

AZ INFORMATIKA KORSZERŰ TECHNIKÁI

Cserny László–Hadaricsné Dudás Nóra–Nagy Bálint (Szerk.)

BUZÁNÉ KIS PIROSKA–TERÉNYI ANNA–KOVÁCS DAVID Kérdőíves felmérések megbízhatóságának növe-
lése CZIRKOS ZOLTÁN Egyszerűen megvalósítható
plágiumkeresés nagy létszámú kurzusok beadandó
feladataihoz CSUTA GÁBOR–BERECZ ANTONIA Velünk
élő történelem – A téaskannától a Toy Story-ig
FRIEDEL ATTILA–KACZUR SANDOR Naprendszer szimu-
láció a *Virtuális valóság modellezése* tárgyban ADAM
GRANICZ–ANTON TAYANOVSKIY–LOIC DENUZIERE
Experience Report: Developing a Cloud-Based In-
tegrated Development Environment for F# Web and
Mobile Applications HADARICS KÁLMAN–LEITOLD
FERENC Evaluate security risk for cyber attacks on
information systems HONFI VID SEBESTYÉN–HOR-
VÁTHNÉ KOVÁCS BERNADETT–NAGY MONIKA ZITA
Környezetimodell-építés és adaptálásának aspektusai
HORVÁTH BOTOND–HADARICS KÁLMAN–KOVÁCS DAVID–
LEITOLD FERENC Védelmi intelligenciával rendelkező
ISR kialakítása HOSSZÚ GÁBOR Topológiai eltéré-
sek minimalizálására visszavezetett graféma leszá-
mazási vizsgálatok KATONA JÓZSEF–UJBÁNYI TIBOR–
KÖVÁRI ATTILA Agyszámítógép-interfészek kialaki-
tásának, tervezésének szempontjai KIRÁLY ZOLTÁN
A körző a több száz éves számolóeszköz KOVÁCS
CSABA ISTVÁN–SZABÓ JÓZSEF Active Directory alapú
egységes informatikai azonosítási rendszer bevezetése
a Dunaújvárosi Főiskolán NAGY BÁLINT Hopf-bifur-
cation in higher dimensions NÉMETH GÁBOR–RÉTVÁRI
GÁBOR Igényfüggetlen statikus elosztott útvonalvá-
lasztás – geometriai nézőpont ÖLLÖS GERGELY–VIDA
ROLLAND Lokális extrapolálás vezeték nélküli szen-
zorhálózatokban RÁDAI LEVENTE–HONFI VID SEBESTYÉN–
KIRÁLY ZOLTÁN–MIHALOVICSNÉ KOLLÁR ANITA ERP-
rendszerek oktatása a Dunaújvárosi Főiskolán TÓTH
CSABA–ACOSTON GYÖRGY Development opportuni-
ties of carpooling in Hungary TÓTH LORÁND LEHEL-
RAYMOND PARDEDE–HOSSZÚ GÁBOR Grafémaanalízis
kanonikus összetevők alapján UJBÁNYI TIBOR–
KATONA JÓZSEF–KÖVÁRI ATTILA A non-invazív
mobil EEG-regisztráló és jelfeldolgozó eszközök
összehasonlítása



Dunakavics
KÖNYVEK 2.

DUF PRESS–**Ú M K**

Cserny László-Hadaricsné Dudás Nóra-Nagy Bálint (szerk.)

AZ INFORMATIKA

KORSZERŰ TECHNIKÁI

A kötetet lektorálta Bánkuti Gyöngyi, Berke József, Buttyán Levente, Buza Antal,
Cserny László, Csiszár Csaba, Heszberger Zalán, Joós Antal, Pataricza András,
Póser Valéria, Seebauer Márta, Strauber Györgyi, Tóth János, Zachár András,
Illés Zoltán, Molnár György, Muha Lajos

© Cserny László, Hadaricsné Dudás Nóra, Nagy Bálint, editors 2014

© Ágoston György, Berecz Antónia, Buzáné Kis Piroska, Czirkos Zoltán,
Csuta Gábor, Friedel Attila, Hadarics Kálmán, Honfi Vid Sebestyén, Horváthné Kovács Bernadett,
Kaczur Sándor, Katona József, Király Zoltán, Kovács Dávid, Kővári Attila, Leitold Ferenc,
Mihalovicsné Kollár Anita, Nagy Bálint, Nagy Mónika Zita, Németh Gábor, Öllös Gergely,
Rádai Levente, Rétvári Gábor, Terényi Anna, Tóth Csaba, Ujbányi Tibor, Vida Rolland, 2014

DUNAÚJVÁROSI FŐISKOLA
www.duf.hu

ÚJ MANDÁTUM KÖNYVKIADÓ
www.ujmandatum.hu

Felelős kiadó András István, Németh István
Felelős szerkesztő Nemeskéry Artúr

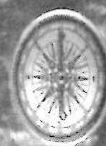
Tördelés Duma Attila
Készült a HTSART nyomdában
Felelős vezető Halász Iván

ISBN 978 963 287 069 4

ISSN 2064-3837

AZ INFORMATIKA KORSZERŰ TECHNIKÁI

Cserny László–Hadaricsné Dudás Nóra–Nagy Bálint (Szerk.)



