

Орг. јед.	Број	Прилог	Вредност
01-1	2397		

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА

ДОКУМЕНТАЦИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

**„Мобилна и десктоп апликација за
3Д приказ САД садржаја у AR окружењу - ArCAD“**

У складу са одредбама *Правилника о поступку и начину вредновања и квантификованом исказивању научноистраживачких резултата истраживача*, који је донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије («Службени гласник РС», бр. 38/2008), достављам следеће податке:

Категорија техничког решења:

M85 – НОВА МЕТОДА (прототип, нове методе, софтвер, инструмент, нове генске пробе, микроорганизми и сл.)

Аутори техничког решења:

1. Проф. др Горан Девеџић, Универзитет у Крагујевцу, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, Србија.
2. Саша Ђуковић, дипл. инж., Универзитет у Крагујевцу, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, Србија.
3. MSc Frieder Pankratz, Факултет за математику и информатику, Технички универзитет у Минхену, Минхен, Немачка.
4. Dr Subburaj Karupppasamy, Универзитет за технологију и дизајн, Сингапур.
5. Dr Ionut Ghionea, Политехнички универзитет из Букурешта, Румунија.

Корисник техничког решења:

1. Универзитет у Крагујевцу, CIRPIS центар Факултета инжењерских наука у Крагујевцу.
2. Faculty of Engineering and Management of Technological Systems, Department of Machine Manufacturing Technology, University Politehnica of Bucharest, Romania.

За кога је решење рађено и у оквиру ког пројекта МНТР:

Ово решење проистекло је из рада на пројекту: „Примена биомедицинског инжењеринга у претклиничкој и клиничкој пракси“, ИИИ-41007.

Година када је решење урађено:

2015.

1. Опис проблема који се решава техничким решењем

Пројектни тим Центара за интегрисан развој производа и процеса и интелигентне системе (ЦИРПИС) са Факултета инжењерских наука у Крагујевцу у сарадњи са групом CAMPAR са Техничког универзитета из Минхена, развијао је нов приступ у побољшању перцепције и презентације 3Д CAD модела, до концепције техничког решења, односно нове методе у инжењерској едукацији:

„Мобилна и десктоп апликација за 3Д приказ CAD садржаја у AR окружењу - ArCAD“

Основ за израду овог Техничког решења је Правилник о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата којим је у Критеријумима за одређивање категорије научних публикација (Прилог 2), дефинисан поступак документовања и верификације Техничких решења (M80), Сл. Гласник, РС 38/2008.

Пројектовање десктоп и мобилне апликације за приказ садржаја у AR окружењу и креирање припадајућих модела извршено је коришћењем савремених софтверских алата као што су CATIA v5, Unity 3D, Ubitrack. Верзија намењена десктоп рачунарима доступна је на адреси <http://cirpis.fink.rs/moodle/>, док је мобилна верзија система доступна на Google Play порталу и представља нови приступ у области инжењерске едукације и припада категорији „Прототип, нове методе, софтвер, инструмент, нове генске пробе, микроорганизми и сл.“, M85.

Тренутне методе учења CAD/CAM технологија ослањају се на традиционалне педагошке технике као што су рад на часу и извођење практичних вежби у лабораторији и показале су се неефикасним код студената који се први пут срећу са техничким цртањем и компјутерском графиком. Примена савремених AR¹ (енгл. „Augmented Reality“) базираних техника као подршка процесу учења постаје тренд у реализацији инжењерских курсева и показује се као врло ефикасно помагало у учењу. Циљ овог техничког решења је унапређење процеса учења CAD/CAM система и бољег разумевања простора, модела, моделских форми, склопова и процеса, применом интерактивне AR апликације.

За реализацију техничког решења и примену потребна је Веб камера или „паметни телефон“. Усмеравањем камере ка AR маркеру изнад страница практикума или наставних материјала, генерише се 3Д виртуелни објекат (модел) у реалном времену и у реалној сцени. Осим разумевања 3Д облика комплексних модела у простору, апликација помаже студентима и инжењерима да боље перципирају 2Д везе између постојећих пројекција и значајно је унапређује у току учења.

2. Стање решености проблема у свету – приказ и анализа постојећих решења

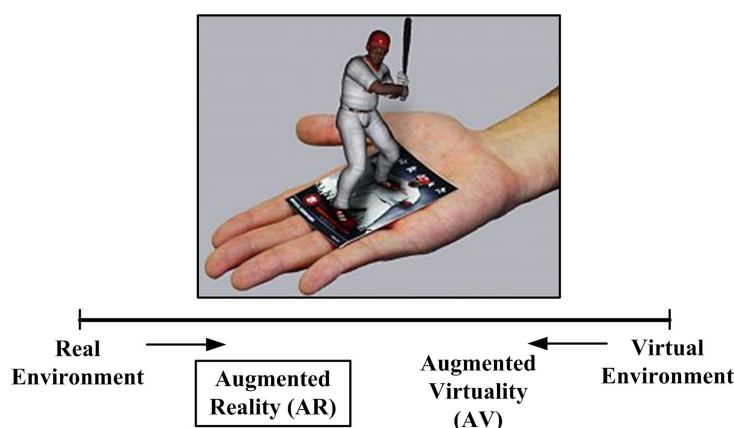
Примена концепта AR технологија у едукацији повезује се развојем и применом тзв. магичних књига (енгл. „Augmented Reality Magic Book“). Појам магичне књиге први пут је уведен 1997. године, то је у ствари реална књига унапређена да презентује AR садржаје. Тенденција је да се уместо AR визуелизације базираних на QR маркерима користе напредне технике препознавања слика изнад којих ће се генерисати 3Д садржај. Један од таквих алгоритама је NFT AR (енгл. „Natural Feature Tracking“).

¹ Аугментација (l. augmentatio): умножавање, умножење, увећање, увећавање, појачавање, појачање, додатак, повећање, проширење.

Боља перцепција комплексних облика може се постићи на различите начине, а пре свега уградњом додатних садржаја у CAD модел. То се пре свега постиже анимирањем објеката, додавањем текстуалних порука, анотација, и сл. Кориснику апликације се може омогућити да сопственим командама управља AR садржајима, односно да врши манипулацију виртуалних објеката (ротацију, зумирање, транслацију и сл.) или врши инспекцију унутрашњих делова.

3. Суштина техничког решења

AR технологија широко се примењује у домену компјутерске визије са циљем приказа виртуелних објеката и/или анимација у реалној сцени. То се пре свега постиже алгоритмима за препознавање 2Д облика (маркера и слика) и фузију модела и њихову оријентацију у реалној 3Д сцени (Сл.1).



Слика 1. Упрощена репрезентација „Reality-Virtuality“ континуума

Брз развој AR технологија омогућио је њихову имплементацију у домену маркетинга, инжењерства, медицине, и сл. Посебно интересантна примена ових технологија је у области едукације и е-учења (енгл. „AR based learning“). Са AR апликацијом, инструктори CAD-а нпр. могу приказати комплексне 3Д виртуелне моделе машинских елемената или анимације у реалном окружењу.

Основа за развој интерактивне AR апликације су:

1. Рачунарске представе реалних објеката и процеса (виртуелни 3Д модели),
2. Алгоритми за процесирање видео слике и препознавање 2Д облика.

Модел се као рачунарске представе могу креирати у комерцијалним CAD/CAM/CAE системима и пружају велики број погодности за креирање комплексних моделских форми, модела и модула за мултимодуларни развој производа.

Једну од најчешће цитираних дефиниција AR система дефинисао је Ronald Azuma. Уопштено, AR системима се унапређује перцепција реалних објеката у простору кроз приказ њихових виртуелних репрезентација и других информација. Да би AR систем могао да се користи, неопходна је примена специфичних технологија за обраду слика и генерисање информација. Њима се заправо постиже:

- Комбинација реалног и виртуалног света,
- Интеракција са корисником у реалном времену,
- Регистрација и оријентација виртуелних објеката у реалној сцени,
- Приказ садржаја на мобилним и фиксним уређајима, и сл.

