



**FAKULTA
INFORMAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ČVUT V PRAZE**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Název:	Inteligentní zrcadlo s Raspberry Pi pro ovládání chytré domácnosti
Student:	Frederik Štefaniak
Vedoucí:	Ing. Pavel Kubalík, Ph.D.
Studijní program:	Informatika
Studijní obor:	Počítačové inženýrství
Katedra:	Katedra číslicového návrhu
Platnost zadání:	Do konce zimního semestru 2019/20

Pokyny pro vypracování

Prozkoumejte existující řešení inteligentních zrcadel.
Zvolte vhodný typ dotykové obrazovky a zrcadlové vrstvy.
Pro platformu Raspberry Pi vyberte vhodný OS.
Napište konfigurační soubor pro připojení displeje přes HDMI port a dotykové vrstvy připojené přes USB port.
Naprogramujte knihovnu pro ovládání periférií (světla, bluetooth reproduktor, zásuvky).
Naprogramujte knihovnu pro získávání různých dat z internetu (počasí, čas, doprava, atp.)
Navrhněte a naprogramujte aplikaci umožňující ovládat dostupné periférie a zobrazovat výstupy z nich.
Výsledné řešení otestujete.

Seznam odborné literatury

Dodá vedoucí práce.

doc. Ing. Hana Kubátová, CSc.
vedoucí katedry

doc. RNDr. Ing. Marcel Jiřina, Ph.D.
děkan

V Praze dne 23. února 2018

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
KATEDRA ČÍSLICOVÉHO NÁVRHU



Bakalárska práca

Inteligentné zrkadlo pre ovládanie domácnosti

Frederik Štefaniak

Vedúci práce: Ing. Pavel Kubalík, Ph.D.

15. mája 2018

Pod'akovanie

Chcel by som poďakovať Ing. Pavlovi Kubalíkovi, Ph.D. za vedenie mojej bakalárskej práce a všetky poskytnuté rady. Ďakujem tiež celej svojej rodine a priateľom za podporu, ktorú mi poskytli pri písaní tejto práce.

Prehlásenie

Prehlasujem, že som predloženú prácu vypracoval(a) samostatne a že som uviedol(uviedla) všetky informačné zdroje v súlade s Metodickým pokynom o etickej príprave vysokoškolských záverečných prác.

Beriem na vedomie, že sa na moju prácu vzťahujú práva a povinnosti vyplývajúce zo zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona, v znení neskorších predpisov, a skutočnosť, že České vysoké učení technické v Praze má právo na uzavrenie licenčnej zmluvy o použití tejto práce ako školského diela podľa § 60 odst. 1 autorského zákona.

V Prahe 15. mája 2018

.....

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta informačních technologií

© 2018 Frederik Štefaniak. Všetky práva vyhradené.

Táto práca vznikla ako školské dielo na FIT ČVUT v Prahe. Práca je chránená medzinárodnými predpismi a zmluvami o autorskom práve a právach súvisiacich s autorským právom. Na jej využitie, s výnimkou bezplatných zákonných licencií, je nutný súhlas autora.

Odkaz na túto prácu

Štefaniak, Frederik. *Inteligentné zrkadlo pre ovládanie domácnosti*. Bakalárska práca. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta informačních technologií, 2018.

Abstrakt

Hlavným cieľom tejto bakalárskej práce je analýza a návrh inteligentného zrkadla pomocou počítača Raspberry Pi. Práca sa zaoberá analýzou riešení a návrhom webovej aplikácie. V analytickej časti sa venujem rozboru dotykových displejov a rozboru zrkadlových plôch. Webová aplikácia slúži na zobrazovanie dát z internetu a ovládanie zariadení v domácnosti.

Kľúčová slova Raspberry Pi, inteligentné zrkadlo, dotykový displej, LCD displej, periferie, zrkadlo, GPIO

Abstract

The main goal of this bachelor thesis is analysis and design of a smart mirror using the Raspberry Pi platform. The thesis covers analysis of possible solutions and design of a web application. In the analysis I researched various touchscreens and reflective surfaces. The web application provides a simple way for the smart mirror to display data from the internet and provides controls for home appliances to the user.

Keywords Raspberry Pi, smart mirror, touchscreens, LCD screen, peripherals, mirror, GPIO

Obsah

Úvod	1
1 Špecifikácia zadania	3
1.1 Ciel práce	3
2 Rešerš	5
2.1 Rešerš dotykových displejov	5
2.2 Rešerš inteligentných domácich systémov	10
2.3 Rešerš inteligentných zrkadiel	12
3 Analýza a návrh	15
3.1 Raspberry Pi	15
3.2 Voľba operačného systému	15
3.3 Displej	16
3.4 Súčasti	17
4 Realizácia	21
4.1 Inštalácia operačného systému Raspbian	21
4.2 Pripojenie displeja	21
4.3 Komponenta pre ovládanie elektrických spotrebičov	22
4.4 Komponenta pre zobrazovanie počasia	25
4.5 Komponenta pre ovládanie hudby	26
5 Testovanie	27
5.1 Displej a zrkadlová vrstva	27
Záver	29
Literatúra	31
A Zoznam použitých skratiek	33

Zoznam obrázkov

2.1	Rezistívny displej	6
2.2	Povrchovo kapacitný displej	7
2.3	Premietane kapacitný	8
2.4	Dotykový displej s povrchovou akustickou vlnou	10
2.5	Dotykový displej pracujúci s infračerveným žiarením	11
2.6	MagicMirror	13
3.1	GPIO piny	17
4.1	Zapojenie relé modulu	23
4.2	predpoveď počasia na nasledujúce tri dni	25

Úvod

Cieľom tejto bakalárskej práce je vytvoriť inteligentné zrkadlo. Toto zrkadlo bude fungovať s počítačom Raspberry Pi. Pomocou inteligentného zrkadla bude možné zobrazovať dáta z internetu napríklad čas, počasie, dopravu a zároveň bude možné ovládať periférie ako svetlá alebo reproduktory. K počítaču bol zakúpený 9 palcový LCD displej a dotykový displej. LCD dotykový displej bude slúžiť ako zrkadlo k prezentácii dát. Pre displej bude teda potrebné navrhnuť a vytvoriť aplikáciu, ktorá bude slúžiť k jeho obsluhu. V rámci toho bude potrebné navrhnuť ako bude aplikácia s Raspberry Pi komunikovať. Práca je rozdelená do niekoľkých kapitol. Na začiatku sa venujem detailnému popisu požiadavkov na cieľové zariadenie. Druhá kapitola je venovaná rešerši dotykových displejov a taktiež aj rešerši inteligentných zrkadiel. V tretej kapitole sa zaoberám analýzou a návrhom riešení celého zariadenia. Štvrtá kapitola popisuje realizáciu projektu. Posledná kapitola sa venuje testovaniu aplikácie a inteligentného zrkadla.

