XXII Seminarium

ZASTOSOWANIE KOMPUTERÓW W NAUCE I TECHNICE' 2012
Oddział Gdański PTETiS
Referat nr 4

ZASTOSOWANIE UKŁADÓW PROGRAMOWALNYCH DO OBSŁUGI MODELU PRZENOŚNIKA TAŚMOWEGO

Kamil BARGIEŁ[1], Krystyna Maria NOGA[2]

Akademia Morska w Gdyni, Wydział Elektryczny, 81-225 Gdynia, ul. Morska 81-87
1. Katedra Elektroniki Morskiej, tel: (58) 69 01 417, e-mail: k.bargiel@we.am.gdynia.pl
2. Katedra Automatyki Okrętowej, tel: (58) 69 01 471, fax: (58) 69 01 445, e-mail: jagat@am.gdynia.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono model przenośnika taśmowego, który został zbudowany w Katedrze Automatyki Okrętowej (KAO) Akademii Morskiej w Gdyni. Pozwala on na odczyt parametrów zarejestrowanych przez czujniki pomiaru wysokości transportowanych elementów oraz detekcji ich koloru w skali RGB. Model ten jest wykorzystywany w KAO jako stanowisko dydaktyczne, do nauki układów programowalnych, w laboratorium Techniki Cyfrowej.

Słowa kluczowe: model przenośnika taśmowego, układ programowalny, FPGA, detekcja kolorów, pomiar wysokości.

1. WSTĘP

Przenośniki taśmowe stosuje się w różnego rodzaju gałęziach przemysłu do transportowania elementów pomiędzy poszczególnymi stanowiskami linii produkcyjnej. Przenośniki te są dodatkowo wyposażone w szereg czujników oraz detektorów. Dlatego też oprócz funkcji transportowania spełniają one także funkcję selekcjonowania elementu na podstawie wybranych cech fizycznych, np. barwa, wymiary, waga, rodzaj materiału. Część mechaniczną przenośnika tworzy szkielet konstrukcji urządzenia oraz wszystkie części ruchome wraz z jednostką napędową. Natomiast na część elektroniczną składa się sterowanie silnikiem, który wprawia w ruch taśmę transportową oraz układy, które dokonują np. pomiaru wysokości, masy lub sprawdzają uszkodzenia transportowanego elementu. Zastosowanie odpowiednich czujników zależy od danego typu linii produkcyjnej. Wszystkie układy elektroniczne są połączone z jednostką główną (sterującą).

W artykule przedstawiono model przenośnika taśmowego, który został zbudowany w KAO Akademii Morskiej w Gdyni [1, 2]. Pozwala on na odczyt parametrów zarejestrowanych przez czujniki do pomiaru wysokości transportowanych elementów oraz detekcji ich koloru w skali RGB (R- red, G- green, B- blue). Pomiar wysokości odbywa się za pomocą czujników ustawionych na przeciwległych bokach przenośnika taśmowego, przy czym są one umiejscowione na trzech różnych wysokościach (mała, średnia, duża). Czujniki te wykonano z trzech wskaźników laserowych oraz trzech fototranzystorów. Natomiast detekcja koloru odbywa się za pomocą kamery umieszczonej nad taśmą transportową. Kamera odczytuje kolor przesuwanego pod nią elementu w skali RGB. Następnie obraz zostaje przetworzony i przedstawiony na monitorze komputera. W interfejsie użytkownika, zbudowanym w środowisku Delphi, możliwe jest dopasowanie właściwości transportowanego elementu do zastosowanego sposobu detekcji. Sterowanie przenośnikiem taśmowym odbywa się za pomocą zestawu edukacyjnego Altera DE_2, wyposażonego w układ programowalny FPGA (Field Programmable Gate Array) Cyclone II firmy Altera oraz mikrokontroler ATtiny 90S2313.

