

Tadeusz KOZŁOWSKI, Marcin KARLIŃSKI, Roman WOŹNIAK
Instytut Tele-i Radiotechniczny, Warszawa

STANOWISKO Z SYSTEMEM WIZYJNYM DO ORIENTOWANIA I PODAWANIA WYROBÓW W PROCESACH KONTROLNYCH I TECHNOLOGICZNYCH

Słowa kluczowe

Mechatronika, manipulator, kontrola wizyjna, *smart* kamera, sterownik PLC, komunikacja Ethernet.

Streszczenie

W artykule przedstawiono koncepcję stanowiska, przeznaczonego do kontroli, orientowania i podawania wyrobów w procesach technologicznych, podczas ich wytwarzania i testowania. Stanowisko jest przykładem realizacji technologii, łączącej w sobie elementy tradycyjnego manipulatora pneumatycznego, pracującego w układzie osi X, Y, Z, \emptyset , z analizą wizyjną, w oparciu o inteligentną kamerę typu *Smart* [2, 3]. Przeznaczeniem stanowiska jest przenoszenie wyrobów w zautomatyzowanych liniach technologicznych, gdzie istnieje potrzeba wykonywania bieżącej, międzyoperacyjnej kontroli wyrobów. Umożliwia to wyeliminowanie z kolejnych etapów procesu technologicznego wyrobów niespełniających założonych kryteriów kształtu, wymiarów, wyglądu powierzchni, co pozwala obniżyć koszty produkcji, przeciwdziałać awariom linii technologicznych oraz uzyskać wysoką jakość wyrobu finalnego.

Wprowadzenie

W wielu zautomatyzowanych procesach technologicznych istnieje konieczność nie tylko automatyzowania operacji mechanicznych, ale również wykonywania bieżącej, międzyoperacyjnej kontroli parametrów jakościowych wyrobów. Celem tej kontroli jest wyeliminowanie z kolejnych etapów procesu technologicznego wyrobów niespełniających kryteriów kształtu, wymiarów lub uszkodzonych we wcześniejszych fazach procesu. Eliminacja ta prowadzi do oczywistej obniżki kosztów produkcji, wynikającej nie tylko z jak najwcześniejszego eliminowania braków, ale również z przeciwdziałania awariom linii technologicznych, zdarzających się przy używaniu wadliwych materiałów i podzespołów.

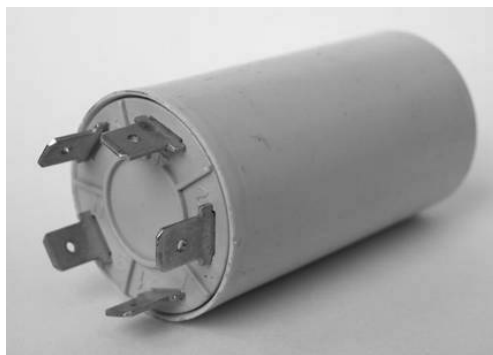
Celem projektu było opracowanie technologii integracji podsystemów kontroli wizyjnej i mechatroniki (pozycjonowanie, transport, segregacja) w zautomatyzowanych procesach wytwarzania wyrobów wysokiej technologii, w oparciu o przemysłowe układy pneumatyczne. Dla weryfikacji założonych celów opracowano i wykonano stanowisko z wizyjną kontrolą wyrobów, posługujące się elementami pneumatycznymi i mikrokomputerowym sterownikiem. Zadaniem stanowiska jest selekcja wyrobów, spełniających kryteria, kwalifikujące je do dalszych etapów procesu produkcyjnego, oraz orientowanie i przenoszenie dobrych wyrobów pomiędzy różnymi urządzeniami technologicznymi lub pomiędzy różnymi fragmentami linii produkcyjnych.

