

Wózek inwalidzki sterowany mięśniami mimicznymi twarzy

Mariusz Biegaj*, Kajetan Dziedziech*, Mariusz Giergiel**, Mariusz Górski*

*Koło Naukowe Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej KiNeMaTicS, AGH

**Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Katedra Robotyki i Mechatroniki, AGH

Streszczenie: Artykuł przedstawia możliwości wykorzystania biosygnatów do sterowania wózkiem inwalidzkim. Omówiona została konstrukcja oraz mechanizmy sterowania wózkiem za pomocą mięśni mimicznych. Przedstawiono też zalety oraz wady zaproponowanego rozwiązania.

Słowa kluczowe: wózek inwalidzki, sterowanie, fale mózgowe, elektroencefalografia, elektromiografia

W obecnych czasach coraz większym problemem jest zapewnienie mobilności osobom z niedowładem kończyn dolnych, do którego dojść może zarówno w wyniku urazów, jak i w efekcie niektórych schorzeń [5].

Upośledzenie funkcjonowania rdzenia kręgowego, powodujące niedowład dolnych, a nawet górnych kończyn, sprawia, że dla osób dotkniętych takim upośledzeniem wózek inwalidzki staje się najczęściej jedynym środkiem lokomocji. W większości przypadków wózki inwalidzkie napędzane są siłą mięśni, ale coraz częściej spotkać można elektryczne wózki inwalidzkie, sterowane tzw. joystickiem. Wózki tego typu są przeznaczone dla osób z paraliżem dolnych kończyn. Są jednak praktycznie bezużyteczne w przypadku, gdy paraliż obejmuje również kończyny górne. Wówczas niepełnosprawny jest całkowicie zależny od pomocy osób trzecich.

Aby zagwarantować niemal całkowicie niesprawnym ruchowo osobom chociaż odrobinę samodzielności oraz mobilności, powstają pomysły stworzenia elektrycznego wózka inwalidzkiego sterowanego bez użycia dolnych ani górnych kończyn. Nad takim rozwiązaniem od kilku lat pracuje ośrodek badawczy japońskiego koncernu Toyota [1], a na cele tego projektu przeznaczono ogromne środki, nie odnosząc jak dotychczas pełnego sukcesu. Realizując system sterowania falami mózgowymi rejestrowanymi przez elektroencefalograf EEG [4], można jechać wózkiem w przód, skręcać w lewo i w prawo. W takim rozwiązaniu ciągle poważnym problemem jest odfiltrowanie właściwego sygnału od zakłóceń pochodzących z otoczenia oraz aktywności innych fal mózgowych niezwiązanych z właściwą akcją [1, 2] i zapewnienie akceptowalnej skuteczności działania. Sterowanie odbywa się obecnie za pomocą wyimaginowanej ręki oraz stopy, np. wyobrażając sobie akcję realizowaną przy pomocy prawej ręki lub stopy, można sprawić, że wózek skręci w prawo. Możliwości i kombinacji jest bardzo wiele, co nie ułatwia zadania, jakie postawiono w ramach projektu Toyota.

Opis stworzonego rozwiązania

Celem projektu jest zbudowanie elektrycznego wózka inwalidzkiego sterowanego aktywnością mózgu, który mógłby w przy-

szłości przyczynić się do przywrócenia mobilności osobom z częściowym lub całkowitym paraliżem dolnych oraz górnych kończyn bądź też dotkniętych innymi chorobami ograniczającymi możliwości ruchowe. Jako pierwsza nasunęła się możliwość wykorzystania w tym celu elektroencefalografu (EEG), jako urządzenia pozwalającego w pewnym stopniu „odczytywać” myśli pacjenta dla wygenerowania sygnałów sterujących ruchem wózka. Jednak z powodu pojawiających się problemów związanych z nauką praktycznego kontrolowania przez używającą wózka osobę fal mózgowych alfa i beta, oraz problemów z zapewnieniem praktycznie akceptowalnej skuteczności ich jednoznacznej interpretacji postanowiono wykorzystać komercyjne urządzenie NIA firmy OCZ [3], które łączy w sobie elektroencefalograf (EEG), elektromiograf (EMG) oraz elektrookulograf (EOG). EMG [5] odczytuje elektryczne czynności mięśni mimicznych, takie jak naprężanie mięśni mimicznych czy zaciskanie zębów. EOG odczytuje zmiany potencjału podstawowego powstającego podczas ruchu gałek ocznych.

