

## КОГНИТИВНИ АСПЕКТИ ИНТЕРАКЦИЈЕ ЧОВЕКА И РАЧУНАРА

*Небојша Ђорђевић<sup>1</sup>*

**Резиме:** Интеракција између људи и рачунара може се посматрати као дијалог између два информациона процесора, са намером да међусобно размењују информације. Брзина и начин размене информација условљени су ограничењима и могућностима крајњих корисника. Перцептивне, когнитивне и моторичке способности људи су веома важне особине које утичу на перформансе корисника. Постоје различити приступи за процену способности корисника у интеракцији са рачунаром, али мало њих интерпретирају укупне способности људског информационог процесора преко једне мерне јединице. У овом раду приказан је квантитативни модел за израчунавање сумарног скорa укупних способности људског информационог процесора, у интеракцији са рачунаром, који обједињава способности перцептивног, когнитивног и моторног процесора. За квантификавање појединачних показатеља способности, коришћен је софтверски алат који садржи тестове за мерење когнитивних и психомоторних способности корисника у интеракцији човека са рачунаром. За конструкцију тестова коришћен је модел интеракције, који комплексност интеракције сагледава и са стране корисника и са стране система у времену. Тестови способности мере индивидуалне резултате изолованих особина које спадају у предуслове за обављање одређених активности у интеракцији са рачунаром. Ради ефикасне процене броја акција и трајања извршења читавог задатка, сложени дијалог се декомпонује на елементарне перцепције догађаја, покрета и когнитивне догађаје. Описи елементарних акција са стране корисника и са стране система уносе се по редоследу дешавања а укупно трајање дијалога процењује сумирањем типичних времена потребних за обављање сваког догађаја у низу. За квантификацију људских способности спроведено је тестирање крајњих корисника чији су резултати мерења добијени у различитим мерним јединицама. Добијени резултати потврдили су употребљивост предложеног квантитативног модела. Применом овог метода постиже се јасна, разумљива и недвосмислена интерпретација резултата као и њихово лако упоређивање.

**Кључне речи:** Интеракција човек-рачунар, HCI, Кориснички интерфејс, Способности корисника.

## COGNITIVE ASPECTS OF HUMAN-COMPUTER INTERACTION

**Abstract:** The interaction between people and computers can be seen as a dialogue between two information processors, with the intention of exchanging information with each other. The speed and manner of information exchange are conditioned by the limitations and capabilities of end users. People's perceptual, cognitive and motor abilities are very important traits that affect user performance. There are different approaches to assessing the ability of users to interact with a computer, but few interpret the overall capabilities of the human information processor across a single unit of measurement. To quantify individual indicators of ability, a software tool was used that contains tests to measure the cognitive and psychomotor abilities of users in human interaction with the computer. An interaction model was used to construct the tests, which considers the complexity of the interaction from both the user's and the system's side over time. Ability tests measure individual performance results of isolated traits that are prerequisites for performing certain activities in interaction with a computer. In order to efficiently estimate the number of actions and the duration of the entire task, the complex dialogue is decomposed into elementary events of perception, movement and cognitive events. Descriptions of elementary actions by the user and the system are entered in the order of events and the total duration of the dialogue is estimated by summing the typical times required to perform each event in the sequence. To quantify human capabilities, end-user testing was conducted whose measurement results were obtained in different measurement units. The obtained results confirmed the usability of the proposed quantitative model. By applying this method, a clear, understandable and unambiguous interpretation of the results is achieved, as well as their easy comparison.

**Key words:** Human-computer interaction, HCI, User interface, User ability.

<sup>1</sup> Doc dr, Fakultet primenjenih nauka, Dušana Popovića 22a Niš, e-mail: djnebojsa@mts.rs:

## 1. УВОД

Мултидисциплинарна природа интеракције човека са рачунаром захтева допринос више научних дисциплина, а нарочито рачунарских наука, когнитивне психологије, социолошке и организационе психологије, ергономије и људских фактора, дизајна и инжењерства, вештачке интелигенције, лингвистике, филозофије, социологије и антропологије. Своје захтеве према систему корисник артикулише водећи дијалог са интерфејсом. Интерфејс је тачка на којој долази до интеракције између човека и рачунара. Физичку интеракцију са крајњим корисником обезбеђују одговарајући хардверски и софтверски интеракциони елементи интерфејса.