Model przenośnika taśmowego jest wykorzystywany jako stanowisko dydaktyczne w laboratorium Techniki Cyfrowej. Umożliwia ono poznanie struktur środowisk programowania mikrokontrolera, układu programowalnego, zasad działania interfejsu użytkownika oraz sterowania cyfrowego. Studenci przygotowują oprogramowanie układu FPGA za pomocą języka VHDL [3, 4] w środowisku Quartus II. Natomiast mikrokontroler wymaga oprogramowania w środowisku BASCOM.

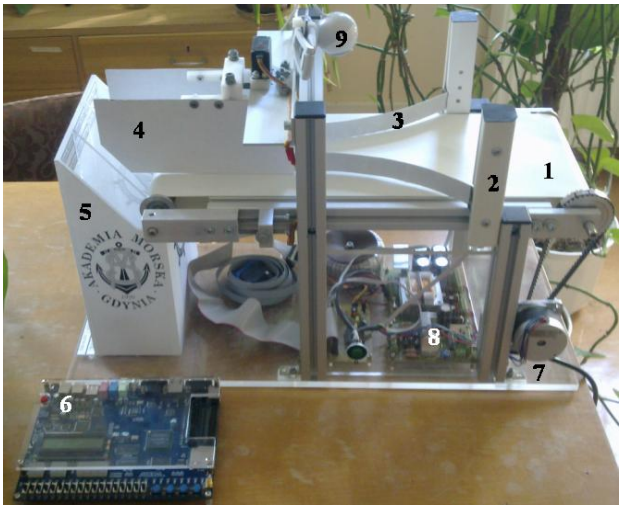
Rozwiązanie omówione w artykule przedstawia szerokie możliwości zastosowania układów programowalnych do sterowania przenośnikiem taśmowym.

2. KONSTRUKCJA MECHANICZNA MODELU

Zadaniem zbudowanego modelu przenośnika taśmowego jest wykrywanie wysokości lub koloru przenoszonego ładunku oraz rozdzielenie go do jednej z trzech komór segregujących. Model ten składa się z obudowy szkieletowej, rolki napędowej, rolki prowadzącej, taśmy transportowej, jednostki napędowej, paska klinowego do przełożenia napędu, listwy czujnikowej (rys. 1). Szkielet modelu taśmociągu został zbudowany z podzespołów firmy REXROTH Bosch Group, która specjalizuje się w profesjonalnym zaopatrzeniu dużych zakładów produkcyjnych w elementy do montażu linii produkcyjnych. Szkielet ten charakteryzuje się sztywną i wytrzymałą konstrukcją odporną na odkształcenia. Przemieszczenie ładunku odbywa się za pomocą taśmy wykonanej z tworzywa sztucznego powlekanego powłoką gumową o wymiarach 180x500 mm. Taśma jest osadzona na dwóch rolkach prowadzących. Rolki zostały wykonane z aluminium z podłużnymi nacięciami co 1 mm. Powoduje to zwiększenie współczynnika tarcia oraz zapewnia brak przeskoków taśmy transportowej. Do budowy modelu przeno-

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Roman Śmierzchalski Wydział Elektrotechniki i Automatyki Politechnika Gdańska

śnika taśmowego wykorzystano silnik unipolarny krokowy FL57ST41-1564A. Jego prędkość kątową można regulować poprzez zmianę częstotliwości impulsów prądowych. Silnik krokowy zapewnia odpowiedni współczynnik uciągu. W modelu wykonane zostały również prowadnice, na których zostały zamontowane łopatki segregujące oraz stelaż do montażu fotoelementów.



