

Krzysztof KRYKOWSKI
Maciej SAJKOWSKI

KONCEPCJA STEROWANIA GŁOSEM URZĄDZEŃ ELEKTROMECHANICZNYCH

Streszczenie. W artykule przedstawiono ogólną koncepcję sterowania urządzeń elektro-mechanicznych głosem na przykładzie sterowania elektrycznym wózkiem inwalidzkim. Zaprezentowano strukturę blokową układu sterowania oraz omówiono podstawowe zadania poszczególnych modułów. W artykule zamieszczono wyłoniony w trakcie badań symulacyjnych zestaw poleceń w postaci słów izolowanych oraz wyniki symulacji toru ruchu pojazdu sterowanego za pomocą tych poleceń.

CONCEPTION OF VOICE CONTROL OF ELECTROMECHANICAL DEVICES

Summary. The paper presents general idea of electromechanical device voice control. An electric wheelchair drive control system is shown as an example. Block structure of the control system is described and tasks of every module are considered. Also, command set for voice control system, obtained through simulation research and some simulation results of path of the electric vehicle (f.eg. electric wheelchair), guided by voice commands are presented.

1. WSTĘP

W nowoczesnych układach napędowych pojazdów przeznaczonych dla osób niepełnosprawnych, takich jak na przykład wózki inwalidzkie, stosuje się silniki elektryczne o mocy nie przekraczającej kilkuset watów. Ze względu na prostotę układu sterowania powszechnie stosuje się układy o niezależnym sterowaniu każdego z napędzanych kół. W tego typu rozwiązaniach możliwość manewrowania uzyskuje się poprzez różnicę prędkości każdego z dwóch kół. Dotychczas stosowane układy napędowe oparte na silnikach prądu stałego z komutatorem mechanicznym nie zapewniają wysokiej niezawodności, jakiej wymaga się od układu napędowego wózka inwalidzkiego. W napędach tego typu istnieje duże ryzyko wystąpienia awarii w obrębie komutatora, gdyż zawiera on elementy mechaniczne ulegające zużyciu w trakcie eksploatacji. Ponadto istnieje możliwość uszkodzenia komutatora w przypadku przeciążenia. Obecnie, jako napędy małej mocy, coraz częściej stosuje się napędy oparte na silnikach wzbudzanych magnesami trwałymi z komutatorem elektronicznym.

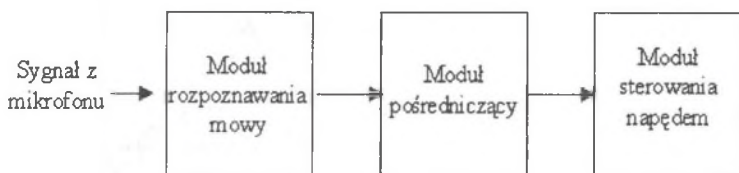
W trakcie prac nad nowoczesnym napędem przekształtnikowym małej mocy, przeznaczonym do napędu i sterowania wózka inwalidzkiego, powstała koncepcja przeprowadzenia cyklu badań pozwalających na ocenę możliwości aplikacji układu sterowania głosem, jako nadrzędnego układu sterującego pracą napędu.

2. STRUKTURA UKŁADU STEROWANIA GŁOSEM URZĄDZENIA ELEKTROMECHANICZNEGO

Wózek inwalidzki jest przykładem urządzenia elektromechanicznego. Celem prowadzonych badań jest sprecyzowanie wymagań stawianych przez układ napędowy takiego urządzenia w stosunku do nadrzędnego układu sterowania.

Na rys 1. przedstawiono schemat blokowy struktury systemu sterowania głosem urządzenia elektromechanicznego. Zasadniczymi elementami systemu są:

- blok przetwarzania i rozpoznawania sygnału mowy,
- moduł pośredniczący,
- mikroprocesorowy układ sterowania elektrycznym napędem przekształtnikowym małej mocy.



