ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1980

Seria: AUTOMATYKA z. 56 Nr kol. 652

Zbigniew M. Wójcik,
Centrum Badań Kosmicznych
Polska Akademia Nauk

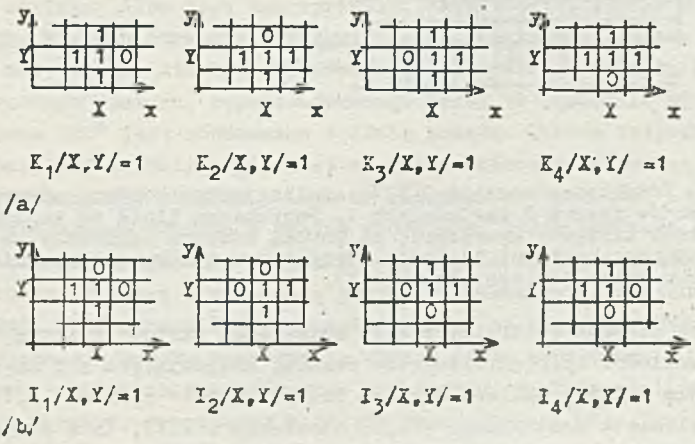
METODA ROZPOZNAWANIA POŁOŻEŃ OBIEKTÓW W SYSTEMIE ROBOTA PRZEZ ANALIZĘ KONTURÓW

Streszczenie. Praca przedstawia metodę rozpoznawania obiektów o o kształtach skomplikowanych. Obraz, rzutowany na rastrowy przetwornik optyczno-elektryczny, poddawany jest procesowi automatycznego kwantowania i kompensacji zakłóceń. Z wynikowego obrazu binarnego wydzielane są kontury, które następnie są analizowane odpowiednimi operatorami. Operatory te są przemieszczane wzdłuż badanych linii. W wyniku rozpoznania obiektów otrzymywane są grafy.

Badany binarny obraz graficzny po wstępnej obróbce poddawany jest procesowi wydzielania konturów. Dowolny element p(X,Y) rastra reprezentuje kontur nieznanego jeszcze obrazu, jeżeli następujący operator k(X,Y) przyjmuje wartość cyfrową równą 1:

$$k(X,Y) = \bigvee_{n=1}^{4} (I_n(X,Y) \vee K_n(X,Y)) \qquad /1/$$

gdzie "$\vee$" jest znakiem sumy logicznej, natomiast postacie funkcji $I_n(X,Y)$ oraz $K_n(X,Y)$ są przedstawione na rys. 1. Kontury badanych obiektów tworzą podzbiór K elementów rastra R:

