FRI-ONLINE-1-CCT1-07

BRAIN COMPUTER INTERACTION WITH EMOTIV INSIGHT HEADSET[7]

Eng. Ivan Ralev, PhD Student
Department of Computer Systems and Technologies,
University of Ruse "Angel Kanchev", Bulgaria
Tel.: +359 897 552223
E-mail: iralev@uni-ruse.bg

Prof. Georgi Krastev
Department of Computer System and Technology,
University of Ruse "Angel Kanchev", Bulgaria
Tel.: +359 82 888 672
E-mail: georg@uni-ruse.bg

Abstract: *The paper reviews brain computer interaction and the Emotive insight headset as a means of emotion recognition. The paper is divided into three parts, the first describes the ways of emotion recognition and the importance of this new type of communication, the second describes the emotive insight headset and the software with which the recognition and processing of signals, and the third part give suggestions for use in the daily activities and life of the average user.*

Keywords: *HCI,* BCI, Emotiv *Insight Headset*

ВЪВЕДЕНИЕ

Засичането на емоциите на потребителя и използването им за комуникиране и управление на определен вид софтуерно приложение или някакъв вид робот набира популярност през последните десетина години. Освен в медицината, където се използва за постигане на самостоятелност на извършване на ежедневни нужди на лица с някакво заболяване на двигателната или нервната система, навлиза и в индустрията при работа в среда с висок риск на опасност, както и в ежедневието на обикновения потребител в частност в областта на компютърните и видео игрите за постигане на по-реалистично преживяване. Интерфейсът човек-компютър, чрез анализ на активността на мозъка (Brain-Computer Interaction Interface - BCII) е създаден през последните години (Krastev, G. 2014). 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 електро-енцефалографски сигнали - ЕЕГ) (Krastev, G., Dineva, V. 2015). Мозъчно-компютърния интерфейс (МКИ) може да бъде причислен към технологиите на бъдещето. Когато се разглеждат технологии е важно да се разбира и точният смисъл, който се влага в термина технология, а именно това е съвкупност от определени изходни средства, които са насочени към постигане на дадена цел и желан резултат (Borisov B., Sabev N., 2020). В зависимост от стадия на развитието и съществуването си може да се разграничат шест групи:

- отпадаща: използвана за дълъг период, но към настоящия момент неефективна и неефикасна;
- широко използвана до момента: сравнена с по-нови технологии даващи по-лоши резултати;
- съвременна: широко използвана, даваща удовлетворяващ резултат, задоволяваща потребителя. Използва се за еталон;
- водеща/модерна: даваща по-високи резултати сравнена със съвременната технология, с по-добро съотношение разход/полза, използваща съвременни научни достижения;

[7] Докладът е представен на заседание на секция 3.2 на 29 октомври 2021 с оригинално заглавие BRAIN COMPUTER INTERACTION WITH EMOTIV INSIGHT HEADSET

- пилотна/иновативна: намираща се в етап на разработка или тестване и използваща новооткрити принципи и свойства. Характеризира се с високо обществено очакване;

- на бъдещето/очаквана: основава се на налични данни и проучвания, прогнозиращи последващото им развитие и използване от обществото. Залага се на нарастващите изисквания и очаквания на новите поколения, като има сериозен научен и практически интерес към развитието и прилагането й. (Borisov B., Sabev N., 2020)

За да бъде ефективно изследването, внедряването и използването на определена технология е нужно да се избере и правилната целева група от потребители, в която да се приложи. За нуждите на сегашното проучване се обособяват следните групи:

- битови потребители, които биха използвали този нов вид комуникация за забавление, като например видео игри;

- потребители извършващи трудова дейност в отрасли с висок риск на опасност или отровна среда;

- потребители (пациенти) с някакъв вид увреждане или недъг. (Borisov B., Sabev N., 2020)

ВИДОВЕ ЕМОЦИИ И НАЧИНИ ЗА ЗАСИЧАНЕ

Емоцията представлява точно определено психично състояние, което може да бъде следствия от субект, обстоятелство или действие. Това психично състояние обикновено има външна наблюдаема страна. Емоциите могат да бъдат положителни или отрицателни, както и да се наблюдава липса на такива. Хардуерните устройства, който се използват са най-разнообразни по начин на работа, размер, цена и ергономичност и правилният им избор оказва силно значение върху ефективността и ефикасността на търсения резултат.