Špecifikácia zadania

Účelom tejto práce je vytvoriť pomocou počítača Raspberry Pi inteligentné zrkadlo pomocou ktorého bude možné ovládať domácnosť. K zariadeniu bude pripojený dotykový displej, na povrchu displeja bude tenká zrkadlová vrstva. Zámerom bude umožniť užívateľom ovládať rôzne periférie ako napríklad svetlá, reproduktor ale taktiež aj zobrazovať informácie o aktuálnom počasí a doprave. Všetky vstupy a výstupy bude možné ovládať a zobrazovať pomocou dotykového displeja a tak užívateľovi umožní ovládať domácnosť pomocou zrkadla.

1.1 Cieľ práce

Zadanie sa skladá z niekoľkých častí, ktorým sa v tejto práci budem venovať

- Analýza existujúcich riešení dotykových zrkadiel a výber adekvátneho displeja
- Výber vhodného operačného systému
- Návrh konfiguračného súboru pre pripojenie displeja a dotykovej obrazovky
- Návrh komponent pre ovládanie periférii a získavanie dát z internetu
- Testovanie funkčnosti výsledného produktu

Rešerš

Raspberry Pi je počítač veľkosti kreditnej karty. Pripojením k monitoru, klávesnici a myši sa z neho stáva plnohodnotný počítač ako každý iný. Je využívaný hlavne ako učebná pomôcka pomocou ktorej sa ľudia učia programovať. Dá sa však využívať aj na prehrávanie multimédií, prístup k internetu, hranie hier apod. Tradične je tento počítač využívaný na menšie nekomerčné projekty. Avšak existuje aj niekoľko komerčných zariadení založených na počítači Raspberry Pi napríklad digitálna kamera OTTO. V tejto kapitole by som sa rád venoval základným typom dotykových displejov. Ďalej by som sa rád venoval rozboru podobných riešení inteligentných zrkadiel na platforme Raspberry Pi.[1][2]

2.1 Rešerš dotykových displejov

Dotykové displeje sa dnes využívajú v zariadeniach ktoré používame každý deň napríklad mobilný telefón, bankomat, inteligentné hodinky. Všetky tieto zariadenia využívajú dotykový displej aby zjednodušili užívateľovu prácu bez potreby využívania myši alebo klávesnice. V nasledujúcich kapitolách by som sa rád venoval niektorým základným druhom dotykových displejov, ich výhodám a nevýhodám.

2.1.1 Rezistívny displej

Rezistívny dotykový displej dokáže zaregistrovať tlak ktorý je naň vyvynutý. Tento displej je zložený z dvoch ohybných vrstiev medzi ktorými sa nachádza vzduchová medzera. Jedna z vrstiev je vodivá a druhá rezistívna. Keď nejaký objekt vyvynie tlak na vrchnú vrstvu, tá sa dotkne spodnej, vznikne zmena v elektrickom poli a táto zmena je registrovaná ako dotyk displeja.

Výhody:

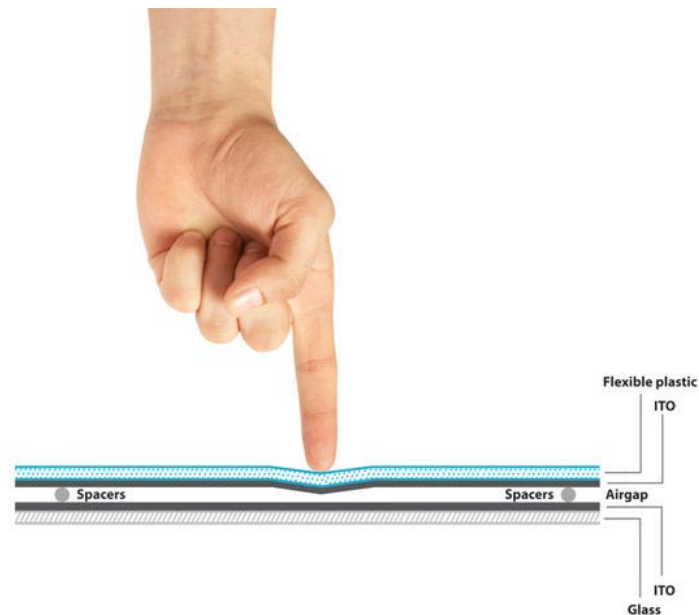
- reaguje na dotyk akéhokoľvek objektu (žiadne špeciálne požiadavky)

2. REŠERŠ

- vyššie rozlíšenie snímača
- keďže je potrebné vyvinúť tlak na dotyk tak nereaguje na nechcené dotyky
- rezistívny displej je lacnejší
- nízka spotreba energie

Nevýhody:

- nízka ostrosť obrázka v porovnaní s inými technológiami
- nižšia odolnosť voči škrabancom a ostrým predmetom
- znižuje množstvo svetla produkovaného LCD displejom



Obr. 2.1: Rezistívny displej

2.1

2.1.2 Povrchovo kapacitný displej

Povrchovo kapacitný dotykový displej využíva vodivosť na registrovanie dotyku. Všeobecne sú kapacitné dotykové displeje viac citlivé ako rezistívne dotykové displeje pretože nezávisia na tlaku. Na to aby bol zaregistrovaný dotyk na takomto displeji je potrebné dotknúť sa ho prstom alebo dotykovým perom. Malé množstvo elektrického náboja je pritom prenášané do objektu ktorý sa

dotkol displeja.

