SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJKSIH TEHNOLOGIJA

Sveučilišni diplomski studij

SUSTAV ZA POSREDNO KORIŠTENJE ULAZNIH UREĐAJA  
(System for indirect use of input devices)

Diplomski rad

Luka Kruljac

Osijek, 2021

Page: Izjava o orginalnosti diplomskog rada



Page: Izjavu o pohrani i objavi ocjenskog rada u repozitoriju u sustavu Dabar



#### Sadržaj

[1. Uvod 1](#_Toc75705721)

[2. Postojeća rješenja 3](#_Toc75705722)

[2.1 Usporedba postojećih s novim rješenjem 3](#_Toc75705723)

[3. Razvoj aplikacija na posrednom uređaju 4](#_Toc75705724)

[3.1 WPF Programski okvir 5](#_Toc75705725)

[3.2 MVVM Struktura 5](#_Toc75705726)

[3.3 RAW input 7](#_Toc75705727)

[3.4 Workflow 7](#_Toc75705728)

[3.5 Rezultat 8](#_Toc75705729)

[4. Upravljački program za sustave bazirane na UNIX-u 9](#_Toc75705730)

[4.1 Razvojno okruženje 9](#_Toc75705731)

[4.2 Glavna funkcija programa 9](#_Toc75705732)

[4.3 Parsiranje argumenata 9](#_Toc75705733)

[4.4 Dretva za osluškivanje 9](#_Toc75705734)

[4.5 Dretva za izvršavanje 9](#_Toc75705735)

[4.6 Korištenje 9](#_Toc75705736)

[5. Demo projekt 10](#_Toc75705737)

[5.1 Hardware 10](#_Toc75705738)

[5.2 Software 10](#_Toc75705739)

[6. Testiranje 12](#_Toc75705740)

[6.1 14](#_Toc75705741)

[6.2 Rezultati 15](#_Toc75705742)

[Zaključak 17](#_Toc75705743)

[Literatura 18](#_Toc75705744)

[Popis i opis upotrjebljenih kratica 20](#_Toc75705745)

[Sažetak 21](#_Toc75705746)

[Ključne riječi 21](#_Toc75705747)

[Abstract 22](#_Toc75705748)

[Key words 22](#_Toc75705749)

[Životopis 23](#_Toc75705750)

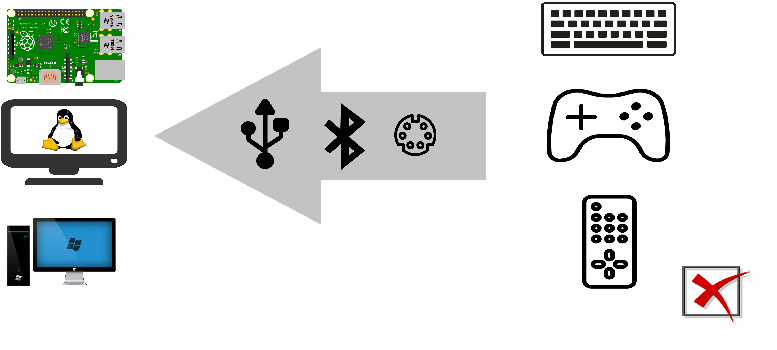
[Prilozi 24](#_Toc75705751)

[Elektronička verzija rada 25](#_Toc75705752)

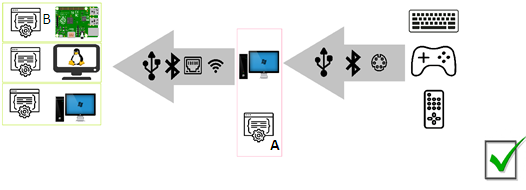
# Uvod

Zadatak ovog diplomskog rada je razviti programsku podršku (eng. software) za posredno korištenje ulaznih uređaja (eng. using input devices indirectly). Software obuhvaća čitavo rješenje (eng. solution) u obliku više projekata koji u cjelini omogućuju korištenje određenog ulaznog uređaja na ciljanom uređaju (eng. target device) bez da su uređaji direktno spojeni. Veza između njih uspostavljena je preko posrednog uređaja koje je sa oba spomenuta uređaja direktno povezan nekom vezom.

Za uspješan rad ovakvog koncepta potrebno je izraditi upravljački software (eng. driver) na strani ciljanog uređaja, odnosno više njih ovisno o platformama ciljanih uređaja koje se žele koristiti te aplikaciju koja se izvršava na posrednom uređaju, a koja za ulogu ima uspostavljenje komunikacijskog puta između ulaznog i ciljanog uređaja odnosno pruža sučelja zaslonskih virtualnih uređaja. Slika 1.1 prikazuje uobičajen način povezivanja ulaznih uređaja PS2/USB/Bluetooth vezom sa ciljanim uređajima, međutim isti nije uvijek moguć te se zadatak ovog rada bavim načinom povezivanja koji je prikazan na Slika 1.2.



Slika 1.1 Uobičajen način povezivanja uređaja



Slika 1.2 Željeni način povezivanja uređaja

Da bi se razjasnilo uvođenje određene kompleksnosti iz prethodnog ulomka potrebno je shvatiti motive ovog projekta. Postoje situacije kada načini povezivanja sa Slika 1.1 nije moguć iz specifičnih razloga. Neki od njih su nabrojani:

* Integrirani ulazni uređaji

Ako se za primjer promatra prijenosno računalo, njegovu integriranu tipkovnicu nije moguće (barem ne na jednostavan način) od spojiti od prijenosnog računala te ju zatim spojiti i koristit na nekom drugom uređaju.

* Ciljani uređaj je mobilan

Ukoliko je ciljani uređaj „na kotačima“, potrebno je pomjerati i ulazni uređaj. Za primjer uzeti učenički projekt automobila pokretan RPI računalom, a koji se upravlja tipkovnicom ili kontrolerom (eng. gampad).

* Ciljani uređaj je dislociran ili fizički nedostupan

Ponekad nije moguće spojiti ulazni uređaj jer smo udaljeni od njega, nemamo fizički pristup, ili ako imamo nemam mogućnost spajanja, primjerice, zauzeti su svi USB portovi

* Ulazni uređaj u fizičkom obliku nije dostupan

Aplikacija na posrednom računalu nudi i tzv. zaslonske uređaje, gdje kliktanje po sučelju simulira pritisak odgovarajuće tipke pa posjedovanje ulaznog uređaja nije nužno.

Ovaj rad obuhvaća cjelokupni proces razvoja sustava, od analize problema, usporede postojećih rješenja, preko razvoja do testiranja. Kroz drugo poglavlje predstavljene su postojoće tehnologije koje imaju sličnu ulogu kao i njihove prednosti i mane u odnosu na koncept sustava iz naslova ovog rada. U poglavljima tri i četiri opisani su postupci razvoja sustava, te funkcioniranje dvije najvažnije komponente sustava:

1. aplikacija na posrednom uređaju, obrađeno kroz treće poglavlje;
2. upravljački program za ciljanu platformu, obrađeno kroz četvrto poglavlje

Također, u sklopu rada pripremljen je i demo sustava čija izrada će bit predstavljena u poglavljupet, dok su rezultati i analiza provedenog testa opisani u šestom poglavlju ovoga rada.

# Postojeća rješenja

Projekt ovog rada po puno toga nije unikata, postoji mnogo rješenja koja obrađuju slične probleme, također za svaki problem nabrojan u poglavlju 1.2 postoji rješenje, no takva rješenja ne rješavaju sve nabrojene probleme u jednoj cjelni ili ih ne rješavaju na efikasan način, odnosno postavljaju dodatne preduvjete koji možda ne mogu biti ispunjeni u svakoj situaciji kada je potrebno upravljati ciljanom platformom.

Primjerice, VNC (eng. Virtual Network Computing) alat iz [2] objedinjuje sve funkcionalnosti koje su obrađene u ovom projektu, štoviše i puno više nego li je obrađeno ovim projektom. Međutim, ovo rješenje ima određena ograničenja po pitanju zahtijeva te ne taj način u određenim situacijama ne može parirati projektu iz ovog rada. Jedan od nedostataka je što ciljani uređaj mora imati spojen ili virtualno montirani displaya, osim toga ovo podrazumijeva isključivo TCP/IP vezu između ciljanog i posrednog uređaja.

Osim VNC tu je i SSH (eng. Secure shell) rješenje iz [3] koji također pruža puno više mogućnosti i ima puno širu primjenu, međutim neka ograničenja iz ovog projekta u određenim situacijama daju prednosti projektu iz naslova, štoviše isključivo s SSH protokolom neke od problema iz 1.2 nije niti moguće riješiti. Ograničenje je postavljeno na vezu, SSH za vezu između uređaja podržava TCP/IP i UART. Veći problem ovog alata je što nije moguće koristiti uređaje poput gamepada, barem ne analogni dio, a i pritisak više tipki istodobno nije podržan. Nadalje, aplikacija na strani ciljanog uređaja mora voditi računa o obradi signala s obzirom da SSH prosljeđuje ulaze samo u otvorenom terminalu, a ne čitavom operacijskom sustavu.

## Usporedba postojećih s novim rješenjem

TODO

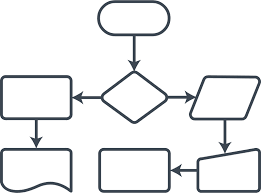
Nije potreban display – VNC;Nije potreban dodatan hardware;Omogućuje veći domet koristeći TCP/IP;I dalje je potreban SSH – minimalno jedan puta;Smanjeno korištenje resuorca; Za razliku od SSH realtime, multibutton;Mogućnost proširenja na bilo koji uređaj

# Razvoj aplikacija na posrednom uređaju

Pogledom na Sliku 1.2 vidljivo je da u tako postavljenom sustavu posredni uređaj zahtijeva software, komponenta označena slovom A, koji će omogućiti uređaju da postane posrednik između ulaznog uređaja i ciljane platforme. Da bi software odradio svoju ulogu postoji nekoliko zahtijeva među kojima su tri ključna:

1. Osluškivanje strujanja (eng. stream) ulaznih uređaja
2. Osiguranje komunikacijskog kanala s ciljanom platformom
3. Generiranje i slanje poruke kroz komunikacijski kanal

Osim tri ključna zahtijeva, zadani su zahtjevi poput filtriranja određenih uređaja te omogućavanje zaslonskih virtualnih uređaja. Zahtjevi ove komponente kao i njihova međusobna interakcija prikazani su na UML dijagramu na slici 3.1.



Slika 3.1 UML dijagram aplikacije

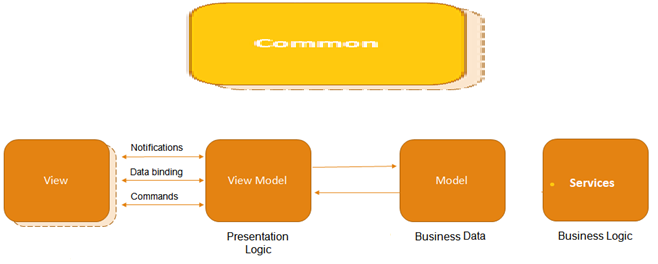
U sklopu ovog prototipa posredni uređaji ograničeni su na uređaje s windows operacijskim sustavom. S obzirom da windows operacijski sustav omogućava grafičko korisničko sučelje (eng. GUI) te uz činjenicu da velika većina korisnika preferira GUI aplikacije u usporedbi s CLI(eng. Comman Line Interface) aplikacijama, logičan izbor za tip ove komponente, odnosno aplikacije koja očekuje interakciju s korisnicima je windows desktop aplikacija.

## WPF Programski okvir

Za izradu windows desktop aplikacije u ovom projektu korišten je programski okvir (eng. framework) otvorenog koda (eng. open source) WPF (eng. Windows Presntation Foundation). Ovaj framwork temeljen je na vektorskom prikazu koji uz široki set značajki pomoću XAML jezika (eng. Extensible Application Markup Language) omogućuje poprilično jednostavnu izgradnju GUI-a neovisnu o rezoluciji, te popratnog pozadinskog koda (eng. backend code) u jezicima iz .NET okruženja (C#, F#, VB). Neke od ključnih značajki WPF jesu da koristi DirectX, odnosno hardversko ubrzanje za iscrtavanje grafičkih elementa, omogučuje povezivanje podataka (eng. data binding) pomoću čega se lako odvajaju cijeline prikaza (eng. view) od cjelina podataka(eng. models). S obzirom da je Miscrosoft autor frameworka, Visaul Studio je zasigurno najbolji IDE (eng. Integrated Development Environment) za razvoj WPF projekta te je on i korišten tijekom razvoja. Od programskih jezika, korišten je C# za backend kao i neke predkompajlirane(eng. precompiled) dinamičke biblioteke koje su razvijene C/C++ jezikom.

## MVVM Struktura

Pri razvoju aplikacije, da bi se odvojili programski blokovi ispravno je koristit neki od --- (eng. design patern), kao što su MVC, MVVM, MVP itd.. Korištenje design paterna olakšava i ubzava sam proces razvoja, omogućuje lakše testiranje i pojednostavljuje potencijalne izmjene u idućim nadogradnjama. Za ovaj projekt odabrana je MVVM struktura te su uz osnovne MVVM komponente dodane i komponente servisa (eng. Services) te zajedničke komponente (eng. Common). Ovaj set predstavlja čitavo rješenje (eng. Solution) aplikacije, prikazano na Slika 3.2. Komponente Common, Model, Services i ViewModel predstavljaju .NET Framework Class Library projekte čiji produkti su datoteke tipa .dll, dok je View komponenta Windows aplikacija na dnu hijerarhije čiji je produkt izvršna .exe datoteka.



Slika 3.2 Hijerarhijski prikaz projekata

Common projekt sadrži dvije klase koje omogućuju korištenje MVVM strukture te korištenje data bidinga. BaseView.cs sa Kod 3.1 je apstraktna klasa koju nasljeđuju sve klase modela i viewmodel. Nasljeđivanjem ove klase omogućuje se izvršavanje event handlera koji će reagirati na promjene vrijednosti odnosno bit će pozvan u Set metodi svojstava koji se prikazuju na View strani. Ovaj mehanizam omogućuje da svaka promjena svojstava u pozadinskom kodu bude automatski promijenjena i u GUI-u. Način upotrebe prikazan je na DelegateCommand.cs definira objekt korišten unutar onih ViewModela čiji View sadrži neke komande te tako omogućuje povezivanje određene funkcije iz pozadinskog koda s određenom interaktivnom GUI komponentom. Sama datoteka sadrži dvije različite klase koje se razlikuju po tipu odnosno omogućuju povezivanje funkcija void tipa ili bilo kojeg generičkog tipa.



Kod 3.1 Upotreba metode u model klasi



Kod 3.2 Prikaz upotrebe u klasi modela

Unutar model projekta definirane su klase koje opisuju objekte te enumeracije korištene u ViewModel i Services klasama. Konkretno bitno je definirati modele mogućih linkova te mogućih ulaznih uređaja

ViewModel

View

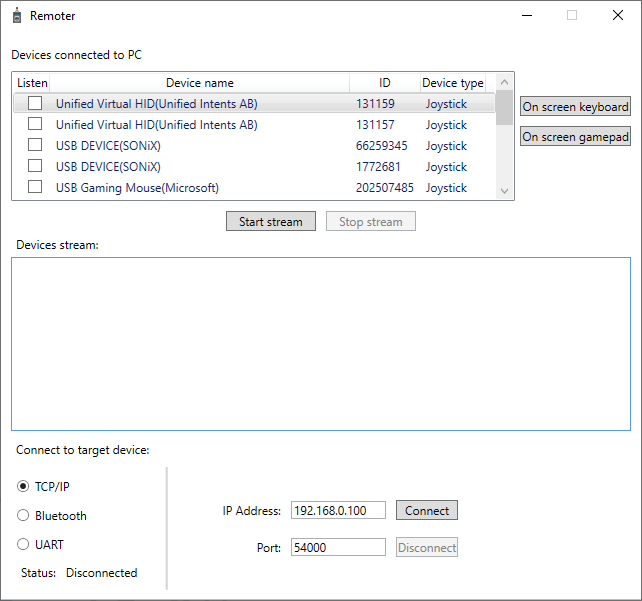
Fedora/Costura

## RAW input

## Workflow

Opis UML-a na slici 3.1

## Rezultat



# Upravljački program za sustave bazirane na UNIX-u

## Razvojno okruženje

## Glavna funkcija programa

## Parsiranje argumenata

## Dretva za osluškivanje

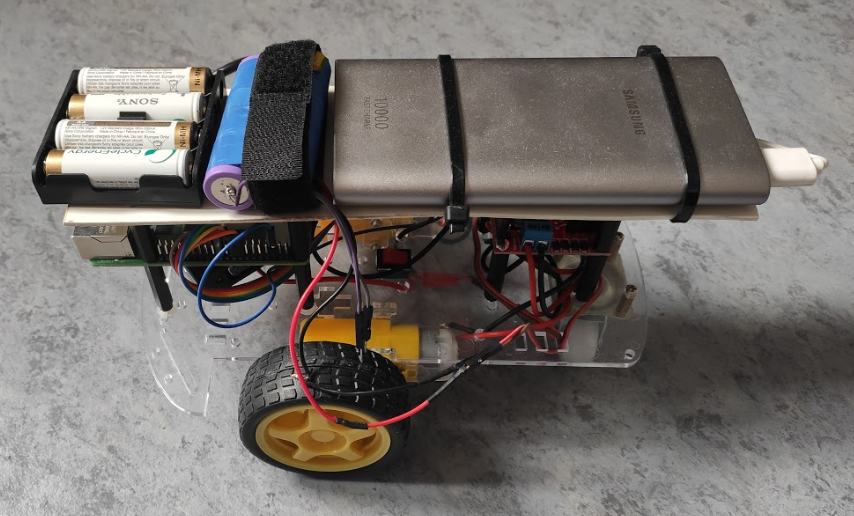
## Dretva za izvršavanje

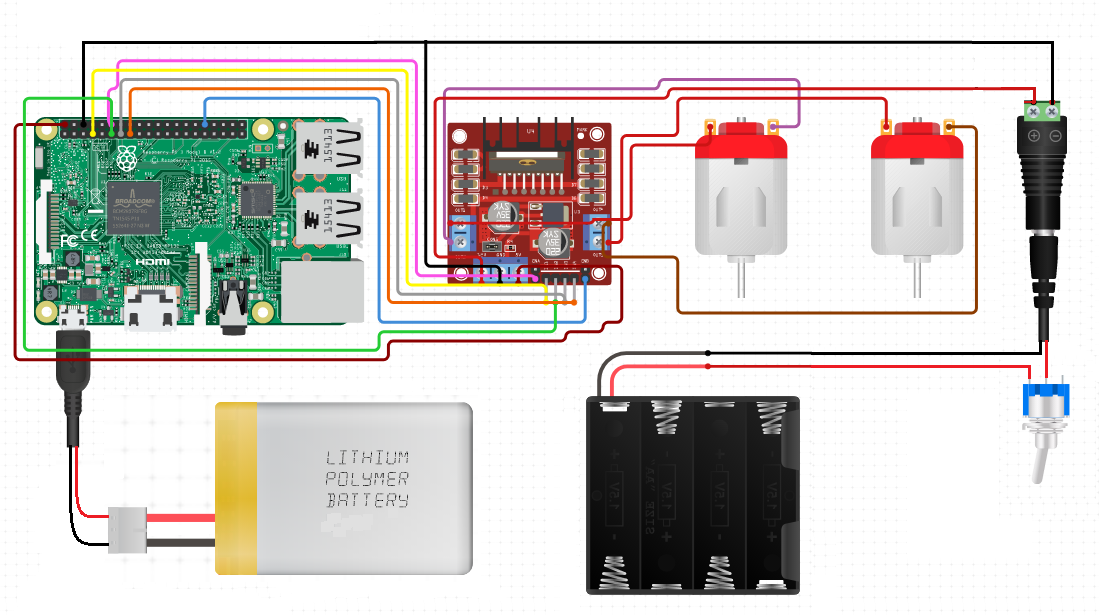
## Korištenje

Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst

# Demo projekt

## Hardware



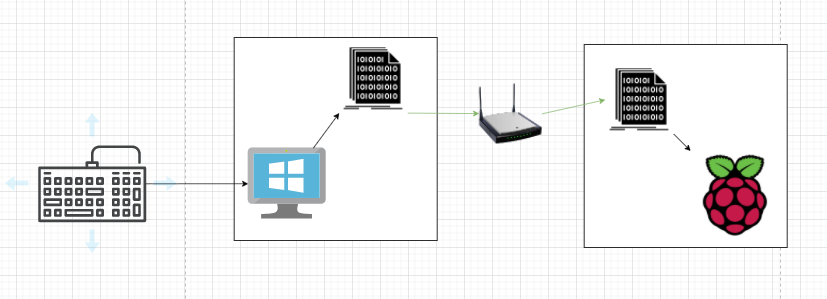


## Software

Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst

# Testiranje

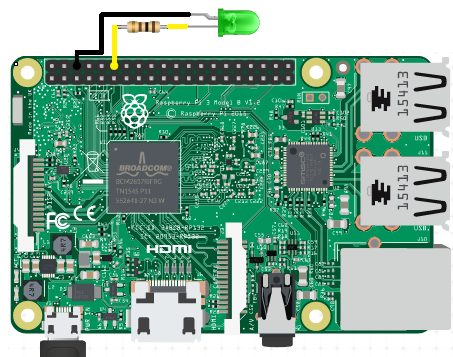
Pri korištenju ovoga sustava vrlo važan parametar je latencija koja se pojavljuje uvođenjem nekoliko dodatnih čvorova između ciljane platforme i ulaznog uređaja. Na Slika 6.1 prikazana je topologija u slučaju korištenja TCP/IP protokola za komunikaciju između ciljane platforme i posrednog uređaja arhitektura. Vidljivo je kako će na letencij povećati vremena potrošena za obradu eventa na posrednom uređaju, zatim upload/download i obrada na routeru te obrada eventa na driveru na ciljanoj platformi.



Slika 6.1 Toplogija hardwareskih i softwarskih jedinica

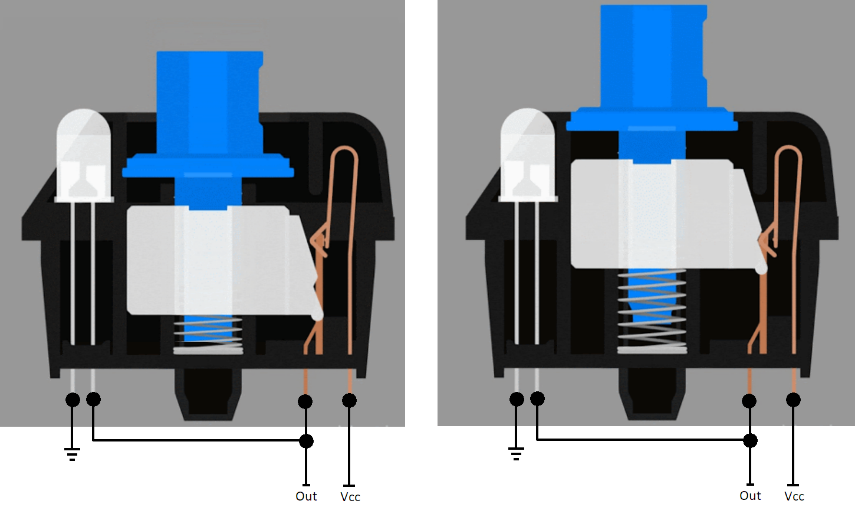
Za testiranje latencije korišteno je primitivno testno okruženje sačinjeno od mehaničke tipkovnice s ugrađenim chery blue swithchevima slični onima sa Slika 6.2, RPI kao ciljana platforma s driverom sustava, LE Dioda spojena na RPI GPIO kontakte, kamera s mogućnosti snimanja slow motion videozapisa, windows računalo s aplikacijom sustava, video preglednik.

Na ciljanoj platformi pokrenut je program, odnosno python skripta koja će pri pritisku neke od tipki reagirati tako što će jedan od GPIO pinova postaviti u stanje high. Na spomenutom pinu je spojena anoda LE diode, dok je katoda LE diode preko otpornika spojena na ground RPI kontakata. Ovim je postignuto da pritiskom tipkovnice LE Dioda zasvijetli.



Slika 6.2 Prikaz LE diode na RPI

Blue chery switchevi s ugrađenim pozadinskim osvjetljenjem također će zasvijetliti pri pritisku tipke. Oba zasvijetljenja, promatranjem golim okom se događaju u istom trenutku, međutim realnost je da ipak postoji vremenski razmak, odnosno kašnjenje LE Diode spojenu na RPI kontakte u odnosu na onu ugrađenu u tipku tipkovnice.



Slika 6.3 Prikaz chery blue switcheva

Da bi se izmjerilo kašnjenje koristi se kamera s mogućošću snimanja u slow motion modu. Poželjno je imati što veći FPS(eng. Frame per second), kako bi mjerenje bilo preciznije. Potrebno je namjestiti kameru tako da se tokom snimanja u sceni nalaze obje LE diode. Nakon što je snimljeno nekoliko testnih snimaka, natavak analize se vrši u nekom od alata za pregled i uređivanje video materijala, primjerice VLC media player. Pomoću video preglednika potrebno je pronaći indeks framea u kojem LE dioda tipke prvi puta zasvijetli, te frame u koje LE dioda spojena na RPI prvi puta zasvijetli. Znajući FPS kamere iz specifikacije, ili izračunavanjem iz podataka video materijala prema izrazu 6.1, gdje je N ukupni broj frameova u videu, a t ukupno vrijeme trajanja videa u sekundama.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.1) |

Sada, kad je FPS poznat, vrijeme između dva trenutka na dva različita framea lako se izračuna prema izrazu 6.2, gdje je index framea u trenutku , a index framea u trenutku .

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.2) |

Također, treba uzeti u obzir da korištenje tipkovnice u direktnoj vezi također ima određenu latenciju. Naime, tipkovnica ima definirani polling rate, odnosno frekvenciju kojom CPU provjerava podatke na USB sabirnici, što znači da pri pritisku tipke prođe neko vrijeme dok ono bude registrirano od strane CPU-a. Osim pulling ratea, tu je matrix scan rate, odnosno frekvencija mikroprocesora same tipkovnice koji skenira čitavu tipkovnicu i ovisno o stanju zapisuje podatke na sabirnicu. Prema tome za određivanje latencije koju uvodi sustav potrebno je ponoviti isto mjerenje pri direktnoj vezi tipkovnice i RPI. Konačni iznos uvedene latencije može se iskazati prema 6.3, gdje je latencija u sustavu za posredno korištenje ulaznih uređaja, latencija u direktnom sustavu.

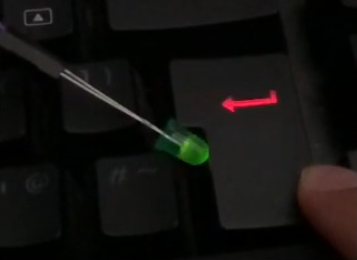
|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.2) |

## Rezultati

U Tablica 6.2 prikazani su dobiveni rezultati opisanog mjerenja pri direktnoj vezi tipkovnice i ciljane platforme, dok su u Tablica 6.3 prikazani rezultati mjerenja kada je tipkovnica spojena pomoću sustava za posredno korištenje ulaznih uređaja. Za bolje razumijevanje tablica mjerenja na Tablica 6.1 prikazana je legenda.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Indeks okvira** |  |  |  |
| **Trenutak** |  |  |  |
| **Opis** | Okvir neposredno prije pritiska tipke | Okvir u trenutku pritiska tipke. Prvi okvir sa svijetlećom LE diodom tipke i ne svijetlećom LE diodom spojene na ciljanu platformu | Okvir u trenutku detekcije pritiska tipke na ciljanoj platformi. Prvi okvir sa svijetlećom LE diodom tipke i LE diodom spojene na ciljanu platformu |

Tablica 6.1 Legenda

****

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 240 |  |  | | 240 |
|  | 433 |  | | 316 |
|  | 439 |  | | 332 |
|  | 25 ms |  | | 66.67 ms |
| **Tablica 6.2** Rezultati latencije - direktni spoj | |  | | Tablica 6.3 Rezultati latencije – spoj preko sustava za posredno korištenje | |

Kombiniranjem rezultata iz Tablica 6.2 i Tablica 6.3 te uvrštavanjem u izraz 6.2 ukupna latencija sustava iznosi . Na primjeru ove opreme, uvedena latencija dodaje dodatnih 65% vremena, što rezultira ukupnom latencijom od 66,67. Ova brojka je daleko od idealnog uspoređujući s generalnim rezultatima mehaničke tipkovnice, međutim uzimajući u obzir da postoje tipkovnice koje u direktnoj vezi imaju latenciju od 60 ms. Također, autori znanstvenog istraživanja [5], navode da je frekvencija tipkanja ograničena i iznosi približno 7 HZ, što je približno 130 ms između dva pritiska, pa se može reći da ovaj sustav unosi prihvatljivu latenciju.

Zaključak

Pri donošenju zaključka o ovome sustavu treba naglasiti kako je isti stvoren u domeni diplomskog rada jednog studenta te je produkt svega samo prototip s temeljnim elementima pa prema tome sustav u ovoj fazi nije na razini spremnoj za komercijalnu upotrebu.

Tijekom izrade ovog rada vođeno je računa o arhitekturi softwarea na obje komponente, te su time postavljeni temelji za lakše unapređenje i ubacivanje novih pogodnosti kao što su novi načini komunikacije ili novi tipovi uređaji

Literatura

1. VNC User Guide  
   dostupno na <https://www.realvnc.com/en/connect/_downloads/VNC_User_Guide.pdf>   
   zadnja posjeta na 28.11.2020.
2. SSH dokumentacija  
   dostupno na <https://www.ssh.com/ssh/protocol/>  
   zadnja posjeta na 28.11.2020.
3. Microsoft WPF dokumentacija   
   dostupno na https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/desktop/wpf/overview/?view=netdesktop-5.0  
   zadnja posjeta na 20.06.2020.
4. Mateljan, Vladimir ; Đambić, Goran ; Drenovac, Sergej; „New Languages and Technologies for Delivering Learning and Multimedia Contents – XAML and WPF“ 29.7.2008.
5. Duprez. J.; Stokkermans. M; Drijvers, L; Cohen. M; „Synchronization between keyboard typing and neural oscillations“ 25.8.2020.  
   dostupno na https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.08.25.264382v1
6. Uinput
7. RAW input
8. RPI
9. Linux
10. C99 standard
11. C# 7.0 dokumentacija
12. L298N data sheet
13. Visual studio dokumentacija
14. Getopt dokumentacija

Popis i opis upotrjebljenih kratica

|  |  |
| --- | --- |
| VNC | Virtual Network Computing |
| SSH | Secure Shell |
| RPI | Raspberry Pi |
| TCP/IP | Transimsion Control Protocol/Internet Protocol |
| WPF | Windows Presnetation Foundation |
| MS | Microsoft |
| VS | Visaul Studio |
| CLI | Comand Line Interface |
| GUI | Graphical User Interface |
| XAML | Extensible Application Markup Language |
| IDE | Integrated Development Environment |
| MVC | Model View Controller |
| MVVM | Model View ViewModel |
| MVP | Model View Presenter |
| FPS | Framse per second |
| GPIO | General purpose input output |
| CPU | Central Procesor Unit |

Sažetak

U današnje vrijeme okruženi smo s ers

Ključne riječi

Udaljeno upravljanje;RPI; Ulazni uređaji; Uinput biblioteka

Abstract

Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst. Ovdje dolazi neki tekst

Key words

Remote controll; RPI; Input devices; Uninput library

Životopis

Luka Kruljac rođen je 25.3.1997. u Đakovu. Odrastao u Gašincima gdje je i pohađao Osnovnu školu J.A.Ćolnića od 1. do 4. razreda. Osnovnu školu od 5. do 8. razreda pohađa u istoimenoj školi u Satnici Đakovačkoj. Godine 2010. upisuje prirodoslovno-matematičku gimnaziju A.G.Matoš u Đakovu, istu završava 2015. godine kada upisuje program vojnog kadeta, smjer Vojno inženjerstvo. Program kadeta napušta iz osobnih razloga te u listopadu 2015. godine upisuje sveučilišni preddiplomski studij elektrotehnike na Elektrotehničkom fakultet Osijek. Za vrijeme preddiplomskog studija 2016. i 2017. odrađuje prakse u tvrtki Siemens Convergence Creators, a 2018. u tvrtki Inchoo. Nakon završenog preddiplomskog studija komunikacija i informacijskih tehnologija upisuje diplomski studij Automobilskog računarstva i komunikacija na istom fakultetu. Tijekom studija bio je član, a zatim i predsjednik Studentskog Zbora, te član studentskog ogranka IEEE Osijek, gdje također u jednom periodu obnaša neke od dužnosti uprave ogranka. Sudionik je studentskog Work&Travel programa u SAD-u tijekom ljeta 2019., a po za povratku se programa u jesen iste godine počinje raditi kao stipendist u tvrtki RT-RK koju napušta nakon gotovo godinu dana, zatim, od jeseni 2020. godine sudjeluje na Erasmus Internship programu u tvrtki Infineon Technologies u Austriji gdje i danas radi kao software & component validation engineer.

U Osijeku, 26.6.2021.



\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prilozi

1. Klasni dijagram čitavog rješenja

Elektronička verzija rada

1. Na linku <https://github.com/lkruljac/diplomskiV2> može se pronaći izvorni kod čitavog projekta
2. Na linku <https://github.com/lkruljac/diplomskiV2/tree/master/Diplomski> može se pronaći elektronička verzija ovog dokumenta
3. Na linku https://drive.google.com/drive/folders/19gSh3u\_O7lwJ6STntR2eCAQP0J6EXJQw može se pronaći demo prikazi sustava