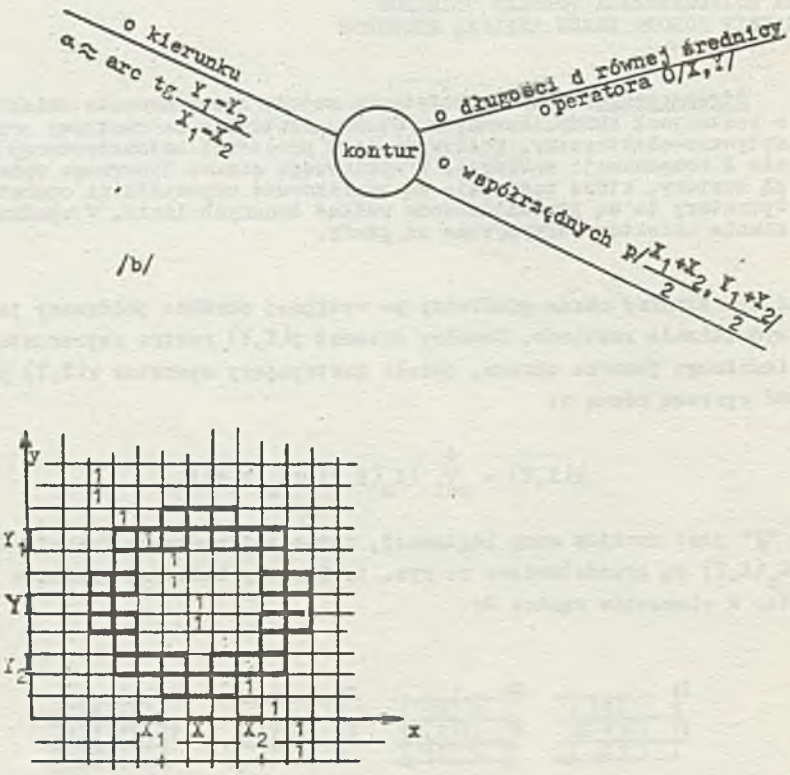


Rys. 1. Graficzne interpretacje wartości 1 funkcji rozpoznających kontury obrazu binarnego: a) funkcji $K_n(X,Y)$; b) funkcji $I_n(X,Y)$

$$K = \{p(X,Y) \in R : k(X,Y) = 1\} \qquad /2/$$

Wzory /1/ i /2/ są słuszne, jeżeli badane obiekty są w wyniku wstępnej obróbki obrazów reprezentowane przez cyfrowe wartości 1 elementów rastra.

W metodzie rozpoznawania konturów brane jest pod uwagę pewne otoczenie O(X,Y) (rys. 2), które przesuwa się element po elemencie na rastrze dopóty,