Последњих година, преносиви уређаји као што су „паметни телефони“ и таблети постали су врло популарни за приказ AR садржаја и развој AR апликација. Иако компактни, они су компатибилни и комбинују све неопходне хардверске компоненте (камеру, екран, процесор) за једноставне и комплексне видео базиране AR системе.

Осим верзије намењене стандардним рачунарима (десктоп и лаптоп), развијено техничко решење адаптирано је за мобилне уређаје.

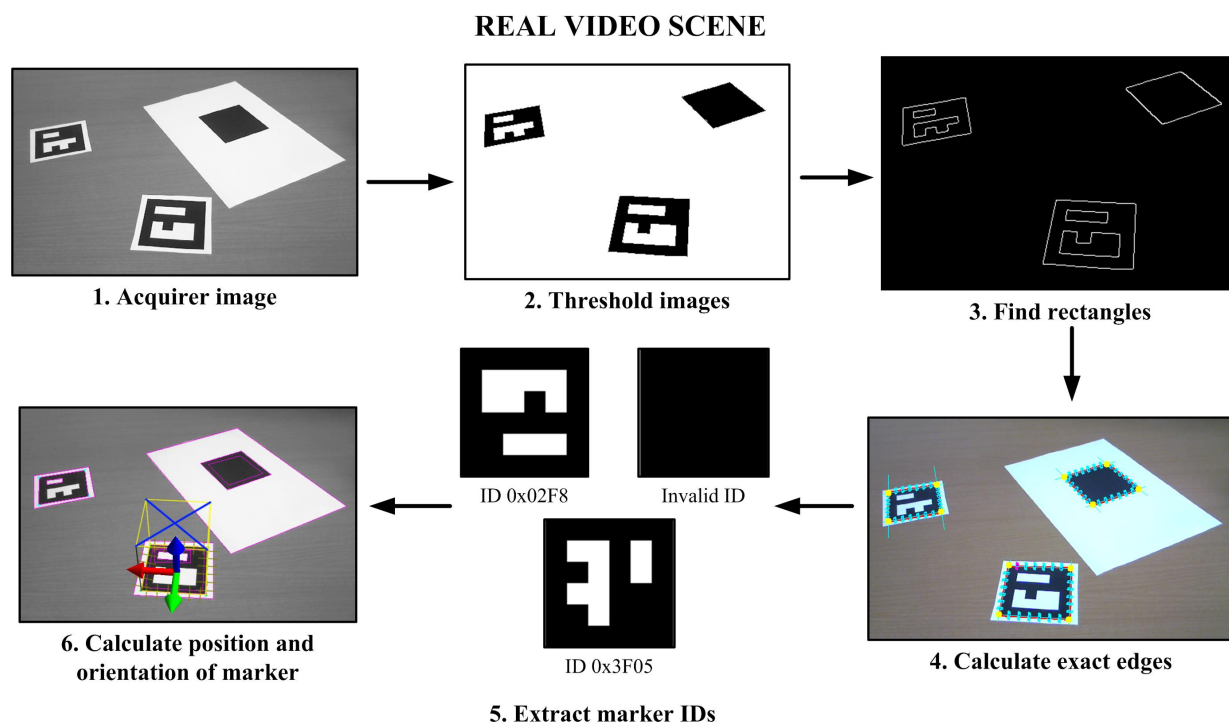
4. Детаљан опис техничког решења

Да би се испунили сви услови за реализацију AR система, потребно је прво дефинисати позицију и оријентацију камере у односу на реално окружење и маркере, односно извршити калибрацију. Да би се „поглед“ камере добро оријентисао у односу на маркере изнад којих ће се приказивати модели, примењује се техника праћења и препознавања маркера (енгл. „Marker tracking“).

4.1 Праћење маркера

У процесу праћења и препознавања бинарних QR маркера дефинисаних димензија, камера проналази оштре ивице црно-белих подручја у тренутној сцени, чиме се процењује њихова „поза“ релативно у односу на камеру.

Сваки квадратни маркер има одговарајући ID број коме се додељује одговарајући координатни систем и 3Д модел. Алгоритам препознавања маркере у реалној сцени, одстрањивање осталих елемената сцене и генерисање координатног система приказан је на следећој слици (Сл.2).



Слика 2. Алгоритам за праћење и препознавање QR маркера

Кључни корак у процесирању слика маркера је препознавање и генерисање линија ивица и генерисање координатног система за оријентацију маркера у односу на камеру.

Такође, врло је важно да алгоритам осим маркера не препознаје друге елементе окружења који су по облику и текстури слични маркерима. Једном када се препозна маркер

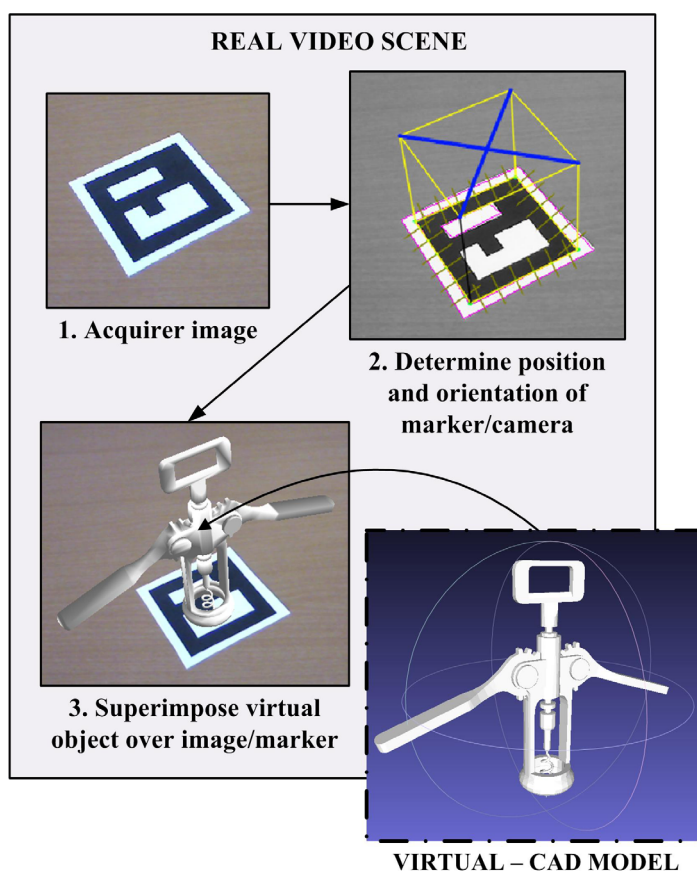
са валидним ID бројем, ивице полигона који га сачињавају служе за утврђивање „позе“ и координатног система маркера који је отпоран на померање (ротацију, транслацију, зумирање). Слика која на екрану настаје од камере репрезентује реалну сцену. Уколико се у сцени нађе QR маркер, изнад њега се генерише виртуелни модел и врши се његова регистрација са реалним објектима. Померањем маркера или камере аугументација је везана за маркер односно регистрована је у 3Д простору.

4.2 Архитектура софтверског решења и опис система

Основу софтверског решења чини систем/платформа за праћење и референцирање објеката у сцени и систем за рендеровање и визуелизацију виртуелних модела и креирање интеракције са корисницима.

Као платформа за праћење (енгл. „Tracking framework“) коришћен је систем **UbiTrack**². UbiTrack је софтвер отвореног типа (енгл. „Open source software“), намењен је корисницима за развој AR апликација. Највећа предност ове платформе је развој апликације комбиновањем различитих компоненти којима се лако комбинују различите методе препознавања и контроле хардверских компоненти. UbiTrack се може применити за развој апликација намењених Microsoft Windows, Linux, Mac OS и Android оперативним системима.

Као независни систем за генерисање визуелизација, приказ 3Д модела и могућих интеракција корисника са виртуелним садржајима у сцени, коришћен је **Unity3D**³. Осим поменутог овим системом врши се избор боја модела, сенки, креирање текстуалних анотација, генерисање 2Д и 3Д анимација и референцирање модела у односу на QR маркере.



Слика 3. Видео базирана аугументација

Кључна предност система **Unity3D** је дебаговање кода и генерисање .exe или .apk апликација на основу конфигурације UbiTrack-а и модела припремљених за приказ.