Przykładem zastosowania takiego stanowiska jest linia technologiczna do produkcji nowoczesnych filtrów przeciwzakłóceńowych stosowanych powszechnie m.in. w sprzęcie AGD. Elementem końcowym tej linii jest system pomiarowo-informacyjny do kontroli parametrów elektrycznych filtrów [1]. Zastosowane w linii technologicznej stanowisko umożliwia kontrolę optyczną czoła filtra z wyprowadzeniami konektorowymi, orientację kątową filtra i precyzyjne przenoszenie do gniazd systemu pomiarowego

1. Wyrób poddawany kontroli, orientacji i przenoszeniu

Wyrobem jest filtr przeciwzakłóceńowy (rodzina filtrów różniących się wymiarowo) w kształcie walca z wyprowadzeniami konektorowymi na jednej z podstaw. Na podstawie tej znajdują się również wytłoczone znaczniki, z których jeden ma postać symbolu uziemienia (rys. 1). Filtr podlega inspekcji optycznej [4] oraz kątowemu orientowaniu, w którym oś obrotu stanowi oś symetrii filtra. Orientacja kątowa jest niezbędna, aby filtr trafił swoimi wyprowadzeniami, po przeniesieniu, na właściwe pola kontaktowe w gnieździe systemu pomiarowego. Filtr pobierany jest z magazynka filtrów o formule pochylonej, wyprofilowanej rynny, wewnątrz której filtry staczają się skutkiem działania siły grawitacji i podawany pojedynczo na stanowisko orientowania kątowego przez mechanizm separujący go od reszty filtrów znajdujących się w magazynku. Czo-

ło filtra spoczywającego na tym stanowisku znajduje się w polu obserwacji kamery. Inicjowana jest wówczas praca podsystemu wizyjnego, którego rola polega na wykonaniu inspekcji optycznej czoła filtra oraz znalezieniu znacznika uziemienia (znacznik bazowy). Po znalezieniu tego znacznika podsystem wizyjny określa jego pozycję kątową oraz wylicza kątową poprawkę, o którą należy obrócić filtr, aby przyjął on wymagane położenie.



Rys. 1. Widok wyrobu

Operacja pozycjonowania (orientacji kątowej) wyrobu kończy się ponowną kontrolą położenia znacznika uziemienia i w przypadku jej pozytywnego wyniku, uruchamiany jest pneumatyczny manipulator w celu przeniesienia wyrobu i umieszczenia go w gnieździe przemysłowego systemu pomiarowego. Jeśli podsystem wizyjny w wyniku analizy optycznej sklasyfikuje wyrób jako wadliwy, z powodu jego niepoprawnej geometrii, lub nie będzie mógł go zorientować kątowno, to manipulator przeniesie wyrób w miejsce wyrzucania braków, zamiast włożyć go do gniazda głowicy pomiarowej.

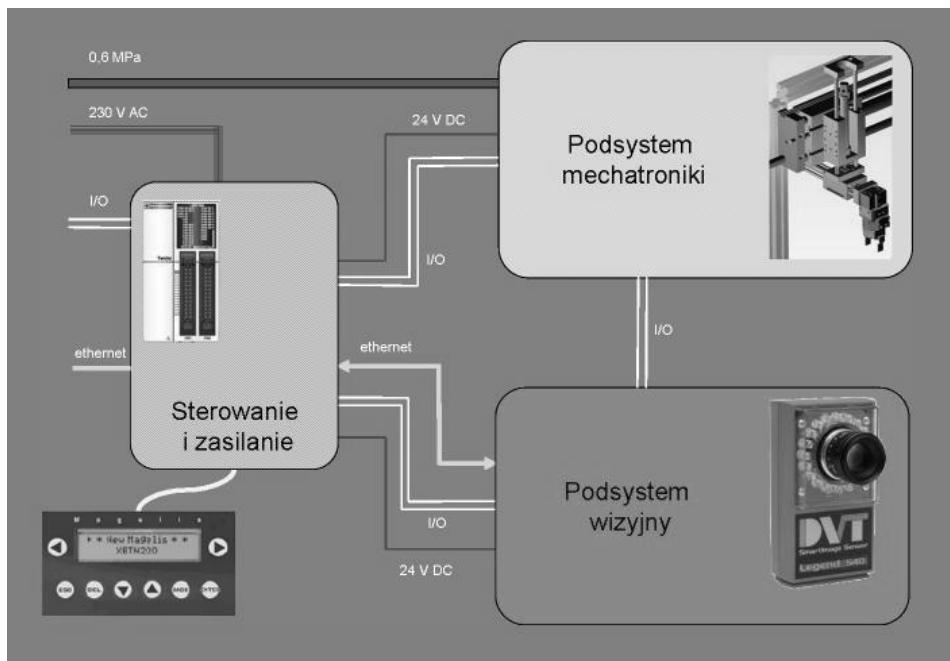
2. Główne podsystemy stanowiska

Stanowisko składa się z 2 podsystemów: podsystemu wizyjnego (podsystem wizji maszynowej) i podsystemu mechatronicznego (rys. 2).