Емоцията може да бъде засечена чрез наблюдение на външни белези или чрез засичане на електро-химични сигнали. Най-разпространеният и донякъде евтин вариант е да се използва компютърното зрение, който се причислява към засичането чрез наблюдаване на външни белези. При него чрез компютърна камера се проследява цялото тяло или избрани части от него. Например положението на очите, размера на зеницата изразяват определена емоция. При някой хора може да се наблюдава и промяна в цвета на ириса при състояние на силна възбуда или ярост. Положението на устните (усмивка, присвиване, отваряне на устата) определя емоцията. Конкретни движения на горни и долни крайници, пръсти, положение на торс, глава издават какво е външното състояние. Емоционалното състояние влияе върху ендокринната система, изразяващо се чрез промяна на количеството отделен секрет от жлезите. Това може да бъде наблюдавано видимо чрез овлажняване на части от лицето (отделяне на пот), но може и да не е видимо, изразяващо се с изсушаване или овлажняване на кожата на ръцете, водещо до промяна на електрическата проводимост на кожата. Това отчитане се осъществява чрез поставяне на специални електроди в ръкавици или друга част от облеклото, контактуващи непосредствено с епидермиса на потребителя и извършващи постоянно измерване на тази проводимост, изчисляваща се чрез промяна на стойността на измереното съпротивление. При по-суха кожа, то е по-високо, т.е. ниска проводимост и обратно, при по-овлажнена – по-висока. Обикновено при тревога, стрес, мъка (отрицателни емоции) проводимостта се увеличава, а при положителни емоции (радост) тя намалява. Друг често срещан вариант за определяне на емоция е да се използва електро-енцефалография (ЕЕГ). Техниката на засичане използва електроди, които отчитат дължината на вълната създадена от невроните в човешкия мозък. Има два варианта инвазивен, при който се имплантират електродите оперативно и неинвазивен, като те са вградени в шлем или устройство наподобяващо каска или шапка и отчитането става на известно разстояние. Първият метод дава по-добра възможност за правилно и точно определяне на стойностите на тези вълни, но втория е по-щадящ потребителя. Вълните съдържащи ЕЕГ сигналите са разделени в шест групи, които са посочени в таблица 1 (Xin Wan , Kezhong Zhang, S. Ramkumar, J. Deny,G. Emayavaramban, M. Siva Ramkumar, Ahmed Faeq Hussein, 2019).

Таблица 1. Честотна лента ЕЕГ

Честотна лента	Честота, Hz	Възникване на сигнала
Alpha	8-15	Покой, затворени очи
Beta	16-31	Усилена мисъл, внимание, силно внимание, угриженост
Gamma	> 32	Комбиниране на две различни действия, например четене и писане
Delta	<4	Вълни при новородени
Theta	4-7	По-високи при малки деца, изчезват при възрастни
Mu	8-13	Моторни образи в състояние на покой

Точно кои външни белези изразяват точно определено психично състояние е строго определено за всеки индивид и трябва да се разглежда като уникално негово състояние. Разбира се тези състояния могат да се поставят в конкретни граници. Калибрирането или обучението на алгоритмите да откриват правилното емоционално изразяване на отделния потребител усложнява масовото използване.

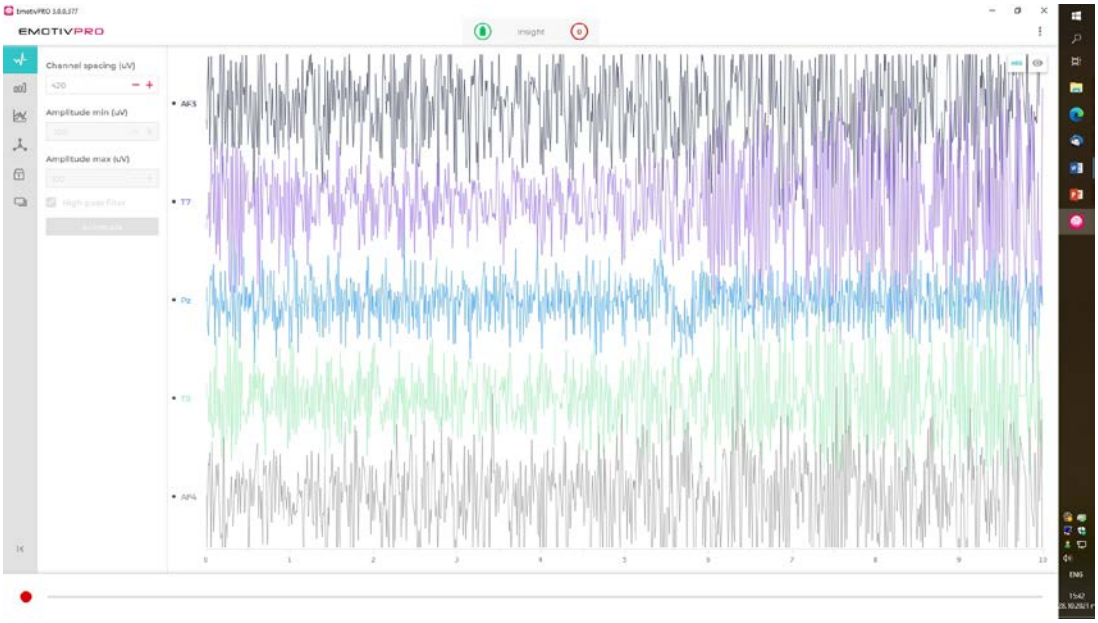
EMOTIV INSIGHT HEADSET ОБЗОР И НАЧИН НА РАБОТА

Шлемът на Emotiv Insight е пример за хардуерно средство засичащо емоции. Начинът му на работа е основан на принципа на електро-енцефалографията (ЕЕГ). Използваният метод е неинвазивен, като точките, от които се събират данни са ограничен брой. Emotiv Insight е проектиран за ежедневна употреба използващ модерна електроника, засичаща мозъчната активност, използвайки пет канална ЕЕГ. Сензорите са полусухи полимерни, чрез което се постига лесно използване и почистване. Минималното време за настройка е около две минути (Martina Zabcikova, 2019). Комуникацията с компютърната система се осъществява чрез безжична връзка или жично посредством USB порт. Има възможност за следене движението на главата чрез девет вградени сензора за движение. Честотната лента на засичаните сигнали е в границата от 0.5 до 43 Hz. Отчитаните емоционални състояния са: вълнение, ангажираност, почивка, интерес, стрес, фокус. В спецификацията е указано разпознаване изражението на лицето: мигане (с ляво, дясно или и двете очи), изненада, намръщено лице, усмивка, присвито лице.

EMOTIV използва три вида алгоритми с помощта, на които се извършва откриване на сигнали и последващо машинно обучение. Това са алгоритъм за показател на ефективност, за психични команди и за изрази на лицето. При първия се измерват шест различни когнитивни състояния: вълнение (възбуда), интерес (валентност), стрес (фрустрация), ангажираност/скука, внимание (фокус) и медитация (релаксация), като това става в реално време. Стойностните граници на тези показатели са определени посредством извършено мащабно наблюдение на различни целеви групи от разнороден характер. При всяка една от тях се цели постигане на определено емоционално състояние. Групите са наблюдавани от психолог, като освен шлема на EMOTIV са наблюдавани и други биометрични показатели: сърдечна честота, дишане, кръвно налягане, кръвен обемен поток, импеданс на кожата и проследяване на очите. Алгоритъмът за психични команди осигурява на потребителя възможност за обучение на система, като посредством разпознаване на умствени команди може да бъде извършено управление на софтуер или роботизирана система, която да премества предмети или управлява екзоскелет. Алгоритъма за откриване на изрази на лицето картографира активацията на различни мускулни групи, както и движението на очите и обикновено е използван за анимиране на аватар, но може да намери приложение и в управлението на друг софтуер (https://www.emotiv.com/insight/).

На сайта на производителя може да бъде изтеглен разнообразен софтуер работещ с шлема на Emotiv insight. В настоящия доклад се прави кратко описание на част от него.

EmotivPRO е цялостно решение на EMOTIV за научни изследвания в областта на неврологията, като позволява създаване и публикуване на експерименти в тази област. Може да се отчитат и анализират ЕЕГ данни в една интегрирана софтуерна среда. На фигура 1 може да се види интерфейса на програмата.