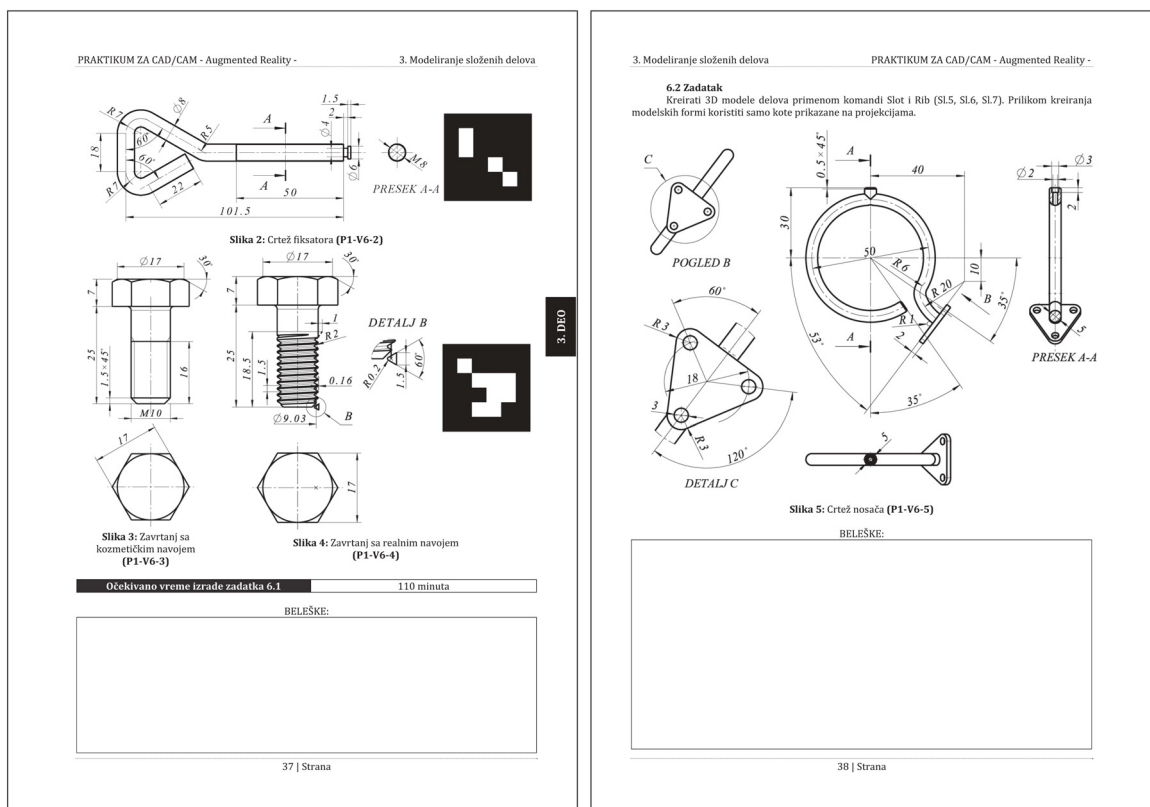
Након генерисања екстерне апликације, инсталирања на неком од уређаја и покретања, активира се камера чијим се усмеравањем ка квадратном QR маркеру генерише модел који је постављен изнад тог маркера у систему Unity3D (Сл.3). Може се рећи да је реч о видео базираној аугументацији.

Коришћењем десктоп или мобилне верзије апликације на уређајима који поседују камеру, студентима и другим корисницима омогућено је боље разумевање тродимензионалности и облика модела чији су цртежи представљени у 2Д. Фокусирањем

² www.ubitrack.org. Развила га је група „Fachgebiet Augmented Reality“ на Technische Universität München. UbiTrack се испоручује потпуно бесплатно и без ограничавања начина на који се користи, мења и даље експлоатише.

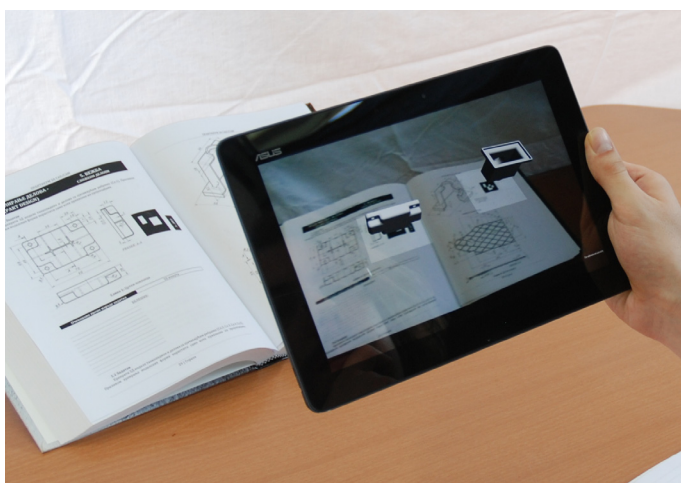
³ <http://unity3d.com/unity/download>, је бесплатан софтвер за приказ и рендеровање виртуелних модела, тренутна верзија је 4.6.3.

камере ка маркерима у наставним материјалима (Сл.4), из базе софтвера се иницира појављивање модела и графичких информација на корисничком екрану (Сл.5).

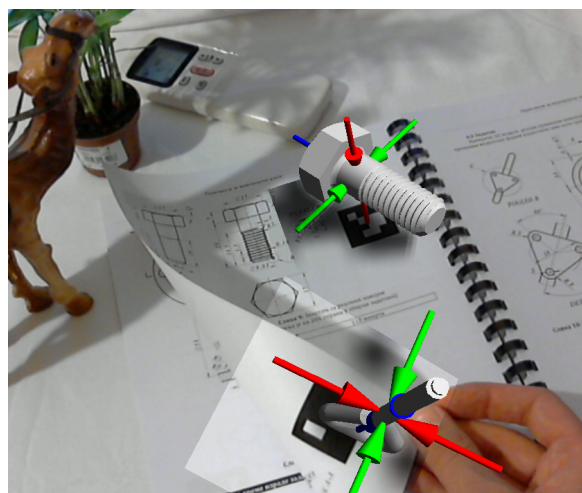


Слика 4. Пример наставног материјала са QR маркерима

Препознавањем ID броја квадратних маркера, апликација одређује који ће CAD модел бити приказан. Интеракција са корисника са CAD моделима обавља се командама улазних уређаја (миша или дојстика) у случају десктоп верзије и командама додира преко екрана осетљивих на додир код мобилних уређаја (Сл.5) или ротацијом/транслацијом страна.



а)



б)

Слика 5. CAD MagicBook примена – а) мобилна верзија и б) десктоп верзија

База модела креирана је на основу техничких цртежа, применом едукационе верзије PLM система CATIA v5r20⁴, у модулима Part Design, Assembly Design и Sheetmetal Design.

⁴ www.3ds.com

На страницама наставних материјала може се налазити по више маркера. Окретањем страница, врши се скривање претходних модела и приказ нових. Виртуелни модели се региструју изнад маркера чиме се студентима помаже да боље сагледају 3Д геометрију дела представљеног 2Д пројекцијама на техничком цртежу и боље разумеју њихову повезаност.

Овим решењем показано је да AR технологија може бити примењена за развој нових алата за подршку учењу и унапређење наставних активности и традиционалних метода учења. AR технологијом се побољшава перцепција корисника и обезбеђују информације које чулом вида и закључивањем нису одмах уочене.

Поред бољег разумевања односа између 3Д изометријских објеката и њихових 2Д репрезентација, апликација „AR Magic CAD Book“ омогућава боље разумевање геометријских односа између контурних линија, референтних координатних равни, изгледа. Апликација развија способност поимања визуелних информација и мотивише кориснике на логичко размишљање и неговање логичких способности.

