

Interfejsy Komputer-Mózg

Zastosowania w medycynie

Łukasz Kłasiński

Wydział informatyki
Uniwersytet Wrocławski

Komunikacja człowiek-komputer

Czym jest BCI?

Definicja

BCI (Brain-computer interface) jest komputerowym systemem, który pobiera, analizuje i tłumaczy sygnały mózgowe na polecenia, następnie polegając na urządzeniach zewnętrznych przeprowadza wybraną akcję. Jednak nie używa on zwykłych sygnałów wyjściowych mózgu, które wykorzystywane są podczas poruszania mięśniami. BCI działa mierząc sygnały pochodzące tylko z centralnego układu nerwowego.

Czym jest BCI?

Definicja

BCI (Brain-computer interface) jest komputerowym systemem, który pobiera, analizuje i tłumaczy sygnały mózgowe na polecenia, następnie polegając na urządzeniach zewnętrznych przeprowadza wybraną akcję. Jednak nie używa on zwykłych sygnałów wyjściowych mózgu, które wykorzystywane są podczas poruszania mięśniami. BCI działa mierząc sygnały pochodzące tylko z centralnego układu nerwowego.

Często pomyłką jest mówienie, że BCI czyta w myślach - systemy te nie robią tego wyciągając informacje z użytkownika, ale umożliwiają mu interakcje z otoczeniem za pomocą sygnałów mózgowych, zamiast mięśni. Użytkownik i BCI muszą razem współpracować i dopiero po odpowiednim treningu, użytkownik jest w stanie wygenerować zakodowane sygnały, które BCI uczy się odszyfrowywać i tłumaczyć na odpowiednie polecenia do urządzenia wyjściowego.

- Pod koniec lat 60 praca z małpami pokazała, że sygnały z neuronów kory mózgowej mogą być użyte do sterowania miernikiem igłowym.

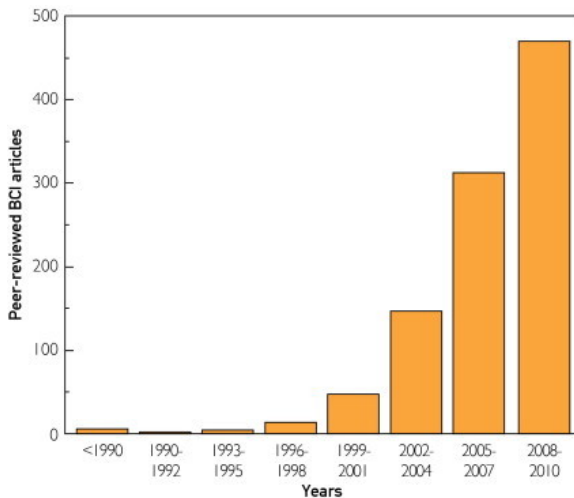
- Pod koniec lat 60 praca z małpami pokazała, że sygnały z neuronów kory mózgowej mogą być użyte do sterowania miernikiem igłowym.
- pomysł zastosowania BCI w kontroli urządzeń takich jak protezy zostało przedstawione przez Jacques J. Vidal'a, który w 1973 roku przedstawił publikację o możliwości użycia takiego interfejsu przez ludzi.

- Pod koniec lat 60 praca z małpami pokazała, że sygnały z neuronów kory mózgowej mogą być użyte do sterowania miernikiem igłowym.
- pomysł zastosowania BCI w kontroli urządzeń takich jak protezy zostało przedstawione przez Jacques J. Vidal'a, który w 1973 roku przedstawił publikację o możliwości użycia takiego interfejsu przez ludzi.
- W 1980 Elbert T. zademonstrował jak osoba za pomocą odczytów EEG kontrolowała pionowe ruchy zdjęcia na ekranie.

- 8 lat później Farwell LA. i Donchin E. pokazali jak używać sygnałów P300 aby wolontariusze, bez wcześniejszego wykształcenia mogli wypisywać słowa na ekranie.

- 8 lat później Farwell LA. i Donchin E. pokazali jak używać sygnałów P300 aby wolontariusze, bez wcześniejszego wyszkolenia mogli wypisywać słowa na ekranie.
- Pod koniec lat 90 Wolpaw J.R. wytrenował wolontariuszy do kontrolowania kursora na ekranie za pomocą sygnałów mu.

- 8 lat później Farwell LA. i Donchin E. pokazali jak używać sygnałów P300 aby wolontariusze, bez wcześniejszego wyszkolenia mogli wypisywać słowa na ekranie.
- Pod koniec lat 90 Wolpaw J.R. wytrenował wolontariuszy do kontrolowania kursora na ekranie za pomocą sygnałów mu.
- W 2006 roku pierwsza osoba z całkowitym paraliżem została podłączona do systemu BCI, który umożliwił jej otwieranie e-maili, sterowanie telewizorem oraz podstawowe akcje dłonią protezy.

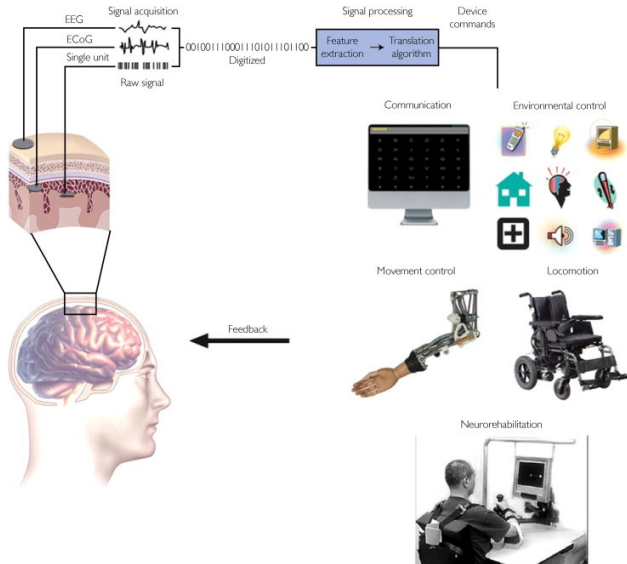


Pierwsze BCI do pobierania sygnałów z mózgu użytkownika zwykle używały elektrod przyczepionych do skalpu. Niestety taka metoda pomimo bycia bezpieczną oraz tanią, odbiera zniekształcone sygnały, przez co tracona jest część informacji.

