

КОНЦЕПТУАЛЕН ФУНКЦИОНАЛЕН МОДЕЛ НА ПРОТОТИП НА СИСТЕМА ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА ДОСТЪПНОСТТА НА МОБИЛНИ ПРИЛОЖЕНИЯ

Радка Начева¹

¹ Гл. ас., д-р в катедра „Информатика“, Икономически университет – Варна, България

E-mail: r.nacheva@ue-varna.bg

РЕЗЮМЕ

JEL: C88, C90

Получена: 19-05-2023

Приета: 19-06-2023

Публикувана: 30-06-2023

Copyright: © 2023
Начева, Р.

Предоставя се за възможно публикуване в свободен достъп при условията и по реда на Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

По данни на институции като Световната здравна организация и Световната банка процентът на хората с увреждания се увеличава през последните години. Около 1,3 милиарда души или 15% от световното население имат някакъв вид увреждане, което може да попадне в една от основните групи – двигателни, зрителни, слухови, когнитивни. С напредването на технологиите хората с увреждания могат да извършват дейности, които доскоро бяха недостъпни за тях. Много компютърни системи и софтуер е възможно да не включват вградени функции за достъпност, което затруднява достъпа на потребители със специални нужди до компютърни ресурси. Ето защо изследването на достъпността на софтуерните продукти е от голямо значение за осигуряване на достъпна дигитална среда. Софтуерните инструменти за оценяване на достъпността служат за автоматизиране на събирането на данни за използването на софтуера, техния анализ или решаването на потенциални проблеми при осигуряването на цифрова достъпност. Инструментите от този тип покриват три вида автоматизация: запис, анализ и критика. Те записват взаимодействията на потребителите с приложенията, идентифицират и анализират проблеми с достъпността и дават препоръки за тяхното подобряване. В тази връзка, целта на тази публикация е да предложи концептуален функционален модел на прототип на система за оценяване на достъпността на мобилни приложения. Основната задача на изследването е свързана с проучване на съществуващи системи за оценяване на качеството на този тип приложения и на свързаните с качеството на софтуера атрибути.

Ключови думи: достъпност, дигитална достъпност, оценяване на софтуера, качество на софтуера.

Цитиране: Начева, Р. (2023) Концептуален функционален модел на прототип на система за оценяване на достъпността на мобилни приложения. Списание „Човешки ресурси & Технологии = HR & Technologies“, Сдружение „Креативно пространство“, 1, с. 76 – 98

ВЪВЕДЕНИЕ

Популярността на мобилните технологии и широкото им навлизане в ежедневието растат непрестанно. Те често са определяни като технологии за клетъчна комуникация, които са едновременно лесно преносими и предлагат незабавен достъп до информация, а също така могат да се интегрират и с други технологии. По-голямата част от тях се използват за комуникация в реално време. Такива, например, са мултимедийни плейъри (като iPod), персонални дигитални асистенти (от англ. ез. Personal Digital Assistants – PDA), USB устройства, четци на електронни книги (от англ. ез. E-Book Reader), мобилни телефони, ултрамобилни компютри (от англ. ез. Ultra-Mobile PC), лаптопи, таблети, технологии за носене (от англ. ез. Wearable Technologies – умни часовници, гривни, пръстени, очила, устройства за проследяване на моментното физическо състояние, Bluetooth устройства и др.). Може да се каже, че това са устройства, които са продукт на научното знание и даващи възможност за манипулиране (съхраняване, достъп, създаване, промяна или организиране) на данни в различни форми без да е необходимо да бъдат свързвани към конкретно място. Тъй като многообразието от технологии е голямо и всяка от тях има различни специфики при употреба, то не би било възможно да бъдат разгледани всички. В този смисъл, настоящата публикация акцентира върху мобилните приложения, с които работят мобилни телефони и таблети, като най-широко разпространени технологии за ежедневна употреба.

За актуалността и масовата употреба на мобилните телефони откриваме подкрепа и в статистиките, според които в световен мащаб са отчетени около 8,5 милиарда мобилни връзки, от които 1.5 милиарда са 5G (GSM Association, 2023). Навлизането на мобилните технологии в ежедневието в глобален план расте. Към края на 2021 г. е отчетено, че са продадени 1.43 милиарда смартфона в световен мащаб (GSM Association, 2023). В същия източник се предвижда, че до края на 2028 г. се очаква 5G връзките да нараснат до 4 милиарда, което е ръст от 40% в сравнение с 2023 г. Според данни, публикувани от (Degenhard, 2023), броят на смартфоните към 2023 г. е 5,25 милиарда, което е с около 20 милиона повече, сравнено с 2022 г. Глобалният брой на потребителите на смартфони се прогнозира непрекъснато да нараства между 2023 г. и 2028 г. с общо 910,3 милиона потребители, което е със 17,33% повече (Degenhard, 2023). След петата поредна нарастваща година, потребителската база на смартфони се очаква да достигне 6,2 милиарда потребители и следователно нов пик през 2028 г. се посочва в същия

източник. Това още веднъж доказва, че броят на потребителите на смартфони непрекъснато се увеличава през последните години.

Според данни от 2022 г. почти всички анкетирани потребители в 18 развити икономики съобщават, че притежават мобилен телефон, по-голямата част от които са смартфони (Wike et al., 2022). Средно 85% посочват, че притежават смартфон, 11% притежават мобилен телефон, който не е смартфон, и само 3% изобщо не притежават телефон (Wike et al., 2022). Въпреки широко разпространеното притежание на смартфони, има известна променливост между изследваните държави в използването на мобилни технологии. Според същия източник, приблизително 20% от възрастните в Гърция и Унгария притежават мобилен телефон, който не е смартфон. А около 10% изобщо не притежават мобилен телефон в Канада и Полша. На противоположния край на спектъра, 98% от възрастните корейци притежават смартфон посочват авторите на изследването. Съществуват също големи разлики в притежанието на смартфони и мобилни телефони във всяка страна, като по-младите възрастни, хората с по-високи доходи и тези с по-високо образование обикновено са по-склонни да притежават смартфон.