4.3 Упутство за преузимање, инсталацију и коришћење апликације

А) Десктоп AR апликација

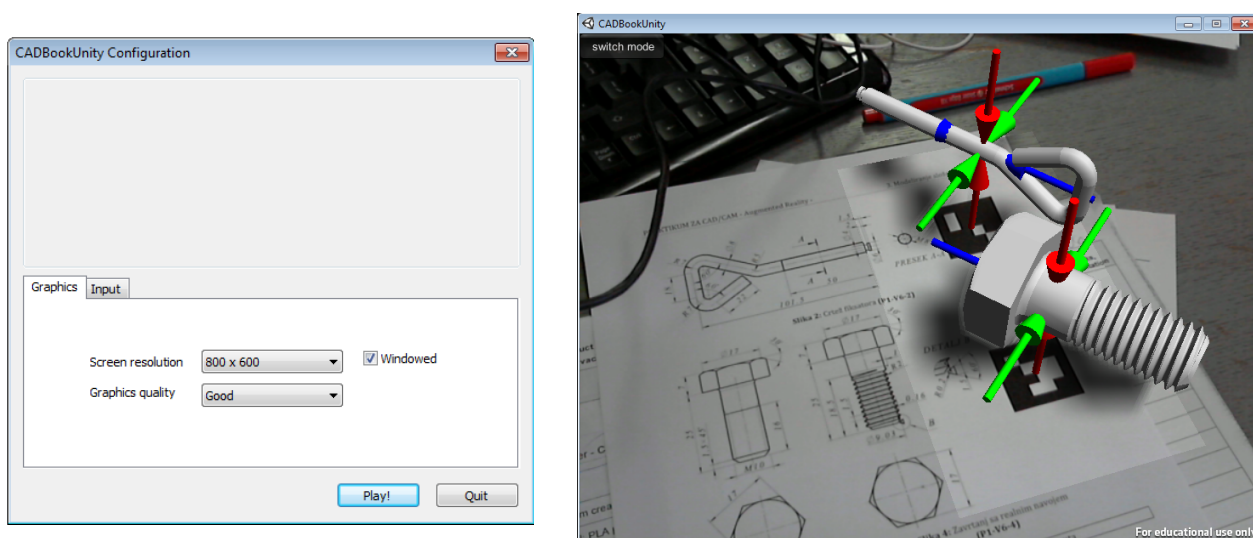
На локацији <http://cirpis.fink.rs/files/AR-MagicBook.zip> налази се инсталациони пакет AR апликације (ARCADBook.exe). Постоје две верзије поменуте апликације за 32bit-не и 64bit-не рачунаре и то:

1. Апликација са аутоматском ротацијом модела изнад AR маркера,
2. Апликација у којој се манипулација моделима врши комбинацијом тастера миша или џојстика.

Након преузимања апликације, следи њено инсталирање и коришћење. Поступак се састоји од следећих корака:

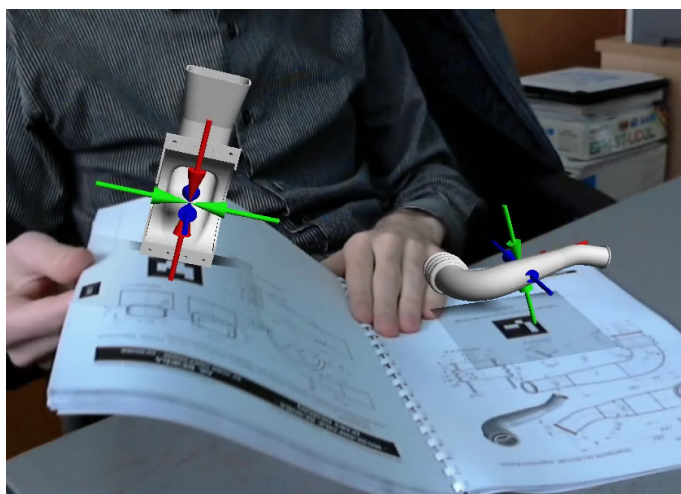
1. Корак: За обе верзије апликације неопходно је инсталирати додаток UbiTrack (UbiTrack_Installer.exe или преузети са линка <http://campar.in.tum.de/UbiTrack/WebHome>) двокликом и избором тастера RUN. Овај додаток интегрисан је у инсталациони фајл па је довољно само покренути инсталацију ARCADBook.exe.

2. Корак: Након завршене инсталације треба покренути апликацију са локације на којој је инсталирана "C:\Program Files (x86)\AR CAD Boook\ARCADBook_x64\ARCADBook.exe" или преко иконице на Desktop-у и кликнути на Play! (Сл.6).

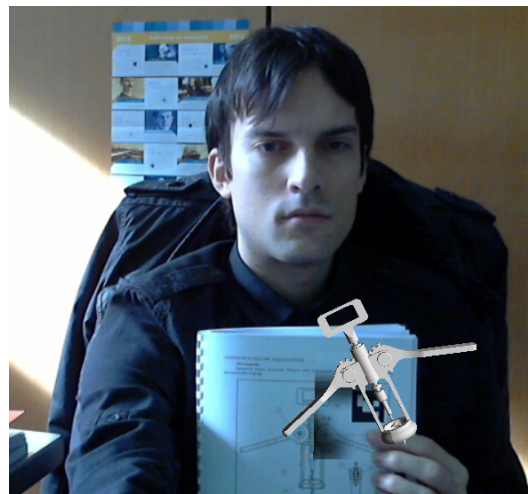


Слика 6. Изглед конфигурационог прозора AR CADBookUnity - ARCADBook апликације

3. Корак: Прелазак из режима аутоматске у режим командне манипулације објектима изнад AR маркера постиже се кликом на команду **Switch Mode** (Сл. 7).



а)



б)

Слика 7. Манипулација моделом а) аутоматска б) командна

Да би AR апликација могла да приказује моделе у реалном времену, неопходно је да постоји Веб камера одговарајуће резолуције инсталирана на рачунару на коме је инсталирана и AR апликација. Иницијална верзија апликације тестирана је применом камере Logitech HD Webcam C310⁵.

Б) Мобилна AR апликација

На локацији <http://cirpis.fink.rs/files/AndroidApp.zip> налази се инсталациони пакет AR апликације (**CADBook.apk** и додаци **UbitrackManager.apk** и **opencv_engine-debug.apk**). Тестирање мобилне апликације извршено је на неколико мобилних уређаја новије генерације (телефона осетљивих на додир и таблета) и неколико оперативних система.

На следећим сликама приказан је поступак преузимања, инсталирања и коришћења мобилне верзије AR апликације на таблет уређају GT-P6800 произвођача SAMSUNG са оперативним системом Android 4.1.2, чије су карактеристике приказане у следећој табели (Таб.1):

Табела 1. Оптималне карактеристике мобилног уређаја за AR апликацију

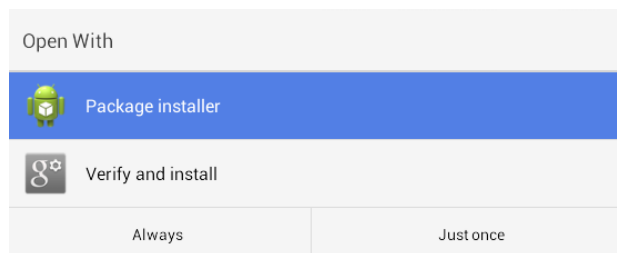
KARAKTERISTIKE MOBILNOG UREĐAJA		
BODY	Dimensions	196.7 x 133 x 7.9 mm (7.74 x 5.24 x 0.31 in)
	Weight	340 g (11.99 oz)
	SIM	Mini-SIM
DISPLAY	Type	Super AMOLED Plus capacitive touchscreen, 16M colors
	Size	7.7 inches (~65.7% screen-to-body ratio)
	Resolution	800 x 1280 pixels (~196 ppi pixel density)
	Multitouch	Yes

⁵ Минимални захтеви и техничке спецификације: **For HD 720p video calling and HD recording:** 2.4 GHz Intel® Core™2 Duo, 2 GB RAM, 200 MB hard drive space, USB 2.0 port, 1 Mbps upload speed or higher, 1280 x 720 screen resolution. **The tech. specs:** HD video capture: Up to 1280 X 720 pixels, Photos: Up to 5 megapixels (software enhanced), Built-in mic with noise reduction, Universal clip fits laptops, LCD or CRT monitors.

