Řízení externích systémů pomocí signálů EEG

Bc. Romana Nehodová

STOČ

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Systém je založen na zpracování EEG signálů a převedení výstupů pro pokyny srozumitelné externímu zařízení.

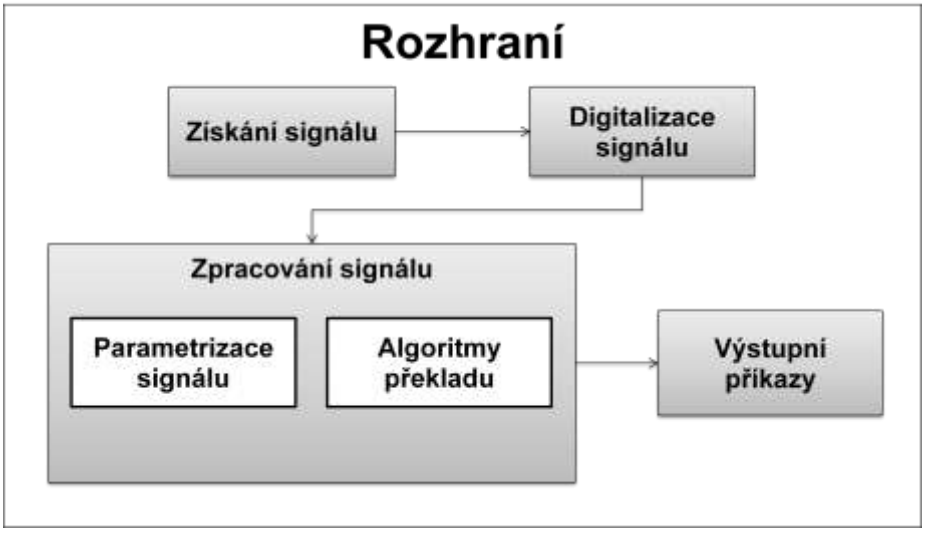
Obr. 1: Schéma řízení systému BCI

EEG zařízení snímá mozkové vlny. Tyto vlny se převádí z analogového na digitální signál.

Parametrizace signálu slouží k zesílení signálů, protože neinvazivní senzory produkují slabý signál, jelikož je tlumí lebka. Dále odstraňuje irelevantní, nadbytečné a některé z předdefinovaných signálů (např. signály generované v důsledku dýchání). [1]

Algoritmy překladu analyzují signály a extrahují všechny důležité, přesné a nejvíce významné signály, které reprezentují různé třídy signálů. Signály odpovídající anotacím nejsou ničím jiným než interpretace signálů v podobě příkazů. [1]

Tyto příkazy jsou výstupem BCI, které mohou sloužit pro ovládání externích zařízení podle záměru uživatele.

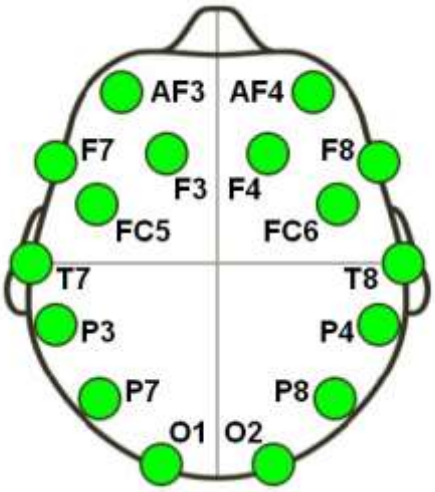


Obr. 2: Schéma řízení systému BCI

Emotiv Epoc (Obr. 3) je určený pro praktické výzkumné aplikace, poskytuje přístup k vysoce kvalitním nezpracovaným EEG datům. Má 14 kanálů EEG + 2 referenční, které nabízejí optimální umístění pro přesné prostorové rozlišení. K počítači se připojí přes chráněnou 2,4 GHz bezdrátovou síť. HW klíč je kompatibilní s USB. Přístroj je napájen lithiovou baterií. [2]

Obr. 3: Emotiv Epoc

Na tomto obrázku (Obr. 4) je zobrazeno rozmístění elektrod přístroje Emotiv EPOC. Jednotlivé elektrody jsou pojmenovány podle rozšířeného systému 10-20 (MCN - Modified Combinatorial Nomenclature) [3]. Referenční elektrody jsou v P3 a P4.