Ето защо развитието на мобилните технологии в посока предлагане на все по-сложни функции и услуги е породено от необходимостта от мобилност на всеки потребител. Същевременно, за да бъде конкурентен и устойчив един бизнес, много от дейностите му трябва да се извършват и от мобилно устройство. В тази връзка трябва да се отбележи, че поради покриването на все по-широк спектър от функционалности, мобилните приложения стават все по-сложни, а от там се поражда и редица проблеми, свързани с лекотата им на употреба и по-точно, свързани с безпроблемното им използване от потребители със специални потребности или конкретно, с тяхната достъпност. Както посочва Световната здравна организация, приблизително 1,3 милиарда души изпитват значителни увреждания или това представлява 16% от населението на света, т.е. 1 на всеки 6 от нас (WHO, 2023).

Според данни на Световната банка 15% от световното население изпитва някаква форма на увреждане, а разпространението на увреждането е по-високо в развиващите се страни (World Bank, 2023). Пречките пред пълното социално и икономическо включване на хората с увреждания могат да са свързани с недостъпна физическа среда и транспорт, липса на помощни устройства и технологии, неадаптирани средства за комуникация,

пропуски в предоставянето на услуги и дискриминационни предразсъдъци и стигма в обществото (World Bank, 2023).

Ето защо, осигуряването на достъпна дигитална среда е от особено значение за развитието на мобилните технологии и с цел да бъдат адаптирани към потребностите на потребители с различен вид увреждания. Част от средствата, които подпомагат разработването на достъпни мобилни технологии, в частност мобилни приложения, са системите за тестване и оценяване на достъпността. Тяхната основна задача е да изведат информация за това колко лесно потребителите могат да използват даден софтуер и да предоставят препоръки за подобряване на бъдещи дизайни и реализации. Оценката на достъпността е формализирана чрез закони, правила и международни стандарти, които предлагат препоръки, дават насоки за техническо изпълнение на често срещани проблеми в разработването на софтуера, свързани с използването му от хора с увреждания. Така например, инструментите за тестване на достъпността се базират често на Раздел 508 (на англ. ез. „Section 508“) на законодателството на федералното правителство на САЩ и Указанията за достъпност на уеб съдържанието (на англ. ез. „Web Content Accessibility Guidelines“, WCAG) на W3C.

В тази връзка, **целта на тази публикация** е да предложи концептуален функционален модел на прототип на система за оценяване на достъпността на мобилни приложения. Основните задачи на изследването са свързани с:

- проучване на основните атрибути на качеството на софтуера;
- проучване на съществуващи системи за тестване и оценяване на качеството на софтуера, в частност на достъпността, които могат да се прилагат при оценяване и на този тип приложения.

1. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРАТА

Специалистите, занимаващи се с разработването на софтуер, са изправени пред предизвикателството да създадат продукти, базирани на потребителския опит и съчетаващи естетика, функционалност, ергономичност, възможност за бързо изпълнение на поставените задачи, като същевременно трябва да се съобразят и с ограниченията, наложени от самите мобилни устройства и специалните потребности на крайните потребители.

Моделът за качество на софтуерните продукти, вписан в ISO/IEC 25010:2011(en), категоризира качеството на софтуера в осем основни характеристики (функционална

пригодност, ефективност на производителността, съвместимост, ползваемост, надеждност, сигурност, поддръжка и преносимост). Всяка от тях е съставена от набор от свързани подхарактеристики. Към групата на функционалната пригодност се причисляват: функционална пълнота, функционална коректност и функционална целесъобразност. Към ефективност на производителността се отнасят: използване на ресурсите, капацитет и времево поведение. Съвместимостта се свързва със съвместно съществуване и оперативна съвместимост.

Според ISO/IEC 25010:2011(en) достъпността (от англ. ез. „accessibility“) е подхарактеристика на ползваемостта (от англ. ез. „usability“), заедно с разпознаваемост (от англ. ез. „appropriateness recognizability“), обучаемост (от англ. ез. „learnability“), оперативност (от англ. ез. „operability“), защита на потребителските грешки (от англ. ез. „user error protection“) и естетика на потребителския интерфейс (от англ. ез. „user interface aesthetics“). Към надеждността се отнасят: зрелост, наличност, толерантност към грешки и възстановимост. Характеристиката „сигурност“ включва подхарактеристики: конфиденциалност, интегритет, без отричане, отчетност и автентичност. Поддръжката се свързва с модулност, повторна употреба, анализируемост, модифицируемост и възможност за тестване. Последната характеристика в модела на качеството е преносимостта, към която се отнасят адаптивност, инсталируемост и заменяемост.

Според стандарта достъпността се свързва със степента, до която даден продукт или система може да се използва от хора с най-широк набор от характеристики и способности за постигане на определена цел в определен контекст на употреба. Част от другите характеристики в модела на качеството могат да бъдат измерени количествено, други – само качествено.

Според ISO/IEC 25010:2011(en) достъпността за хора с увреждания може да бъде определена или измерена или като степента, до която продукт или система може да се използва от потребители с определени увреждания за постигане на определени цели с ефективност, ефикасност, свобода от риск и удовлетворение в определен контекст на употреба, или чрез наличието на свойства на продукта, които поддържат достъпност. В тази връзка възниква въпросът дали съществуват средства, които да измерят свойствата на продуктите, които определят тяхната достъпност. Измерването е свързано с тестване и оценяване на достъпността на софтуера.

