

Janusz KOWALSKI, Jakub PEKSIŃSKI, Grzegorz MIKOŁAJCZAK

## **AUTOMATYCZNY SYSTEM IDENTYFIKACJI OZNAKOWANIA KODÓW OPARTY NA MIERZE ŚREDNIOKWADRATOWEJ**

### *Streszczenie*

*W artykule autorzy przedstawili system identyfikacji oznakowania towarów, którego zasada działania oparta jest na analizie obrazów pozyskanych przy pomocy cyfrowych urządzeń rejestrujących takich jak kamery, skanery. W celu identyfikacji obrazów zastosowano popularną miarę jakości służącą do oceny obrazów cyfrowych „błąd średniokwadratowy”*

### **WSTĘP**

W obecnych czasach automatyzacja wkroczyła niemal w każdy aspekt codziennego życia. Szczególnie widoczna jest w przemyśle, w którym dąży się do zminimalizowania kosztów ludzkiej pracy oraz zwiększania jakości oferowanych produktów oraz usług. Ważnym celem procesów automatyzacji w przemyśle jest usprawnienie logistyki oraz zapewnienie właściwej kontroli nad obiegiem dokumentów, towarów.

W tym celu bardzo często znajdują zastosowanie urządzenia, które wykorzystują technologie automatycznej identyfikacji obrazów. Urządzenia tego typu zapewniają dokładność odczytu, łatwość obsługi, uniwersalność oraz niskie koszty wdrażania. Możemy je spotkać, w wielu miejscach począwszy od sklepów a skończywszy na wielkich halach magazynowych.

### **1. OCENA OBRAZÓW CYFROWYCH PRZY UŻYCIU BŁĘDU ŚREDNIOKWADRATOWEGO - MSE (MEAN SQUARE ERROR)**

Rozwój cyfrowego przetwarzania sygnałów, jaki zanotowano w ostatnich kilku dekadach wymaga stosowania obiektywnych kryteriów oceny jakości wdrażanych algorytmów, by można było porównać je pod względem oczekiwanych rezultatów. Z tego powodu równolegle z poszukiwaniem bardziej efektywnych algorytmów cyfrowego przetwarzania sygnałów rozwijano metody ich oceny, gdyż jest to zagadnienie niejednoznaczne i często silnie subiektywne. Szczególnie jest to widoczne w ocenie algorytmów cyfrowego przetwarzania obrazów, gdzie trudno znaleźć obiektywny wskaźnik odzwierciedlający ilościowo wrażenie, jakie sprawia oglądany obraz. Może się zdarzyć, że używana miara jakości wskazuje mały poziom zniekształceń natomiast subiektywna ocena eksperta, który ocenia końcowy efekt przetwarzania może być odmienna. Spowodowane jest to głównie nieliniowością ludzkiego zmysłu postrzegania, który jest bardzo wrażliwy na wysokoczęstotliwościowe składowe informacji obrazowej, takie jak krawędzie i drobne szczegóły. Elementy te w procesie

przetwarzania obrazu mogą ulec znacznej degradacji, gdyż wiele metod cyfrowego przetwarzania sygnałów ma charakter dolnoprzepustowy. Bardzo popularną miarą jakości jest kryterium błędów średniokwadratowego MSE (*ang. Mean Square Error*):

$$MSE = \frac{1}{M \cdot N} \cdot \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N [f(i, j) - f'(i, j)]^2 \quad (1)$$

gdzie:

$f(i, j)$  - obraz oryginalny

$f'(i, j)$  - obraz wynikowy

$M \cdot N$  - rozdzielczość

Analizując powyższą zależność można dostrzec, że wartości liczbowe wskaźnika jakości zależą od treści obrazu, co przedstawia poniższy przykład.

**Przykład 1.** Na rysunku nr 1 przedstawiono obraz wzorcowy (rys. 1a), który poddano przetworzeniu za pomocą kilku technik wykorzystywanych w cyfrowym przetwarzaniu obrazu takich jak:

- Filtracja **H**igh **P**ass (*HP*) rysunek 1b;
- Filtracja **G**aussian **B**lur (*GB*) rysunek 1c;
- Filtracja filtrem **G**lass (*G*) rysunek 1d;



Rys. 1. Obraz wzorcowy



Rys. 1b. Po filtracji High Pass



Rys. 1c. Po filtracji Gaussian Blur



Rys. 1d. Po filtracji Glass

Obrazy przetworzone (rys 1b do 1c) porównano przy pomocy kryterium opisanym wzorem 1 z obrazem wzorcowy (rys 1a). Wyniki porównania przedstawiono w tabeli nr 1.