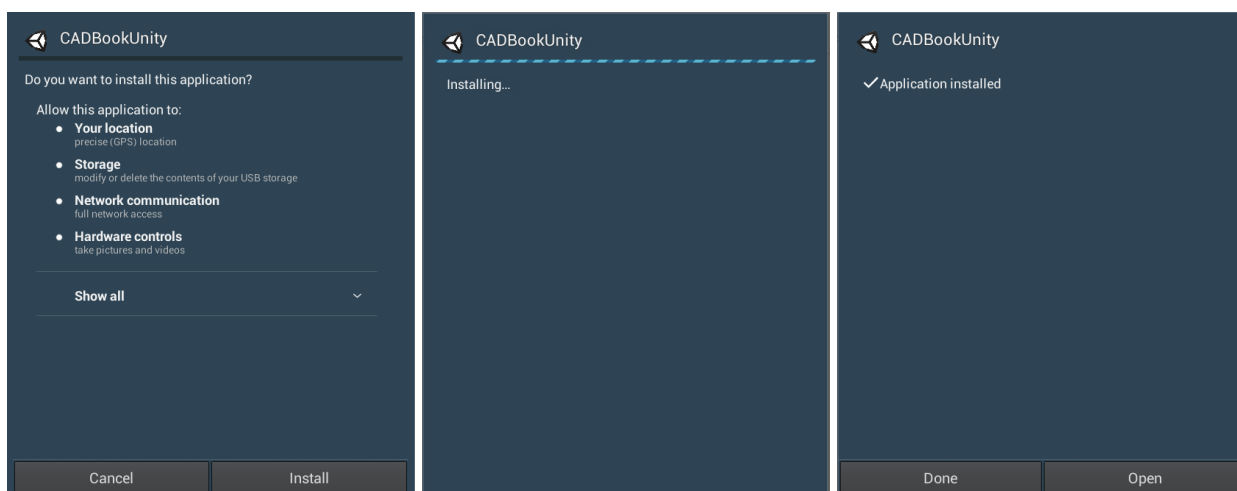
		- TouchWiz UX UI
PLATFORM	OS	Android OS, (Honeycomb)
	Chipset	Exynos
	CPU	Dual-core 1.4 GHz Cortex-A9
	GPU	Mali-400
MEMORY	Card slot	microSD, up to 32 GB
	Internal	16/32/64 GB, 1 GB RAM
CAMERA	Primary	3.15 MP, 2048 x 1536 pixels, autofocus, LED flash
	Features	Geo-tagging
	Video	720p@30fps
	Secondary	2 MP
BATTERY		Non-removable Li-Po 5100 mAh battery
	Stand-by	Up to 1200 h (2G) / Up to 1100 h (3G)
	Talk time	Up to 34 h 10 min (2G) / Up to 20 h (3G)

Мобилна верзија апликације може се инсталирати на мобилном уређају или таблети кроз следеће кораке:

1. Корак: Најпре је неопходно инсталирати **UbitrackManager.apk** и **opencv_engine-debug.apk**. Инсталација **CADBook.apk** може се обавити директно (**Package Installer**) или верификовањем преко **Gmail** налога (Сл.8):

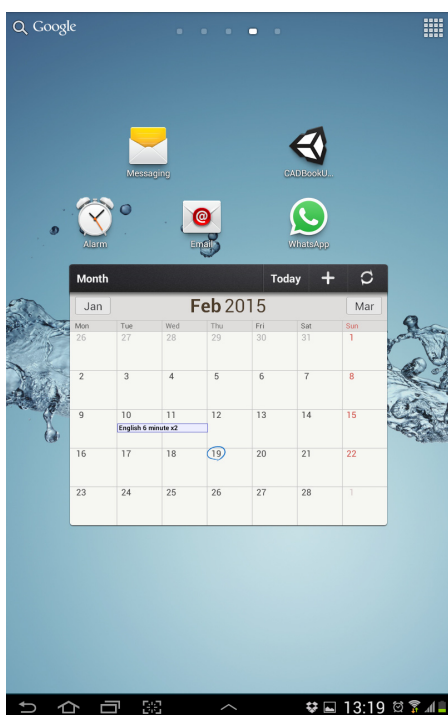


Слика 8. Инсталација апликације на мобилном уређају



Слика 8. Инсталација апликације на мобилном уређају – наставак

2. Корак: Избором опције **Open**, отвара се иницијални прозор апликације након чега се активира камера (Сл.9). Препорука је да се код уређаја који поседују предњу и задњу камеру, користи задња како би дисплеј омогућио приказ AR садржаја.



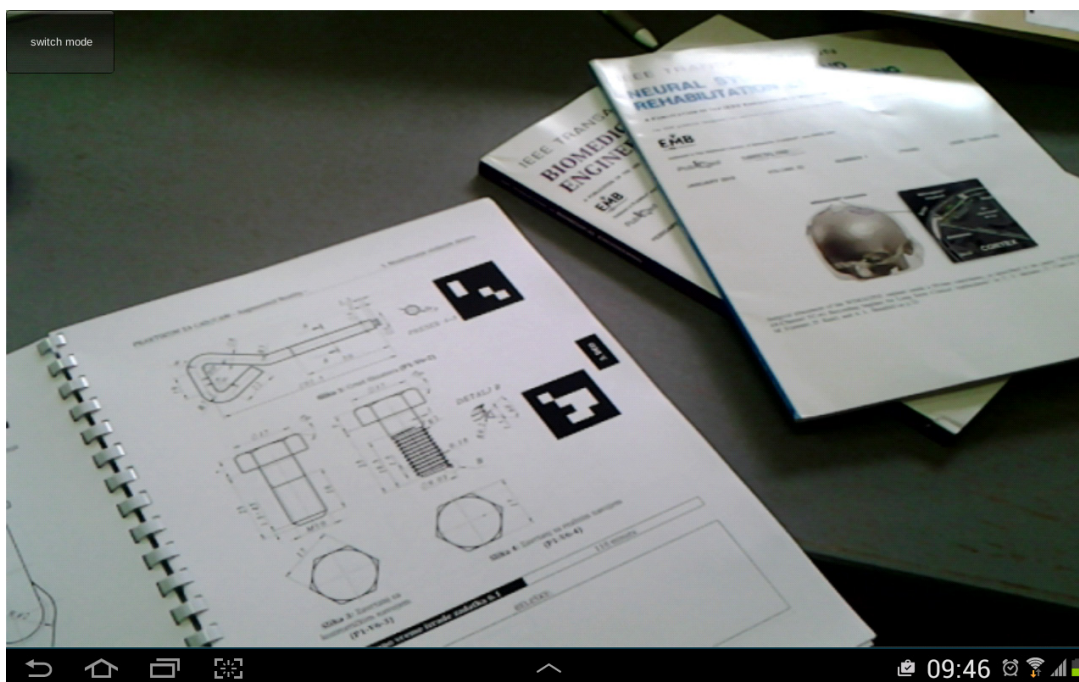
а)



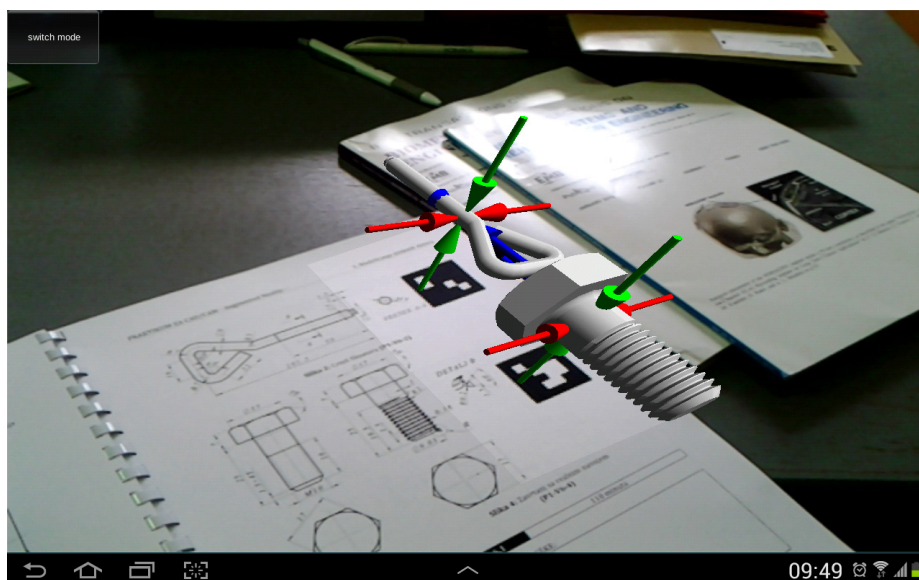
б)

Слика 9. Покретање апликације CADBookUnity и иницијални екран

3. Корак: Усмеравањем задње камере ка предефинисаним QR маркерима на страницама наставних материјала, генерисаће се изгледи модела чији су технички цртежи приказани на страницама (Сл.10). Прелазак из модула за аутоматску у командну манипулацију моделима врши се преко команде **Switch mode** (Сл.11 и Сл.12). Манипулација моделима врши се додиром екрана.