Според мненията на различни автори може да се обобщи, че тестването се извършва в по-голямата си част от потребители, които следват предварително разписан

сценарий със задачи (Ivory, 2001; Häkkinen, 2006; Rubin and Chisnell, 2008; Bruno, 2011; Ara et al., 2023). Целта на тестването е получаване на обратна връзка от потребителите под формата на количествени и / или качествени данни. Оценката се осъществява от експерти по качество на софтуера и поради тази причина е известна още като експертна оценка. Тя може да се изпълни и вследствие на проведените тестове. Оценяването на достъпността се извършва след избор на подходящ метод, в чието изпълнение могат да участват потребители и представители на някои от другите екипи, участващи в разработката на дадена система, като дизайнери и разработчици.

Извършените проучвания сочат, че етапите на процеса на тестване и оценяване на достъпността не са разграничени точно, както от международните стандарти, така и от специалисти в областта. Някои автори изследват само процеса на оценяване на достъпността (Serra, 2015; Nuñez et al., 2019; Sabokbar et al., 2021; Valtolina and Fratus, 2022), други само процеса на тестване (Mateus et al., 2021; Oncins, 2021; Sik-Lanyi and Orbán-Mihálykó, 2019; Takagi and Asakawa, 2017), но в литературата рядко са обединени в цялостен процес по изследване на достъпността. Не е намерена информация също така за ясно групиране на прилаганите методи и средства, което да съответства на поэтапното им приложение. В предходно изследване авторът прави опити да изведе единен процес по одит на уеб достъпността, който се състои от следните етапи: планиране; изследване; оценяване; отчитане и последващ контрол (Nacheva, 2022). Процесът на одит на уеб достъпността в публикацията е базиран на контролиран бизнес процес, чиито вход са потребителските изисквания, формираните цели на изследването и прототип на изследваната уеб система. Като изходни артефакти на процеса се получават отчети от одита на уеб достъпността и препоръки за подобряването на уеб достъпността. В литературата обаче не откриваме аналогичен процес на одит на достъпността на мобилни приложения, което считаме, че е потенциално поле за развитие на научното знание в областта на качеството на софтуера и в частност, осигуряване на неговата достъпност.

Редица фирми често не прилагат каквито и да е методи и средства на тестване или оценка на достъпността на разработваните от тях продукти. Разчита се единствено на субективната преценка на разработчици, дизайнери и мениджъри, които обикновено не са запознати в детайли с проблемите на достъпността на софтуера, в частност на мобилните приложения. В тези случаи не може да се говори за спазването на структуриран процес на работа (бизнес процес) по изследване на достъпността, тъй като той се основава главно на вземане на решения, обсъждане и професионално

сътрудничество с цел достигане на определени резултати – създаване на достъпен софтуер, конкретно на мобилни приложения. Естеството на този начин на работа предполага структурата на работния процес да бъде различна всеки път.

Софтуерните инструменти за оценяване служат за автоматизиране на колекция от данни за използване на софтуера, неговият анализ или решението на потенциални проблеми (Ivory and Hearst, 2001). В (Ivory, 2001) се идентифицират следните типове автоматизация:

- Запис: софтуерът автоматично записва данни от интеракциите с приложението;
- Анализ: софтуерът автоматично идентифицира потенциални проблеми;
- Критика: софтуерът извършва автоматично анализ и дава предложения за подобряване на идентифицираните проблеми.

В тази връзка, средствата с висока степен на автоматизация покриват и трите посочени типа – записват интеракциите на потребителите с приложенията, идентифицират и анализират потенциални проблеми и извеждат препоръки за подобрението им. Според Ivory и Hearst (2001) автоматизацията е полезно допълнение към стандартните техники за оценяване, а не заместител. Средствата подпомагат провеждането на методите за оценяване и тестване на достъпността, като повишават производителността на експертите, но не могат да направят добре обоснован анализ на потребителската удовлетвореност и да отчетат фини детайли в поведението на участниците. Въпреки удобството, което предлага подобен софтуер, често процесът на изследване на достъпността се управлява от модератор. В тази връзка, модераторът на сесията ръководи действията на потребителите като задава допълнителни въпроси за изясняване по време на изпълнение на поставените задачи или след приключването им (Schade, 2017). Докато при немодерираните сесии те не могат да бъдат пряко наблюдавани и напътствани, което може да окаже влияние върху крайния резултат от провеждане на тестовете. Например, ако е възникнал проблем при даден потребител, пропуснал е задачи или не е успял да изпълни възложеното (Schade, 2017). Това от своя страна оказва съществено значение при анализиране на резултатите и може да доведе до неотчитане на някои проблеми с достъпността на тестваните приложения.

Може да се обобщи, че софтуерните инструменти за оценяване основно могат да се базират на работа с:

- въпросници за получаване на обратна връзка относно удовлетвореността от работата с изследваната система или приложение;
- лог файлове, в които се записват резултатите от работата на системата или приложението от страна на сървъра;
- интеракции с мобилните приложения – това са натисканията на екрана (от англ ез. „taps“) и движенията, извършвани при взаимодействие с мобилното устройство (от англ ез. „gestures“), на чиято база в последствие да се установи постигнатата производителност и респективно допуснатият брой грешки. Подобни, например, са A/B тестовете;
- биометрични данни – поведенчески и/или физиологични (Shrivastava, 2015), от които най-често приложение при изследване на достъпността имат анализ на израженията на лицето, обработка на аудио записи (анализ на гласа) и проследяване на погледа. Трябва да се отбележи, че в зависимост от вида на увреждането следва да се анализират различни биометрични данни.