Tab. 1. Wyniki wskazań kryterium MSE

|            | <i>Orginal</i> | <i>High Pass</i> | <i>Gaussian Blur</i> | <i>Glass</i> |
|------------|----------------|------------------|----------------------|--------------|
| <i>MSE</i> | 0              | 2383.01          | 62.94                | 596.05       |

Analizując wyniki przedstawione w tabeli nr 1 można stwierdzić silny wpływ wskazania kryterium na treść obrazu w stosunku do oryginału. Tę właściwość kryterium MSE autorzy wykorzystali w systemie identyfikacji oznakowania towarów.

## 2. ALGORYTM OZNAKOWANIA TOWARÓW

Algorytm identyfikacji oznakowania towarów swoją zasadę działania opiera na wykorzystaniu miary MSE wykorzystanej do rozpoznawania kodów umieszczonych na towarach.

Korzyści wynikające z zastosowania kodów kreskowych przedstawia tabelka 1.

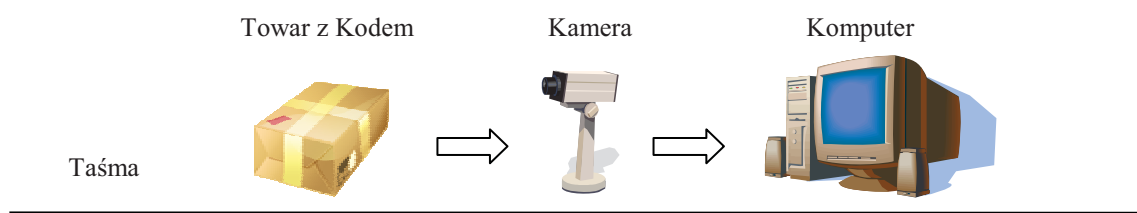
**Tab. 1.** Zalety wprowadzenia kodów kreskowych w wybranych dziedzinach (Opracowanie własne na podstawie [www.dels.pl/produkty\\_kodyinfo.html](http://www.dels.pl/produkty_kodyinfo.html))

| ZALETY WPROWADZENIA KODÓW KRESKOWYCH   |   |  |
|--|---|--|
| Obsługa magazynów  | Kontrola procesów produkcyjnych   | Obsługa placówek handlowych  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• eliminacja błędów przy wykonywaniu operacji magazynowych: przyjmowania, wydawania produktów i towarów</li> <li>• szybka lokalizacja wybranej partii towarów</li> <li>• skrócenie czasu potrzebnego do odszukania właściwego produktu</li> <li>• przyspieszenie wykonywania operacji magazynowych</li> <li>• lepsza kontrola poprawności przeprowadzonych działań</li> <li>• wielokrotne skrócenie czasu na przeprowadzenie inwentaryzacji</li> <li>• optymalizacja wykorzystania przestrzeni magazynowej</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• eliminacja błędów przy rejestracji wykonywanych operacji technologicznych</li> <li>• wzrost jakości produkowanych wyrobów</li> <li>• możliwość zarządzania zapasami w systemie</li> <li>• możliwość szybkiego kojarzenia konkretnego wyrobu z partią podzespołów, surowców, operacją technologiczną, pracownikiem</li> <li>• szybkie i precyzyjne realizowanie zamówień</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ograniczenie błędów przy sprzedaży i przyjmowaniu towarów</li> <li>• przyspieszenie obsługi klienta</li> <li>• rozszerzenie asortymentu do kilkudziesięciu tysięcy artykułów</li> <li>• ograniczenie możliwości nadużyć popełnianych przez personel</li> <li>• zwiększenie ilości klientów na tej samej powierzchni sklepowej</li> <li>• prowadzenie elastycznej i aktywnej polityki cenowej</li> </ul> |

W tym celu konieczne jest stworzenie bazy wzorców w postaci obrazów cyfrowych względem, których miara MSE będzie sprawdzała zgodność oznakowania na towarze. Do swojego działania system identyfikacji wykorzystuje urządzenie rejestracyjne w postaci kamery cyfrowej, której zadaniem będzie rejestrowanie danego znaku umieszczonego na towarze oraz komputera, który będzie przetwarzał obraz pozyskany z kamery cyfrowej oraz porównywał go z umieszczonym w bazie danym wzorcem.

Oczywiście konieczne jest ustalenie pewnego progu dopuszczalnego błędu dla wskazania MSE. Autorzy artykułu uznali, że 80% względem oryginału jest akceptowalnym błędem, który można przyjąć, że system odczyta poprawnie dany znak umieszczony na towarze.

Cały system identyfikacji towarów poglądowo przedstawiono na rysunku nr 2.

