

ПОБУДОВА ОЗНАК ЗА ДОПОМОГОЮ ОБЕРТАННЯ ОБ'ЄКТА НАВКОЛО ОСІ

Ростислав Косаревич

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 290601, м. Львів,
вул. Наукова 5, тел.: (0322) 65-45-30, e-mail: dep32@ah.ipm.lviv.ua

Пропонується новий спосіб побудови системи ознак об'єкта інваріантних до афінних перетворень. Ця система ознак утворюється при обертанні об'єкта навколо його центру площі. Розглянуті приклади систем ознак для елементарних об'єктів.

ВСТУП

Кожен об'єкт реального світу має геометричну форму. Крім інших характеристик таких як, наприклад, колір, маса, запах - форма об'єкта та ознака, котра можливо є найбільш інформативною.

Основним завданням в багатьох системах машинного зору є розпізнавання форми об'єкта на зображенні та опис всього зображення. Розпізнавання форми відбувається, як правило, шляхом побудови її опису, тобто формі об'єкта ставиться у відповідність деяка множина чисел, а потім відбувається класифікація, відповідно до величин цих чисел. Також форма об'єкта може бути представлена як множина примітивів. Тоді для розпізнавання форми використовуються структурні методи.

Розпізнавання форми є простим завданням для людини, але все ще залишається досить важким для ЕОМ. Після того як об'єкт повернути на деякий кут або перенести розпізнавання форми стає все більш і більш важчим. Тому і далі є потреба в знаходженні простих, таких що не вимагають багато часових затрат, високоточних методах для розпізнавання форми.

До цього часу запропоновано велике число способів опису форми об'єкта. Павлідіс поділяє такі описи на зовнішні та внутрішні для того щоб розділити ті, що побудовані на основі дослідження границі і ті, що досліджують всю площу форми об'єкта [1].

До зовнішніх можна віднести описи побудовані на основі: ланцюгових кодів Фрімена, перетворення Фур'є, авторегресивних моделей, полярного представлення, синтаксичного підходу [2-8]. До внутрішніх описів відносять: побудову скелету форми об'єкта, обчислення моментів різних порядків [9-11].

Представлену роботу можна віднести до зовнішніх методів опису форми об'єкта, оскільки запропонована система ознак є результатом відслідковування зміни величини проекцій радіус-

векторів, проведених з центру площі об'єкта до точок контуру з максимумом локальної кривизни, при обертанні об'єкта навколо його центру площі.

ПОБУДОВА ОЗНАК

Для побудови системи ознак на етапі попередньої обробки зображення об'єкта потрібно вибрати відповідний поріг для бінаризації зображення і далі за допомогою градієнтних операторів виділити контур об'єкта. Наступний крок - відслідковування контурних точок і виділення серед них точок з максимумом локальної кривизни.

Нехай результатом описаних вище дій є довільний чотирикутник ABCD (рис. 1). Його контур замкнена ламана, що складається з чотирьох відрізків AB, BC, CD, DA і нехай O - центр площі обмеженої чотирикутником.

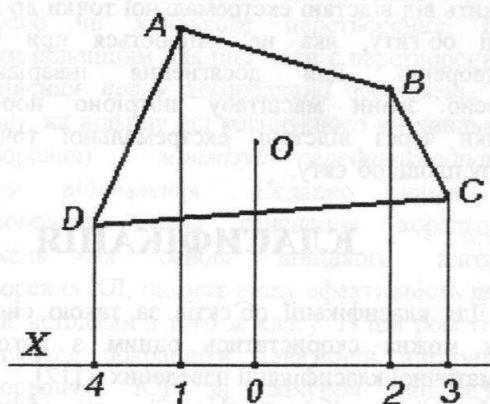


Рис. 1

Максимум локальної кривизни знаходиться у вершинах A, B, C, D. Спроекуємо ці вершини і центр площі на горизонтально розташовану вісь X. Позначимо проєкції цих точок на вісь X цифрами 0, 1, 2, 3, 4. За початок відріку на осі X візьмо проєкцію центру площі O чотирикутника. Відстані від проєкцій точок до початку відріку є проєкціями відстаней точок A, B, C, D до центру площі об'єкта.

Систему ознак сформуємо наступним чином: будемо обертати чотирикутник ABCD навколо точки O, наприклад, за годинниковою стрілкою і відслідковувати зміну відстаней точок 1, 2, 3, 4 на осі X до початку відріку. Цю зміну можна зобразити графічно (рис. 2).