Podsystem wizyjny ma za zadanie dokonać inspekcji czoła wyrobu, w tym m.in. oceny geometrii oraz identyfikacji położenia wyróżnionego znacznika.

Podsystem mechatroniczny ma za zadanie, na podstawie wyników uzyskanych przez podsystem wizyjny, zorientować kątowno wyrób i przenieść go do systemu pomiarowego, gdy wyrób jest dobry, lub też przenieść do pojemnika z brakami, gdy wynik inspekcji optycznej jest negatywny.

Podsystemy te integruje sterownik mikroprocesorowy, poprzez interfejs komunikacyjny Ethernet z protokołem Modbus TCP w trybie master-slave oraz linie dwustanowe I/O.



Rys. 2. Struktura blokowa stanowiska

2.1. Podsystem mechatroniczny

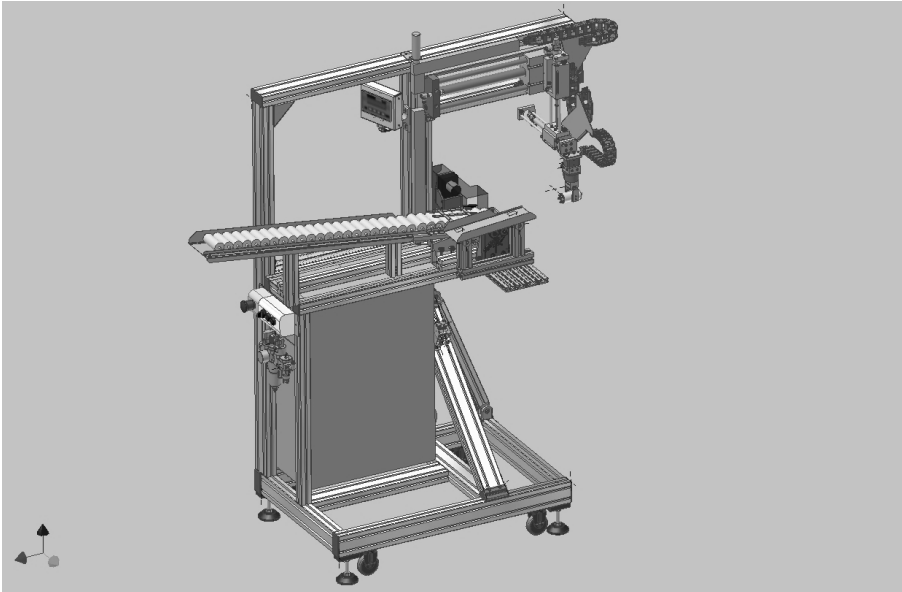
Zadaniem podsystemu mechatronicznego jest orientacja kątowna wyrobu oraz przenoszenie wyrobu na inne stanowisko w linii technologicznej lub umieszczanie go w pojemniku z brakami.

Elementem wykonawczym, który przenosi wyrób, jest manipulator o konfiguracji X, Y, Z, \emptyset , dający relatywnie dużą dostępność do pola operacyjnego. W celu zwiększenia dokładności realizowanych położeń roboczych chwytaka, zastosowano w członie napędowym osi X siłownik o magnetycznym sprzęgu suwaka z tłokiem, wyposażony w zintegrowane prowadnice prętowe suwaka, o względnie dużym rozstawie. Zwiększają one znacząco sztywność tego członu napędowego manipulatora, bez konieczności stosowania w osi X tzw. przesuwnej bramy. W celu uproszczenia konstrukcji manipulatora i poprawy zwartości jego budowy, zastosowano także mechanizm chwytaka ze zintegrowanym jego obrotem (rys. 3).