Obr. 4: Rozmístění elektrod dle rozšířeného „systému 10-20“ (MCN)

Testovací model (Obr. 5) je sestaven z Lega Mindstorms EV3 [4].

Obr. 5: Testovací model

Emotiv Epoc dokáže rozpoznávat tyto tři druhy signálů:

- afektivní,
- expresivní,
- kognitivní.

Afektivní signály jsou signály, které vysílá mozek na základě emocí (např. rozčilení, frustrace) nebo meditace. Afektivní signály nejsou vhodné k ovládání externího zařízení, protože jejich dosažení vyžaduje dlouhé soustředění.

Seznam expresivních signálů, které umí detekovat zařízení Emotiv Epoc:

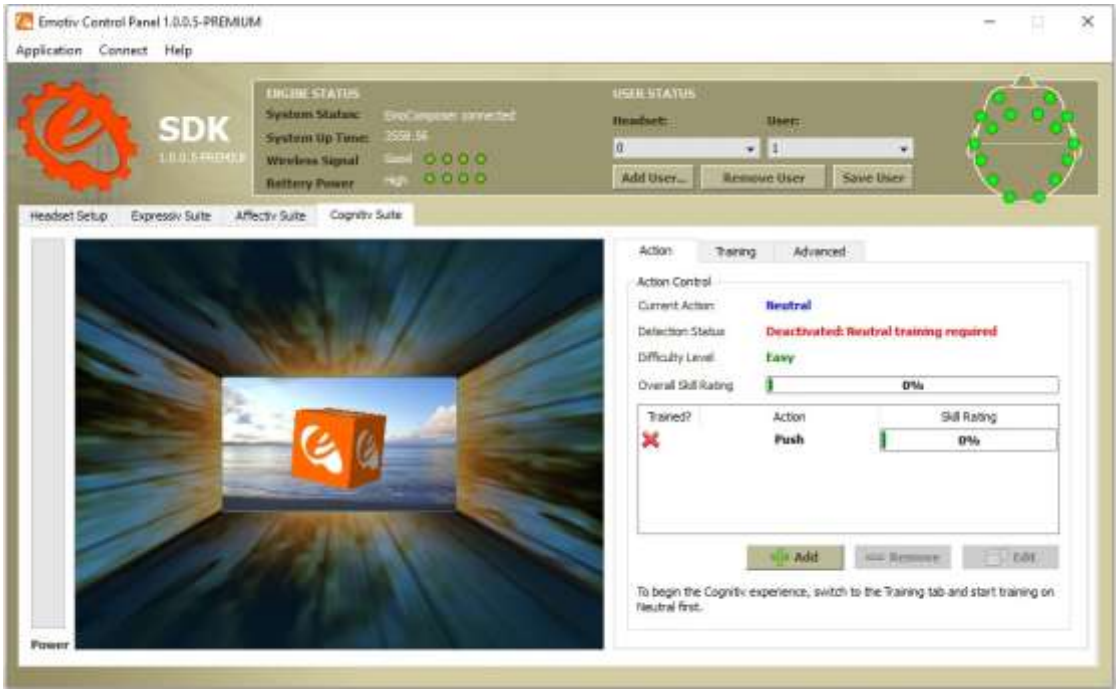
- mrknutí oběma očima (Blink),
- mrknutí levým okem (Left Wink),
- mrknutí pravým okem (Right Wink),
- pohled doleva (Look Left),
- pohled doprava (Look Right),
- zvednutí obočí (Raise Brow),
- zamračení (Furrow Brow),
- úsměv (Smile),
- úšklebek (Clench),
- úšklebek s pravým koutkem nahoru (Right Smirk),
- úšklebek s levým koutkem nahoru (Left Smirk),
- smích (Laugh).

