

Електротехнички факултет
Универзитет у Београду

Катедра за сигнале и системе

ДИПЛОМСКИ РАД

Развој методе за примену web игрица у
неурорехабилитацији коришћењем Kinect сензора за
процену трајекторије руке

ментор

проф. Мирјана Б. Поповић

кандидат

Јелена Кљајић, 2010/0092

Београд, јул 2014. године

ПРЕДГОВОР

Овај дипломски рад је наставак два пројекта рађена у току основних академских студија:

- 'Evaluation of hand movements in the frontal plane based on the Microsoft Kinect IR sensor', 2013
- 'Gaming system for rehabilitation of upper extremities', 2014.

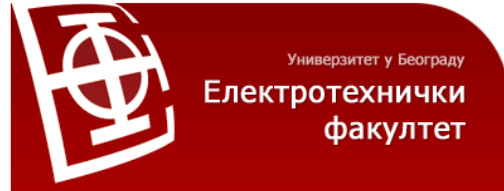
Практични део дипломског рада реализован је у Лабораторији за биомедицинску инструментацију и технологије на Универзитету у Београду – Електротехничком факултету.

Резултати Аутора су публиковани на Конференцијама:

- М. Štrbac, **Kljajić J.**, Okosanović M, Popović M, Computer vision system for assessment of hand manipulation, *Proc 10th Mediterranean Forum of Physical and Rehabilitation Medicine, 13th SAPMR Congress, "Interaction for Rehabilitation"*, 29.9-2.10. 2013, Budva, Monte Negro, pp.121
- М. Окошановић, **Kljajić J.**, Kostić M. and Štrbac M., Gaming system for rehabilitation of upper extremities, *Proc First Conference Brain-Computer Interface from Student-to-Student Interface BCI from SSI*, Eds: MB Popović and N Miljković, Belgrade University- Faculty of Electrical Engineering, 14.3. 2014, Belgrade, pp. 13

Јелена Кљајић

Развој методе за примену web игрица у неурорехабилитацији коришћењем Kinect сензора за процену трајекторије руке

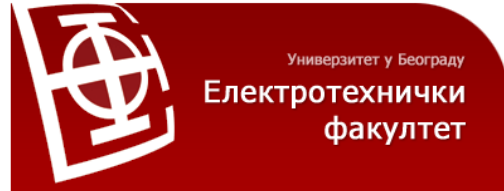


РЕЗИМЕ РАДА

У овом раду је приказан развој система који омогућава да се особа која је услед можданог удара изгубила способност координације покрета руке, на интерактиван начин, применом неке од комерцијалних „игрица“ доступних на web-у, подстиче да вежба. Рад система је подешен за играње пикада (енгл. darts), али би систем могао врло једноставно да се прилагоди некој другој потезној, спортској игри. Пикадо је одабран јер, осим што одговара процедури током вежбања у току неурорехабилитације након можданог удара, такође подстиче мождану активност током играња. Систем је тестиран на једном здравом субјекту и у резултатима је показано да је субјекат играјући игрицу усвојио задатау стратегију покрета и достигао максималну поновљивост у извршавању задатог покрета.

Јелена Кљајић

Развој методе за примену web игрица
у неурорехабилитацији коришћењем
Kinect сензора за процену трајекторије
руке



ЗАХВАЛНИЦА

Изузетан допринос овом раду дали су ментори проф. Мирјана Б. Поповић и Матија Штрбац, студент докторских студија на БУ-ЕТФ у оквиру пројекта #175016 „Ефекти асистивних система у неурорехабилитацији: опоравак сензорно-моторних функција,, који финансира МПНТР Србије, 2011-2014. Захваљујем се и колегиници Милени Окошановић, са којом сам радила на два пројекта који су послужили као основа за овај дипломски рад, као и др. Милошу Костићу, који нам је био ментор на једном од пројеката. Захваљујем се и проф. Љубици Константиновић за савете при избору типова покрета значајних у рехабилитацији након можданог удара.

Допринос експерименталном делу дали су:

Милена Окошановић

Матија Штрбац

Милош Костић

Владимир Којић

Марија Петровић

Иван Топаловић

Јелена Кљајић

У Београду, јул 2014.

САДРЖАЈ

ПРЕДГОВОР.....	2
РЕЗИМЕ РАДА.....	3
ЗАХВАЛНИЦА.....	4
САДРЖАЈ	5
1 УВОД	6
2 МЕТОДОЛОГИЈА РАДА.....	8
2.1 Процена 3Д координата руке применом Kinect камере.....	9
2.2 Формирање референтних туба.....	10
2.3 Пресликавање покрета	11
2.4 Опис игре.....	13
2.5 Поступак	17
3 РЕЗУЛТАТИ.....	21
4 ДИСКУСИЈА	23
5 ЗАКЉУЧАК	24
6 ЛИТЕРАТУРА	26

1 УВОД

Врло честа последица можданог удара (шлога) може бити парализа или делимичан губитак контроле једне, понекад и обе стране тела, што пацијенту смањује функционалност у дневним активностима. У 70% случајева делимичном или потпуном парализом захваћена је рука, а чак 40% пацијената трајно остане са одређеним сметњама у њеној функционалности [1]. Ради што бржег и успешнијег опоравка, препоручује се сензорно-моторна рехабилитација [2]. У ту сврху, неопходно је вежбање покрета који немају потребан опсег и контролу.

Значајну улогу у сензорно-моторном опоравку има пластицитет мозга [3]. Данас је измењено раније схватање да нервне ћелије мозга немају способност обнављања и реорганизације функција након одређеног узраста. Научно је потврђено да се након повреде/болести централног нервног система, применом одређених терапијских неурорехабилитационих метода могу остварити и потпуно нове синаптичке везе. Тиме се увиђа значај интензивног вежбања у опоравку особа са моторним оштећењем. Потреба за великим бројем понављања основних покрета током рехабилитације, као и чињеница да пацијенти након можданог удара често пате од депресије [4], јасни су показатељи да је потребно развити нове терапијске протоколе, нпр. повећањем мотивације за вежбањем.