Dunakavics
KÖNYVEK 2.

DUF PRESS-Ú M K

Budapest, 2014

Tartalom

Előszó (Dr. Király Zoltán—Nagy Bálint)	7
<u>HORVÁTH BOTOND—HADARICS KÁLMÁN—KOVÁCS DÁVID—LEITOLD FERENC</u>	
Védelmi intelligenciával rendelkező ISR kialakítása	9
<u>ADAM GRANICZ—ANTON TAYANOVSKYY—LOIC DENUZIERE</u>	
Experience Report: Developing a Cloud-Based Integrated Development Environment for F# Web and Mobile Applications	21
<u>KOVÁCS CSABA ISTVÁN—SZABÓ JÓZSEF</u>	
Active Directory alapú egységes informatikai azonosítási-rendszer bevezetése a Dunaújvárosi Főiskolán	35
<u>UJBÁNYI TIBOR—KATONA JÓZSEF—KÖVÁRI ATTILA</u>	
A Non-Invazív Mobil EEG-regisztráló és -jelfeldolgozó eszközök összehasonlítása	46
<u>HOSSZÚ GÁBOR</u>	
Topológiai eltérések minimalizálására visszavezetett graféma-leszármazási vizsgálatok	60
<u>FRIEDEL ATTILA—KACZUR SÁNDOR</u>	
Naprendszer-szimuláció a <i>Virtuális valóság modellezése</i> tantárgyban	72
<u>CZIRKOS ZOLTÁN</u>	
Egyszerűen megvalósítható plágiumkeresés nagy létszámú kurzusok beadandó feladataihoz	85
<u>ÖLLÖS GERGELY—VIDA ROLLAND</u>	
Lokális extrapolálás vezeték nélküli szenzorhálózatokban	98

<u>KÁLMÁN HADARICS—FERENC LEITOLD</u>	
Evaluate security risk for cyber attacks on information systems	110
<u>TÓTH LORÁND LEHEL—RAYMOND PARDEDE—HOSSZÚ GÁBOR</u>	
Grafémaanalízis kanonikus összetevők alapján	122
<u>NÉMETH GÁBOR—RÉTVÁRI GÁBOR</u>	
Igényfüggetlen statikus elosztott útvonalválasztás – geometriai nézőpont	137
<u>CSUTA GÁBOR—BERECZ ANTÓNIA</u>	
Velünk élő történelem – A teáskannától a Toy Story-ig	148
<u>CSABA TÓTH—GYÖRGY ÁGOSTON</u>	
Development opportunities of carpooling in Hungary	160
<u>HONFI VID SEBESTYÉN—HORVÁTHNÉ KOVÁCS BERNADETT—NAGY MÓNICA ZITA</u>	
Környezetimodell-építés és adaptálásának aspektusai	171
<u>DR. KIRÁLY ZOLTÁN</u>	
A körző a több száz éves számolóeszköz	181
<u>BUZÁNÉ KIS PIROSKA—TERÉNYI ANNA—KOVÁCS DÁVID</u>	
Kérdőíves felmérések megbízhatóságának növelése	190
<u>KATONA JÓZSEF—UJBÁNYI TIBOR—KÖVÁRI ATTILA</u>	
Agyszámítógép–interfészek kialakításának, tervezésének szempontjai	198
<u>BÁLINT NAGY</u>	
Hopf bifurcation in higher dimensions	205
<u>RÁDAI LEVENTE—HONFI VID SEBESTYÉN—DR. KIRÁLY ZOLTÁN— MIHALOVICSNÉ KOLLÁR ANITA</u>	
ERP-rendszerek oktatása a Dunaújvárosi Főiskolán	211

A Non-Invazív Mobil EEG-regisztráló és -jelfeldolgozó eszközök összehasonlítása

*DF rendszeradminisztrátor
E-mail: ujbanyit@mail.duf.hu

**DF műszaki tanár
E-mail: katonaj@mail.duf.hu

***DF főiskolai adjunktus
E-mail: kovari@mail.duf.hu

Összefoglalás: Az elmúlt években az EEG-jelek mérését és feldolgozását végző eszközök igen nagy fejlődésen mentek keresztül, melynek köszönhetően az alkalmazási lehetőségeik egyre több területre terjednek ki. E cikk ismerteti és összehasonlít néhány ilyen EEG-eszközt.

Kulcsszavak: Agyhullámok, elektroencefalogram (EEG), non-invazív, EEG-headset.

Abstract: In recent years, the measurement and processing of EEG signals have been improved very significantly, which enables the application of these devices in more and more areas. This article describes and compares some EEG devices.

Keywords: Brain-waves, electroencephalogram (EEG), non-invasive, EEG headset.

