

CeDeROM Brain Computer Interface

Tomasz Bolesław CEDRO
Praca Dyplomowa Magisterska

Opiekun naukowy:
prof. dr hab. inż. Antoni GRZANKA
Zespół Aparatury Biocybernetycznej
Instytut Systemów Elektronicznych
Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Politechnika Warszawska

25.XI.2011

Plan prezentacji

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolesław
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

Wstęp

Teoria

Praktyka

CeDeROM
BCI

1 Wstęp

2 Teoria

3 Praktyka

4 CeDeROM BCI

Table of Contents

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolestaw
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

Wstęp

Czym jest
Brain
Computer
Interface?
Przykłady
istniejących
rozwiązań

Teoria

Praktyka

CeDeROM
BCI

- 1 Wstęp
 - Czym jest Brain Computer Interface?
 - Przykłady istniejących rozwiązań

2 Teoria

3 Praktyka

4 CeDeROM BCI

Czym jest Brain Computer Interface?

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolestaw
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

Wstęp

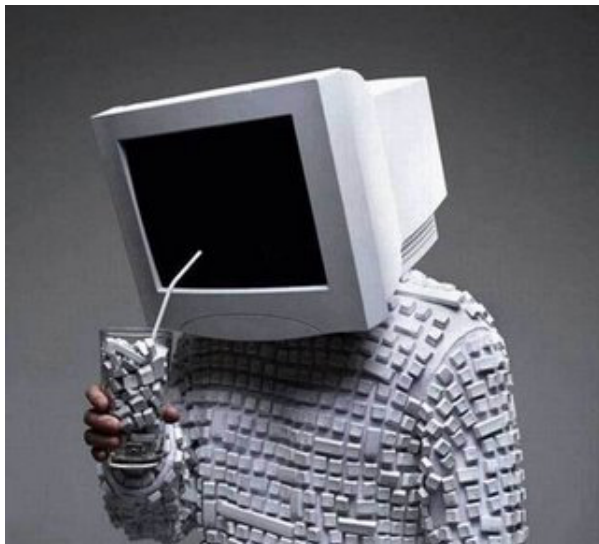
**Czym jest
Brain
Computer
Interface?**

Przykłady
istniejących
rozwiązań

Teoria

Praktyka

CeDeROM
BCI



Czym jest Brain Computer Interface?

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolesław
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

Wstęp

Czym jest
Brain
Computer
Interface?
Przykłady
istniejących
rozwiązań

Teoria

Praktyka

CeDeROM
BCI

- BCI to nowatorskie rozwiązanie z dziedziny aparatury biomedycznej, którego zadaniem jest interakcja technicznego sprzętu komputerowego z biologicznym użytkownikiem bazując na pomiarze aktywności mózgu.
- Jest to urządzenie rodem z filmów science-fiction dzięki któremu możliwe będzie sterowanie urządzeniami za pomocą „siły myśli”.
- Wstępne badania naukowe prowadzone już w różnych ośrodkach badawczych na całym świecie, dają nadzieję na faktyczne wykorzystanie wielkiego potencjału ukrytego w tego typu urządzeniach.
- My też prowadzimy tego typu badania.. tyle, że na mniejszą skalę ;-)

Czym jest Brain Computer Interface?

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolesław
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

Wstęp

Czym jest
Brain
Computer
Interface?
Przykłady
istniejących
rozwiązań

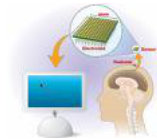
Teoria

Praktyka

CeDeROM
BCI

- W chwili obecnej badawcze ośrodki uniwersyteckie wykorzystują gotowe komercyjne rozwiązania sprzętowe, często o zamkniętej architekturze zarówno programowej jak i sprzętowej. Z tego powodu brak jest jednego wspólnego standardu akwizycji, komunikacji i przechowywania danych.
- Prezentowane rozwiązanie ma na celu stworzenie otwartego systemu akwizycji i przetwarzania danych biomedycznych, który z pewnością znajdzie zastosowanie także w innych projektach badawczych z dziedziny inżynierii biomedycznej, a być może przyspieszy ich rozwój wprowadzając pewną systematykę i otwarty standard badań na poziomie sprzętu i protokołów pomiędzy współpracującymi grupami naukowymi.

- Prywatna firma amerykańska skupiająca się na inwazyjnych interfejsach neuronowych (ang. Neural Interface) mających pomóc głównie osobom niepełnosprawnym.

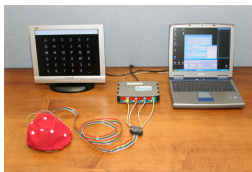


- Posiada szereg patentów związanych z działalnością komercyjną i badawczą.
- Wykupuje rozwiązania, patenty i firmy z branży.
- Rosnący gigant cybernetyki?

¹<http://www.braingate.com/>

Rodzina urządzeń g.Tec Guger Technologies²

- Australacka firma założona w 1999 roku oferuje w sprzedaży całą gamę urządzeń biomedycznych przeznaczoną do nieinwazyjnego odbioru, generacji, wizualizacji i przetwarzania w czasie rzeczywistym sygnałów bioelektrycznych.