У току претходне деценије, у неурорехабилитацију након моторног оштећења све више се укључује и интерактивни аспект, пре свега применом видео игара. Овакав приступ се нарочито повољним показао у опоравку горњих екстремитета [5]. Испитивања су показала да играње видео игара побољшава време реакције, координацију покрета, као и да утиче на самопоуздање играча [6]. У питању су игре које мотивишу пацијента подстичући га на размишљање и држећи му пажњу [7], чиме се може очекивати и бржи опоравак [8]. Објашњење се може наћи у чињеници да се пацијент током играња више усредсређује на савладавање игре, а да му извршавање и понављање проблематичних покрета представља само средство да напредује у њој. Пример таквих често коришћених игара су Nintendo Wii игре [9, 10].

Практичан аспект примене видео игара у рехабилитацији представља њихова велика распрострањеност, релативно ниска цена конзола потребних за играње, као и чињеница да се рехабилитација уз видео игре не ограничава само на клиничко окружење,

већ би се могла наставити и у каснијој, пост-акутној фази опоравка, када пацијент напусти клинику [11, 12].

Битан корак ка омогућавању кориснику да управља видео игром само помоћу померања руке био је одредити сензорски систем који ће послужити за бележење карактеристика тог извршеног покрета. Изабран је Kinect сензор, за који је већ показано да је адекватан за коришћење у неурорехабилитацији [13]. Поредити га са другим системима који би нашли употребу на истом пољу, попут Sony PlayStation или Nintendo Wii, Kinect се углавном показује као бољи избор [14]. Сам концепт његове употребе, који подразумева да субјект само покреће руку од тачке до тачке у простору, представља велику олакшицу за пацијенте који, услед парализе шаке, могу имати проблем с држањем предмета као што је нпр. даљински управљач какав се користи за управљање Wii играма. Још једна његова предност је што се може прилагодити великом броју различитих игара. Управо то је било неопходно приликом израде ове методе, имајући у виду значај правилног избора игре, која мора бити прилагођена потребама особа у рехабилитационом процесу.

Једна од метода коју је могуће применити за квалитативну оцену извршеног покрета је *probability tube* акциона репрезентација покрета. „Тубе“ представљају стохастички модел покрета који се формира на основу базе референтних покрета снимљених на здравим испитаницима. Кроз поређење с њима, могуће је оценити новоизведени покрет. Могућности примене ове методе у неурорехабилитацији и пресликавању покрета у одређени резултат у игрици је приказано у [15, 16, 17].

Овај рад описује развој алгорита који повезује моторно вежбање након можданог удара и управљање web игром помоћу Kinect сензорског система. То је подразумевало задавање, бележење и оцену покрета који би се вежбао током рехабилитације. У овом раду испитана су само четири основна типа покрета, али се иста методологија лако може применити и за произвољне сложене покрете.

2 МЕТОДОЛОГИЈА РАДА

Поставке система су следеће: субјект седи за столом на који је постављена Microsoft Kinect камера (Microsoft, Redmond, Washington), као и персонални лаптоп рачунар (Intel Core i5 2430M @ 2.4GHz, 4GB of RAM) који бележи и обрађује снимљене податке (Слика 1). Почетна позиција руке је испред тела у централној позицији. Покрет се изводи непосредно изнад стола. Покрет је типа тачка-тачка (енгл. point-to-point), и садржи два дела: од тела (директан) и ка телу (повратни). Најдаља циљана тачка је удаљена 2/3 дужине руке, чиме се осигурава да рука ни у једном моменту не буде максимално истегнута како би се избегло померање рамена и торза.



Слика 1, Систем за играње пикада тачка-тачка покретима руке у хоризонталној равни. Кинект је постављен на сто поред субјекта и повезан са персоналним рачунаром на коме се налази програм који омогућава играње пикада. Програм укључује алгоритам за обраду слике који омогућава процену 3Д координата руке у реалном времену и алгоритам за трансформацију снимљеног покрета у одговарајући резултат у игрици



Слика 2, Изглед екрана током вежбања покрета. Са леве стране се налази GUI, где су приказане слика у реалном времену и 2D приказ задате тачке и тренутне позиције руке. Исписују се и информације о позицији руке, постигнутом резултату и преосталом броју стрелица. Омогућене су и контроле: калибрација, формирање позадине, покретање и заустављање главног програма. На десној страни екрана отворена је игра пикадо.

2.1 Процена 3Д координата руке применом Kinect камере

За снимање покрета руком коришћена је Microsoft Kinect камера, помоћу које се добијају неопходне информације: 1) позиција руке у хоризонталној равни (x , y) (вертикална, као и остале равни нису узимане у обзир) и 2) време током извршавања потеза.

Предност Kinect камере је то што нису потребни никакви додатни сензори ни каблови, који би ометали извођење покрета и компликовали постављање система. Процена извршеног покрета се заснива на методи која процесира слику и омогућава праћење позиције руке у реалном времену [18].

Аквизиција слике врши се на два нивоа: помоћу IC (инфрацрвеног) и RGB сензорског система. Први се састоји од инфрацрвеног ласерског емитера и инфрацрвене камере и служи са формирање матрице дубина која формира дубинску слику. RGB камера бележи реалну слику ради повратне информације за корисника. Kinect се са постољем поставља на сто за којим испитаник/пацијент седи.

Пре почетка снимања покрета руке, неходно је дефинисати позадинску (Background) слику за Kinect. На тај начин је омогућено да алгоритам [18] разликује статичну позадину од објекта који се креће у кадру. Препознају се ивице стола који, заједно са свим мирујућим предметима на њему, формира позадинску слику. Формирање се врши програмски, у GUI-ју, без руке у кадру.

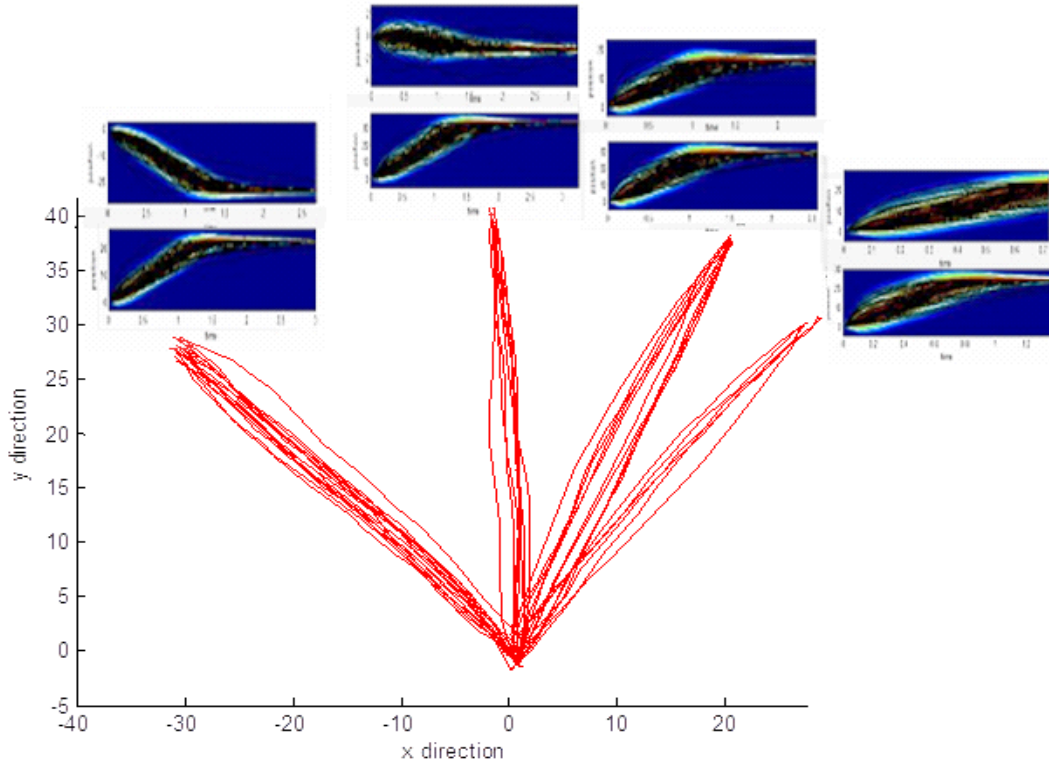
Обрада података се заснива на RANSAC (Random Sample Consensus) алгоритму [19]. Када снимање почне, алгоритам [18] прати промене у сцени, са циљем издвајања руке субјекта. Референтна тачка на руци је најдаља од ивице стола за којом субјекат седи, јер је то у овом случају врх прстију. На почетку снимања, референтна тачка служи за подешавање координатног почетка (координате: 0, 0, 0) приликом калибрације система. Калибрација се позива „притиском на дугме“ у ГУИ-ју, након чега почиње снимање. Могуће је добити информације о позицији руке по све три просторне координате (x , y и z).

Брзина обраде информација је приближно 15 фрејмова у секунди, уз грешку у простору која је мања од 1 cm. Овакве перформансе су врло задовољавајуће за потребе предложеног система за вежбање покрета.

2.2 Формирање референтних туба

За добијање референтних података који ће бити неопходни за оцену покрета пацијента, коришћена је метода *probability tube*. Она се заснива на репрезентацији покрета руке на основу стохастичког модела [16, 17]. Уместо оригиналног приступа где се посматра зависност брзине од позиције, у овом раду тубе представљају зависност позиције од времена трајања покрета.

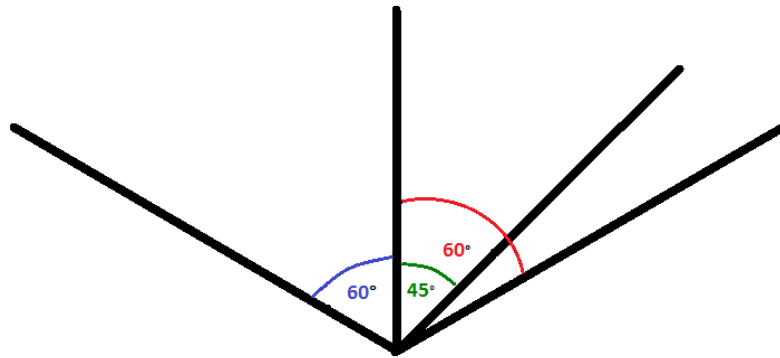
Потребни подаци су снимљени у експерименту у коме је учествовало пет здравих добровољаца - студената ЕТФ-а (2 женска, 3 мушка). Свако од њих је по 30 пута поновио сваки од четири покрета у хоризонталној равни: контралатералан 60° , медијалан, ипсилатералан 45° или ипсилатералан 60° (Слика 3) који су коришћени за играње игрице. Након тога је формирана база података жељених величина – трајање сваког покрета, као и координате на којима се налазила рука током извођења сваког од њих. На овај начин постају познате очекиване стратегије покрета руком од једне до друге тачке.



Слика 3, Снимљени покрети једног од учесника у експерименту (црвено)
и референтне тубе по x и y оси за сваки од праваца

2.3 Пресликавање покрета

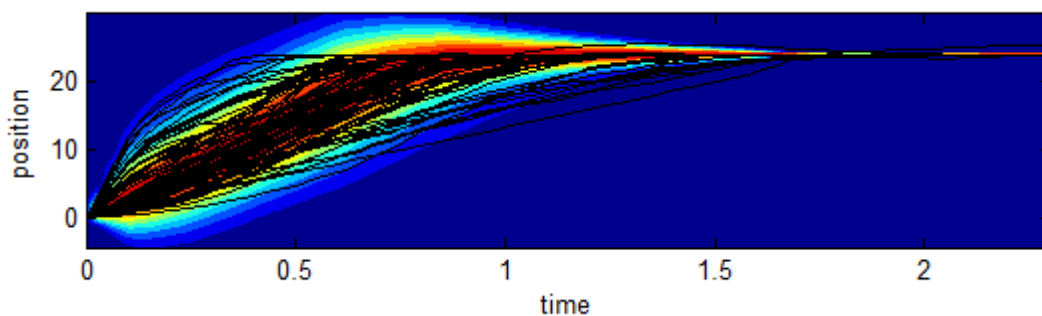
Програм омогућава процену једног од четири референтна покрета на основу формираних “туба”. У тренутној фази развоја програм је подешен тако да подразумева да се покрети обављају десном руком, али се једноставно може проширити и за леву руку. Са покретањем програма, покрет који ће се користити за играње пикада се бира произвољно (Слика 4).



Слика 4, Приказ праваца у којима се бирају покрети у хоризонталној равни

Покрет се оцењује на основу претходно формираних туба (*probability tube*) (Слика 3). Новоизведени покрет се пореди са базом већ снимљених који садрже информације о очекиваним варијабилностима у позицији током покрета (за особе без моторних оштећења).

У оквиру примењеног алгоритма (Прилог 1) пореде се вредности x и y координата (појединачно), тј. позиција, током времена; што је сличност између новог и референтних покрета већа, то ће се нови покрет више уклапати у средишњи део одговарајуће тубе (Слика 5). На основу тог податка се доноси одлука о оцени покрета. Највиша оцена је 1, а најмања 0.



Слика 3, Туба за један тип покрета и координате покрета на основу којих је формирана туба. Приказан је медијални покрет унапред по y оси

Још један могући начин оцењивања је мерење одступања од предефинисане путање којом би рука требало да манипулише током извршавања задатог потеза. Таква метода коришћена је у пројекту који је, између осталог, послужио као основ за овај рад [20]. Идеја је да се у сваком тренутку нађе најмање растојање између тренутне позиције руке и очекиване „путање“ у простору и затим, сабирањем свих вредности одступања, оцени квалитет покрета.

У овом раду определила сам се за методу *probability tube* јер укључује варијабилност, као и стратегију покрета. Тиме се потенцијално добија „реална слика“ начина на који би већина људи извршила задате покрете руком.

2.4 Опис игре

Коришћена је web игра пикадо (Слика 6), која у потпуности одговара представљеној процедури вежбања. Варијанта ове игре, нађена на интернету [21], омогућава да се њом управља искључиво кликом миша.



Слика 4, Табла за пикадо

Правило игре је да се почиње од 301 поена, а циљ је доћи до 0. У старту је доступно 40 стрелица, које се током игре добијају у сету од по 3.

Игра се може завршити ако су испуњена два услова: преостало је мање од 20 поена и треба да буде започет сет од нове три стрелице. У том случају треба извршити бацање типа 'double'. Другим речима, треба се наћи на броју који ће помножен са 2 дати 0 поена. Нпр. преостало је 18 поена – како би се завршила игра, треба погодити 9 double (Слика 7).



Слика 5, Пример 'double' поена на пољу 9 (означено наранџастим крстићем)

У случају поготка на црно или бело поље, поени износе тачно колико је бројевима и записано.

Двоструки (double) поени се добијају у случају пада стрелице на црвено, односно зелено поље на спољашњем рубу табле.

Троструки (triple) поени се додељују ако је у питању неко поље обојено у црвено или зелено, а које се налази на половини радијуса табле.

Ако стрелица погоди централно црвено поље, вредности додељених поена биће 50 ('inner bull'), а ако је погођено зелено поље око централног, поени ће износити 25 ('outer bull'). Читава ова област носи заједнички назив 'bullseye'. (Слика 8)



Слика 6, Области на пикадо табли које носе већи број поена

Коришћена верзија пикада подразумева да се све команде контролишу левим кликом миша. Управљање је могуће контролисати тренутком клика.

- Бели крстић (Слика 9) кружи по ободу табле. Првим кликом миша, крстић зауставља кружно кретање и почиње да се креће по полупречнику од тачке заустављања.
- Након другог клика изабрана се позиција на полупречнику. У овом тренутку, бели крстић је заустављен на тачки на табли која се циља (Слика 10).



Слика 7, Избор позиције на ободу круга



Слика 10, Избор позиције на полупречнику

- Трећим кликом бира се јачина бацања стрелице. Да би се погодила циљана тачка, потребно је изабрати средњу снагу бацања. (Слике 11 и 12).



Слика 11, Оптимална јачине бацања стрелице



Слика 12, Примери неодговарајуће јачине бацања стрелице: минималне (лево) и максималне (десно)

Игром је прописано да поени почињу да се рачунају тек након што је погођено неко од црвених или зелених поља. До тада, без обзира на место које је погођено на табли, резултат ће остати на 301. Стога, програм започиње реализацију када се први пут погоди 'inner bull', односно централно поље.

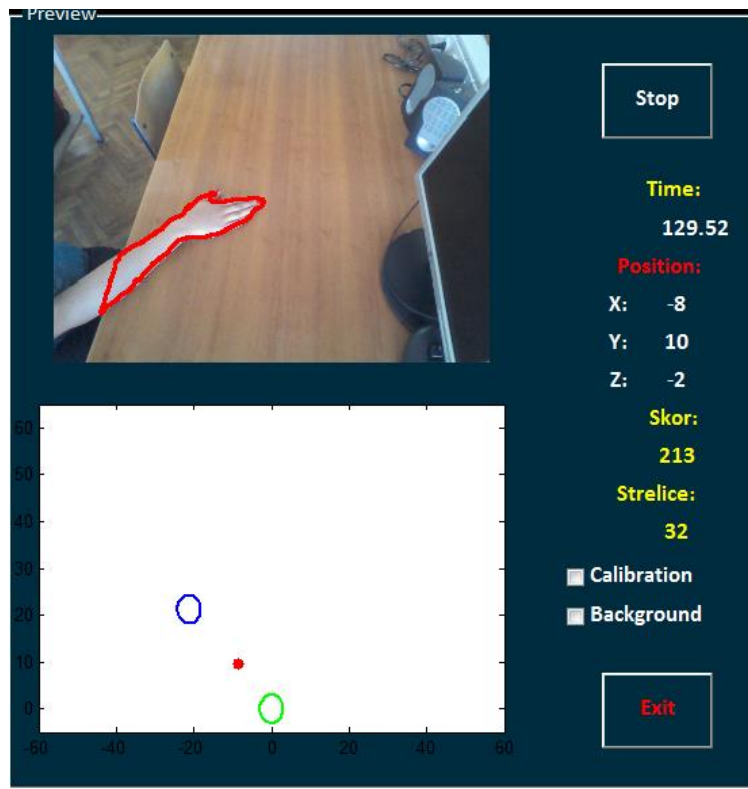
За сва поља времена су одређена у ms и задају се зависно од жељеног бацања. Програмски, управљање је омогућено коришћењем java.awt.robot-а [22] у MATLAB-у (Прилог 1).

2.5 Поступак

Пре самог покретања програма, неопходно је покренути игру и између две понуђене опције, 301 и 501, које одређују број поена од којих се почиње, изабрати прву. Друга се односи на већи број поена, а у овом раду је развијен алгоритам за једноставнију варијанту игре, односно 301 поен.

Најпре се покреће део програма који извршава неопходно прво бацање ('inner bull') које се обавља аутоматски. Ради једноставности извођење овог бацања нема директне везе са покретом испитаника. Након тога се покреће главни програм. Уколико то није претходно учињено, потребно је формирати позадину за Kinect, „притиском на поље“ Background, а потом на Start (Слика 13). Потом се из главног програма „излази притиском на поље“ Exit. Тиме је Kinect препознао област, тј. раван стола, коју сматра позадином. Сада се главни програм поново укључује и поново ће се појавити приказ као на Слици 13, након чега се пацијент може укључити у поступак.

Субјект седа за сто на коме се налази Kinect камера (камера се налази са десне стране) (Слика 1). Након што се десна рука постави испред тела може се покренути програм и означити поље Calibration, чиме ће део програма у коме се обрађују слике преузете са Kinect-а добити информацију да је започето снимање. Истовремено, тачка у простору где се налазе прсти шаке биће калибрисана на (0, 0, 0), тј. постаће референтна тачка.



Слика 13, Изглед GUI-ја, са потребним контролним и повратним информацијама

Како би играч био спреман за сваки нови потез, направљена је припрема у виду одбројавања (Слика 14), након чега почиње извршење задатог покрета.

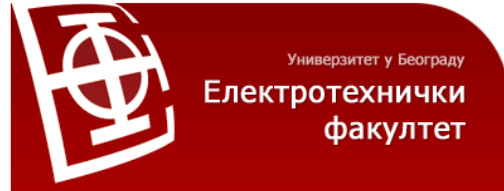


Слика 14, Одбројавање као припрема за извршавање покрета

Као повратна информација за пацијента, на горњем екрану приказује се тренутна слика коју бележи камера, а испод је приказ хоризонталне равни (Слика 12) програмски генерисан на основу информација са камере. На њему се приказују почетна (зелена) и циљана (плава) „тачка“. Ове тачке су представљене пољима мале површине како задатак

Јелена Кљајић

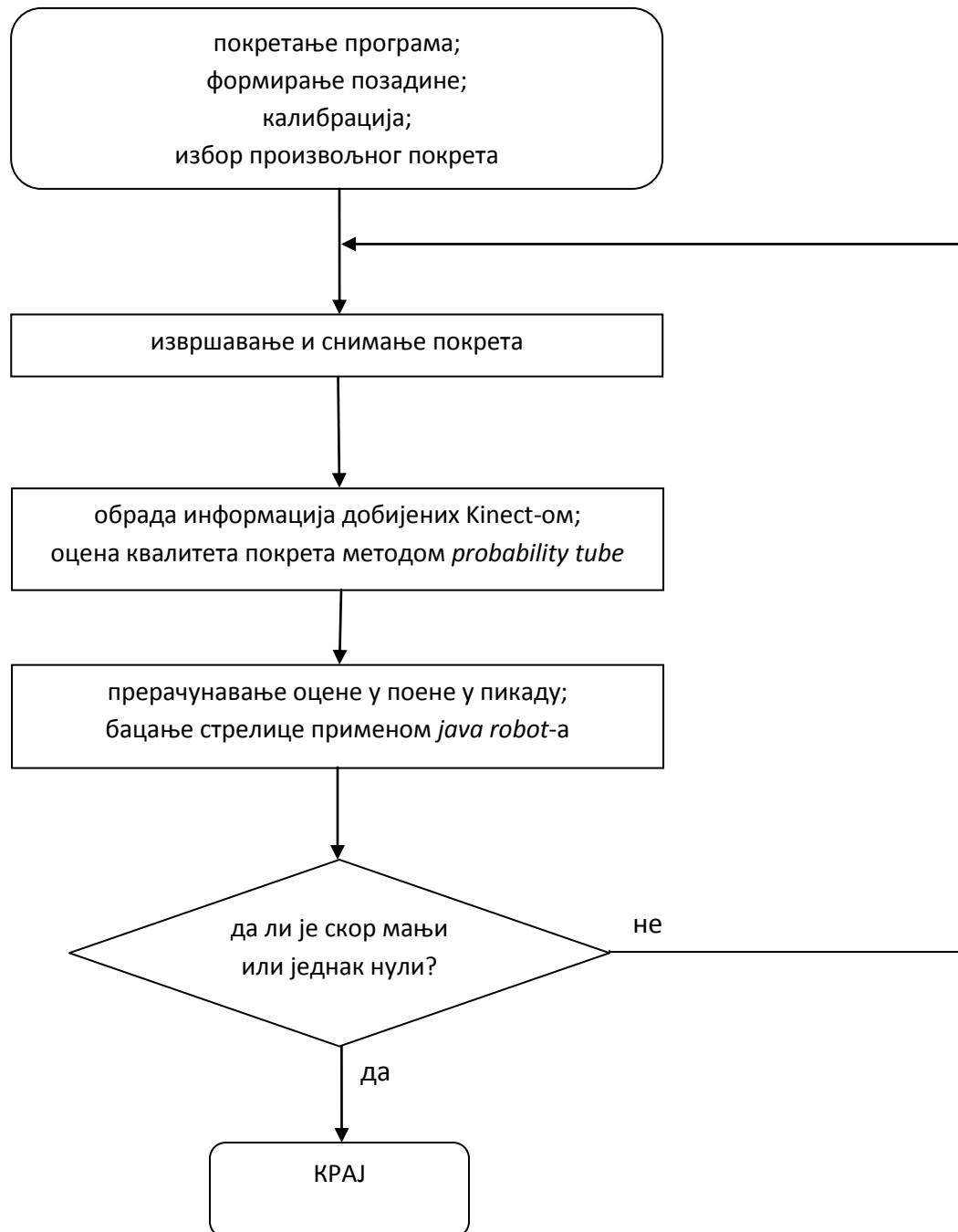
Развој методе за примену веб игрица у неурорехабилитацији коришћењем Kinect сензора за процену трајекторије руке



не би био претерано захтеван. Тренутну позицију шаке (врхови прстију) могуће је пратити црвеном тачком.

Након првобитног одбројавања, играч започиње први део задатог покрета, од референтне позиције. Када шака стигне до задате тачке, задаје му се повратни покрет тј. да од ње поново дође до почетне позиције. У овој фази извршавања програма миш се не сме померати, јер ће његово померање пореметити пребацивање стрелице на део екрана где је отворена игра које се обавља аутоматски управљањем координата стрелице миша од стране алгоритма. У складу са квалитетом извршења комплетног покрета, додељена је оцена која ће у програму бити искоришћена за задавање поља које се гађа у пикаду. На екрану се може пратити тренутни скор, као и преостали број стрелица.

Након што је стрелица погодила свој циљ на пикадо табли, изнова почиње одбројавање и понавља се покрет. Овакав циклус се понавља све док се не дође до нула поена, односно до краја игре (Дијаграм 1).



Дијаграм 1, Ток алгоритма приликом вежбања пикадо игре. Покретањем програма се аутоматски врши избор типа покрета. Извршавање, снимање и оцена покрета одређују поене који ће се освојити у игри. Наведени циклус се понавља све док се не дође до 0 поена у игри, тј. њеног краја.

3 РЕЗУЛТАТИ

Развијена је и представљена метода коју предлажемо за примену у неурорехабилитацији након можданог удара, која у терапијски протокол укључује и интерактивни аспект, односно видео игру. Систем је тестиран на здравим добровољцима је показано да су субјекти били у стању да управљају пикадом и успешно играју игрицу тачка-тачка покретима руке у хоризонталној равни.

Систем је тестиран на здравом добровољцу који није био претходно упознат са системом. Након што му је објашњено како треба управљати игром, субјекат је одиграо једну партију пикада, а његови резултати су приказани на Графику 1. Приказани су поени добијени у првој, као и другој половини одигране партије. Испитаник је у почетку добијао слабије резултате, због чега је прилагодио начин извршавања покрета. Током игре, почео је да усваја очекивану стратегију, због чега је у каснијим покретима добијао углавном 18 поена, односно високу оцену. Дакле, јасно се може препознати напредак условљен усвајањем одговарајуће стратегије извршавања покрета.

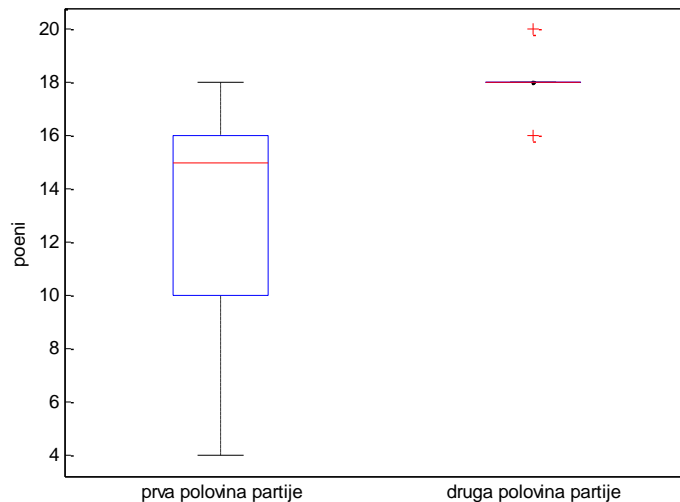


График 1, Приказ добијених поена у току прве и друге половине партије пикада, снимано на здравом субјекту који није био претходно упознат са системом. Вредности лево приказују да је субјект у почетку мењао и прилагођавао стратегију извршавања покрета како би добио што већи број поена. Десно се може видети да је у томе и успео и, задржавајући одговарајућу стратегију, конзистентно постигао боље резултате.

Притом је у тесту потврђено да овај систем укључује три важна елемента за будућу примену у неурорехабилитацији:

- Одабрана игра – пикадо – захтева од корисника, у овом случају од пацијента, да прати број бодова који му се додељују зависно од успешности извршавања покрета. На тај начин га подстиче да активно учествује и труди се да што боље изведе задати покрет како би добио што више поена.
- Коришћењем безконтактне система, каква је Microsoft Kinect камера, постиже се истовремено хардверска једноставност и довољна прецизност у одређивању тренутног положаја шаке.
- Принцип обраде информација о извршеном покрету подразумева коришћење *probability tube* методе базираној на вероватноћи извршавања одређеног потеза. Предност у односу на друге методе, нпр. у односу на рачунање минималне грешке, јесте што се у обзир првенствено узима начин на који би већина здравих људи природно покретала руку између две задате тачке. На овај начин се заправо добија „реална слика“ примењене стратегије покрета.

4 ДИСКУСИЈА

Представљени алгоритам успешно користи спрегу: извршавање задатог покрета – управљање игрицом. Иако се чини да је у основи пресликавање квалитета одрађеног потеза у команду игрице, крајњи циљ се заправо заснива на обрнутој вези: играњем пикада, пацијент се, добијањем информације о постигнутом резултату, подстиче на то да квалитетније и интензивније вежба.

Програм, тачније део који управља игрицом, подложен је грешкама ако се користи рачунар који има спорији процесор, јер се у том случају може десити да стрелица не буде бачена у правом тренутку, тј. да се не погоди циљано поље. Тада ће део кода који се односи на GUI подразумевати да је постигнут очекивани број поена, иако ће у самој игрици скор бити другачији. Ипак, ови недостаци не ометају реализацију остатка процедуре, што значи да пацијент може наставити са вежбом покрета без обзира на наведену неусклађеност.

Сличан проблем може да се појави и при покретању програма. То би значило да поље 'inner bull' не буде погођено, чиме врло вероватно неће доћи до даљег правилног рачунања скорa у игрици. Најбоље решење јесте поново учитати интернет страну са пикадом, као и „искључити„ програм за снимање покрета Kinect-ом командом Exit (Слика 12) и потом га поново покренути.

Као што је наведено, Kinect може правити грешку детекције у простору до 1 cm, што није критично за препознавање покрета руке. Ипак, и у овом сегменту процедуре може доћи до грешке ако се ради о рачунару који не може да прати брзину обраде информација које се преносе са камере. Тада се на 2D приказу покрета на GUI-ју може приметити да се црвена тачка, која се односи на руку, не креће континуално, већ се добија утисак „сецкања“. Ово може да омета пацијента у игрици, пошто се губи квалитетна повратна информација о положају руке.

5 ЗАКЉУЧАК

Примена наведене методе у пракси, односно укључење игре као што је пикадо у процес неурорехабилитације, унела би додатну мотивацију за пацијенте. Тиме би за исти период након можданог удара постојала могућност да се постигну бољи резултати у односу на методе уобичајеног конзервативног вежбања.

Још један вид мотивације представљао би конкуритивни вид играња. Предност web игре је управо то што је она путем интернет адресе доступна свима, па на тај начин омогућава поређење постигнутих резултата међу пацијентима који се могу налазити и у различитим клиникама. Овај аспект је врло битан, имајући у виду значај социјалне интеракције и укључења сваке индивидуе у групу људи са истим, или сличним, проблемом.

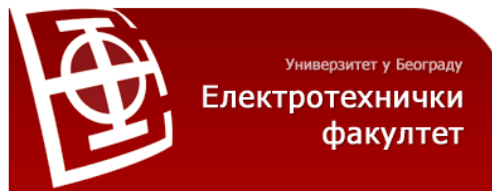
У представљеном раду циљ је био развити и тестирати методу коришћењем само основног сета покрета, препорученог од стране лекара. Даљи развој представљало би проширење и на z осу, чиме би се могли изводити и покрети који укључују надлактицу. Ово би био значајан корак, имајући у виду да већини пацијената управо овај тип покрета руке представља велики проблем.

За добијање оцене квалитета покрета коришћена је метода *probability tube*, која захтева већи број већ снимљених покушаја. Пошто је тренутно предвиђено задавање само четири типа покрета, ради брже процедуре, експериментално је снимљен и унапред припремљен довољан број сваког од њих. Тиме је формирана база података која је служила за поређење са новим снимљеним покретом. У пракси би од великог значаја било укључење могућности да терапеут сам задаје начин кретања руке, зависно од актуелних моторних параметара покрета пацијента (нпр. опсег и брзина у одређеној равни). Ово би значило да терапеут покаже покрет и потом га сам понови још 10 до 20 пута, како би се програмом ти покрети снимили и аутоматски се формирале тубе које ће служити за даље оцењивање покрета пацијента.

У досадашњем раду развијен је систем који је прилагођен само десној руци. Следећи корак свакако би био проширење опција које би служиле и вежбање леве руке, зависно од индивидуалне потребе у пракси.

Јелена Кљајић

Развој методе за примену веб игрица
у неурорехабилитацији коришћењем
Kinect сензора за процену трајекторије
руке



Тренутни алгоритам за добијање квалитативне оцене покрета и њено пресликавање у скор у игри прилагођен је здравим испитаницима. Међутим, могуће је и скалирање тежине игре, како би она одговарала тренутним моторним способностима пацијента у рехабилитационом процесу.

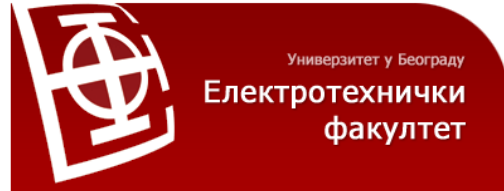
6 ЛИТЕРАТУРА

1. Intercollegiate Working Party for Stroke, "National clinical guidelines for stroke", London: Royal College of Physicians, 2004.
2. Stefan Knecht, Stefan Hesse, Peter Oster, "Rehabilitation After Stroke", *Dtsch Arztebl Int.* Sep 2011; 108(36): 600-606
3. Barbro B. Johansson, "Brain Plasticity and Stroke Rehabilitation", *Stroke*, 2000; 31:223-230
4. Hackett ML, Yapa C, Parag V, Anderson CS, "Frequency of depression after stroke: A systematic review of observational studies", *Stroke*, 2005, 36(6): 1330-40.
5. Hale LA, Satherley JA, McMillan NJ, Milosavljevic S, Hijmans JM, King MJ, "Participant perceptions of use of CyWee Z as adjunct to rehabilitation of upper-limb function following stroke", *Journal of Rehabilitation Research Development*, 2012, 49(4): 623-634.
6. G. H. Lawrence, "Using Computers for the Treatment of Psychological Problems", *Computers in Human Behavior*, 1986, 2, 43-62.
7. Joel C. Perry, Julien Andureau, Francesca Irene Cavallaro, Jan Veneman, Stefan Carmien, Thierry Keller, "Effective game use in neurorehabilitation: user-centered perspectives", *Handbook of Research on Improving Learning and Motivation through Educational Games: Multidisciplinary Approaches*, Ch 32: 683-725, IGI Global 01/2010.
8. Ann Reinthal, Kathy Szirony, Cindy Clark, Jeffrey Swiers, Michelle Kellicker, Susan Linder, "ENGAGE: Guided Activity-Based Gaming in Neurorehabilitation after Stroke: A Pilot Study", *Stroke Research and Treatment*, vol. 2012, Article ID 784232, 10 pages, 2012. doi:10.1155/2012/784232.
9. Gustavo Saposnik, Robert Teasell, Muhammad Mamdani, Judith Hall William McIlroy, Donna Cheung, Kevin Thorpe, Leonardo Cohen, Mark Bayley, "Effectiveness of Virtual Reality Using Wii Gaming Technology in Stroke Rehabilitation", *Stroke*, 2010; 41:1477-1484

10. Milena Okošanović, Jelena Kljajić, Miloš Kostić, Matija Štrbac, Mirjana B. Popović, “Gaming system for rehabilitation of upper extremities”, presented at the First Congress Brain-Computer Interface from Student-to-Student Interface BCI from SSI , Belgrade, 2014.
11. Lange B, Flynn S, Proffitt R, Chang C-Y, Rizzo A, “Development of an interactive game-based rehabilitation tool for dynamic balance training”, *Topics in Stroke Rehabilitation*, 2010; 17(5): 345–352.
12. Deutsch JE, Borbely M, Filler J, Huhn K, Guarrera-Bowlby P, “Use of a low-cost, commercially available gaming console (Wii) for rehabilitation of an adolescent with cerebral palsy”, *Physical Therapy*, 2008; 88(10): 1196–1207.
13. Yao-Jen Chang, Shu-Fang Chen, Jun-Da Huang, “A Kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities”, *Research in Developmental Disabilities*, 2011, 32(6): 2566–2570.
14. Kazumoto Tanaka, J.R. Parker, Graham Baradoy, Dwayne Sheehan, John R. Holash, Larry Katz, “A Comparison of Exergaming Interfaces for Use of Rehabilitation Programs and Research” *The Journal of the Canadian Game Studies Association*, Vol 6 (9): 69-81.
15. Momčilo Prodanović, Miloš Kostić, Dejan B. Popović, “WiiMote Control: Gaming Feedback for Motivational Training of the Arm Movements”, presented at the 11th Symposium on Neural Network Applications in Electrical Engineering, NEUREL-2012, Belgrade, 2012.
16. Miloš Kostić, Mirjana B. Popović, Dejan B. Popović, “A method for assessing the arm movement performance: probability tube”, *Medical & Biological Engineering & Computing*, 2013, 51(12): 1315-1323.
17. Miloš Kostić, Dejan B. Popović, “Action representation of point to point movements: Classification with probability tube”, *Telecommunications Forum (TELFOR)*, 2011 19th IEEE, 2011, IEEE Press, p. 43 - 46, Article No. 6143888.
18. Matija Štrbac, Marko Marković, Dejan B. Popović, “Kinect in Neurorehabilitation: Computer vision system for real time hand and object detection and distance estimation”, 11th Symposium on Neural Network Applications in Electrical Engineering, NEUREL 2012, 20-22 September 2012, Belgrade, Serbia. IEEE Press, 2012. p. 127-132.

Јелена Кљајић

Развој методе за примену web игрица
у неурорехабилитацији коришћењем
Kinect сензора за процену трајекторије
руке



19. J.-M. Gottfried, J. Fehr and C. S. Garbe, "Computing Range Flow from Multi-modal Kinect Data", in Advances in Visual Computing, G. Bebis et al. (Eds.), Springer, 2011, Part I pp. 758-767
20. М. Штрбас, М. Окошановић, Ј. Кљајић, М. В. Поповић, "Computer vision system for assessment of hand manipulation", presented at the 10th Mediterranean Congress of PRM, Budva, 2013.
21. коришћена је игра са следеће web адресе:
<http://www.greatdaygames.com/games/preroll/darts.aspx>, доступна мај-јул, 2014
22. java.awt.robot: <http://docs.oracle.com/javase/7/docs/api/java/awt/Robot.html>