Bevezetés

A tradicionális EEG-jelrögzítés és az elemzése sokáig csak az agyi elektromos aktivitás időbeli és térbeli tulajdonságainak a grafikus illusztrálására szolgált. Igen hosszú ideig kizárólag a regisztrátumok által meghatározható jellemzőket használták a kiértékelés során, majd a 20. század második felében a digitális korszak kezdetével a jelek kiértékelése, feldolgozása igen nagy változáson ment keresztül. Az EEG-jelek összetett valósidejű matematikai elemzése a digitális technika fejlődésével vált lehetővé.

A digitális jelfeldolgozás megjelenése előtt nagyon körülményes volt a grafikus kinyomtatott regisztrátumok kezelése, kiértékelése.

Ez azonban digitális jelfeldolgozó processzorok (DSP) megjelenésével és a

jelfeldolgozó algoritmusok továbbfejlesztésével az agyjelek kiértékelésére az addig alkalmazott módszerektől eltérő, új algoritmusok segítségével teljesen új kiértékelési módszerek kerültek alkalmazásra, melyek új és pontosabb eredményeket adtak. Az egyik legáltalánosabban alkalmazott algoritmus az úgynevezett kvantitatív EEG (QEEG), melyen alapuló vizsgálatok létrejöttéhez a számítógépes jelfeldolgozás nagyban hozzájárult. QEEG során a digitalizált EEG-jelek Fourier-transzformáció segítségével kerülnek kiértékelésre, mely átalakítás alkalmazásával a jelfrekvencia-összetevői, vagyis a frekvencia-spektruma egzakt módon meghatározható. [1] A technológia fejlődése lehetővé tette olyan mobil mérő- és feldolgozó-eszközök megalkotását, amelyek az orvostudományon kívül számos más területen nyújthat új kutatási lehetőséget. Napjainkban egyre nagyobb teret hódítanak a műtéti beavatkozást nem igénylő, non-invazív eljárást alkalmazó EEG-eszközök. Az EEG-eszközök agyi elektromos jelek érzékelésén és feldolgozásán túl egyéb funkcionalitást is biztosíthatnak a felhasználóik számára, mint egy mobiltelefon headset, amelyek még univerzálisabbá tehetik ezen eszközök felhasználását.

EEG-jelek keletkezése

EEG-jelek keletkezésének modellezésére készített legkorábbi modell a Hodgkin and Huxley's Nobel-díjat kapott modellje, mely 1952-ben került publikálásra. A testünk egyik legnagyobb szerkezete az idegrendszer, amely neuronhálózatok csoportja. Ez a kapcsolatrendszer az egész testünket átszövi. Az idegsejtek képesek egymással kommunikálni, így lehetővé válik az agyból érkező ingerek közvetítése. Azt a kapcsolódási helyet, amelyen keresztül az ingerület egyik sejtről a másikra átkerül, szinapszisként nevezzük. A szinapszist nagyobb részben az egyik neuron sejtteste (axonja) hozza létre a másik neuron idegvégződésével (dendritjével). Az ingerületet hozó idegsejtet preszinaptikusnak a továbbvivőt posztzinaptikusnak nevezzük.

(1. ábra) [2]

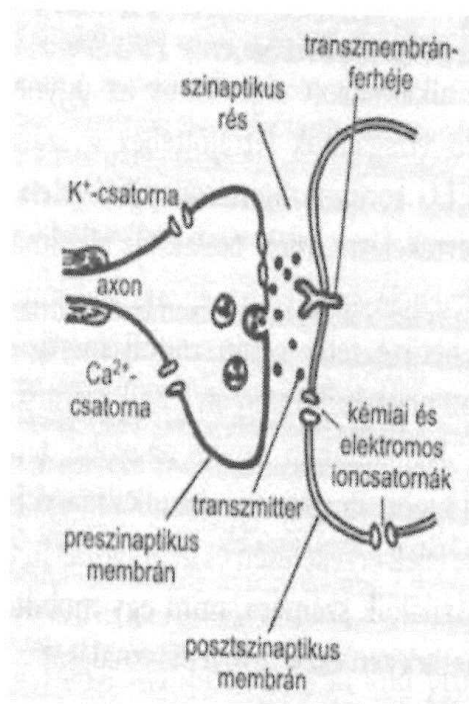
[1] Snyder, S. M.–Hall, J. R. (2006): A meta-analysis of quantitative EEG power associated with attention-deficit hyperactivity disorder. *Clin Neurophysiology*. Oct. Pp. 440–55.

[2] Saeid, S.–Chambers, J.A. (2007): *EEG Signal Processing*. Cardiff University UK: John Wiley & Sons.

[3] The FPish website.
<http://fpish.net>.
(2012. 11. 05.)

[4] The Oauth web-
site. <http://oauth.net>.
(2012. 11. 05.)

1. ábra. Szinapszis, ingerület-átvitel pillanata.



