

**Piotr MRÓZ, Grzegorz ANDRZEJEWSKI**  
 UNIwersYTET ZIELONOGÓRSKI, INSTYTUT INFORMATYKI I ELEKTRONIKI

## Wyznaczanie kąta wychylenia wskazówki miernika na podstawie zdjęcia miernika

Dr inż. Piotr MRÓZ

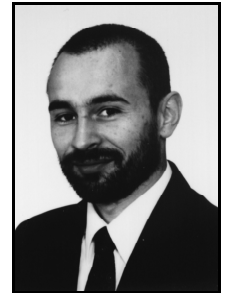
Absolwent Wydziału Elektrycznego Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Zielonej Górze, dyplom (1990) w zakresie automatyki i metrologii elektrycznej. Stopień doktora nauk technicznych uzyskał na Wydziale Elektrotechniki, Informatyki i Telekomunikacji Uniwersytetu Zielonogórskiego (2002). Zainteresowania naukowe koncentrują się w zakresie mikroprocesorowych urządzeń i systemów testujących aparaturę pomiarową i sterującą.



e-mail: p.mroz@iie.uz.zgora.pl

Dr inż. Grzegorz ANDRZEJEWSKI

Absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Poznańskiej, dyplom w specjalności elektronicznej aparatury i systemów pomiarowych uzyskał w roku 1995. Stopień doktora z zakresu informatyki uzyskał na Wydziale Informatyki Politechniki Szczecińskiej w roku 2002. Jego zainteresowania naukowe ukierunkowane są na zagadnienia modelowania i syntezy systemów sterowania cyfrowego.



e-mail: g.andrzejewski@iie.uz.zgora.pl

### Streszczenie

W artykule przedstawiono algorytm wyznaczania kąta wychylenia wskazówki miernika na podstawie zdjęcia wskaźnika oraz program do praktycznego sprawdzenia przedstawionego algorytmu. Zastosowanie takiego programu umożliwia automatyzację procesu sprawdzania dokładności lub wzorcowania przyrządów pomiarowych ze wskaźnikami analogowymi.

**Słowa kluczowe:** mierniki analogowe, cyfrowe przetwarzanie obrazu.

### Determination of an angle of meter's hand swing basing on meter's photograph

#### Abstract

Paper shows the algorithm of determining an angle of meter's hand swing basing on meter's photograph and a program of checking this algorithm in practice. A practical use of that program makes able an automation of process of checking precision or calibration measuring devices with analog indicators.

**Keywords:** analog meters, digital processed of pictures.

### 1. Testowanie dokładności miernika

Proces testowania miernika polega na zadaniu na jego wejście wartości wzorcowej  $X$ , odczytaniu jego wskazania  $Y_R$  a następnie porównaniu wartości wskazanej  $Y_R$  z wartością znamionową (wzorcową)  $Y_{Nz}$ . Jeżeli różnica tych wartości mieści się w dopuszczalnych granicach, to wynik testu jest pozytywny.

Podczas testowania dokładności analogowych przyrządów pomiarowych odczytanie wskazania  $Y_R$  realizowane jest zazwyczaj przez operatora systemu testującego i ręczne wpisywanie odczytanej wartości do systemu testującego. Wadą takiego rozwiązania jest jego czasochłonność oraz możliwość wystąpienia błędu odczytu spowodowana przez operatora, szczególnie przy długim czasie testowania mierników.

