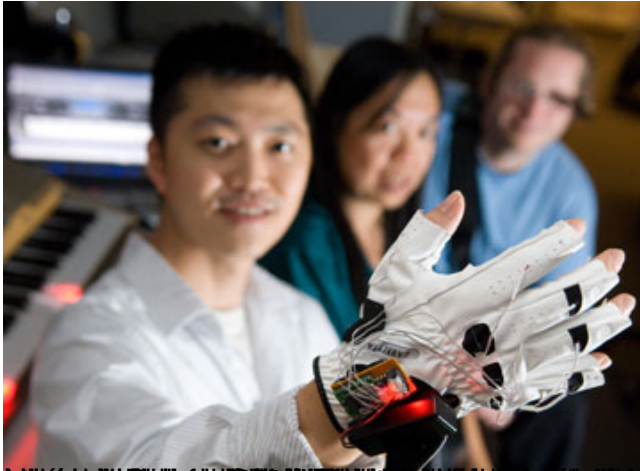


HCI (Human-Computer Interaction)



Trudno sobie wyobrazić dzisiejszy świat bez komputerów. Towarzyszą one człowiekowi w niemal każdej dziedzinie życia – jest ich coraz więcej, są coraz szybsze. Mniej więcej co 18 - 24 miesiące ich moc obliczeniowa wzrasta dwukrotnie. Szacuje się, że za kilkanaście lat liczba urządzeń zawierających procesor i znajdujących się w najbliższym otoczeniu człowieka (lub wręcz zintegrowanych z odzieżą) wzrośnie nawet do kilkudziesięciu. Wraz ze wzrostem liczby urządzeń procesorowych i ich mocy obliczeniowej, a tym samym ilości przetwarzanych danych, rośnie potrzeba poszukiwania nowych, bardziej efektywnych sposobów wymiany informacji, zarówno pomiędzy urządzeniami, jak i między urządzeniem a jego otoczeniem, a w szczególności między urządzeniem a człowiekiem.



BCI (Brain-Computer Interface)



Rozwiązanie wspomnianych problemów mogą stanowić interfejsy BCI, nad którymi od kilkunastu lat prowadzone są badania, potwierdzające ich przydatność w komunikacji człowieka z komputerem i innymi urządzeniami technicznymi. Zgodnie z definicją BCI, działanie tych interfejsów opiera się wyłącznie na analizie aktywności mózgu (np. zapis EEG) i nie jest zależne od aktywności innych nerwów lub mięśni. Urządzenia te niejako „odgadują” intencje użytkownika, a tym samym zwalniają go z konieczności wyrażania tych intencji za pomocą gestów, ruchów, czy wypowiedzianych słów. Wśród urządzeń wspierających osoby niepełnosprawne, a w szczególności osoby całkowicie sparaliżowane, interfejsy BCI wydają się bezkonkurencyjne, jednak ich funkcjonalność jest ciągle daleka od oczekiwań, co motywuje do poszukiwania nowych rozwiązań, umożliwiających znaczną poprawę ich parametrów, takich jak np. szybkość i niezawodność.

“A brain–computer interface is a communication system that does not depend on the brain’s normal output pathways of peripheral nerves and muscles.”

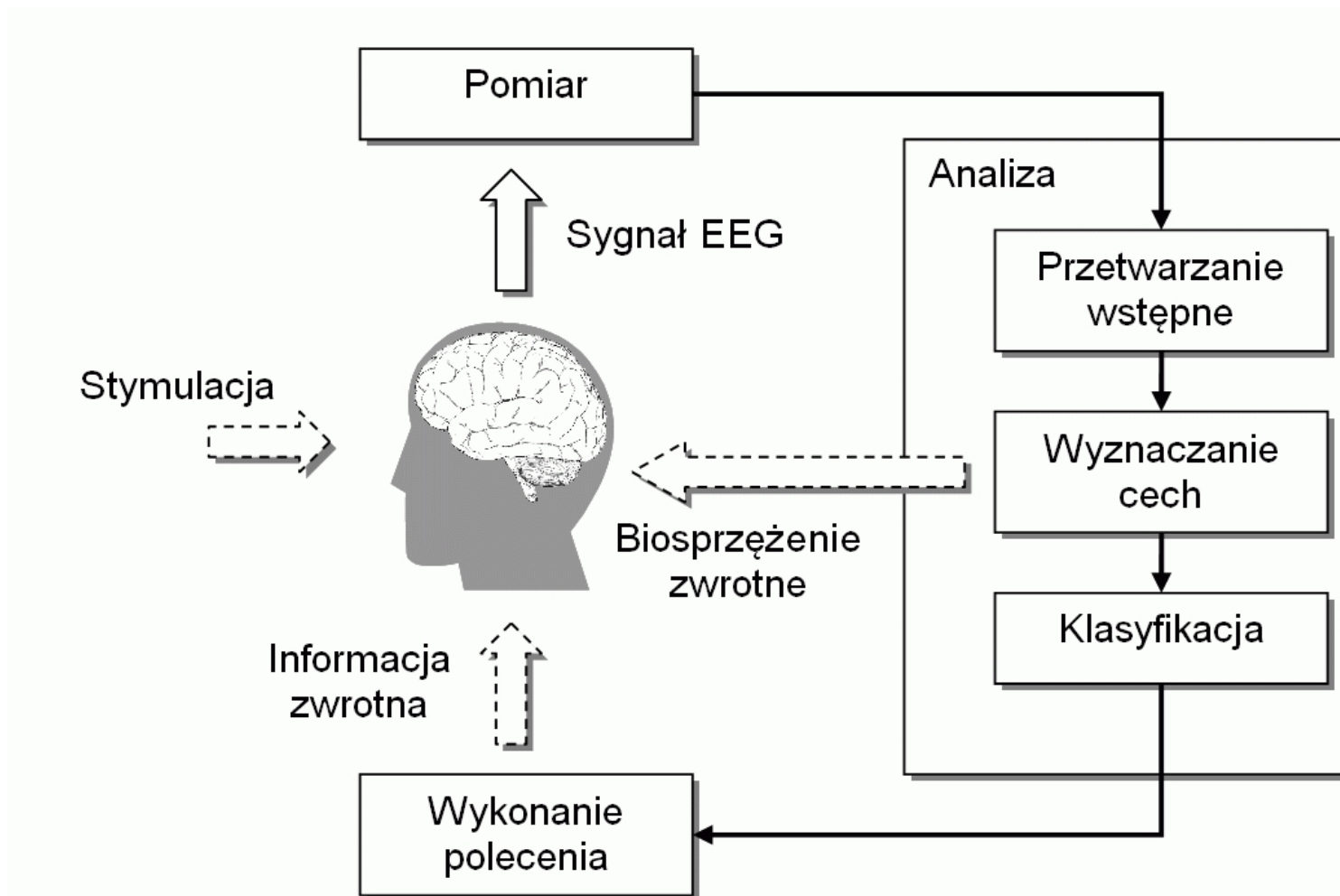
Wolpaw J. R. et al., “Brain-computer interface technology: A review of the first international meeting,” IEEE Trans. Rehab. Eng., vol. 8, pp. 164–173, June 2000.

Nazwa interfejsów BCI może sugerować, że służą one jedynie do komunikacji człowieka z komputerem, jednak powyższa definicja określa je ogólnie jako system komunikacji. Oznacza to, że urządzenie BCI można z powodzeniem zastosować do sterowania dowolnym urządzeniem, nie tylko elektronicznym, co pozwala szerzej spojrzeć na potencjalne korzyści związane z udoskonalaniem tego typu interfejsów. W praktyce jednak, aktualny poziom technologiczny ogranicza ich funkcjonalność tak, że mogą one pełnić jedynie funkcję prostej klawiatury lub manipulatora (np. myszy), oraz zawężyć grupę użytkowników głównie do osób niepełnosprawnych. Definicja BCI nie określa również, w jaki sposób jest rejestrowana aktywność kory mózgowej. Najczęściej stosuje się rejestrację sygnałów elektrycznych z powierzchni skóry głowy (zapis EEG), ze względu na relatywnie niski koszt urządzeń pomiarowych oraz nieinwazyjność pomiaru. Rejestrowane w ten sposób sygnały reprezentują uśrednioną aktywność neuronów dużych obszarów kory mózgowej (o polu powierzchni rzędu kilku cm²). Zawierają one stosunkowo mało informacji, co prowadzi do wspomnianych wcześniej ograniczeń. Inne metody, jak np. tomografia komputerowa, magnetoencefalografia (MEG), czy rejestracja z elektrod implantowanych, umożliwiają uzyskanie większej ilości informacji, przez co funkcjonalność interfejsów BCI wykorzystujących te metody może być znacznie większa. Sygnały uzyskane w ten sposób są jednak trudniejsze w interpretacji i analizie. Ponadto, prowadzenie pomiarów wymaga przeprowadzenia zabiegu chirurgicznego (wszczepianie elektrod) lub stosowania skomplikowanych i drogich urządzeń, często o bardzo dużych rozmiarach (np. tomograf rezonansu magnetycznego, magnetoencefalograf).

Zasada działania systemów BCI

Obecne systemy BCI opierają się na różnych metodach analizy sygnału EEG i różnią się sposobem implementacji (urządzenie autonomiczne, program komputerowy współpracujący z urządzeniem pomiarowym), jednak ich podstawowe bloki funkcjonalne są takie same. System BCI składa się z trzech zasadniczych bloków: pomiarowego, analizującego i wykonawczego. Blok pomiarowy stanowi najczęściej oddzielne urządzenie pomiarowe umożliwiające jednoczesną rejestrację z wielu elektrod (liczba kanałów pomiarowych zależy od przyjętej metody analizy). Mierzone sygnały są odpowiednio wzmacniane, filtrowane w celu ograniczenia szerokości pasma (zazwyczaj do zakresu 1 – 100Hz) oraz zamieniane na postać cyfrową. Rejestrowany sygnał jest dalej przekazywany do bloku analizującego, którego zadaniem jest wydobywanie z

sygnału EEG informacji związanych z intencją użytkownika i na ich podstawie podjęcie decyzji o wykonaniu określonego polecenia. Decyzja ta jest przekazywana do bloku wykonawczego, który realizuje polecenie (np. wprowadza wybrany znak z klawiatury, przesuwają wskaźnik myszy). Blok ten może również przekazać użytkownikowi informację o wykonanym poleceniu (np. określony sygnał dźwiękowy) w przypadku, gdy polecenie wykonywane jest w sposób niewidoczny dla użytkownika (np. zmiana ustawień urządzenia). Służy to przede wszystkim do zweryfikowania poprawności decyzji podjętej przez blok analizujący i jego ewentualnej korekty.



W niektórych systemach BCI, oprócz informacji o wykonaniu polecenia, użytkownik może również otrzymywać dodatkową informację o przebiegu procesu decyzyjnego bezpośrednio z bloku analizującego (a więc jeszcze przed podjęciem decyzji), co może być wykorzystane przez użytkownika do świadomej zmiany pewnych parametrów sygnału EEG, a tym samym do zmniejszenia ryzyka podjęcia błędnej decyzji (oczywiście wymaga to odpowiedniego przeszkolenia użytkownika). Jest to tzw. biosprężenie zwrotne (ang. biofeedback), które może znacząco poprawić jakość komunikacji człowiek – urządzenie. Pewna grupa urządzeń BCI,

wykorzystujących analizę tzw. potencjałów wywołanych (ang. evoked potentials), wymaga również przekazywania użytkownikowi specjalnych bodźców, najczęściej wzrokowych, które stymulują korę mózgową w ściśle określony sposób i są niezbędne do prawidłowego działania urządzenia.