

Spojení BCILab a Mindwave

DOKUMENTACE

5. 5. 2014

Zápočtová úloha z předmětů KIV/ZSWI a KIV/UIR

Tým: Jak-Team

Matěj Kareš

karesm@students.zcu.cz

Vojtěch Kinkor

vkinkor@students.zcu.cz

David Studnička

studanka@students.zcu.cz

Adam Vlášek

avlasek@students.zcu.cz

Obsah

| | |
|--|---|
| 1. Úvod | 2 |
| Obecné zadání | 2 |
| 2. Vyhodnocení teoretické části | 3 |
| Základní informace | 3 |
| Význam propojení | 3 |
| Využití nástroje BCILab | 4 |
| 3. Vytvoření BCI aplikace | 5 |
| Popis aplikace | 5 |
| Obsluha aplikace | 5 |
| 4. Příloha | 6 |

1. Úvod

Dokumentace shrnuje výsledky práce týmu *Jak-Team* na zápočtové úloze z předmětů KIV/ZSWI a KIV/UIR.

Obecné zadání

„Prostudovat možnost spojení EEG snímače Mindwave s systémem Matlab a toolboxem BCILab a vytvoření jednoduchého BCI (ovládání pozice kurzoru, zapínání a vypínání knoflíků apod.).“

(cit. z dokumentu KIV/ZSWI – Zadání projektů, 2014, autor zadání: Pavel Mautner)

Celé zadání je předmětem dokumentu specifikace požadavků.

2. Vyhodnocení teoretické části

Základní informace

Stěžejní částí práce bylo prozkoumání možnosti propojení snímače Mindwave Mobile a toolboxu BCILab v prostředí MATLAB.

Mindwave Mobile je komerčně dostupná jednoduchá hlavice s EEG snímačem. Je vybavena jednou elektrodou snímající mozkové EEG vlny z frontální oblasti mozku (snímač je přiložen na čelo).

Je dodávána s aplikační knihovnou, která umožňuje použití v rozličných aplikacích. Z knihovny lze volat jednotlivé funkce, které následně vrací požadovaná data. Knihovna umí zprostředkovat čistá *RAW* data z hlavice s frekvencí 512Hz (můžeme si je představit jako nekonečnou řadu čísel), ale i předzpracovaná data s frekvencí 1Hz (například oddělené vlny delta, theta, ..., zpracovaná úroveň soustředění, meditace, síla mrknutí), nebo další podpůrné informace (kvalita signálu, stav baterie, ...).

BCILab je *toolbox* (sada nástrojů) pro prostředí MATLAB. Slouží pro výzkum s tzv. *Brain-Computer Interface* (rozhraní propojující mozek a počítač). Jedná se o nadstavbu toolboxu EEGLab, pracuje však na zcela jiných principech. Obsahuje část pro off-line vyhodnocení dat i on-line propojení. Je dodáván s několika skripty pro vyhodnocení různých paradigmat. Všechny jsou ale zaměřené na pokročilé EEG snímače, pracující s širší sadou dat. Obvyklé využití je například vyhodnocení motorických představ (př.: představa zvedání ruky). Výstup programu závisí na vybraném skriptu a nebylo možné jej podrobně prozkoumat (viz dále).

Význam propojení

Snímač Mindwave Mobile je omezen na čtení pouze z jedné oblasti mozku a to frontální části. Důsledkem toho je velmi omezené použití tohoto snímače. V této části lze snímat pouze určité mozkové vlny, nelze tedy například vyhodnocovat motorickou část. Dovoluje to vyhodnocovat například modulace jednotlivých vln nebo interakce mezi vlnami – tím lze snímat údaje, které lze popsat slovy relaxace, stres, soustředění, emoce. Žádný z těchto údajů ale nelze úplně přesně zařadit do jedné z kategorií.

Právě tyto údaje již poskytuje aplikační knihovna Mindwave Mobile ve vyhodnocené podobě *soustředění – meditace*. Pokud bychom chtěli vyhodnocovat tyto ukazatele

svépomocí, je potřeba mít přístup k jednotlivým vlnám delta, théta, alfa, beta, gama. Bohužel ty knihovna poskytuje pouze s přibližnou frekvencí 1Hz (tj. 1 číselný údaj za sekundu), což je pro vyhodnocení dle nám dostupných informací nepoužitelné.