Rys.1. Model przenośnika taśmowego
1-taśma transportowa, 2-listwa czujnikowa, 3-bandy naprowadzające, 4-łopatki segregujące, 5-pojemnik zrzutowy, 6-zestaw edukacyjny ALTERA DE-2, 7-obudowa z pleksiglasu, 8-układ zasilania oraz układy sterujące pracą przenośnika, 9- kamera do detekcji koloru

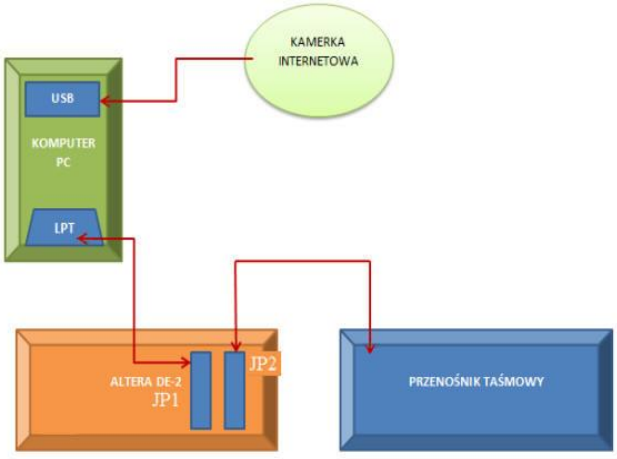
3. UKŁADY I MODUŁY ELEKTRONICZNE

Do budowy modelu przenośnika został wykorzystany sterownik SSK-B01. Posiada on stabilizowany zasilacz 5V, który pozwala na podłączenie autorskiej płytki drukowanej do sterowania fotoelementami. Moduł SSK-B01 umożliwia sterowanie silnikiem krokowym w dwojaki sposób, tj. wykorzystując pełen krok lub pół krok, co zwiększa dwukrotnie liczbę kroków silnika. Sterowanie silnikiem odbywa się za pomocą 3 sygnałów wejściowych, tj. DIR, STEP i ENABLE, które zostały doprowadzone do wejść. Takie sterowanie umożliwia podłączenie sterownika bezpośrednio do portu LPT komputera. Dodatkowo sterownik ten wyposażony jest w zabezpieczenie przed przegrzaniem. Podanie na wejście ENABLE stanu wysokiego lub pozostawienie go jako niepołączone załącza silnik. Jeśli na wejście CLK (zegar) będą podawane impulsy taktujące to silnik będzie się obracał. Stan niski na wejściu ENABLE powoduje, że impulsy taktujące są blokowane i silnik nie jest obciążony. Wejście DIR służy do zmiany kierunku obrotów silnika. Stan wysoki na tym wejściu powoduje, że silnik obraca się zgodnie z ruchem wskazówek zegara, natomiast stan niski w stronę przeciwną. Natomiast wejście STEP służy do wyboru trybu pracy. Stan wysoki na tym wejściu (lub nie podłączone) przełącza sterownik do pracy w trybie 1/2 kroku. Natomiast stan niski powoduje, że sterownik pracuje z pełnym krokiem.

Do zasilania modelu przenośnika wykorzystano uniwersalny moduł zasilający MZ–01 oraz transformator TR120 2300/25,5V. Został on wyposażony w niestabilizowany zasilacz stopni końcowych, który zapewnia zasilanie do 4 sterowników jednocześnie przy pomocy napięcia stałego, jak i w stabilizowany zasilacz 5 i 12 V. Model przenośnika taśmowego wyposażony został także w serwomechanizm Tower Pro MG995. Posiada on metalowy wał oraz przekładnię, które pozwalają na wychylenia dużego ciężaru bez uszkodzenia. Zadaniem serwomechanizm jest odpowiednie pozycjonowanie elementów wykonawczych, poprzez układ optoelektroniczny, w zależności od otrzymanej informacji z mikrokontrolera. Na rysunku 2 przedstawiono serwomechanizm wraz z innymi elementami, które odpowiadają za segregację elementów transportowanych.