Rys.1. Schemat struktury układu sterowania głosem urządzeniem elektromechanicznym
Fig.1. Diagram of the structure of electromechanical device voice control system

W rozważanym układzie napędowym, zawierającym silniki z komutatorem elektronicznym wzbudzone magnesami trwałymi, mikroprocesorowy układ sterowania realizuje następujące zadania:

- przetworzenie wejściowych analogowych sygnałów napięcia na postać cyfrową,
- wypracowanie sygnałów sterujących poszczególnymi silnikami,
- generowanie sygnałów sterujących tranzystorami komutatora elektronicznego na podstawie pomiaru aktualnego prądu pobieranego przez silnik, położenia wirnika oraz danych z modułu zadawania prędkości i kierunku jazdy,
- określanie maksymalnej wartości prądu płynącego przez silnik, a w przypadku przekroczenia tej wartości wyłączenie wszystkich tranzystorów.

Elementami mikroprocesorowego układu sterowania silnika bezkomutatorowego są:

- mikrokontroler jednocukładowy,
- pamięć zewnętrzna EPROM,
- układ pomiaru prądu zasilającego,
- układ wyzwalań tranzystorów komutatora elektronicznego.

Oprócz powyższych elementów układu sterowania, dodatkowo silnik musi mieć wbudowany układ czujników położenia wirnika. Najczęściej spotyka się czujniki hallotronowe.

Przekształtnik energoelektroniczny pełniący rolę komutatora elektronicznego ma strukturę trójfazowego falownika napięcia.

W układach tego typu stosuje się również specjalizowane scalone sterowniki silników bezkomutatorowych. Sterownik taki jest z reguły wyposażony w łącze równoległe lub szeregowo albo przetwornik cyfrowo-analogowy i za jego pośrednictwem może współpracować z

mikroprocesorowym układem sterowania. Zastosowanie scalonego specjalizowanego sterownika znacznie upraszcza algorytm realizowany przez mikroprocesor, zapewnia krytyczne dla działania układu czasy przełączeń tranzystorów bez angażowania układów czasowo-licznikowych mikroprocesora, które mogą być wykorzystane do innych celów. Dodatkowo scalone sterowniki silników bezkomutatorowych mogą zawierać układy zabezpieczeń termicznych i nadprądowych jak również elementy zamkniętego układu regulacji prędkości silnika. Stosowanie scalonego sterownika może przyczynić się do podniesienia niezawodności pracy układu napędowego.

W przypadku stosowania układu zadawania parametrów jazdy za pośrednictwem poleceń słownych, identyfikowanych przez układ rozpoznawania mowy, mikroprocesorowy układ sterowania realizuje dodatkowe zadania, gdyż informacja o prędkości zadanej nie pojawia się w postaci ciągłego sygnału analogowego pochodzącego np. z manipulatora. Dodatkowym zadaniem układu sterowania jest więc w tym przypadku wypracowanie ciągłego sygnału prędkości zadanej na podstawie prędkości aktualnej i rezultatu rozpoznawania polecenia operatora.

Zadaniem modułu rozpoznawania mowy jest identyfikacja poleceń głosowych wydawanych przez operatora. Jako wynik rozpoznawania na wyjściu układu pojawiają się dyskretne sygnały sterujące pracą napędu elektrycznego. Blok pośredniczący przetwarza sekwencje sygnałów na ciągłe sygnały zadawania prędkości dla obu silników.

3. DOBÓR SŁÓW DLA UKŁADU STEROWANIA GŁOSEM PRACĄ NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO

W trakcie prac wyłoniono zestaw poleceń w postaci słów izolowanych. Istotne było, aby polecenia były w języku polskim oraz aby miały odpowiedniki w języku angielskim o podobnych cechach charakterystycznych (np. czas trwania wypowiedzi). Ważnym aspektem jest również, aby poszczególne polecenia istotnie różniły się między sobą pod względem fonetycznym.