2. СОФТУЕРНИ СИСТЕМИ ЗА ТЕСТВАНЕ И ОЦЕНКА НА КАЧЕСТВОТО НА СОФТУЕРА

С оглед на изпълнение на целта на това изследване е необходимо да се проучат съществуващи системи за тестване и оценка на качеството на софтуера. На първо място, трябва да се вземе предвид, че характеристиките или свойствата, които определят цялостното качество на софтуерните системи, са т. нар. „качествени атрибути“, известни също като нефункционални изисквания на софтуера (AltexSoft, 2022). Те обикновено се използват за оценяване и измерване на производителността, надеждността, поддръжката, ползваемостта и други аспекти на софтуера, както се посочва в международния стандарт ISO/IEC 25010:2011(en). Според стандарта, достъпността е подхарактеристика на ползваемостта – една от основните характеристики в модела на качеството на софтуерните продукти. В тази връзка системите за оценяване на достъпността следва да се разглеждат като вид системи за оценяване на качеството на софтуера, в т.ч. на мобилните приложения. Трябва да се отбележи, че качеството на софтуера се измерва с помощта на различни техники и показатели за оценяване на придържането му към предварително дефинирани атрибути и изисквания за качество. Според някои автори те

се свеждат най-общо до следните основни видове (Heričko and Šumak, 2023; Yu et al., 2022; Aghamohammadi et al., 2021; Júnior et al., 2022; Hegedűs and Ferenc, 2022):

- изследване на изходния код, дизайна или документацията на софтуера;
- прилагане на техники като тестване на програмни единици, тестване за интеграция на софтуера със съществуващи системи, тестване на цялата система;
- измерване на броя на дефектите (проблеми или грешки в кода) на софтуерните модули или цялата система;
- прилагане на метрики за оценяване на лекотата на поддръжка на софтуера и способността му да претърпява модификации, актуализации и корекции на грешки;
- оценяване на поведението на софтуера по време на изпълнение с цел проверка на използването на компютърните ресурси, като оперативна памет и централен процесор;
- измерване на удовлетворението на потребителите от работата със софтуера чрез анкети и формуляри за обратна връзка, анализ на потребителските отзиви, тестване на потребителския опит.

Важно е да се отбележи, че измерването на качеството на софтуера не е ограничено до една техника или показател. Често включва комбинация от подходи за получаване на цялостно разбиране на атрибутите за качество на софтуера и за идентифициране проблемни области, които налагат . Изборът на техники за измерване и показатели може да варира в зависимост от конкретния проект, изискванията и целите за качество. В тази публикация изследваме съвременни технологии и средства, които обработват биометрични данни.

На първо място, технологиите базирани на анализ на израженията на лицето и анализ на гласа се използват основно с цел изследване на емоциите, предизвикани от работата с даден продукт. Прилагането им не изисква специализирано оборудване от страна на тестващите потребители, а единствено стандартна уебкамера и микрофон. Но при тях съществува риск от прекомерна намеса на външната среда (зависимост от контекста на употреба), ако се използват отдалечено, в неконтролирана от специалист обстановка. Например, от светлината и шума в помещението, в което се намира потребителят. Този тип технологии са базирани на анализ на поведенчески характеристики на потребителите, които могат да се контролират съзнателно и по този начин да се повлияе на акуратността на генерираните резултати и осъществяване на

последващия анализ. Като допълнение, тестващият участник може да не е в добро психическо и физическо състояние, което също оказва влияние на изследването. Всеки един от посочените недостатъци на технологиите от тази категория предполага ниска до средна степен на точност на резултатите, което ги прави не особено подходящи при отдалечено тестване.

Друг наложен способ, който се използва в практиката, е проследяването на погледа. За целта се използва комбинация от специализиран софтуер и хардуер (очила, монитори, камери – настолни и за отдалечено тестване), с които се извършват изследвания в лабораторни условия. Очилата дават възможност за отдалечено изследване на достъпността, включително и в различен контекст на употреба на продуктите. Предимство на технологиите от тази категория е високата приемственост от страна на участниците в тестовете, лекотата при употреба от тяхна страна (особено при използване на очила), липсата на необходимост от осъществяване на вербална комуникация. Недостатък е, че използвани в неконтролирана среда, може да възникне некоректна употреба и от там да се повлияе на резултатите от изследването. Например, да се допусне намеса на външната среда.

В последно време се засилва все повече интересът към технологиите от категорията „Интерфейс Мозък-Компютър“¹ (от англ. ез. „brain – computer interface“). Основната цел при тях е комуникацията човек-компютър да се осъществява чрез мисълта. Първоначалните разработки са били насочени към подпомагане на хора с двигателни увреждания и диагностициране на тежки заболявания, като: епилепсия; мозъчни тумори; мозъчни травми; инсулти. С напредване на проучванията и разработките в тази област вече съществуват и специализирани безжични хардуерни устройства, които могат да се използват при тестване на качеството на софтуерните продукти, за изследователски цели в областта на развлекателната индустрия и маркетинга. Устройствата често са насочени към изследване, картографиране, подпомагане или коригиране на човешките когнитивни или сензорно-моторни функции. Някои от тях спомагат за записване на мозъчните вълни и обработката на записите чрез специализиран софтуер. Важно е да се уточни, че при изследване на проблемите на качеството на софтуера се използват средства, които прилагат техники на индиректен

¹ На английски се използват като синонимни понятия още mind-machine interface (MMI), direct neural interface (DNI), brain-machine interface (BMI).