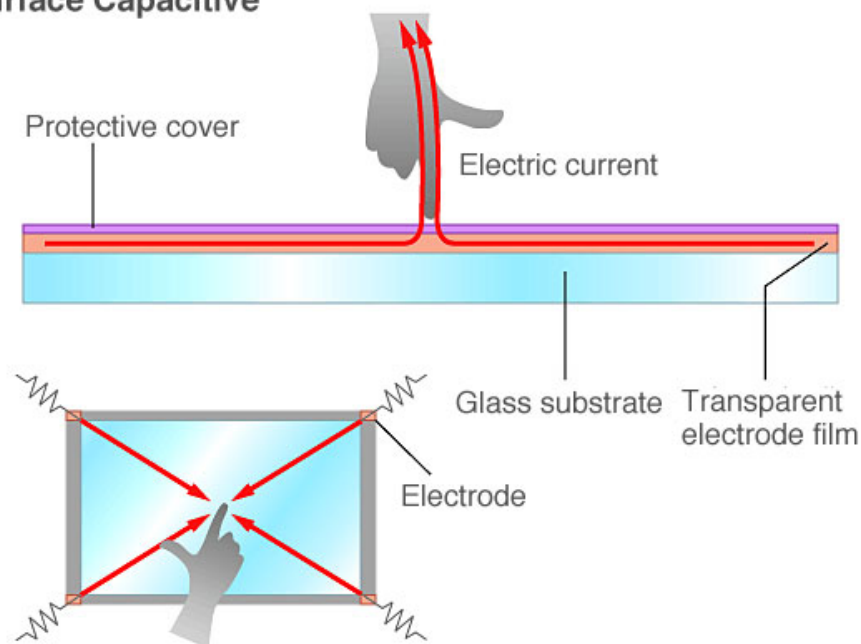
Výhody:

- odolnosť voči prostrediu a teplote
- spoľahlivosť (odolnosť voči škrabancom a nárazom)
- odolnosť voči oleju, prachu, vode

Nevýhody:

- vyžaduje prst alebo dotykové pero na aktiváciu
- citlivosť na EMI a RFI

Surface Capacitive



Obr. 2.2: Povrchovo kapacitný displej

2.2

2.1.3 Premietane kapacitný

Premietane kapacitný displej je podobný povrchovo kapacitnému displeju. Hlavný rozdiel oproti povrchovo kapacitnému displeju je v tom, že tento displej

2. REŠERŠ

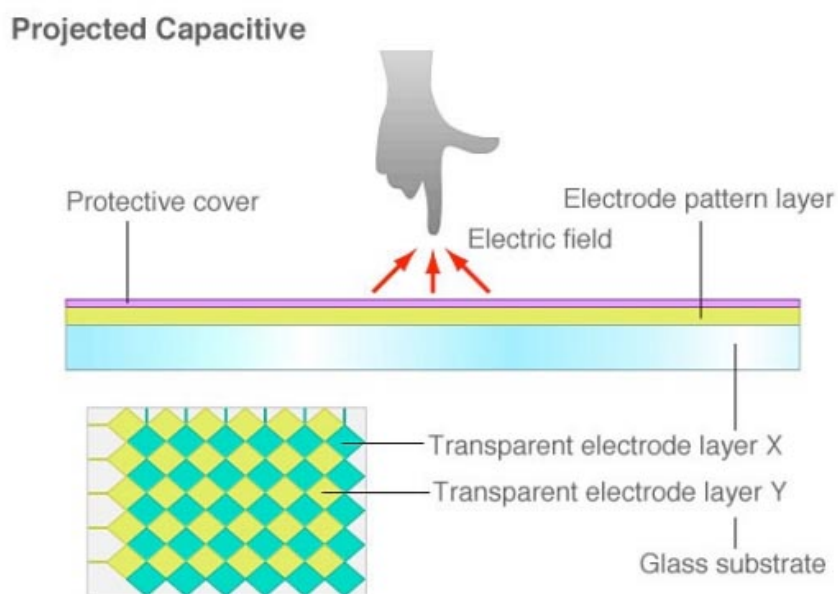
dokáže reagovať aj na dotyk cez chirurgické alebo bavlnené rukavice. A tak tiež podporuje funkciu multidotyku. Po tom čo sa prst dotkne displeja dôjde k zmene pomerov elektrických prúdov a počítač je schopný zaregistrovať bod dotyku.

Výhody:

- vynikajúca čistota obrazu
- odolnosť voči škrabancom je vyššia ako pri povrchovo kapacitnom displeji
- odolnosť voči oleju, prachu, vode
- funkcia multidotyku
- dokáže zaznamenať dotyk prstu aj pri použití chirurgický alebo bavlnený rukavíc

Nevýhody:

- vyžaduje prst alebo dotykové pero na aktiváciu
- citlivosť na EMI a RFI



Obr. 2.3: Premietane kapacitný

2.1.4 Dotykový displej s povrchovou akustickou vlnou

Technológia povrchovo akustickej vlny (SAW) využíva sériu piezoelektrických snímačov a prijímačov. Na povrchu displeja sa vytvorí neviditeľná mriežka ultrazvukových vln. Dotykom sa časť vlny absorbuje a tak prijímač snímača rozozná bod dotyku.

Výhody:

- vynikajúca čistota obrazu
- lepšia odolnosť voči škrabancom ako kapacitné a rezistívne displeje
- dlhá životnosť

Nevýhody:

- nedokáže zaznamenať dotyk tvrdými predmetmi (mechanické pero, necht, kreditná karta)
- kvapky vody môžu byť zaznamenané ako dotyk
- v prípade ak je displej znečistený nemusí v mieste znečistenia reagovať na dotyk

2.4

2.1.5 Dotykový displej pracujúci s infračerveným žiarením

Táto technológia neprekryva LCD s ďalšou obrazovkou. Využívajú sa infračervené žiariče a prijímače na vytvorenie neviditeľnej mriežky svetelných lúčov na displeji. Keď objekt preruší neviditeľný lúč infračerveného svetla, senzor dokáže lokalizovať bod dotyku.

