

Zbigniew M. Wójcik
Centrum Badań Kosmicznych
Polska Akademia Nauk

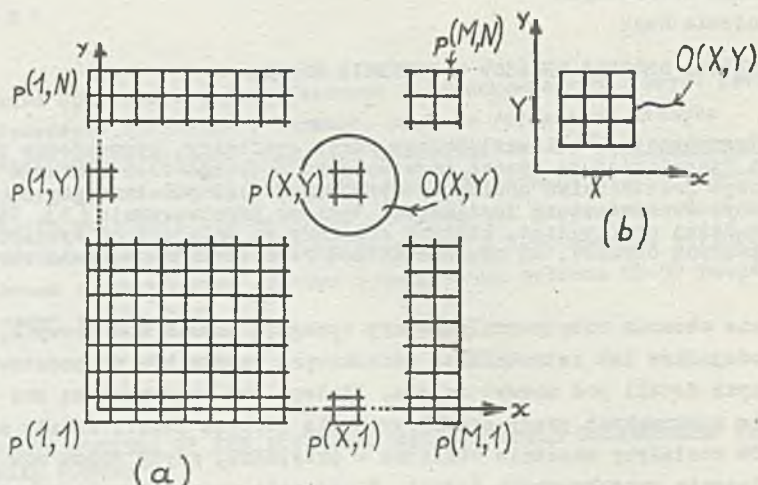
METODA WSTĘPNEJ OBRÓBKI OBRAZÓW W SYSTEMIE ROBOTA

Streszczenie. Wielowartościowy obraz graficzny, wprowadzony do pamięci dynamicznej za pomocą przetwornika optyczno-elektrycznego i klasycznego przetwornika analogowo-cyfrowego, jest przetwarzany na obraz binarny. Przedstawiona jest metoda takiego przetwarzania [3]. Zakłócenia o dużej amplitudzie, których rozmiary są mniejsze od wymiarów rozpoznawanych obrazów, są usuwane metodą rozszerzania-zwężania obrazu.

Stosowane obecnie roboty-manipulatory wymagają użycia dodatkowych, precyzyjnych podajników lub zatrudnienia dodatkowych robotników do podstawiania produkowanych detali pod uchwyt robota. Dlatego też stosowane są one obecnie głównie w warunkach pracy szkodliwych dla zdrowia ludzi. Koszty stosowania robotów zostałyby znacznie obniżone w przypadku, gdyby robot sam rozpoznawał położenia produkowanych detali. W procesie rozpoznawania położenia przedmiotów przez roboty istotną rolę odgrywa prawidłowość wydzielania obrazu obiektu z tła. W pracy tej rozważane będą jedynie przypadki obrazów graficznych czarno-białych, posiadających tylko dwa poziomy luminacji (np. czarne figury na białym tle). Są one nazywane obrazami binarnymi lub zero-jedynkowymi. Okazuje się, że bardzo duża liczba obrazów daje się sprowadzić do obrazów binarnych. Obrazy wielowartościowe, tzn. obrazy posiadające więcej niż dwa poziomy luminacji, również dają się przedstawić jako sumy mnogościowe odpowiednich obrazów binarnych [5]. Badany obraz graficzny jest zawsze w technicznych zastosowaniach reprezentowany przez pewien sygnał elektroniczny. Sygnał ten, po przejściu przez klasyczny przetwornik analogowo-cyfrowy, zawiera dużą liczbę zbytecznych informacji i zakłóceń. Nierównomierności czułości mozaiki przetwornika elektrycznego i nieidealności układu optycznego powodują znaczne deformacje obrazu ucyfrowionego, trudne do skompensowania. W pracy przedstawiony jest przetwornik analogowo-cyfrowy, który sam automatycznie kompensuje te nieprzewidziane deformacje.

Badany obraz rzutowany jest na prostokątny raster (rys. 1a) przetwornika optyczno-elektrycznego, złożony z $M \times N$ elementów. Binarna wartość (X, Y) elementu $p(X, Y)$ rastra jest równa 1, jeśli $v(X, Y) > Q(X, Y)$ oraz 0 w przeciwnym przypadku, gdzie $v(X, Y)$ jest wartością analogową sygnału elektronicznego, proporcjonalnego do oświetlenia elementu $p(X, Y)$, natomiast $Q(X, Y) = kv_0$, gdzie v_0 jest wartością średnią jasności elementów pewnego założonego otoczenia (rys. 1), symetrycznego względem elementu $p(X, Y)$. Jeśli v_0 przewyższa wartość średnią v_s oświetlenia całego rastra, to $k < 1$, w przeciwnym przypadku $k > 1$. Otrzymany, binarny obraz jest prawidłowy niezależnie od