Rys. 2. Serwomechanizm wraz z elementem wykonawczym
1-łopatki segregujące, 2-taśma prowadząca, 3-serwomechanizm, 4-szkielet modelu

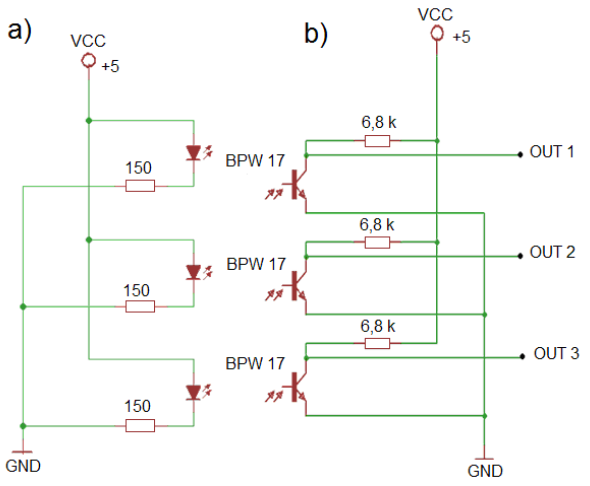
Komunikacja modelu przenośnika taśmowego z komputerem odbywa się za pomocą zestawu edukacyjnego Altera DE_2, z wykorzystaniem dwóch wtyków sterujących (JP1, JP2), w które zestaw jest wyposażony. Płytka DE_2 połączona została z komputerem za pomocą złącza LPT, które zostało wykonane na potrzeby modelu. Ponadto do portu USB w komputerze została podłączona kamera internetowa. Schemat blokowy komunikacji modelu przenośnika taśmowego z komputerem został przedstawiony na rysunku 3.



Rys. 3. Schemat blokowy komunikacji modelu przenośnika taśmowego z komputerem

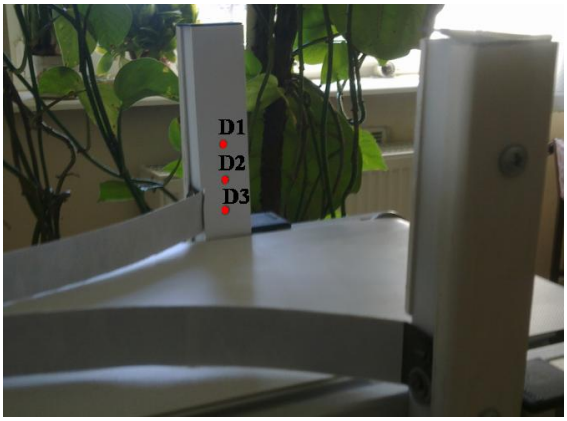
4. DETEKCJA WYSOKOŚCI ELEMENTÓW

Zadaniem omawianego modelu przenośnika taśmowego jest segregacja ładunku za pomocą listwy czujnikowej własnego projektu, którą wykonano zgodnie ze schematem elektrycznym przedstawionym na rysunku 4.



Rys. 4. Schemat elektryczny listwy laserowej (a) oraz listwy fototranzystorowej (b) [6]

Jak wynika z rysunku 4, listwa z czujnikami wyposażona jest w trzy źródła wiązki laserowej sprzężone optycznie z odbiornikami, których funkcje pełnią fototranzystory typu BPW 17. Rezystory o wartości 150 Ω mają za zadanie ograniczenie prądów płynących przez elementy fotoelektryczne, natomiast rezystory o wartości 6,8 kΩ odpowiadają za ustalenie punktu pracy fototranzystora. Przerwanie wiązki dowolnego czujnika powoduje podanie sygnału do mikrokontrolera Atmel AT90S2313, sterującego położeniem serwomechanizmu [5, 6]. Rysunek 5 przedstawia listwę czujnikową gotową do wykrywania elementu na taśmie transportowej.



Rys. 5. Listwa fototranzystorowa

5. DETEKCJA KOLORU ELEMENTÓW

Wykrywanie koloru elementu odbywa się za pomocą kamery znajdującej się nad taśmą transportową. Kamera przechwytuje obraz przemieszczającego się na taśmie elementu w skali RGB, a następnie odebrany kolor jest przetwarzany w komputerze PC. W ramach pracy [2] opracowano w środowisku Delphi 7 program komputerowy, który dokonuje przetwarzania oraz analizy obrazów z kamery. Na rysunku 6 przedstawiono interfejs użytkownika tego programu, prezentujący jego funkcje.