У другом поглављу рад приказује резултате истраживања интеракције човека са рачунаром и когнитивни модел интеракције заснован на декомпозицији корисничког дијалога са рачунаром на елементарне акције. У трећем поглављу дат је метод процене способности корисника у интеракцији са рачунаром са коментаром резултата.

НСИ се може дефинисати као “дисциплина која се односи на пројектовање, евалуацију и имплементацију интерактивних рачунарских система које користе људи, при чему се проучавају и главни феномени који их окружују” [1].

Основни циљ НСИ је побољшати интеракцију између корисника и рачунара тако што ће се рачунари учинити лакшим за коришћење, а пројектовани систем учинити употребљивијим. Смисао проучавања интеракције између човека и рачунара је стварање система који су употребљиви, сигурни, продуктивни, ефективни и функционални.

Најважнији појам у НСИ је кориснички интерфејс (енг. user interface). Кориснички интерфејс (КИ) као носиоц интеракције система са корисником представља “софтверску компоненту апликације која трансформише корисникове акције у један или више захтева према функционалној компоненти апликације, и која обезбеђује кориснику повратну везу о последицама његове акције [2]. Први рачунари су као једини уређај за интеракцију са корисником имали тастатуру. Тако је настао текстуални или командни интерфејс – где је интеракција корисника са софтвером била заснована на строго секвенцијалним дијалозима, по принципу “питање па одговор” [3]. Овакав начин интеракције је крајње непрактичан јер корисник мора меморисати све наредбе и њихову семантику, односно читав један језик комуникације са рачунаром, а то траје дуго.

Графички интерфејс је рођен почетком 70тих година када су постављени основни концепти које називамо WIMP метафора. WIMP је скраћеница која обухвата основне елементе интерфејса: **W**indow – прозор, **I**con – икона, **M**enu – мени, **P**ointer – показивачки уређај, миш. Код WIMP концепта, све је прозор, и сав садржај се налази у неком од прозора. Прозоре можете премештати, сакривати, или стављати један на други. Икона је графички елемент који симболизује неку акцију или функцију програма, мада је такође важан елемент интерфејса и текстуално дугме (button). Други начин презентовања могућности програма је кроз меније. Уобичајен приступ је да се најважније и најчешће коришћене функције представе као иконе, а остале су сакривене у менијима који се отварају кликом на одређено дугме или наслов. Графички интерфејси засновани на WIMP метафори користе хардверски уређај (миш, графичка оловка,...) за директно манипулисање графичким објектима интерфејса.

Директна манипулација графичким објектима омогућава манипулацију објектима на екрану рачунара помоћу показивачких уређаја (поинтинг девицес) што је основа савремених корисничких интерфејса. Тек 1982. године је Ben Shneiderman установио термин директна манипулација и идентификовао њене компоненте и психолошке основе [4]. Миш је развијен на Stanford Универзитету 1965. године [5]. Пуна афирмација миша као стандардног улазног уређаја се догодила 70-тих година и остао је стандардни улазни уређај савремених рачунарских система.

Пошто данас још увек доминирају системи као што су Windows XP, Mac OSX или Linux засновани на WIMP концепту, у наставку се проблеми интеракције разматрају у контексту интеракције човека са основним елементима WIMP графичких интерфејса.

**2. КОГНИТИВНИ АСПЕКТ ИНТЕРАКЦИЈЕ**

Интеракција између корисника и компјутера може се посматрати као комуникација између два информациона процесора - људског и компјутерског са намером да међусобно размењују информације. Брзина и начин размене информација између њих условљени су ограничењима улазно-излазних уређаја, са стране компјутера, и могућностима људских органа за комуникацију, са стране корисника. Из тог разлога се проучавају карактеристике људског информационог процесирања, начин структурисања људске акције, природа језика за интеракцију човек-компјутер и људске физичке и психолошке потребе [6].

