
İNFORMASIYA-ÖLÇMƏ SİSTEMLƏRİ
ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Q.M.Məmmədov (Azərbaycan Dövlət Əməyin Mühafizəsi və Təhlükəsizlik
Texnikası Elmi-Tədqiqat İnstitutu)

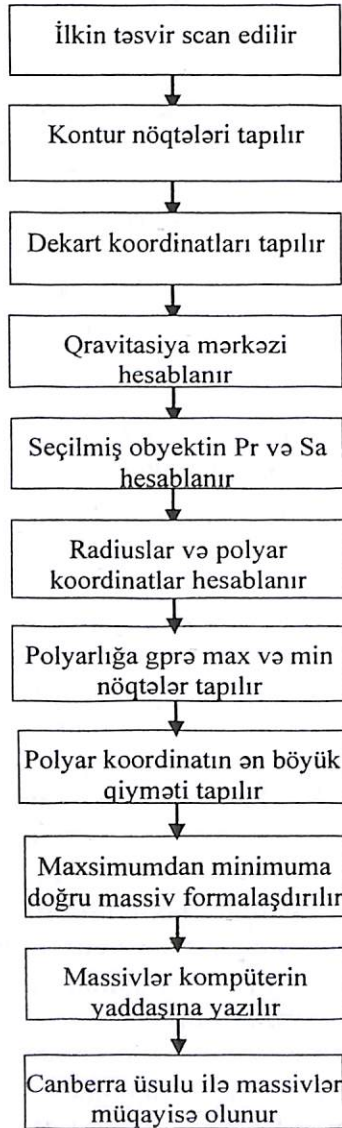
**OBJEKTŁƏRİN İKİÖLÇÜLÜ BİNAR TƏSVİRLƏRİNİN MİQYASDAN VƏ
FIRLANMADAN İNVARİANT TANINMASI**

Giriş. Müasir avtomatlaşdırılmış istehsalatda texniki görmə sistemləri və manipulyatorlar istehsal olunan məhsulun keyfiyyətinə təsir edən vizual və manual əməliyyatları təmin edən operatora real alternativdir. Həmin proses istehsalın məhsuldarlığının artırılmasına və hər bir məhsulun keyfiyyətinin təmin edilməsi üçün yaranan xərclərin ayrı-ayrılıqda aşağı salınmasına imkan verir [1]. Lakin obyektlərin təsvirinin tanınması zamanı onların xətti yerdəyişməsi ilə bağlı məhsul istehsalından sonra konveyer xəttində bəzi çətinliklər (təsvirin ağırlıq mərkəzi ətrafında fırlanması və koordinat müstəvisində yerdəyişməsi) yaranır. Obyektin fəzada təsadüfi oriyentasiyasının tətbiqi mürəkkəb və böyük maliyyə tələb edən problemdir. Baxmayaraq ki, tanıma təsvirin mövqeyinin dəyişməsinə invariant olmalıdır, qeyri-stabil faktorlar təsvirlərin tanınması zamanı obyektlər arasındakı yaxınlıq ölçüsünün hesablanmasında yaranan təsadüfi xətlər obyektin atributlarının sayının və mövqeyinin itirilməsi kimi orijinal parametrləri aşağı salır [2,3].

Məsələnin qoyuluşu. Dünyanın inkişaf etmiş ölkələrinin müasir hərbi texnologiyası öz diqqətini hava hücumundan müdafiə sistemə yönəlmişdir [4]. Son zamanlar ölkələr arasında yaranan gərginlikdə qısa mənzilli raketlərin qarşısını almaq üçün hava hücumundan müdafiə sistemi əsas rol oynayır. Sistem uzaq məsafədən gələn cismi hər hansı çoxbucaqlı müstəvi fiqur kimi qəbul edir. Təbiidir ki, uzaq məsafədən sistemə daxil olan obraz sürüşməyə, fırlanmaya və miqyas dəyişməsinə məruz qalır [5,6]. Hava hücumundan müdafiə sistemi daxil olan obrazı ya düşməni hücumu və ya ölkədaxili nəqliyyat kimi qiymətləndirə bilər. Buna görə də obrazların tanınması zamanı oxşar və ya yaxın obyektlərin müqayisəsi anında obyektlər arasında yaxınlıq ölçüsünün (OAYÖ) düzgün qiymətləndirilməsi mühüm şərtidir. Obrazların tanınmasının səhihliyi obyektlər arasında yaxınlıq ölçüsünün hesablanmasının dəqiqliyindən asılıdır. Təsvirlərin tanınması sahəsində Manxetten, Evklid, Kanberra və bir çox başqa düsturlar mövcuddur və hal-hazırda onlar obyektlər arasında yaxınlıq ölçüsünü hesablamaq üçün istifadə olunur [7,8]. Kompüter sistemi vasitəsilə təbii ki, obyektlər arasında yaxınlıq ölçüsünü qiymətləndirmək, xətləri təhlil etmək mümkündür, lakin bu proseslərin icrası üçün çox vaxt tələb olunur [9]. Sistem inlektual və operativ işləməsi üçün ilk öncə gələn cismin vaxt itirmədən məsafədən tanınması lazımdır. Tədqiqatlar göstərir ki, belə sistemin yaradılması obyektlər arasında yaxınlıq ölçüsünün qiymətləndirilməsi zamanı həm vaxt itkisinin qarşısının alınmasına və düzgün qərar qəbul edilməsinə zəmin yaradır. Obrazların tanınmasında tanıma səhihliyinin fırlanmadan və miqyas dəyişməsindən asılı olmadan icra olunması aktual məsələlərdən biridir [10,11,12].