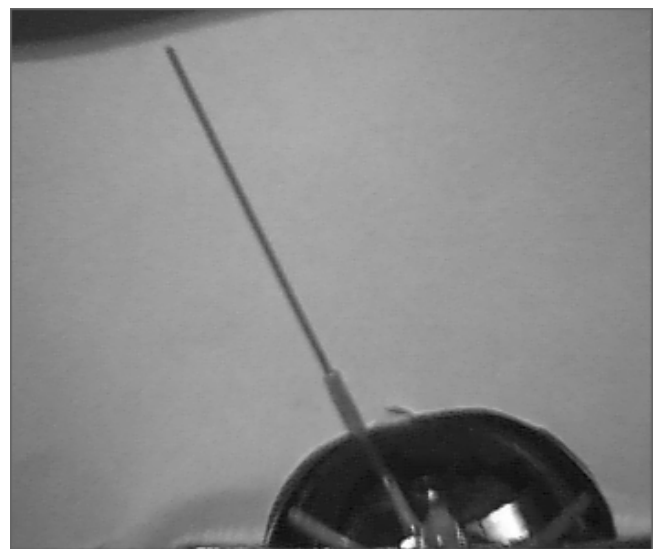
Istnieje możliwość usprawnienia odczytywania wskazania miernika poprzez zastosowanie programu, który określałby wartość wskazywaną  $Y_R$  przez wskaźnik na podstawie cyfrowego zdjęcia miernika.

### 2. Określenie wartości wskazania miernika

Określenie wartości wskazania miernika składa się z następujących etapów:

- przechwycenia obrazu z aparatu cyfrowego,
- wyodrębnienie z obrazu kształtu wskazówki,
- wyznaczenie prostej odpowiadającej osi wskazówki,
- obliczenie kąta wychylenia wskazówki.

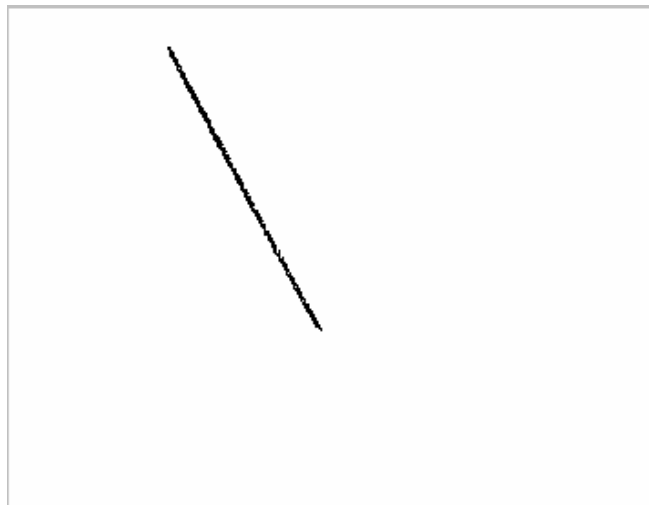
Po przechwyceniu obrazu należy wyodrębnić z niego wskazówkę. Na rys. 1 przedstawiono przechwycony z aparatu obraz miernika. W celu wyodrębnienia z niego kształtu wskazówki, według określonego progu tolerancji koloru, eliminuje się zbędne elementy fotografii a pozostałą część zamienia się na kolor czarny. Obrazuje to rys. 2. Odcień koloru wskazówki na zdjęciu zależy od różnych czynników, na przykład od oświetlenia miernika podczas wykonywania zdjęcia. W związku z tym przy wyodrębnianiu kształtu wskazówki z obrazu miernika założono tolerancję koloru.



Rys. 1. Obraz z aparatu cyfrowego  
 Fig. 1. Picture captured by a digital camera