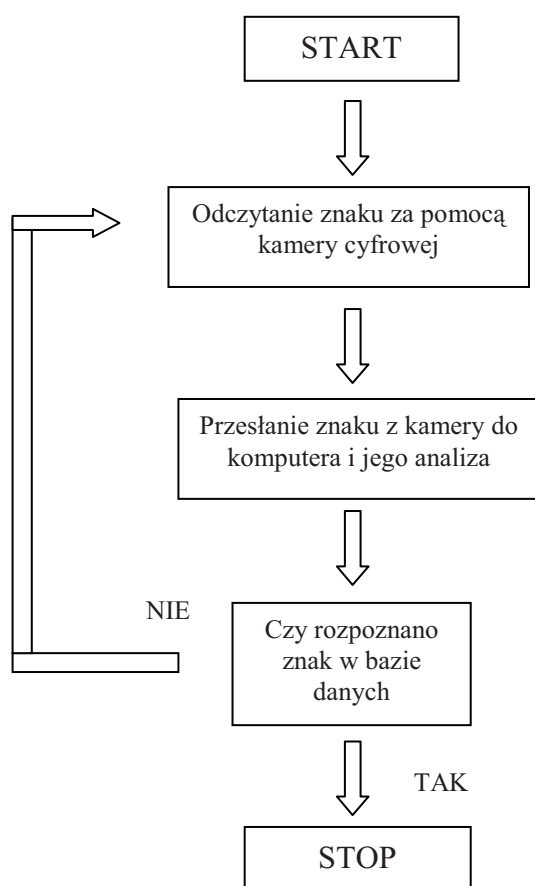


**Rys. 2.** System identyfikacji towarów

Zasada działania systemu jest następująca:

- Oznakowana paczka przesuwa się na taśmie w kierunku kamery cyfrowej;
- Kamera cyfrowa czytuje umieszczony na paczce znak i przekazuje go do komputera;
- Komputer analizuje otrzymany z kamery cyfrowej znak i stwierdza jego zgodność z wzorcem zawartym w bazie danych.

Schemat blokowy ilustrujący zasadę działania algorytmu przedstawiono na rysunku nr 3.



**Rys. 3.** Schemat blokowy działania systemu

W tabeli numer 3 przedstawiono przykładowe wyniki badań doświadczalnych, w których to kilka przykładowych znaków poddano dwóm rodzajom zniekształceń o różnym stopniu deformacji danego znaku.

**Tab. 2.** Wyniki badań doświadczalnych

| Znak  | Orginał         |              | Zniekształcenie 1 |              | Zniekształcenie 2 |              |
|-------|-----------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
|       | Wskazanie [MSE] | Zgodność [%] | Wskazanie [MSE]   | Zgodność [%] | Wskazanie [MSE]   | Zgodność [%] |
| Kod 1 | 0.00            | 100          | 378               | 92.03        | 733               | 83.09        |
| Kod 2 | 0.00            | 100          | 359               | 94.34        | 699               | 86.87        |
| Kod 3 | 0.00            | 100          | 400               | 88.97        | 798               | 82.00        |
| Kod 4 | 0.00            | 100          | 399               | 90.11        | 700               | 84.05        |
| Kod 5 | 0.00            | 100          | 412               | 91.07        | 695               | 85.33        |

## PODSUMOWANIE

Analizując wyniki badań doświadczalnych można stwierdzić, że zaproponowany przez autorów algorytm automatycznej identyfikacji kodów oparty na analizie MSE spełnia swoje zadanie. Oczywiście system ten jest dość prosty jednak jego zaletą jest stosunkowo łatwa implementacja oraz niski koszt.

## BIBLIOGRAFIA

1. Kornatowski E. „Probabilistyczna miara wierności odwzorowania sygnału”, Kwartalnik Elektronika i Telekomunikacja Tom 45, 1999;
2. Wang Z. Bovik C. “A Universal Image Quality Index”, IEEE Signal Processing Letters, Vol.XX, No. Y, 2002;
3. Pęksiński J. Mikołajczak G. Kowalski J. Kornatowski E. „Filtracja liniowa i nieliniowa obrazów dyskretnych”, Wydawnictwo Hogben, Szczecin 2005;
4. Zieliński T. „Cyfrowe przetwarzanie sygnałów”, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2005;
5. Osowski S. „Sieci neuronowe do przetwarzania Informacji”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000;

# AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM BASED ON MSE

### *Abstract*

*In this paper the authors present an identification system for marking of goods, the principle of which is based on the analysis of images obtained using digital recording devices such as cameras, scanners. In order to identify popular images used as to evaluate the quality of digital images "mean square error".*

### *Autorzy:*

**Dr inż. Janusz KOWALSKI**– Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

**Dr inż. Jakub PĘKSIŃSKI** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny

**Dr inż. Grzegorz MIKOŁAJCZAK**– Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny