

CONTEMPORARY MEDICAL AND SOCIAL ASPECTS AND APPLICATION OF THE INTELLIGENT HUMAN-COMPUTER INTERACTION

Ivan Rozalinov Ralev

University of Ruse „Angel Kanchev”, Bulgaria, iralev@uni-ruse.bg

Abstract: The paper describes the application of the intelligent human-computer interaction (HCI) as a tool to support the rehabilitation therapy of patients, prevention of addictions, integration of people with disabilities in society. HCI is a set of input-output devices through which the interaction between a person and a computer takes place. Efforts are being made to bring it much closer to natural communication between individuals. It is necessary to divide the target groups according to their need for this type of new communication. The existing technologies, devices and software providing human-computer communication are considered. Intelligent HCI is divided into several more general groups depending on the technology of detection of symbols and signals and these are: optical (computer vision), acoustic (sound), bionic (brain waves, neural signals), tactile (sensory) and motion based. Of these conditional groups, the least popular among the mass consumer is the bionic, which has so far been used mainly of an experimental nature or in limited areas of production and medicine. That is why it is of interest for research and its implementation in this type of users and can be attributed to the technologies of the future. Research in the field of brain-computer interface (BCI), which is a division of HCI and uses bionic technology, gives great hope to people with special needs to regain their independence not only in communicating with others but also in fulfilling various everyday needs. At the end of the paper a brief systematization of the described technologies and devices is made and they are grouped by different indicators: ergonomics, reliability, fast action, influence of external factors, mobility, price, from which an analysis of their significance for real use can be performed for certain groups of people and whether this will contribute positively to their recovery, prevention of diseases, addictions and disability, as well as to their social integration. Their efficiency, effectiveness and applicability are assessed from the point of view of the assessment of health technologies, as a tool for undertaking and implementing positive health policy actions.

Keywords: human-computer interaction, health technologies

СЪВРЕМЕННИ МЕДИКО-СОЦИАЛНИ АСПЕКТИ И ПРИЛОЖЕНИЕ НА ИНТЕЛИГЕНТНИЯ ЧОВЕКО-МАШИНЕН ИНТЕРФЕЙС

Иван Розалинов Ралев

Русенски университет „Ангел Кънчев“, Република България, iralev@uni-ruse.bg

Резюме: Статията описва приложението на интелигентния човеко-машинен интерфейс (ЧМИ) като средство, подпомагащо възстановителната терапия на пациенти, превенция на зависимости и интеграция на хора с увреждане в обществото. ЧМИ представлява набор от входно-изходни устройства, посредством които се извършва взаимодействието между човек и изчислителна машина. Усилията са насочени то да се доближава в голяма степен до естествената комуникация между отделните хора. Нужно е да се направи разделение на целевите групи в зависимост от потребността им от такъв вид нова комуникация. Разглеждат се съществуващите технологии, устройства и софтуер, осигуряващ общуването човек – компютър. Интелигентният ЧМИ се разделя на няколко по-обща групи в зависимост от технологията на засичане на символи и сигнали и това са: оптична (компютърно зрение), акустична (звукова), бионична (мозъчни вълни, невронни сигнали), тактилна (сензорна) и на база движение. От тези условни групи, най-слабо популярна сред масовите потребители е бионичната, която до този момент се използва основно с експериментален характер или в ограничени сфери на производството и медицината. Именно затова тя представлява интерес за научни изследвания и за внедряването ѝ при този тип потребители и може да се причисли към технологиите на бъдещето. Проучванията в сферата на мозъчно-компютърния интерфейс (МКИ), който е подразделение на ЧМИ и използва бионична технология, дава голяма надежда на хората със специални потребности да възстановят своята независимост не само при общуването с другите, но и в изпълнението на различни всекидневни битови дейности. В края на статията се прави кратко систематизиране на описаните технологии и устройства като те се групират по различни показатели: ергономичност, надеждност, бързо действие, влияние от външни фактори, мобилност, цена, от което може да се извърши анализ на значимостта им за реално използване при определени групи хора и на приноса им за тяхното възстановяване, превенция

на заболявания, зависимости и инвалидизация, както и за социалната им интеграция. Извършва се преценка на тяхната ефективност, ефикасност и приложимост от гледна точка на оценката на здравните технологии, като инструмент за предприемане и внедряване на положителни здравно-политически действия.

Ключови думи: човеко-машинен интерфейс, здравни технологии

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Компютърната техника е навлязла в живота и ежедневието на почти всеки човек, под формата на персонален компютър, таблет, смарт телефон, смарт часовник и други. Освен за работа или за развлечение, изчислителните машини в комбинация с подходящо разработен софтуер, могат да намерят приложение и като средство, подпомагащо възстановителната терапия на пациенти, превенция на зависимости, интеграция на хора с увреждане в обществото. Съществуват разнообразни периферни устройства, чрез които хората и компютрите си взаимодействат и това е област на изследване на Човеко-машинния интерфейс (ЧМИ). Той обединява набора от входно-изходните средства, необходими за осъществяването на тази комуникация. Класически представители на такива устройства са компютърната мишка и клавиатура. С развитието на технологиите и навлизането на компютрите от работното място в дома на хората, тези устройства започват да стават недостатъчни за цялостната удовлетвореност на потребителя и се налага промяна в начина и типа на взаимодействието и управлението на изчислителните машини. Интелигентният ЧМИ се стреми да замени традиционния ЧМИ с нов вид, който да направи комуникацията човек-компютър близка до тази човек-човек. Примери за интелигентен ЧМИ са разпознаването на жестове, проследяване движението на очите, разпознаване на емоции (радост, тревога, страх, гняв и др.), наблюдаване на сърдечен ритъм, мускулни съкращения и други.

2. ЦЕЛЕВИ ГРУПИ

За да бъде ефективно и ефикасно използването на интелигентния ЧМИ, е необходимо потребителите да бъдат разделени в целеви групи в зависимост от потребността им от такъв нов вид управление и взаимодействие с компютър. Това разделение може да бъде направено според различни показатели, но като цяло за нуждите на настоящото изследване са оформени следните групи. Първата е в зависимост от проблема на потребителя и са обособени две подгрупи:

- потребителят има физически проблем – заболяване на опорно-двигателния апарат, мускулна дистрофия, липса на крайник и др.;

- потребителят има психически проблем – някакъв вид пристрастяване към наркотици, алкохол, цигари, фоточувствителна епилепсия, неврокогнитивни разстройства (деменция, дислексия), разстройства на настроението (биполарно разстройство).

Втората е според желанието на потребителя да използва ЧМИ:

- потребители, проявяващи интерес от технологията, докато е в експериментален период и губещи интерес след навлизането ѝ;

- потребители, страхуващи се от новите технологии и изчакващи тестването им от голяма част от населението и след това ползващи ги;

- потребители, които не ги е страх да експериментират и използват новите технологии.

Третата според начина на запознаване с новата технология:

- потребителят е насочен от медицинско лице;

- потребителят е информиран от приятел, колега, роднина;

- потребителят сам търси информация.

3. ТЕХНОЛОГИИ НА ЗАСИЧАНЕ

Интелигентният ЧМИ може да бъде разделен на няколко по-обща групи в зависимост от технологията на засичане на символи и сигнали и това са:

- оптична (компютърно зрение) - Тази група може би е най-разпространена сред потребителите и съответно най-позната. В основата ѝ като средство за засичане на сигнал се използва камерата. Тя може да бъде обикновена уеб камера, 3D камера, стереоскопична. Освен камера може да се използват и инфрачервени светодиоди и на база отразен светлинен поток да се изгради пространствен образ на околната среда. Това е много разпространена техника за засичане на жестове;

- акустична (звукова) – Като хардуерно устройство обикновено се използва микрофон. Прилага се за разпознаване на глас, управление на системи чрез гласови команди. Интересен вариант е използване принципа на ехолокацията за изграждане на пространствен образ;

- бионична (мозъчни вълни, невронни сигнали) – Тази технология има за цел да определи конкретното състояние на биологичните функции на човешкия организъм и да ги използва за управление или общуване с компютърната система. Засичането на мозъчните вълни става най-често чрез електроенцефалограма (ЕЕГ). Когато човек желае да направи някакво действие, с ръка например, в мозъка се изгражда така нареченият моторен образ, който е с определена дължина на вълната, която може да бъде отчетена. Начинът за това може да бъде инвазивен (имплантиране на електроди) и неинвазивен (поставяне на електроди на повърхността на главата), като вторият метод е по-щадящ пациента, но по-малко резултатен. Отчитането на пулс, кръвно налягане, движение на очите и положение на погледа, съкращаване на мускулите и други влизат в тази група;

- тактилна (сензорна) – Това е основана на сензори технология. Използва се от тривиалните представители на ЧМИ: от традиционните мишка и клавиатура до специални ръкавици, които отчитат положението на пръстите на потребителя, положението на ръката в пространството, както в покой, така и извършвайки определено движение. Сензорите могат да бъдат за натиск, движение, температура, налягане и други;

- на база движение – Докато другите технологии отчитат някакво състояние, независимо дали тялото е в покой или извършва някакво движение, тук целта е да се провери дали има преминаване от определено състояние на покой в друго такова състояние за определен кратен период или отчитане на изминато разстояние за единица време, т.е. определяне на скоростта на изпълнение. Представители са жироскопът и акселометърът.

Изброените групи не могат да бъдат изолирани една от друга и се допълват в известна степен. Проектирането и реализацията на конкретно хардуерно устройство за ЧМИ обикновено включва няколко от тези технологии. Пример за това е камерата на Creative Intel RealSense SR300 снабдена със стандартна камера, 3D камера, инфрачервен излъчвател и приемник и микрофон.

Когато се описват технологии е важно да се разбира и точният смисъл на термина технология, а именно това е съвкупност от определени изходни средства, които са насочени към постигане на дадена цел и желан резултат. 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 неефективна;
- 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;

- 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 ѝ.

Тактилната група може да бъде причислена към широко използваната до момента технологии, тъй като на нейния принцип са основани устройствата за ЧМИ още от създаването на компютъра. Акустичната и на база движение се причисляват към съвременната, а оптичната към водеща/модерна тъй като жестовото и лицевото разпознаване набира много голяма популярност, особено сред съвременните мобилни телефони като средство за достъп и управление. От описаните групи, най-слабо популярна сред масовите потребители е бионичната, която до този момент се използва основно с експериментален характер или в ограничени сфери на производството и медицината. Именно затова тя представлява интерес за научни изследвания и за внедряването ѝ при този тип потребители, и може да се причисли към технологиите на бъдещето. Проучванията в сферата на мозъчно-компютърния интерфейс (МКИ), който е подразделение на ЧМИ и използва бионична технология, дава голяма надежда на хората със специални потребности да възстановят своята независимост не само при общуването с другите, но и в изпълнението на различни всекидневни битови нужди.

4. ПРИЛОЖЕНИЕ НА ИНТЕЛИГЕНТНИЯ ЧМИ

При хора с увреден слух ЧМИ може да бъде много полезен за нормалното им общуване с околните. Съществуват научни разработки на база компютърно зрение и специализиран софтуер за разпознаване на езика на жестовите, който да бъде възпроизведен, чрез текст или глас, като по този начин лицето с увреден слух може да общува свободно с хора, непознаващи жесто-мимичната комуникация. Разпознаването на определени букви от азбуката, изпълнени посредством пръстите и положението на дланта на ръката, не