Фигура 1. Emotiv PRO

Потребителят получава достъп до различните изгледи в EmotivPRO, използвайки менюто в лявата част на екрана, включващо следните функции:

- Необработен ЕЕГ: позволява следене на поток от данни в реално време или запис от сензорите на шлема.
- FFT/Band Power: извършва честотен анализ на едноканални ЕЕГ данни в реално време или на записани данни.
- Показатели за производителност: позволява преглеждане в реално време или записани показатели за ефективност за шест когнитивни състояния: стрес, ангажираност, интерес, вълнение, фокус и релаксация.
- Сензори за движение: позволява преглеждане на поток от данни в реално време или записан от цифровите сензори за движение на шлема, със 7-канални кватерниони и данни от акселерометър.
- Пакети от данни: позволява преглеждане на поток от данни в реално време или на запис на пакети (https://www.emotiv.com/insight/).

EmotivBCI е мозъчен компютърен интерфейс (МКИ), който позволява управление на машини, използвайки директно мозъчната дейност на потребителя, като това се случва без междинни устройства като мишка, клавиатура, сензорен екран или глас. Технологията на EMOTIV преобразува мозъчните вълни в цифрови сигнали, които могат да се използват за управление на безкраен брой цифрови изходи. EmotivBCI може да се използва на компютър с инсталирана операционна система Mac или Windows, като позволява преглеждане и обучение на потоци от данни, използвани за МКИ. Тези потоци от данни може да се обособят в следните групи:

- Психични команди - позволяват активен контрол със специфични мисли, които предварително системата е обучена да разпознава. Може да се тренират до четири команди на профил за обучение и да се създадат неограничен брой профили.

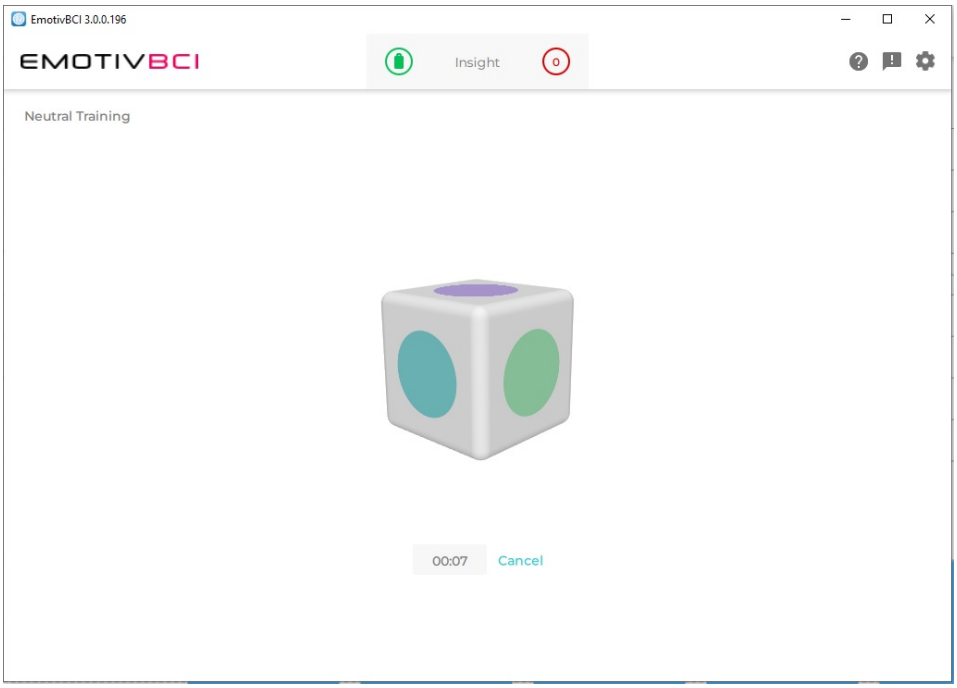
- Показатели за ефективност - позволяват пасивен и непрекъснат контрол въз основа на когнитивно състояние на потребителя в реално време, включително измерване на фокус, вълнение, интерес, ангажираност, стрес и релаксация. Не се изисква обучение.

Предлагат се два допълнителни потока от данни, които не са директно от мозъка, но могат да бъдат приложени за подобряване на МКИ системата:

- Изрази на лицето – предизвикани от събития с движения на мускулите на лицето и очите. Не се изисква обучение, но може да се тренират някои изрази, за да се направят по-точни и персонализирани.
- Сензори за движение - улавят движенията на главата, които могат да се приложат, например за преместване на мишката или за задействане на други команди.