Своје захтеве према систему корисник артикулише водећи дијалог са корисничким интерфејсом рачунара који интегрише скуп метафора потребних за извршење дефинисаних послова. Дијалог почиње карактеристичном менталном активношћу човека заснованом на постављеном задатку стварајући мишљење. Мишљењем ствара менталну слику засновану на метафоричком резонувању о апстрактним концептима информационог домена. Дијалог корисника са системом заснива се на апстрактним концептима метафора којима се одређени послови корисника пресликавају из окружења радног места корисника (изворни домен) у информациони простор корисника (циљни домен). Ради лакшег разумевања комплексности дијалога неопходно је извршити менталну декомпозицију дијалога на логички развој догађаја кроз време ради идентификовања елементарних операција интеракције.

Човек о појавама и збивањима око себе стиче сазнања деловањем околине на његова чула (опажањем). Чулни органи су осетљиви на поједине врсте физичко-хемијских процеса тзв. опажајних дражи. Чула се разликују према врстама енергије за коју у осетљиви и врстама осета које преко њих доживљавамо. Деловањем физичко-хемијских процеса на чулни орган, они у нервним ћелијама (које се налазе у чулу) изазивају одређену врсту физиолошког процеса који називамо нервним узбуђењем или надражајем.

Нервно узбуђење се неуронима преноси до одређених области мождане коре, посебну за сваку врсту чула. Кад нервно узбуђење које су дражи изазвале у чулном органу нервним путевима допре до одређених делова мождане коре доживљавају се осети или сензације. Одређени делови мождане коре представљају органску основу за одређене врсте осета (примарне сензорне зоне) и одређене врсте једноставних покрета (примарне моторне зоне).

Примарне сензорне зоне у можданој кори су области у којима се завршавају нервни импулси који полазе од појединих чулних органа. До њих се преносе дражи које делују на чула изазивајући психичку појаву којом човек постаје свестан дражи која је деловала на чулни орган. Могуће је разликовати: соматичку или телесну сензорну зону, визуелну сензорску област и аудитивну или слушну сензорну област. Посредством чула вида ми не опажамо само боје и светлине него и облик предмета, њихову величину, рељефност, удаљеност и кретање.

Корисник надаље артикулише своје захтеве употребом адекватних средстава специјализованих за интеракцију са људима (комуникацију). За артикулисање својих захтева кориснику су на располагању разне интеракционе технике и уређаји. Одговарајући хардвер и софтвер су интеракциони елементи КИ који обезбеђују физичку интеракцију са крајњим корисником. Корисник у физичкој интеракцији са хардверским уређајем за директну манипулацију чини вољну активност координирану визуелним осетима из примарне сензорне зоне и кинестетским осетима из примарне моторне зоне. Кинестетски осети омогућавају усклађивање рада наших мишића и стицање вештине извођења различитих сложених покрета при раду. Примарна моторна зона је место у можданој кори где се налазе центри за обављање намерних покрета.

**2.1. Когнитивни Модели**

Когнитивно моделовање обезбеђује опис корисника у интеракцији са интерфејсом рачунарског система, односно обезбеђује модел корисничког знања, разумевања, намера и менталног процесирања. Ниво описа се разликује од технике до технике когнитивног моделовања и креће се од високонивовских циљева и резултата размишљања о проблему, па до

нивоа моторних активности корисника као што су притисак на тастер тастатуре или клик мишем. Као аутори ових техника се појављују психолози али и специјалисти рачунарских наука.

Модел когнитивних способности заснива се на кортикалним функцијама, познат још као "модел симултане и сукцесивне синтезе" [7]. И у симултаном и у сукцесивном процесирању информација, меморијски процеси су интегративно језгро које омогућује функционисање целине чија су друга два подсистема перцепција и когнитивни процеси који омогућују утврђивање релација међу скуповима података које интелект процесира.