W skład podsystemu mechatronicznego wchodzi główne zespoły:

- zespół napędów pneumatycznych,
- zespół podawania wyrobów na stanowisko inspekcji optycznej,
- zespół orientacji kątownej.

Zespół napędów pneumatycznych realizuje funkcje przemieszczania wyrobu w osiach X, Y, Z, \emptyset .



Rys. 3. Widok 3D stanowiska

Dla dobrych wyrobów realizowana jest praca manipulatora w osiach X, Z, \emptyset , zaś dla wyrobów wadliwych, praca jedynie w osiach Y i Z. W celu kąтового zorientowania wyrobu w przestrzeni, wykorzystywana jest dwupołożeniowa, bezstopniowa oś obrotu \emptyset o dużym zakresie działania, zintegrowana z chwyta-kiem. Wykorzystanie możliwości tej osi pozwala na dużą swobodę kąтового dopasowania się do stanowiska technologicznego, z którym współpracuje manipulator.

Zespół podawania wyrobów realizuje funkcję podawania pojedynczego wyrobu, pobranego z buforowego magazynka wyrobów na stanowisko orientacji kątowej, będące jednocześnie obszarem działania analizy wizyjnej.

Zespół orientacji kątowej realizuje funkcję obrotu cylindrycznego wyrobu wokół jego osi symetrii. W wyniku działania analizy wizyjnej, która określa kątowne położenie znacznika bazowego, znajdującego się na denku wyrobu, wyrób obracany jest o odpowiedni kąt. Zespół ten składa się z 2 rolek, na których spoczywa wyrób, napędzanych małym silnikiem krokowym. Orientacja kątowa odbywa się o wartość mniejszą lub równą 180° , w jedną lub w drugą stronę, w zależności od położenia znacznika bazowego.

2.2. Podsystem wizyjny stanowiska

Podsystem wizyjny, od strony sprzętowej, składa się z kamery typu Smart, model DVT Legend 545 [5] z pierścieniowym oświetlaczem diodowym, zamocowanej na regulowanej podstawie, oraz modułu interfejsu I/O. W pracy wykorzystano środowisko projektowo uruchomieniowe DVT Intellect.1.4.

System oświetlenia stanowi jeden z ważniejszych elementów systemu wizji maszynowej i ma zasadnicze znaczenie, jeżeli chodzi o pozyskanie informacji dobrej jakości w celu jej późniejszego przetwarzania i analizowania. Zastosowany oświetlacz zapewnia jednorodne, stabilne oświetlenie pola obserwacji, wydającą pożądaną cechy obserwowanych detali. Oświetlacz ten pracuje impulsowo.

W zakresie sprzętu optycznego zastosowano obiektyw o stałej ogniskowej, firmy Tamron, typu LTC-16F Tamron C Mount 16 mm lens.

Zastosowany system inspekcji optycznej oraz zastosowane techniki przetwarzania i analizy obrazów umożliwiają realizację następujących zadań inspekcji:

- rozpoznanie niewłaściwego wyrobu, wyrobu źle spójcjonowanego lub wyrobu podanego niewłaściwą stroną,
- sprawdzenie ilości i rozmieszczenia kontaktów (w przypadku filtrów),
- sprawdzenie cech geometrycznych obudowy wyrobu (wymiarów, współczynnik kształtu),
- detekcja znaczących defektów powierzchniowych czoła wyrobu (rysy),
- rozpoznanie złej orientacji kontaktów względem obudowy,
- rozpoznanie znaczącego wygięcia kontaktów,
- rozpoznanie tekstu opisującego kontakty,
- pomiar orientacji kątowej i wyznaczenie kąta oraz kierunku obrotu dla mechanizmu korygującego położenie kątowe.

W celu zrealizowania zadań inspekcji wyrobu zastosowano następujące techniki przetwarzania obrazów:

- binaryzacja obrazów,
- wyznaczenie „blobów” (spójnych obszarów obrazów),
- filtracja obrazu (wyszukiwanie obszarów o zadanych cechach geometrycznych),
- określenie cech geometrycznych „blobów”,
- badanie „gładkości” konturów analizowanych obiektów.

