

DOI: 10.5604/20830157.1121348

# KONTROLA JAKOŚCI PRODUKCJI ZA POMOCĄ SYSTEMÓW WIZYJNYCH Z WYKORZYSTANIEM ZBIORÓW POZIOMICOWYCH

**Łukasz Gołąbek**

Net-Art, Lublin

**Streszczenie.** Niniejsza publikacja jest krótkim opisem założeń technologicznych oraz funkcjonalnych systemu umożliwiającego kontrolę jakości produkcji za pomocą systemów wizyjnych. W proponowanym systemie do segmentacji obrazów została użyta metoda zbiorów poziomicowych (ang. Level Set Method).

**Słowa kluczowe:** kontrola jakości, produkcja, systemy wizyjne, metoda zbiorów poziomicowych

## IMPLEMENTATION OF THE LEVEL SET METHOD IN VIDEO QUALITY CONTROL OF PRODUCTION

**Abstract.** This publication is a brief description of technical and functional requirements for a video quality testing system used in a production. The system uses implementation of the Level Set Method (LSM) to image segmentation.

**Keywords:** quality control, production, video systems, Level Set Method

### Wstęp

Problem kontroli jakości produkcji jest obiektem badań wielu podmiotów na świecie. Autor, podczas swoich licznych spotkań z producentami, zauważył, iż na rynku nie istnieje system umożliwiający kontrolę jakości za pomocą kamer wideo w cenie poniżej kilku milionów złotych. Autor uważa, iż – z uwagi na ciągły spadek cen sprzętu komputerowego oraz wizyjnego, jak również wykorzystanie zaawansowanych algorytmów do segmentacji obrazów – możliwe jest zaproponowanie producentom rozwiązania systemowego o zadowalających parametrach w znacznie niższej cenie.

Po przeprowadzeniu analizy potrzeb powyższej grupy docelowej zidentyfikowane zostało zapotrzebowanie na system, który umożliwiłby kontrolę jakości produkcji podczas pracy linii produkcyjnej. Proponowany system ma zapewnić kontrolę jakości produkowanych elementów poprzez porównanie obrazów (klatek) z idealnym wzorcem. Do segmentacji obrazu zostanie wykorzystana metoda zbiorów poziomicowych z uwagi na jej właściwości umożliwiające wykonywanie obliczeń numerycznych związanych z krzywymi lub płaszczyznami w układzie kartezjańskim bez konieczności parametryzowania tych obiektów. [1-3].

### 1. Proponowana architektura prototypu

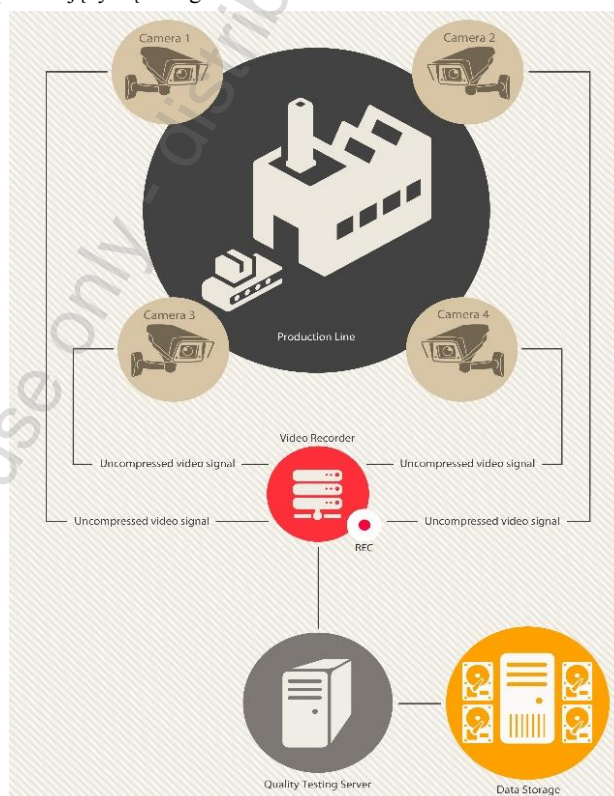
W ramach prowadzonych badań został opracowany schemat prototypu, który umożliwi testowanie systemu w warunkach zbliżonych do warunków produkcyjnych.

Proponowany system składa się z takich elementów jak (rys. 1): podajnik rolkowy; podajnik taśmy podwieszanej; kamery ze stabilizacją obrazu o minimalnych parametrach nagrywania 50 klatek na sekundę, możliwością filmowania w trybie nocnym i doświetlania obrazu; rejestrator wideo umożliwiający nagrywanie w trybie 50 fps w rozdzielczości Full HD z czterech kamer wideo z wykorzystaniem bezstratnej kompresji obrazu; serwer obliczeniowy; magazyn danych.