Məsələnin həlli. Baxılan məsələnin həlli üçün tətbiq olunmuş alqoritmin blok sxemi şəkil 1-də göstərilmişdir. Alqoritmin fəaliyyət ardıcılığı aşağıdakı kimidir.

Texniki görmə vasitəsilə ilkin təsvir qəbul edilir və scan olunur. Obyektin kontur nöqtələri təyin olunur [13]. Daha sonra ikiölçülü Dekart koordinat müstəvisində koordinatlar müəyyən edilir. Obyektin qravitasiya mərkəzi riyazi düsturlar vasitəsilə təyin olunur. Seçilmiş obyektin perimetri (Pr) və sahəsi (Sa) hesablanır. Qravitasiya mərkəzindən pik nöqtələrə çəkilmiş radiusların uzunluqları və polyar koordinatları hesablanır. Həmin polyarlığa görə maksimum və minimum nöqtələr tapılır. Prosesin ardınca polyar koordinatlar arasında ən böyük məsafə təyin olunur. Sonrakı addımda əldə olunmuş qiymətlər əsasında maksimumdan minimuma doğru ardıcılıqla massiv formalaşdırılır. Təyin olunmuş massivlər kompüterin yaddaşına yazılır. Prosesin sonunda etalon massivlə tanınması nəzərdə tutulan massiv Canberra düsturunun köməyi ilə müqayisə edilir.



Şək.1. Tanınma prosesində təklif olunmuş alqoritmin fəaliyyət ardıcılığı

Məsələnin həlli 4 mərhələdə həyata keçirilmiş, ilkin olaraq eyni miqyaslı müxtəlif ölçülərə malik 2 müstəvi fiqur, eyni miqyaslı müəyyən bucaq altında fırlanmış 2

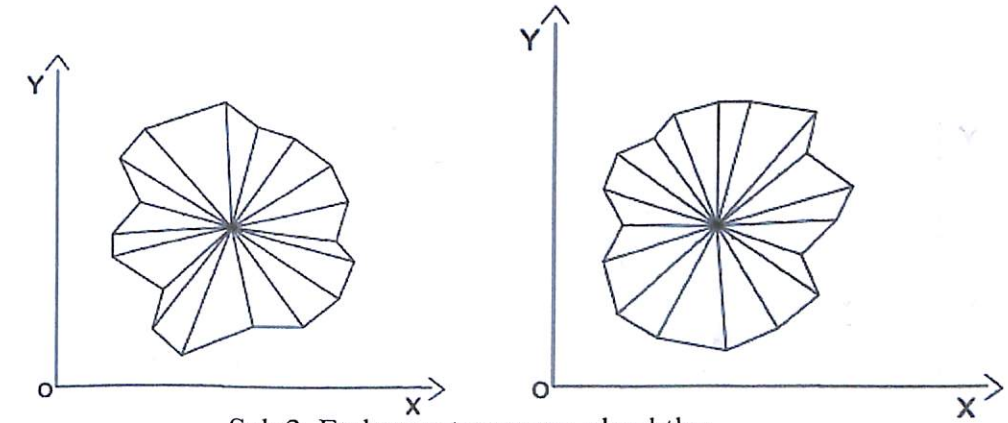
müstəvi fiqur və müxtəlif miqyaslarda 2 müxtəlif müstəvi fiqur əsasında tədqiqat aparılmışdır.