Класификација когнитивних модела је извршена према томе да ли је фокус на кориснику и његовом задатку или на трансформацији задатка на језик интеракције (рачунара) идентификујући следеће три класе [1]: хијерархијска презентација структура корисникових задатака и циљева – GOMS ("a set of **G**oals, a set of **O**perators, a set of **M**ethods for achieving the goals, and a set of **S**elections rules for choosing among competing methods for goals."), лингвистички и граматички модели и модели физичког нивоа. Модели физичког нивоа се баве људском моториком и описују циљеве корисника који су остварљиви за врло кратко време. У случају комплекснијих циљева, потребно је извршити њихову декомпозицију на једноставније циљеве. Као пример може послужити KLM модел (**K**eystroke-**L**evel **M**odel) [8] за одређивање корисникових перформанси са датим интерфејсом. У овом моделу се задатак за остварење циља дели на две фазе: аквизиција задатака, током које корисник гради менталну слику начина за достизање датог циља, и извршавање задатка уз помоћ система. Аквизиција задатака тесно повезује KLM са GOMS моделом који даје преглед задатака датог циља. KLM декомпонује фазу извршавања задатка на пет различитих физичких оператора (притисак на тастер/е тастатуре, притисак тастера миша, померање курсора на жељену позицију, премештање руке са тастатуре на миша и обрнуто, и исцртавање линије помоћу миша), један ментални оператор (ментална припрема корисника за физичку акцију) и један оператор реакције система (корисник може игнорисати овај оператор ако није присиљен да чека на реакцију система). Сваком оператору се додељује време које је потребно да се он изврши. Сумирањем ових времена се добија процењено време извршавања тог, односно свих задатака датог циља. Тачност KLM модела зависи од искуства пројектанта који га формира јер се од њега захтева што реалнија процена могућности крајњег корисника.

## 2.2. Модел интеракције

За опис улаза корисника, акција апликације и приказа резултата користе се модели интеракције који су засновани на формализмима чиме је обезбеђена њихова имплементација у оквиру алата за развој интерфејса.

Један од најстаријих и најопштијих модела интеракције је PIE модел [1] који описује улазе корисника (са тастатуре или миша) и излазе ка кориснику (на екрану или штампачу).

Модел UAN (User Action Notation) [9] је развијен од стране пројектаната система у намери да се сагледа комплексност интеракције са стране система а не са стране корисника. UAN модел ефикасно описује (и идентификује) четири елемента интеракције на начин који је јасан свим учесницима у развоју софтвера. Такође, не прави се разлика између текстуалних и графичких интерфејса подржавајући сваку интеракциону технику. Мана овог модела је његов поглед на интеракцију само са стране система без осврта и на другог учесника, човека. Овај недостатак је превазиђен у XUAN моделу (eXtended User Action Notation) [10] где је посвећена подједнака пажња и систему и кориснику. XUAN модел симетрично посматра корисника и систем у терминима њихових видљивих и унутрашњих акција. Значај XUAN модела је укључивање менталних акција човека док је недостатак искључивање стања интерфејса што може довести до његове неконзистентности. Оба модела, UAN и XUAN су погодна за пројектовање и евалуацију интерфејса али не и за скупљање корисникових захтева.

Ради ефикасне процене броја акција и трајања извршења читавог задатка, сложени дијалог се декомпонује на елементарне акције на основу GOMS модела. Описи елементарних акција са стране корисника и са стране система уносе се секвенцијално по редоследу дешавања. Под

## КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференција напредне технологије у функцији развоја привреде,  
Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

претпоставком да се сваки задатак може раставити на "елементарне" догађаје перцепције, покрета и когнитивне догађаје, укупно трајање извршења задатка може се проценити сумирањем типичних времена потребних за обављање сваког догађаја у низу. Те догађаје иницира корисник својом акцијом али се дешавају у систему. Систем их може прецизно регистровати за одређивање почетка и завршетка активности. Такав приступ се може искористити за предвиђање брзине којом ће корисници обављати различите задатке на рачунару.

