормановський, В. Кучерук, Р. Ліщук

Вінницький національний технічний університет

kormanovski@ukr.net

Abstract

The paper deals with the problems of efficient description of images with irregular contour while their recognition. New method of image contour coding has been suggested, its main advantages have been investigated.

1. Вступ

Важливою задачею розпізнавання зображень є їх якісний опис, тобто створення такої моделі зображення, яка б дозволила ефективно представити об'єкт розпізнавання та однозначно зіставити це представлення з набором еталонних класів зображень, оскільки якість опису зображень безпосередньо впливає як на алгоритм розпізнавання, так і на конкретну його апаратну реалізацію [1, 2].

Основним напрямком у створенні штучного інтелекту є розпізнавання різних динамічних об'єктів (ДО) шляхом аналізу їхніх зображень. Оскільки зображення несуть у собі великий обсяг інформації, то виникають такі важливі питання, як їхнє представлення і класифікація. Велику частину інформації про зображення несуть його геометричні характеристики, у зв'язку з тим, що зображення представляє геометричну модель об'єкта [3]. У реальному світі існує багато динамічних об'єктів, що можуть бути представлені силуетними зображеннями, контур яких нагадує форму плями. Головна задача полягає в тому, щоб створити таку модель плямоподібного зображення, по якій можна буде легко ідентифікувати об'єкт і сортувати його.

2. Модифікований метод ланцюгового кодування контуру

Головна мета розпізнавання зображень полягає в одержанні їхнього опису і зіставлення цих описів з моделями класів зображень. Коли існують компактні описи моделей зображень, що описують класи зображень, то зображення, яке аналізується, буде відноситися до такого класу, для якого можна встановити відповідність між описами зображення і моделі.

Задачі розпізнавання ДО і визначення їхньої орієнтації можуть вирішуватися, якщо заздалегідь відомі описи цих об'єктів. Об'єкт, що розпізнається, може бути представлений декількома зображеннями, які зберігаються в базі даних. Форма об'єкта часто описується його контуром або сукупністю параметрів, яких досить для того, щоб розрізнити об'єкти визначеного класу. Суть контурного представлення полягає в тому, що форма кожного об'єкта описується множиною його граничних точок. У цьому методі пропонується новий підхід опису

плямоподібних зображень. Отримане зображення центрується і виконується перехід з декартової системи координат у полярну. За допомогою головних внутрішніх точок зображення – центра ваги [4] і центра зв'язності [5] визначається вісь орієнтації зображення. Кодування йде в напрямку, зворотному ходу годинникової стрілки. Крива контуру представляється початковою точкою, розташованою на осі орієнтації, і цифровим кодом, складеним з восьми напрямків. Така комбінація елементарних напрямків розглядається як дискретний варіант природного рівняння кривої:

$$F = \{ v^0, v^1, v^2, v^3, v^4, v^{-1}, v^{-2}, v^{-3} \}.$$

Сітку кодування утворюють промені і концентричні кола. Задається крок відстані між сусідніми колами Δr і

крок кута $\Delta \varphi$, від якого залежить дуга Δl , що з'єднує сусідні промені (рис. 1).

Рисунок 1: Напрямки векторів на полярній сітці

Основні визначення і поняття кодування:

- *зображення з незакономірним контуром або плямоподібне зображення* – зображення, форму якого описати точно аналітичним методом неможливо;
- *геометричне середовище кодування* – полярна система координат, яка накладається на відцентроване зображення з незакономірним контуром;
- *сітка кодування* – сітка полярної системи координат, утворена променями та концентричними колами;

- вузол сітки кодування – точка перетину променя та концентричного кола сітки кодування;
- промінь сітки – елемент полярної сітки кодування, шпівпряма з початковою точкою у полюсі O ;
- елементарна комірка сітки кодування – елементарна одиниця геометричного середовища кодування;
- вісь орієнтації зображення – пряма, що проходить через головні внутрішні точки зображення: центр ваги зображення і центр зв'язності зображення;
- центр зв'язності зображення – головна внутрішня точка зображення, координати якої визначаються шляхом урівноваження сум зв'язності елементів зображення;
- параметри кодування – основні параметри процесу опису зображення з неізометричним контуром, якісні чи кількісні значення яких безпосередньо впливає на перебіг контурного кодування.