Na rys. 4 przedstawiono widok powierzchni czołowej badanego wyrobu (filtra), po wykonaniu orientacji kątowej.



Rys. 4. Przykład zorientowanego kątowno wyrobu (ujęcie z kamery)

Do właściwego działania analizy wizyjnej konieczne jest wykonanie procedur kalibracji. Proces kalibracji pozwala na eliminację błędów pomiarowych, wynikających z tego, że zastosowana optyka nie jest optyką telecentryczną i wnosi zniekształcenia zarówno typu sferycznego, jak i perspektywiczne.

Struktura badanego wyrobu pozwala na wykonanie inspekcji w rzucie czołowym przy oświetleniu od przodu. Badane parametry geometryczne i cechy charakterystyczne obiektu to:

- zorientowanie w polu ekspozycji,
- położenie konturów obiektu,
- pomiar promienia i centryczności,
- rozmieszczenie konektorów,
- obecność opisu filtra,
- kąt obrotu względem pozycji bazowej,
- dokładność pozycjonowania.

3. Badania weryfikacyjne stanowiska

Opracowana metodyka badań koncentrowała się na sposobach pomiaru wielkości liniowych i kątowych oraz na opracowaniu pewnej liczby aplikacji wizyjnych (testów funkcjonalnych), służących weryfikacji w praktyce analitycznych funkcji systemowych dostępnych w środowisku projektowym kamery DVT. Zakres badań obejmował m.in.:

- badanie dokładności pozycjonowania kątownego wyrobu,
- badanie powtarzalności kładzenia wyrobu na pozycji wyjściowej, mierzone w płaszczyźnie XY,
- badanie czasu cyklu pracy stanowiska dla różnych wartości kątowych orientacji wyrobu,

- o testowanie optymalnych warunków ekspozycji obiektów (dobór warunków oświetlenia zapewniającego wyselekcjonowanie z obrazu pożądanych cech),
- o badanie różnych konfiguracji systemu akwizycji obrazu (ustawienie kamery – odległości przedmiotowej, synchronizacja procesu akwizycji, dobór właściwego obiektu ew. filtra),
- o procedury kalibracji kamery i implementacja algorytmów wstępnego przetwarzania obrazu (szerokie spektrum filtrów cyfrowych).

Badanie dokładności pozycjonowania kąтового filtra polegało na weryfikacji teoretycznej precyzji mechanizmu rolek obrotowych oraz błędu narzędzia wizyjnej procedury pomiaru kąta obrotu. Poszczególne składowe błędy pozycjonowania kąтового są następujące:

- o rozdzielczość mechanizmu pozycjonowania wynikająca ze skoku napędu krokowego oraz zastosowanej przekładni mechanicznej - $0,24^\circ$,
- o rozdzielczość kamery, przy matrycy 640×480 pikseli, w przeliczeniu na jednostki odwzorowanego obrazu, wynosi $0,099$ mm/piksel, co daje błąd pomiaru kąta przy zastosowaniu narzędzia pomiarowego, bazującego na konturze okręgu o promieniu $8,75$ mm, - $0,65^\circ$.

Dokładność pozycjonowania kąтового jest sumą powyższych błędów i wynosi $0,89^\circ$. W trakcie badań systemu pozycjonowania kąтового przeprowadzono serię prób dla tego samego detalu, która potwierdziła utrzymywanie dokładności pozycjonowania kąтового nie gorszej niż 1° .

Powtarzalność pozycjonowania detalu w płaszczyźnie XY na pozycji wyjściowej manipulatora jest wypadkową precyzji zastosowanych w urządzeniu napędów pneumatycznych, które pracują na sztywne zderzaki i mieści się w zakresie $\pm 0,1$ mm.

Badanie zmiany kątowej orientacji wyrobu, wynikającej z jego przeniesienia manipulatorem z pozycji wejściowej do pozycji wyjściowej polegało na ustaleniu błędów wnoszonych przez chwytak na pozycji pobierania i kładzenia detalu. Obserwacje wykonane i zarejestrowane przez system wizyjny dla reprezentacyjnej partii detali pokazały, że błąd orientacji w fazie pobierania filtra jest pomijalnie mały dzięki dobrej stabilizacji detalu na gumowych rolkach obrotowych. Błąd orientacji na pozycji wyjściowej, generowany w trakcie kładzenia filtra, wynika z upuszczania walcowego detalu z pewnej wysokości nad gniazdem pomiarowym. Zmiana ta korygowana jest poprzez odpowiednią konstrukcję gniazda pomiarowego, bazującego konektor masy.