Oblast snímání přináší také problém v podobě velkého zatížení artefakty ze svalových pohybů – mrkání, „zvedání“ obočí. I to lze ale považovat za prostředek BCI. Tyto artefakty jsou jednoduše čitelné i z kanálu s RAW daty a rozpoznání je poměrně triviální záležitostí bez potřeby složitých algoritmů (viz též první obrázek v příloze zobrazující křivku s mrknutím).

Závěr: Na základě těchto skutečností jsme vyvodili předpoklad, že nepůjde využít tento snímač pro použití v nějaké složitější BCI aplikaci. Snímání úrovně soustředění a meditace je pro ovládání nevhodné (nelze zjistit, na co se „měřená“ osoba soustředí). Zbývá pouze snímání mrkání.

Využití nástroje BCILab

Toolbox BCILab je stále ve vývoji a nese označení beta. Lze narazit na nefunkční části, občas se chová nepředvídatelně. Též dokumentace se omezuje na základní příklady využití a nezmiňuje možnosti dalšího rozšíření. Proto naše zkoumání muselo probíhat metodou pokus-omyl.

On-line režim vyhodnocování se omezuje na napojení pro pár vybraných ovladačů či cest. Nenalezli jsme jakýkoliv použitelný způsob propojení pro snímání v reálném čase.

Off-line režim probíhá v několika fázích – vybrání experimentu (cíle, *approach*), trénování na modelových datech a vyhodnocení na reálných datech. Vyžaduje načtení dat ve speciálním formátu. Jedním z podporovaných formátů je datové pole, které je výstupem nástroje EEGLab. Touto cestou se nám podařilo RAW data převést a do BCILabu načíst. Přesto je nebylo možné zpracovat – některá paradigma vyžadují vícekanálová data s určitou frekvencí, jiné zaznamenané rámce epoch nebo jiné „označkování“ dat (lze vytvořit ruční cestou).

Závěr: Naším cílem bylo prozkoumání propojení Mindwave-BCILab s cílem vytvořit jednoduchou BCI aplikaci. Taková aplikace má význam zejména pokud ji lze provozovat v reálném čase. Nástroj BCILab jsme bohužel nedokázali propojit vyhovujícím způsobem se snímačem Mindwave, proto i hlavním závěrem naší práce je stanovisko, že toto propojení prozatím nemá praktický význam a je prozatím nerealizovatelné.

3. Vytvoření BCI aplikace

Přestože hlavní část práce nebyla uskutečnitelná, zjistili jsme možnost vytvoření jednoduché BCI aplikace, která bude mít za úkol vyhodnocovat mrkání.

Tato aplikace byla vytvořena v prostředí MATLAB s využitím ukázkových skriptů pro obsluhu snímače Mindwave. Aplikace se skládá z několika skriptů a pár podpůrných částí.

Popis aplikace

Aplikace během svého běhu vyhodnocuje nasnímaná data z hlavice. Kontroluje úroveň signálu, v případě nízké kvality upozorní uživatele (textová hláška zapsaná do výstupu prostředí MATLAB) – poté je nutné ověřit polohu snímače na hlavě, případně zkontrolovat baterie a pokusit se eliminovat případná elektromagnetická rušení.

V případě dobré úrovně signálu provádí vyhodnocení dat – detekci mrknutí. Ve chvíli detekce vypíše hlášku a provede akci – ve výchozím stavu provede kliknutí levým tlačítkem myši.

Aplikaci lze získat na adrese:

<https://github.com/Jak-Team/ZSWI/releases/tag/v1.0>

Obsluha aplikace

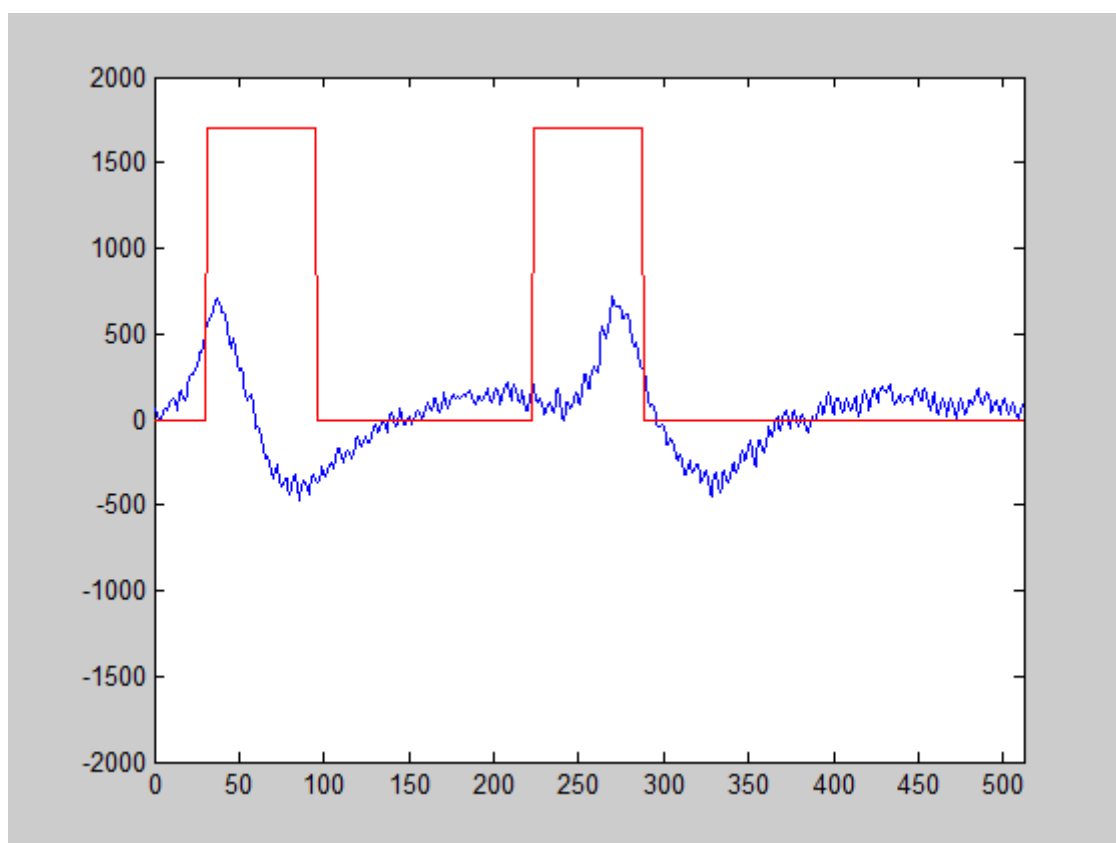
Stažený archiv je nutné rozbalit a v prostředí MATLAB otevřít a spustit jeden z následujících skriptů.

- `readRAW.m` – skript běžící po dobu 2 minut a zobrazující graf, na konci uloží nasnímaná data do pracovního prostředí MATLAB
- `readRAWinf.m` – skript běžící do doby, než je ukončen

Skript lze ukončit klávesovou zkratkou CTRL+C.

Před spuštěním je potřeba na začátku skriptu nastavit proměnnou `portnum1` na odpovídající COM port (viz druhý obrázek v příloze). V případě potřeby lze dále upravit parametry detekce, zejména prahovou hodnotu (proměnná `threshold`, obvyklé rozmezí je 200-500) a zapnutí/vypnutí vyvolání kliknutí myši (proměnná `triggerMouseClicked`). Během testování nebylo potřeba prahovou hodnotu měnit.

4. Příloha



Ukázka grafu zobrazovaného skriptem readRAW.m. Ostrá červená křivka znázorňuje vyhodnocené mrknutí v určitém segmentu, modrá křivka RAW data získaná ze snímače.

```
1 function readRAW
2 % make sure to change portnum1 to the appropriate COM port
3 % creates data output in default workspace
4
5 loops = 61440; % loops to be read
6 width = 512;
7 data = zeros(loops,1);
8
9 threshold = 300; % detection threshold
10 tolerance = 20; % tolerance in percentage
11 buffer = 42; % buffer width
12 triggerMouseClicked = true; % trigger left mouse button click
13 portnum1 = 18; %COM Port #
14
15 comPortName1 = sprintf('\\\\.\\COM%d', portnum1);
16
17
```

Část skriptu s nastavením.