Слика 10. Приказ сцене у реалном времену са камере мобилног уређаја – мобилна AR апликација



Слика 11. Приказ аутоматске ротације модела изнад QR маркера – мобилна AR апликација

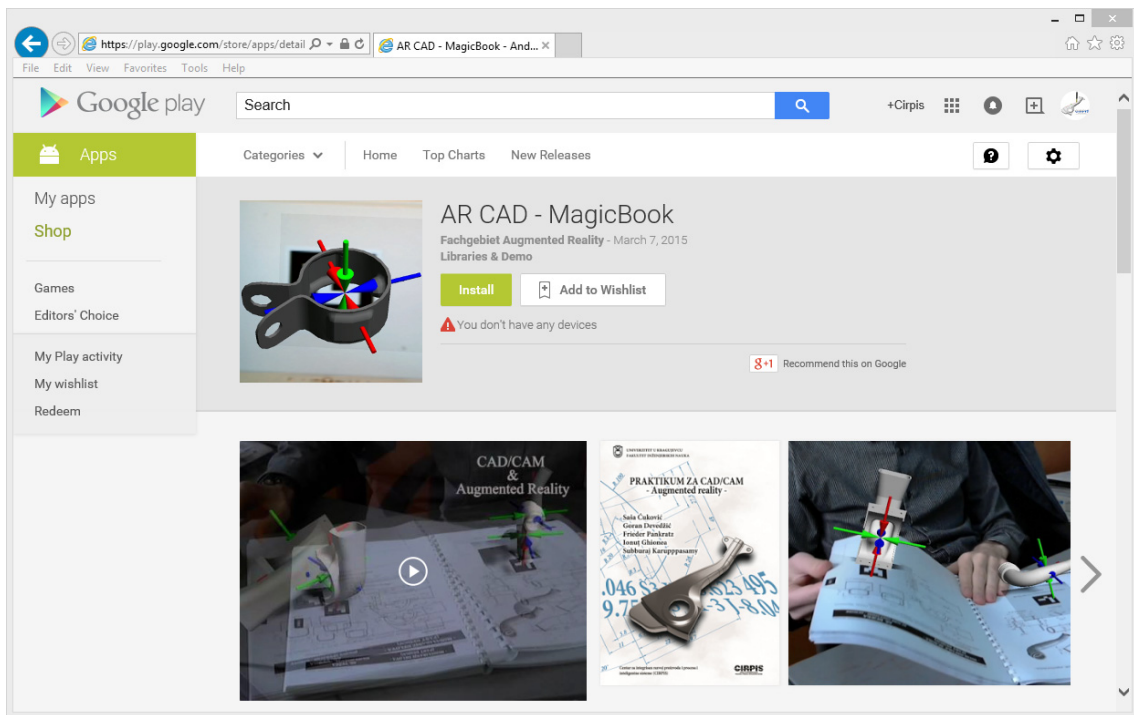


Слика 12. Приказ командне ротације модела преко екрана осетљивог на додир – мобилна AR апликација

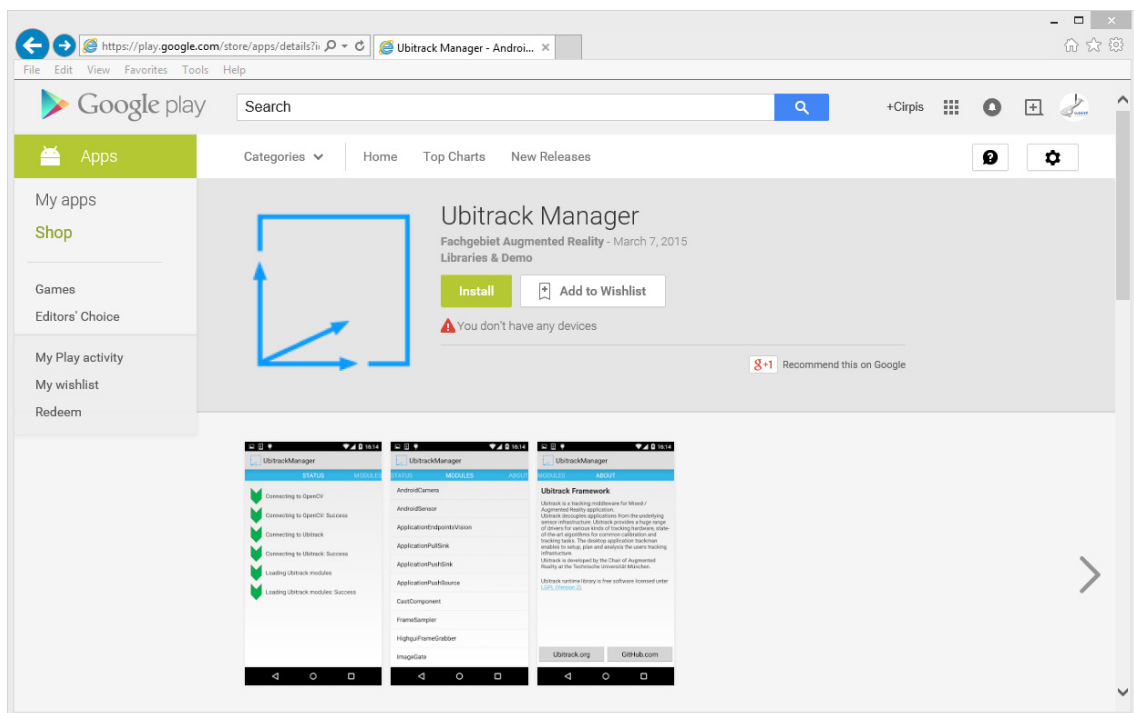
Један од основних праваца унапређења апликације је имплементација алгоритма за препознавање 2Д контура или текстура слике у сцени чиме се у потпуности избегава коришћење стандардних QR маркера, за чије смештање је неопходан одговарајући простор на папиру. Један од таквих алгоритама је NFT (енгл. „Natural Feature Tracking“) и описан је у 5.2 [4].

Са друге стране, 3Д модели могу бити унапређени уградњом допунских података о сâмом моделу/процесу који подразумевају аудио садржаје, текстуалне поруке, 2Д слике, дијаграме, анимације итд.

Најновија мобилна верзија апликације подржава већи број преносивих уређаја може се бесплатно преузети са **Google play** локације (речи за претрагу: **Ubitrack Manager.apk** и **AR CAD – MagicBook.apk**), и директно се инсталирати на регистрованом мобилном уређају (Сл.13 и Сл.14). У неким случајевима довољно је инсталирати само **AR CAD – MagicBook.apk** јер су сви остали додаци садржани у оквиру исте.



Слика 13. Инсталација апликације AR CAD – MagicBook.apk преко Google play локације



Слика 14. Инсталација апликације Ubitrack Manager.apk преко Google play локације

5. Референце

Ово техничко решење, као и остали резултати везани за мобилне и РС верзије софтвера за приказ садржаја и 3Д модела, развијани су на основу доле наведених светских резултата (одељак 5.1. Референце светских истраживања). Приказана листа само је део укупног броја референци које су аутори овог техничког решења користили током развоја истог. У одељку 5.2. Референце аутора техничког решења приказане су референце које верификују истраживања и резултате аутора техничког решења и сâмо решење.