Całkowity czas cyklu stanowiska osiąga wartość ok. 3 s i jest zdeterminowany przez długość cyklu mechanizmów pneumatycznych, pracujących z limitowaną dynamiką. Możliwe jest przyspieszenie ruchu siłowników, lecz wnosi ono wówczas niekorzystne zjawiska zwiększania się drgań układu i znaczące wydłużanie się czasu ich uspokojenia.

Inspekcja optyczna i pozycjonowanie kątoowe wykonywane są w tle transportowania detali z gniazda wejściowego do wyjściowego. Zadania cząstkowe

wykonywane przez system wizyjny to: inspekcja zasadnicza (100 ms), pozycjonowanie kątowne detalu (poniżej 1300 ms) i inspekcja końcowa (100 ms). Całkowity czas analizy wizyjnej i pozycjonowania kątownego zawiera się w przedziale od 200 ms, dla detalu prawidłowo zorientowanego, do 1500 ms dla obrotu filtra o 180°.

Optymalizacja warunków ekspozycji służy uzyskaniu powtarzalnych wyników inspekcji wizyjnej, niezależnie od zmiennych warunków oświetlenia zewnętrznego oraz rozrzutu właściwości refleksyjnych badanych detali. Obraz czoła detalu w świetle dziennym posiada wady istotne dla inspekcji wizyjnej:

- niski poziom kontrastu pomiędzy znacznikiem masy i opisem konektorów, a tłem odniesienia,
- nierównomierne oświetlenie tła na skutek falistej powierzchni denka oraz efektu zacieniania przez przetłoczenia i konektory,
- silnie refleksyjne właściwości fragmentów tła i konektorów,
- błąd perspektywy obrazowania konektorów wystających znacznie ponad poziom odniesienia.

Zastosowany oświetlacz zapewnia quasi-jednorodne oświetlenie pola ekspozycji, uwydatniając pożądane cechy obserwowanych detali. W urządzeniu zastosowano pierścieniowy oświetlacz LED zintegrowany z kamerą, pracujący impulsowo.

Proces optymalizacji oświetlenia pola ekspozycji detalu polega na zapewnieniu niewrażliwości pozyskiwanego obrazu na zmienne warunki oświetlenia zewnętrznego oraz doborze nastaw toru optycznego, zapewniających pozyskanie zdjęcia, użytecznego do analizy wizyjnej.

Kompensację wpływu oświetlenia zewnętrznego uzyskano poprzez wykozystanie systemu automatyki migawki kamery, sparametryzowanego eksperymentalnie dobranymi granicznymi wartościami czasu ekspozycji i wzmocnienia sensora CCD.

Kolejnym etapem optymalizacji toru wizyjnego było badanie różnych konfiguracji systemu akwizycji obrazu (ustawienie kamery – odległości przedmiotowej, synchronizacja procesu akwizycji, dobór właściwego obiektywu ew. filtra). Optyka kamery powinna zapewniać właściwe kadrowanie obiektów przewidzianych do obsługi na stanowisku wizyjnym. Zastosowany obiektyw i pierścienie dystansowe zapewniają objęcie kadrem detali największych o obrysie prostokątnym (35 x 50 mm). Dla detali o obrysie kolistym ($\Phi = 35$ mm) kadr jest nadmiarowy, ale wysoka rozdzielczość przetwornika CCD (640x480) pozwala zachować wymaganą dokładność pomiarów.

W wyniku badań porównawczych sprzętu optycznego zastosowano obiektyw o stałej ogniskowej, firmy Tamron typu LTC-16F C Mount 16 mm lens. Kamera umieszczona została w odległości ok. 30 cm od obiektu, przesłona obiektywu wynosi 5,6, a czas ekspozycji zdjęcia 4,2 ms. System pozycjonowania stabilizuje detal w zdefiniowanym położeniu, co umożliwia ograniczenie rozmiarów pola inspekcji do niezbędnego minimum, tj. 400x400 pikseli, a czas

pozyskania obrazu do 26 ms. Tak określone pole ekspozycji determinuje rozdzielczość obrazu podaną w jednostkach rzeczywistych – 0,099 mm/piksel.