Kompüter modelləşməsi. AutoCAD proqramının köməyi ilə n tərəfli və ya n bucaqlı ixtiyari müstəvi fiqur götürülmüşdür. Prosesi sadələşdirmək üçün 18 bucaqlı ixtiyari müstəvi fiqur tətbiq edilmişdir. Daha sonra AutoCAD imkanlarından istifadə etməklə ixtiyari fiqurun qravitasiya mərkəzi tapılmışdır. Müstəvi fiqurun mərkəz nöqtəsindən bucaqlara radiuslar çəkilmişdir. Həmçinin AutoCAD sisteminin imkanlarından istifadə etməklə avtomatik olaraq reper nöqtələrinin və qravitasiya mərkəzinin koordinatları, radiusların uzunluqları, müstəvi fiqurun perimetri və sahəsi əldə edilmişdir. Baza sistemində müqayisə ediləcək fiqur olmadığından həmin təsvir etalon qəbul edilmişdir. Növbəti addımda etalon və tanınan təsvirin radiuslarının ölçüləri massiv şəklində kompüterə daxil edilmişdir:

$$R_{etalon} = [5506.28, 4645.23, 4828.72, 5105.91, 5150.74, 4546.02, 5501.38, 5593.31, 5360.2, 4472.99, 6125.26, 5697.86, 4078.77, 5317.06, 5148.4, 4059.56, 5684.45, 5117.4]$$

$$R_{tanınan} = [4314.08, 5265.3, 4436.2, 3329.07, 4639.27, 4554.47, 4832.77, 4854.11, 5040.22, 4493.92, 3562.69, 4517.84, 5688.34, 4705.01, 4178.14, 4622.59, 4822.34, 4937.27].$$

Python proqramlaşdırma dilində SciPy kitabxanasından istifadə etməklə obyektlər arasındakı yaxınlıq ölçüsü tapılmış və müəyyən əməliyyatlar yerinə yetirilmişdir. İlk öncə reper nöqtələrindən azad olmaq üçün tanınan və etalon fiqurların ən böyük radiusu tapılaraq massiv ilkin elementi təyin olunmuş və yeni massiv formalaşdırılmışdır (şək.2). Daha sonra iki massiv arasında Canberra məsafəsindən istifadə etməklə müqayisə aparılmış, nəticədə kompüterdə 1.2694560619475443 qiyməti alınmışdır. Alınan qiymət ε - na yaxın olduğu üçün təsvirlər bir -birinə yaxın hesab edilmişdir.

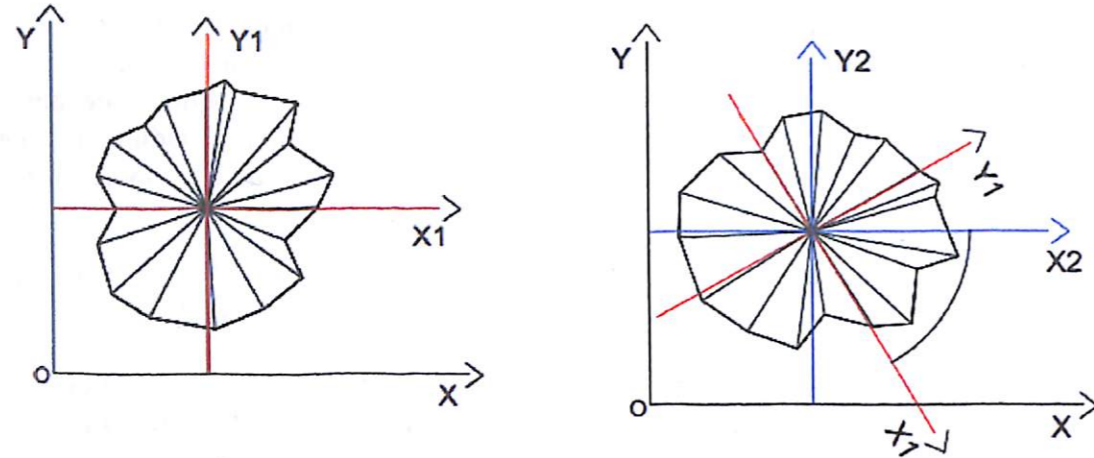


Şək.2. Etalon və tanınacaq obyektlər

Əlavə olaraq AutoCAD sistemində sabit miqyas altında çoxbucaqlı müstəvi fiqur çəkilmişdir. Həmin fiqurun qravitasiya mərkəzindən bucaqlara radiuslar endirilmiş, həmin radiusların ölçüləri massiv şəklində kompüterə daxil edilmişdir.

