

Adam Baniuszewicz

nr albumu: 33816

kierunek studiów: Teleinformatyka

forma studiów: studia stacjonarne

specjalność: Sieci teleinformatyczne i systemy mobilne

**ALGORYTMY POLECEŃ MENTALNYCH W INTERFEJSACH
MÓZG-KOMPUTER**

**ALGORITHMS OF MENTAL COMMANDS IN BRAIN-COMPUTER
INTERFACES**

Praca dyplomowa magisterska

napisana pod kierunkiem:

dr. inż. Roberta Krupińskiego

Katedra Przetwarzania Sygnałów i Inżynierii Multimedialnej

Data wydania tematu pracy: 01.11.2018 r.

Data złożenia pracy: TODO r.

Szczecin, TODO

OŚWIADCZENIE AUTORA PRACY DYPLOMOWEJ

Oświadczam, że praca magisterska pn.

„Algorytmy poleceń mentalnych w interfejsach mózg-komputer”

napisana pod kierunkiem:

dr. inż. Roberta Krupińskiego

jest w całości moim samodzielnym autorskim opracowaniem sporządzonym przy wykorzystaniu wykazanej w pracy literatury przedmiotu i materiałów źródłowych.

Złożona w dziekanacie Wydziału Elektrycznego treść mojej pracy dyplomowej w formie elektronicznej jest zgodna z treścią w formie pisemnej.

Oświadczam ponadto, że złożona w dziekanacie praca dyplomowa ani jej fragmenty nie były wcześniej przedmiotem procedur procesu dyplomowania związanych z uzyskaniem tytułu zawodowego w uczelniach wyższych.

.....
podpis dyplomanta

Szczecin, dn. TODO r.

Streszczenie pracy

TODO

Słowa kluczowe

BCI, Elektroencefalografia

Abstract

TODO

Keywords

BCI, Electroencephalography

Spis treści

Wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów	6
Wprowadzenie	7
1. Analiza rozwiązań BCI	9
1.1. Rodzaje interfejsów	9
1.1.1. Inwazyjne	9
1.1.2. Nieinwazyjne	9
1.2. Rodzaje rejestrowanych sygnałów	9
1.2.1. EEG	9
1.2.2. EMG	9
1.2.3. ECG	9
1.2.4. EOG	9
1.3. Charakterystyka wybranych urządzeń komercyjnych	9
1.3.1. Emotiv Insight	9
1.3.2. Emotiv EPOC+	12
1.3.3. Muse 2	13
1.3.4. MindWave Mobile 2	13
1.3.5. OpenBCI Ultracortex <i>Mark IV</i>	13
2. Przegląd dostępnych rozwiązań	15
3. Analiza istniejących algorytmów ekstrakcji cech	17
4. Projekt systemu	19
5. Badania opracowanego systemu	21
Zakończenie	22
Bibliografia	23
Spis tabel	24
Spis rysunków	25
Spis kodów źródłowych	26

Wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów

API	Application programming interface — Interfejs programistyczny aplikacji
BCI	Brain-computer interface — Interfejs mózg-komputer
ECG	Elektrokardiografia
EEG	Elektroencefalografia
EMG	Elektromiografia
EOG	Elektrookulografia
SDK	Software development kit — Zestaw narzędzi do tworzenia oprogramowania

Wprowadzenie

TODO

Cel pracy

TODO

Zakres pracy

TODO

ROZDZIAŁ 1

Analiza rozwiązań BCI

1.1. Rodzaje interfejsów

1.1.1. Inwazyjne

1.1.2. Nieinwazyjne

1.2. Rodzaje rejestrowanych sygnałów

1.2.1. EEG

1.2.2. EMG

1.2.3. ECG

1.2.4. EOG

1.3. Charakterystyka wybranych urządzeń komercyjnych

1.3.1. Emotiv Insight

Insight (patrz rysunek 1.1 na następnej stronie) jest produktem wprowadzonym na rynek w roku 2015 przez firmę Emotiv przy wsparciu crowdfundingu na portalu kickstarter. Jest produktem do użytku codziennego, głównie za sprawą minimalistycznego designu oraz braku konieczności stosowania żelów przewodzących, przeznaczonym do mniej precyzyjnych zastosowań. Jest wyposażony w pięć czujników właściwych oraz dwa referencyjne. Lokalizacja czujników została przedstawiona na rysunku 1.2 na stronie 11. Czas ubrania oraz ustawienia urządzenia oscyluje w granicach 1–2 minut. Parametry urządzenia zostały zestawione w tabeli 1.1 na stronie 12. Koszt produktu na dzień 21 kwietnia 2019 roku wynosi 299\$.



Rysunek 1.1. Helm Emotiv Insight

Źródło: [3]

Firma Emotiv dostarcza do swoich rozwiązań API¹ o nazwie Cortex. Stanowi on podstawę do budowania aplikacji wykorzystujących pobrane z hełmów strumienie danych dzięki wykorzystaniu JSON oraz WebSocket[1]. Cortex ułatwia tworzenie gier, aplikacji oraz rejestrowania danych do późniejszego ich wykorzystania do badań.

Cortex jest wrapperem SDK² firmy EMOTIV. Zapewnia on, w zależności od rodzaju zakupionej licencji, dostęp do różnych strumieni danych z hełmów. Jest kompatybilny z systemami Mac OS oraz Windows. Umożliwia programowanie w językach Java, C#, C++, Python, Ruby, JavaScript (Node.js) oraz PHP.

Licencja Cortex jest dostępna w trzech planach:

Darmowa

- Mental Commands API,
- Performance Metrics API (do 0,1 Hz),
- Frequency Bands API,
- Facial Expressions API,
- Motion data API,

¹API (*ang.* application programming interface) – Interfejs programistyczny aplikacji. Zawiera zestaw reguł i ich opisów, które definiują sposób komunikacji między programami komputerowymi.

²SDK (*ang.* software development kit) – Zestaw narzędzi dla programistów niezbędny w tworzeniu aplikacji korzystających z danej biblioteki.

Tabela 1.1. Parametry Emotiv Insight

Źródło: Na podstawie [5]

Ilość kanałów	5 (+2 referencyjne)
Umieszczenie elektrod	AF3, AF4, T7, T8, Pz
Czujniki referencyjne	DMS/DRL
Rozdzielczość	14 bitów na kanał
Rozdzielczość LSB	0,51 μ V @ 14 bit
Rodzaj czujników	Półsuchy polimer
Detekcja ruchu	9-osiowy czujnik (3x żyroskop, 3x akcelerometr, 3x magnetometr)
Łączność	Bezprzewodowa 2,4GHz/Bluetooth 4.0
Zasilanie	Li-Pol 480 mAh, do 8 godzin pracy

1.3.2. Emotiv EPOC+

EPOC+, pokazany na rysunku 1.3 na następnej stronie, został wprowadzony na rynek w 2013 roku przez firmę Emotiv. Został zaprojektowany do badań wykorzystujących EEG oraz zaawansowanych zastosowań BCI[2]. Jest wyposażony w 14 kanałów właściwych oraz 2 referencyjne (dokładna lokalizacja sensorów została przedstawiona na rysunku 1.4 na stronie 14). W odróżnieniu od Emotiv Insight, omówionego w rozdziale 1.3.1 na stronie 9, wymaga stosowania *mokrych* elektrod, pokrytych nasączonym solą fizjologiczną filcem. Ze względu na większą ilość czujników niż w Emotiv Insight, czas ubrania oraz przygotowania urządzenia do pracy wynosi około 3–5 minut. Parametry hełmu zostały przedstawione w tabeli 1.2. Koszt produktu na dzień 21 kwietnia 2019 roku wynosi 799\$.

Tabela 1.2. Parametry Emotiv EPOC+

Źródło: Na podstawie [5]

Ilość kanałów	14 (+2 referencyjne)
Umieszczenie elektrod	AF3, AF4, F3, F4, FC5, FC6, F7, F8, T7, T8, P7, P8, O1, O2
Czujniki referencyjne	DMS/DRL
Rozdzielczość	14/16 bitów na kanał
Rozdzielczość LSB	0,51 μ V @ 14 bit/0,13 μ V @ 16 bit
Rodzaj czujników	Nasączone solą fizjologiczną
Detekcja ruchu	9-osiowy czujnik (3x żyroskop, 3x akcelerometr, 3x magnetometr)
Łączność	Bezprzewodowa 2,4GHz/Bluetooth 4.0
Zasilanie	Li-Pol 680 mAh, do 12 godzin pracy

Od strony programistycznej urządzenie wykorzystuje to samo API oraz SDK co Emotiv Insight; zostały one omówione w rozdziale 1.3.1 na stronie 9.