Program Emotiv Control Panel slouží k detekci a tréninku jednotlivých signálů. Na obrázku (Obr. 6) je okno pro expresivní signály.

Obr. 6: Emotiv Control Panel – Expresivní signály

V tomto případě kognitivní signály vysílá mozek na základě představivosti. Uživatel si ve své mysli představí kostku (Obr. 7), se kterou pohybuje v určitém směru. Na základě směru pohybu dokáže detekovat tyto kognitivní signály:

- neutrální (Neutral),
- tlačit (Push),
- přitáhnout (Pull),
- zvednout (Lift),
- klesnout (Drop),
- vlevo (Left),
- vpravo (Right),
- rotace doleva (Rotate Left),
- rotace doprava (Rotate Right),
- rotace podle směru hodinových ručiček (Rotate Clockwise),
- rotace proti směru hodinových ručiček (Rotate Counter-clockwise),
- rotace dopředu (Rotate Forward),
- rotace dozadu (Rotate Reverse),
- zmizení (Disapear).



Obr. 7: Emotiv Control Panel – Kognitivní signály

Program Aplikace 3RO je napsaný v jazyce C#. Po spuštění se objeví toto okno (Obr. 8).

Obr. 8: Aplikace 3RO

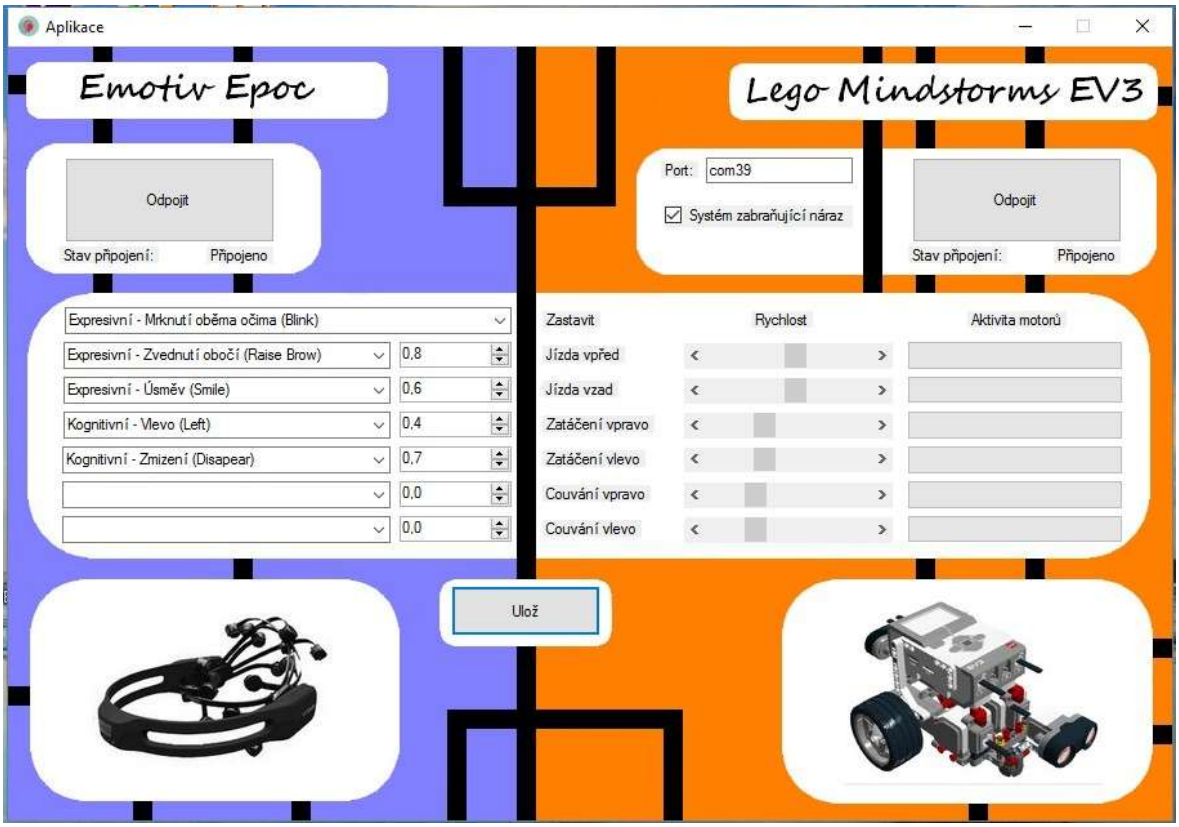
Nyní je nutné si nasadit Emotiv Epoc podle návodu výrobce, který uživatel obdrží s tímto výrobkem. Uživatel si musí spustit program Emotiv Control Panel, aby si mohl zkontrolovat sílu signálu jednotlivých senzorů a popřípadě tuto sílu zlepšit posunutím senzoru na správné místo.