Forrás: <http://www.agr.unideb.hu/ebook/allatelettan/>

A neuronok elektromos potenciáljának összességét elektrofiziológiai aktivitásnak nevezzük. Amikor egy neurotranszmitter tüzelni kezd, a kémiai ingerületátvivő anyagok közvetítésével, a beáramló pozitív ionok depolarizálják az idegsejteket. Ezt a depolarizálást nevezzük posztoszínaptikus potenciálnak (PSP). A szinapszisok keletkezése akkor történik, amikor az egyik neuron axonja kapcsolatba kerül egy másik neuron dendritjével. A két transzmitter közötti részt szinaptikus résnek nevezzük. Az emberi agy közel 100 milliárd neuront tartalmaz. Amikor ezek közül a neuronok közül több ezer összehangoltan tüzelésbe kezd egy adott agyi területen, az mérhető feszültséget eredményez. Ezek a feszültségek az emberi fejbőrön mérhetőek. [3] Az EEG-elektrodákat megfelelően elhelyezve közvetlenül az emberi fejbőrön képesek vagyunk alacsony (5–100 μ V) elektromos potenciált mérni. Továbbá a váltakozó elektromos feszültségek és az általuk keltett áramingadozások következtében mágneses térerősség-változás is mérhető, amely szintén kimutatható az emberi fejbőrön.

Az elektrofiziológiai aktivitást két módon mérhetjük. Az első mérési módszer az úgynevezett invazív a második az úgynevezett non-invazív lehetőség. A non-invazív eljárás során egy EEG-berendezés segítségével a feszültség-változások vagy a mágneses tér változásai is rögzíthetőek. [4]

A legnagyobb hátránya ennek a módszernek, hogy a mért adatok zajosak. A zajok által keltett zavarjelek csökkenthetők invazív módszerrel, ahol az EEG-elektrodákat közvetlenül az agyba műtéti eljárással ültetik be. Ennek következtében a mérés, és a mérés alapján kinyerhető információk pontossága nő [5]. A beültetéshez szükséges műtéti eljárás kockázatai miatt ezt a módszert kevésbé alkalmazzák.

EEG-regisztráló és -jelfeldolgozó eszközök

Az agyjelek érzékelését, valamint továbbítását a jelek feldolgozását végző egység felé – esetleg azonnali feldolgozását – a fejre helyezhető EEG-jeleket mérő érzékelők, valamint ezen érzékelők jeleit feldolgozó, továbbító elektronikus egység segítségével valósítják meg.

Az elmúlt években bárki számára elérhetővé váltak olyan EEG-headsetek is, melyek az agyjelek érzékelésén túl tartalmazzák az érzékelt agyjeleket digitalizáló (esetleg továbbfeldolgozó, például: FFT meghatározását végző), valamint valamilyen digitális kommunikációs csatornán e jeleket továbbítani képes kommunikációs egységet. Ahhoz, hogy ezen eszközök minél mobilabban használhatók legyenek, ezért saját elemről vagy akkumulátorról történő energiaellátással rendelkeznek. A következőkben néhány non-invazív EEG-headset kerül ismertetésre, melyek egyedi fejlesztésű agyszámítógép-interfészek (BCI) megvalósítására is alkalmasak.

NEUROFOCUS

A NeuroFocus az első, több száraz típusú érzékelőt alkalmazó, vezeték nélküli EEG-eszköz (2. ábra). A fejlesztők a laboratóriumi alkalmazásokon túl már megkezdték a kereskedelmi forgalomra szánt eszköz fejlesztését. A TOBI (The European Tools for Brain-Computer Interaction consortium) konzorcium a kutatásokhoz a NeuroFocus-t fogja használni EEG-regisztráló eszközként orvosi alkalmazási célú fejlesztésekre. [6]

A NeuroFocus EEG-szenzorai másodpercenként 2000-szer mérik az agyi aktivitást, majd az adatokat Bluetooth-kapcsolaton keresztül képes továbbítani. A vezeték-nélküliség nagy erőlelépést jelent a hagyományos EEG-eszközökhöz képest, melyek csak kórházi környezetben használhatóak, lehetővé téve ezen eszköz alkalmazását akár egyéb környezetben is. [7]

[5] Sawan, M. et al (2013): Wireless Recording Systems: From Noninvasive EEG-NIRS to Invasive EEG Devices, *Biomedical Circuits and Systems. IEEE Transactions.* Volume 7. Issue 2. Pp. 186–195.

[6] TOBI: Tools for Brain-Computer Interaction: www.tobi-project.org/ (2012. 06. 12.)

[7] Nielsen: *What People Watch*: www.nielsen.com/us/en/nielsen-solutions/nielsen-measurement/consumer-neuroscience.html (2013. 01. 24.)

[8] Jasper, H. H. (1958): The ten-twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalography Clin Neurophysiology*. 10: 371–375.

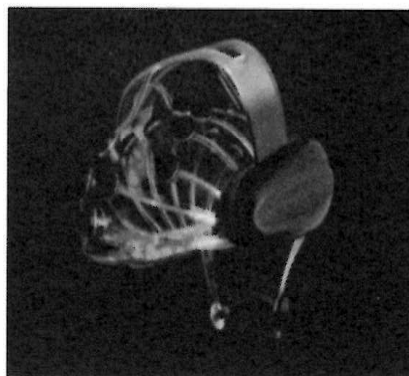
Az eszköz a nyers, mért adatokon túlmenően feldolgozott információkat is képes szolgáltatni.

Az eszköz fontosabb tulajdonságai:

- teljes agyi területre kiterjedő sokcsatornás EEG-eszköz;
- szabványos mérési pontokon történő mérés [8];
- adatokat vezeték nélküli átvitelen képes továbbítani;
- száraz elektródákat alkalmaz, így a szenzorok könnyen cserélhetőek;

Az EEG-headset hátránya, hogy egyrészt többcsatornás érzékelő kialakítású, amelynél az érzékelők a fej felső részén érintkeznek a fejbőrrel, ezért felhelyezése a megfelelő jelérzékelés biztosítása miatt körülményesebb.

2. ábra. NeuroFocus EEG-headset



Forrás: <http://www.neurofocus.com>

IMEC ÉS HOLST CENTRE ÁLTAL FEJLESZTETT EEG-HEADSET

A Holst Centre és IMEC 2009-ben mutatták be első EEG-fejhallgató prototípusukat, mellyel egy egyszerűen használható EEG-mérőeszközt alakítottak ki. (3. ábra) A headseten összesen 10 elektróda van a nemzetközi 10–20 szabvány szerint elhelyezve [8]. A Kereskedelmi EL120-as headsetben újrafelhasználható Ag/AgCl bevonattal ellátott elektródákat használtak, melyek speciális tervezésűek, ezzel biztosítva a megfelelő érintkezést hajon és szőrön keresztül is. Az elektródák speciális foglalatokban vannak rögzítve, melyek biztosítják a kellő mozgási szabadságot és a megfelelő jelátvitelt.

A technológia még fejlesztés alatt van, és a fejlesztés célja a séta közbeni EEG-adatok rögzítése. Ennek megvalósításához meg kell oldaniuk a mozgás és egyéb fiziológiai zavarok kompenzálását, a száraz elektródák és a hozzájuk tartozó áramkörök illetve az EEG-adatok feldolgozására alkalmas ultra-alacsony fogyasztású processzor kifejlesztését. [9]

Az EEG-rendszer egy az EEG-jelek mérésére alkalmas ultra-alacsony fogyasztású ASIC (Application Specific Integrated Circuit) áramkörre épül, amely nagy zajelnyomással és így alacsony zajszinttel jellemezhető. Az integrált EEG-mérő rendszer tartalmaz egy alacsony fogyasztású mikrokontrollert és vezeték nélküli átvitelt megvalósító egységet, lehetővé téve a helyi adatfeldolgozást és vezeték nélküli kommunikációt. [9]

3. ábra. IMEC és a Holst Centre által fejlesztett EEG-headset (2009).



Forrás: <http://www.imec.be/ScientificReport/SR2009/HTML/1213373.html>

2011-ben bemutatták a headset továbbfejlesztett változatát, melyet egy prototípus EEG-headsetbe integráltak (4. ábra). A prototípus a felhasználó fejére könnyen felhelyezhető. A rugós felfüggesztés javítja a stabilitást, valamint egy mágneses csuklós mechanizmus ad lehetőséget az egység finombeállítására. Az elektródák mágneses rögzítése a cserét gyorsá és egyszerűvé teszi. Egyes esetekben zselé használatára is lehetőség nyílik. A rendszer szintén Ag/AgCl elektródákat használ. A prototípus az EEG-jeleket 10 m-re lévő vevőegység felé tudja továbbítani. [10]

[9] Imec: *Imec and Holst Centre bring brain wave monitoring to your home:* http://www2.imec.be/be_en/press/imec-news/imecEEGMD-MWest.html (2011. 02. 08.)

[10] Imec: *Imec, Holst Centre and Panasonic Present Wireless Low-power Active-Electrode EEG Headset:* http://www2.imec.be/be_en/press/imec-news/imeceeg2012.html (2012. 11. 4.)

[10] Imec: Imec, Holst Centre and Panasonic Present Wireless Low-power Active-Electrode EEG Headset: http://www2.imec.be/be_en/press/imec-news/imeceeg2012.html (2012. 11. 4.)

4. ábra. IMEC és a Holst Centre által fejlesztett EEG-headset (2011).



Forrás: http://www2.imec.be/be_en/press/imec-news/imecEEGMDMWest.html

Az eszköz újabb továbbfejlesztését adták ki 2012-ben a Panasonic céggel közösen. Javították az eszköz által mért EEG-jelek regisztrálásának minőségét. Az alacsony fogyasztású ($750\mu\text{W}$) jelfeldolgozó egységnek köszönhetően akár 22 órán keresztül képes a 8 érzékelő jelének a rögzítésére, és vezeték nélküli kapcsolaton keresztül történő továbbítására. [10]

5. ábra. IMEC, Holst Centre és Panasonic által fejlesztett EEG-headset (2012).



Forrás: http://www2.imec.be/be_en/press/imec-news/imeceeg2012.html

HYDRODOT EEG-RENDSZER

A Hydrodot EEG-rendszer egy fejre illeszthető keretből, valamint a 10–20 szabvány szerint elhelyezett EEG-érzékelőkből áll (6. ábra). Az eszköz eldobható szenzorokat alkalmaz. A fejre illeszthető keret segítségével a szenzorok precízen pozícionálhatók. A rendszer zselés típusú Ag/AgCl szenzorokat alkalmaz. A mért elektromos jelek egy kábelon keresztül bármilyen szabványos EEG-eszközzel feldolgozhatóak. Az eszközt elsősorban kórházi sürgősségi és intenzív ellátás céljára fejlesztették ki. Az eszköz hátránya, hogy egyszerű használatos és felhelyezése, viselése kevésbé komfortos. [11]

6. ábra. Hydrodot EEG-rendszer.



Forrás: <http://www.hydrodot.net/>

EMOTIV EPOC EEG-HEADSET

Az Emotiv System fejlesztette ki az Emotiv EPOC EEG-headsetet. Nem szabványos vezeték nélkül kapcsolaton csatlakoztatható számítógéphez (7. ábra). Az EmoKey software segítségével a parancsokhoz billentyű-kombinációk rendelhetők, így az eszköz egy számítógép vezérlésére könnyen alkalmassá tehető. Az EPOC 14 elektródát alkalmaz (szemben az általában 19 elektródát alkalmazó kórházi rendszerekkel). Fejforgást is képes mérni a beépített két-tengelyes gyorsulásmérőnek köszönhetően. Többféle alkalmazás-fejlesztői csomag is elérhető az eszközhöz. [12]

[11] Hydrodot:
The hydrodot EEG system:
<http://www.hydrodot.net/>
(2010. 12. 03.)

[12] Emotiv:
EEG System – Electroencephalography:
www.emotive.com (2012. 01. 27.)

[13]

NeuroSky:
Brain Wave
Sensors
for Every
Body: [www.
neurosky.com](http://www.neurosky.com)
(2013. 10. 31.)

Az eszköz az alábbi információkat szolgáltatja:

- Kognitív: Elképzelt mozgás (bal, jobb, fel, le, előre és fordulás, forgás)
- Arckifejezések: egyenkénti szemhéj- és szemöldök-pozíció, szempozíció (mosoly, nevetés) azonosíthatók. Az arckifejezéseket az EEG-szenzorok által érzékelt arcon lévő izmok jelei alapján azonosítja az eszköz és nem agyi hullámok feldolgozása alapján.
- Fejforgás: beépített gyorsulásmérővel mérhető, melyek az EEG-feldolgozástól függetlenek.
- Egyéb: izgatottság, figyelem és ennek ellenkezője.

A headset tulajdonságai alapján a legalkalmasabbnak tűnő választás, akár általános irányítási és egyéb vezérlési feladatok végzésére.

7. ábra. Emotiv EPOC EEG-headset.



Forrás: <http://emotiv.com/>

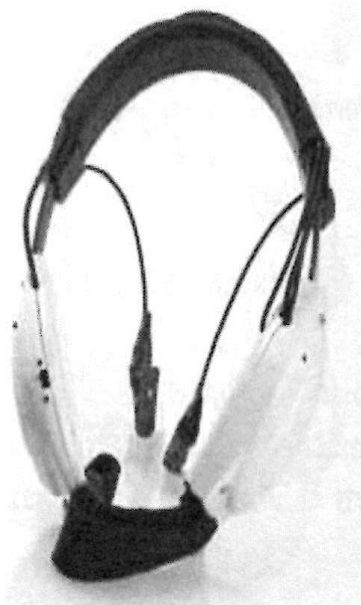
NEUROSKY EEG-HEADSETEK

NeuroSky EEG-eszközeinek kifejlesztése során számos egyetem működött közre, mint például a Stanford, Carnegie Mellon, University of Washington, University of Wollongong, Trinity College. Az eszközben rozsdamentes ötvözetből készült száraz EEG-szenzort alkalmaznak az agyi elektromos jelek érzékeléséhez. A ThinkGear jelfeldolgozó egység végzi a mért agyjelek szűrését, kiértékelését és az agyhullám-információk meghatározását. Az EEG-eszközök egyszerűbb felépítésűek, viselésük komfortosabb, valamint relatív olcsók. [13]

MINDFLEX

A MindFlex szintén a NeuroSky által fejlesztett technológiára épülő eszköz (8. ábra). Az eszköz egy vezérelt egységből és egy vezeték nélküli EEG-headsetből áll. A készülék egy érzékelőt és két referencia pontot alkalmaz, melyek közül az érzékelő a homloklebeny részen helyezkedik el, a másik kettő referencia a fül alsó részére van felcsíptetve. A NeuroSky által kifejlesztett ThinkGear technológia segítségével a headsetben található jelfeldolgozó egység képes a koncentráció/figyelem értékét meghatározni. [13]

8. ábra. MindFlex.