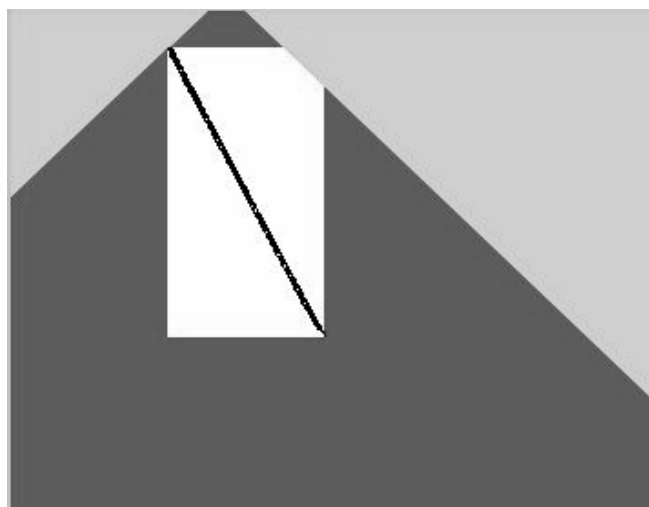
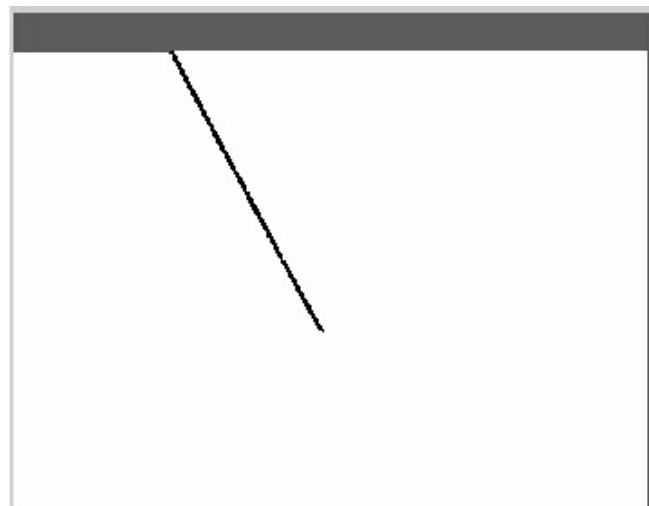
Tolerancja ta oznacza maksymalną odchyłkę koloru wskazówki na zdjęciu od koloru zadeklarowanego przez użytkownika. Po wyodrębnieniu z mapy barw znajdujących się w zakresie tolerancji wybranego koloru należy wyznaczyć obszar, który jest wskazówką a wyeliminować pozostałe, będące zakłóceniami lub elementami tarczy miernika. W tym celu poszukuje się największego pozostałego, spójnego obszaru.

Następnym etapem poszukiwań jest znalezienie punktów skrajnych, tj. początku i końca wskazówki. Przez te wyszukane punkty poprowadzona zostanie prosta, która w późniejszym czasie wykorzystana będzie do wyznaczenia kąta wychylenia wskazówki. W celu dokładnego odnalezienia obszaru wskazówki przeszukuje się obraz z ośmiu kierunków: z każdego boku obrazu oraz z każdego rogu.



Rys. 2. Wskazówka wyodrębniona ze zdjęcia  
Fig. 2. Hand separated from the photo

Na rys. 3 przedstawiono graficznie sposób wyszukiwania punktów skrajnych wskazówki. Kolor czarny to obszar obrazu zajmowany przez wskazówkę. Kolorem ciemno szarym zaznaczono obszar wyszukiwania punktów skrajnych z boków obrazu, natomiast kolor jasno szary pokazuje obszar wyszukiwania punktów wskazówki z rogów [1, 5].



Rys. 3. Przeszukiwanie obrazu  
Fig. 3. Searching of the picture

Następnym etapem wyznaczania kąta wskazówki jest wyznaczenie prostej przechodzącej przez oś wskazówki. W tym celu niezbędne jest określenie współrzędnych dwóch punktów, przez które przechodzi prosta pokrywająca się z osią wskazówki. Wcześniej zostało wyznaczonych osiem punktów skrajnych należących do obszaru zajmowanego przez wskazówkę. W idealnym przypadku punkty te pokrywałyby się i w rzeczywistości mielibyśmy tylko dwa punkty: na początku i na końcu zaczerpniętego obszaru. Jednakże tak nie jest ze względu na grubość wskazówki oraz na zakłócenia, których nie wyeliminowano z obrazu. Zakłóceniami których nie da się wyeliminować mogą być cyfry i podziałka rys. 4 tego samego koloru co wskazówka lub o kolorze mieszczącym się w zakresie tolerancji przyjętym przez użytkownika. Złe warunki oświetlenia i odbicia w szybie miernika również mogą niekorzystnie wpływać na późniejsze przekształcenia.



Rys. 4. Zakłócenia w obrazie  
Fig. 4. Interferences in a picture

Na podstawie odległości wyznaczonych z każdego punktu do pozostałych punktów wyszukiwany jest największy odcinek, a końce tego odcinka są traktowane jako początek i koniec wskazówki. Przez te dwa punkty prowadzona jest prosta, na podstawie której wylicza się kąt wychylenia wskazówki miernika.