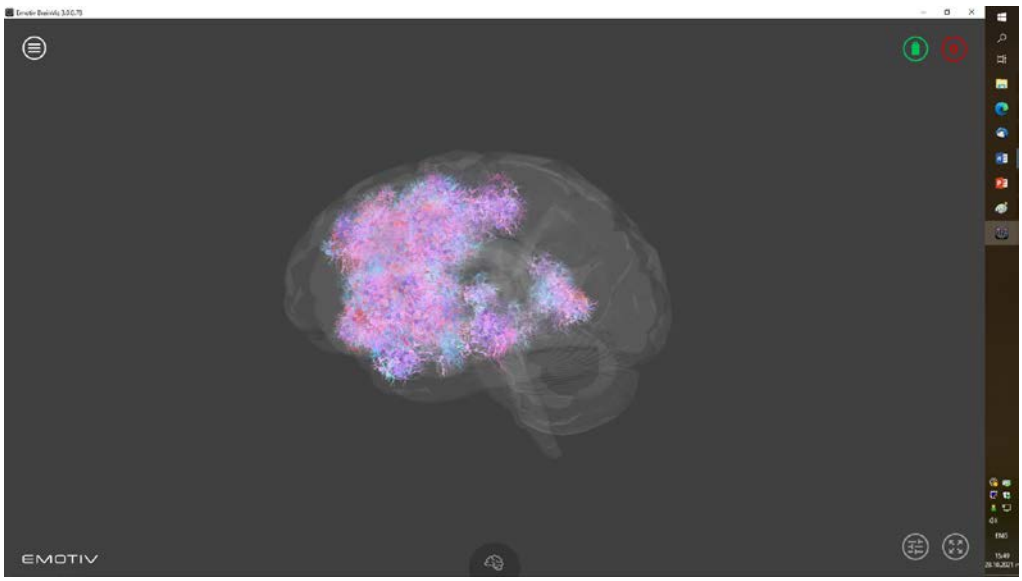
Персонализираните профили за обучение, които се създават в EmotivBCI, могат да се използват с предоставения софтуер с инструменти „Node-RED“ за управление на IoT устройства, роботи и социални медии. Потребителският МКИ профил може да се използва и в други приложения разработени от конкретен програмист, свързани с EMOTIV чрез услугата Cortex. В комбинация с вградения сензор за движение, може да се симулира компютърна мишка, управлявана от мозъка без ръце, в медиен плеър може да се регулира силата на звука или пропускането на песен в зависимост от настроението и много други опции (https://www.emotiv.com/insight/).

На фигура 2 може да бъде видян интерфейса на приложението.



Фигура 2. EmotivBCI

EMOTIV BrainViz осигурява визуализация в реално време посредством цветно кодирани проекции на информация за честотната лента, която бива отчитана от мозъка на потребителя и е идеален инструмент за демонстрации, презентации и образователни цели. Предоставя възможност за изучаване на основните области на мозъка и какво представляват различните честотни ленти. Позволява промяна интензитета на различните честотни ленти, подчертаване на различни области на мозъка и избиране на 3D изглед, който потребителя желае. Интерфейса на програмата може да бъде видян от фигура 3 (https://www.emotiv.com/insight/).



Фигура 3. EMOTIV BrainVIZ

ПРИЛОЖЕНИЕ НА МКИ

Мозъчно компютърният интерфейс може да намери приложение в почти всяка дейност на човек, при която се изисква взаимодействие с електронно изчислителна машина. В настоящия доклад се разглеждат три вида целеви групи: потребители използващи технологията за забавление, потребители извършващи дейност в рискова среда и потребители (пациенти) с увреждане.

Първата група включва тези потребители, които използват МКИ за повишаване на удовлетвореността по време на компютърна или видео игра или за управление на ефектите по време на гледане на филм с добавена реалност. Например по-време на компютърна игра, в която лицето играе срещу управлявани от компютъра герои и целта е те да бъдат елиминирани, посредством отчитане нивото на стрес и натоварване може те да се управлява, по такъв начин, че да не отегчават играча при положение, че с лекота се справя с врагът или обратно, ако среща много голяма трудност това би го отблъснало. В образователните (сериозните) игри, където се задават въпроси и трябва да се посочи правилен отговор измежду посочени възможни такива, чрез проследяване на нивото на стрес, безпокойство, сърдечен ритъм може да се разбере дали дадения отговор е посочен на случаен принцип или е основан на база знание и размисъл.