Модел интеракције, примењен на једноставан задатак има облик табеле која је подељена на два дела. Први део табеле служи за навођење описа са стране корисника и садржи два реда у којима се наводе описи менталних или сензорских и артикулаторних или моторних активности корисника. Други део табеле служи за навођење описа који се дешавају на страни рачунара. Садржи три реда у којима се наводе описи интерфејса (видљивих акција и стања интерфејса) и унутрашњих акција система (језгра). Линија која раздваја ова два дела представља тачку на којој долази до интеракције између човека и рачунара и уједно представља временску скалу. Активности се могу представити и графички на временској скали, сразмерно дужини трајања. Збиром ових времена добија се процењено време за достизање задатог циља. На овај начин, предложени модел омогућава интерпретацију описа акција емпиријским величинама погодним за вредновање.

### 3. МЕТОД

Тестови способности су мерни инструмент и конструисани су да мере оне особине које спадају у предуслове за обављање одређених активности у интеракцији са рачунаром. Они представљају стандардизовани поступак помоћу кога се изазива нека одређена активност, а онда се учинак те активности мери и вреднује тако да се индивидуални резултат упореди са резултатима који су добијени од других испитаника у истој ситуацији.

Процена способности људи у интеракцији са рачунара обављена је тестовима конструисаним за процену одређених особина и добијање профила корисника. Конструкција тестова је заснована на препознавању активности у интеракцији корисника са рачунаром, особинама корисника које се истичу и начину мерења индивидуалних резултата учинка. Приликом вођења дијалога корисника са рачунаром препознато је више поступака које смо груписали у сензорне, интелектуалне и артикулаторне активности. Код сензорних активности изоловани су процеси којима човек стиче сазнања о појавама и збивањима око себе као што су: деловање физичко-хемијских процеса из околине на његова чула, изазивање одређених врста физиолошких процеса у нервним ћелијама чула, преношење нервног узбуђења неуронима до примарне сензорне зоне у можданој кори и изазивање психичке појаве којом човек постаје свестан надражаја која је деловала на чулни орган.

Ради процене релевантних способности човека у интеракцији са рачунаром, а на основу описаног модела и психометријских концепата развијен је софтверски алат за тестирање сензорних, психомоторних и меморијских способности.

#### 3.1. Тестови сензорних способности

Модел визуелно-информационог процесирања [11] шематски представља процесе који се дешавају у менталном апарату од момента деловања адекватне стимулације до организације одговора на ту стимулацију.

Информације које су потенцијално доступне организму долазе у одговарајући сензорни регистар, где остају до једне секунде. На овом нивоу одређују се физичке карактеристике стимулације. Након тога, информација се или губи из регистра (бива заборављена), или се даље преноси у краткотрајну меморију. На том нивоу се неке информације, после идентификације значења, губе, друге у интеракцији са информацијама из дуготрајне меморије утичу на организацију одговора, а затим један део бива смештен у дуготрајну меморију, док се остатак губи.

## КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференција напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

Тестови сензорних способности одређују функционалне карактеристике чулних система и имају за циљ процену времена реакције испитаника на визуелне (ТП 1) и аудитивне (ТП 2) надражаје. Код испитаника се тестирају способности у области вида, слуха и кинестетских осета. Тест траје 20 секунди у ком времену се испитанику интерпретира серија стохастичких визуелних и аудитивних надражаја. Задатак испитаника је да у што краћем времену одреагује притискајући одређени тастер, чиме потврђује да је регистровао надражај на који се тестира. Као параметар релевантан за евалуацију, систем региструје време протекло од саопштавања надражаја до реакције испитаника.