Forrás: http://mindflexgames.com/how_does_it_work.php

MINDWAVE

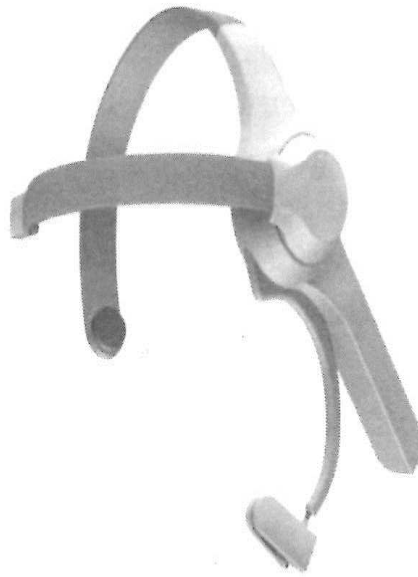
A Mindwave EEG-headset a MindFlexhez hasonló eszköz, annak továbbfejlesztett változata, mely a pislogás detektálására is alkalmas. Az eszköz vezeték nélküli kapcsolatra is képes (9. ábra). [13]

[13]
NeuroSky:
*Brain Wave
Sensors
for Every
Body:* [www.
neurosky.com](http://www.neurosky.com)
(2013. 10. 31.)

[[14]

BrainAthlete:
*Mental Sports
Training using
Brain Wave:*
<http://brain-athletesports.com/> (2012.
03. 23.)

9. ábra. Neurosky Mindwave EEG-headset.



Forrás: <http://www.neurosky.com/>

BRAIN ATHLETE

Ezen EEG-sapkát elsősorban sportolók számára fejlesztették (baseball-játékosok, teniszezők, golfozók számára), akik információkat kaphatnak a sportolás közben előálló mentális állapotukról. Az eszköz beépített akkumulátort tartalmaz és Bluetooth kommunikációra képes. [14]

11. ábra. Neurosky Brain Athlete EEG-headset.



Forrás: <http://www.neurosky.com/>

MINDSET

A MindSet mind általános, mind kutatási célokra is használható EEG-headset (12. ábra). A headset beépített akkumulátort tartalmaz, valamint szabványos Bluetooth-kapcsolaton kommunikál, és hagyományos telefon headsetként is alkalmazható, sőt szabványos Bluetooth-fejhallgatóként is, valamint PC-vel történő kommunikáció esetén egy külön vezérlőgombbal egyéb funkciók is elérhetőek. Az eszköz mind a feldolgozott (agyhullám-információk a 3–50 Hz frekvenciatartományban), mind pedig a nyers mérési adatokat is szolgáltat, illetve figyelem/koncentráció, meditáció-értéket is meghatároz. [13]

[13]
NeuroSky:
Brain Wave
Sensors
for Every
Body: www.neurosky.com
(2013. 10. 31.)

12. ábra. Neurosky MindSet EEG-headset.



Forrás: <http://www.neurosky.com/>

EEG-headsetek összehasonlítása

Az alábbi táblázatban összefoglalóan látható az előzőekben ismertetett EEG-headsetek néhány fontosabb paramétere (1. táblázat).

1. táblázat. EEG-headsetek összehasonlítása.

	Akkumulátoros táplálás	Érzékelők száma	Érzékelő típusa	Vezetéknélküli adatátvitel	Információ típusa
NeuroFocus	Igen	18	Száraz	Igen (Bluetooth)	Feldolgozott
IMEC és Holst Centre	Igen	10	Száraz/ Zselés	Igen (egyéb)	Feldolgozott
Hydrodot	Nem	20	Zselés	Nem (vezetékes)	Nyers adat
Emotiv EPOC EEG	Igen	14	Száraz	Igen (egyéb)	Feldolgozott
MindFlex	Igen	1	Száraz	Igen (egyéb)	Feldolgozott
Mindwave	Igen	1	Száraz	Igen (egyéb)	Feldolgozott /Nyers adat
Brain Athlete	Igen	1	Száraz	Igen (Bluetooth)	Feldolgozott
MindSet	Igen	1	Száraz	Igen (Bluetooth)	Feldolgozott/Nyers adat

Az összehasonlításból látható, hogy a vizsgált EEG-eszközök legtöbbje vezetéknélküli kapcsolattal rendelkezik és akkumulátoros táplálású. Ez lehetővé teszi, hogy az eszközök viselése minél komfortosabb, kevésbé zavaró legyen. A beépített alacsony fogyasztású jelfeldolgozó egységnek köszönhetően akár feldolgozott információk közvetlen szolgáltatására is alkalmasak, mely nagyban megkönnyíti alkalmazásukat és egyéb eszközökhöz történő illesztésüket. Kereskedelmi forgalomban elsősorban az

Emotiv és a Neurosky EEG eszközei elérhetőek, ezek a legolcsóbb és legkomfortosabb, legegyszerűbben felhelyezhető eszközök. A gyártó weboldalán található információk alapján a NeuroSky által gyártott Mindwave \$100, míg az Emotiv fejlesztési célokra is használható, nyers adatokat is szolgáltató headset \$750. A táblázat alapján az is látható, hogy míg a Neurosky egy érzékelőt alkalmaz, addig a többi eszköz több érzékelő segítségével gyűjt információt az agyi tevékenységről. Természetesen több – a fej eltérő részén elhelyezett – érzékelő felhasználásával több információ is kinyerhető, mint például az elképzelt mozgás.

