

Технически решения за човеко-машинен интерфейс чрез анализ на активността на мозъка

Георги Кръстев

Technical Solutions for human-machine Interface via Analysis of Brain activity: The paper presents comparative Analysis of three Systems for Brain - Computer Interaction Interface (BCII). It also includes the Technology of NeuroSky, Emotiv EEG and Enobio, Developed by the Company Neuroelectrics.

Key words: Brain-Computer Interaction Interface (BCII), electroencephalography (EEG).

ВЪВЕДЕНИЕ

Интерфейсът човек-компютър чрез анализ на активността на мозъка (Brain-Computer Interaction Interface - BCII) е създаден през последните години. Става дума за уникалното взаимодействие между човек и компютър, което се осъществява след регистриране и обработка на сигнали с произход от човешкия мозък (най-често това са електроенцефалографските сигнали - EEG).

Основните приложения на BCII е в компютърните игри, виртуална реалност, контрол на работи, контрол на изкуствени крайници (подобряване на качеството на живот на инвалидизирани хора, мисловно управление на домакински уреди и др.) и военни приложения. Тези приложения се ограничават от: неточност, предизвикана от недостатъчното познаване на предназначението и функцията на отделните мозъчни центрове; наличие на смущения и артефакти в EEG; интерференция между EEG и електрически сигнали, предизвикани от съседни мускули (лицеви мускули, очни мускули и др.); наличие на закъснение между мисълта, детекцията и обработката на съответните EEG сигнали и др.

С повишаването на интереса към BCII, възниква въпросът с достъпността на технологиите нужни за имплементацията на този интерфейс [1, 2, 3].

В момента мозъчно компютърният интерфейс може да се раздели на три вида:

- Инвазивен – при този метод интерфейсът бива директно поставен във сивото вещество на мозъка с помощта на неврохирургична намеса. Разработките на тези BCII са насочени основно към хора страдащи от слепота, или парализа.

- Частично инвазивен – устройствата от този тип са поставени в черепната кухина, но по-скоро лежат върху повърхността на мозъка вместо да са в самото сиво вещество. Използва се електрокортикография за измерване електрическата активност по повърхността на мозъчната кора.

- Неинвазивен – при този тип BCII положителното е, че не съществува клиничен риск за пациента/потребителят на устройството. Недостатък обаче е това, че устройствата използвани за сваляне на мозъчните вълни имат по-ниска резолюция на сигнала.

Въпреки недостатъците популярността на неинвазивните BCII расте. Към момента е възможно да се намерят сравнително голям брой технологии от различни производители даващи възможност, на потребителят, на ниска цена, било то разработчик или научен работник, за достъп до мозъчните вълни на човек в реално време.

В статията е представен сравнителен анализ на три от най-разпространените решения за неинвазивен BCII.

ИЗЛОЖЕНИЕ

NeuroSky

Използваната технология от NeuroSky позволява само с един електрод (на базата на слушалки MindSet) да разпознае четири различни емоционални състояния на човека: внимание, медитация, безпокойство и сънливост. Опростеното

устройство, ниската цена и възможността да се съвместява с други програми и игри го правят особено привлекателен за любителите на компютърни забавления [5].

Технически характеристики:

- Максимален размах на входния сигнал: 1mV pk-pk;
- Вграден филтър за мрежово захранване: 50Hz/60Hz;
- Честотен филтър: от 3 Hz до 100 Hz;
- Коефициент на усилване: 2000x;
- Разделителна способност на АЦП: 12 bits;
- Честота на дискретизация: 512 Hz;
- Честота на опресняване на данните: 1 Hz.

Важно е да се отбележи, че ограниченията наложени от слушалките водят до ниската честота на извличане на данни, опресняването на данни се извършва по веднъж на секунда за всички мозъчни вълни и eSense състояния. Възможна е и имплементацията на изобразяване на „суровите“ EEG данни. За съжаление производителят не предоставя информация тази възможност.

Emotiv EEG

През декември 2009 Emotiv Systems представя свой BCI продукт наречен Emotiv EEG (фиг. 1). Продуктът представлява система от 14 електрода, които се поставят на главата, както и двусов жирокоп [4]



Фиг. 1 – Система за невро-физиологични изследвания EMOTIV

Описаните състояния в група Cognitiv, могат да бъдат разпознати само след като софтуера придружаващ системата бъде трениран. В последната си версия софтуерът може да разпознава 4 от посочените състояния (мисли) в определен момент.

Емоциите от група Affectiv, според производителя, не винаги отговарят на това, което всъщност чувства потребителят, въпреки че в голяма част от случаите са много близо.

За разлика от Cognitiv и Affectiv групите, Expressiv групата прихваща сигналите изпратени до мускулите в лицето, за да определя всяко едно изражение. При другите групи, след като се снимат данните от мозъка те биват прекарани през сложни алгоритми за определяне на състоянието, което може да доведе до леко забавяне. При лицевите изражения няма такова забавяне и отчитането става в порядъка на 10 милисекунди.