### 3.2. Психомоторни тестови

Да би корисник артикулисао своје захтеве он користи одговарајуће интеракционе елементе корисничког интерфејса који обезбеђују физичку интеракцију са рачунаром. Корисник у физичкој интеракцији са хардверским уређајем за директну манипулацију чини вољну активност координисану визуелним осетима (из примарне сензорне зоне) и кинестетским осетима (из примарне моторне зоне мождане коре) за обављање намерних покрета. Кинестетски осети омогућавају усклађивање рада наших мишића и стицање вештине извођења различитих сложених покрета при раду.

Психомоторни тестови имају за циљ процену окуломоторне координације, прецизности у манипулисању предметима, психомоторну оријентацију, време реакције, манипулативну спретност и способност визуелно-моторног погађања.

Задатак прве групе тестова (ПМ), је испитивање психомоторне оријентације, способности визуелно-моторног погађања и координисаног манипулисања средствима за интеракцију корисника са системом, координацијом појединих чула и делова тела. Тестови трају 20 секунди а задатак корисника је да кликне на дугме (димензије 1x1cm) које се на површини екрана циклично појављује генерисањем случајних координата. За време трајања теста систем on-line перзистентно региструје времена везана за одређене догађаје повезујући их у бази података са корисником и тестом. Након догађаја ОТПУСТИ-ТАСТЕР-МИША дугме на интерфејсу се брише а појављује се на другој случајно генерисаној координати.

За испитивање утицаја диференцијалне осетљивости на боје и психомоторну реакцију корисника, развијен је тест ПМ 1, где је дугме на интерфејсу тамније сиве боје у односу на позадину и ПМ 2, где је дугме на интерфејсу наглашено црвеном бојом. За испитивање утицаја величине објекта на психомоторну реакцију развијен је тест ПМ 3, код кога је дугме на интерфејсу наглашено, димензија 1x3 cm. У циљу испитивања утицаја аудитивног фактора на пажњу и психомоторну реакцију корисника, развијен је тест ПМ 4 код кога се након догађаја ОТПУСТИ-ТАСТЕР-МИША чује звучни сигнал (ВЕЕР).

### 3.3. Тестови Меморије

Памћење је информационо-процесна структура која има три компоненте: сензорну, краткорочну и дугорочну меморију [12]. Све три функционално повезане меморијске компоненте су неопходне за успешно смештање и трајање информације у меморијском систему.

Меморијски систем за памћење сензорних информација садржи сензорну репрезентацију или представу визуелног или аудитивног догађаја који су деловали на чулне органе током веома кратког времена. У моделима когнитивне обраде информација зона сензорног памћења описана је као транзитивна зона ка трајнијим облицима памћења. Краткотрајна меморија је центар активности у информационом процесном систему и представља систем ограниченог капацитета. У ову зону информација може доспети било из зоне сензорног, било из зоне дуготрајног памћења [12]. Информације у дуготрајној меморији су релативно трајне. Капацитет дуготрајне меморије је потенцијално бесконачан. Једна од значајних карактеристика дуготрајне меморије јесте да већ, у периоду запамћивања, садржи прерађене податке у односу на изворна збивања која су предмет искуства и да може бити реорганизована и трансформисана под утицајем нових информација које доспевају у систем.

## КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференција напредне технологије у функцији развоја привреде,  
Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

Тестови меморије (ТМ 1) имају за циљ испитивање распона меморије кроз способност непосредне репродукције серије елемената после само једне визуелне репрезентације исте. Тест није ограничен временски већ траје до неуспешног покушаја репродукције. Испитанику се презентује (у одређеном временском периоду) низ случајно генерисаних нумеричких знакова одређене дужине. Време презентовања серије је обрнуто пропорционално дужини серије. Задатак испитаника је да се низ у целости успешно репродукује. Поступак се понавља са низом дужим за један знак. Развијено је још два теста са истим сценариом са извесним разликама. У ТМ2 тестовима, генерисане серије су састављене од словних знакова, док у ТМ3 тестовима од алфанумеричких знакова. Као параметар распона меморије систем региструје највећу дужину успешно репродуковане серије.