Do segmentacji obrazów z kamer video została użyta metoda zbiorów poziomicowych. Dzieli ona badany obszar na siatkę punktów, w których przechowywana jest wartość funkcji poziomic w danym węźle. Wartości węzłów siatki zwracają wysokość powierzchni nad danym obszarem. Każda warstwa przypisana jest jednemu węzłowi siatki i uaktualnia jego wartość, tak by odpowiadała położeniu badanej powierzchni. Dla wielu węzłów siatki powstaje, więc cała rodzina warstw, z których tylko jedna jest poziomem zerowym. Aby wydobyc poziom zerowy rzutuje się na płaszczyznę przekrój powierzchni składającej się z grupy poziomów. W rozważaniach metody zbiorów poziomicowych uwzględniany jest pewien obszar posiadający ruchomy brzeg  $\Gamma$ .

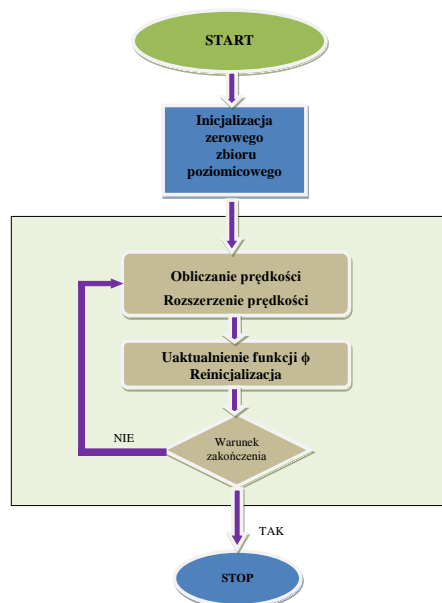
Brzeg ten porusza się z wyznaczoną w kolejnych krokach prędkością, która może zależeć od pozycji, czasu, kształtu brzegu

oraz warunków zewnętrznych. Idea zbiorów poziomicowych polega na zdefiniowaniu funkcji  $\phi(x,t)$ , która reprezentuje poruszający się brzeg.



Rys. 1. Architektura prototypu

Metoda zbiorów poziomicowych ze względu na swoje właściwości znajduje zastosowanie w segmentacji obrazów poprzez umiejętność wydzielenia poszczególnych obiektów oraz ich fragmentów [5, 6]. Ważne jest przy tym, aby segmentacja reprezentowała zamierzony poziom szczegółowości. Oddzielenie fragmentów obrazu o wspólnych cechach, pozwoliłoby określić precyzyjniej granice pomiędzy poszczególnymi obiektami i wykryć anomalie w obrębie samych tkanek. Proces komputerowej analizy obrazów rozpoczyna się na poziomie pikseli. Obraz reprezentowany jest w postaci dwuwymiarowej tablicy kolorów. Pojedynczy element tablicy odpowiada pojedynczemu pikselowi. Tablica dostarcza tylko informację o położeniu i kolorze poszczególnych punktów obrazu, natomiast nie zawiera informacji określającej, które piksele tworzą poszczególne obiekty. W celu dokonania analizy obrazu, trzeba przejść z poziomu pikseli na poziom obiektów.



Rys. 2. Schemat algorytmu segmentacji obrazu

### Model Chan-Vese

„Forma aktywnego konturu w modelu Mumforda-Shaha została oparta na dwu-fazowej segmentacji i funkcji zbiorów poziomicowych. Fragmentami ciąga segmentacja pozwala w tym przypadku na użycie wielofazowej odmiany metody zbiorów poziomicowych (dla więcej niż dwóch segmentów)” [4].

Algorytm numeryczny do segmentacji obrazu (rys. 2): inicjalizacja zbioru poziomicowego funkcji obejmującego niezny kształt, obliczanie prędkości, rozszerzanie prędkości,

uaktualnianie funkcji zbioru poziomicowego, reinicjalizacja, sprawdzanie zbieżności. Proces powtarzany jest tak długo, aż zostaną osiągnięte zadawalające warunki zbieżności.