### 3. Opis programu

Program został opracowany w postaci funkcji. Dzięki temu w aplikacji zewnętrznej wywołuje się funkcję startującą obróbką obrazu:

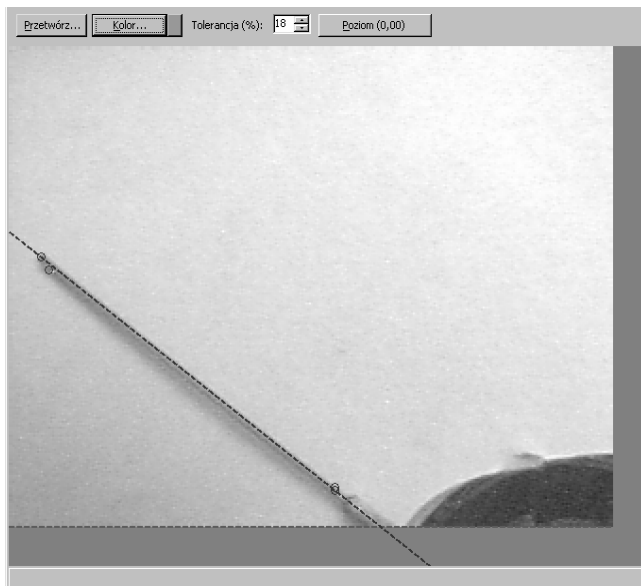
```
public Wyliczenie (string plik, Form w, Label l)
```

Funkcja ta korzysta z pliku konfiguracyjnego, w którym zapisane są informacje dotyczące źródła, z którego będzie pobierany obraz, wartości składowych RGB określających kolor wskazówki, zakresu tolerancji, długości boku kwadratu obszaru pomijanego oraz wartości poziomu. Wyznaczona wartość kąta przechowywana jest w zmiennej „wychylenie”, która może być pobrana również przez inne aplikacje.

W celu sprawdzenia poprawności działania funkcji został napisany program w języku C# [3, 4, 6, 7], wykorzystujący opisaną funkcję. Widok okna programu przedstawiono na rys. 5.

Przycisk „Przetwórz” inicjalizuje przechwycenie obrazu z aparatu oraz wyznaczenie kąta wskazówki. Do przechwycenia obrazu wykorzystywany jest interfejs TWAIN [2]. Umożliwia on przechwycenie obrazu cyfrowego z dowolnego urządzenia podłączonego do komputera bez konieczności ingerowania w strukturę programu. Wartość kąta wyświetlana jest w postaci komunikatu w osobnym oknie. Przycisk „Kolor” przechwytyje

z aparatu obraz i zapamiętuje składowe RGB koloru wskazówki wskazanego myszką. Okno „Tolerancja” umożliwia wprowadzenie wartości odchyłki koloru na zdjęciu od koloru wskazanego jako kolor wskazówki. Przycisk „Poziom” wywołuje funkcję przechwytywania zdjęcia i wyznaczania kąta wychylenia wskazówki a otrzymana wartość traktowana jest jako kąt odniesienia (kąt zerowy). Po wyznaczeniu kąta wskazówki na obraz przechwyconego zdjęcia nakładana jest przerywana linia w kolorze czerwonym oznaczająca wyznaczoną oś wskazówki, przerywana linia w kolorze zielonym oznaczająca aktualny kąt odniesienia (kąt zerowy) oraz małe kółka w kolorze czerwonym oznaczające charakterystyczne punkty wskazówki, na podstawie których wyznaczono jej kąt.



Rys. 5. Widok okna programu  
Fig. 5. View of program's window

Podczas testowania programu pojawiły się błędy związane z algorytmem wyboru punktów do wyznaczenia osi wskazówki. Na rys. 6 przedstawiono błąd wyznaczania kąta wskazówki o małym wychyleniu. Błąd ten wyeliminowano poprzez wyznaczenie dwóch prostych a następnie wyliczenie równania ich dwusiecznej. Na rys. 7 przedstawiono sposób wyznaczania kąta wskazówki na podstawie dwóch prostych.