Втората група обхваща лицата извършващи дейност в рискова работна среда. Например служител отговарящ за управление работата на ядрен реактор, едро габаритна транспортна машина (самолет, кораб) или хирург извършващ сложна операция трябва да се яви на работа и да изпълнява възложените му задължения в добро психично и емоционално състояние. Разработването и внедряването на система, която е в състояние на определи това състояние на работника, като отчита външните и вътрешни белези за емоционалното му състояние ще може да осигури една допълнителна защита, човек в не пригодно състояние да не извършва отговорна и криеща риск от авария или бедствие дейност.

Третата група се състои от хора с някакво увреждане, било то физическо или психическо и целта е чрез управление на определени устройства те да получават възможност за спокоен живот. Например джойстикът на електрическа инвалидна количка може да бъде заменен от устройство засичащо мозъчната активност на човека с увреждане и управлението да се осъществява посредством неговата мисъл.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

След направена поредица от тестове на шлема на Emotiv Insight и софтуера наличен от сайта на производителя е установено, че ефективността му към този момент клони към нула,

тъй като качеството на разпознаване на ЕЕГ сигнали рядко надвишава нула. В бъдеще ще бъдат направени по-подробни проучвания за подобряване на контакта на сензорите и извличане на по-високо качество на наблюдавания сигнал. Устройството е с много лоши ергономични качества изразяващи се с прекалено голямо притискане на сензорите до главата на потребителя. От производителя има посочени два начина за връзка на устройството с компютър – чрез USB или безжично (посредством bluetooth). По време на експериментите е установено, че първия начин на свързване е само за зареждане на батерията му. Към настоящия момент шлема не може да бъде използван като средство за интелигентна човеко-компютърна комуникация.

БЛАГОДАРНОСТ

Тази публикация е разработена с подкрепата на проект BG05M2OP001-1.001-0004 UNITe, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.

REFERENCES

Borisov B., Sabev N. (2020), Compendium for the evaluation of health technologies in medical devices (Оригинално заглавие: Борисов Б., Никола Събев, (2020), Компендиум за оценка на здравни технологии при медицински изделия), ISBN 978-954-337-412-0

Chang S. Nam, Anton Nijholt, Fabien Lotte, 2018, Brain–computer interfaces handbook

Chean Khim Toa, Kok Swee Sim, Shing Chiang Tan, 2021, Electroencephalogram-based attention level classification using convolution attention memory neural network, Digital object identifier 10.1109/access.2021.3072731

F Lotte, L Bougrain A Cichocki, M Clerc, M Congedo, A Rakotomamonjy, F Yger, 2018, A review of classification algorithms for EEG-based brain–computer interfaces: a 10 year update, F Lotte et al 2018 J. Neural Eng. 15 031005, https://doi.org/10.1088/1741-2552/aab2f2

Krastev, G. (2014). Technical Solutions for Human-machine Interface via Analysis of Brain activity. Proceedings of University of Ruse, vol. 53, b. 3. 2., p. 54-58.

Krastev, G., Dineva, V. (2015). Neurofeedback software. Communication with MindSet headset. Proceedings of University of Ruse, vol. 54, b. 3. 2., p. 47-51.

Krastev, G., Dineva, V. (2015). Visualization of brain waves generated by MindSet headset. Proceedings of University of Ruse, vol. 54, b. 3. 2., p. 62-66.

Martina Zabcikova, (2019), Visual and Auditory Stimuli Response, Measured by Emotiv Insight Headset, MATEC Web Conf. Volume 292, 2019 23rd International Conference on Circuits, Systems, Communications and Computers (CSCC 2019)

Xin Wan , Kezhong Zhang, S. Ramkumar, J. Deny,G. Emayavaramban, M. Siva Ramkumar, Ahmed Faeq Hussein (2019), A review on electroencephalogram based brain computer interface for elderly disabled, Digital object identifier 10.1109/access.2019.2903235

A comprehensive toolkit for conducting neuroscience research and education.

https://www.emotiv.com/insight/ (Accessed on 05.10.2021)