достъп² и най-вече базираните на електроенцефалография³. Сред предимствата на технологиите от категорията „Интерфейс Мозък-Компютър“ са тяхната независимост от външната среда, висока акуратност на резултатите, подобряване комуникационните възможности, особено от страна на човека, работа с ментални команди. Също така, се избягва необходимостта от вербална комуникация с тестващия потребител и се изследват директно протичащите когнитивни процеси, т.е. мозъчната активност. Така се намалява до минимум вероятността да се получат неревалентни резултати. Този тип технологии са особено подходящи при изследване на ползваемостта на софтуера, в частност на достъпността, поради адаптирането им към спецификите на индивидите.

Напоследък, популярност набират т. нар. „неврослушалки“ (от англ. ез. „neuroheadset“), които допълнително увеличават предразположеността на потребителите да участват в изследвания с този тип технологии. Удобството от използване на тези технологии произтича от това, че те представляват безжични устройства за провеждане на електроенцефалография, които са удобни за носене от потребителите и

От направения анализ на биометрични технологии може да се заключи, че при базираните на проследяване на погледа и на мозъчната активност се избягва вербална комуникация с потребителите. Характеризират се с висока степен на точност на крайния резултат, а комбинирането им би допринесло за откриване на максимален брой проблеми с качеството на софтуерните продукти, като могат да измерят част от характеристиките. В контекста на модела на качеството в ISO/IEC 25010:2011, този тип технологии са подходящи за изследване на следните основни характеристики и принадлежащите им подхарактеристики на софтуерните продукти: функционална пригодност, надеждност, ефективност на изпълнението и ползваемост.

Част от софтуера, който се използва в процесите на тестване и оценяване на различни аспекти на качеството на софтуерните продукти, е със строга специализация (реализиран е само на една от разгледаните биометрични технологии), а друга част е с широк обхват (включва две и повече технологии).

² На английски език се среща като „Noninvasive Techniques“. При този тип се записва и наблюдава мозъчната активност на тестващия потребител, включително когнитивните процеси, които протичат.

³ Извършва се запис на електрическата активност в мозъка посредством електроенцефалограф със специализирани устройства (електроди, каски, безжични устройства), прикрепени към главата на пациента. Като резултат се получават модели, които представляват мозъчни вълни, отразяващи общите характеристики на дейността на мрежи от нервни клетки в мозъка.

В Таблица 1 е направена на сравнителна характеристика на някои по-известни софтуерни средства, базирани на биометрични технологии или изкуствен интелект, които са подходящи при тестване и оценяване на аспекти на качеството на софтуера, в частност на мобилни приложения. Като критерии за сравнение са използвани вида на тестваното мобилно приложение; типа на тестването; типа на входните данни, изходните артефакти и характеристиките на качеството на софтуера, които могат да се тестват и/или оценяват.

По-голямата част от разгледаните платформи намират приложение при извършване на модерирано тестване, чието предимство е, че експерти могат да насочват процеса на тестване на приложенията, като проследяват изпълнението на задачите и подпомагат потребителите.

С изключение на платформата на Google, всички останали реализират две и повече групи входни данни. Повечето от тях анализират натисканията на екрана и движенията на пръстите в комбинация с резултатите от проведени анкети. При тях степента на автоматизация е на ниво запис. Докато високо автоматизираните средства се базират и на работа с биометрични данни, като покриват и трите нива на автоматизация. Morae Manager, Ovo Logger и UserZoom анализират израженията на лицето и интонацията на гласа. Tobii Pro Lab комбинира проследяване на погледа с ЕЕГ. Сред представените платформи iMotions работи с най-широк кръг от биометрични данни, а именно: проследяване на погледа, електроенцефалограма (ЕЕГ), анализ на израженията на лицето, отчитане на пулса и кръвното налягане и др., които могат да се използват в комбинация или поотделно.

По-голямата част от платформите дават възможност за създаване на анкети, които са особено полезни при изучаване на потребителската удовлетвореност или при определяне на предварителните очаквания към функционирането на тестваните приложения, т.е. подходящи за тестване и анализиране на тяхната функционална пригодност.

Таблица 1.

Сравнителна характеристика на софтуерни средства за отдалечено тестване на мобилни приложения

Средство	Вид на тестваното приложение ⁴	Тип на тестването	Тип на входните данни	Исходни артефакти	Характеристика на качеството на софтуера
Applause (applause.com)	УЕМ, МПКОС	Немодерирано	Натискания на екрана, движения на пръстите	Отчет с количествени данни, лог файлове	функционална пригодност, ползваемост
Appsee (appsee.com)	МПКОС	Смесено	Натискания на екрана, движения на пръстите	Отчет с количествени данни, топлинни карти	функционална пригодност, ползваемост
iMotions (imotions.com)	УЕМ, МПКОС, X	Смесено	Мулти биометрични, въпросник, натискания на екрана, движения на пръстите	Отчет с препоръки и количествени данни, топлинни карти	функционална пригодност, надеждност, ефективност на изпълнението и ползваемост
Leanplum (leanplum.com)	УЕМ, МПКОС, X	Немодерирано	Натискания на екрана, движения на пръстите	Графики с количествени данни	функционална пригодност, ползваемост
Loop11 (loop11.com)	УЕМ, МПКОС	Немодерирано	Натискания на екрана, движения на пръстите	Топлинни карти, отчет с количествени данни	функционална пригодност, ефективност на изпълнението и ползваемост
Mobile-Friendly Test (goo.gl/0kJ8BL)	УЕМ	Немодерирано	Линк към уебсайта	Отчет с препоръки	функционална пригодност
Morae Manager (www.techsmith.com)	УЕМ, МПКОС, X	Немодерирано	Натискания на екрана, движения на пръстите	Отчет с препоръки и количествени данни, топлинни карти	функционална пригодност, ефективност на изпълнението и ползваемост
Ovo Logger (www.ovostudios.com)	МПКОС	Модерирано	Мулти биометрични, Натискания на екрана, движения на пръстите	Отчет с препоръки и количествени данни, топлинни карти	функционална пригодност, надеждност, ефективност на

⁴ Уеб базирано мобилно – УЕМ, мобилно приложение за конкретна операционна система (iOS, Android, Windows) – МПКОС, хибридно - X.

