

dr inż. ZBIGNIEW M. WÓJCIK

Centrum Badań Kosmicznych
Polskiej Akademii Nauk

W a r s z a w a

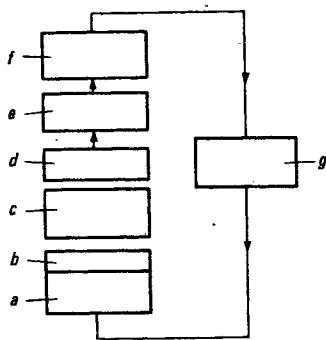
SKANER ZE SZCZELINĄ SPIRALNĄ

W artykule omówiono budowę i zasadę działania skanera mechanicznego ze szczeliną spiralną do analizy obrazów graficznych. Podano niektóre warianty systemu mechanicznego skanowania oraz wskazano jego zalety.

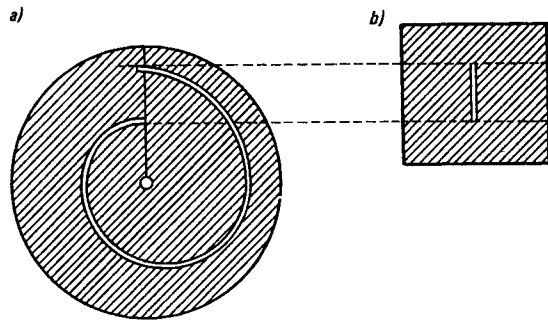
Obecnie na świecie jest bardzo dużo technicznych rozwiązań systemów wprowadzania obrazów graficznych do komputerów. Zazwyczaj obraz jest w całości rzutowany na odpowiednią matrycę fotodetektorów (np. półprzewodnikowych) albo na mozaikę widikonu. Zaletą takiego systemu jest stosunkowo duża dostępność odpowiednich podzespołów na rynku. Wadą takiego rozwiązania jest konieczność kompensacji nierównomierności tła i niska czułość matryc półprzewodnikowych oraz konieczność precyzyjnego ustawiania badanych obrazów w głębi ostrości.

W pewnych specjalistycznych zastosowaniach jest trudny do przewyżnienia problem zbyt wąskiego lub niewłaściwego zakresu widma odbieranego przez półprzewodniki. Na przykład, w procesach analizy komórek w biomedycynie, są niezbędne badania w zakresie światła białego, w podczerwieni i w nadfiolecie. Dlatego w biomedycznych zastosowaniach są często stosowane systemy oparte na mechanicznym skanowaniu badanych obrazów.

W systemach takich ruchomy stolik systematycznie przesuwają badany obraz pod szczeliną optyczną nieruchomego fotodetektora lub fotodetektor jest systematycznie przesuwany nad analizowanym, nieruchomym obrazem. Zamiast przesuwanego fotodetektora bywa używany układ ruchomych zwierciadeł. Są również stosowane systemy kombinowane. Systemy mechanicznego skanowania wymagają bardzo precyzyjnej mechaniki i są stosunkowo powolne. Zasadniczą ich zaletą jest łatwość analizy światła białego. Fotodetekтором jest wtedy fotopowielacz. Jest także możliwa detekcja innego, dowolnego podzakresu optycznego, są wtedy stosowane fotodetektory półprzewodnikowe. Poniżej przedstawiono przykład skanera mechanicznego. Skaner ma dwie szczeliny w przesłonach optycznych. Pierwsza szczelina ma kształt zbliżony do odcinka prostej linii. Długość szczeliny odpowiada szerokości badanego obrazu, szerokość szczeliny odpowiada szerokości pojedynczej linii rastru badanego obrazu. Przesłona może być umieszczona pomiędzy układami $b-c$, $c-d$, wewnątrz układu c (rys.1). Druga szczelina w drugiej przesłonie ma kształt odcinka spirali, ograniczonego w przybliżeniu promieniem, wyprowadzonym ze środka tej spirali (rys.2). Odstęp pomiędzy poszczególnymi środkami szczeliny spiralnej odpowiada w przybliżeniu długości szczeliny prostoliniowej i szerokości badanego obrazu. Szerokość szczeliny spiralnej odpowiada w przybliżeniu szerokości szczeliny prostoliniowej lub szerokości pojedynczego piksela (czyli elementu rastra) analizowanego obrazu. Szczelina spiralna może być umieszczona pomiędzy układami $b-c$, $c-d$, wewnątrz układu optyczno-oświetleniowego c (rys.1), może ona być umieszczona w bezpośrednim sąsiedztwie przesłony ze szczeliną prostoliniową. Przesłona ze szczeliną spiralną obraca się wokół środka spirali. W każdej chwili przez układ obu szczelin powinien być rzutowany na fotodetektor wycinek badanego obrazu, ograniczony brzegami szczelin.



Rys. 1. Ogólny schemat blokowy mechanicznego skanera do analizy obrazów graficznych: a) stolik mechaniczny, b) badany obraz graficzny, c) układ optyczno-oświetleniowy, d) przetwornik optyczno-elektryczny, e) układ do elektronicznej analizy obrazów graficznych, f) opisy wyników analizy obrazów, g) układ sterowania stolikiem mechanicznym



Rys. 2. Przesłony optyczne skanera mechanicznego: a) przesłona ze szczeliną spiralną, b) przesłona ze szczeliną prostoliniową

Do uzyskania kształtu pikselu zbliżonego do prostokąta, jest konieczne stosowanie dużej średnicy odcinka szczeliny spiralnej. Układ optyczny rzutuje cały obraz, przechodzący przez szczelinę prostoliniową, na powierzchnię fotoczułą fotodetektora (rys. 1d).