5.1 Референце светских истраживања - избор

- [1] R. Azuma: "A survey of augmented reality", In Presence: Teleoper. Virt. Environ., Vol.6, No.4, pp.355-385, 1997.
- [2] N. Navab, M. Feuerstein, C. Bichlmeier: "Laparoscopic virtual mirror – new interactionparadigm for monitor based augmented reality". Proceedings of IEEE VR Conference, Charlotte, North Carolina, USA, pp.43-50, March 10-14, 2007.
- [3] H. Al-Deen Ashab, V. Lessoway, S. Khallaghi, A. Cheng, R. Rohling, P. Abolmaesumi: "An augmented reality system for epidural anesthesia (AREA): prepuncture identification of vertebrae", IEEE Transac. Biomed. Eng., Vol. 60, No. 9, pp. 2636-2644, September 2013.
- [4] D. Wagner, G. Reitmayr, A. Mulloni, T. Drummond, D. Schmalstieg: "Pose tracking from natural features on mobile phones", In Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, pp. 125-134, 2008, September.
- [5] D. Wagner, G. Reitmayr, A. Mulloni, T. Drummond, D. Schmalstieg: "Real-time detection and tracking for augmented reality on mobile phones", IEEE Trans. Vis. Comp. Graph., 16(3), pp. 355-368, 2010.
- [6] L. Farias, R. Dantas, Burlamaqui, "A. Educ-AR: A tool for assist the creation of augmented reality content for education", In Proc. IEEE Int. Conf. on Virtual Environments Human-Computer Interfaces and Measurement Systems, pp.1-5, 2011.
- [7] F. Pengcheng, Z. Mingquan, W. Xuesong: "The significance and effectiveness of Augmented Reality in experimental education", In Proc. International Conference on E-Business and E-Government (ICEE), pp.1-4, 2011.
- [8] M. Billingham, K. Hirokazu, I. Poupyrev: "The MagicBook: a transitional AR interface", In Computers & Graphics, Vol.25, No.5, pp.745-753. 2001.
- [9] D. Pustka, M. Huber, M. Bauer, G. Klinker: "Spatial Relationship Patterns: Elements of Reusable Tracking and Calibration Systems". In Proc. The 5th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augm. Reality, pp.88-97, 2006.
- [10] C. Heen, F. Kaiping, M. Chunliu, C. Siyuan, G. Zhongning, H. Yizhu: "Application of Augmented Reality in Engineering Graphics Education", In Proc. International Symposium on IT in Medicine and Education (ITME), pp.362-365, 2011.
- [11] Software Dassault System CATIA - Student version V5R20: <http://www.3ds.com/products-services/catia/welcome/>. Last access: 09/10/2013.
- [12] <http://campar.in.tum.de/UbiTrack/WebHome>. Last access: 13/10/2014.
- [13] <http://www.unity3d.com>. Last access: 23/10/2014.

5.2 Референце аутора техничког решења

- [1] Saša Ćuković, Frieder Pankratz, Antonio Uva, Goran Devedžić, Vanja Luković, Michele Fiorentino, Tanja Zečević Luković, "Conceptual augmented reality framework for spinal

disorders representation and diagnosis”, Proceedings of The 2nd Regional Conference - Mechatronics In Practice And Education – MechEdu 2013, Subotica, Serbia, 2013, 05-06/12/2013, pp. 13-17, ISBN 978-86-7892-565-8 [M33].

[2] Saša Ćuković, Frieder Pankratz, Goran Devedžić, Gudrun Klinker, Vanja Luković, Lozica Ivanović, “An interactive augmented reality platform for cad education”, International Conference of Production Engineering - [ICPE 2013], Kopaonik, 2013, 25-28. Septembar, pp. 353-358, ISBN ISBN 978-86-82631-69-9 [M33].

[3] Goran Devedžić, Saša Ćuković, Vanja Luković, Danijela Milošević, K. Subburaj, Tanja Luković, "ScolioMedIS: Web-oriented information system for idiopathic scoliosis visualization and monitoring", Journal of Computer Methods and Programs in Biomedicine, Vol.108, No.-, pp.736-749, ISSN -, Doi 10.1016/j.cmpb.2012.04.008, 2012 [M21].

[4] Sasa Cukovic, Michele Gattullo, Frieder Pankratz, Goran Devedzic, Ernesto Carrabba, Khelifa Baizid: “Marker based vs. natural feature tracking augmented reality visualization of the 3d foot phantom”, The International Conference on Electrical and Bio-medical Engineering, Clean Energy and Green Computing (EBECEGC2015), Islamic Azad University, Academic City, Dubai, United Arab Emirates, January 28-30, 2015, pp. 24-31, ISBN 978-1-941968-06-2 [M33].

[5] Saša Ćuković, Goran Devedžić, Frieder Pankratz, Ionut Ghionea, Subburaj Karupppasamy: „Praktikum za CAD/CAM - Augmented Reality“, Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet inženjerskih nauka, Centar za integrisan razvoj proizvoda i procesa i inteligentne sisteme - CIRPIS, Kragujevac, ISBN 978-86-6335-020-5, 2015.

Универзитет у Крагујевцу
ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА
КРАГУЈЕВАЦ
Број:

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ			
ПРИМЉЕНО 17.08.2015.			
Орг. јед.	Бр. п.	Прийем.	Предност
01-1	2873		

Датум:

Предмет: Извештај рецензената техничког решења „Мобилна и десктоп апликација за 3Д приказ CAD садржаја у AR окружењу - ArCAD“ аутора Проф. др Горана Девеџића и коаутора.

Одлуком Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу бр. 01-1/2437-31 од 09.07.2015. године, именовани смо за рецензенте техничког решења „Мобилна и десктоп апликација за 3Д приказ CAD садржаја у AR окружењу - ArCAD“ аутора проф. др Горана Девеџића, Саше Ћуковића, дипл. инж., Pankratz Frieder-a, проф. др Karupppasamy Subburaj-a, и др Ghionea Ionut-a. На основу упознавања са документацијом и самим техничком решењем подносимо следећи:

ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење „Мобилна и десктоп апликација за 3Д приказ CAD садржаја у AR окружењу - ArCAD“ аутора проф. др Горана Девеџића, Саше Ћуковића, дипл. инж., Pankratz Frieder-a, проф. др Karupppasamy Subburaj-a, и др Ghionea Ionut-a, реализовано 2015. године, приказано је на 14 страница А4 формата, писаних 12pt фонтом, проредом Single Opt. Документацију техничког решења чине следећа поглавља:

1. Опис проблема који се решава техничким решењем,
2. Стање решености проблема у свету – приказ и анализа постојећих решења,
3. Суштина техничког решења,
4. Детаљни опис техничког решења,
 - 4.1 Праћење маркера,
 - 4.2 Архитектура софтверског решења и опис система,
 - 4.3 Упутство за преузимање, инсталацију и коришћење апликације
5. Референце,
 - 5.1 Референце светских истраживања – избор,
 - 5.2 Референце аутора техничког решења.

Техничко решење припада области Компјутерске визије и њене примене у индустрији и едукацији и реализовано је у оквиру пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја: „Примена биомедицинског инжењеринга у претклиничкој и клиничкој пракси – ИИИ-41007“.

Техничко решење је произашло и из истраживања спроведених у току DAAD студијског пројекта истраживача Саше Ћуковића, дипл. инж., на Техничком универзитету у Минхену, као и кроз наставак и проширење сарадње са Политехничким универзитетом из Букурешта и Универзитетом за технологију и дизајн из Сингапура. Решење је имплементирано у помоћном универзитетском уџбенику намењеном CAD едукацији студената и инжењера, аутора Саше Ћуковића, Горана Девеџића, Pankratz Frieder-a, Ghionea Ionut-a, Karupppasamy Subburaj-a: “ПРАКТИКУМ ЗА CAD/CAM - Augmented Reality”, кога је издао Универзитет у Крагујевцу (Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, Центар за

интегрисан развој производа и процеса и интелигентне системе – ЦИРПИС, Крагујевац, ISBN 978-86-6335-020-5, 2015.). Примена предложеног решења очекује се у домаћим и иностраним образовним институцијама за CAD/CAM обуке, као и његова адаптација за индустријске проблеме и 3Д дијагностику у медицини и за учење анатомије.

На основу примера приказаних у оквиру техничког решења закључује се да наведено решење може бити примењено за развој нових метода у едукацији и даљем научно-истраживачки рад.