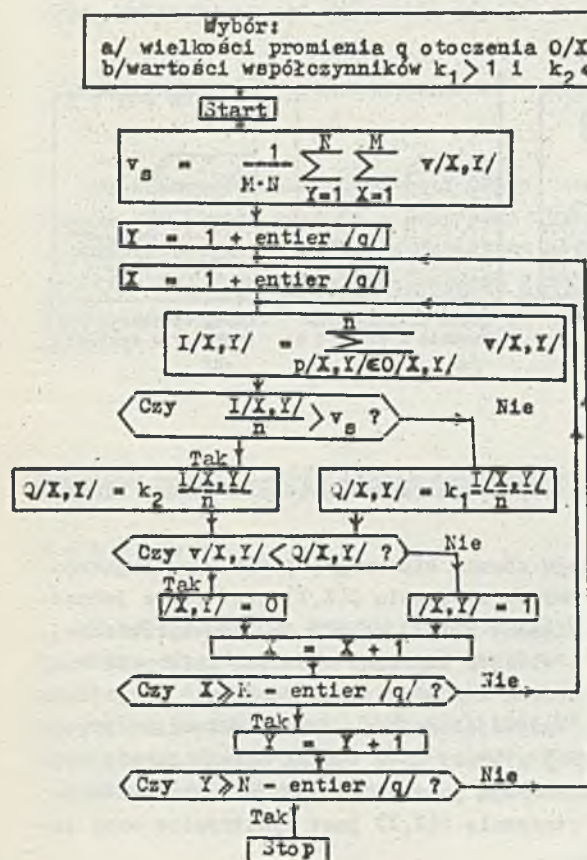
jasności lub pokazał badanego obrazu. Obraz ten jest poprawny także w przypadkach, gdy wielkości zmian czułości przetwornika optyczno-elektrycznego



Rys. 1. a) Raster idealny przetwornika optyczno-elektrycznego wraz z pewnym otoczeniem $O(X,Y)$ elementu $p(X,Y)$; b) Przykład dziewięcioelementowego otoczenia $O(X,Y)$ o promieniu q równym około 1,5 elementów rastra

lub nierównomierności oświetlenia obrazu znacznie przewyższają jasność badanego obiektu. Zmiany te muszą być rozłożone na obszarach większych od średnicy założonego otoczenia. W wyniku procesu automatycznego kwantowania, wartości 1 elementów rastra reprezentują jasne obiekty badanego obrazu, natomiast wartości 0 elementów rastra reprezentują tło tych obiektów (tło jest ciemniejsze od obiektów). Jeżeli badane obiekty są ciemniejsze od tła, otrzymany obraz binarny należy zanegować.

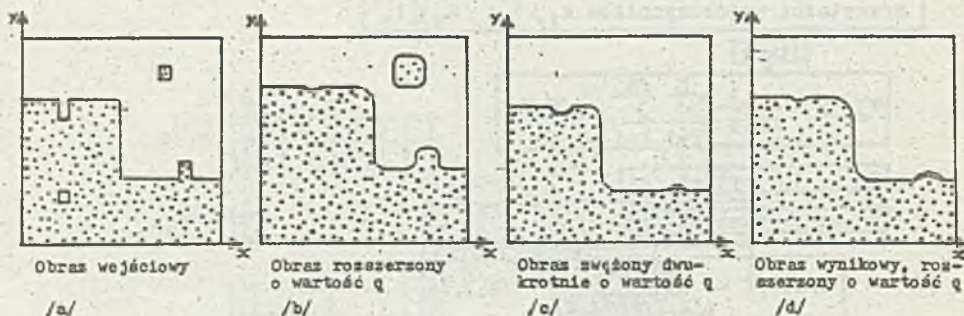
Gdybyśmy założyli, że $k < 1$ dla $v_B \geq v_0$ (tzn. dla ciemnego tła), wtedy z powodu nieidealności rastra nierówność $v(X,Y) > Q(X,Y) = kv_0$ jest łatwa do spełnienia dla elementów $p(X,Y)$ reprezentujących ciemne tło jasných obiektów. Przypadkowe nawet zakłócenia (w wyniku których $v(X,Y)$ wzrasta) spowodowałyby, że $v(X,Y) = 1$ dla ciemnego tła. W analogiczny sposób, gdybyśmy założyli, że $k > 1$ dla $v_0 > v_B$ (tzn. dla jasných obiektów), to na skutek drobnych nawet zakłóceń (w wyniku których wartość $v(X,Y)$ maleje) nierówność $v(X,Y) > Q(X,Y) = kv_0$ byłaby trudna do spełnienia dla elementów $p(X,Y)$ rastra reprezentujących jasne obiekty. W wyniku tych zakłóceń otrzymywane byłyby wartości $v(X,Y) = 0$ dla jasných obiektów. W przedstawionej metodzie nie jest wymagana znajomość nierównomierności tła lub oświetlenia fotoczułej mozaiki przetwornika optyczno-elektrycznego przed procesem kwantowania. Pomimo tego, kwantowanie odbywa się prawidłowo. Wyniki automatycznego kwantowa-