Zdefiniowany powyżej tor optyczny poddany został serii testów z wykorzystaniem filtrów modyfikujących właściwości światła (filtry koloru i polaryzacyjne dedykowane do obiektywu o średnicy 25,5 mm). Badania miały na celu uzyskanie większego poziomu kontrastu pomiędzy istotnymi dla procedur metrologicznych fragmentami obrazu, a tłem. W efekcie testów rozbudowano układ optyczny o filtr polaryzacyjny wytłumiający refleksy świetlne.

Kolejnym krokiem na drodze do uzyskania dobrze odwzorowanego obrazu detalu była kalibracja systemowa. Pozwala ona na kompensację niejednorodnego oświetlenia pola ekspozycji występującego przy zastosowaniu oświetlaczy typu pierścieniowego. Kalibracja kamery na poziomie systemowym polega na dopasowaniu czułości i zakresu działania sensora CCD kamery do właściwości optycznych obrazu.

Elementem kalibracji toru wizyjnego jest również zdefiniowanie funkcji transformacji obrazu widzianego przez kamerę na rzeczywisty obraz pola ekspozycji. Proces kalibracji pozwala na eliminację błędów pomiarowych wynikających z tego, że zastosowana optyka nie jest optyką telecentryczną i wnosi zniekształcenia zarówno typu sferycznego, jak i perspektywiczne.

Proces określenia funkcji transformacji polega na rejestracji obrazu siatki kalibracyjnej znajdującej się w rzeczywistym polu ekspozycji. Zorientowanie układu współrzędnych i podanie rastra siatki w pożądanym jednostkach miary aktywuje trwający kilkadziesiąt milisekund proces kalibracji. Algorytm kalibracji wyznacza parametry transformacji obrazu rzeczywistego w obraz wzorcowy. System kamery przechowuje w pamięci zestaw przekształceń kalibracyjnych, które mogą być dołączane selektywnie do różnych produktów.

4. Podstawowe dane techniczne stanowiska

Parametry techniczne stanowiska:

- | | |
|---|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> wydajność | do 1200 szt/h |
| <input type="checkbox"/> dokładność pozycjonowania | $\pm 0,1$ mm |
| <input type="checkbox"/> dokładność orientowania kąтового | $\pm 1^\circ$ |
| <input type="checkbox"/> przenoszenie elementów | w układzie X,Y,Z, \emptyset |
| <input type="checkbox"/> segregacja | dobry/zły |
| <input type="checkbox"/> inspekcja optyczna (AOI) | z użyciem <i>smart kamery</i> |

Parametry kamery:

- | | |
|--|---------------------------|
| <input type="checkbox"/> obraz | monochromatyczny |
| <input type="checkbox"/> obiektyw | 16 mm o stałej ogniskowej |
| <input type="checkbox"/> rozdzielczość | 640 x 480 pikseli |
| <input type="checkbox"/> oświetlacz | pierścieniowy, diodowy |

Zakres inspekcji optycznej systemu wizyjnego:

- rozpoznanie niewłaściwego detalu lub podanego niewłaściwą stroną,
- pomiar orientacji kątowej i wyznaczenie korygującego kąta obrotu,
- sprawdzenie ilości i rozmieszczenia obiektów czoła detalu,
- sprawdzenie cech geometrycznych obudowy (wymiary, wsp. kształtu),
- detekcja znaczących defektów powierzchniowych czoła detalu,
- rozpoznanie deformacji obiektów czoła detalu względem obudowy,
- rozpoznanie tekstu.