- Systemy g.Tec od przyjęty się jako sprzęt referencyjny wśród grup badających zjawiska wyższego poziomu, tj. przetwarzanie sygnałów, algorytmy, wizualizacje, itp.
- Są to bardzo drogie urządzenia (powyżej 80kEUR).
Staraliśmy się bezskutecznie uzyskać do nich dostęp.

²<http://www.gtec.at/>

Niedrogie (ok \$100) komercyjne urządzenia domowe

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolesław
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

Wstęp

Czym jest
Brain
Computer
Interface?

Przykłady
istniejących
rozwiązań

Teoria

Praktyka

CeDeROM
BCI

- Dostępne „dla każdego” gotowe urządzenia EEG.
- Możliwość zastosowania suchych elektrod (NeuroSky).



- Stała pozycja i liczba elektrod.
- Drogie i zamknięte narzędzia developerskie.
- Gażeciarskie.

Otwarty system OpenEEG³

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolesław
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

Wstęp

Czym jest
Brain
Computer
Interface?

Przykłady
istniejących
rozwiązań

Teoria

Praktyka

CeDeROM
BCI

- Najpopularniejszy otwarty i modułowy system EEG do amatorskich badań nad BCI.



- Mocno przestarzała konstrukcja (2003r.) pociąga za sobą dosyć słabe parametry (RS-232, ADC 8-bit, CPU 8-bit).
- Stosunkowo prosta konstrukcja analogowego wzmacniacza sygnałów biologicznych bez filtrów pasmowo-zaporowych notch jest bardzo podatna na zakłócenia sieci energetycznej.
- Otwarty nie znaczy najtańszy (ok. 300EUR).

³<http://openeeg.sourceforge.net/>

Grupy Naukowe

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolesław
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

Wstęp

Czym jest
Brain
Computer
Interface?

Przykłady
istniejących
rozwiązań

Teoria

Praktyka

CeDeROM
BCI

- Intelligent Systems Division⁴, oraz Robotics Group at Jet Propulsion Laboratory⁵, NASA, USA.
- Microsystem Technology Office, Defense Advanced Research Projects Agency⁶, USA.
- Cybernetic Intelligence Research Group, University of Reading, UK – prof. Kevin Warwick⁷.
- Advanced Brain Signal Processing, RIKEN Brain Science Institute, Japonia – prof. Andrzej Cichocki⁸.
- Zakład Fizyki Biomedycznej, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski – dr hab. Piotr Jerzy Durka⁹.
- wiele innych, poza tym ogrom amatorów i entuzjastów...

⁴<http://ti.arc.nasa.gov/tech>

⁵http://www-robotics.jpl.nasa.gov/people/Michael_Wolf

⁶http://www.darpa.mil/mto/personnel/judy_j.html

⁷<http://www.reading.ac.uk/sse/about/staff/k-warwick.aspx>

⁸<http://www.bsp.brain.riken.jp/> cia

⁹<http://brain.fuw.edu.pl/> durka

Table of Contents

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolestaw
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

Wstęp

Teoria

Człowiek jako
złożony
system
biologiczny
Sterowanie w
systemach
biologicznych
Budowa
mózgu i
sygnał EEG

Praktyka

CeDeROM
BCI

1 Wstęp

2 Teoria

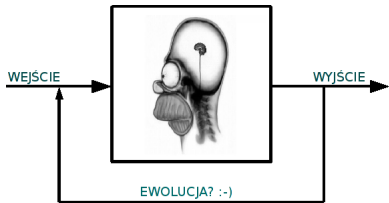
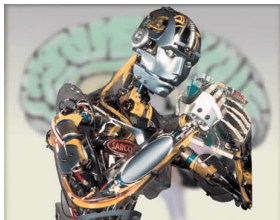
- Człowiek jako złożony system biologiczny
- Sterowanie w systemach biologicznych
- Budowa mózgu i sygnał EEG

3 Praktyka

4 CeDeROM BCI

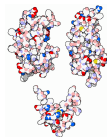
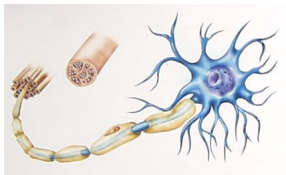
Człowiek jako złożony system biologiczny

- Człowiek jest złożonym systemem biologicznym, w którym poszczególne funkcje realizują wyspecjalizowane części organizmu.
- Organy i zjawiska mogą być reprezentowane przez „czarne skrzynki” z wejściami i wyjściami, których dokładne charakterystyki badają poszczególne gałęzie medycyny, biologii, chemii i innych nauk.



Sterowanie w systemach biologicznych

- Organizm ludzki działa dzięki skoordynowanemu współdziałaniu ze sobą wielu różnych narządów odpowiedzialnych za poszczególne funkcje. Informacja pomiędzy „podsystemami” organizmu wymieniana jest biochemicznie lub elektrochemicznie a za przepływ informacji odpowiadają:
 - 1 System nerwowy stanowiący skomplikowaną sieć neuronową oplatającą wewnątrz nasz organizm.
 - 2 System hormonalny stanowiący biochemiczną drogę przekazywania informacji do narządów.