У табл. 1 наведено позначення елементарних напрямків контуру зображення, відповідний їм код та зміну кроків сітки кодування.

Таблиця 1: Позначення і параметри напрямків

| Напрямок | Назва | Позначення | Зміна кроків сітки |
|----------|--------|------------|---------------------------------|
| 0 | спуск | v^0 | $(0; -\Delta\rho)$ |
| 1 | спуск | v^1 | $(+\Delta\varphi; -\Delta\rho)$ |
| 2 | прямо | v^2 | $(+\Delta\varphi; 0)$ |
| 3 | підйом | v^3 | $(+\Delta\varphi; +\Delta\rho)$ |
| 4 | підйом | v^4 | $(0; +\Delta\rho)$ |
| -1 | спуск | v^{-1} | $(-\Delta\varphi; -\Delta\rho)$ |
| -2 | прямо | v^{-2} | $(-\Delta\varphi; 0)$ |
| -3 | підйом | v^{-3} | $(-\Delta\varphi; +\Delta\rho)$ |

Кодування виконується елементарними векторами (рис. 1 та табл. 1). На процес кодування зображення з неізометричним контуром впливають такі параметри:

- оцифрування контуру зображення – присвоєння елементарній ділянці контуру зображення цифрового коду згідно з орієнтацією її елементарного напрямку на сітці кодування;
- напрям кодування – полярно додатний (проти годинникової стрілки);
- початкова точка кодування – точка перетину осі орієнтації зображення з контурною лінією зображення;
- елементарна ділянка контуру зображення – частина кривої неізометричного контуру, обмежена елементарною коміркою сітки кодування;

- точка невизначеності – точка, що поділяє відрізок елементарного променя чи елементарної дуги сітки кодування навпіл;
- елементарний напрямок контуру зображення – напрямок одного з векторів, початкова та кінцева точки якого є вузлами елементарної комірки сітки кодування.

Так, наприклад, в елементарній комірці $ABCD$ першим елементарним напрямком контуру зображення є напрямок вектора \overline{AC} , оскільки його початкова точка найближча до точки контуру K_1 , кінцева точка найближча до другої точки контуру K_2 (рис. 2).

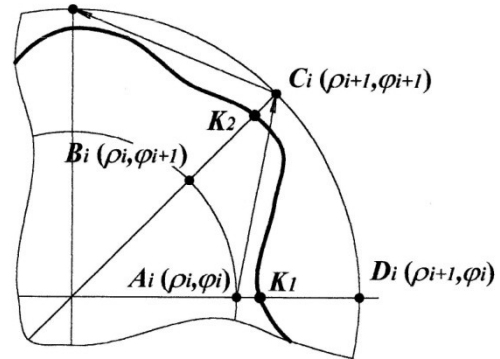


Рисунок 2: Фрагмент контуру зображення

Розглянемо основні принципи модифікованого способу контурного кодування зображення з неізометричним контуром. Нехай зображення із замкненим неізометричним контуром задане у полярній системі координат і для такого зображення попередньо проведено бінарзацію та виділення контуру [6], а також визначено основні інформаційні ознаки: головні внутрішні точки зображення та вісь орієнтації, напрям кодування та координати початкової точки кодування. Загальним результатом контурного кодування вважатимемо цифровий ланцюговий код, складений значеннями, що відповідають восьми елементарним напрямкам контуру зображення. Процес формування результуючого цифрового коду є ітераційним, тобто, рухаючись із заданим кроком дискретизації по елементарних комірках сітки кодування, для кожної елементарної ділянки контуру зображення визначається його елементарний напрямок. На рис. 3 показано приклад зображення, що має ланцюговий код:

0112243433431010110011233443...
...43321111233433222221211

Напрямки:

спуски: $\Sigma v^0 = 5$; $\Sigma v^1 = 15$;

підйоми: $\Sigma v^3 = 13$; $\Sigma v^4 = 7$;

прямо: $\Sigma v^2 = 12$

3. Класифікація форми контуру плямоподібних зображень

Запропоновані методи кодування і формування геометричних ознак дають простий опис об'єкта, але не пов'язані з його розпізнаванням в якості елемента деякого класу. Опис форми зображень з незакономірним контуром і кодування контуру в полярній сітці дозволяє створити апріорну класифікацію плямоподібних зображень [3]. Для зручності класифікації введено літеро-цифрові позначення класів і підкласів. Всі зображення розділені на три основні класи, в залежності від переваги того чи іншого напрямку, а також від відношення кількості кодових елементів до дискретних секторів. На рис. 4 показано схему основних класів форми контуру плямоподібних зображень.

Рисунок 3: Графічна модель плямоподібного зображення з кодовим контуром

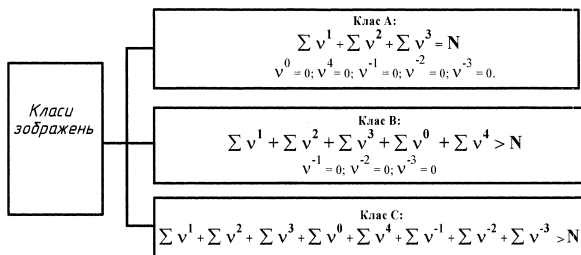


Рисунок 4: Основні класи форми контуру плямоподібних зображень

Кожен клас поділяється на підкласи (рис. 5-7).

Розглянемо ці класи і підкласи.

Клас А: $\sum v^1 + \sum v^2 + \sum v^3 = N$;

де N – число секторів, $v^0 = 0$; $v^4 = 0$; $v^{-1} = 0$; $v^{-2} = 0$; $v^{-3} = 0$.

В класі А присутні три векторних напрямки v^1, v^2, v^3 . Загальна кількість цих напрямків завжди дорівнює числу секторів. Кількість інших п'яти напрямків дорівнює 0.

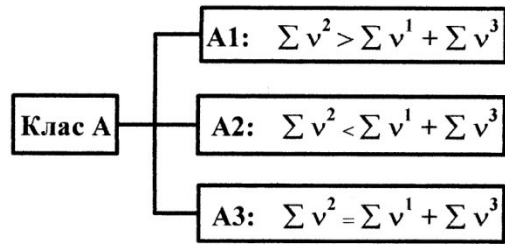


Рисунок 5: Схема підкласів класу А

A1: $\sum v^2 > \sum v^1 + \sum v^3$. В цьому підкласі сума напрямків v^2 більша за суму напрямків v^1 і v^3 . У таких зображень дефіцит опуклості найменший серед усіх зображень класу А.

A2: $\sum v^2 < \sum v^1 + \sum v^3$. В цьому підкласі сума напрямків v^2 менша від суми напрямків v^1 і v^3 . У зображень підкласу А2 дефіцит опуклості найбільший серед усіх зображень класу А.

A3: $\sum v^2 = \sum v^1 + \sum v^3$. У зображень підкласу А3 сума напрямків v^2 дорівнює сумі напрямків v^1 і v^3 .

Клас В. $\sum v^1 + \sum v^2 + \sum v^3 + \sum v^0 + \sum v^4 > N$; $v^{-1} = 0$; $v^{-2} = 0$; $v^{-3} = 0$

В класі В присутні п'ять векторних напрямків v^1, v^2, v^3, v^0, v^4 . Загальна кількість цих напрямків більша від числа секторів N . Кількість інших трьох напрямків дорівнює 0. Довжина коду (загальна кількість напрямків) дорівнює кількості векторів і більша від числа секторів. Клас В містить 3 підкласи ВА, ВВ, ВС. Кожний підклас містить ще 4 підкласи.