*Табела 1. Листа тестова сензорних, психомоторних и меморијских способности корисника*

	Способност	Атрибут		Тест Id.
1.	<b>СЕНЗОРНЕ СПОСОБНОСТИ</b>			
1.1.	Визуелна осетљивост	Време реакције на визуелне стимулансе (сец)		ТП1
1.2.	Слушна осетљивост	Време реакције на аудитивне стимулансе (сец)		ТП2
1.3.	Визуелна и слушна осетљивост	Време реакције на визуелне и аудитивне стимулансе, истовремено (сец)		ТП3
2.	<b>ПСИХОМОТОРНЕ СПОСОБНОСТИ</b>			
2.1.	Способност психомоторне реакције	Време психомоторне реакције (сец)	дугме сиве боје 1x1	ПМ1
2.2.			дугме црвене боје 1x1	ПМ2
2.3.			дугме сиве боје 1x3	ПМ3
2.4.			дугме црвене боје 1x3	ПМ4
2.5.	Способност психомоторне оријентације	Време колебања (сец)	дугме сиве боје 1x1	ПМ1
2.6.			дугме црвене боје 1x1	ПМ2
2.7.			дугме сиве боје 1x3	ПМ3
2.8.			дугме црвене боје 1x3	ПМ4
2.9.	Способност визуелно-моторног погађања	Број успешних покушаја визуелно-моторног погађења	правоугаоник црвене боје	ПМ5
2.10.			правоугаоник сиве боје	ПМ5а
2.11.			правоугаоник црвене боје и звук	ПМ6
2.12.			правоугаоник сиве боје и звук	ПМ6а
3.	<b>МЕМОРИЈСКЕ СПОСОБНОСТИ</b>			
3.1.	Способност репродукције низа елемената	Дужина репродукованог низа нумеричких знакова	негруписано	ТМ1
3.2.			груписано	ТМ1а
3.3.		Дужина репродукованог низа словних знакова	негруписано	ТМ2
3.4.			груписано	ТМ2а
3.5.		Дужина репродукованог низа алфанумеричких знакова	негруписано	ТМ3
3.6.			груписано	ТМ3а

У циљу испитивања применљивости приказаног метода за квантификацију људских способности, спроведено је тестирање 234 крајњих корисника (116 мушкараца и 118 женских корисника) кроз 17 тестова, подељених у три групе. Добијени емпиријски подаци су искоришћени за статистичку обраду и одређивање просечних способности корисника (групе).

На примеру који следи приказан је начин упоредне статистичке анализе за две циљне групе, мушкараца и жена. Просечно време реакције испитиваног скупа на визуелни подражај (ТП1) је 0,558 с, мушкараца 0,593 с и жена 0,526 с. У случају тестирања визуелно-моторног погађања и психомоторне оријентације (ПМ) просечно време испитиваног скупа је 1,4015 с, мушкараца

## КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференција напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

1,513 с и жена 1,289 с. Циљ је да се утврди да ли је разлика од 0,224 с у просечним временима реакције између мушкараца и жена статистички значајна. Степен одступања просечних времена реакције мушкараца и жена око аритметичке средине испитиване популације износи 0,108 с. Како је добијена вредност  $t=2,06$  већа од граничне вредности  $t=1,96$ , са сигурношћу већом од 95% ( $p<0,05$ ) може закључити да између просечних времена реакције мушкараца и жена постоји статистички значајна разлика која је вероватно последица утицаја фактора од којих зависе опажање и моторичке перформансе. Просечно време психомоторне оријентације са дугметом без наглашене боје (ПМ1) је 1,391 с а са дугметом наглашене боје (ПМ2) 1,061 с. Добијена вредност  $t=3,9567$  је већа од граничне вредности  $t=2,58$ , те са 99% сигурности може закључити да постоји статистички значајна разлика у просечном времену психомоторне реакције са наглашеним контрастом у односу на дугме без наглашеног контраста. У случају тестирања краткорочне меморије просечна дужина репродукованог низа бројева (ТМ1) је 7,322 цифара и 5,88 слова (ТМ2). Добијена вредност  $t=4,79$  је већа од граничне вредности  $t=2,58$ , те са 99% сигурности може закључити постоји статистички значајна разлика у просечној дужини репродукованог низа цифара у односу на слова.