Rys. 6. Interfejs użytkownika wykonany w Delphi 7

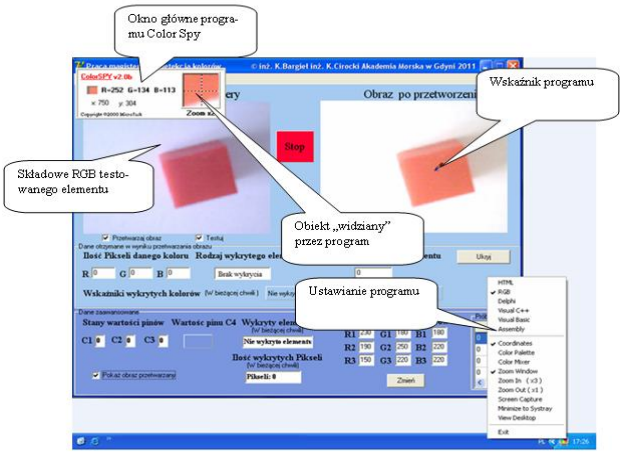
W oknie interfejsu widoczny jest obraz rzeczywisty (on-line) oraz obraz, przetworzony cyfrowo, transportowanego elementu. Dostępne są również wartości parametrów wykrytego obrazu, w tym przede wszystkim: rodzaj wykrytego w obrazie elementu, kolor dominujący, ilość pikseli danego koloru. W dolnej części interfejsu znajduje się panel opcji zaawansowanych [6], za pomocą którego możliwe są między innymi zmiany proporcji tzw. wartości referencyjnych składowych RGB w czasie pracy programu (tj. w czasie rzeczywistym), bez konieczności ponownej kompilacji kodu. Ta operacja pozwala na łatwe dopasowanie transportowanego elementu do sposobu detekcji wykorzystanej w programie. Jeśli kolor nowego elementu nie jest zadeklarowany, wystarczy odczytać jego wartości RGB i wpisać je odpowiednio w okna dialogowe, a następnie użyć przycisku zmień. Po tej operacji nowy element będzie wykrywany jako czerwony, zielony lub niebieski w zależności pod jakim kolorem zastaną zadeklarowane nowe składowe [2, 6].

6. Oprogramowanie modelu przenośnika taśmowego

Zadaniem oprogramowania jest wykrycie poszczególnych kolorów w skali RGB. Program analizuje obraz otrzymany z kamery USB. Algorytm wewnętrzny kamery dąży do uzyskania jak najjaśniejszego obrazu, co wprowadzało znaczne błędy podczas zmiany intensywności oświetlenia w pomieszczeniu. Problem ten został rozwiązany poprzez wprowadzenie dodatkowej procedury wykrywania tła. Było to możliwe dzięki zastosowaniu białej taśmy służącej do transportowania elementów. Ponieważ taśma jest biała, algorytm wewnętrzny kamery rozpoznaje tło jako białe, niezmiennie od oświetlenia. Program odpowiedzialny za przetwarzanie obrazu dzieli obraz z kamery o rozdzielczości 320x240 na siatkę o wymiarach 320 na 240 pikseli, a następnie wybiera 4 punkty. Są one następnie traktowane jako tzw. punkty odniesienia. Dzięki temu możliwe jest określenie wartości RGB „tła" obrazu (taśmy przenośnika). Po odczytaniu wartości RGB dla czterech punktów następuje sumowanie tych parametrów, a następnie, w celu uzyskania średniej składowych RGB, wynik jest dzielony przez 4. Gdy w obiektywie kamery pojawi się obiekt, program odczytuje parametry RGB elementu i do każdej wartości subpikseli dodaje wynik otrzymany podczas obliczania koloru tła. Następnie zsumowana wartość jest odejmowana od liczby 255, przy czym 255 określa całkowitą wartość danego subpiksela, np. SL[x*3+2] : = 255-Szary R1+SL [x*3+2], gdzie SL[x*3+2] oznacza subpiksel czerwony, natomiast SzaryR1 wartość tła dla