Tablica 1

Proponowane polecenia sterowania głosem dla języka polskiego i angielskiego

Faza ruchu pojazdu	Polecenie w języku polskim	Polecenie w języku angielskim
Przyspieszanie	Szybciej	Faster
Zwalnianie	Wolniej	Slower
Zatrzymanie	Stop	Stop
Skręt w prawo	Prawo	Right
Skręt w lewo	Lewo	Left
Wyrównanie prędkości obydwu silników	Prosto	Stright ahead
Jazda do przodu	Naprzód	Forward
Jazda do tyłu	Wstecz	Reverse

W tablicy 1 przedstawiono zestaw poleceń sterujących pracą dwusilnikowego napędu elektrycznego.

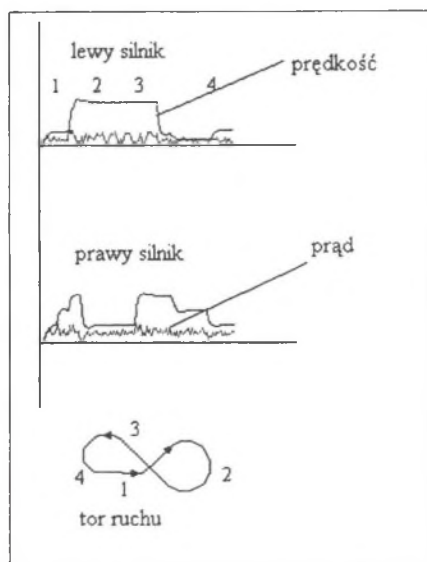
Przeprowadzono badania symulacyjne, polegające na sterowaniu za pośrednictwem zestawu dyskretnych poleceń pojazdem napędzanym i kierowanym za pomocą dwusilnikowego napędu elektrycznego.

Z przeprowadzonych doświadczeń wynikają następujące wnioski:

- Oprogramowanie symulujące pracę procesora rozpoznawania mowy w większości przypadków prawidłowo rozpoznawało podawane polecenia.
- Zdarzały się następujące typy błędów: słowo nie zostało rozpoznane, słowo zostało błędnie rozpoznane.
- W programie istniała możliwość regulacji wzmocnienia mikrofonu oraz progu prawdopodobieństwa prawidłowego rozpoznania słowa.
- Dobierając odpowiednio powyższe wielkości można było zmniejszyć liczbę błędów.
- Zwiększenie progu prawdopodobieństwa prawidłowego rozpoznania słowa prowadziło do zmniejszenia błędnie rozpoznanych słów, natomiast częściej pojawiała się informacja o braku identyfikacji słowa w ogóle.
- Zwiększenie wzmocnienia wpłynęło korzystnie na rezultat rozpoznawania.
- Wynik rozpoznawania zależy w dużej mierze od staranności wypowiedzianego słowa i wymaga pewnej koncentracji ze strony operatora.
- Można tak dobrać próg prawdopodobieństwa (60 w skali od 0-100) i wzmocnienie (50 w skali od 0 do 100) aby osiągnąć wysoką dokładność rozpoznawania (90%).
- Wyniki uzyskane za pomocą oprogramowania dla języka angielskiego mogą się różnić w istotny sposób dla słów języka polskiego, rozpoznawanych przez elektroniczny układ rozpoznawania mowy.
- Korzystne jest emitowanie różnych dźwięków przez układ rozpoznawania mowy w przypadku prawidłowego lub błędnego rezultatu rozpoznania.