МИШЉЕЊЕ

Аутори техничког решења „Мобилна и десктоп апликација за 3Д приказ CAD садржаја у AR окружењу - ArCAD“ јасно су показали и имплементирали структуру техничког решења. Софтверско решење за приказ CAD садржаја адаптирано је за примену на десктоп рачунарима и мобилним уређајима и AR платформа га чини јединственим на овим просторима. Развијени софтвер погодан је за даље унапређење са циљем примене у домену изучавања анатомских структура, уз додавање аудио/видео садржаја, текстуре и анотација на 3Д моделима.

На основу описа предложеног техничког решења „Мобилна и десктоп апликација за 3Д приказ CAD садржаја у AR окружењу - ArCAD“, могу се донети следећи закључци:

- Овим решењем показано је да AR технологија може бити примењена за развој нових алата за подршку учењу и наставних активности ради унапређења традиционалних метода учења. Њоме се побољшава перцепција корисника и обезбеђују информације које чулом вида и закључивањем нису одмах уочљиве.
- Виртуелни модели се региструју изнад маркера чиме се студентима помаже да боље сагледају 3Д геометрију дела представљеног 2Д пројекцијама на техничком цртежу и боље разумеју њихову повезаност. Апликација развија способност поимања визуелних информација и мотивише кориснике на логичко размисљање и неговање логичких способности.
- Поред бољег разумевања односа између 3Д изометријских објеката и њихових 2Д репрезентација, апликација „AR Magic CAD Book“ омогућава боље разумевање геометријских односа између контурних линија, референтних координатних равни, изгледа и детаља.

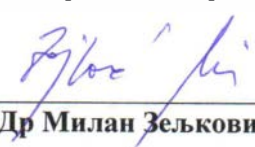
Ово техничко решење, као и остали резултати везани за мобилну и PC верзију софтвера за приказ садржаја и 3Д модела, развијани су на основу цитираних светских резултата. У одељку 5.2. приказане су референце аутора техничког решења које верификују актуелна истраживања и добијене резултате као и само решење.

Са задовољством предлагемо да се „Мобилна и десктоп апликација за 3Д приказ CAD садржаја у AR окружењу - ArCAD“, прихвати као ново техничко решење категорије M85.

У Крагујевцу,
20.07.2015.


Др Ненад Марјановић, ред. проф.


Др Милан Ерић, ванр. проф.


Др Милан Зељковић, ред. проф.



Ministerul Educației Naționale
Universitatea POLITEHNICA din București
Facultatea de Ingineria și Managementul
Sistemelor Tehnologice



Splaiul Independenței nr. 313, 060042, București, România
Tel.: +40213181000, Fax: +40213181001, www.imst.pub.ro

АКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА
УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

Оријентација	Датум	Параметри
	17-08-2015.	
01-1/2015		

Предмет: Потврда о коришћењу техничког софтверског решења: „Мобилна и десктоп апликација за 3Д приказ CAD садржаја у AR окружењу - ArCAD“ (на енглеском: „**Mobile and PC application for 3D visualization of CAD contents in AR environment**“).

Универзитету у Крагујевцу, Факултету инжењерских наука,

Као Декан Факултета за инжењеринг и менаџмент технолошких система, са Политехничког универзитета из Букурешта, потврђујем да на нашем факултету студенти у току CAD обуке и практичних часова користе мобилну и десктоп апликацију техничког решења „Мобилна и десктоп апликација за 3Д приказ CAD садржаја у AR окружењу - ArCAD“ (на енглеском: „**Mobile and PC application for 3D visualization of CAD contents in AR environment**“).

Ово софтверско техничко решење конципирано је и креирано након вишегодишње успешне сарадње аутора Проф. Др Горана Девеџића (Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу), Саше Ћуковића, дипл. инг. (Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу), Pankratz Frieder-a (Факултет за математику и информатику, Технички универзитет у Минхену, Немачка), Проф. Др Karuprasamy Subburaj-a (Универзитет за технологију и дизајн, Сингапур), и Др Ghionea Ionut-a (Политехнички универзитет у Букурешту, Румунија).

Унапређење постојећих метода учења применом AR система даје могућност студентима да визуализују моделе делова и склопова на интерактиван начин и значајно помаже у наставном процесу.

Букурешт, Румунија,
08/07/2015.

Проф. Др Cristian Vasile DOICIN

(потпис)

Декан Факултета за инжењеринг и менаџмент
технолошких система,
Политехнички универзитет Букурешт.





Ministerul Educației Naționale
Universitatea POLITEHNICA din București
Facultatea de Ingineria și Managementul
Sistemelor Tehnologice

Splaiul Independenței nr. 313, 060042, București, România
Tel.: +40213181000, Fax: +40213181001, www.imst.pub.ro



ФАКУЛТЕТ ИНЖЕНЬЕРСКИХ НАУКА
УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
17.08.2015.

OP. KA	BRAN	STAVBA	ODRANOST
01-1/2872-1			

Subject: Letter on acceptance of technical software solution: **Mobile and PC application for 3D visualization of CAD contents in AR environment** (in Serbian Мобилна и десктоп апликација за 3Д приказ CAD садржаја у AR окружењу – ArCAD).

To University of Kragujevac and Faculty of Engineering from Serbia,

As a Dean of the Faculty of Engineering and Management of Technological Systems, from University POLITEHNICA of Bucharest, I certify that in our faculty, during the CAD classes and practical teaching, our students are using mobile and desktop version of the software technical solution **“Mobile and PC application for 3D visualization of CAD contents in AR environment”** (in Serbian: “Мобилна и десктоп апликација за 3Д приказ CAD садржаја у AR окружењу - ArCAD”). It belongs to category of M85 according to the Serbian classification.

This software technical solution is proposed and created after years of successful collaboration, by authors Prof. Dr Goran Devedžić (Faculty of Engineering, University of Kragujevac), Saša Ćuković, PhD candidate (Faculty of Engineering, University of Kragujevac), Frieder Pankratz, PhD student (Technical University of Munich - TUM, Germany), Prof. Dr Karuppasamy Subburaj (Singapore University of Technology and Design - SUTD), and Dr Ionuț Ghionea (Faculty of Engineering and Management of Technological Systems, from University POLITEHNICA of Bucharest).

Improvements of traditional teaching aided by the new AR system give the students the possibility to visualize the parts and assemblies in an interactive manner, being a great help in our educational process.

Bucharest, Romania,
08/07/2015.

Prof. Dr. Ec. Ing. Cristian Vasile DOICIN

(Official Seal)



(Signature)

Dean of the Faculty of Engineering and Management of
Technological Systems,
University POLITEHNICA of Bucharest.



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
Факултет инжењерских наука
Број: ТР-87/2015
27. 08. 2015. године
Крагујевац

Наставно-научно веће Факултета инжењерских наука у Крагујевцу на својој седници од 27. 08. 2015. године на основу члана 205. Статута Факултета инжењерских наука, донело је

ОДЛУКУ

Усвајају се позитивне рецензије техничког решења „**Мобилна и десктоп апликација за 3Д приказ CAD садржаја у AR окружењу - ArCAD**“, аутори: **проф. др Горан Девеџић** и **Саша Ђуковић** (Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, **Pankratz Frieder** (Факултет за математику и информатику, Технички универзитет у Минхену, Немачка) **проф. др Karuppasamy Subburaj** (Универзитет за технологију и дизајн, Сингапур) и **др Ghionea Ionut** (Политехнички универзитет у Букурешту, Румунија).

Решење припада класи **M85**, према класификацији из Правилника о поступку, начину вредновању, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача („Сл. Гласник РС“ - бр. 38/2008).

Рецензенти су:

1. **Др Ненад Марјановић**, редовни професор, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу,
Ужа научна област: Машинске конструкције и механизација,
2. **Др Милан Ерић**, ванредни професор, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу,
Уже научне области: Производно машинство, индустријски инжењеринг,
3. **Др Милан Зељковић**, редовни професор, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду,
Уже научне области: Машине алатке, флексибилни технолошки системи и аутоматизација поступака пројектовања.

Достављено:

- Ауторима
- Архиви

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА



Др Мирослав Живковић, редовни професор