Podsumowanie

Zastosowany system wizyjny posiada cechy skalowalności, pozwalające na rozbudowę bazy produktów, jak również rozszerzanie funkcji aplikacji wizyjnych o zadania częściowej inspekcji jakości podawanych elementów. Jest otwarty na rozbudowę sprzętową o dodatkowe węzły wizyjne, pozwalające na inspekcję w innych rzutach. Zastosowany tor komunikacji podsystemu mechatronicznego z wizyjnym w postaci łącza Ethernet o szybkości 10 Mbit/s, jako przemysłowy standard wymiany danych, daje pewność i szybkość działania oraz zdalny dostęp i monitoring kamery w sieci Internet.

System oświetlenia stanowi jeden z ważniejszych elementów systemu wizji maszynowej i ma zasadnicze znaczenie, jeżeli chodzi o pozyskanie informacji dobrej jakości, w celu jej późniejszego przetwarzania i analizowania. Zastosowany oświetlacz zapewnia quasi-jednorodne oświetlenie pola ekspozycji, wydając pożądane cechy obserwowanych detali. W urządzeniu zastosowano oświetlacz LED pierścieniowy, zintegrowany z kamerą, pracujący dynamicznie.

Dzięki dopasowaniu systemu oświetlenia i rejestracji obrazu do właściwości fizycznych obiektu, obraz detalu charakteryzuje się dobrym kontrastem i zredukowanym efektem zacielenia i perspektywy.

Opisane w artykule stanowisko będzie wdrożone u producenta filtrów przeciwwzakłóceńowych w firmie Miflex S.A. w Kutnie, gdzie przejdzie próby w warunkach produkcyjnych. Ze względu na wielkoseryjną produkcję tych filtrów, w której każdy wyrób podlega kontroli jakości jego wykonania i pomiarom jego parametrów elektrycznych, pełnej weryfikacji poddane zostaną zarówno podzespoły mechaniczne manipulatora, jak i działanie podsystemu wizyjnego. Szczególnie istotne jest działanie tego ostatniego, ponieważ to podsystem wizyjny wypracowuje kluczowe decyzje w urządzeniu: czy wyrób jest dobry, czy jest brakiem i w jakim stopniu należy go kątowo przeorientować przed podaniem do gniazda systemu pomiarowego.

Praca naukowa finansowana ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, wykonana w ramach realizacji Programu Wieloletniego pn. „Dokształcanie systemów rozwoju innowacyjności w produkcji i eksploatacji w latach 2004–2008”.

Bibliografia

1. Kern J., Kopera W., Kozłowski T., Machalica P., Młynarski B., Woźniak R.: Systemy pomiarowo-informatyczne w zastosowaniach przemysłowych. *Elektronika* 7/2006.
2. Małkiński W.: Systemy zautomatyzowanej kontroli wizyjnej produkcji. *Elektronika* 6/2004.
3. Karliński M., Małkiński W., Zając J.: Systemy automatycznej inspekcji optycznej w zastosowaniach przemysłowych. *Elektronika* 7/2006.
4. Tadeusiewicz R., Korohoda P.: Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów. Wydawnictwo Fundacji Postępu Telekomunikacji, Kraków 1997.
5. Wojnar L., Kurzydłowski K., Szala J.: Praktyka analizy obrazu. Polskie Towarzystwo Stereologiczne, 2002.
6. "The Installation and User Guide for DVT Vision Sensors" – dokumentacja techniczna, www.cognexsensors.com.

Recenzent:

Mariusz OLSZEWSKI

Handle system with machine vision for product orientation and feeding in control and technological processes

Key-words

Mechatronics, handle system, optical inspection (AOI), smart camera, PLC controller, Ethernet communication.

Summary

This paper presents a concept of a handle system applied for control, orientation and feeding of products in technological processes. The handle is an example of a new technology joining elements of a traditional, pneumatic handle working in X,Y,Z, \emptyset arrangement, with machine vision based on intelligent camera called smart camera. Dedication of the handle system is directed toward passing products in automated technological lines in which there is a need to perform a current, between-operational, product control. It enables one to eliminate from subsequent steps of technological process products, not satisfied because of criteria of shape, dimension, surface presentation, and also that destroyed during earlier phases of process. Subsequently, it enables one to reduce costs of production, counteract of technological line damages, and obtain great final product quality.

The paper presents an application of the handle system for executing optical inspection (AOI) of noise suppressing filters, their orientation and feeding to the industrial computer-aided measurement system.