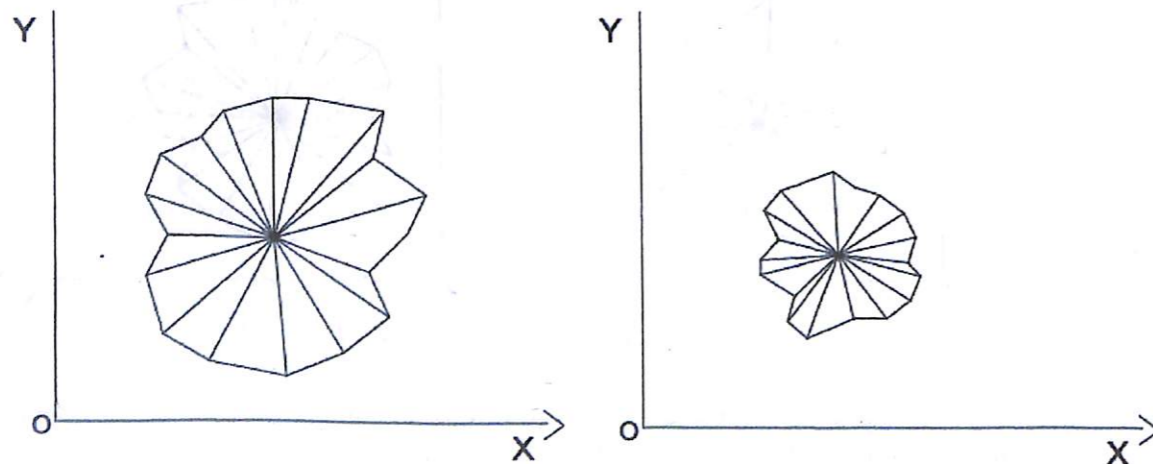
$$R_{tanınan} = [4691.72, 4126.62, 4544.32, 4481.42, 5140.85, 4817.25, 5565.66, 4197.39, 5175.88, 4370.83, 3310.23, 4653.39, 4619.12, 4936.96, 4978.75, 5195.85, 4586.24, 4543.8].$$

Daha sonra şəkildəki müstəvi fiqur proqram vasitəsilə Dekart koordinat sistemində müsbət istiqamətdə 60 dərəcə bucaq altında fırladılaraq invariantlıq yoxlanılmışdır. Alınan iki massiv Canberra düsturu ilə kompüterdə yoxlanıldıqda nəticə 0.0 alınmışdır (şək.3).



Şək.3. Eyni fiqurun müəyyən bucaq altında fırlanması

Yuxarıdakı təsvirdən və proqramdan görüldüyü kimi sabit miqyaslı fiquru dekart koordinat müstəvisində 60 dərəcə fırlatdıqda kompüter massivlər arasındakı fərqi sifra bərabər hesablamış, yəni sistem eyni obyekt olduğunu tanımışdır. Daha sonra müxtəlif miqyaslı iki fiqur götürülərək AutoCAD sistemində sahəsi digərindən 2 dəfə fərqlənən müstəvi fiqurun qravitasiya mərkəzindən max və min nöqtələrinə radiuslar endirilmişdir. Sabit müstəvidə olduqda həmin fiqurların piksellərin sayına görə müqayisəsi mümkün hesab edilmişdir. Baxılan halda hərəkətdə olan fiqur götürüldüyündən radiusların ölçülərindən istifadə edilmişdir (şək.4).



Şək.4. Müxtəlif miqyaslı etalon və tanınacaq obyektlərin müqayisəsi

Təsvirlərdən də görüldüyü kimi müxtəlif miqyaslı və müxtəlif ölçülərə malik 2 fiqur arasında müqayisə aparılmışdır. Canberra üsulu ilə massivlər arasında müqayisə aparılaraq 4.734554325179965 qiyməti alınmışdır. Alınan nəticə ε -dan çox böyük olduğu üçün deməli tanınan fiqur etalondan fərqlidir.