Rys. 2. Algorytm automatycznego przetwarzania obrazu wielowartościowego w obraz binarny

towania obrazów spełniają warunek konieczny i wystarczający reprezentowania obrazów [4], jeżeli badane otoczenie $O(X, Y)$ jest symetryczne i gdy badane są wszystkie elementy rastra.

Kolejnym etapem wstępnej obróbki obrazów jest kompensacja silnych zakłóceń, których rozmiary są mniejsze od rozmiarów obiektów. Kompensacja ta może być prowadzona np. za pomocą metody rozszerzania - zwężania obrazu [1]. Binarny obraz wejściowy, w którym obiekty są reprezentowane za pomocą elementów rastra o wartości 1, jest rozszerzany we wszystkich możliwych kierunkach o założoną wielkość q . Znikają wtedy zakłócenia obiektów, utworzone z elementów o wartościach 0, których wielkość jest mniejsza od q . Z kolei zwężanie tak otrzymanego obrazu o wartość $2q$ powoduje usunięcie zakłóceń, złożonych z elementów rastra o wartości 1, istniejących w tle obiektów. Wynikowy obraz powinien być jeszcze rozszerzony o wartość q dla uzyskania właściwych, wejściowych rozmiarów obiektów (rys. 3). Dowolny element $p(X, Y)$ nale-



Rys. 3. Graficzna interpretacja metody rozszerzania-zwężania obrazu binarnego

ży do fazy wyróżnionej rozszerzonego obrazu binarnego, jeśli suma logiczna wartości cyfrowych wszystkich elementów otoczenia $O(X,Y)$ jest równa jedności. W analogiczny sposób dowolny element $p(X,Y)$ należy do fazy wyróżnionej zwężonego obrazu binarnego, jeżeli iloczyn logiczny wartości cyfrowych wszystkich elementów tego otoczenia posiada wartość jeden. Otoczenie to posiada promień równy q elementów rastra. Wyspecjalizowany układ elektroniczny kompensacji zakłóceń jest przedstawiony w pracy [1]. Wyniki działania algorytmu rozszerzania-zwężania obrazu spełniają podstawowy warunek reprezentowania obrazów [4], ponieważ badane otoczenie $O(X,Y)$ jest symetryczne oraz badane są wszystkie elementy rastra.

LITERATURA

- [1] T. Uno, M. Mese, M. Ejiri. Defect Detection in Complicated Patterns, Electrical Engineering in Japan, vol. 95, 1975.
- [2] Z.M. Wójcik, A system for an automatic detection of defects of semiconductor masks and printed circuit boards, Electron Technology, 4, pp. 95-108, Warszawa 1977.
- [3] Z.M. Wójcik, Algorytm automatycznego kwantowania obrazów graficznych, Rozprawy Elektrotechniczne, 1, 1980.
- [4] Z.M. Wójcik, A model of Pattern Recognition, Intern. Conf. on System-Modelling-Control, Zakopane, Oct. 8-13, 1979.
- [5] Z.M. Wójcik, Wykorzystanie systemów cyfrowego przetwarzania obrazów w technologii układów półprzewodnikowych, praca doktorska, Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa 1977.
- [6] Wójcik Z.M. Operator automatycznego wykrywania wad oraz kompensacji zakłóceń obrazów graficznych, Archiwum Automatyki i Telemekhaniki, 4, 1977.

МЕТОД ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ОБРАЗОВ В СИСТЕМЕ РОБОТА

Р е з ю м е

Высококачественный графический образ, введенный в динамическую память при помощи аналого - цифрового преобразователя, преобразуется в бинарный образ. В статье представлен метод такого преобразования. Помехи с большой амплитудой, размеры которых меньше, чем величина распознаваемых образов, исключаются методом расширения - сужения образов.

A METHOD OF THE IMAGES'INITIAL PROCESSING IN ROBOT SYSTEM

S u m m a r y

A multivaluable graphic image which is fed into the dynamic memory by means of optic-to-electrical converter and typical analog-to-digital converter, is transformed to a binary image. A method of such transformation is presented. High amplitude disturbances which are smaller than sizes of recognized images, are removed by means of the expansion - contraction method.