може да бъде извършено единствено чрез обикновено сканиране пиксел по пиксел и сравнение по цвят на кожата, тъй като е необходимо разпознаване в дълбочина, т.е. следва да се изгради компютърен триизмерен образ на ръката. За изпълнение на това условие е необходимо да се използва стереоскопична, 3D камера или инфрачервена камера и впоследствие да се извърши анализ на полученния образ. Често се използва базирано на скелет разпознаване, като във всяка точка на движение (например става) и връх на пръст, се поставя точка. Ако се вземе например човешката длан, такива точки ще има на върха на пръстите, китката, ставните връзки на фалангите. Като за начална точка се използва китката, се намира дължината на вектора до всяка друга. Предварително се знае каква е дължината в относителна стойност на всички вектори при конкретно зададени положения на ръката и сравнявайки ги с текущо засечените може да се установи сегашното положение. Например, ако са свити пръсти без палеца (знак „да“), дължината на вектора от китката до върха на палеца ще е по-голяма от векторите на другите пръсти. Аналогично може да се представят и други знаци направени от потребителя. Трябва да бъде отчетен и фактът, че една дума може да представлява съвкупност от няколко жеста или преминаване от едно статично положение към друго. Засичането, обработката и възпроизвеждането под формата на текст или звук, трябва да става в приемлив интервал от време, тъй като ако има прекалено забавяне в този процес на комуникация между лицето със слухово увреждане, при лицето без такова, ще настъпи отегчение и раздразнение. Описаният начин на засичане на жест е приложим и при терапевтична процедура на хора с увреждане на опорно двигателния апарат или при рехабилитация след счупен крайник, артритно заболяване и други. Тези лица трябва да изпълняват точно определени упражнения, като правилното им изпълнение е от голямо значение за правилната възстановителна терапия. Например на екран се излъчва движението, което пациентът трябва да изпълни, компютърна система с камера и съответен софтуер за разпознаване на жестове, записва и обработва извършваните движения и положения от потребителя и чрез гласови команди го насочва правилно или неправилно ги изпълнява. Така упражненията може да се изпълняват и в домашни условия без необходимостта от терапевт.

На база тактилна технология са разработени специализирани ръкавици, чрез които могат да се отчитат жестовите и движенията, извършвани от потребителя. В ръкавицата са поставени сензори за опън, натиск, налягане. По този начин може да се определи позицията на пръстите на ръката. Пациент би могъл успешно да управлява инвалидна количка, роботизирана ръка или друг вид апаратура. Към настоящия момент такива ръкавици се използват в промишлеността, където се работи с радиационни, токсични или отровни за човека суровини и вещества.

Дислексията е заболяване, при което се наблюдава проблем с осмислянето, запомнянето и възпроизвеждането на букви, числа, думи. Най-често срещаният симптом е неразпознаване на дума по време на четене, запомняне на стихове или определени задачи за изпълнение. Чрез специални тренировки и упражнения в ранна възраст (например родител или приятел чете на глас текст), могат да се преодолеят част от тези затруднения. На база на оптичната и акустичната технология на ЧМИ, могат да се разработят системи, подпомагащи тези упражнения. Камера, снабдена с микрофон и слушалки, интегрирани в очила и свързана със смарт телефон, на който има инсталиран специализиран софтуер, е в състояние на подпомогне нормалното изпълнение на задачи на човек с дислексия. Начинът на работа на такава система е следният: камерата следи погледа на потребителя, всеки кадър се анализира за наличие на текст (книги, списания, бележки), ако бъде открит такъв, лексичен анализатор го обработва и посредством слушалките възпроизвежда под формата на аудио файл срещнатата дума. Когато на човек с такъв синдром му е възложена задача, например от родител да отиде до магазина след 14:00 часа и му е написан списък с покупки или просто му е казано какво да купи, той има затруднение да прочете или запомни това и съответно да го изпълни. Микрофонът на гореописаните очила с камера може да запише задачата и софтуерът в точно определен час, в случая в 14:00, да напомни за необходимостта от извършване на определено действие. При заредена определена база от знания, може автоматично да се включва функция за записване на задачи. При разговор между двама души, когато единият възлага за изпълнение на друг определена задача, има ключови думи, съпътстващи това - „трябва да купиш...“, „налага се на направиш...“, „отиди да...“. Използването на самообучаващи се алгоритми и невронни мрежи може да изгради профил на всеки отделен човек от обкръжението на потребителя с дислексия. Камерата и софтуерът могат да извършат лицево разпознаване и на база записани данни за него, могат да анализират речта му и да се установи отправя ли някаква задача или води обикновен разговор. Описаната система би помогнала и на хора в лека форма на деменция, забравящи имената на околните, както и своето собствено, адрес на местоживеене и друга лична информация. Например при предварително събрана база данни, съдържаща снимка и име на човек (както и друга информация при необходимост), носейки очилата, страдащият от заболяването, посредством слушалките ще разбере името на стоящия срещу него. Ако се загуби и го питат за адреса му, ще чуе отговор на това пак през слушалките.