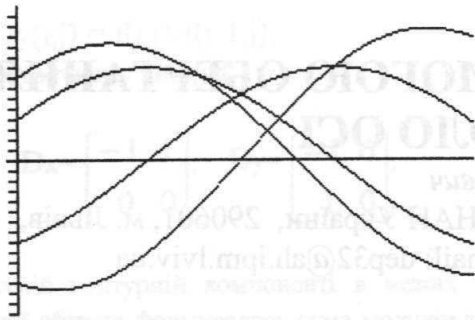


Рис.2

Для чотирикутника отримаємо чотири графіки. Легко бачити, що кожен графік на рис.2 можна виразити аналітично за допомогою функцій $\cos(x)$ або $\sin(x)$. Після цього параметри функцій та співвідношення між ними можна використати для побудови системи ознак об'єкта. Наприклад: в якості ознак можна вказати взаємне розташування точок максимумів і мінімумів, точок перетину осі графіками. Так на рис. 3, де побудовані графіки зміни величин проекцій радіус-векторів точок максимуму локальної кривизни до початку координат для квадрата легко зауважити, що максимум для одних функцій відповідає нульовим значенням інших.

Така система ознак інваріантна до переміщення об'єкту, оскільки система координат пов'язана із центром площі об'єкта; до поворотів об'єкту, оскільки криві на рис.2,3 періодичні і період залежить від відстані екстремальної точки до центру площі об'єкту, яка не змінюється при такому перетворенні. Для досягнення інваріантності відносно зміни масштабу потрібно нормувати графіки через відстань екстремальної точки до центру площі об'єкту.

КЛАСИФІКАЦІЯ

Для класифікації об'єктів за такою системою ознак можна скористатись одним з алгоритмів автоматичної класифікації наведених у [12].

Інший спосіб класифікації - це обчислення похибки між графіками і порівняння її з наперед заданим порогом. Наприклад, розглянемо два чотирикутники один з яких слугуватиме за представника класу, інший за невідомий об'єкт. Потрібно вказати чи належить цей об'єкт до класу представника. Маємо по чотири графіки. Вибираємо величину порогу. Кожен графік вхідного об'єкту порівнюємо з кожним графіком представника класу. За критерій можна вибрати добре відомий мінімум середньоквадратичної похибки. Якщо для всіх відповідних графіків вхідного об'єкту величина похибки не перевищує заданий поріг, то вважаємо, що вхідний об'єкт належить до того ж класу, що і представник. Таке застосування критерію мінімуму середньоквадратичної похибки можливе завдяки періодичності графіків. Два графіки можна порівнювати, якщо починати, наприклад, з точки

максимуму.

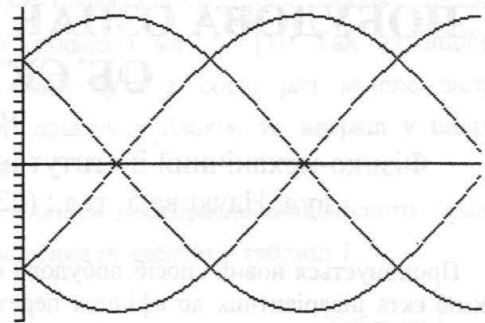


Рис.3

ВИСНОВКИ

1. Запропонована система ознак є інваріантною до афінних перетворень простору зображень об'єкта.
2. Результати проведених експериментів показали високу достовірність розпізнавання.

ЛІТЕРАТУРА

1. T.Pavlidis, "Algorithms for shape analysis of contours and waveforms", IEEE Trans. Pattern Analysis Mach. Intell. PAMI-2, 301-312 (1980).
2. Freeman H., "On the encoding of arbitrary geometric configuration", IRE Trans. Elec. Comp., EC-10, 260-268. (June 1961)
3. Freeman H., "Techniques for the digital computer analysis of chain-encoded arbitrary plane curves", 1961, Proc. Natl. Elec. Conf., 18, 312-324 (1961).
4. C.T. Zahn and R.Z.Roskies, "Fourier descriptors for plane closed curves", IEEE Trans. Computers C-21, pp.269-281 (1972).
5. E. Person and K.S. Fu, "Shape discrimination using Fourier descriptors", IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics SMC-7, pp. 170-179 (1977).
6. S.R. Dubois and F.H. Glanz, "An autoregressive model approach to two-dimensional shape classification", IEEE Trans. Pattern Analysis Mach. Intell., vol. 8, no.1, pp.55-66, (1986).
7. A. Blumenkrans, "Two-dimensional object recognition using a two-dimensional polar transform", Pattern Recognition, vol. 24, pp. 879-890 (1991).
8. I. Pitas, and A.N. Venetsanopoulos, "Morphological shape decomposition", IEEE Trans. Pattern Analysis Mach. Intell. vol. 12 no. 1, pp. 38-45 (1990).
9. P.A. Maragos and R.W. Schafer, "Morphological skeleton representation and coding of binary images", IEEE Trans. Acoust. Speech Signal Process. Vol-34., pp. 1228-1244 (1986).
10. S. Dudani et al., "Aircraft identification by moment invariant", IEEE Trans. Comput. C-26, pp. 39-45 (1977).
11. F.W. Smith and M.H. Wright, "Automatic ship photo interpretation by the method of moments", Trans. Comput. C-20, pp. 1089-1094 (1971).
12. Дорофеюк А.А., "Алгоритмы автоматической классификации", Автоматика и телемеханика, №12, 1971.