Pomiar sygnałów bioelektrycznych

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolesław
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

Wstęp

Teoria
Człowiek jako
złożony
system
biologiczny
Sterowanie w
systemach
biologicznych
Budowa
mózgu i
sygnał EEG

Praktyka

CeDeROM
BCI

- Pomiar i analiza sterowania sprowadza się do badania pewnego czynnika biologicznego, którego wartość zamieniana jest na wielkość elektryczną, poddawaną dalszej obróbce numerycznej.
- Czynnikiem biologicznym może być:
 - ① Temperatura
 - ② Skład chemiczny substancji
 - ③ Potencjał elektryczny
- Znając mechanizm działania systemu biologicznego można wykorzystywać zjawiska w nim zachodzące do pośredniego pomiaru pewnych wielkości... na przykład potencjału pola elektrycznego generowanego przez komórki sieci neuronowej.

Budowa mózgu

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolesław
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

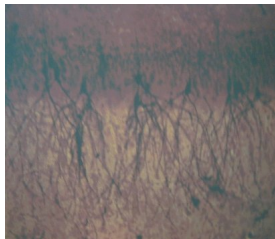
Wstęp

Teoria
Człowiek jako
złożony
system
biologiczny
Sterowanie w
systemach
biologicznych
**Budowa
mózgu i
sygnał EEG**

Praktyka

CeDeROM
BCI

- W mózgu jest około 10^{12} neuronów, tworzących do 10^4 połączeń każdy...



- Komórki kory tworzą warstwę grubości około 5mm i są zorientowane równoległe do siebie.
- Dzięki synchronizacji w populacjach liczących miliony neuronów, potencjał elektryczny może być rejestrowany na powierzchni głowy (EEG).

Table of Contents

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolestaw
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

Wstęp

Teoria

Praktyka

Rodzaje
interfejsów
BCI
Sygnał EEG
NeuroFeedback
Wyzwania i
problemy

CeDeROM
BCI

1 Wstęp

2 Teoria

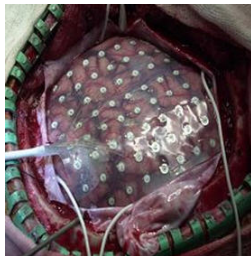
3 Praktyka

- Rodzaje interfejsów BCI
- Sygnał EEG
- NeuroFeedback
- Wyzwania i problemy

4 CeDeROM BCI

Rodzaje interfejsów BCI

- Informacja o aktywności kory mózgowej (potencjał elektryczny) może być odczytana inwazyjnie lub nieinwazyjnie za pomocą specjalnych elektrod.



- Każda z metod pomiaru ma swoje zalety i wady, pociąga za sobą konsekwencje i wyzwania zarówno dla konstruktorów jak i użytkowników tego typu systemów.

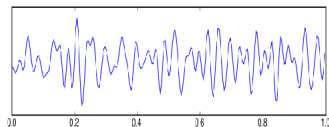
Pomiar sygnału EEG

- Zasada działania jest zawsze zbliżona, niezależnie od metody pomiaru i technologii w jakiej zrealizowane jest urządzenie.



ELEKTRODY

WZMACNIACZ

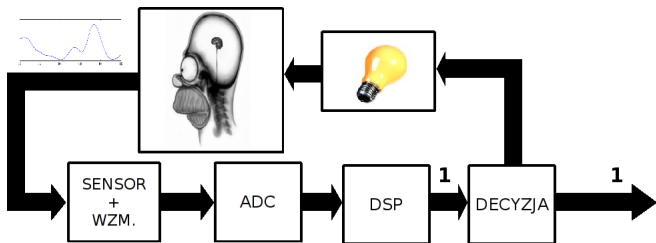


ELEKTROENCEFALOGRAM

- Aktywność pewnego organu lub obszaru organizmu zamieniana jest za pomocą specjalizowanych sensorów na sygnał elektryczny, który odpowiednio wzmacniony poddawany jest dalszej obróbce i analizie.

Neuro-Feedback

- Wprowadzenie pętli sprzężenia zwrotnego wraz z kontrolowanym czynnikiem pobudzającym daje możliwość interakcji „na żywo”.



- Organizm biologiczny jest zaledwie jednym z kilku ogniw systemu sterowania, ale w zasadniczy sposób kształtuje informację w nim wędrującą.

Wyzwania i problemy

- W rzeczywistości konstruktorzy mają do pokonania wiele bardzo trudnych problemów niekoniecznie czysto technicznych, nad którymi pracują często całe interdyscyplinarne zespoły inżynierów, medyków, itp.
 - ① Akwizycja sygnału o niesłychanie małej amplitudzie (μV)
 - ② Dostępność metod i środków pomiarowych (inwazyjne)
 - ③ Wydobycie interesującego sygnału z oceanu informacji (model, zakłócenia, szумы)
 - ④ Przetwarzanie w czasie rzeczywistym (RTOS, moc obliczeniowa, opóźnienia, procesy fizjologiczne)
 - ⑤ Subiektywność odczytów (trenowanie urządzenia)
 - ⑥ Dostępność i wygoda użytkowania (elektrody)
 - ⑦ ...
- W przypadku inżynierów, problemem jest zbudowanie systemu elektronicznego o odpowiednio uniwersalnej architekturze łączącej wiele standardów w jedną spójną całość.

Table of Contents

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolestaw
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

Wstęp

Teoria

Praktyka

CeDeROM
BCI

Opis systemu
Budowa
systemu
Hardware
Software
Usecases

1 Wstęp

2 Teoria

3 Praktyka

- 4 CeDeROM BCI
- Opis systemu
 - Budowa systemu
 - Hardware
 - Software
 - Usecases

Opis systemu

- CeDeROM BCI to projekt, którego celem jest stworzenie **od podstaw** platformy akwizycji i przetwarzania sygnałów biologicznych, w szczególności sygnałów elektrycznej aktywności mózgu.



- W realizacji projektu wykorzystane są jedynie niedrogie elementy elektroniczne COTS, oraz darmowe narzędzia programistyczne Open-Source GNU i BSD.

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolestaw
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

Wstęp

Teoria

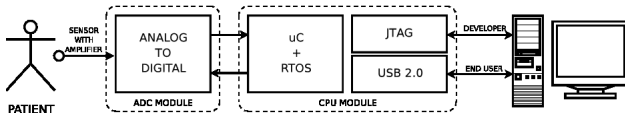
Praktyka

CeDeROM
BCI

Opis systemu
Budowa
systemu
Hardware
Software
Usecases

Budowa systemu

- System charakteryzuje budowa modułarna – poszczególne bloki funkcjonalne umieszczone są na osobnych płytках drukowanych połączonych wspólną magistralą.



Założenia konstrukcyjne:

- 1 łatwość rozbudowy i pracy konstruktora/developera
- 2 możliwość parametryzacji poszczególnych bloków i komponentów systemu
- 3 możliwość zbudowania dedykowanego rozwiązania z istniejących bloków
- 4 współpraca z podobnymi systemami lub ich elementami

Hardware

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolestaw
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

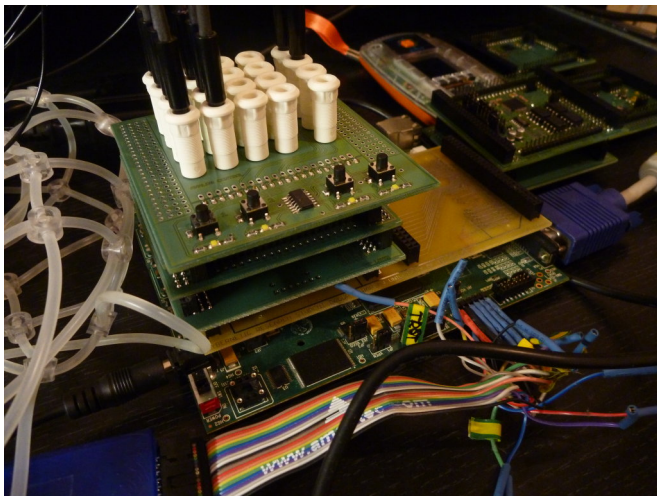
Wstęp

Teoria

Praktyka

CeDeROM
BCI

Opis systemu
Budowa
systemu
Hardware
Software
Usecases



Hardware

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolesław
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

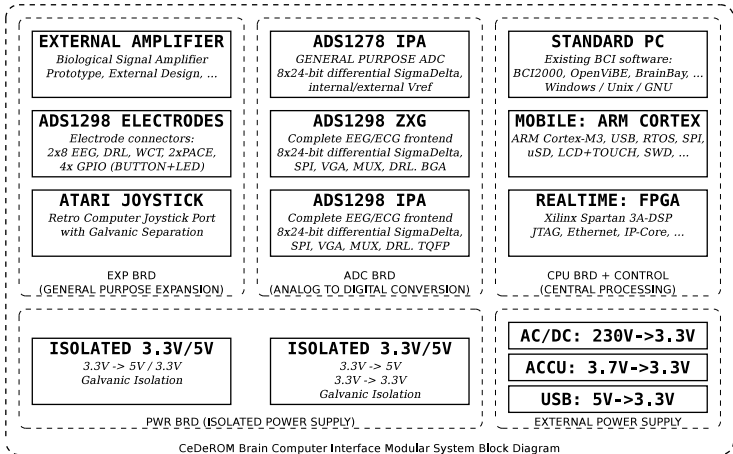
Wstęp

Teoria

Praktyka

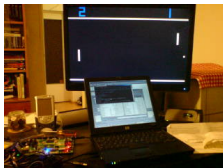
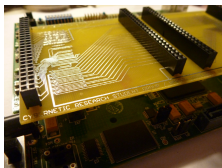
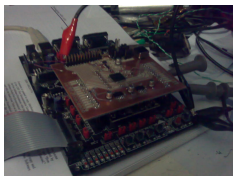
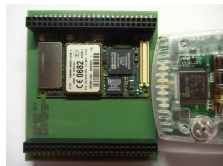
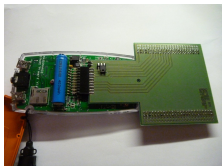
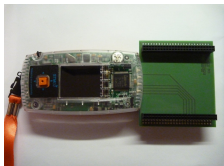
CeDeROM
BCI

Opis systemu
Budowa
systemu
Hardware
Software
Usecases



Hardware: CPU BRD + ADP BRD

- System może wykorzystywać dowolne urządzenie jako płytę główną (CPU BRD, na zdjęciach układy ARM i FPGA).

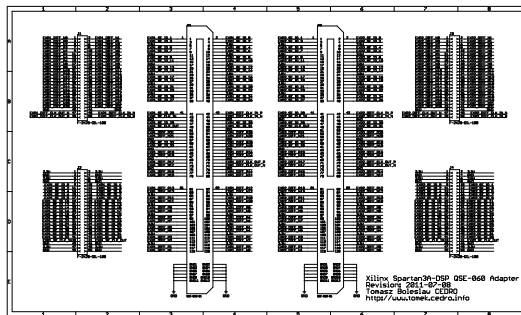
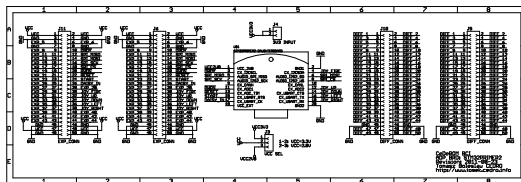


- Dedykowana płytka adaptera (ADP BRD) zapewnia zgodność elektryczną i mechaniczną.

Hardware: ADP BRD

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolesław
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska



Wstęp

Teoria

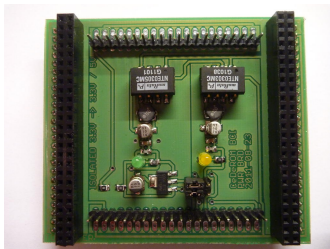
Praktyka

CeDeROM
BCI

Opis systemu
Budowa
systemu
Hardware
Software
Usecases

Hardware: PWR BRD

- Dedykowany moduł zasilania zapewnia separację galwaniczną oraz przetwarzanie „step-up” DC-DC.



- Do wyboru moduł 3.3V->3.3V lub/oraz 3.3V->5V + stabilizator 3.3V.
- Wirtualna masa na potencjale $V_{ADD}/2$ dla zasilanych symetrycznie układów analogowych.
- Separacja złącz analogowych (poziome) i cyfrowych (pionowe) dla uniknięcia pomyłki w połączeniach.

Hardware: PWR BRD

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolesław
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

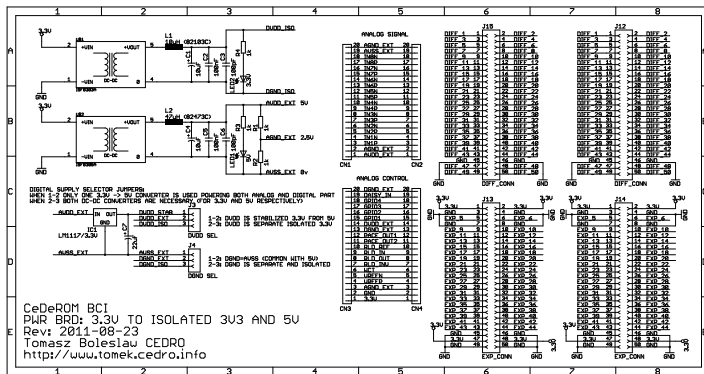
Wstęp

Teoria

Praktyka

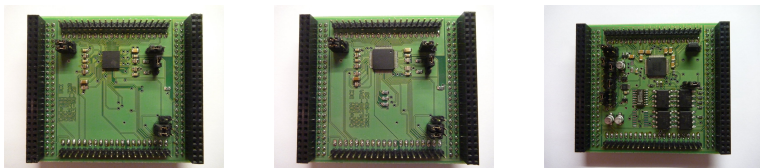
CeDeROM
BCI

Opis systemu
Budowa
systemu
Hardware
Software
Usecases



Hardware: ADC BRD

- Moduły ADC wyposażone są w 8 niezależnych przetworników Sigma-Delta 24-bit.



- Układ ADS1278 pozwala na podłączenie zewnętrznego modułu analogowego wzmacniacza sygnałów biologicznych.
- Układ ADS1298 poza przetwornikami ADC i układem sterowania SPI posiada wbudowany układ wzmacniaczy o regulowanym wzmocnieniu oraz złożoną matrycę multipleksującą pozwalającą na bardzo złożone aplikacje – wszystko w jednym układzie scalonym!

Hardware: ADC BRD

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolesław
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

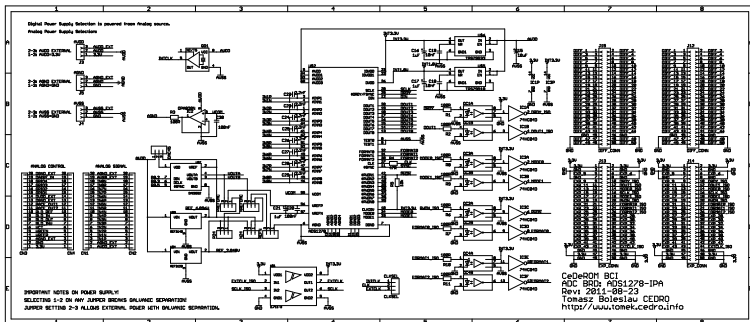
Wstęp

Teoria

Praktyka

CeDeROM
BCI

Opis systemu
Budowa
systemu
Hardware
Software
Usecases



Hardware: ADC BRD

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolesław
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

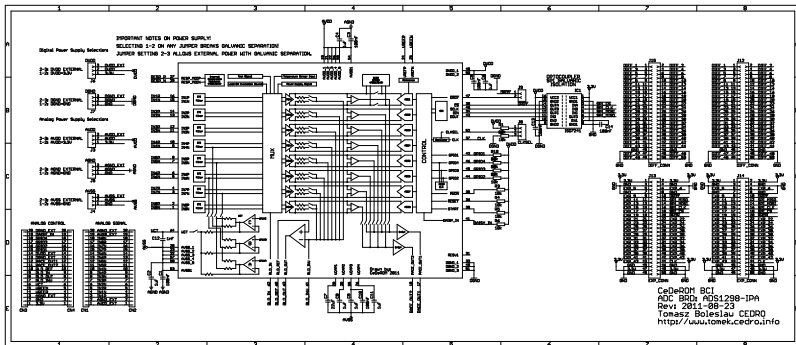
Wstęp

Teoria

Praktyka

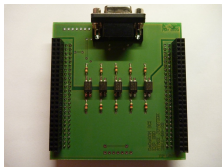
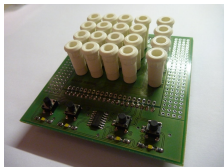
CeDeROM
BCI

Opis systemu
Budowa
systemu
Hardware
Software
Usecases



Hardware: EXP BRD

- Moduły rozszerzeń umożliwiają bezpieczne połączenie z zewnętrznymi systemami, sensorami i akuratorami.



- Moduł elektrod zapewnia wejście 8 kanałów różnicowych oraz wyjście 4 sygnałów sprzężenia zwrotnego, a dodatkowo 4 linie wejścia–wyjścia sygnalizacji audio–wizualnej oraz interakcji z użytkownikiem (przyciski).
- Moduł joysticka (z separacją galwaniczną) do komputera Atari jest przykładem możliwości sterowania zewnętrznymi systemami gier wideo :-)

Hardware: EXP BRD

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolesław
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

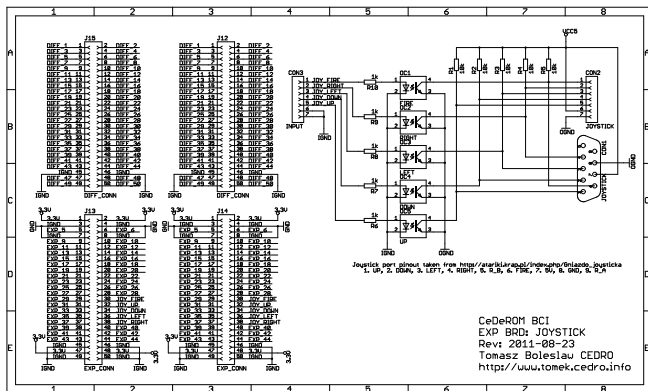
Wstęp

Teoria

Praktyka

CeDeROM
BCI

Opis systemu
Budowa
systemu
Hardware
Software
Usecases



Software czyli dusza urządzenia

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolesław
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

Wstęp

Teoria

Praktyka

CeDeROM
BCI

Opis systemu
Budowa
systemu
Hardware
Software
Usecases

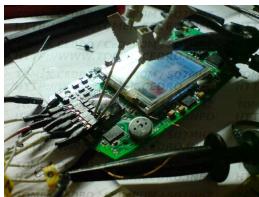
- Rozpoznanie SDK systemów wbudowanych (GNU ARM TOOLCHAIN + SWD + JTAG + UrJTAG + OpenOCD)
- Zapoznanie z architekturą mikrokontrolerów ARM
- Stworzenie pierwszej na świecie otwartej biblioteki LibSWD
- Rozpoznanie mikrosystemów operacyjnych czasu rzeczywistego (FreeRTOS)
- Rozpoznanie kanału komunikacji USB 2.0 (hw + libusb)
- Rozpoznanie kanału komunikacji Ethernet
- Ustalenie protokołu komunikacji (BCI Open Protocol)
- Rozpoznanie importu danych do środowiska obróbki numerycznej sygnałów (Matlab, Octave, SciLab)
- Rozpoznanie środowiska do pracy z układami FPGA (Xilinx ISE, Altera Quarus II)
- wiele zadań pobocznych (np. konfiguracja środowiska FreeBSD, tworzenie narzędzi, ...)

Software: GNU ARM SDK

- GNU ARM TOOLCHAIN jest darmowym zestawem narzędzi programistycznych o otwartym kodzie źródłowym (licencja GNU). Narzędzia (binutils, gcc, gdb, make) pozwalają na kompilację i konsolidację kodu źródłowego języka C lub/i asemblera do postaci obrazu (*.bin lub *.hex) programu wgrywanego do pamięci systemu wbudowanego (w tym przypadku mikrokontrolera ARM7).
- OpenOCD to darmowy program o otwartym kodzie źródłowym, dzięki któremu możliwe jest programowanie systemu wbudowanego oraz śledzenie jego pracy przez interfejs JTAG.
- Zestaw narzędzi jest darmowy, nie ma ograniczeń na wielkość produkowanego programu i działa na różnych platformach, choć nie jest tak łatwy i szybki w użyciu jak komercyjne SDK dla Win32.

Software: Narzędzia

- Stworzenie od podstaw biblioteki LibSWD¹⁰ daje możliwość darmowego programowania urządzeń wyposażonych w mikroprocesor ARM Cortex.

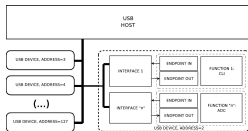


- Zastosowane narzędzi GNU oraz znanego zestawu ewaluacyjnego Stm32Primer2 umożliwia implementację darmowych i otwartych rozwiązań dostępnych w internecie (FreeRTOS, USB, SD, FAT, FFT, GUI, Ethernet, ...).

¹⁰<http://libswd.sf.net>

Software: USB (Universal Serial Bus)

- Universal Serial Bus to obecnie najbardziej znany standard wymiany informacji w systemach komputerowych, zapewniający dużą prędkość transmisji danych (12Mbit/s Full-Speed, 480Mbit/s High-Speed, 5Gbit/s Super-Speed).

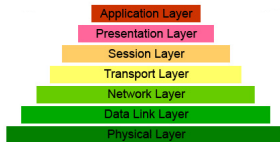


- Wymagany sprzętowy blok mikrokontrolera.
- Nowy standard USB 3.0 wymaga nowego sprzętu (komputer + uC) oraz oprogramowania systemowego.
- Różne systemy operacyjne posiadają inną implementację stosu USB co sprawia duże praktyczne kłopoty w kwestii przenośności oprogramowania.

Software: TCP/IP + Ethernet

- Popularny i powszechny protokół TCP/IP jest poważną alternatywą dla USB w świecie systemów wbudowanych.

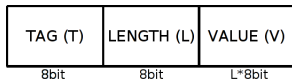
The Seven Layers of OSI



- TCP/IP nie zależy od sprzętu (nie musi to być sieć Ethernet), może przenosić inne protokoły oraz być przenoszony przez inne protokoły (enkapsulacja).
- TCP/IP umożliwia podłączenie urządzenia bezpośrednio do sieci Internet i pracę nawet po drugiej stronie planety.
- Możliwe większe prędkości transmisji (1Gbit/s, 10Gbit/s, 100Gbit/s, ...).

Software: BCIOP¹¹

- BCIOP (Brain Computer Interface Open Protocol) to autorska propozycja kompaktowego standardu wymiany informacji pomiędzy urządzeniami klasy BCI lub innym sprzętem medycznym a komputerem sterującym.
- Budowa pakietowa na zasadzie TLV (Tag Length Value), (T) to typ/przeznaczenie pakietu, (L) to długość danych, (V) to transportowany ładunek informacyjny o długości $L*8\text{bit}$.



- Pakiety podzielone są na dwa typy – sterujące urządzeniem i transportujące dane.
- Dwa typy implementacji – minimalna oraz pełna – w zależności od możliwości docelowego sprzętu.

¹¹<http://bciop.sf.net>

Software: Przetwarzanie numeryczne

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolesław
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

Wstęp

Teoria

Praktyka

CeDeROM
BCI

Opis systemu
Budowa
systemu
Hardware
Software
Usecases

- Praca z sygnałami pochodzącymi z urządzenia polega w dużej mierze na obróbce numerycznej, weryfikacji metod, modeli i algorytmów.
- Opracowana została metoda importu danych z dowolnego urządzenia z pominięciem drogich Toolboksów.
- Użytkownik tworzy zestaw funkcji komunikacyjnych opakowanych w bibliotekę dynamiczną, którą można następnie załadować do środowiska obróbki numerycznej w celu wywołania funkcji i pobrania/wysłania danych.

Software: Import danych do środowiska Matlab

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolesław
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

Wstęp

Teoria

Praktyka

CeDeROM
BCI

Opis systemu
Budowa
systemu
Hardware
Software
Usecases

Plik nagłówkowy test.h:

```
char* test();  
char* test2();  
int test_add(int a, int b);
```

Plik źródłowy test.c:

```
#include "test.h"  
char* test(){  
    return "test function 1 result\n";  
}  
char* test2(){  
    return "test function 2 result\n";  
}  
int test_add(int a, int b){  
    return a+b;  
}
```

Kompilacja:

```
gcc -shared -o test.so test.c
```

Software: Import danych do środowiska Matlab

Uruchomienie przykładu w Matlab:

```
>> loadlibrary test.so test.h

>> calllib('test', 'test')
ans =
test function 1 result

>> calllib('test', 'test2')
ans =
test function 2 result

>> calllib('test', 'test_add')
??? Error using ==> calllib
No method with matching signature.

>> calllib('test', 'test_add', 1, 2)
ans =
     3

>> unloadlibrary test
```

CeDeROM
Brain
Computer
Interface

Tomasz
Bolesław
CEDRO
Praca
Dyplomowa
Magisterska

Wstęp

Teoria

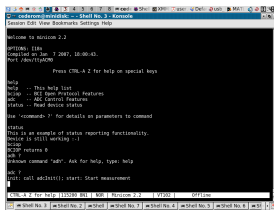
Praktyka

CeDeROM
BCI

Opis systemu
Budowa
systemu
Hardware
Software
Usecases

Software: FreeRTOS + CLI

- Korzystając z otwartych rozwiązań opracowano wiersz poleceń na dedykowanym interfejsie magistrali USB służący do sterowania i monitorowania pracy urządzenia.



```
FreeRTOS/FreeRTOS-Shell No. 3 - Remote
General CLI View: Bootloader Settings Help

Welcome to version 2.0
MPUInfo: (Info)
Compiled on Jan  7 2022, 18:00:43.
Port /dev/ttyUSB0

          Press CTRL-A 2 for help on special keys

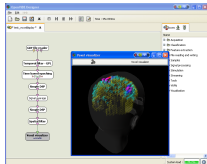
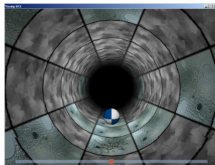
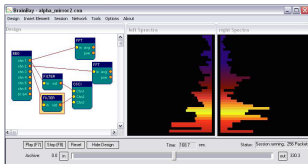
help
help -- This help list
help -- ICE Spec (optional) features
adc -- ADC Control Features
status -- Read device status
for "[command]" for details on parameters to command

status
This is an example of status reporting functionality.
Device is still working :)
action
ICMP reports 0
adc 1
[when command "adc": Ask for help, type: help]
adc 1
[ctrl call adcCtrl()]: start: Start measurement
[ctrl a 2 for help [105550] [0] [0] [Remote 2.0] v1200 1 OFFLine
[Shell No. 3] [Shell No. 2] [action] [action No. 2] [action No. 4] [action No. 5] [action No. 6] [quit]
```

- Zastosowanie otwartego oprogramowania czasami oszczędza dużo czasu i sprawia że rozwiązanie wciąż się rozwija, nie trzeba wszystkiego tworzyć od podstaw.
- Niestety wiele jest jeszcze do zrobienia w świecie open-source a niektóre narzędzia trzeba stworzyć lub rozwijać samemu.

Usecase: Współczesna wersja OpenEEG

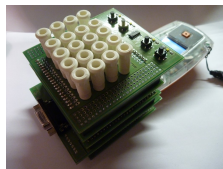
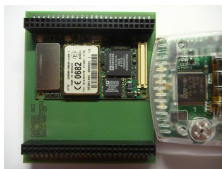
- Istnieje wiele darmowych i/lub otwartych aplikacji współpracujących z systemem OpenEEG.



- Wszystkie tego typu programy mogą również współpracować z prezentowanym systemem po implementacji prostego otwartego protokołu P2 lub P3.
- Najbardziej popularne aplikacje to: BCI2000, OpenViBE, BrainBay, EEGMir, ...
- System może być więc współczesnym zamiennikiem platformy OpenEEG.

Usecase: Mobilny holter

- Zastosowanie procesora ARM Cortex-M daje z jednej strony duże możliwości obliczeniowe (32-bit) a z drugiej dobre zarządzanie energią, jest więc to idealny kandydat na rozwiązanie mobilnego monitoringu pracy organizmu.



- Zastosowanie modułu GSM/GPS stwarza dodatkowe możliwości komunikacji i aplikacji.
- Wyniki mogą być gromadzone na karcie uSD a następnie przesyłane do zdalnego serwera poprzez modem lub przez złącze USB podczas ładowania baterii z komputera.

Usecase: Wolnostojąca gra wideo lub kontroler

- Zastosowanie układu FPGA daje możliwość integracji dowolnej konstrukcji wewnątrz jednego układu scalonego (np. DSP, OS, APP) działającego samodzielnie bez konieczności podłączania do komputera.



- FPGA może być również idealną platformą do wstępnych testów funkcjonalnych ASIC.

Dziękuję za uwagę! Czy są pytania? :-)



Zapraszam na stronę internetową Koła Naukowego Cybernetyki
<http://cyber.ise.pw.edu.pl>