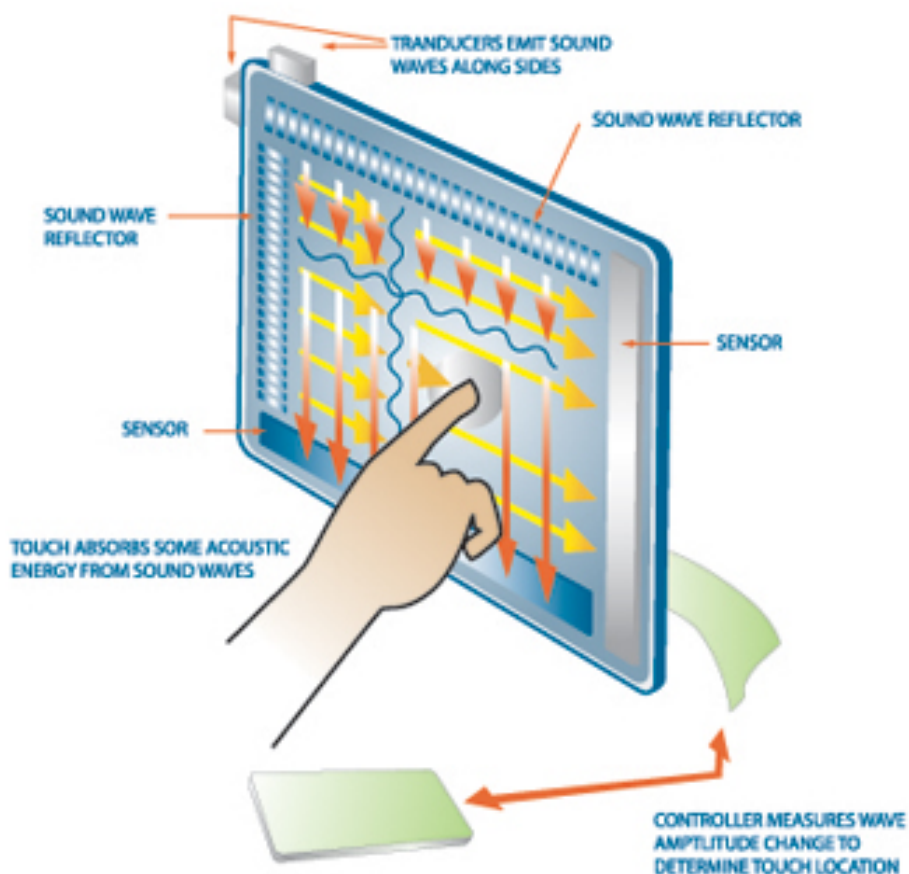
Výhody:

- vynikajúca čistota obrazu
- neznižuje množstvo svetla ktoré je produkované LCD displejom
- neobmedzená dotyková životnosť

Nevýhody:

- znečistenie displeja môže brániť vzniku infračervených lúčov
- zvýšená citlivosť na vodu, prach, sneh
- vyššia cena

2.5



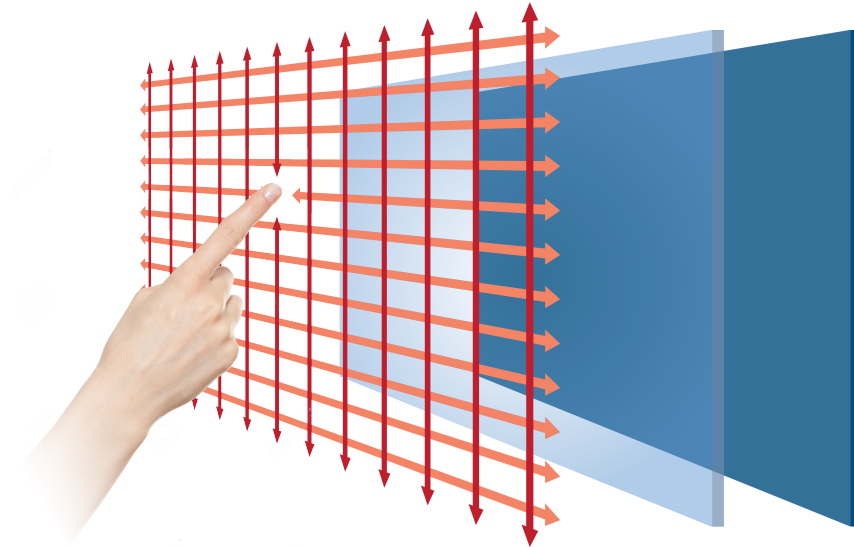
Obr. 2.4: Dotykový displej s povrchovou akustickou vlnou

2.2 Rešerš inteligentných domácich systémov

Inteligentný domáci systém je systém pomocou ktorého dokážeme ovládať inteligentné spotrebiče a zobrazovať rôzne informácie ako napríklad čas, aktuálne počasie apod. Amazon, Google a Apple sú všetko spoločnosti ktoré sa zaoberajú automatizáciou domácnosti pomocou ich inteligentných asistentov. Výhodou je, že väčšina inteligentných súprav pre domácnosť je kompatibilná s viacerými asistentmi. V nasledujúcich sekciách opíšem základné vlastnosti.