Poté stačí kliknout na tlačítko „Připojit“ na modré straně.

Dále stačí zapnout Lego Mindstorms EV3 (zkontrolovat nastavení bluetooth na zařízení) a spárovat přes bluetooth se svým počítačem.

Poté stačí kliknout na tlačítko „Připojit“ na oranžové straně.

Nyní už si stačí vybrat z nabídky možností a upravit rychlost motorů. Kromě nabídky „Zastavit“ je na výběr 10 expresivních a 13 kognitivních druhů signálů. V nabídce „Zastavit“ je 5 expresivních signálů. Uživatel si nemusí vybrat ze všech nabídek, jak je ukázáno na obrázku (obr. 9). U posledních 5 položek expresivních signálů (zvednutí obočí, zamračení, úsměv, úšklebek a smích) a kognitivních signálů je nutné nastavit akční sílu, která musí být v rozmezí 0-1.



Obr. 9: Aplikace 3RO

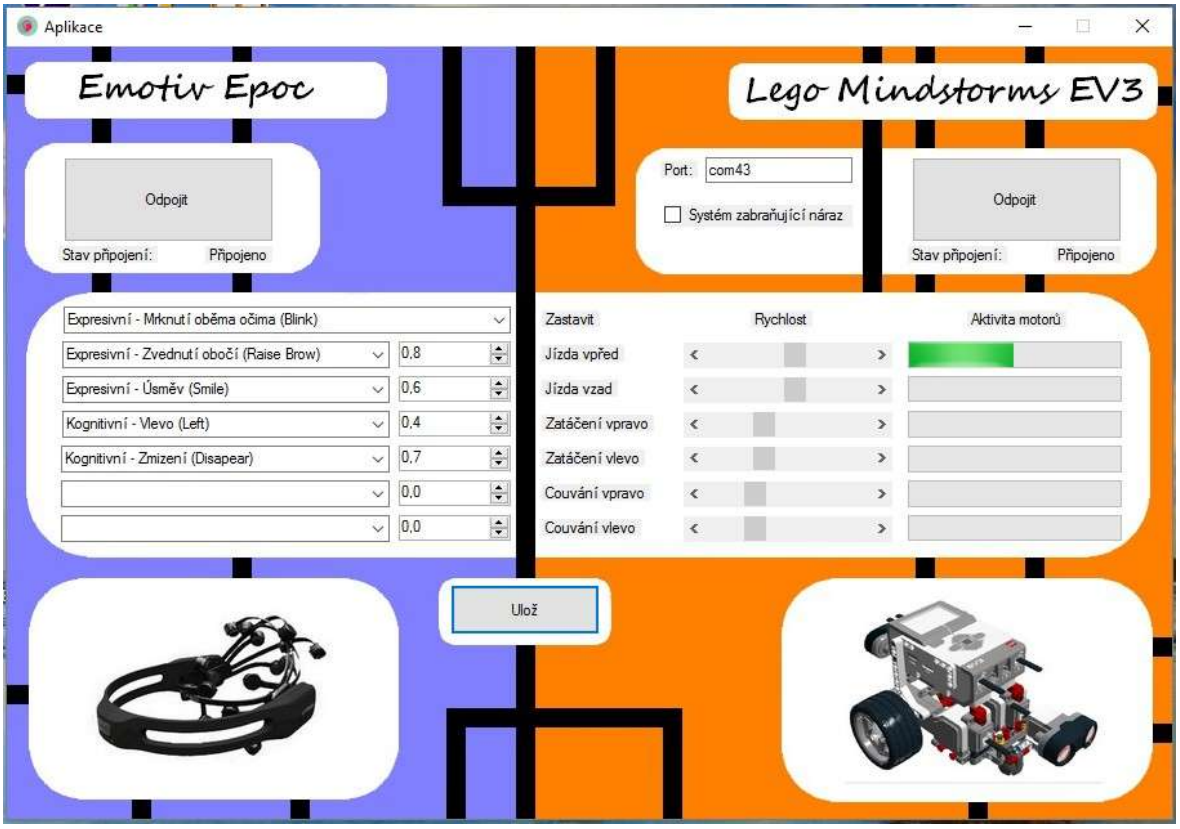
Akční síla reprezentuje jistotu detekce, že uživatel provádí expresivní nebo kognitivní stav spojený s touto akcí.