Összegzés

Az ismertetett EEG-jelfeldolgozó eszközök a tradicionális EEG-regisztráló berendezésekhez képest igen nagy fejlődésen mentek keresztül, melynek köszönhetően az alkalmazási lehetőségeik kibővültek. Cikkünk összefoglaló képet adott az EEG-n alapuló non-invazív eljárást alkalmazó EEG-mérésadatgyűjtő és -feldolgozó eszközök tulajdonságairól. Az összefoglalás alapján megállapítható, hogy ma már több olyan EEG-mérésadatgyűjtő és -feldolgozó eszköz is elérhető, melyek nem igényelnek speciális alkalmazási ismereteket, használatuk egyszerűsödött. Ennek következtében már nem csak orvosi jellegű alkalmazásokban merülhet fel használatuk, hanem egyéb más területekkel is bővíthet, mint például a reakcióidő csökkentése, az éber állapot megfigyelése, az elképzelt mozgás detektálásán alapuló irányítások. A kereskedelmi illetve kutatási célra kifejlesztett, bárki számára elérhető EEG-regisztráló és -jelfeldolgozó eszközök folyamatosan fejlődnek, így a jövőben számos új, további funkciókkal bővített eszköz láthat napvilágot.

Hogyan nyerhetünk őszinte válaszokat kényes kérdésekre bizonyos kérdőíves felmérések esetén? (Buzáné-Terényi-Kovács) ⑤ Természetes nyelvű szövegeken alkalmazható plágiumkereső módszert mutat be. (Czirkos) ⑤ A cégóriások sűrű kavalkádjában egy élet körvonalait rajzoljuk ki. (Csuta-Berecz) ⑤ A cikk ismerteti a *Virtuális valóság modellezése* című tantárgy egy feladatának meghatározását, objektumorientált tervezését. (Friedel-Kaczur) ⑤ Evaluate security risk for cyber attacks on information systems. (Hadarics-Leitold) ⑤ Feltárjuk a fokozott környezeti érzékenységgű terület konfliktusvizsgálatához hasznosítani kívánt matematikai-statisztikai modell alapvetéseit. (Honfi-Horváthné-Nagy) ⑤ Bemutatjuk egy többszintű határvédelemmel rendelkező, KKV hálózatában egymással kommunikáló eszközök rendszerének kiépítését. (Horváth-Hadarics-Kovács-Leitold) ⑤ A cikk a grafémák (betűk, képjelek és írásjelek) leszármazási kapcsolatainak felderítésével foglalkozik. (Hosszú) ⑤ Ismertetünk néhány, az EEG-jelek mérését és feldolgozását végző eszközt. (Katona-Ujbányi-Kővári) ⑤ Körzővel végezhető műveletek, melyek alkalmazásával történelmünk nevezetes épületeit felépítették. (Király) ⑤ Bemutatjuk a Dunaújvárosi Főiskolán kialakított autentikációs és autorizációs infrastruktúrát (AAI), amely magába foglalja a belső és külső azonosítást és jogosultságkezelést igénylő rendszerek kiszolgálását is. (Kovács-Szabó) ⑤ A *Drosophila melanogaster* biológiai óráját leíró dinamikai rendszerben meghatározzuk a paraméterek azon lehetséges értékét, ahol Hopf-bifurkáció léphet fel. (Nagy) ⑤ Igényfüggetlen statikus elosztott útvonalválasztás ekvivalens geometriai megfogalmazása. (Németh-Rétvári) ⑤ Adaptív architektúra, mely képes vezeték nélküli szenzorhálózatokban dinamikusan kiaknázni az érzékelési mintákban rejlő redundanciát. (Öllös-Vida) ⑤ A DUF integrált vállalatirányítási rendszerekkel kapcsolatos oktatási tevékenysége. (Rádai-Honfi-Király-Mihalovicsné) ⑤ This paper aims to ascertain the current and to predict the future position of carpooling in Hungary by analyzing two surveys. (Tóth-Ágoston) ⑤ Az ismeretlen eredetű székely-magyar rovásírással készített feliratok meghatározására kidolgozott új eljárást mutat be. (Tóth-Pardede-Hosszú) ⑤ Az EEG-típusú eszközök működésén alapuló agyszámítógép-interfész (BCI) rendszerek szempontjai. (Ujbányi-Katona-Kővári)

Ára 2890 Ft

ISBN 978 963 287 069 4



9789632870694