2.2.1 Amazon Alexa

Alexa vznikla ako nadstavba Echo inteligentného reproduktora od Amazonu a odvtedy sa rozšírila na početné množstvo značiek reproduktorov, najlepšie však funguje Alexa s Echo reproduktorom. Užívanie Alexy je jednoduché,



Obr. 2.5: Dotykový displej pracujúci s infračerveným žiarením

stačí sa jej spýtať otázku a ona sa pokúsi získať informácie z internetu alebo komunikuje ďalej s inými inteligentnými zariadeniami. Pridávanie inteligentných súprav je oveľa jednoduchšie ako v "Apple HomeKit", stačí si len v Alexa aplikácii kliknúť na "pridať zariadenie" a pokiaľ je dané zariadenie na rovnakej Wi-Fi sieti tak bude zaradené do zoznamu. Podobne stačí poprosiť Alexu aby objavila nové zariadenia.[9]

2.2.2 Apple HomeKit

HomeKit je softvér ktorý spája viacero aplikácií do jednej a tak ponúka na jednom mieste možnosť ovládania celej inteligentnej domácnosti. Funguje na iPhone, iPade, Apple hodinkách, Apple TV a HomePode. Akákoľvek spoločnosť môže implementovať HomeKit do ich inteligentného príslušenstva. Pomocou HomeKitu je možné prepojiť viacero aplikácií a tie potom môžu fungovať súčasne. Napríklad ovládanie svetiel a žalúzií sa môže vykonávať súčasne a tak keď sa zafahujú žalúzie, rozsvetujú sa svetlá. To všetko funguje pomocou jedného rozhrania. HomeKit taktiež umožňuje ovládanie inteligentného príslušenstva pomocou služby Siri. [10]

2.2.3 Google Asistent

Podobne ako Alexa, Google Asistent je nadstavbou Google Home reproduktoru. Je však možné využiť aj iné komerčné reproduktory ako je JBL, Sony, LG apod pre spoluprácu s Google Asistentom.. Pomocou Google Asistenta

je možné zistiť predpoveď počasia, kontrolovať iné inteligentné príslušenstvo a dokonca aj telefonovať. Vlastnosti Google Asistenta sú rozdelené na dve skupiny: umelá inteligencia a ovládanie inteligentnej domácnosti.[9]

2.3 Rešerš inteligentných zrkadiel

Inteligentné zrkadlo je zväčša LCD displej pokrytý tenkým polopriepustným zrkadlom. Polopriepustné zrkadlo, taktiež nazývané jednosmerné zrkadlo, odráža asi polovicu svetla a druhu polovicu prepúšťa. Najčastejšie sa takéto zrkadlo používa medzi tmavou a osvetlenou miestnosťou. V osvetlenej miestnosti toto zrkadlo vyzerá ako naozajstné zrkadlo. Na druhú stranu z tmavej, neosvetlenej miestnosti je možné sledovať čo sa na druhej strane zrkadla deje. Takéto zrkadlo má využitie napríklad vo vypočítavacích miestnostiach. Ak sa v tmavej miestnosti vyskytne zdroj svetla, zrkadlo čiastočne stráca svoje zrkadlové vlastnosti a vo svetlej miestnosti je možné vidieť čo sa za zrkadlom deje. Táto vlastnosť je využívaná v inteligentných zrkadlách a na zrkadle tak môžeme vidieť čo sa deje pod ním na LCD displeji.

V súčasnej dobe existuje viacero druhov inteligentných zrkadiel či už na platforme Raspberry Pi alebo na iných platformách. Existujú aj komerčné riešenia inteligentných zrkadiel ceny týchto zariadení sú však značne vysoké. Napríklad spoločnosť Séura ponúka kúpeľňové inteligentné zrkadlá ktoré majú veľkosť displeja 27 palcov, zrkadlová vrstva je od spoločnosti Vanishing Vanity a operačný systém na ktorom zariadenie pracuje je Android. Toto zrkadlo však v základnej verzii stojí \$9499 cena zrkadla sa môže vyšplhať ešte vyššie v závislosti na požiadavkách zákazníka.[12]

Spôsob ako si jednoducho a lacno obstaráť inteligentné zrkadlo je použiť projekt MagicMirror. MagicMirror je open source softvér ktorý pomocou zariadenia Raspberry Pi 2/3 a monitoru so zrkadlom slúži ako inteligentné zrkadlo. Táto varianta je však oveľa lacnejšia ako komerčné riešenia. Projekt MagicMirror nemá dotykové ovládanie a tak nejde dynamicky meniť zobrazené informácie ani ovládať periferie. Tento projekt je dostupný na githube na adrese <https://github.com/MichMich/MagicMirror>. [14] Inštalácia zariadenia je jednoduchá a môže prebiehať buď automaticky alebo manuálne.

2.6



Obr. 2.6: MagicMirror

Analýza a návrh

V tejto kapitole sa zameriam na analýzu a návrh riešení. Na začiatku popíšem použitý počítač Raspberry Pi a operačný systém ktorý som zvolil. Ďalej sa budem venovať analýze systému a periférií.

3.1 Raspberry Pi

Počítač Raspberry Pi bol vyvinutý britskou spoločnosťou Raspberry Pi Foundation v roku 2012. Od tohto roku prešiel radou úprav a vylepšení. V súčasnej dobe je na trhu dostupná široká škála Raspberry Pi zariadení od jednoduchého Raspberry Pi Zero až po rozsiahly Raspberry Pi 3 Model B+. Ja som si pre svoju bakalársku prácu vybral Raspberry Pi 3 Model B ktorý je vybavený 1.2 GHz procesorom ARM Cortex-A53 a 1GB operačnej pamäte. Nechýba taktiež Wi-Fi, 40 GPIO pinov, 4 USB porty, HDMI konektor a slot pre SD kartu. Zariadenie je dodávané bez operačného systému a tak je nutné ho doinštalovať. Existuje veľa rôznych systémov priamo pre Raspberry Pi. Niektoré z nich sú dostupne priamo na oficiálnej stránke Raspberry Pi (<https://www.raspberrypi.org/>).

3.2 Voľba operačného systému

Pri voľbe operačného systému som sa rozhodol pre Raspbian, neoficiálny port Debianu, určený práve pre Raspberry Pi. Existuje celá rada operačných systémov určených pre ARM architektúru zväčša sa jedná o porty bežných Linuxových systémov.

3.2.1 Raspbian

Raspbian je základný softvér pre zariadenia Raspberry Pi, je oficiálne podporovaný nadáciou Raspberry Pi. Raspbian je dodávaný s množstvom softvéru

vhodného pre používateľov a vývojárov. Existujú tri najpopulárnejšie verzie Raspbianu, ktoré sú medzi užívateľmi rozšírené a to sú :

- Wheezy založený na Debiane 7
- Jessie založený na Debiane 8
- Stretch založený na Debiane 9

Najnovší z nich je Stretch ktorý obsahuje veľa užitočných, predinštalovaných programov a nástrojov. Ako sú prehliadač Chromium, Sonic Pi, RealVNC, NodeRED, Java IDE, Geany, Python, Scratch, Wolfram a mnoho ďalších. Ja som sa rozhodol práve pre Raspbian Stretch pretože je najaktuálnejší.

3.2.1.1 Raspbian Stretch

Na oficiálnej stránke Raspberry Pi je dostupná najnovšia verzia Raspbianu Stretch a to vo dvoch verziách: Raspbian a Raspbian Lite. Rozdiel medzi týmito verziami je v tom, že Raspbian Lite nemá GUI a X-server. V porovnaní s predchádzajúcimi verziami, Stretch vyniká skôr vnútorným technickým vývojom než zmenami ktoré by sme pocítili v každodennom používaní. Raspbian Stretch ponúka:

- aktualizované aplikácie (napríklad Sonic Pi alebo Chromium)
- automatické prihlásenie pomocou "pi" účtu bolo nahradené prihlasovaním užívateľským účtom
- pri programovaní v Scratch 2 je možné využívať Sense HAT
- v tejto verzii bola riešená zraniteľnosť bezdrôtovej čipovej karty BCM43xx[16]

3.3 Displej

Pre moju bakalársku prácu som sa rozhodol použiť rezistívny dotykový displej a to predovšetkým kvôli cene. Výhodou tohto displeja je aj to, že reaguje na akýkoľvek objekt ktorý naň zatlačí a tak to nemusí byť len dotyk prstom alebo dotykovým prstom. Jeho nevýhodou je, že znižuje množstvo svetla produkovaného LCD displejom. Môj displej sa skladá z dvoch častí: 9 palcového LCD displeja značky Skylarpu a 9 palcovej rezistívnej dotykovej obrazovky značky Skylarpu. LCD displej je pripojený k riadiacemu panelu ktorý umožňuje vstupy pomocou WGA a HDMI portov. Dotyková obrazovka je pripojená k ovládaču ktorý umožňuje ovládanie tejto obrazovky pomocou USB. Displej ktorý som si zvolil podporuje maximálne rozlíšenie 800x480 pixelov čo je dostatočné rozlíšenie pre moju aplikáciu.

3.4 Súčasti

Funkcionalita celého zariadenia je rozdelená do troch základných komponent

- komponenta pre ovládanie elektrických spotrebičov
 - umožňuje ovládanie svetiel
- komponenta pre zobrazovanie počasia
 - umožňuje zobrazovať predpoveď počasia
- komponenta pre ovládanie hudby
 - umožňuje ovládanie hudby pomocou rozhrania Bluetooth

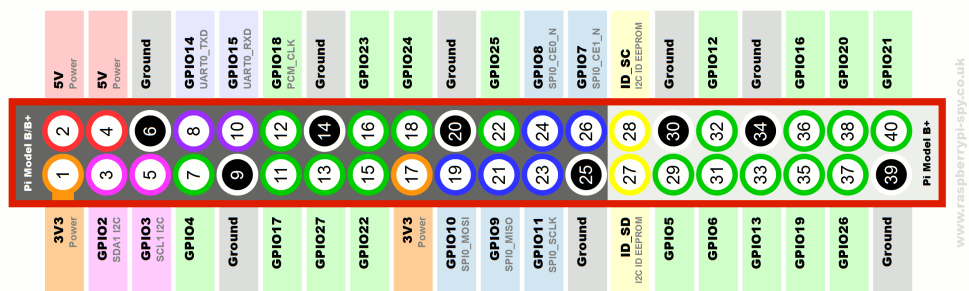
Nasledujúce sekcie obsahujú detailnejší popis jednotlivých komponent.

3.4.1 Komponenta pre ovládanie elektrických spotrebičov

Komponenta pre ovládanie elektrických spotrebičov slúži na ovládanie svetiel, zástrčiek a iných jednoduchých elektrických obvodov.

3.4.1.1 Zapojenie

Pri návrhu využijeme 8-kanálový 5V relé modul. Tento relé spínač slúži na zapínanie a vypínanie spotrebičov. Relé modul bude pripojený k Raspberry Pi pomocou GPIO pinov podľa obrázka.



Obr. 3.1: GPIO piny

3.1

Na pripojenie relé modulu ku GPIO pinom využijeme Jumper F/F prepájacie káble. K opačnej strane relé modulu môžeme pripojiť jednotlivé elektrické spotrebiče.

3.4.1.2 Voľba technológií

Najjednoduchší spôsob ovládania GPIO pinov je pomocou Pythonu. V Pythone existuje GPIO knižnica RPi.GPIO ktorá slúži na ovládanie GPIO pinov. GPIO piny môžeme ovládať aj pomocou Node.js, čo sa hodí pri návrhu webovej aplikácie.

Python Python je vysokoúrovňový skriptovací jazyk ktorý navrhol Guido van Rossum v roku 1991. Jazyk Python sa často používa na prepojenie existujúcich komponent. Má jednoduchú a ľahko naučiteľnú syntax. Python kladie dôraz na čitateľnosť a tým znižuje náklady na údržbu. Python podporuje modularitu kódu a opätovné použitie kódu. Prekladač Pythonu a rozsiahla štandardná knižnica sú k dispozícii v zdrojovej alebo binárnej forme bezplatne pre všetky hlavné platformy a môžu byť voľne distribuované. V Pythone neexistuje žiaden krok kompilácie a tak je cyklus úprav, testovania a ladenia veľmi rýchly. Debugovanie programov v Pythone je jednoduché. RPi.GPIO knižnica poskytuje Pythonu triedy na ovládanie GPIO pinov v Raspberry Pi.