### 4. ЗАКЉУЧАК

Разумевање физичких, интелектуалних и персоналних разлика потенцијалних корисника одређује степен разумевања и испуњавања потреба корисника. Узимањем у обзир различитих људских перцептуалних, сазнајних и моторичких способности води ка универзално употребљивом интерфејсу. Имајући у виду различите аспекте профила корисника, у процесу израде интерфејса суочавамо се са изазовима физичких, когнитивних, перцептуалних, персоналних и културних особености.

На основу описаног модела и психометријских концепата, развијен је софтверски алат за тестирање сензомоторних способности корисника у интеракцији човека са рачунаром. Тестови су конструисани тако да мере индивидуалне резултате учинка изолованих особина у препознатим активностима. Концепција тестова омогућава програмски вођено тестирање циљне групе и сасвим прецизно квантификовање перформанси корисника. Софтверски тестови нису коначни и листа се може мењати увођењем нових тестова или модификацијом постојећих.

Анализом добијених резултата може се одредити компатибилност циљне групе са појединим интеракционим техникама. Квалитативном анализом резултата извлаче се препоруке за пројектовање појединих делова интерфејса погодан циљној групи за коју се софтвер развија.

### 5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Dix, A.; Finlay, J., Abowd, G., & Beale, R. (1993). Human-Computer Interaction, 2nd ed. Prentice Hall Europe.
- [2] Myers, B.A., & Rosson, M.B. (1992). Survey on user interface programming. u: Bauersfeld P., Bennett J. i Lynch G. (ur.) CH'92 Conference Proceedings on Human Factors in Computing Systems, New York, NY: ACM Press, str. 195-202.
- [3] Jacob, R. J. K. (1998), User Interfaces, In the "Encyclopedia of Computer Science", D. Hemmendinger, A. Ralson and E. Reilly (eds.), fourth edition, International Thomson Computer Press.
- [4] Shneiderman, B. (1983). Direct Manipulation: A Step Beyond Programming Languages, IEEE Computer, vol. 16(8), pp. 57-69.
- [5] Myers, B. A. (1998), A Brief History of Human Computer Interaction Technology, ACM Interactions, vol. 5(2).
- [6] Banjanin, M. (2007). Analiza systemske interakcije čovek-kompjuter, radovi Filozofskog fakulteta Istočno Sarajevo, br. 9, knjiga 2 – Prirodno - matematičke nauke – Pale 2007.
- [7] Das, J. P.; Kirbi, J., & Jarman, R. F. (1975). Simultaneous and successive syntheses: An alternative model for cognitive abilities, Psychological Bulletin, 82, 1, pp. 87-103.



## КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференција напредне технологије у функцији развоја привреде,  
Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

- [8] Card, S. K.; Moran, T. P., & Newell, A. (1980). The Keystroke-Level Model for user performance with interactive systems, *Communications of the ACM*, vol. 23, pp. 396-410.
- [9] Harrison, M. D. & Duke, D. J. (1995), A review of formalisms for describing interactive behavior, In the *Software Engineering and Human-Computer Interaction – Notes in Computer Science*, vol. (896), Springer-Verlag, pp. 49-75.
- [10] Gray, P.; England, D. & McGowan, S., (1994) XUAN: Enhancing UAN to Capture Temporal Relationships among Actions, *Proceedings of the HCI'94 Conference on People and Computers IX*, pp. 301-312.
- [11] Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. II, pp. 89-195). New York: Academic Press.
- [12] Barton, B. & Brewer, A. (2013). Visual Working Memory in Human Cortex. *Psychology*, 4, 655-662. doi: 10.4236/psych.2013.48093