Средство	Вид на тестваното приложение ⁴	Тип на тестването	Тип на входните данни	Исходни артефакти	Характеристика на качеството на софтуера
					изпълнението и ползваемост
Tobii Pro Lab (www.tobiiipro.com)	МПКОС, X	Модерирано	Мулти биометрични, Натискания на екрана, движения на пръстите,	Отчет с препоръки и количествени данни, топлинни карти	функционална пригодност, надеждност, ефективност на изпълнението и ползваемост
TryMyUI (trymyui.com)	УЕМ, МПКОС, X	Модерирано	Натискания на екрана, движения на пръстите	Отчет с препоръки и количествени данни	функционална пригодност
Userlytics (userlytics.com)	МПКОС, X	Смесено	Натискания на екрана, движения на пръстите, анкети , въпросници	Отчет с препоръки и количествени данни	функционална пригодност, ползваемост
UserZoom (userzoom.com)	УЕМ, МПКОС, X	Смесено	Натискания на екрана, движения на пръстите, въпросник, биометрични	Отчет с количествени данни, топлинни карти	функционална пригодност, надеждност, ефективност на изпълнението и ползваемост

Резултатите от различните тестове се появяват под формата на отчети и графики. Графиките имат различен вид, зависещ от вида на теста. Например, резултатите от проследяване на погледа се визуализират като топлинни карти, показващи „горещите“ точки от екрана – къде най-често се насочва вниманието на потребителите. Данните от ЕЕГ се появяват като линейна диаграма и т.н.

По-голямата част от платформите позволяват създаването на тестови задачи за потребителите, но не се поддържат създаване на пълен план на процеса на тестване на аспекти на качеството на софтуера. Поддържа се анализ на резултатите от тестовете, които се извеждат под формата на топлинни карти в повечето случаи. Включено е и генериране на отчети, които се базират на резултатите от анализа, но те включват само количествени данни, без препоръки за подобрене.

Може да се обобщи, че софтуерните платформи за отдалечено тестване и оценка на качеството на софтуера на мобилни приложения са комплексни инструменти, които се развиват непрестанно. По-голямата част обработват взаимодействието на потребителя с екрана, на чиято база генерират топлинни карти. Други, сред които iMotions и Tobii Pro Studio, работят с множество биометрични данни, което способства за извеждане на резултати с максимална степен на точност и отчитане на множество аспекти от взаимодействието между човека и тестваното приложение. Проблемът при всяка от тях е, че не поддържат конкретизиран процес на изследване на достъпността на мобилни приложения.

3. КОНЦЕПТУАЛЕН ФУНКЦИОНАЛЕН МОДЕЛ НА ПРОТОТИП НА СИСТЕМА ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА ДОСТЪПНОСТТА НА МОБИЛНИ ПРИЛОЖЕНИЯ

Разработването на система за оценяване на достъпността на мобилни приложения е подходящо да се базира на методи, чрез които се:

- изследват менталните модели на потребителите;
- предоставя максимална свобода на потребителите при провеждане на тестовете – независимост от местоположение;
- получават количествени данни;
- проследяват правила за изграждане на достъпни интерфейси.

На база на изложеното до момента могат да се изведат следните предизвикателства пред разработването на системата за оценяване на достъпността:

- потребителите, участващи в даденото изследване, биха излезли от зоната си на комфорт, ако трябва да използват необичайно изглеждащи за тях устройства;
- изследванията трябва да се провеждат задължително в лабораторна или най-малкото контролирана от модератор среда, тъй като все още не съществуват достъпни и масово разпространени специализирани хардуерни устройства, които измерват психическата активност, какъвто е случаят с камери и микрофони;
- недвусмислено и ясно представяне на събраните данни;
- комбиниране на възможности за модерирано и немодерирано изследване на достъпността.

На база на проведеното изследване на функционирането на разгледаните платформи за оценяване на достъпността на мобилни приложения в тази публикация се извежда общият вид на извършваните от тях дейности до показания на Фиг. 1.



Фиг. 1. Концептуален функционален модел на прототип на система за оценяване на достъпността на мобилни приложения

Източник: Разработка на автора

Концептуалният функционален модел от Фиг. 2. се видоизменя в зависимост от технологиите, които се използват от софтуерния инструмент за оценяване на достъпността. От разгледаните инструменти, в настоящото изследване се счита, че базираните само на работа с въпросници, се характеризират с най-опростен функционален модел. Изразява се основно в получаване на отговори от участниците, обработване на получените отговори чрез прилагане на статистически алгоритми и извеждане на графики, отразяващи процентно съотношение между отбелязаните

отговори на конкретен въпрос. На база на изведените статистически данни се предлага оценка за удовлетвореността от работа с конкретното приложение.

В контраст, основаните на работа с биометрични данни инструменти са значително по-сложни. За тяхното представяне може да се предложи концептуалният функционален модел, показан на Фиг. 2. Предложеният модел на Фиг. 2. маркира основните процеси, които се извършват от биометрични системи за оценяване на достъпността. Те се променят и прецизират в зависимост от съответната технология за обработка на подобен тип данни.