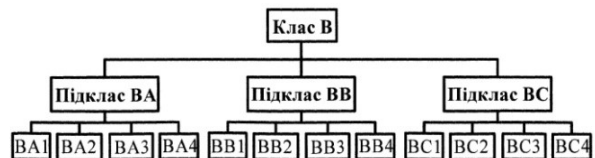


Рисунок 6: Схема підкласів класу В

Підклас ВА: $\sum v^2 > \sum v^1 + \sum v^3 + \sum v^0 + \sum v^4$. В цьому підкласі сума напрямків v^2 більша від суми всіх інших напрямків. Серед зображень класу В, дефіцит опуклості у зображень підкласу ВА найменший.

ВА1: $\sum v^2 > \sum v^1 + \sum v^3 + \sum v^4$; $\sum v^0 = 0$.

ВА2: $\sum v^2 > \sum v^1 + \sum v^3 + \sum v^0$; $\sum v^4 = 0$.

ВА3: $\sum v^2 > \sum v^3 + \sum v^0 + \sum v^4$; $\sum v^1 = 0$.

ВА4: $\sum v^2 > \sum v^1 + \sum v^0 + \sum v^4$; $\sum v^3 = 0$.

Підклас ВВ: $\sum v^2 < \sum v^1 + \sum v^3 + \sum v^0 + \sum v^4$. В цьому підкласі сума напрямків v^2 менша суми всіх інших напрямків. Серед зображень класу В, дефіцит опуклості у зображень підкласу ВВ найбільший.

ВВ1: $\sum v^2 < \sum v^1 + \sum v^3 + \sum v^4$; $\sum v^0 = 0$.

ВВ2: $\sum v^2 < \sum v^1 + \sum v^3 + \sum v^0$; $\sum v^4 = 0$.

ВВ3: $\sum v^2 < \sum v^3 + \sum v^0 + \sum v^4$; $\sum v^1 = 0$.

ВВ4: $\sum v^2 < \sum v^1 + \sum v^0 + \sum v^4$; $\sum v^3 = 0$.

Підклас **BC**: $\Sigma v^2 = \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4$. В цьому підкласі сума напрямків v^2 дорівнює сумі всіх інших напрямків.

BC1: $\Sigma v^2 = \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^4$; $\Sigma v^0 = 0$.

BC2: $\Sigma v^2 = \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0$; $\Sigma v^4 = 0$.

BC3: $\Sigma v^2 = \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4$; $\Sigma v^1 = 0$.

BC4: $\Sigma v^2 = \Sigma v^1 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4$; $\Sigma v^3 = 0$.

Клас C: $\Sigma v^1 + \Sigma v^2 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-2} + \Sigma v^{-3} > N$.

В класі C присутні всі вісім напрямків. Загальна кількість напрямків більша від числа секторів N. Клас C має три підкласи CA, CB, CC.

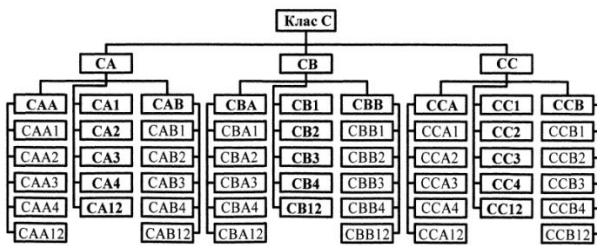


Рисунок 7: Схема підкласів класу C

Підклас **CA**: $\Sigma v^2 + \Sigma v^{-2} > \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$.

В цьому підкласі сума напрямків v^2 і v^{-2} більша від суми інших напрямків. Серед зображень класу C, дефіцит опуклості у зображень підкласу CA найменший.

