



**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ**

Депарتمان за пољопривредну технику



Кандидат
Никола Јапунцић

Ментор
др Владимир Бугарски

**ВИРТУЕЛНА И ПРОШИРЕНА РЕАЛНОСТ У
АГРОИНДУСТРИЈИ**

МАСТЕР РАД

Нови Сад, 2017

САДРЖАЈ

1	УВОД.....	1
2	ЗАДАТАК И ЦИЉ РАДА	2
3	ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ	3
3.1	ОПШТА ПОДЕЛА УРЕЂАЈА ЗА ВИРТУЕЛНУ И ПРОШИРЕНУ РЕАЛНОСТ	5
3.2	ЕРГОНОМИЈА	6
3.3	ЕДУКАТИВНЕ СВРХЕ	7
3.3.1	Општа подела мултимедијалних материјала за едукацију (туторијала).....	8
3.4	ПРИМЕНА У ПРОИЗВОДЊИ.....	10
3.4.1	Примена у машинству.....	11
3.4.2	Примена у пејзажној архитектури и уметности	13
3.4.3	Примена у њивској производњи	14
3.4.4	Примена у сточарству	17
3.4.5	Примена у ветерини	20
3.4.6	Примена у процесној техници.....	22
4	КОНЦЕПТ РЕШЕЊА	23
4.1	ХАРДВЕР ИСКОРИШТЕН ЗА КОНЦЕПТ РЕШЕЊА	23
4.1.1	Рутер (HG552a1).....	23
4.1.2	Микро сервер (Ардуино WeMos D1).....	24
4.1.3	Жироскоп (GY-521).....	26
4.1.4	Сензор раздаљине (Sharp IR).....	27
4.1.5	Индукциони сензор PNP.....	28
4.1.6	DC-DC регулатор напона (LM2596S).....	29
4.1.7	Микроталасни модулари сензор	30
4.1.8	IP камера модул (CMOS CCTV)	30
4.1.9	Андроид уређај (Samsung galaxy S5).....	31
4.1.10	Хед сет за мобилни уређај	32
4.1.11	Концептуални радни склоп	33
4.2	СОФТВЕР У КОНЦЕПТУ РЕШЕЊА И У ПРОШИРЕНОЈ РЕАЛНОСТИ.....	39
4.2.1	Развојна окружења за имплементацију проширене реалности на различите хардвере	39
4.2.2	Окружење за програмирање серверског микро контролера (Ардуино IDE)	40
4.2.3	Окружење за програмирање андроид уређаја (Андроид Студио IDE)	40
5	ЗАКЉУЧАК	42
6	ЛИТЕРАТУРА	43

Резиме

Виртуелна и проширена реалност у агроиндустрији

Никола Јапунџић

У раду су истражене могућности примене нових технологија на пољу виртуелне и проширене реалности у агроиндустрији, као и модуларни алати за усавршавање тих технологија. Предочена су функционална решења за поспешивање продуктивности у готово свим гранама пољопривреде: њивска производња, механизација, ветеринарска медицина и др. Употребљене су доступне модуларне технологије: трактор (МТЗ-52), Андроид уређај (Samsung s5) и екстерне сензорске технологије (Ардуино, IP камере, ...). Конкретно решење омогућује нумеричка читавања са надограђене сензорике на трактору и симултано приказивање у виду холограма. Холограми представљају проширену реалност и приказују се кроз адекватне Андроид наочаре паралелно са нормалним опажањем околине. Поред физичких читаних вредности примљених од свих сензора, са трактора се приказује и видео садржај у реалном времену са две камере. Видео приказ се активира, односно преклапа, преко доњег нормалног погледа кроз Андроид наочаре у зависности од активирања гравитационог сензора у Андроид уређају.

Кључне речи: Агроиндустрија; Проширена реалност; Андроид; Ардуино.

Summary

Virtual and augmented reality in agro industrial engineering

Nikola Japundžić

The paper examines the possibilities of applying new technologies in the field of virtual and augmented reality in the agro-industry, as well as modular tools for improving these technologies. Functional solutions are a promoter of productivity in almost all branches of agriculture: field production, mechanization, veterinary medicine, etc. Used modular technologies are: tractor (MTZ-52), Android device (Samsung-s5) and external sensors (Arduino and IP-cameras). A specific solution enables numerical readings from upgraded sensors on a tractor and simultaneous display in the form of a hologram. Holograms represent an augmented reality and they are displayed through adequate Android glasses in parallel with normal observation of environment. In addition to the physical values received from all sensors, real-time video content from two cameras is streamed from the tractor. Video streaming is activated and then overlapping over lower part of normal view through Android glasses (activation depends on gravity sensor in Android device).

Keywords: Agro industry; Augmented reality; Android; Arduino.

Скраћенице

IoT – Internet of Things, интернет ствари (међумрежа са свиме)

IDE – Integrated Development Environment, интегрисано развојно окружење

IP - Internet Protocol, интернет протокол

WiFi – Wireless fixed, бежична мрежа

WPS - WiFi Protected Setup, бежично међумрежно заштићено обрађивање

LAN - Local Area Network, локална мрежа

WLAN - Wireless LAN, бежична локална мрежа

USB - Universal Serial Bus, универзална серијска магистрала

UART - Universal Asynchronous Receiver/Transmitter, универзални асинхрони прималац/пошиљалац

DC – Direct Current, једносмерна струја

Fps – Frames per second, број слика у секунди

SBS - Side By Side, екран поред екрана

GUI – Graphical User Interface, графички кориснички приказ

REST – REpresentational State Transfer, размена репрезентативних стања

1 УВОД

Сваким даном у скоро сваком смислу човечанство прогресивно напредује. Проценат високо обучених и способних људи се повећава и тако растућа армија обезбеђује врхунски комфор који се у не тако далекој прошлости није могао ни замислити.

Виртуелна и проширена реалност, већ скоро позната технологија доживљава експанзију драстичном брзином. Стога и тема овог рада представља тренд развоја, примену и једно практично решење у агроиндустрији.

Виртуелна реалност (ВР) : опскрбљивање у видокругу информацијама које се мењају у реалном времену уз осећај и доживљај да је корисник на неком другом месту (Zhou, 2009.).

Проширена реалност (ПР) : опскрбљивање у видокругу информацијама које се мењају у реалном времену уз неометану опсервацију реалног света и учествовање у њему (Zhou, 2009.).

Захтеви које је потребно испунити да би виртуелна и проширена реалност могле да се експлоатишу (Zhou, 2009.) су:

- Интерактивно дејствовање у реалном времену
- Комбиновање реалног и виртуелног света у реалном окружењу
- Поклапање реалних и виртуелних објеката

Да би се експлоатисала виртуелна и проширена реалност потребно је поседовати неку од доступних технологија. Најпопуларније технологије су у форми уређаја који се постављају на главу (хед сет). Најдоминантније технологије за експлоатацију су паметни мобилни телефони са величином екрана од 4 до 6,5 инча. Односно прецизније, то су паметни мобилни уређаји са Андроид оперативним системом, због њихове заступљености на тржишту од 80% (<https://developer.android.com/about/android.html>, 23.08.2017.) од свих мобилних уређаја који су у употреби.

2 ЗАДАТАК И ЦИЉ РАДА

Циљ истраживања је експериментисање са преносивим технологијама за виртуелну и проширену реалност и откривање поља у агроиндустрији у којима се могу примењивати.

У оквиру Мастер рада потребно је:

- Испробати доступне хед сет уређаје за виртуелну и проширену реалност.
- Одабрани уређај је потребно самостално прилагодити произвољном агроиндустријском процесу. Током прилагођавања потребно је дефинисати: у којој ће се грани агроиндустрије извршити испитивање (радне машине), шта ће се испитивати у одабраној грани агроиндустрије, везано за које машине (нпр. трактор) и шта у вези одабране машине (нпр. симултани надзор мерних величина током неометане опсервације околине).

3 ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ

Холограмске технологије су нове технологије које утичу на сагледање ствари и осматрање света (Ghosh, 2017.). Пионир у коришћењу и у комерцијализацији холограмских уређаја који се постављају на главу (хед сет) је компанија Google. То су уређаји који омогућавају проширену реалност, а употребљавају се као наочаре које омогућавају интеракцију корисника са непосредном околином. Наочаре су примењиве у скоро свакој сфери живота, мада фокус у овом раду је на пољопривредну односно агроиндустрију. Наочаре за проширену реалност компаније Google се називају Goggles (слика 1). Цена једног хед сет-а је \$700-\$2000. Goggles наочаре у индустрији производње трактора, прва је јавно употребила “AGCO” компанија која користи 100 уређаја (<http://news.wabe.org/post/duluth-based-agco-uses-google-glass-build-farm-tractors>, 23.08.2017.). Та компанија наводи да са 100 Goggles наочара остварује уштеду од \$100.000 годишње.



Слика 1. Goggles

(Фото AGCO 2017.)

Доступнији комерцијални Google-ов уређај, такозвани Google card board (слика 2), може се употребљавати како за виртуелну тако и за проширену реалност.

Google card board је аматерски хардвер који има улогу само као демонстрација и увод у свет напредних технологија виртуелне и проширене стварности. Цена му је \$5. За употребу Google card board уређаја потребан је и паметни телефон са којим се образује целина. За озбиљнија и дуготрајна истраживања потребно је користити квалитетнији, само стојећи и свакако удобнији уређај.



Слика 2. Google card board, најјефтинији хед сет за едукативне сврхе
(Фото Google 2015.)

Квалитетнији паметни телефони углавном поседују уређај за мерење промене угла на принципу угаоног момента (жироскоп, енгл. gyroscope) и сензор убрзања (енгл. accelerometer) који потпомажу и без којих би било готово немогуће управљати и користити виртуелну или проширену реалност. Уз употребу Google card board уређаја са паметним телефоном готово увек се користи и без жични контролер. Контролер се повезује са паметним телефоном путем бежичне Bluetooth конекције (Van Der Tuijn, 1999.).

Виртуелна и проширена реалност изазива халуцинациона дејство код корисника јер се пред његовим очима пројектују покретне слике које му делују природно (Chaudhari, 2015.). Најпростија демонстрација холограма је путем зарубљене транспарентне четворострана пирамиде обрнуте наопако и центриране у средиште дисплеја. Та пирамида има странице под углом од 45 степени у односу на базу. На дисплеју се пројектују четири слике, односно четири погледа на неки предмет. Када корисник шета око пирамиде и посматра је, уочава да се на свакој страни пирамиде одвија рефлексија и приказивање другог погледа.

Први уређаји за примену виртуелне реалности су уређаји за пилоте авиона (Furness, 1986.), помоћ у хирургији (State, 1996.), гледање непрегледних инфраструктура грађевина (Feiner, 1995.), одржавање и поправка (Feiner, 1993.) и приказ делова склопова машина (Caudell, 1992.) (Webster, 1996.).

Пионири у истраживању урбаног окружења путем проширене реалности (Feiner, 1997.) су давне 1997. године креирали уређај за детектовање и меморисање информација о окружењу. Све је погођено преносивим рачунаром ношеним у леђном пртљагу. На истом универзитету 2006. године систем је напредовао, а погодности су му биле креирање мапе са тродимензионалним паралелопипедима који су представљали габарите стварних објеката (Höllerer, 2017.). Google, као технолошки џин, усавршава домен идеје о виртуелној мапи и пласира сопствену апликацију за Андроид уређаје за преглед скоро свих улица на свету у виртуелној реалности (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.street&hl=en>, 23.08.2017).

3.1 ОПШТА ПОДЕЛА УРЕЂАЈА ЗА ВИРТУЕЛНУ И ПРОШИРЕНУ РЕАЛНОСТ

Уређаји за виртуелну и проширену реалност се деле на:

1. Уређај са интегрисаним рачунаром у себи

У ове уређаје спадају:

- Microsoft HoloLens
- HTC Vive
- Google glass

2. Уређај са контролером интегрисаним у себе без интегрисаног рачунара

- Samsung VR gear

Тренутно подржани телефони за употребу са овим хед сет-ом су: s6, s6 edge, s6 edge +, s7, s7 edge, note 5, note 6, note 7, s8, note 8.

Овај хед сет поседује у себи конекцију са наведеним уређајима путем USB порта (универзална серијска магистрала, енг. Universal Serial Bus). Када се споје хед сет и паметни телефон може се приступити коришћењу виртуелне реалности или проширене реалности. Са десне стране хед сет-а се налази површина осетљива на додир којом се управља са уређајем која симулира и пројектује курсор на екран у који се посматра када се носи на глави.

Овај уређај може да се употребљава као средство за приступање виртуалној реалности, али и као средство за проширену реалност.

3. Уређај без интегрисаног рачунара у себи и без интегрисане електронике
 - Google card board
 - VR box (слика 3)
4. Годину дана је у најави “Magic leap”, компанија која обећава дистрибуцију уређаја за виртуелну и проширену реалност у једним наочарима које немају потребе за пуњењем батерија (<https://www.magicleap.com/#/home>, 23.08.2017.).



Слика 3. Уређај за виртуелну и проширену реалност без фабрички интегрисаног рачунара у себи

(Фото Shenzhen Icreat Co.,Ltd Store 2017.)

3.2 ЕРГОНОМИЈА

После дуже употребе уређаја за виртуелну реалност или проширену реалност ро кориснике који их користе у седећем положају јављају се тегобе (уређаји који за манипулацију користе жирокоп и мерач убрзања). Тегобе су префорсираност употребе целог организма јер цео организам је готово стално у покрету. Због тога су у понуди на тржишту уређаји који елиминишу појаву тегоба. Један такав уређај омогућава 360 степени ротацију приказа на хед сет-у. Тај уређај се налази на поду и корисник управља њиме са својим ногама (слика 4).



Слика 4. Диск за контролисање угла посматрања при употреби виртуелне и проширене реалности

(Фото 3DRudder 2017.)

Овакав вид управљања је оптималан за употребу јер током цивилизације људи су се уздигли и ходају само на задњим удовима. То значи да је абдоминални део људског организма развијенији и нормално је да лакше подноси константни физички напор. Хоризонтално управљање (у лево или у десно) зависи од ротирања диска око своје вертикалне осе. Вертикално управљање (у горе или на доле) зависи од нагињања диска у напред (усмеравање призора на доле) или у назад (усмеравање призора на горе).

Од свих типова уређаја за виртуелну и проширену реалност најнезгоднији за употребу су хед сет-ови са SBS технологијом (екран поред екрана, енг. Side By Side). Та технологија се примењује претежно код паметних мобилних телефона, односно на уређајима са не транспарентним екранима кроз које се гледа. Стога се препоручује да се овај тип технологије не користи дуже од 2 часа дневно.

3.3 ЕДУКАТИВНЕ СВРХЕ

Примена виртуелне реалности је значајна и у погледу оспособљавања трактористе за управљање машином.

Када пољопривредник поседује машину, а још није утврдио како да је правилно експлоатише, веома лако и једноставно може да користи савремену технологију виртуелне реалности са хед сет-ом.

Употребом ове технологије руковалац прегледа туторијале односно мултимедијални садржај (360 степени материјал) уско везан за његову машину. Под мултимедијални садржај се подразумевају аудио, видео садржаји као и апликације које су предвиђене за едукацију. Аудио и видео садржај се данас ствара једном од 360 степени камером, док се апликације најчешће креирају путем “Unity” или “Unreal” engine-а (софтвера специјално намењеног за прављење таквих ствари).

Сагледавањем из више наврата мултимедијалног материјала уз практично примењивање демонстрације са мултимедијалног материјала, руковалац постаје обучен за управљање датом машином. Аудио, видео туторијали могу бити од веома простих до веома сложених. Највише туторијала се може пронаћи на интернет сајту www.youtube.com (23.08.2017.), само је потребно унети у претрагу **360 video** и уз то **agriculture** или неки други придев. Технологија виртуелне и проширене реалности за широке народне масе се драстично развија и сваким даном се може пронаћи све више и више мултимедијалних материјала како аматерских тако и професионалних. Дељење професионалних мултимедијалних садржаја у великом проценту задржава се на поклањање истих уз купљену пољопривредну машину.

3.3.1 Општа подела мултимедијалних материјала за едукацију (туторијала)

Што се тиче студената пољопривредне технике, њима је могуће приказати динамичке анимације свих постојећих машина у целости, а и модуларно растављено и до основних елемената (бум анализа, енгл. boom analysis).

Туторијали могу бити из свих пољопривредних области:

1. Пољопривредна техника (машине и примене машина)

Током праћења мултимедијалног снимка основне обраде земљишта, човек који се обучава може уочити праћењем те врсте снимка много више, а и брже доћи до сазнања него гледањем класичног мултимедијалног снимка на

коме постоји само један правац посматрања (слика 5). Током праћења 360 степени мултимедијалног снимка, човек може обраћати пажњу не само на то како се обрће пластица или како демонстратор подешава машину, него и на:

- целокупан ентеријер трактора,
- временске услове јер може утврдити да ли је било облачно, да ли је киша падала током извођења операције,
- годишње доба јер се може субјективно наслутити док се посматра биљни свет у окружењу трактора, итд.

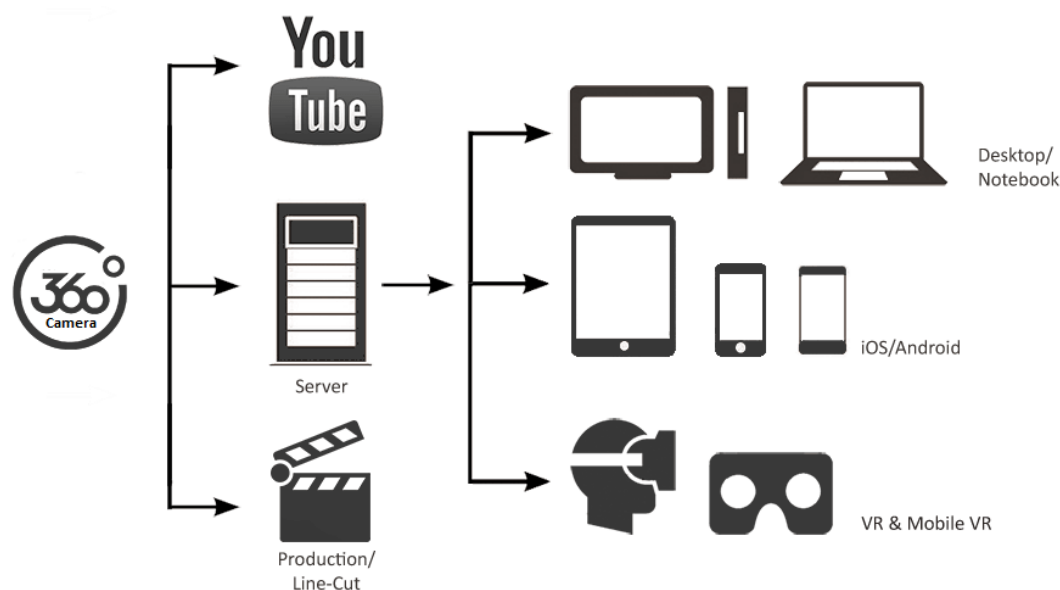


Слика 5. Праћење мултимедијалног едукативног садржаја (туторијала), вршење пшенице.

(Фото Н. Јапунцић 2017.)

2. Ратарство

Праћење раста и развоја целокупног усева. Пример, развој кукуруза у току целог вегетативног циклуса на целој њиви. Стандардном методом је камера морала бити на једном крају њиве (не толико прегледна опција) или примена више камера на крајевима њиве. Применом 360 степени камере, омогућено је позиционирање само једне камере и то у средини усева и тако прикупљати податке (наравно, ако је њива великих димензија мора се употребити више 360 камера). Одређене камере имају и способност да уживо емитују 360 слику ка серверу, а затим сервер на неки од корисничких екрана (слика 6).



Слика 6. Ток стримовања од камере до екрана корисника
(Фото Moves Media 2017.)

3. Повртарство, Сточарство

Идентична употреба као и у ратарству.

4. Ветеринарска медицина са применом виртуелне реалности омогућава студентима пољопривредног факултета, а и ветеринарима да се ближе и боље упознају са областима коју изучавају. Примера ради студенти ветеринарске медицине могу да се упознају са морфологијом свих животиња, да осете пропорцију својих димензија у односу на све стадијуме развитка одређене врсте. Поред тога могу се и са анатомијом веома лако упознати. Овај вид интеракције студента са квалитетним информацијама је већ увелико заживео на иностраним факултетима.
5. Фитомедицина (сецирања, експерименти...)

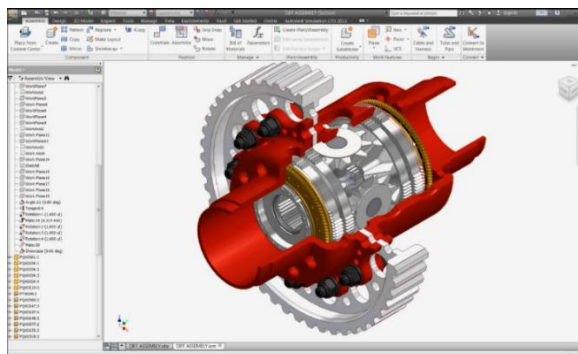
3.4 ПРИМЕНА У ПРОИЗВОДЊИ

Током производње пожељно је користити технологије које олакшавају процесе у послу колико год је то могуће. Једна од олакшавајућих технологија које улазе на велика врата у производњу је виртуелна, односно проширена реалност.

3.4.1 Примена у машинству

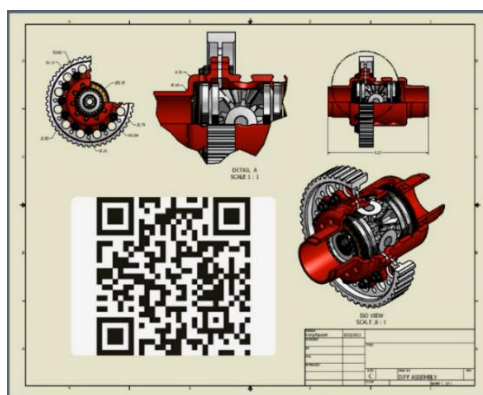
За ефективније и брже поимање функционисања и размера одређених делова у радионицама за ремонт машина на пољопривредним газдинствима или комбинатима, створена је нова опција, нови алат у програмима за конструкцију резервних делова. Тај алат је већ сада саставни део софтверског пакета **“auto desk inventor”**, опција **“augmented reality”** (слика 7, слика 8, слика 9, слика 10) и њиме је омогућено моделовање не само машинских компоненти него и свих осталих (електро компоненте, ентеријерске компоненте, ...). Значи да се могу моделовати економска дворишта, стаје за стоку и др. Тај алат, односно тај програм није само створен да би се примењивао његов продукт у ремонтном сервису него и у постројењима за прављење делова односно склапање. Примена овог продукта је и у дистрибутивним центрима када се поручују делови да се може релативно лако утврдити шта је потребно.

Најпознатији данас програми за тродимензионално моделовање су: SolidWorks, AutoDesk (слика 7), SketchUp, SolidEdge, Catia. За употребу идејних погодности проширене реалности користећи сличан метод попут AutoDesk-а, потребно је користити програмске алате, а не већ постојећи софтвер. На добром путу су научници из Санта Барбаре који користе технологије програмских језика за проширену реалност не само употребом QR-кодова, него и интеракције човекове шаке са околином (Lee, 2007.).



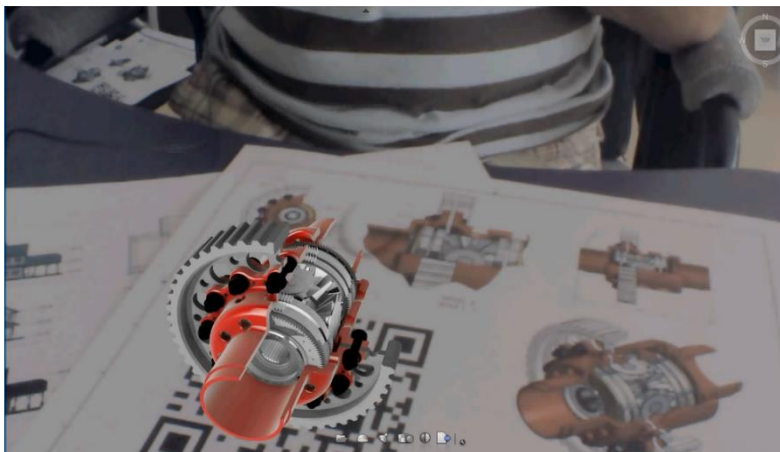
Слика 7. Тродимензионални модел диференцијала
(Фото AutoDesk Inventor 2017.)

Детекција покрета шаке (енгл. motion gesture) представља тренд развијања свих уређаја за виртуелну и проширену реалност. Таквом виду руковања теже HoloLens, Google Glass и други. Разлика између HoloLens -а и google glass-а је у томе што HoloLens поседује тродимензионално лоцирање шаке стерео камерама, док Google Glass поседује само једну камеру која функционише на бази препознавања боја при детектовању шаке. Значајна достигнућа у стереоскопском тродимензионалном праћењу шаке је постигао тим из Грчке (Argyros, 2014.). Када се тродимензионални модел комплетира, односно заврши се тродимензионални финални склоп, потребно га је конвертовати у дводимензионални цртеж да би се могао одштампати (слика 8).

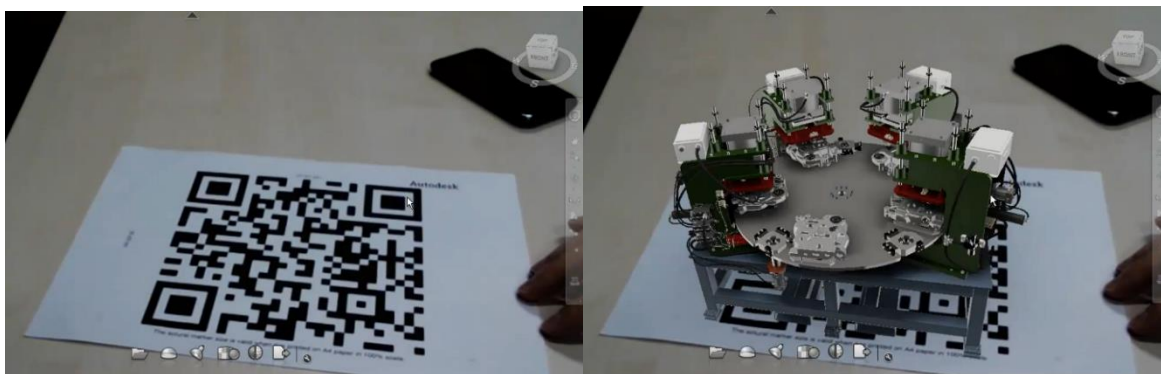


Слика 8. Ортогонални цртеж са цртежом у аксонометрији и QR кодом
(Фото AutoDesk Inventor 2017.)

Конвертовани тродимензионални модел се шаље на штампање и потом депонује одговарајућем лицу у производњи. Овлашћено лице поред стандардне методе ишчитавања цртежа примењује и најновији софистицирани начин, опсервација кроз уређај за проширену реалност (слика 9).



Слика 9. Поглед на радионички цртеж кроз уређај предвиђен за проширену реалност
(Фото Autodesk Inventor 2017.)



Слика 10. QR код одштампан лево и тродимензионални приказ моделиране
апаратуре десно
(Фото Autodesk Inventor 2017.)

3.4.2 Примена у пејзажној архитектури и уметности

Виртуелна и проширена реалност као технологија су веома моћан алат за пејзажне архитекте, при моделирању пољопривредних газдинстава, уређења паркова и слично.

Најпопуларнија технологија за пејзажне архитекте је Google Tilt Brush са којим се омогућује врхунско и веома брзо моделовање. Google Tilt Brush програм допушта моделовање у тродимензионалном виртуелном простору и ослобађа корисникову

креативност са тродимензионалном четкицом. Тродимензионалне четкице у својој непосредној близини пројектују палете за рад.

Потребна опрема за Google Tilt Brush је:

- HTC Vive хардвер као хед сет
- Контролери са праћењем покрета (четкице)
- Простор за рад
 - Столица или
 - Тачка на којој ће се стојати или
 - Простор по којем ће се шетати
- Рачунар
 - Поседовање “Windows” платформе 7 или напредније
 - CPU: intel i5-4590 или AMD FX 8350 или напреднији
 - 4 GB RAM или више
 - Nvidia GeForce GTX 970 или AMD Radeon R9 или напреднија
 - 1 GB минимално простора на чврстом диску

Ову опрему је као што је већ речено Google пустио у јавност и спада у жанр дизајн и илустрација за сада, датум пуштања у јавност је био 05.04.2016. Софтвер за Google Tilt Brush је доступан по цени од 29.99 долара. Софтвер се може преузети на званичној “STEAM” интернет адреси. Цена HTC Vive-а са контролерима и детектори покрета кошта \$1200.

3.4.3 Примена у њивској производњи

Углавном се веома лако усвајају високе технологије када је реч о пољопривреди. Примена што више технологија па и дрон-ова има веома делотворно дејство на побољшање квалитета и квантитета производа. “Дрон” (слика 11) је летелица коју погоне 3 и више пропелера код којих је оса ротације вертикална у стању задржавања географских координата.

Свакодневним пилотирањем кроз усев поспешује се детерминација следећег корака у производњи на датој парцели.

При пилотирању кроз усев ствара се тренутни осећај о стању усева:

- да ли га је потребно наводњавати или не,
- да ли влада нека болест,
- да ли усев напада нека штеточина,
- да ли долази до крађе.

Ова метода надзора усева већ је увелико прихваћена у савременијим земљама јер је омогућено фреквентније прегледање усева уз елиминисање пешачења или вожње неким друмским превозом кроз редове. Применом дрон-ова са комбинацијом специјалних сензора може се створити тродимензионална мапа усева и вршити базирање података те статистичка анализа о напретку усева. Одређени дрон-ови поседује камеру која прави макроскопске снимке (уобичајено дефинише фенолошку фазу раста и развоја) и инфрацрвени сензор који прави микроскопске снимке (омогућава дефинисање зрелости плода).

Овај начин сакупљања информација не може заменити излазак узгајивача на усев који би додиривао плод, стиснуо га међу прстима. Због тога овај начин још треба да напредује у усавршавању, а са обзиром како се технологије унапређују, моменат избацивања човека из узгоја биљака је близу.



Слика 11. Пилотирање дрон-ом и надзор винограда

(Фото 3D Robotics 2017.)

Применом “Class-ове” (произвођач пољопривредне механизације) технологије удружене са дрон-ом, истраживачи у Француској су на пољопривредном сајму (Salon de l’agriculture, 2014.) демонстрирали како се врши скенирање усева (слика 12). Уз скенирање усева и похрањивање информација у меморију врши се надзор климатских параметара и параметара самог дрон-а.



Слика 12. Демонстрација скенирања усева пшенице

(Фото Ergo Sum 2014)

3.4.4 Примена у сточарству

Да би се успешно користила проширена реалност на фарми морају бити испуњени следећи критеријуми:

- Да је свака значајна операција која се контролише опскрбљена сензорима,
- Да је свака значајна операција која се контролише опскрбљена референтним маркерима,
- Да се поседује хед сет који је у конекцији са свим значајним операцијама на фарми,
- Да хед сет поседује GPS, компас, акцелерометар и жирокоп,
- Да је хед сет у сталној конекцији са интернетом (ако је то потребно).

Тренутне могућности на фарми које су доступне:

- Надзор температуре и релативне влажности у објекту.
- Надзор генерисане енергије (топлотне, електричне). Потребно је само погледати у ветрогенератор (слика 13) и моментално се исписују на стаклу хед сет-а битни подаци везани за рад и експлоатацију. Такође и термални акумулатори шаљу информације

кориснику (максимални временски период депоновања топлоте за опскрбљивање стакленика у грејној сезони).

- Надзор здравственог стања сваког појединачног грла. Као пример, на фармама за продукцију млека постоји систем са сензорима који уочавају да ли на вимену постоји маститис, потом аутоматски се обавештава руководилац фарме као и ветеринар нотификацијом.
- Праћење прогреса бременитости грла на фарми. Као и на свакој фарми што се води дневник производње и на овако високо технолошким фармама се води. Ти подаци се чувају на централизованом серверу фарме који обавештава корисника о стању сваког грла. Систем функционише тако да када се корисник приближи грлу и када хед сет уочи карактеристичне маркере он пројектује све потребне информације. Други начин функционисања је тај када се приближава моменат завршетка бременитости, односно када сензори уоче неуобичајено понашање грла, аутоматски се упозорава корисник и по потреби пројектује навигациона мапа да би се што брже дошло до грла
- Обавештења о критичним стварима на фарми. У случају да минерално храниво остане под ведрим небом, наочаре детектују маркере на врећама у којима је складиштено и сигнализира руковоацу шта да учини по том питању.
- Ако се изрази жеља да се сазна каква је временска прогноза, наочаре испред корисника креирају холограме који симулирају приближавање облака. Једна од симулација може бити и приказивање стрелицом која трепери која је усмерена у правцу струјања ветра и поред те стрелице алфа-нумерички је исписан интензитет ветра и претпоставка о трајању, као и евентуалне измене.



Слика 13. Пројекција информација о ветрогенераторима на фарми
(Фото AgroTechICT 2009.)

- У случају да је потребно користити неки трактор или неку другу машину, а није познато где јој је локација на фарми, са овим паметним хед сет-ом се лако може пронаћи. Испред корисника се пројектује интерфејс идентичан класичној навигацији који корисника наводи по фарми до жељене машине
- Надзор тренутних ресурса (количина соје, силаже...) се остварује уз само један поглед на складиште. Ово се омогућава постављањем ваге испод магацинског простора која шаље податке ка паметним наочарима и сензорима који се налазе у материјалу, који региструју влажност.
- Праћење холограма временске прогнозе (слика 14). Овим се омогућава у зависности од позиционих сензора симулирање временских догађаја који следе.



Слика 14. Временска прогноза као холограм

(Фото AgroTechICT 2009.)

Проширена реалност се не односи само на визуелну дескрипцију него и на звучну. Један од веома корисних алата је препознавање звукова. Када се корисник, фармер, нађе у окружењу сточних грла он може сазнати у каквом је стању свако појединачно грло. Да би се могло препознати у каквом је стању грло претходно је потребно похранити у базу података све карактеристичне звукове, односно потребно је истренирати алгоритам који те звукове из базе података користи.

Тренирање целог система не само са звучног него и визуелног аспекта се остварује:

- Са учитељем (отворен алгоритам са познатим излазним жељеним подацима)
- Без учитеља (отворен алгоритам са непознатим излазним жељеним подацима, кластеризација података)

3.4.5 Примена у ветерини

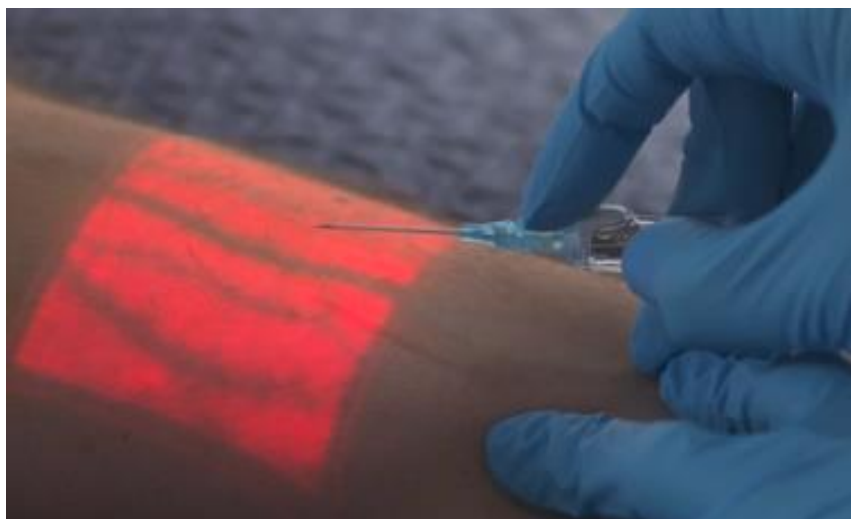
У ветеринарској медицини примена проширене реалности је веома повољна као и у свакој другој области агроиндустрије. Један од веома корисних алата у ветеринарској

медицини је “VeinViwer” или “Accuvein” инструмент (слика 15). Употреба овог инструмента доста олакшава налажење вена при третману животиња.

Због чега је ово важно?

Важно је због тога да се може брзо и поуздано извршити интравенозна интервенција.

Начин функционисања овог уређаја је заснован на веома брзој инфрацрвеној камери која региструје температурна поља екстремитета животиње. Пошто вене емитују више топлоте у односу на друга ткива у стању мировања камера их може лакше препознати него људско око. Након регистровања вена са сензором камере у исту површину са које су очитани топлотни подаци се емитује из пројектора видео садржај који у реалном времену показује ветеринару локацију вена. Да би се лакше утврдило где се налази вена током посматрања датом апаратуром потребно је симултано масирати површину испод које се слути да се налази вена.

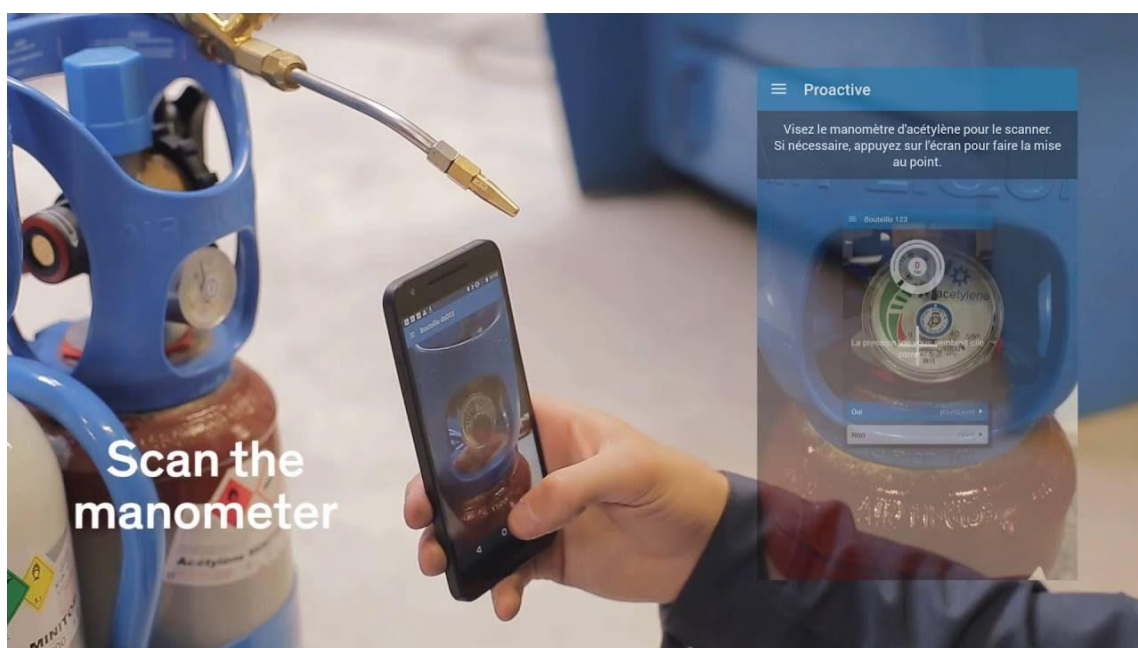


Слика 15. Инструмент за детектовање вена “Accuvein”

(Фото AccuVein 2014.)

3.4.6 Примена у процесној техници

Проширена и виртуелна реалност проналазе примену и у процесној техници. Један од примера је детектовање манометарских вредности у постројењу гледањем кроз хед сет или кроз екран мобилног уређаја (слика 16). Том методом се постиже олакшано лоцирање манометара, ишчитавање њихових вредности и обавештавање у случају да је стање ван дозвољених граница.



Слика 16. Примена проширене реалности у индустријском постројењу
(Фото i-Lab Air Liquide 2016.)

4 КОНЦЕПТ РЕШЕЊА

Као једно од решења за експлоатацију проширене реалности у пољопривреди специјално за овај рад направљен је склоп који је имплементиран на трактор МТЗ-52. Склоп има функцију мониторинга неколико сензора имплементираних на трактор. Тај мониторинг је омогућен на конвенционалан начин (фиксни дисплеј у који се повремено погледа) и на алтернативни начин (покретни дисплеј, хед сет за проширену реалност).

4.1 ХАРДВЕР ИСКОРИШТЕН ЗА КОНЦЕПТ РЕШЕЊА

За склоп који је имплементиран на трактор употребљене су компоненте:

- Рутер (HG552a1)
- Микро сервер (Ардуино WeMos D1)
- Жироскоп (GY-521)
- Сензор раздаљине (Sharp IR)
- Индукциони сензор PNP
- DC-DC регулатор напона (LM2596S)
- Микроталасни модуларни сензор
- IP камера модул (CMOS CCTV)
- Андроид уређај (Samsung galaxy S5)

4.1.1 Рутер (HG552a1)

Рутер HG552a1 (слика 17) има функцију повезивања 4 компоненте у једну целину. Компоненте које повезује су: Андроид уређај, две IP камере и минијатурни Ардуино сервер.

Прикупљање података са свих употребљивих сензора на трактору и прослеђивање Андроид уређају, извршава се REST-овим сервисом аутоматски периодичним захтевима. Видео стримовање (уживо слање видео садржаја, енг. streaming) се одвија константно, док је прихватање односно приказивање стримовања на Андроид уређају зависно од жирокопа у Андроид уређају.



Слика 17. Рутер HG552a1

(Фото Н. Јапунџић 2017)

Значајне спецификације рутера HG552a1:

- 4 LAN порта
- WLAN
- WPS
- Брзина
- 12V улазно напајање
- <http://188.246.58.33:1000> адреса
 - уређаја за локалну интернет комуникацију
- 100 Mb/s проток информација
 - кроз рутер

4.1.2 Микро сервер (Ардуино WeMos D1)

Модул WeMos D1, базиран је на експлоатацији IoT могућности. Популаран је широм света те се самим тиме може пронаћи велик број пројеката у којима је интегрисан.

У овом раду његова примена односно намена је обављање минијатурних серверских послова.

Минијатурни Ардуино сервер се програмира у Ардуино IDE. Функција сервера је да буде посредник између мерних компоненти и Андроид уређаја, односно да симултано на захтев шаље прикупљене податке Андроид уређају.

Минијатурни Ардуино сервер служи да читава све вредности које му шаљу сензори. Сви сензори су подешени да прослеђују аналогну промену напона у интервалу од 1 V до 5V са не већом струјом од 50mA .

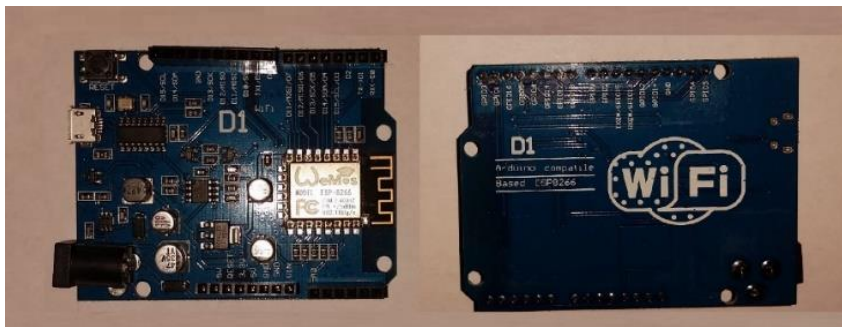
Ардуино сервер поседује у себи микро контролер који има интегрисан шестоканални аналогно дигитални конвертер преко којег су повезани сензори, од којих је 3 канала предодређено за:

- Sharp IR за мерење даљине(ниво уља у хидраулици)
- два за жирокоп + мерач убрзања GY-521 (угао под којим се налази трактор X и Y, односно бочни и уздужни нагиб)
- напон на акумулатору.

Дигиталних улазних канала има 11 док је 5 канала предодређено за:

- 4 канала за магнетни сензор за мерење броја обртаја (леви задњи погонски точак, десни задњи погонски точак, број обртаја прикључног вратила и број обртаја погонског агрегата)
- 1 канал за микроталасни сензор за мерење апсолутне брзине кретања трактора, односно рачунање проклизавања)

Ардуино WeMos (слика 18) уз себе има интегрисан USB на UART (универзални асинхрони прималац/пошиљалац, енг. Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) конвертор, који омогућава олакшано програмирање микро контролера, као и читавање серијализованих повратних информација.



Слика 18. Ардуино WeMos

(Фото Н. Јапунџић 2017.)

4.1.3 Жироскоп (GY-521)

Жироскоп/мерач убрзања GY-521 (слика 19) има функцију регистровања позиције сопствене компоненте (трактора) у 3 осе (X, Y и Z). Поред детекције промене позиције могуће је у зависности од делта промене угла израчунати колико је угаоно убрзање по осама. Уређај у себи садржи и уграђени линеарни мерач убрзања у све три осе, што омогућава дефинисање резултанتي. У будућности, тенденција је да се очитани подаци меморишу у складиште да се касније могу обрађивати. Под сакупљањем информација подразумева се и сакупљање од стране жирокопа. Подаци ће бити корисни да сигнализирају трактористи да треба да смањи брзину или да може повећати брзину. Што се тиче жирокопа, преко њега се сигнализира трактористи да улази у критичан угао нагиба којем постоји велика вероватноћа за превртањем. Податке може да прима и централа пољопривредног газдинства и да прати понашања својих тракториста. Модуларни жирокоп/мерач убрзања GY-521 резервише 2 аналогна улаза на серверу и 150mA при напону од 5V за I²C комуникацију.



Слика 19. Жироскоп GY-521

(Фото Н. Јапунџић 2017.)

4.1.4 Сензор раздаљине (Sharp IR)

Функционалност “Sharp IR” сензора (слика 20, слика 21) је заснована на слању и примању инфрацрвеног светла и рачунања под којим углом се враћа послати сноп када се одбије од неке површине. У овом случају за површину од које се сноп зрака одбија је узета површина течности у резервоару хидрауличног уља.



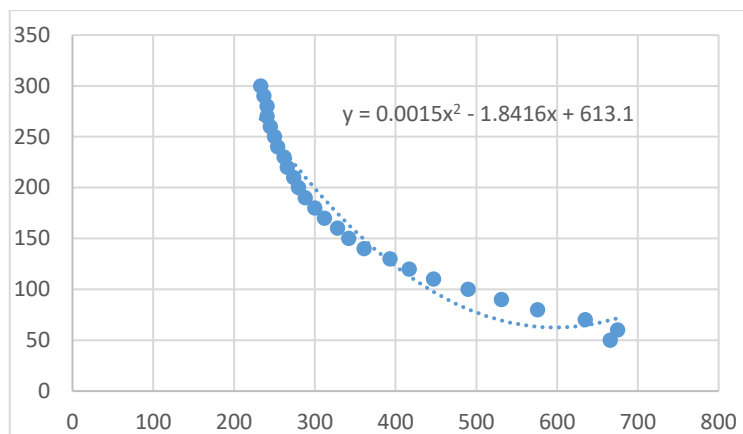
Слика 20. Sharp IR сензора раздаљине



Слика 21. Sharp IR сензори раздаљине
са 3D одштампаним носачима
(Фото Н. Јапунџић 2017.)

Овај сензор спаја се на референтни напон 0V (енг. ground) и на +5V, а на свом излазу (средњем конектору) по фабричким спецификацијама треба да варира напон од 1V до +5V у односу на 0V. Међутим напон варира у зависности од растојања препреке од 1,14V до 3,26V.

Из претходног експерименталног мерења утврђено је да се Sharp IR сензор раздаљине одликује се тачношћу од приближно 1mm у распону од 100mm до 300mm. Због тог распона подобан је за мерење нивоа уља у резервоару за хидраулику. Након низа експеримената креиран је полином који је уврштен у функцију микро контролера (графикон 1).



Графикон 1. Полином по коме микро контролер рачуна растојање које накнадно прерачунава у ниво уља

(Графикон Н. Јапунџић 2017.)

4.1.5 Индукциони сензор PNP

Индукциони сензор (слика 22) на бази PNP транзистора прави импULSE сваки пут када се сензор приближи комаду челика или неком извору магнетног поља. Када се блискост побуде оствари отвара се “Gate” капија (пролаз) и између “ground-a” односно референтног напона и средњег пина остварује струјно коло. То прекидајуће струјно коло се прилагођава за читљив сигнал микро контролеру оптокаплером. Улазни напон у сензор је од 6V до 36V, мада препоручено је да буде 12V. Струја коју повлачи при сваком отварању капије је приближно 300mA.



Слика 22. Индукциони сензор

(Фото Н. Јапунџић 2017.)

У концепту решења искоришћена су 4 индукциона сензора. 2 сензора прате бројеве обртања погонских точкова, трећи прати број обртаја мотора, а четврти мери број обртаја прикључног вратила. Мерење броја обртаја је извршено на мотору и прикључном вратилу тако да се сваких 5 секунди број импулса помножи са 12 да се добије број обртаја. Мерење броја обртаја на погонским точковима је сложеније изведено, али се остварило тако што се рачунала просечна вредност свих импулса са оба сензора на сваких 5 секунди. Због ниже вредности угаоне брзине точкова у односу на коленасто вратило мотора, морало се поставити више осетних локација на вратилу које води ка точку. Релативна брзина без проклизавања се рачуна једначином (1).

$$v = \frac{i \cdot 12 \cdot r}{2 \cdot 4} \quad (1)$$

- v – релативна брзина трактора
- i – збирни број импулса са оба точка
- r – кинематски полупречник погонског точка

4.1.6 DC-DC регулатор напона (LM2596S)

Стабилизатор напона LM2596S “Step down”, (слика 23) употребљен је за прилагођавање напона са акумулаторових 12,5V на напон потребан за електронику. Напон је могуће подешавати у интервалу од 1,3V до 37V у зависности од улазног напона од 4,0V до 40V са максималном струјом до 3A уз употребу хладњака.

За реализацију овог рада искоришћена су 4 оваква модула. Жељени напон се подешава закретањем тримера.



Слика 23. Стабилизатор напона

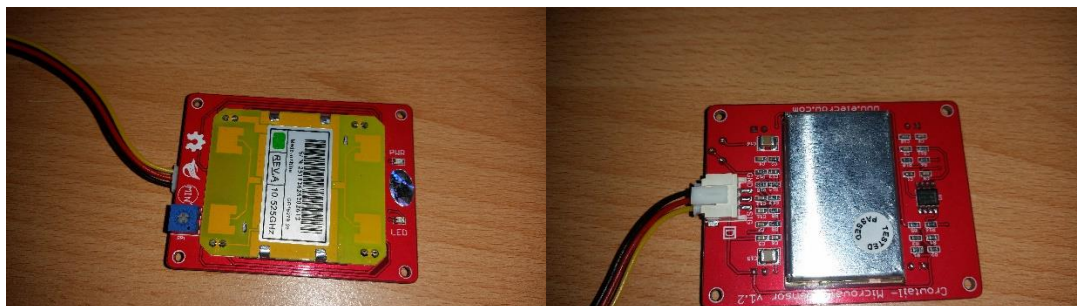
(Фото Н. Јапунџић 2017.)

4.1.7 Микроталасни модуларни сензор

Микроталасни модуларни сензор компаније “Elecrow Crowtail” (слика 24) је компактан уређај који у свом склопу садржи емитер (резонатор) и ресивер (пријемну антену) на полеђини. Модул функционише по принципу доплеровог ефекта и предвиђен је за ван путна возила.

Модул је конципиран да на средњем пину даје промењиву фреквенцију импулса. Фреквенција импулса зависи у зависности од брзине којом се креће модуларни сензор. Потребна струја <30mA.

Максимално растојање осетљивости сензора кроз ваздушни прпостор је до 4m. Калибрисање модула се врши тримером који се налази уз страну на којој се налазе антене.



Слика 24. Микроталасни модуларни сензор

(Фото Н. Јапунџић 2017.)

4.1.8 IP камера модул (CMOS CCTV)

CMOS CCTV IP камера модул (слика 25) се веома лако покреће односно упушта у рад. Искоришћене су две камере у сврху израде мастер рада. IP камера има своју подесиву јединствену IP адресу.



Слика 25. CMOS CCTV IP камера модул

(Фото Н. Јапунцић 2017.)

Спецификације камере су:

- Оперативност на од -20°C до $+40^{\circ}\text{C}$
- 720p Резолуција видео стриминга (1 милион пиксела)
- 2,8мм жижна даљина сочива (велики угао прегледности)
- Могућност постављања шифре
- Напајање 12V, 2A.

4.1.9 Андроид уређај (Samsung galaxy S5)

Једна од битнијих ствари без које ово истраживање не би било могуће, је програмирање Андроид уређаја. За потребе мастер рада коришћен је Андроид уређај Samsung galaxy S5 (слика 26).



Слика 26. Samsung S5 са Андроид оперативним системом

(Фото GSM Arena 2015.)

Битне спецификације андроид уређаја су:

- Позадинска камера резолуције до 16 милиона пиксела,
- Освежавање екрана, 60 слика у секунди
 - (танка је граница између 60 fps и гледања уживо),
- LED сијалица (блиц, лампа, флеш),
- Могућност постављања шифре,
- 2GB рам меморије,
- Жироскоп и акцелерометар,
- Гравитациони сензор,
- Батерија од 2800mAh, конекција путем Bluetooth-а и бежичног интернета.

4.1.10 Хед сет за мобилни уређај

Тренутно најлакши и најповољнији начин за визуелну испомоћ технологијом виртуелне односно проширене реалности било ком човеку јесте сет који се поставља на главу. Сетови се разликују по маси, удобности, квалитету и другим карактеристикама.

Употребљен је хед сет “VR box” (слика 27) који садржи подесива сочива. Хед сет садржи подесив засун путем којег се допушта изложеност објектива камере околини,

мод за проширену реалност. Или у супротном случају када је засун затворен, мод за виртуелну реалност. Уз хед сет је препоручљиво користити и контролер (слика 27) који се најчешће попут коришћеног повезује путем Bluetooth-а.



Слика 27. Хед сет лево, контролер десно

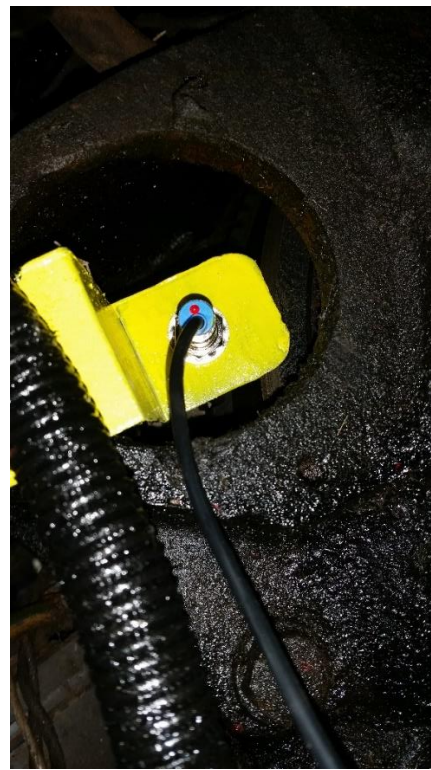
(Фото Н. Јапунџић 2017.)

4.1.11 Концептуални радни склоп

Микроталасни сензор за мерење апсолутне брзине трактора је постављен у пластичну кутију на предњи мост на трактору под углом од 35 степени (слика 28). Индуктивни сензор за мерење броја обртаја је постављен на замајац мотора (слика 29).



Слика 28. Микроталасни сензор
(Фото Н. Јапунџић 2017.)



Слика 29. Индуктивни сензор, замајач
(Фото Н. Јапунџић 2017.)

Индукциони сензори за мерење релативне брзине трактора, односно дефинисање коефицијента проклизавања, постављени су на погонска вратила која су фиксна са наплатцима точкова (слика 30). Мерење броја обртаја прикључног вратила ([слика 31](#)) остварило се индукционим сензором који је постављен 5mm од бока вратила након почетка ожлебљења.



Слика 30. Мерење коефицијента проклизавања на точковима
(Фото Н. Јапунџић 2017.)



Слика 31 Мерење броја обртаја прикључног вратила

(Фото Н. Јапунџић 2017.)

Једна IP камера је постављена испод трактора, на половини, нагнута је 45 степени и усмерена је ка предњици трактора (слика 32). Друга камера (слика 33) је постављена на предњици трактора усмерена је а и под нагибом је као и камера која се налази испод трактора.



Слика 32. IP камера испод трактора

(Фото Н. Јапунџић 2017.)



Слика 33. IP камера на предњици трактора

(Фото Н. Јапунџић 2017.)

Централне јединице су смештене у трактору уз леви блатобран (слика 34). Централне јединице су рутер и микро сервер са пратећом електроником.



Слика 34 Централне јединице

(Фото Н. Јапунџић 2017.)

Апликација која се налази на андроид телефону поседује два режима:

- Режим проширене реалности и
- Режим класичног мониторинга параметара.

Режим проширене реалности се користи када је паметни телефон у хед сет-у, односно када се гледа кроз хед сет. Када је тај режим у употреби у горе левом углу се могу пратити три параметра (апсолутна брзина трактора, број обртаја прикључног вратила и нагибе у x , y осама у односу на хоризонт).

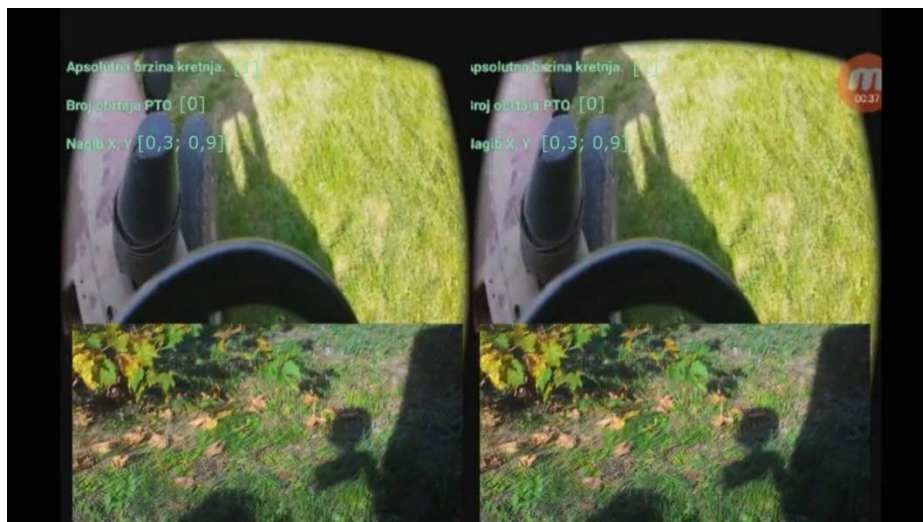
Докле год је хед сет у хоризонталном положају корисник може да посматра три параметра и да гледа кроз камеру (слика 35). Када корисник спусти главу сензор у паметном телефону региструје под којим се углом налази хед сет.

Када се хед сет спусти испод 45 степени приказује се приказ (слика 36) са IP камере са предњице трактора (слика 33). Видео садржај склопа у раду <https://www.youtube.com/watch?v=BtWmPFZTcxw&t=14s> (16.10.2016) .



Слика 35. Нормалан поглед

(Фото Н. Јапунџић 2017.)



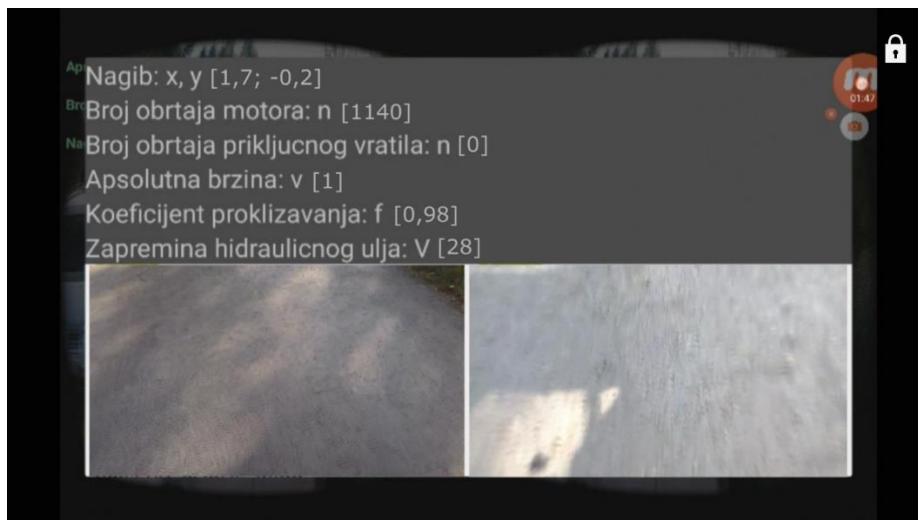
Слика 36. Поглед од 45 степени до 95 степени

(Фото Н. Јапунџић 2017.)

Позиција главе корисника која је кључна за активирање додатног прозора за приказ камере прати се гравитационим сензором. Идеја тродимензионалне интеракције са околином је једна од битних карактеристика проширене реалности и план је да се у даљем усавршавању уређаја на њему ради.. У овом раду није реализовано праћење очних јабучица, мада могуће га је накнадно извести пошто Samsung s5 поседује опцију за реализовање дате погодности.

Да би се користио само жирокоп (при дефинисању угла посматрања главе корисника) мора се поштовати редослед референци. Прва референца је земља, друга референца је жирокоп у тракторској централи, након тога се сензор у хед сет-у синхронизује са жирокопом у трактору. Ако се овај редослед не поштује и елиминише жирокоп у централи трактора током промене усмерености трактора за хоризонтални угао 180 степени приказивала би се слика у видном пољу, а не би требала јер јој ту није место. Решавање тог проблема се може извести и без жирокопа у тракторској фиксној централи уколико се искористи симултана употреба компаса, гравитационог и жирокопског сензора. Таква комбинација даје незнатно умањену прецизност у односу са верзијом где се позиционираност остварује комуникацијом са жирокопом у централи. Старије методе за дефинисање позиционираности главе корисника су путем полуга (флексибилна чврста веза) и праћење путем 4 ултра звучна сензора (Shuterland, 1968).

Да би андроид паметни телефон могао да зна у ком режиму да ради, зависи од сензора даљине (енгл. Proximity сензор). Искоришћена је погодност сензора да уколико детектује да се испред њега налази неки предмет апликација ради у режиму проширене реалности. Уколико се испред сензора даљине не налази препрека (до 7 центиметара) апликација ради у класичном режиму (слика 37).



Слика 37. Класичан режим рада андроид апликације

(Фото Н. Јапунџић 2017.)

4.2 СОФТВЕР У КОНЦЕПТУ РЕШЕЊА И У ПРОШИРЕНОЈ РЕАЛНОСТИ

За давање “живота” било којој машини па чак и концептуалном решењу изведеном у овом раду потребно је имплементирати одређени програм.

4.2.1 Развојна окружења за имплементацију проширене реалности на различите хардвере

- “Visual studio” :
 - за “HoloLens” , C#, C++
 - за “Android, iPhone, Windows phone”, “Xamarin” C#, C++
 - за USB камере, C#, C++, уз “OpenCV”
- “Android studio”:

- C++, JAVA, уз “OpenCV”
- “Python” IDE:
 - за USB камере, Python уз “OpenCV”
- “Unity”:
 - за “Android, iPhone, Windows phone”, C#, уз “OpenCV”

4.2.2 Окружење за програмирање серверског микро контролера (Ардуино IDE)

Сакупљање мерних величина се мора објединити једним чвором преко којег се све вредности периодично шаљу на читавање. Тај чвор је у овом случају WeMos D1 микро контролерска развојна плоча. Да би се обезбедило прикупљање и слање података са сензором и комуникација са пријемником коме шаље WeMos D1 податке, потребно је програмирати уређај да може да обавља све сложене операције. Програмирање се обавља у “микро C програмском језику” базираном на Ардуино IDE-у. Скоро све и једна компонента која је искоришћена, обављала је своју функцију путем усвојених стандардних библиотеке. Мерење вредности са сензора и употреба Ардуино платформе описано је у дипломском раду (Јапунџић, 2015.). Пошто је серверска плочица у питању, поред стандардног Ардуино начина програмирања припремљени су REST кодови који реагују на захтеве андроид уређаја и шаљу му затражене податке.

4.2.3 Окружење за програмирање андроид уређаја (Андроид Студио IDE)

Да би се могла реализовати испомоћ са проширеном реалношћу на андроид уређајима, потребно је извршити низ операција у складу са потребама. Основна правила која је потребно испунити за SBS (дуплирање екрана) су:

- Омогућити приказ садржаја на екрану на две половине
- Садржај на екрану је потребно да приказује слике динамички детектоване камером на супротној страни од екрана
- Омогућити приказивање холограма у деловима екрана у којима холограми представљају погодност, а не сметњу.

Сетови за виртуелну реалност и проширену реалност се могу користити као инстант производи, што је у данашње доба и не тако моћна опција (сем изузетака). Уређаји за проширену реалност могу се користити уз пред знање о програмирању и унапређењу других апликација. Када корисник познаје алате програмирања он је у стању да прилагоди уређај својим потребама и да буде корак испред других у сваком моменту. Из тога произилази употреба Андроид Студио IDE, официјални Google-ов IDE-а. Google тиме пружа могућности за прављење најразноврснијих андроид апликација. Програмски језици који су у употреби су:

- C++
- JAVA
- C++ и JAVA
- И, не тако популаран Kotlin (тенденција ка популарности JAVA програмском језику)

Неизоставни помоћни интерпретаторски језици за формирање андроид апликација су:

- Gradle
- XML

Апликација за андроид уређај, за концепт решења, направљена је коришћењем само JAVA језика за програмирање уз оба наведена интерпретаторска језика. У апликацији је интегрисан Google-ов API за стерео вид кроз камеру. За контролу приказивања “WebView-a” употребљен је гравитациони сензор.

5 ЗАКЉУЧАК

У раду је указано на брза, поуздана и делотворна решења која нуди Ардуино опрема уз веома приступачне компоненте заједно са Андроид уређајем. Иако су Андроид и Ардуино релативно слабе компоненте у односу на доступне рачунаре, они имају предност јер нису робусни, њихова цена је прихватљива и поседују висок степен мобилности. Даљи развој концептуалног решења се планира са проширењем употребе апликације на отклањање грешака и применом “OpenCV” платформе намењене андроид уређајима. Занимљиви озбиљни пројекти који се могу реализовати сличним одабиром компонената као у приказаном решењу су аутоматски навигатор међуредног култиватора у пољу (нпр. поље кукуруза), препознавање болести код биљака, указивање на проблем на цевоводу и други.

6 ЛИТЕРАТУРА

1. Argyros A., I.A. Manolis. Vision-based interpretation of hand gestures for remote control of a computer mouse. Lourakis Institute of Computer Science, Springer, 2006.
2. Augmented reality project SIA 2014 (L'Odyssee vegetale), Giant screen, Mobile app, touch screen. Salon de l'agriculture, 2014.
3. Van Der Tuijn, Roland, Eftimakis Michel, Audoly Denis, Bluetooth communication units, wireless communication systems, wireless communication devices, bluetooth communications methods, and wireless communication methods, 1999).
4. Ghosh A.. Significance of holographic technology in modern world. International Journal of Computer Sciences and Engineering, Vol. 5, No. 2, 2017.
5. Јапунџић Н., “Мogućности примене контролера Ардуино у агроиндустрији”, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Србија, 2015.
6. Lee T., Hollerer T.. Handy AR: Markerless inspection of augmented reality objects using fingertip tracking, Four Eyes Laboratory, University of California, Santa Barbara, 2007.
7. Shuterland I.E.. Head mounted three dimensional display, University of Utah, Salt Lake City, Utah, 1968.
8. State A., Livingston M., Garrett W., Hirota G., Whitton M., Pisano E., Fuchs H.. Technologies for augmented reality systems: Realizing ultrasound-guided needle biopsies. In Proc. SIG-GRAPH '96, pp 439–446, New Orleans, LA, August 4–9, 1996.
9. Foundation for Research and Technology - Hellas (FORTH), Vassiliki Vouton, P.O.Box 1385, GR 711 10, Heraklion, Crete, Greece, 2009.
10. Feiner S., MacIntyre B., Seligmann D.. Knowledge-based augmented reality. Communic. ACM, 36(7), pp 52–62, July, 1993.
11. Feiner S., Webster A., Krueger T., MacIntyre B., Keller E.. Architectural anatomy. Presence, 4(3), pp 318–325, Summer, 1995.
12. Feiner S., MacIntyre B., Hollerer T., Webster A.. A touring machine: Prototyping 3D mobile augmented reality systems for exploring the urban environment. In Proc. ISWC '97 (First Int. Symp. On Wearable Computers), pp 74–81, Cambridge, MA, Oct. 13–14, 1997.
13. Furness T., The super cockpit and its human factors challenges. In Proc. Human Factors Society, 30th Annual Meeting, pp 48–52, 1986.
14. Höllerer T., DiVerdi S., Wither J., „Anywhere augmentation“: Towards mobile augmented reality in unprepared environments. Four Eyes Laboratory Department of Computer Science, University of California, Santa Barbara, California, USA, 2017.

15. Caudell T., Mizell D.. Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In Proceedings of the Hawaii Int. Conf. on Sys. Sci, Hawaii, January, 1992.
16. Chaudhari A., Lakhani K., Deulkar K.. Transforming the world using holograms. International Journal of Computer Applications (0975 – 8887), Volume 130 – No.1, November, 2015.
17. Zhou Z.Y., Karlekar J., Hii D., Schneider M., Lu W., Wittkopf S.. Robust pose estimation for outdoor mixed reality with sensor fusion, 2009.
18. Webster S., Feiner B., Massie M.W., Krueger T., Augmented reality in architectural construction, inspection and renovation. In Proc. ASCE Third Congress on Computing in Civil Engineering, pp 913–919, Anaheim, CA, June 17–19, 1996.
19. https://github.com/nikolaJapundzic/Povecana_realnost_traktor_demo (23.08.2017.), јавни репозиторијум, аутор Јапунџић Н.
20. <https://developer.android.com/about/android.html> (23.08.2017.), Android Developer, аутор, Google
21. <https://www.magicleap.com/#/home> (23.08.2017.), аутор Magic Leap Inc.
22. <http://news.wabe.org/post/duluth-based-agco-uses-google-glass-build-farm-tractors> (23.08.2017.)
23. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.street&hl=en> (23.08.2017.), аутор, Google
24. <https://www.youtube.com/watch?v=BtWmPFZTcxw&t=14s> (16.10.2016), јавни канал, аутор Јапунџић Н.