Фиг. 2. Концептуален функционален модел на прототип на система за оценяване на достъпността на мобилни приложения, работеща с биометрични данни

Източник: Разработка на автора

Основни изисквания, които е необходимо да бъдат изпълнени по отношение на реализацията на предлагания в настоящата публикация концептуален функционален модел на прототип на система за оценяване на достъпността на мобилни приложения, са:

- поддържане на конкретизирания бизнес процес, който да я позиционира коректно в практиката, а именно това е процес на одит на достъпността, реализиран на няколко етапа;
- разработване на системата така, че достъпът до нея да се осъществява независимо от физическото местоположение на потребителя и хардуерно устройство

(компютър, таблет, мобилен телефон), чрез което да се постигне гъвкавост на процеса на работа;

- прилагане на политики, свързани със сигурността на достъп до системата, като се има предвид специфичността на събираните данни;
- реализиране на методи за тестване на достъпността;
- интегриране на леснодостъпни за потребителите методи за записване, обработка и анализ на биометрични данни;
- включване на способности за проследяване на интеракциите на потребителите с мобилни приложения;
- предоставяне на възможност за осъществяване на два подхода за тестване – модерирани и немодерирани.

Изпълнението на изброените изисквания се основава на:

- комбиниране и интегриране на способите за вход в системата по разбираем за потребителите начин и реализирани чрез компактно представяне на екрана;
- синхронизиране на компонентите за разпознаване и анализ на подаваните като вход биометрични данни;
- намаляване на недвусмислеността на употреба на способите за вход и изход и съответно намаляване на допусканите от потребителите грешки при работа със системата;
- интеграция на биометричните способности за комуникация със системата;
- зависимост от множество технологии, включително и хардуерни.

В заключение може да се акцентира, че системата следва да се характеризира със значителна комплексност, тъй като се планира да интегрира множество модули с разностранно предназначение. Пред реализацията ѝ се поставят не малко трудности, като на първо място се поставят технологичните особености, изразяващи се в избор на архитектура и технологии за разработка. В тази връзка, трябва да се прецени:

- какъв архитектурен шаблон е подходящо да бъде приложен, така че да интегрира функционалностите на интернет приложение и биометрична система;
- какви конкретни хардуерни устройства ще бъдат използвани за записване на биометрични данни;
- дали е необходимо добавянето на модули, специализирани в обработката на биометрични данни;

- къде следва да се съхранява физически информацията, получена в следствие на работата на приложението;
- какъв подход за идентификация на потребителите ще бъде приложен.

Всичко това предполага създаване на система с голям брой компоненти и сложна архитектура, както и интегриране на актуални технологии за разработването ѝ. В бъдещи разработки авторът следва да представи архитектурен модел на предлаганата система, както и интерактивен прототип, основан на него.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение на настоящата публикация, може да се обобщи, че изследването на достъпността на мобилни приложения може да се провежда чрез системи за тестване и оценяване на качеството на софтуера. Този тип системи се използват за проучване най-често на функционалната пригодност, надеждност, ефективност на изпълнението и ползваемост на софтуера. Аспектите на тестване и оценяване на достъпността се възприемат като част от тестването и анализа на ползваемостта, ако се изхожда от гледната точка на модела на качеството на софтуерните продукти, формализиран в ISO/IEC 25010:2011(en).

Методите и средствата за изследване на качеството на софтуера са разнообразни. Могат да се приложат с или без участието на представители на целевата аудитория. Софтуерните продукти интегрират различни технологии, сред които популярност набират базираните на обработка на биометрични данни. Най-подходящи за изследване на достъпността се оказват технологиите от категорията „Интерфейс Мозък-Компютър“ поради тяхната независимост от външната среда, висока акуратност на резултатите, подобряване комуникационните възможности, особено от страна на човека, работа с ментални команди.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Aghamohammadi, A., Mirian-Hosseiniabadi, S., Jalali, S. (2021). Statement frequency coverage: A code coverage criterion for assessing test suite effectiveness. *Information and Software Technology*, vol. 129, article 106426. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2020.106426>.
2. AltexSoft. (2023). Non-functional Requirements: Examples, Types, How to Approach. [online] Available at: <https://www.altexsoft.com/blog/non-functional-requirements/> [Accessed 23 May 2023].
3. Ara, J., Sik-Lanyi, C., Kelemen, A. (2023). Accessibility engineering in web evaluation process: a systematic literature review. *Univ Access Inf Soc*. <https://doi.org/10.1007/s10209-023-00967-2>
4. Bruno, V. (2006). Improving Usability Outcomes in IS Projects: the Views of Usability Practitioners, Diss.
5. Degenhard, J. (2023). Number of smartphone users worldwide 2013-2028. [online] Available at: <https://www.statista.com/forecasts/1143723/smartphone-users-in-the-world> [Accessed 23 May 2023].
6. GSM Association. (2023). The Mobile Economy 2023. [online] Available at: <https://www.gsma.com/mobileeconomy/wp-content/uploads/2023/03/270223-The-Mobile-Economy-2023.pdf> [Accessed 23 May 2023].
7. Häkkinen, J. (2006). Usability with context-aware mobile applications. Case studies and design guidelines, Diss.
8. Hegedüs, P., Ferenc, R. (2022). Static Code Analysis Alarms Filtering Reloaded: A New Real-World Dataset and Its ML-Based Utilization. *IEEE Access*, vol. 10, pp. 55090-55101. doi: 10.1109/ACCESS.2022.3176865.
9. Heričko, T., Šumak, B. (2023). Exploring Maintainability Index Variants for Software Maintainability Measurement in Object-Oriented Systems. *Applied Sciences*, 13(5), article 2972. <https://doi.org/10.3390/app13052972>.
10. ISO/IEC 25010:2011(en). Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models. [online] Available at: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:25010:en> [Accessed 23 May 2023].
11. Ivory, M., Hearst, M. (2001). State of the art in automating usability evaluation of user interfaces. *ACM Computing Surveys*, 33(4), pp. 470–516.
12. Ivory, M.Y. (2001). An Empirical Foundation for Automated Web Interface Evaluation. Diss.