Бионичната технология може да се определи като свързващо звено между компютърните и здравните технологии. Големи технологични компании, като „Хонда“ например, имат разработени системи за засичане посредством електроенцефалограма на моторните образи, които човешкият мозък изработва, когато съзнанието му желае той да извърши дадено движение – повдигане на крайник, промяна позицията на тялото и т.н. Недостатък на тези системи са големите размери и завишените изисквания към хардуер. При намаляване на тези изисквания и обем на техниката, разработването и внедряването на такава система би подобрила значително живота на човек с двигателни проблеми, тъй като липсващ крайник би могъл да бъде успешно заменен от роботизиран какъв. Друго приложение е управлението на екзоскелет, който да спомога действието на мускулите на пациенти с някаква форма на мускулна дистрофия, а също и при проблем с вестибуларния апарат, ако екзоскелетът е снабден с жироскоп ще е в състояние на поддържа тялото изправено. По-разпространен е неизвазивният метод. Когато се налага използване на инвазивен метод, трябва да се направи точна оценка на риска и пациентът да бъде консултиран от психолог за необходимостта от такава интервенция. Електромиографията наблюдава електрическите характеристики на мускулите, създадени от тяхното свиване. Инвазивният подход се състои с оперативно поставяне на електроди или инжектиране на иглени или жични такива. При неинвазивния, оборудването засичащо тези сигнали, е поставено в плътно обгръщащо тялото облекло. Основното приложение е за управление на екзоскелет.

Интересно е приложението на интелигентния ЧМИ при хора, пристрастени към тютюнопушене. Когато пушач реши да откаже или намали употребата на цигари, обикновено това води до повишена раздразнителност, а понякога и до агресия към околните. Създадени са шлемове, гривни и часовници, които отчитат емоционалното състояние на човек, в частност нивото на стрес. Направени са редица научни изследвания, установяващи че музиката влияе върху амплитудата и честотата на мозъчните вълни и може да намали нивото на стрес. Обикновено се използва класическа музика за това, но какъв жанр ще подейства най-ефективно, зависи от всеки конкретен човек. Когато пушач изпитва никотинов глад, стойностите му на стрес се увеличават, система, разработена да следи тези показатели, през слушалките ще може да възпроизвежда музикално произведение, успокояващо човека. Такова приложение може да се използва и при хора пристрастени към алкохола.

Описаните начини на приложение на интелигентния ЧМИ за интегриране и включване в обществото на хора с някакво увреждане, обхващат малка част от целия потенциал на взаимодействието човек – компютър. В „таблица 1“ се прави систематизирането им.

Таблица 1. Систематизиране на начините на приложението на ЧМИ

заболяване / увреждане / зависимост	средство	ергономичност	надеждност	бързо действие	влияние от външни фактори	мобилност	цена
дислексия, деменция, увреждане на слуха	камера, слушалки, микрофон, смарт телефон, софтуер	камерата, слушалките и телефона могат да бъдат разположени и в очила, което предопределя добра ергономичност	надеждността зависи предимно от качеството на използваните алгоритми за обработка на видео и аудио данните	бързодействие то зависи от хардуерните спецификации на смарт телефона	влияние оказва осветеността, околният шум	много висока мобилност	достъпни за масовия потребител
липса на крайник	ръкавица със сензори, компютър, софтуер	ергономичността зависи от това дали управляващата платка е вградена в ръкавицата и начина на свързване: жично или безжично	много висока надеждност	високо бързодействие на засичане на отделни жестове и положение на ръката	слабо влияние от външни фактори	ограничена мобилност, особено ако връзката с компютъра е жична	сравнително висока цена, недостъпни за масовия потребител
мускулно увреждане	ЕЕГ шлем с електроди /	ниска ергономич-	инвазивният метод е с	към този момент	използва се в закрити	почти никаква	изключително високата