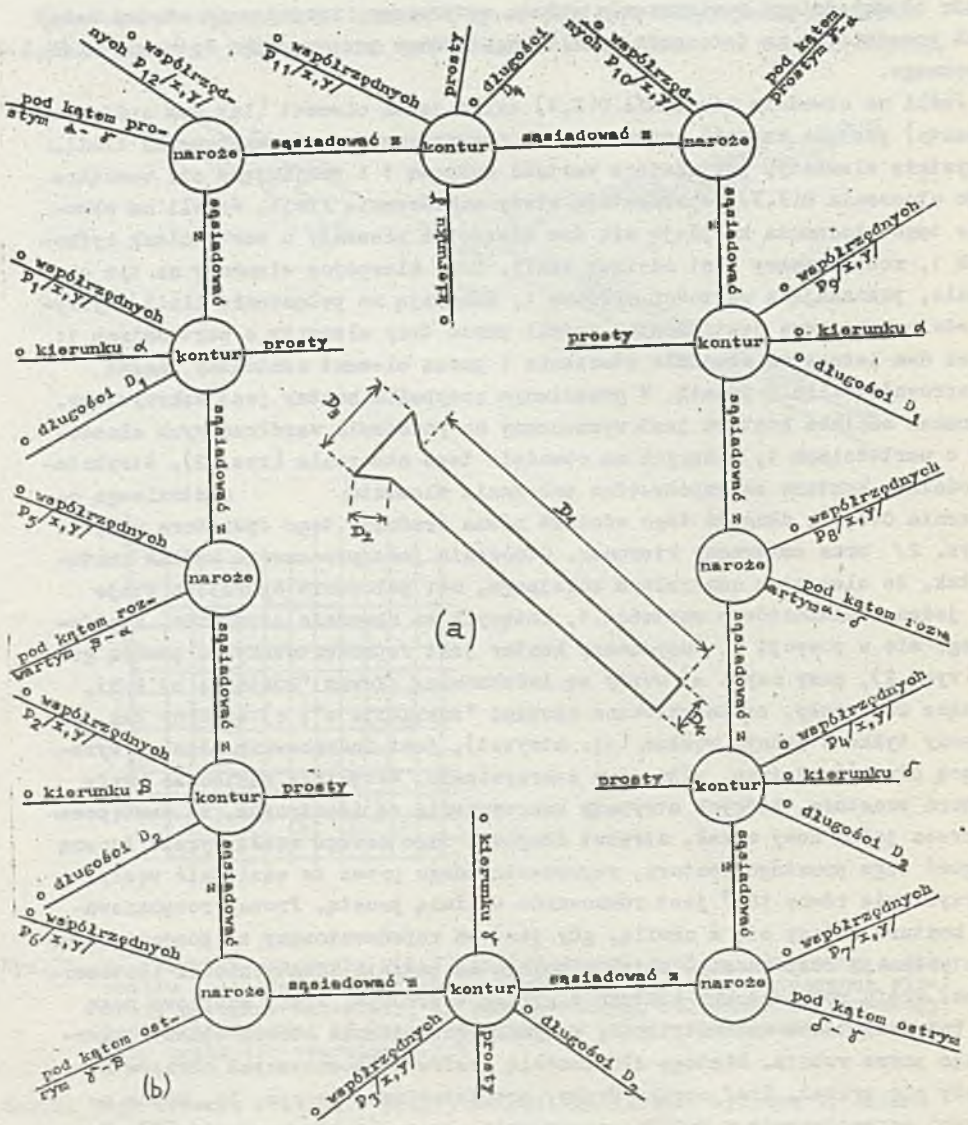


Rys. 2. a) Przykład otoczenia O(X,Y) analizującego kontur, utworzony z elementów rastra o wartościach 1. Pogrubioną linią są zaznaczone elementy brzegowe operatora, za pomocą których obliczane są parametry badanego konturu; b) Graf, otrzymany w wyniku rozpoznania tego konturu przez ten operator O(X,Y).

dopóki jego element centralny p(X,Y) natrafi na wartość cyfrową 1. Badane są wtedy wartości cyfrowe elementów rastra, znajdujących się na brzegu tego otoczenia O(X,Y). Zakłada się, że jeżeli wartość cyfrowa (X,Y) jest równa 1 dla elementu centralnego p(X,Y) otoczenia O(X,Y), to w otoczeniu tym na pewno znajduje się tylko jedna linia. Aby założenie to było spełnione, średnica tego operatora O(X,Y) musi być mniejsza od dowolnego rozmiaru

(np. średnicy) badanego obiektu na rastrze. Ponieważ grubość konturu wynosi około jednego elementu rastra, założenie to jest łatwe do spełnienia przez dobór odpowiedniego powiększenia układu optycznego, rzutującego obrazy badanych przedmiotów na fotoczułą mozaikę rastrowego przetwornika optyczno-elektrycznego.

Jeśli na obwodzie otoczenia O(X,Y) tylko jeden element (lub dwa spójne elementy) posiada wartość cyfrową 1, to rozpoznawane jest zakończenie linii. Wszystkie elementy, posiadające wartość cyfrową 1 i znajdujące się wewnątrz tego otoczenia O(X,Y), reprezentują wtedy zakończenie linii. Jeżeli na obwodzie tego otoczenia znajdują się dwa niespójne elementy o wartościach cyfrowych 1, rozpoznawany jest odcinek linii. Trzy niespójne elementy na tym obwodzie, posiadające wartości cyfrowe 1, wskazują na połączenie linii. Wykryty odcinek konturu jest prosty, jeżeli przez trzy elementy o wartościach 1: przez dwa leżące na obwodzie otoczenia i przez element centralny, można przeprowadzić linię prostą. W przeciwnym przypadku kontur jest zakrzywiony. Kierunek odcinka konturu jest wyznaczany na podstawie współrzędnych elementów o wartościach 1, leżących na obwodzie tego otoczenia (rys. 2). Atrybutami odcinka konturu są współrzędne położenia elementu centralnego otoczenia O(X,Y), długość tego odcinka równa średnicy tego operatora O(X,Y) /rys. 2/ oraz zmierzony kierunek. Otoczenie jest przesuwane wzdłuż konturu tak, że elementem centralnym kolejnego, n+1 położenia operatora staje się jeden z elementów o wartości 1, leżących na obwodzie otoczenia, znajdującego się w pozycji n. Rozpoznany kontur jest reprezentowany za pomocą grafu (rys. 2), przy czym: a) węzły są indeksowane słowem "kontur"; b) łuki, łączące dwa węzły, są indeksowane słowami "sąsiaduje z"; c) dowolny łuk, połączony tylko z jednym węzłem (tj. atrybut), jest indeksowany liczbą, wyrażającą długość odcinka albo jego zakrzywienie. Wszystkie sąsiednie węzły konturu prostego, których atrybuty zakrzywienia są identyczne, są zastępowane przez jeden nowy węzeł. Atrybut długości tego nowego węzła wyraża łączną długość tego prostego konturu, reprezentowanego przez te sąsiednie węzły. Zakrzywienie równe 180° jest równoważne z linią prostą. Proces rozpoznawania konturu kończy się z chwilą, gdy jest on reprezentowany za pomocą grafu. Identyfikacja rozpoznanego obiektu polega na badaniu identyczności (automorfizmu) grafu rozpoznanego konturu z grafem wzorcowym. Grafy wzorcowe mogą być budowane także automatycznie, w wyniku rozpoznania obrazu obiektu wzorcowego przez robota. Dlatego złożonością grafów rozpoznawanych obrazów nie należy się zrażać. Graf obrazu śruby, przedstawionej na rys. 3a, można otrzymać automatycznie w wyniku rozpoznania obrazu śruby wzorcowej [8]. Proces rozpoznawania złożonych obiektów może być oparte na wyspecjalizowanym układzie elektronicznym, pracującym w czasie rzeczywistym [8]. Wynik rozpoznawanie konturów (tj. graf) spełnia warunek podstawowy reprezentowania obrazów: jeżeli kontur na rastrze istnieje, to graf, przedstawiony na rys. 2b, jest otrzymywany niezależnie od położenia tego konturu na rastrze. Zmieniają się jedynie szczegółowe parametry konturu: jego współrzędne i kierunek.