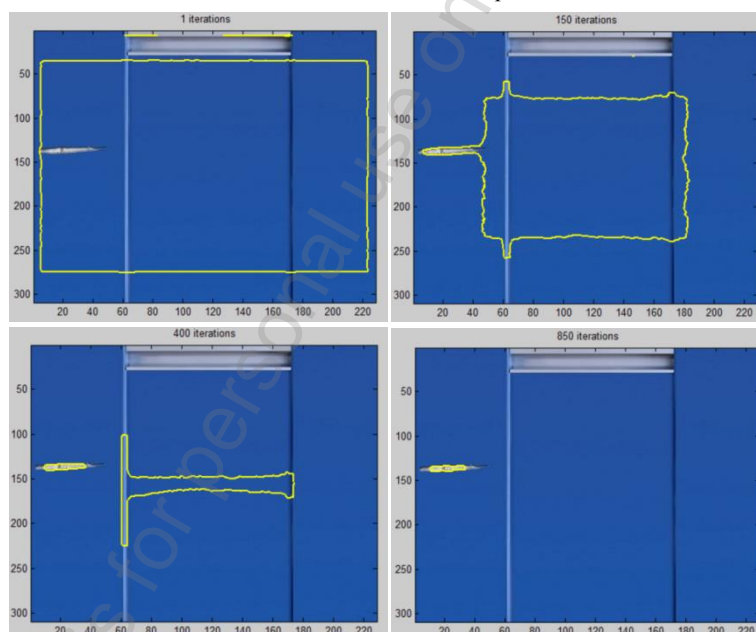
Algorytm numeryczny do segmentacji obrazu: inicjacja zbioru poziomicowego; obliczanie funkcji dla modelu Chan-Vese; uaktualnianie funkcji zbioru poziomicowego; reinicjalizacja; sprawdzanie zbieżności. Proces powtarzany jest tak długo, aż zostaną osiągnięte zadawalające warunki zbieżności.

## 2. Segmentacja obrazu

Na rysunku 3 przedstawiono obraz zawierający defekt badanego wyrobu – frontu meblowego lakierowanego oraz inicjujący zbiór poziomicowy (zaznaczony żółtą linią) obejmujący niezny kształt. Na kolejnych rysunkach obrazu ukazują etapy ewolucji zbioru poziomicowego uzyskane po 100, 400 i 850 iteracjach. Łatwo zauważyć, że w trakcie rozwiązania początkowy brzeg obiektu przekształca się, następnie rozdziela się na kilka obszarów, aby w ostatniej fazie uzyskać postać wykrywającą uszkodzenie w produkcji. Algorytm numeryczny wyodrębni obiekt z dużą dokładnością.

## 3. Wnioski

W pracy został przedstawiony prototyp systemu umożliwiającego kontrolę jakości produkcji za pomocą systemów wizyjnych. W proponowanym systemie do segmentacji obrazów została użyta metoda zbiorów poziomicowych, która wykrywa defekt wyrobu z dużą dokładnością. Po przeprowadzeniu serii wywiadów analitycznych z firmami produkcyjnymi, autor zdiagnozował, iż proponowany system znajdzie zastosowanie głównie w branżach takich jak: lakierowanie oraz malowanie (np. frontów meblowych); produkcja włókien syntetycznych; obróbka powierzchniowa materiału (np. piaskowanie, ścieranie).



Rys. 3. Proces segmentacji obrazu

## Literatura

- [1] Osher, S., Fedkiw, R.: Level Set Methods: An Overview and Some Recent Results. *J. Comput. Phys.* 169, 2001, p. 463-502.
- [2] Osher S., Fedkiw R.: *Level Set Methods and Dynamic Implicit Surfaces*, Springer, New York, 2003.
- [3] Osher S., Sethian J.A.: Fronts Propagating with Curvature Dependent Speed: Algorithms Based on Hamilton-Jacobi Formulations. *Journal of Computational Physics*, 79, 1988, p. 12-49.
- [4] Rymarczyk T., Filipowicz S., Sikora J., Metoda zbiorów poziomicowych w tomografii i segmentacji obrazu, *Elektromagnetyzm w środowisku człowieka szansa czy zagrożenie*. PTZE, Kraków – Warszawa 2009.
- [5] Rymarczyk T., Sikora J., Tymurski M., Filipowicz S.F.: Roentgen image segmentation in stomatology by using level set methods. *PAK* 10/2008, pp. 686-689.
- [6] Sethian J.A.: *Level Set Methods and Fast Marching Methods*, Cambridge University Press, 1999.

### Mgr Łukasz Gołabek

e-mail: lukasz.golabek@netrix.com.pl

Autor artykułu jest kierownikiem naukowym projektu „Implementacja nowatorskich metod tomografii impedancyjnej do badania stanu wałów przeciwpowodziowych”, jak również doktorantem Instytutu Elektrotechniki w Warszawie. Zainteresowania naukowe koncentrują się na zastosowaniach inteligencji obliczeniowej w systemach komercyjnych.