CA1: $\Sigma v^2 + \Sigma v^{-2} > \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^0 = 0$.

CA2: $\Sigma v^2 + \Sigma v^{-2} > \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^4 = 0$.

CA3: $\Sigma v^2 + \Sigma v^{-2} > \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^1 = 0$.

CA4: $\Sigma v^2 + \Sigma v^{-2} > \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1}$; $\Sigma v^{-3} = 0$.

CA12: $\Sigma v^2 + \Sigma v^{-2} > \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^0 = 0$; $\Sigma v^4 = 0$.

CAA: $\Sigma v^2 > \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^2 = 0$.

CAA1: $\Sigma v^2 > \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^0 = 0$.

CAA2: $\Sigma v^2 > \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^4 = 0$.

CAA3: $\Sigma v^2 > \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^{-1} = 0$.

CAA4: $\Sigma v^2 > \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1}$; $\Sigma v^{-3} = 0$.

CAA12: $\Sigma v^2 > \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^0 = 0$; $\Sigma v^4 = 0$.

CAB: $\Sigma v^{-2} > \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^2 = 0$.

CAB1: $\Sigma v^{-2} > \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^0 = 0$.

CAB2: $\Sigma v^{-2} > \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^4 = 0$.

CAB3: $\Sigma v^{-2} > \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^{-1} = 0$.

CAB4: $\Sigma v^{-2} > \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1}$; $\Sigma v^{-3} = 0$.

CAB12: $\Sigma v^{-2} > \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^0 = 0$; $\Sigma v^4 = 0$.

Підклас **CB**: $\Sigma v^2 + \Sigma v^{-2} < \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$.

В цьому підкласі сума напрямків v^2 і v^{-2} менша суми інших напрямків. Серед зображень класу C, дефіцит опуклості у зображень підкласу CB найбільший.

CB1: $\Sigma v^2 + \Sigma v^{-2} < \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^0 = 0$.

CB2: $\Sigma v^2 + \Sigma v^{-2} < \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^4 = 0$.

CB3: $\Sigma v^2 + \Sigma v^{-2} < \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^{-1} = 0$.

CB4: $\Sigma v^2 + \Sigma v^{-2} < \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1}$; $\Sigma v^{-3} = 0$.

CB12: $\Sigma v^2 + \Sigma v^{-2} < \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^0 = 0$; $\Sigma v^4 = 0$.

CBA: $\Sigma v^2 < \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^2 = 0$.

CBA1: $\Sigma v^2 < \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^0 = 0$.

CBA2: $\Sigma v^2 < \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^4 = 0$.

CBA3: $\Sigma v^2 < \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^{-1} = 0$.

CBA4: $\Sigma v^2 < \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1}$; $\Sigma v^{-3} = 0$.

CBA12: $\Sigma v^2 < \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^0 = 0$; $\Sigma v^4 = 0$.

CBB: $\Sigma v^{-2} < \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^2 = 0$.

CBB1: $\Sigma v^{-2} < \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^0 = 0$.

CBB2: $\Sigma v^{-2} < \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^4 = 0$.

CBB3: $\Sigma v^{-2} < \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^{-1} = 0$.

CBB4: $\Sigma v^{-2} < \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1}$; $\Sigma v^{-3} = 0$.

CBB12: $\Sigma v^{-2} < \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^0 = 0$; $\Sigma v^4 = 0$.

Підклас **CC**: $\Sigma v^2 + \Sigma v^{-2} = \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$.

В цьому підкласі сума напрямків v^2 і v^{-2} дорівнює сумі інших напрямків.

CC1: $\Sigma v^2 + \Sigma v^{-2} = \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^0 = 0$.

CC2: $\Sigma v^2 + \Sigma v^{-2} = \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^4 = 0$.

CC3: $\Sigma v^2 + \Sigma v^{-2} = \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^{-1} = 0$.