4. BADANIA SYMULACYJNE STEROWANIA UKŁADEM NAPĘDOWYM ZA POMOCĄ DYSKRETNÝCH POLECEŃ SŁOWNÝCH

Na potrzeby symulacji pracy dwusilnikowego napędu elektrycznego sterowanego głosem opracowano komputerowy model kinematyki napędu. Do budowy modelu wykorzystano oprogramowanie Delphi 3.0, oparte na języku Object Pascal. Na podstawie badań symulacyjnych stwierdzono, że na potrzeby symulacji działania dwusilnikowego układu napędowego możliwe jest przyjęcie uproszczonego modelu pojedynczego silnika jako silnika prądu stałego z regulatorem prędkości typu PI, zrealizowanym przy wykorzystaniu modulacji dwubiegowej. Modelowany układ pod względem podstawowych właściwości elektryczno-mechanicznych odpowiada napędowi opartemu na silnikach bezkomutatorowych. Jako elementy modelu układu napędowego występują modele poszczególnych zespołów silnik-regulator. Obliczenia numeryczne są realizowane z wykorzystaniem algorytmu całkowania różniczkowych interpolacyjną metodą Eulera z predykcją. Opracowany program umożliwia obserwację przebiegów prędkości i prądu dla poszczególnych silników oraz obserwację toru ruchu pojazdu napędzanego modelowanym napędem. Istotną cechą modelu jest możliwość interaktywnego sterowania przebiegiem symulacji za pomocą dyskretnych poleceń wydawanych z klawiatury lub za pośrednictwem komputerowego interfejsu rozpoznawania mowy (Microsoft Voice). Przykładowe wyniki symulacji przedstawiono na rys. 2.



Rys.2. Przebiegi prądu oraz prędkości w układzie napędowym oraz tor ruchu pojazdu sterowanego dyskretnymi poleceniami

Fig.2. Waveforms of the drive system current and speed and path of the vehicle controlled by discrete commands

5. PODSUMOWANIE

Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że możliwe jest sterowanie ciągłymi wielkościami, takimi jak napięcie czy prędkość, poprzez dyskretne polecenia wydawane przez operatora. Możliwe jest uzyskanie pożądanego toru ruchu przez pojazd napędzany i kierowany dwusilnikowym napędem elektrycznym małej mocy, poprzez sterowanie głosem przy zastosowaniu ograniczonego zestawu poleceń. Zebrane doświadczenia stanowią punkt wyjścia do konstrukcji prototypu laboratoryjnego układu sterowania głosem wózka inwalidzkiego.

LITERATURA

1. Basztura Cz.: Rozmawiać z komputerem, WPN, Wrocław 1992.
2. Demenko G.: Automatyczna synteza i rozpoznawanie mowy. XI Beskidzkie seminarium Elektryków BSE97 Istebna -Pietraszonka 1997.
3. Krykowski K, Bodora A. Sajkowski M.: New method of two-motor drive control applied in electric wheelchairs, Proc. Of the 8th International Power Electronics and Motion Conference, Prague 1998.

4. Krykowski K.: Projekt badawczy KBN pt. Synteza i optymalizacja obwodów głównych i sterowania dwusilnikowych napędów elektrycznych z silnikami bezkomutatorowymi przeznaczonych między innymi dla wózków inwalidzkich. Gliwice 1999.
5. Sajkowski M.: Projekt badawczy KBN pt. Analiza możliwości aplikacji układów sterowania głosem w napędach elektrycznych małej mocy stosowanych między innymi w urządzeniach dla osób niepełnosprawnych. Gliwice 1999.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Włodzimierz Jabłoński

Wpłynęło do Redakcji 31 maja 1999 r.

Abstract

A modern low-power electric drive system based on brushless DC motors is considered in first part of the paper. During research of that type of a drive system for electric wheelchairs, investigations of possibilities of voice control unit application for master control have been started. The general structure of the electromechanical device voice control is presented the in second part of the paper. There are described tasks of each element of the structure as well. The third part of the paper includes the voice command set worked out for control of an electric wheelchair and conclusions from the voice control simulation research using software for recognition of phrases in English. The simplified numerical model of the electromechanical device voice control system and some simulation results obtained by means of the model are described in the fourth part of the paper. The fifth part of the paper is the summary.