Nauka obsługi EMG jest bardzo prosta, aczkolwiek użycie OCZ NIA daje bardzo ograniczone możliwości, mianowicie odczytywany jest jeden sygnał pochodzący od naprężenia mięśni mimicznych i ten sygnał wykorzystywany jest do poruszania wózkiem inwalidzkim w przód. Wszystkie czynności związane z mięśniami mimicznymi twarzy są odczytywane jako naprężanie, więc w rzeczywistości nie jest rozróżniane to, czy osoba zaciska zęby, uśmiecha się, czy mruga oczami. EOG zaimplementowane w OCZ NIA teoretycznie rozszerza możliwości EMG, jednak praktyczne kontrolowanie tego sygnału jest bardzo trudne i póki co nie odnotowano jeszcze pewnej



Rys. 1. Jazda wózkiem przez przejście dla pieszych w centrum Krakowa

Fig. 1. Whellchair rides through the pedestrian crossing in the center of Cracow

i powtarzalnej kontroli, bez której nie można wykorzystać w pełni tego sygnału.

Obecnie sterowanie odbywa się przy użyciu jednego sygnału pozyskiwanego z EMG. Jeżeli osoba sterująca wózkiem napręży mięśnie mimiczne albo zaciśnie zęby, sygnał zostanie zebrany przez elektrody umieszczone na głowie pacjenta, a następnie przekazany do komputera w celu dalszej obróbki. Ostatecznie sygnał zostanie wysłany do układu wzmacniającego, po czym sygnał zasili silniki wózka. Żeby zatrzymać wózek, wystarczy rozluźnić mięśnie i sygnał przestanie być wysyłany. Ważnym atutem jest niezwykle prosta nauka obsługi sterowania. Wszyscy, którzy dotąd próbowali sterować wózkiem, nauczyli się tego w kilka minut. Porównując ten wynik z zazwyczaj bardzo długim czasem, jaki potrzebny jest do zdobycia wprawy i niezbędnego doświadczenia w sterowaniu wózkiem w innych znanych rozwiązaniach bazujących na sterowaniu procesami myślowymi [2], można śmiało stwierdzić, że uzyskany rezultat jest imponujący.

Wykorzystywany do testowania opracowanych rozwiązań, zbudowany przez autorów wózek powstał w większości z gotowych elementów. Rama wózka inwalidzkiego razem z siedliskiem oraz układem napędowym pochodzi z zakupionego elektrycznego wózka inwalidzkiego. Do rejestracji fal mózgowych został wykorzystany układ w postaci kontrolera do gier OCZ NIA, który przekazuje fale do komputera przenośnego. Przy użyciu prostego algorytmu sterującego, wykorzystującego amplitudowe różnice potencjałów, został stworzony program, który wysyła sygnał do układu zasilania silników wózka zbudowanego z podstawowych elementów elektrycznych, takich jak rezystory, transoptory oraz tranzystory.

Sterowanie wózka było testowane w warunkach laboratoryjnych, pozbawionych różnych niepożądanych źródeł pól elektromagnetycznych, w studiu nagraniowym TVP2 w Warszawie, w obecności licznych elektronicznych i elektrycznych sprzętów studyjnych, oraz na rynku w Krakowie, w obecności dziesiątków przechodniów. W żadnych z podanych okoliczności nie zaobserwowano istotnego wpływu zakłóceń pochodzących z otoczenia na sterowanie wózkiem.

Na schemacie (rys. 2) przedstawiona jest koncepcja zminiaturyzowanej wersji układu sterującego wózkiem inwalidzkim przy pomocy fal mózgowych. Elektrody odbiera-



Rys. 2. Schemat blokowy koncepcji przyszłego rozwiązania

Fig. 2. Block diagram of concept of feature design

jące fale mózgowie i przesyłają je do układu elektronicznego, zbudowanego na bazie mikrokontrolera, który wzmacnia te sygnały a następnie filtruje i przetwarza w celu odczytania zamierzeń użytkownika. Gdy mikrokontroler odczyta sygnały wysłane przez użytkownika, prześle je do układów zasilających silniki, które generują sygnał sterujący doprowadzany do układów wykonawczych mocy, doprowadzających odpowiednio prąd z akumulatora do silników wózka inwalidzkiego, w celu wprawienia go w ruch lub zatrzymania.

Podsumowanie

Przy bardzo niskim budżecie, nieprzekraczającym 1500 zł, udało się zbudować wózek inwalidzki sterowany mięśniami mimicznymi twarzy, który jeździ w przód. Korzystano głównie z elementów używanych oraz okazjnie kupionych, niemniej jednak uzyskany wynik jest imponujący. Aktualnie trwają prace, których celem jest udoskonalenie sterowania, przede wszystkim uzupełnienie go o możliwość skręcania wózkiem. Jednym z pomysłów zmierzających do realizacji takiego sterowania jest zastosowanie EOG oraz dipolu rogówkowo-siatkówkowego. Gdy kierujący obróci gałki oczne w prawo bądź lewo, powstanie potencjał dodatni bądź ujemny. Zależnie od znaku będzie on oznaczał skręt wózek w prawo lub w lewo. Równoległe z tymi pracami mają miejsce działania zmierzające do zminiaturyzowania układu sterowania, co uzyskane zostanie m.in. przez wyeliminowanie komputera przenośnego i zastąpienie go mikrokontrolerem wraz z odpowiednim oprogramowaniem.