Fotodetektor (np. fotopowielacz) oraz przesłona ze szczeliną prostoliniową są nieruchome. Stolik mechaniczny przesuwa się z badanym obrazem w kierunku jednej osi (np. osi Ox) z prędkością v ($v = \text{const}$). Jeden obrót przesłony ze szczeliną spiralną powinien nastąpić w czasie przesunięcia badanego obrazu o odcinek zbliżony do szerokości szczeliny prostoliniowej^{*}). Ogólnie powinien zachodzić związek:

$$dw = 2\pi v \quad /1/$$

gdzie:

- d – szerokość szczeliny prostoliniowej,
- w – chwilowa prędkość obrotowa przesłony ze szczeliną spiralną,
- v – chwilowa prędkość liniowa przesuwu badanego obrazu względem szczeliny prostoliniowej.

Są także możliwe następujące warianty działania i budowy systemu:

- Przesłona ze szczeliną prostoliniową wraz z nieruchomym względem niej zawieszeniem osi przesłony ze szczeliną spiralną przesuwa się względem nieruchomego obrazu z prędkością v (przypadek taki jest możliwy w skanerze lotniczym).

Fotodetektor oraz badany obraz są nieruchome względem siebie, przesuwa się jedynie (z prędkością liniową v) przesłona ze szczeliną prostoliniową wraz z nieruchomym względem niej zawieszeniem osi przesłony ze szczeliną spiralną. Na fotodetektor powinien być wtedy rzutowany cały badany obraz.

Kąt α pomiędzy dłuższą krawędzią tworzącą szczelinę prostoliniową a prostą prostopadłą do kierunku przesuwu tej szczeliny względem badanego obrazu wynosi:

$$\alpha = \frac{2\pi v}{w} \quad /2/$$

^{*}) Skanowanie ruchem ciągłym, a nie skokowym może być źródłem niedokładności (przyp. red.).

Kompensacja nierównomierności tła obrazu może odbywać się poprzez zmiany (np. wzrost) szerokości szczeliny prostoliniowej lub szczeliny spiralnej w kierunkach ich końców. Wprowadzając niewielkie zmiany w kształtach szczelin można łatwo, bez pomocy komputera, kompensować zniekształcenia geometryczne obrazów (np. powstałe w wyniku tzw. rzutu środkowego). Poszczególne, kolejne chwile $t(X)$ pomiarów jasności badanego obrazu wynoszą w przybliżeniu:

$$t(X) \approx \frac{2\pi X}{wM} \quad /3/$$

gdzie:

X — numer kolejnego pomiaru,

M — liczba pomiarów jasności badanego obrazu wzdłuż szczeliny prostoliniowej.

Impuls, wyznaczający chwilę pierwszego pomiaru jasności obrazu wzdłuż szczeliny prostoliniowej, może być otrzymywany w wyniku umieszczenia na drodze wiązki świetlnej znaczącego otworu, wykonanego w przesłonie obrotowej, w odległości od środka spirali różnej od położenia szczeliny prostoliniowej. W analogiczny sposób mogą być otrzymywane impulsy, synchronizujące chwile $t(X)$ pomiarów jasności badanego obrazu wzdłuż szczeliny prostoliniowej oraz obliczenia numeryczne parametrów badanych obrazów (np. liczby obszarów spójnych, wielkości powierzchni i długości obwodów badanych obrazów).

Zalety tego skanera są następujące:

- Możliwość użycia jednego, czułego fotodetektora, np. fotopowielacza oraz możliwość skutecznej korekcji jego nieliniowości.
- Wykorzystanie zależności $1/f$ zapewnia liniowość rastru systemu (tj. liniowość pomiarów jasności badanych obrazów na płaszczyźnie Oxy), niezależnie od szybkości przesuwu badanych obrazów względem szczeliny prostoliniowej i od prędkości obrotowej przesłony ze szczeliną spiralną.
- Konstrukcja mechaniczna i sterowanie są prostsze w odniesieniu do układu mechanicznego, przesuwającego badany obraz względem fotodetektora w kierunkach osi Ox i Oy niezależnie.
- Precyzyjne przesłony optyczne ze szczelinami można łatwo produkować w sposób analogiczny do produkcji chromowych masek półprzewodnikowych, czyli w wyniku procesu fotolitografii.
- Do konstrukcji układu optycznego można zastosować soczewki cylindryczne, rzutujące skanowany obraz na szczelinę prostoliniową oraz obraz przechodzący przez tę szczelinę na fotodetektor.

Literatura

- [1] Distanconno uprawljajemyje roboty — manipulatory. Mir, 1976.
- [2] Integralnyje roboty. Mir, tom I, 1974, tom II, 1975, (wybór publikacji).
- [3] Iwanickij G.R., Litinskaja Ł.Ł., Szichmatowa W.Ł.: Awtomatycznej analiz mikroobektow. Energia, Moskwa, 1967.
- [4] Katys G.P.: Optičeskie informacjonnyje sistemy robotow — manipulatorow. Maszynostrojenije, Moskwa, 1977.
- [5] Wójcik Z.M.: Metoda rozpoznawania obrazów. Informatyka, 1979, nr 2.

- [6] Wójcik Z.M.: Układ zliczania obiektów. Biuletyn MERA-PIAP, 1979, nr 3.
- [7] Wójcik Z.M.: Metoda cyfrowego, automatycznego pomiaru powierzchni obrazu graficznego. Elektronika, 1979, nr 10.