subpiksela czerwonego. Dzięki tej procedurze zmiana stanu oświetlania powoduje jednocześnie zmianę parametrów RGB taśmy, jak i wykrytego elementu. Jednak wynik końcowy pozostaje bez zmian, dzięki czemu przetworzony obiekt nie zmienia się. Następnym etapem jest wykrycie wszystkich składowych przetworzonego koloru i przypisanie ich do subpikseli RGB. Jest to spowodowane tym, że to co dla ludzkiego oko wydaje się być kolorem czerwonym, w rozumieniu maszynowym może od niego znacznie odbiegać, gdyż kolor czerwony rozpoznawany przez program to R=255, G=0 i B=0. Gdy element zostanie wykryty, wystarczy odczytać wartości jego składowych RGB, a następnie przypisać je do odpowiedniego koloru (czerwony, zielony lub niebieski).

Do odczytania składowych R, G, B elementu transportowanego użyto darmowego programu „Color Spy" (rys.6) [2]. Program ten pozwala na łatwe „pobranie" dowolnego koloru wprost z dowolnego okna na ekranie komputera. Program ten ma możliwość rozpoznawania kolorów w systemie HTML, RGB, Delphi, Visual C++, Visual Basic oraz Asembler. Ponadto pozwala również na zachowanie wartości w schowku systemowym [2].



Rys. 6. Program ColorSpy z oknem interfejsu

7. WNIOSKI KOŃCOWE

Zestaw Altera DE_2 posiada szersze możliwości od tych, które zostały wykorzystane w modelu przenośnika. Posiada wiele przydatnych funkcji, np. port Ethernetowy do komunikacji on-line, podświetlany wyświetlacz LCD, kartę dźwiękową, które można wykorzystać w dalszej rozbudowie modelu. W przyszłości stanowisko laboratoryjne można wyposażyć w system podawania elementów na taśmę. Można również rozwiązać problem wykrywania obiektów umieszczanych jeden po drugim, w niewielkich odległościach od siebie. Ciekawym rozwiązaniem w przyszłej rozbudowie może być także wykrywanie zróżnicowanych kształtów transportowanych elementów.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Bargieł K. Cirocki K.: Projekt oraz budowa modelu przenośnika taśmowego sterowanego układami programowalnymi, praca dyplomowa inżynierska, Akademia Morska, Gdynia, 2010
2. Bargieł K. Cirocki K.: Rozbudowa modelu przenośnika taśmowego – detekcja kolorów oraz komunikacja z komputerem, praca dyplomowa magisterska, Akademia Morska, Gdynia, 2011
3. Kalisz J.: Język VHDL w praktyce, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2002, ISBN 83-206 1440-6
4. Zwoliński M.: Projektowanie układów cyfrowych z wykorzystaniem języka VHDL, WKiŁ, Warszawa 2002
5. Lubiński K., Cirocki K., Bargieł K., Meyer M., Trella P., Miszke W.: Conveyor – different approaches based on student-made models, 20th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2011, 2011, Gdańsk, str. 1393 – 1396
6. Bargieł K.: Zastosowanie układów programowalnych w sterowaniu modelem przenośnika taśmowego. XXXI Konferencja Elektroniki i Telekomunikacji Studentów i Młodych Pracowników Nauki, SECON 2012, Warszawa, ISBN 978-83-62954-35-3

THE USE OF PROGRAMMABLE DEVICES IN HANDLING THE MODEL OF A CONVEYOR

Key-words: model of the conveyor, programmable system, color detection, FPGA, measurement of height

Abstract: This paper presents a model of a conveyor belt, which was built in the Department of Ship Automation (KAO), in Gdynia Maritime University. It allows to read the parameters recorded by the sensors measure the amount of transported elements and their detection on an RGB color. This model is used in the KAO as a teaching station in the laboratory of digital technology.