13. Júnior, M. et al. (2022). Dynamic Testing Techniques of Non-functional Requirements in Mobile Apps: A Systematic Mapping Study. *ACM Comput. Surv.*, 54(10s), article 214. <https://doi.org/10.1145/3507903>.
14. Mateus, D. et al. (2021). A Systematic Mapping of Accessibility Problems Encountered on Websites and Mobile Apps: A Comparison Between Automated Tests, Manual Inspections and User Evaluations. *SBC Journal on Interactive Systems*, vol. 12, article 1. doi: 10.5753/jis.2021.1778.
15. Nacheva, R. (2022). Digital Inclusion through Sustainable Web Accessibility. *Digital Transformation & Global Society (DTGS 2021) : 6th International Conference*, St. Pereburg, Russia, 23-25 June 2021 : Revised Selected Papers, Cham : Springer Nature Switzerland, pp. 83-96.
16. Nuñez, A., Moquillaza, A., Paz, F. (2019). Web Accessibility Evaluation Methods: A Systematic Review. In: Marcus, A., Wang, W. (eds) *Design, User Experience, and Usability. Practice and Case Studies. HCII 2019. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 11586. Pp. 226–237, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23535-2_17
17. Oncins, E. (2021). Accessibility in Online User-Testing. *Journal of Audiovisual Translation*, 4(2), pp. 6–22. <https://doi.org/10.47476/jat.v4i2.2021.176>.
18. Rubin, J., Chisnell, D (2008). *Handbook of Usability Testing*. Wiley Publishing.
19. Sabokbar, H., Mohammadi, H., Tahmasbi, S., Rafii, Y., Hosseini, A. (2021). Measuring spatial accessibility and equity to healthcare services using fuzzy inference system, *Applied Geography*, vol. 136, article 102584. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2021.102584>.
20. Schade, A. (2017). Remote Usability Tests: Moderated and Unmoderated. [online] Available at: <https://www.nngroup.com/articles/remote-usability-tests/> [Accessed 23 May 2023].
21. Serra, L., Carvalho, L., Ferreira, L., Silva Vaz, J., Freire, A. (2015). Accessibility Evaluation of E-Government Mobile Applications in Brazil. *Procedia Computer Science*, vol. 67, pp. 348-357. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.279>.
22. Shrivastava, S. (2015). Biometric: Types and its Applications. *National Conference on Knowledge, Innovation in Technology and Engineering (NCKITE)*. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, pp. 204-207.
23. Sik-Lanyi, C., Orbán-Mihálykó, É. (2019). Accessibility Testing of European Health-Related Websites. *Arab J Sci Eng*, vol. 44, pp. 9171–9190. <https://doi.org/10.1007/s13369-019-04017-z>.
24. Takagi, H., Asakawa, C. (2017). New challenges in web accessibility. *Univ Access Inf Soc*, vol. 16, pp. 1–2. <https://doi.org/10.1007/s10209-015-0436-x>.

25. Valtolina, S., Fratus. D. (2022). Local Government Websites Accessibility: Evaluation and Finding from Italy. Digit. Gov.: Res. Pract., 3(3), article 17. <https://doi.org/10.1145/3528380>.
26. WHO. (2023). Disability. [online] Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health> [Accessed 23 May 2023].
27. Wike, R., et al. (2022). Internet, smartphone and social media use. [online] Available at: <https://www.pewresearch.org/global/2022/12/06/internet-smartphone-and-social-media-use-in-advanced-economies-2022/> [Accessed 23 May 2023].
28. World Bank. (2023). Disability Inclusion. [online] Available at: <https://www.worldbank.org/en/topic/disability> [Accessed 23 May 2023].
29. Yu, X., Keung, J., Xiao, Y., Feng, S., Li, F., Dai, H. (2022). Predicting the precise number of software defects: Are we there yet? Information and Software Technology, vol. 146, article 106847. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.106847>.

CONCEPTUAL FUNCTIONAL MODEL OF MOBILE APPLICATION ACCESSIBILITY EVALUATION SYSTEM PROTOTYPE

Radka Nacheva

ABSTRACT

According to data from institutions such as the World Health Organization and the World Bank, the percentage of people with disabilities has been increasing in recent years. About 1.3 billion people, or 15% of the world's population, have some kind of disability that can fall into one of the main groups - motor, visual, hearing, cognitive. As technology advances, people with disabilities can perform activities that were previously inaccessible to them. Many computer systems and software may not include built-in accessibility features, making it difficult for users with special needs to access computer resources. That is why the study of the accessibility of software products is of great importance to ensure an accessible digital environment. Accessibility assessment software tools serve to automate the collection of software usage data, their analysis, or the resolution of potential problems in providing digital accessibility. Tools of this type cover three types of automation: record, analyze, and critique. They record user interactions with applications, identify and analyze accessibility issues, and make recommendations for their improvement.

In this regard, the aim of this paper is to propose a conceptual functional model of a prototype system for evaluating the accessibility of mobile applications. The main objective of the research is related to the study of existing systems for evaluating the software quality of this type of applications and the attributes related to the quality of the software.

Keywords: *accessibility, digital accessibility, software evaluation, software quality*

Citation: *Nacheva, R. (2023) Conceptual Functional Model of Mobile Application Accessibility Evaluation System Prototype. Journal "Човешки ресурси & Технологии = HR & Technologies", Creative Space Association, 1, pp. 76 – 98*