[18]

Node.js Node.js (ďalej len Node) je vývojová platforma pre spúšťanie kódu JavaScript na strane servera. Node je užitočný pri vývoji aplikácií, ktoré sú trvale pripojené z prehliadača na server a často sa používajú v reálnom čase napríklad upozornenia na stlačenie tlačidla na webe. Node je určený na spustenie na vyhradenom serveri HTTP pričom využíva jeden proces s jedným vláknom. Aplikácie Node sú založené na udalostiach a bežia asynchrónne. [19]

3.4.2 Komponenta pre zobrazovanie počasia

Táto komponenta slúži na zobrazovanie počasia. Budeme používať DarkSky API a JavaScript na zobrazovanie informácií o aktuálnom počasí, predpovedi počasia a prehánok na nasledujúce tri dni.

3.4.2.1 Dark Sky API

Dark Sky ponúka jedno z mnohých dostupných API pomocou ktorého môžeme získať aktuálne informácie o počasí. Dark Sky API nám dovoľuje zobrazovať informácie o počasí kdekoľvek na svete. Ponúka nám informácie o aktuálnom počasí minútu po minúte, predpoveď na sedem dní a mnoho ďalších vymožeností. Dôvod prečo som sa rozhodol pre toto API je že ponúka až 1000 požiadavkov denne zdarma.

[20]

3.4.3 Komponenta pre ovládanie hudby

Pre prehrávanie hudby budem využívať reproduktor ktorý bude k Raspberry Pi pripojený pomocou technológie Bluetooth.

3.4.3.1 Bluetooth

Technológia Bluetooth je technológia bezdrôtovej komunikácie na krátke vzdialenosti. Umožňuje prenášať dáta alebo hlas bezdrôtovo na malé vzdialenosti, napríklad komunikácia mobilných telefónov, počítačov a periférnych zariadení. Táto technológia bola vyvinutá v roku 1994, Bluetooth bol určený ako bezdrôtová náhrada káblov. Bluetooth využíva rovnakú frekvenciu (2.4 GHz) ako niektoré iné bezdrôtové technológie. Vytvára približne 10 metrovú bezdrôtovú radiusovú sieť nazývanú osobná počítačova sieť PAN. Bluetooth využíva menej energie a menej nákladov na implementáciu než Wi-Fi. Jeho nižšia spotreba tiež spôsobuje to, že je omnoho menej náchylná na pád alebo rušenie. Prenosová rýchlosť je zvyčajne nižšia než pri Wi-Fi. Vysokorýchlostná technológia Bluetooth v3.0 a HS-Bluetooth dokáže poskytovať až 24 Mbps dát, čo je rýchlejšie než štandard WiFi 802.11b.

[21]

Realizácia

V tejto kapitole sa venujem samotnej realizácii projektu. Zameriam sa na prípravu prostredia teda inštaláciu a konfiguráciu. Popíšem jednotlivé komponenty a výslednú aplikáciu. Spomeniem tiež problémy ktoré sa pri implementácii vyskytli.

4.1 Inštalácia operačného systému Raspbian

Na inštaláciu imageu budeme potrebovať iný počítač ktorý ma čítačku SD kariet. Ako prvé je potrebné si stiahnuť image z oficiálnej stránky Raspberry Pi. Rozbalený image zaberá viac ako 4GB, takže si musíme pripraviť SD kartu s dostatočným úložným priestorom. Etcher je grafický nástroj ktorý slúži na zapisovanie imageov na SD kartu. Etcher podporuje zapisovanie imageov priamo, bez potreby rozbaľovania .zip súboru. Otvoríme Etcher a vyberieme z pevného disku .zip súbor ktorý cheme zapísať na SD kartu. Vyberieme SD kartu na ktorú chceme zapisovať a klikneme na položku zapísať. Program začne zapisovať dáta na SD kartu.

[22]

4.2 Pripojenie displeja

Pre pripojenie 9"palcového LCD displeja značky Skylarpu a 9"palcovej rezistívnej dotykovej obrazovky značky Skylarpu je potrebné upraviť súbor `/boot/config.txt`. Tento displej podporuje maximálne rozlíšenie 800x480 pixelov.

Pomocou príkazu `disable_overscan` je možné zrušiť čierne ohraničenie displeja. V prípade, že na displeji nie je žiaden obraz, je potrebné použiť príkaz `hdmi_safe`, ak displej vôbec nebol rozpoznaný, používame príkaz `hdmi_force_hotplug`. Ďalšie užitočné príkazy `hdmi_group` a `hdmi_mode` slúžia na definovanie HDMI formátu.

4. REALIZÁCIA

V prípade, že displej nepodporuje žiaden z preddefinovaných formátov, dá sa použiť príkaz `hdmi_cvt` s parametrami `width`, `height`, `framerate`, `aspect`, `margins`, `interlace`, `rb`.

Moje nastavenie je

```
hdmi_cvt=800 480 60 6
hdmi_group=2
hdmi_mode=87
dtparam=audio=on
```

Šírka displeja = 800 pixelov, výška displeja = 480 pixelov, frame rate = 60 snímkov za sekundu, aspect = 6, pomer strán je 15:9. Na to, aby som docielil špeciálne rozlíšenie 800x480 pixelov, musím dokonca povoliť audio pomocou príkazu `dtparam=audio=on`.

Pre pripojenie dotykovej obrazovky je potrebné najprv pomocou terminálu spustiť príkaz `sudo apt-get -y install xinput-calibrator` Tento príkaz slúži ku inštalácii kalibračného nástroja. Následne je potrebné do `/boot/config.txt` súboru pridať

```
dtparam=spi=on
dtparam=i2c_arm=on
dtoverlay=ads7846 , cs=1,penirq=25,penirq_pull=2
speed=50000,keep_vref_on=0,swapxy=0,pmax=255
xohms=150,xmin=200,xmax=3900,ymin=200,ymax=3900
dtoverlay=w1-gpio-pullup , gpiopin=4,extpullup=1
```

Tieto príkazy slúžia na nastavenie GPIO pinov tak, aby boli dotyky interpretované ako kliknutia myšou.