Koło Naukowe Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej KiNeMaTicS

KiNeMaTicS to Koło Naukowe Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej działające przy Katedrze Robotyki i Mechatroniki na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

Zajmujemy się szeroko pojętymi zagadnieniami robotyki, mechaniki oraz mechatroniki. Koło zrzesza ludzi chcących przede wszystkim rozwijać swoje pasje oraz uczestniczyć w ciekawych projektach.

Działalność koła nie ogranicza się jedynie do regularnych spotkań. Organizujemy wyjazdy do dużych zakładów produkcyjnych (Fiat, Browary Tyskie, Elektrownia Żar, Browary Tyskie) oraz na konferencje naukowe (np. Konferencję Robotów Medycznych w Zabrze). Nasi członkowie co roku biorą również udział w Sesji

Kół Naukowych Pionu Hutniczego. Warto wspomnieć również o forum koła, dzięki któremu możemy na bieżąco dyskutować o naszej pracy oraz wymieniać się uwagami na różne tematy.

Opiekunem koła KiNeMaTicS jest dr inż. Krzysztof Mendrok, adiunkt w Katedrze Robotyki i Mechatroniki Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH.

Dane kontaktowe:

dr inż. Krzysztof Mendrok
Katedra Robotyki i Mechatroniki
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
ul. Reymonta 9, 30-059 Kraków
budynek D1, pokój 409
e-mail: mendrok@agh.edu.pl
www.kinematics.agh.edu.pl

Bibliografia

1. www.toyota.co.jp/en/news/09/0629_1.html
2. www.pcworld.com/article/167525/toyota_research_achieves_brain_control_of_wheelchair.html
3. www.ocztechnology.com/products/ocz_peripherals/nia
4. Quigg M.: *EEG w praktyce klinicznej*. Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2008.
5. Voegel P.: *Neurofizjologia kliniczna*. Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2011. ■

Wheelchair controlled by facial muscles

Abstract: The work is devoted towards usage of bio signals for the purpose of controlling a wheelchair. Control of wheelchair using facial muscles was presented. It also discusses the pros and cons of the proposed solution.

Keywords: wheelchair, control, brain waves, electroencephalography, electromyography

dr hab. inż. Mariusz Giergiel, prof. AGH

Studia wyższe ukończył na AGH w Krakowie, gdzie pracuje od 1985 r., obecnie na stanowisku profesora nadzwyczajnego na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki. Jest specjalistą w zakresie automatyki i robotyki, mechaniki stosowanej oraz mechatroniki. Opublikował wiele prac naukowych, książek, podręczników, monografii i patentów. Jest członkiem licznych krajowych i zagranicznych organizacji naukowych, w tym IEEE Computer Science.



e-mail: giergiel@agh.edu.pl

Kajetan Dziedzic

Student studiów jednolitych na kierunku Automatyka i Robotyka na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, AGH. Członek Koła Naukowego Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej KiNeMaTicS. Zainteresowania naukowe: eksperymentalna analiza modalna, pomiary wibroakustyczne.



e-mail: kajtekdziedzic@gmail.com

Mariusz Biegaj

Student studiów jednolitych na kierunku Automatyka i Robotyka na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, AGH. Członek Koła Naukowego Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej KiNeMaTicS. Zainteresowania naukowe: aeronautyka, analiza modalna, robotyka.



e-mail: biegajmariusz@gmail.com

Mariusz Górski

Studiuje na kierunku Inżynieria Biomedyczna Międzywydziałowej Szkoły Inżynierii Biomedycznej AGH. Członek koła naukowego KiNeMaTicS. Zainteresowania naukowe: działanie ludzkiego mózgu, robotyka, sieci miedziane i optyczne.



e-mail: mgorski@lanox.pl

Sterowanie w automatyce portal branżowy



- Aktualności z branży • Pliki • Giełda
- Katalog firm • Baza wiedzy • Praca
- Kalendarz imprez • Kursy • Forum

Wyślij zapytanie ofertowe

i wygraj

pendrive



Reklama Twojej firmy od



**490 zł.
netto za rok**

ponad
2500 klientów
czekających na
Twoją ofertę