заболяване / увреждане / зависимост	средство	ергономичност	надеждност	бързо действие	влияние от външни фактори	мобилност	цена
	ЕМГ костюм, компютър, софтуер, роботизиран крайник / екзоскелет	ност, поради сравнително обемното оборудване	голяма надеждност, за разлика от неинвазивният, който е с доста ниска	сравнително бавния процес на обработка на сигналите представлява голям проблем	помещения с изолирана среда и влиянието от външни фактори е минимално	мобилност при използване на ЕЕГ шлем, при ЕМГ костюм може да се получи задоволителна такава	цена на оборудването не позволява използването сред масовия потребител
тютюнопушене	шлем / часовник / гривна, смарт телефон, слушалки	висока ергономичност	висока надеждност	високо бързодействие	почти никакво влияние от външни фактори	висока мобилност	достъпни за масовия потребител

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Добрата здравна политика на една страна се изразява в предоставянето на качествени здравни услуги, достатъчни по обем и достъпни за всички. Оценката на здравните технологии е надеждна система, предоставяща навлизане на нови лекарства, медицински изделия, методи на работа и технологии. Използването на интелигентния ЧМИ във възстановителните терапии, превенция на заболявания, зависимости, инвалидизация, социална интеграция подобрява качеството на здравните услуги. Важно е да се направи анализ на значимостта им за реално използване, преценка на ефикасността и приложимостта им за конкретни целеви групи от населението. Трудността при извършване на ежедневни дейности, било в резултат на инцидент или на вродени аномалии, води до психо-емоционален стрес и неудовлетвореност. Застаряващото население и дефицитът на медицински персонал оказва тежест върху здравната система. Развитието и внедряването на системи, заместващи рехабилитаторите и личните асистенти ще облекчи и подобри живота на пациента и ще разтовари здравната система.

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.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

- Борисов, Б., & Събев, Н. (2020). Компендиум за оценка на здравни технологии при медицински изделия, ISBN 978-954-337-412-0
- Захаријева, К. (2020). Тютюнопушене-пушачески статус и никотинова зависимост, Научна сесия на РУ, 59, 12.11.2020, volume 59, book 8.4., ISSN 1311-3321 (print) ISSN 2535-1028 (CD-ROM) ISSN 2603-4123 (on-line)
- Негрова, Й. (2020). Медицински изделия и адаптирани средства в ерготерапията, Knowledge International Journal, Vol. 38.4, ISSN : 1857-923X (Printed), ISSN : 2545-4439 (Online)
- Събев, Н. (2021). Съвременни подходи в здравната политика – проблемни области и концепции, ISBN 978-954-337-427-4
- Събев, Н., & Борисов, Б. (2019). Здравни технологии и медицински изделия – социални аспекти и концепция, ISBN 978-954-337-390-1
- Cannan, J., Hu, H. (n.d). Human-Machine Interaction (HMI): A Survey, School of Computer Science & Electronic Engineering, University of Essex
- Krastev, G., & Dineva, V. (2016). Human-machine interface with Peregrine glove. Journal of the Union of Scientists Ruse, vol. 13, b. 1, p. 48-55.
- 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. (2017). Human-machine interface with Leap Motion. Notices of the Union of Scientists, vol. 14, ser. 1. Ruse, 2017, p. 38-46.
- Panayotov, K. (2021). Alcohol use as a contemporary risk factor associated with chronic non-infectious diseases, Knowledge International Journal Vol.44, ISSN : 1857-923X (Printed), ISSN : 2545-4439 (Online)