Sonuncu mərhələdə AutoCAD - da bir-birindən kəskin fərqlənən iki müstəvi fiqur götürülmüşdür. Tanıma prosesini mürəkkəbləşdirmək üçün tanınan müstəvi fiqurunda 3 ən böyük bərabər radius götürülərək müqayisə aparılmışdır. Şəkildən görüldüyü kimi tanınacaq təsvirdə qırmızı, mavi və çəhrayı rəngli radiuslar bərabərdir. Fırlanma əməliyyatı aparılan zaman dəqiqlik və səmərəlilik üçün müxtəlif rənglər seçilmişdir. Verilmiş müstəvi fiqurların radiusları massiv şəkildə kompüterin yaddaşına yazılmışdır.

$R_{etalon} = [3125.2, 5697.8, 6178.7, 1817.0, 6148.4, 2159.5, 4684.4, 7717.4, 8506.2, 1128.7, 8805.9, 3150.7, 2546.0, 6501.3, 1793.3, 2860.2, 6072.9];$

$R_{tanınan} = [8300.0, 3314.0, 2005.2, 7369.0, 2909.2, 5884.4, 8300.0, 1839.1, 3940.2, 7413.9, 3712.6, 7297.8, 8300.0, 2988.1, 5322.5, 7634.3, 4937.2].$

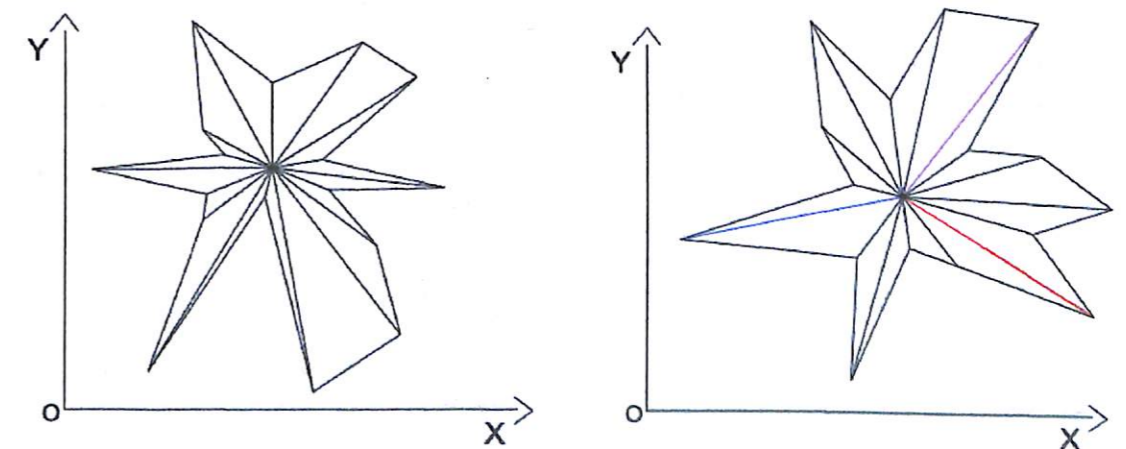
Daha sonra Python proqramı vasitəsilə Counter operatorundan istifadə etməklə hər massivdə bərabər radiusların sayı hesablanmışdır. Nəticədən görüldüyü kimi müxtəlif rəngli radiusların sayı 3-ə bərabər olmuşdur (şək.5). Radiusların sayı maksimum 3 olduğu üçün tanınacaq təsvir massivi də 3 ədəd götürülmüşdür. Hər massivin ilkin elementi maksimum radius təyin olunaraq tamamlanır. Prosesin sonunda hər 3 massiv etalon massivlə Canberra üsulu ilə müqayisə edilərək aşağıdakı nəticələr alınmışdır:

7.407217415420809

6.299219925396201

5.309411978088644

Həmin nəticələr sırasında ε -na nəzərən ən kiçik qiymət baxılan halda daha ideal hesab edilmişdir.