Defaultní nastavení motorů je:

- 50 – jízda vpřed a vzad,
- 30 – zatáčení vpravo a vlevo,
- 25 – couvání vpravo a vlevo.

Všechny parametry je možné upravovat pouze před spuštěním motorů. Při chodu motorů není možné upravovat nastavení, protože tlačítko „Ulož“ není aktivní a to ukládá všechny prováděné změny.

Pokud běží motory na Lego Mindstorms EV3, objeví se jejich aktivita také v Aplikaci 3RO, jak se možné vidět na obrázku (Obr. 10).



Obr. 10: Aplikace 3RO

Položka „Systém zabraňující náraz“ je defaultně zaškrtnutá. Slouží k ochraně robota před nárazem do překážky. Pokud je položka zaškrtnutá, robot zastaví asi 8 cm před překážkou v případě jízdy vpřed a asi 10 cm v případě jízdy vzad.

Zdroje

[1] NATH, Lina Rani. Brain-Computer Interface (BCI): A novel way to interface directly with the human brain. In: *JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH IN EMBEDDED SYSTEM* [online]. Advanced Research Publication, 2014 [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: http://technology.adrpublications.com/index.php/JoARES/article/view/56

[2] Emotiv EPOC / EPOC+. In: *EMOTIV* [online]. 2014 [cit. 2016-02-01]. Dostupné z: https://emotiv.com/epoc.php

[3] Interpreting EEG Functional Brain Activity. In: *FIU* [online]. 2004 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: https://cate.fiu.edu/sites/default/files/Publications/01266932.pdf

[4] 31313 MINDSTORMS EV3. In: *Lego Mindstorms* [online]. 2016 [cit. 2016-02-01]. Dostupné z: http://www.lego.com/cs-cz/mindstorms/products/31313-mindstorms-ev3

Seznam obrázků

Obr. 1: Schéma řízení systému BCI 2
Obr. 2: Schéma řízení systému BCI 2
Obr. 3: Emotiv Epoc 3
Obr. 4: Rozmístění elektrod dle rozšířeného „systému 10-20“ (MCN) 3
Obr. 5: Testovací model 4
Obr. 6: Emotiv Control Panel – Expresivní signály 5
Obr. 7: Emotiv Control Panel – Kognitivní signály 6
Obr. 8: Aplikace 3RO 6
Obr. 9: Aplikace 3RO 7
Obr. 10: Aplikace 3RO 8