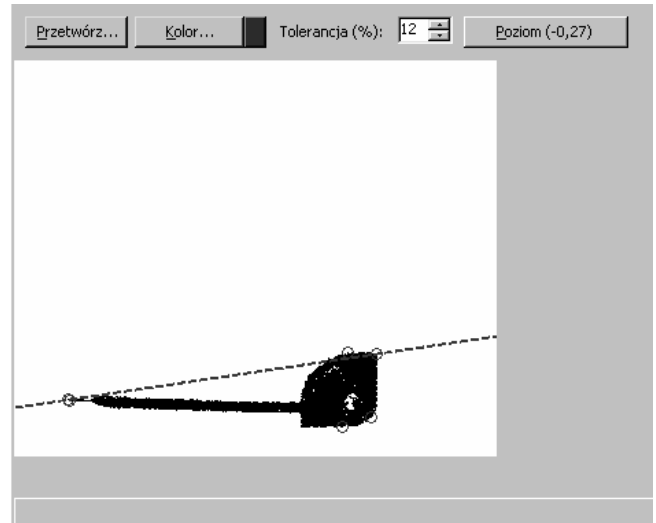


Rys. 6. Błąd wyznaczania kąta wskazówki o małym wychyleniu  
Fig. 6. Error of determination of a hand's angle with little swing



Rys. 7. Sposób wyznaczania kąta wskazówki na podstawie dwóch prostych  
Fig. 7. A method to determine a hand's angle using two straights

W przypadku wyznaczania kąta wskazówki w mierniku, w którym kolor wskazówki był zbliżony do koloru mechanizmu wskaźnika, zaobserwowano, że program przetwarzania obrazu zalicza do obszaru wskazówki również obszar zajmowany przez mechanizm wskaźnika. Na rys. 8 przedstawiono sytuację błędnego interpretowania mechanizmu mocowania wskazówki.



Rys. 8. Błędne interpretowanie mechanizmu mocowania wskazówki  
Fig. 8. Wrong interpreting of mechanism of hand's fastening

Błąd ten wyeliminowano poprzez wprowadzenie obszaru pomijanego podczas przetwarzania obrazu.

#### 4. Podsumowanie

Coraz częściej spotykamy się z automatyzowaniem procesu testowania przyrządów pomiarowych. Jest to szczególnie proste w stosunku do urządzeń ze wskaźnikami cyfrowymi. Gorzej jest w urządzeniach ze wskaźnikami analogowymi. Jednym ze sposobów umożliwiających automatyzację procesu testowania urządzeń ze wskaźnikiem analogowym jest wyznaczanie wskazania urządzenia na podstawie kąta wychylenia jego wskazówki.

Przedstawiony w artykule algorytm wyznaczania kąta wskazówki na podstawie cyfrowego zdjęcia miernika, program realizujący ten algorytm oraz wyniki testowania programu potwierdzają słusność przyjęcia takiego rozwiązania.

#### 5. Literatura

- [1] B. Fisher, S. Perkins, A. Walker E. Wolfart, „Point Operations”, <http://www.cce.hw.ac.uk/hipr/html/pntops.html>.
- [2] TWAIN Working Group: TWAIN Specification Version 1.9, <http://www.twain.org>.
- [3] J. Hollingworth, D. Butterfield, B. Swart, J. Allsop, C++ Builder5. Vademecum profesjonalisty. Tom 1, Helion, 2001.
- [4] J. Templeman, D. Vitter, Visual Studio .NET: The .NET Framework. Black Book.
- [5] Luong Chi Mai, „Introduction to computer vision and image processing”, <http://www.netnam.vn/unescocourse/computervision/computer.htm>.
- [6] P. Drayton, B. Albahari, T. Neward, C# Leksykon kieszonkowy, Helion, 2003.
- [7] Platforma .NET Framework, <http://www.microsoft.com/poland/net/podstawy/default.aspx>.