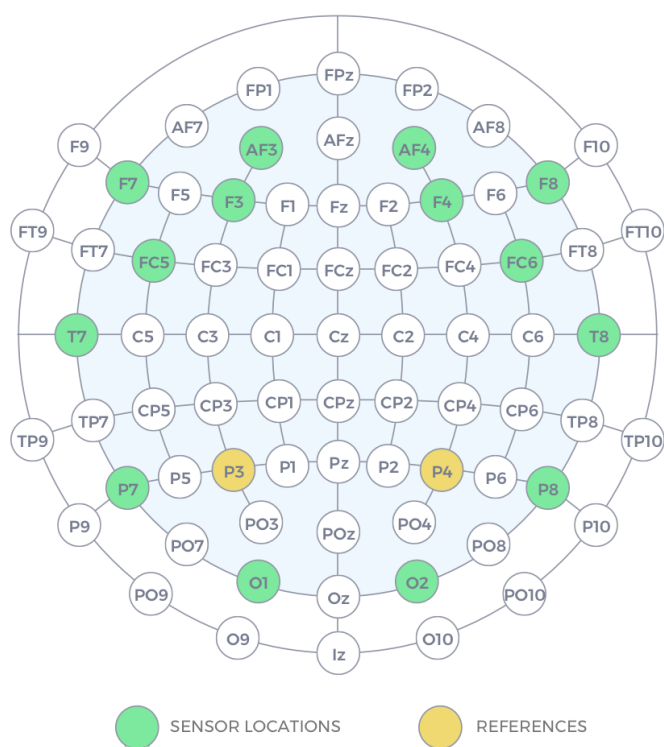
Rysunek 1.3. Helm Emotiv EPOC+

Źródło: [2]

1.3.3. Muse 2

1.3.4. MindWave Mobile 2

1.3.5. OpenBCI Ultracortex *Mark IV*



Rysunek 1.4. Rozmieszczenie sensorów w hełmie Emotiv EPOC+

Źródło: [2]

ROZDZIAŁ 2

Przegląd dostępnych rozwiązań

ROZDZIAŁ 3

Analiza istniejących algorytmów ekstrakcji cech

ROZDZIAŁ 4

Projekt systemu

ROZDZIAŁ 5

Badania opracowanego systemu

Zakończenie

TODO

Bibliografia

- [1] EMOTIV: *Develop with Emotiv*, URL: <https://www.emotiv.com/developer/> (dostęp: 08.04.2019).
- [2] EMOTIV: *EMOTIV EPOC+ 14 Channel Mobile EEG*, URL: <https://www.emotiv.com/product/emotiv-epoc-14-channel-mobile-eeeg/> (dostęp: 21.04.2019).
- [3] EMOTIV: *EMOTIV Insight 5 Channel Mobile EEG*, URL: <https://www.emotiv.com/product/emotiv-insight-5-channel-mobile-eeeg/> (dostęp: 21.04.2019).
- [4] EMOTIV: *Emotiv PRO*, URL: <https://www.emotiv.com/emotivpro/> (dostęp: 08.04.2019).
- [5] EMOTIV: *Headsets comparison chart*, URL: <https://www.emotiv.com/comparison/> (dostęp: 04.04.2019).

Spis tabel

1.1. Parametry Emotiv Insight 12

1.2. Parametry Emotiv EPOC+ 12

Spis rysunków

1.1. Hełm Emotiv Insight	10
1.2. Rozmieszczenie sensorów w hełmie Emotiv Insight	11
1.3. Hełm Emotiv EPOC+	13
1.4. Rozmieszczenie sensorów w hełmie Emotiv EPOC+	14

Spis kodów źródłowych