Rys. 3. a) Obraz śruby; b) Graf tej śruby, otrzymany w wyniku rozpoznania konturów jej obrazu

LITERATURA

[1] Distancjonno-uprawlajemyje roboty-manipulatory, wybór publikacji, MIR, 1976.
[2] Hunt E.B., Artificial Intelligence, Acad. Press, 1975.
[3] Popow E.W., Firdman G.R. Algorytmiczeskije osnowy intellektualnych robotow i iskusstwiennogo intellekta, Nauka, 1976.
[4] Wójcik Z.M. Methods of Object Centering and its application, The Industrial Robot, Sept. 1976, Intern. Fluidics Serv. Ltd.
[5] Wójcik Z.M. Automatyczne rozpoznawanie położeń przedmiotów przez roboty -manipulatory, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, z. 46, Gliwice, 1978.
[6] Wójcik Z.M. Systemy cyfrowego przetwarzania obrazów w technologii układów półprzewodnikowych, Archiwum Elektrotechniki, 2, 1979.
[7] Wójcik Z.M. Metoda cyfrowej aproksymacji powierzchni i obwodu obrazu graficznego w systemie cyfrowego przetwarzania obrazów, Prace Przemysłowego Instytutu Elektroniki, 1, 1978, Warszawa.
[8] Wójcik Z.M. Metoda analizy linii w procesie rozpoznawania przedmiotów przez roboty, II Krajowa Konferencja Automatyzacji Dyskretnych Procesów Przemysłowych, Instytut Automatyki Politechniki Śląskiej, 1980.

МЕТОД РАЗПОЗНАНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ В СИСТЕМЕ РОБОТА ПРИ ПОМОЩИ КОНТУРОВ

Р е з ю м е

В этой роботе представлено метод разпознания объектов сложной формы. Образ, проектируемый на растровый оптикоэлектрический преобразователь, подвергается процессу автоматического квантования и компенсации помех. С окончательного бинарного образа выделяются контуры, которые затем анализируются соответствующими операторами. Эти операторы перемещаются вдоль исследуемой линии. В результате распознания объектов получаются графы.

A METHOD OF RECOGNITION OF THE OBJECT'S POSITIONS IN ROBOT SYSTEM BY MEANS OF THE CONTOUR ANALYSIS

S u m m a r y

The paper presents a method of recognition of the objects which has complicated shapes. An image, which is projected on the raster of the optic-to-electrical converter, is subjected to a process of automatic quantization and compensation of disturbances. Contours, which are separated from the output image, are next analysed by means of the appropriate operators. The operators are translocated along the line being egzamined. As a result of the recognition process one obtains the graphs.