Табл. 1 – Функционалност на Emotiv EEG системата

Функционалност	Група	Разпознавани състояния
	Cognitiv* (Съзнателни мисли)	<ul style="list-style-type: none"> - Посоки: <ul style="list-style-type: none"> ○Ляво ○Дясно ○Горе ○Долу - Придърпване - Избутване - Въртеливи движения: <ul style="list-style-type: none"> ○Завъртане по часовниковата стрелка ○Завъртане обратно на часовниковата стрелка ○Завъртане на ляво ○Завъртане на дясно - Полюшване напред - Полюшване назад
	Affectiv (Емоции)	<ul style="list-style-type: none"> - Вълнение - Ангажираност/Скука - Медитация - Фрустрация/Чувство на неудовлетвореност
	Expressiv (Лицезви Изражения)	<ul style="list-style-type: none"> - Позиция на клепачите - Позиция на веждите - Позиция на очите (по хоризонталната равнина) - Усмивка - Смях - Стискане на зъбите - Самодоволна усмивка
	Движение на главата	<ul style="list-style-type: none"> - Отчита ъгловата скорост при движение на главата наляво и надясно, нагоре и надолу, но не и при въртене.
	Електроенцефалографни данни	<ul style="list-style-type: none"> - Достъп до суровите EEG данни в реално време

За да е възможно да се възползва потребителят от достъпа до суровите EEG данни е нужно да се закупи лиценз за Emotiv SDK. SDK само по себе си предлага няколко версии (табл. 2).

Табл. 2 – Типове SDK

Emotive SDK	Тип хардуер		Достъп до EEG данни
	Emotiv EPOC (\$299)	Emotiv EEG (\$750)	
Lite Edition (безплатно)			
Developer Edition (\$500)	✓		
Research Edition (\$750)		✓	✓
Enterprise Edition (\$2500)	✓		
Education Edition (\$2500)		✓	✓
Enterprise Edition Plus (\$7500)		✓	✓

Предимства:

- Възможност за извличане на ЕЕГ сигнала в суров вид
- Множество разпознавани състояния
- Минимална подготовка преди използване
- Безжична комуникация

Недостатъци:

- Висока цена (в сравнение с други продукти имащи сходни възможности)
- Некомфортност при носене (при хидратиране на електродите с физиологичен разтвор)

Еnobio

Еnobio е разработен от компанията Neuroelectrics и представлява преносим електроенцефалограф (фиг. 2). Еnobio се предлага в 3 разновидности: 8, 20 и 32 канален, като основата (шлемът) и за трите е една. Той предлага на потребителите си качествени отчитания, без смущения тъй като всички електроди са закрепени здраво по скалпа на потребителят [6].

Продуктът, за разлика от този на Emotiv е насочен повече към научната сфера, отколкото към потребителската. Сравнително е улеснена работа на един разработчик, ако реши да създава програми използващи този продукт. Всички нужни библиотеки, заедно с пълна документация и примери могат да се намерят на уеб сайтът на производителя, безплатно. Комплектът за разработка на софтуер включва библиотеки за C#, хедър файлове за C и C++, както и Matlab интерфейс.



Фиг. 2 – Еnobio шлем

Табл. 3 – Спецификация на Еnobio

Брой канали:	Комуникация
8, 20 или 30	Bluetooth
Честотна лента:	Изходни данни
0 до 250 Hz	EDF+, ASCII файлове с данни, TCP/IP поток от данни, данни от акселерометърът (3 осов). Запис на microSD карта памет
Честота на вземане на проба:	Батерията издържа:
500 проби за секунда (SPS)	16 часа
Резолюция:	Размери
24 бита	60 x 85 x 20 мм

Шум:	Тегло
<1 микроволт	65 грама
Съотношение общ режим на отхвърляне:	Честота на запис (Акселерометър)
- 115 dB	3 оси при 100 проби за секунда(SPS)

Предимства:

Висококачествен сигнал, годен за научна работа
 Стабилно закрепване на шлема

Недостатъци:

Единственият недостатък на тази система е цената. При начална цена от около 3000 евро, тя далеч не спада към нискобюджетните решения (от типа Emotiv). Но нека се има предвид факта, че в пазарната ниша, в която е поместена тази система, преобладават цени от порядъка на десетки хиляди евро.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статията е направен сравнителен анализ на три системи за Brain-Computer Interaction Interface (BCII). Включени са технологиите на NeuroSky, Emotiv EEG и Enobio разработен от компанията Neuroelectrics.

Бъдещата работа ще бъде насочена към разработване на системи за научни изследвания за BCII, които да използват данните от многобройните вградени сензори в съвременните човеко-машинни интерфейси.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Karray, F et al. Human-Computer Interaction: Overview on State of the Art. International Journal On Smart Sensing and Intelligent Systems, Vol. 1, No.1, March 2008.
- [2] Preece, J., Rogers, Y. & Sharp, H. (2002) Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction. New York, NY: John Wiley & Sons.
- [3] Preece, J.; Rogers, Y.; Sharp, H.; Benyon, D.; Holland, S. & Carey, T. Human-Computer Interaction. Wokingham (GB): Addison-Wesley.
- [4] <http://www.emotiv.com/>
- [5] <http://www.neurosky.com/>
- [6] <http://neuroelectrics.com/enobio>

За контакти:

доц. д.н. Георги Кръстев, Катедра “Компютърни системи и технологии”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 672, e-mail: gkrastev@ecs.uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.