CC4: $\Sigma v^2 + \Sigma v^{-2} = \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1}$; $\Sigma v^{-3} = 0$.

CC12: $\Sigma v^2 + \Sigma v^{-2} = \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^0 = 0$; $\Sigma v^4 = 0$.

CCA: $\Sigma v^2 = \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^2 = 0$.

CCA1: $\Sigma v^2 = \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^0 = 0$.

CCA2: $\Sigma v^2 = \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^4 = 0$.

CCA3: $\Sigma v^2 = \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^{-1} = 0$.

CCA4: $\Sigma v^2 = \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1}$; $\Sigma v^{-3} = 0$.

CCA12: $\Sigma v^2 = \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^0 = 0$; $\Sigma v^4 = 0$.

CCB: $\Sigma v^{-2} = \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^2 = 0$.

CCB1: $\Sigma v^{-2} = \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^0 = 0$.

CCB2: $\Sigma v^{-2} = \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^4 = 0$.

CCB3: $\Sigma v^{-2} = \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^{-1} = 0$.

CCB4: $\Sigma v^{-2} = \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^0 + \Sigma v^4 + \Sigma v^{-1}$; $\Sigma v^{-3} = 0$.

CCB12: $\Sigma v^{-2} = \Sigma v^1 + \Sigma v^3 + \Sigma v^{-1} + \Sigma v^{-3}$; $\Sigma v^0 = 0$; $\Sigma v^4 = 0$.

Ідентифікація динамічних плямоподібних зображень виконується на базі апріорної класифікації з використанням інформативних ознак: центрів зв'язності та ваги, осі орієнтації, площі, міри дефіциту опуклості [7].

4. Висновки

Запропоновано новий підхід до кодування зображень з незаконним контуром, що базується на поданні та описуванні зображення не в традиційній декартовій, а в полярній системі координат. Цей підхід відрізняється від відомих методів описування зображення тим, що:

1. об'єкт розпізнавання подано через геометрію контуру - найхарактернішу його ознаку;
2. отриманий код є адекватним і компактним, тобто простим, наочним та інваріантним до афінних перетворень зображення (поворот, зсув, масштабування, ущільнення);
3. опис зображення є зручним для апаратної реалізації, оскільки результуючий код складають цифри зі знаком, для представлення яких вистачає лише трьох бітів.

Отже, на основі даного опису може бути побудована класифікація зображень, яка в подальшому може

використовуватися для створення бази даних зображень з незакономірним контуром.

5. Література

- [1] Прэтт У. Цифровая обработка изображений. В 2-х кн. – М.: Мир. – 1982. – Кн. 1. – 310с. – Кн. 2. – 790с.
- [2] Форсайт Д.А., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход.: Пер. с. англ. – М. –Издат. Дом «Вильямс». – 2004. – 928с.
- [3] Кормановский С.И., Мельник О.П., Дорохин М.В. Геометрическое моделирование пятенных изображений динамических объектов // Геометричне та комп'ютерне моделювання. Збірник наукових праць. Вип. 7. – Харків. – 2004. – С. 82-87.
- [4] Кормановський С.І. Математична модель і алгоритм визначення координат центра ваги і моментів інерції зображення // Вісник ВПІ. – 1999. – № 1. – С. 61-64.
- [5] Кормановський С.І., Швейкі Нафез, Тимченко Л.І. Підхід до визначення центра зв'язності зображення // Вісник ВПІ. – 2001. – № 4. – С. 71-73.
- [6] Введение в контурный анализ и его приложения в обработке изображений и сигналов. /Под ред. Я.А. Фурмана. – М. – ФИЗМАТЛИТ. – 2002. – 592с.
- [7] Кормановський С.І., Кожем'яко В.П. Око-процесорна обробка та розпізнавання образної інформації за геометричними ознаками. – Вінниця: «УНІВЕРСУМ – Вінниця», 2007. – 160 с.