Pierwsze BCI do pobierania sygnałów z mózgu użytkownika zwykle używały elektrod przyczepionych do skalpu. Niestety taka metoda pomimo bycia bezpieczną oraz taną, odbiera zniekształcone sygnały, przez co tracona jest część informacji.

Nowocześniejsze, bardziej precyzyjne systemy BCI do poprawnego działania wymagają inwazyjnej operacji w celu wszczepienia odpowiedniego implantu wprost do mózgu. Problemem jest jednak duże ryzyko powikłań, ograniczone pole odczytywania sygnałów oraz nieznane skutki długiego posiadania takich implantów.

Komponenty BCI



1. Pobieranie sygnału

Sygnał jest pobierany za pomocą odpowiedniego sensora. Są one następnie odpowiednio wzmacniane do poziomów odpowiednich do przetwarzania przez elektronikę. Dodatkowo może on być odfiltrowany od szumów albo innych sygnałów takich jak szum linii energetycznej. Następnie sygnał jest przetwarzany do postaci cyfrowej i wysyłany do komputera.

2. Wyodrębnianie cech

Wyodrębnianie cech jest procesem, który analizuje sygnał cyfrowy, aby odróżnić znany sygnał od obcego (czyli takie które są rozpoznane jako polecenie dla BCI). Cechy te powinny mieć silną zależność od tego jakie są zamiary użytkownika.

3. Tłumaczenie cech

Wynikowe cechy sygnału są przekazywane do odpowiedniego algorytmu, który przekształca cechy na odpowiednie polecenia dla urządzenia wyjściowego. Na przykład, zmniejszenie napięcia w konkretnej częstotliwości może być przetłumaczone jako ruch w górę kursora komputerowego. Algorytm ten powinien być się samodzielnie uczyć zmian w sygnale, aby zapewnić użytkownikowi jak największy, możliwy zasięg kontroli.

4. Urządzenie wyjściowe

Ostateczne komendy z algorytmu trafiają do urządzenia zewnętrznego umożliwiając kontrolę nad nimi. Następnie urządzenie na którym operujemy przekazuje rezultat operacji do użytkownika, zamykając pętlę.

Tego typu BCI umożliwiają kontrolę takich czynności jak:

- kontrola kursorów do 3 wymiarów
- urządzenia piszące
- protezy
- zdalną kontrolę nad wózkiem inwalidzkim
- przeglądanie internetu
- elektroniczne przewodniki dla osób ślepych

Tego typu BCI umożliwiają kontrolę takich czynności jak:

- kontrola poszczególnych palców, ręki oraz ramienia
- kontrola kursorów do 2 wymiarów
- bezpośredni tłumacz głosowy
- umożliwia stabilne odczytywanie sygnałów nawet po kilkunastu miesiącach

Większość urządzeń BCI jest używana głównie w laboratoriach oraz do przeprowadzania różnych rehabilitacji. Z takich, które są dostępne do użytku domowego, możemy wymienić:

- Brainfingers, Emotiv, NeuroSky, są zestawami słuchawkowymi z wbudowanymi czujnikami, które umożliwiają kontrolowanie aplikacji, kilkunastu gier
- BrainMaster, Mindballm, EGGInfo, mają mają poprawiać skupienie i koncentrację.
- IntendiX - EGG BCI system, który pozwala na zdalne pisanie wiadomości oraz posiada syntezy głosowy.

Przykładowe urządzenia



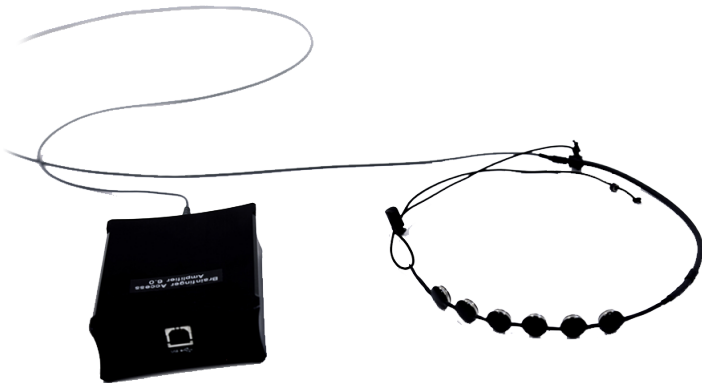
freedom headset

Przykładowe urządzenia



mindwave headset

Przykładowe urządzenia



brainfingers headset

Przykładowe urządzenia



nautilus headset

- polepszone urządzenia EEG
- wszczepialne elektrody, które są bezpieczne i mogą działać przez lata
- zmniejszenie kosztów wszczepienia implantów
- zapewnienie niezawodności oraz prostoty obsługi na poziomie naturalnej kontroli mięśni
- przystosowanie się BCI do użytkownika bez specjalnego trenowania

Dziękuję za uwagę!

Opracowano na podstawie artykułu Jerry J. Shih, Dean J. Krusienski oraz Jonathana R. Wolpaw 'Brain-Computer Interfaces in Medicine'