Şək.5. Tanınma zamanı etalon və tanınacaq təsvir

Nəticə. Avtomatik tanıma sistemlərində obyektlər arasında yaxınlıq ölçüsünün qiymətləndirilməsi problemlərini nəzərə alaraq texniki görmə sisteminə daxil olan ixtiyari müstəvi fiqurları arasında zahirən qısa zamanda müqayisə aparması üçün alqoritm təklif edilmişdir. Bu alqoritm kompüterdə simulyasiya edilmiş və müsbət nəticələr alınmışdır. Müstəvi fiqurları arasında bənzərliyi azaldıqca sistem bu fərqliliyə həssas reaksiya vermişdir. Müqayisə prosesi eyni miqyaslı, müxtəlif ölçülü 2 müstəvi fiquru, eyni ölçülü və miqyaslı müəyyən bucaq altında fırladılmış 2 müstəvi fiquru, müxtəlif miqyaslı və ölçülü 2 müstəvi fiquru əsasında aparılmışdır. Sonda mürəkkəbliк dərəcəsi artırılaraq 3 bərabər radiuslu tanınacaq obyekt etalonla müqayisə edilmiş müsbət nəticələr alınmışdır. Alınmış nəticələrdən görüldüyü kimi hesablanmış qiymətlər ε -dan kiçik olduğu üçün təklif olunan metodikanı yararlı hesab etmək olar.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Шапиро, Л. Компьютерное зрение [Электронный ресурс] / Л. Шапиро, Дж. Стокман. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, - 2015. - 763с.
2. David Forsyth A. 'Computer Vision' First Indian Edition, Pearson Education, 2003.
3. Duda R.O., Hart P.E., Stork D.G. Pattern classification. 2nd Edition. Wiley-Interscience, 2001. - 738 p.
4. Nantogma, S., Xu Y., Ran, W. A. Coordinated Air Defense Learning System Based on Immunized Classifier Systems. *Symmetry*, 2021, 13. -271p.
5. Rehab F. Abdel-Kader, Rabab M. Ramadan, Fayez W. Zaki, and Emad El-Sayed. Rotation-Invariant Pattern Recognition Approach Using Extracted Descriptive Symmetrical Patterns. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, Vol. 3, No. 5, 2012. pp.151-158.
6. H. Jiang and S. X. Yu. "Linear solution to scale and rotation invariant object matching" in *IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition*, 2009, pp. 2474–2481.
7. K.Senthil Kumar. Object Recognition Using Shape Context with Canberra Distance // *Asian Journal of Applied Science and Technology (AJAST)*, Vol.1, Issue 2, March 2017, pp.268-273.
8. Волосатова Т.М., Козов А.В. Особенности методов распознавания образов в автоматической системе управления поворотом мобильного робота // *Мехатроника, автоматизация, управление*. 2018, Т. 19, № 2, с. 104-110.
9. Rahim Mammadov, Elena Rahimova, Gurban Mammadov. Increasing the Reliability of Pattern Recognition by Analyzing the Distribution of Errors in Estimating the Measure of Proximity between Objects. *Pattern Recognition and Information Processing (PRIP'2021): Proceedings of the 15th International Conference*, 21–24 Sept. 2021, Minsk, UIIP NASB, pp.111-114.
10. Mammadov, R. G. Correction of estimation errors of the measure of affinity between objects at recognition patterns for intellectual systems // *Proceedings of the International Scientific Conference «Проблемы кибернетики и информатики»*. – Baku, 23-25 October, 2006, pp. 21-24.
11. D. G. Lowe. "Distinctive image features from scale-invariant keypoints". *Int. J. Comp. Vision*, 2004, vol. 60, no. 2, pp. 91–110.
12. Baozhen Liu, Hang Wu, Weihua Su, Wenchang Zhang, and Jinggong Sun. Rotation-invariant object detection using sector-ring hog and boosted random ferns. *The Visual Computer*, 2018, 34(5), pp.707–719.
13. Jianzhuang Liu. "2D Shape Matching by Contour Flexibility" *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2008, vol. 19, pp.1–7.

Г.М.Маммадов

Распознавание двухмерных бинарных изображений объектов, инвариантных от масштаба и вращения

Резюме

Показано, что при распознавании похожих или близких объектов точность распознавания по их изображениям должна быть инвариантна к повороту и изменению масштаба объекта. Предлагается алгоритм, инвариантный к аффинным преобразованиям изображений объектов. В предлагаемом алгоритме в качестве основного параметра принимается расстояние от центра тяжести эталонного и распознаваемого объектов до контурных точек и указанные радиусы сравниваются в виде массивов. Предложенный алгоритм был смоделирован на компьютере и были получены положительные результаты.

G.M.Mammadov

Recognition of double dimensional binary patterns as invariant from scale and rotation

Abstract

It is shown that when recognizing similar or close objects, the accuracy of recognition by their images should be invariant to the rotation and change of the scale of the object. An algorithm is proposed that is invariant to affine transformations of object images. In the proposed algorithm, the distance from the center of gravity of the reference and recognized objects to the contour points is taken as the main parameter, and the indicated radii are compared in the form of arrays. The proposed algorithm was simulated on a computer and positive results were obtained.