[23]

4.3 Komponenta pre ovládanie elektrických spotrebičov

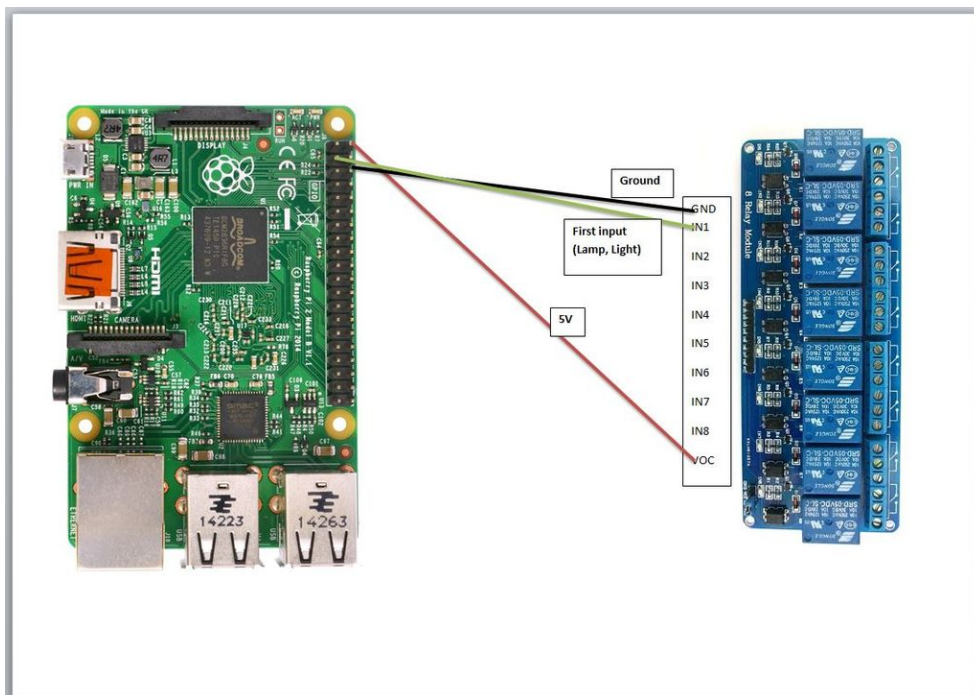
Pre ovládanie elektrických spotrebičov ako sú svetlá, zásuvky a pod. existuje viacero možností. Ja som sa zamerlal na riešenie pomocou Pythonu a riešenie pomocou Node.js. Oba spôsoby nakoniec fungovali správne. Bolo pre mňa prínosné robiť oba spôsoby, pretože som sa naučil pracovať s novými technológiami a taktiež som mohol porovnávať a testovať výsledky.

4.3.1 Ovládanie pomocou Pythonu

K ovládaniu v Pythone sa využíva GPIO knižnica ktorú môžeme importovať pomocou príkazu `import RPi.GPIO`. Príkazom `RPi.GPIO.setmode(RPi.GPIO.BCM)` ovládame GPIO piny a tento príkaz znamená, že sa odkazujeme na piny pomocou "Broadcom SOC"kanálu.

4.1

4.3. Komponenta pre ovládanie elektrických spotrebičov



Obr. 4.1: Zapojenie relé modulu

Pre špecifikáciu toho, ktorý GPIO pin sa bude ovládať, využijeme príkaz `RPi.GPIO.setup(pin_number, RPi.GPIO.OUT)`, ktorý tento pin nastaví ako výstup. Posledný príkaz potrebný na zapínanie a vypínanie obvodu je `RPi.GPIO.output(pin_number, True/False)`. Po spustení tohoto príkazu počujeme kliknutie z relé modulu signalizujúce zmenu stavu spínača.

Teraz, keď už vieme ovládať piny, môžeme si vytvoriť jednoduchý pythonský skript na zapínanie svetiel.

```
import RPi.GPIO

RPi.GPIO.setmode(RPi.GPIO.BCM)

RPi.GPIO.setup(2, RPi.GPIO.OUT)

RPi.GPIO.output(2, False)
```

V tomto prípade je pre relé modul ako vstup využívaný GPIO pin 2. Podobne vieme vytvoriť skript pre vypínanie svetiel, ktorý sa bude líšiť akurát v poslednom príkaze, ktorý bude `RPi.GPIO.output(2, True)`

4.3.2 Ovládanie pomocou Node.js

Ovládanie pomocou Node.js sa využíva zväčša pri návrhu webovej aplikácie. Pri realizácii som využíval Webservice s WebSocketom. WebSocket umožňuje obojsmernú komunikáciu v reálnom čase cez web. WebSocket môže byť spustený spoločne s bežným HTTP serverom. Umožňuje nám kliknúť na tlačidlo vo webovom prehliadači a ovládať GPIO piny. Obojsmerná komunikácia prebieha v reálnom čase.

Modul ktorý potrebujeme pre komunikáciu medzi Node.js a Raspberry Pi GPIO pinmi sa nazýva "onoff". Tento modul budeme musieť nainštalovať pomocou príkazu: `npm install onoff` Ďalej bude potrebné nainštalovať najnovšiu verziu socket.io, ktorý vykonáva obojsmernú komunikáciu medzi serverom a klientom: `npm install socket.io --save`

Po nastavení Webservice je potrebné pridať "onoff" model, ktorý integruje s GPIO pinmi.

```
var Gpio = require('onoff').Gpio;
//pridanie modulu onoff
var Bulb1 = new Gpio(2, 'out');
//nastavenie GPIO pinu 2 ako v stupu
```

Následne bude potrebné nastaviť komunikáciu pomocou WebSocketu. Na servery je potrebné nastaviť:

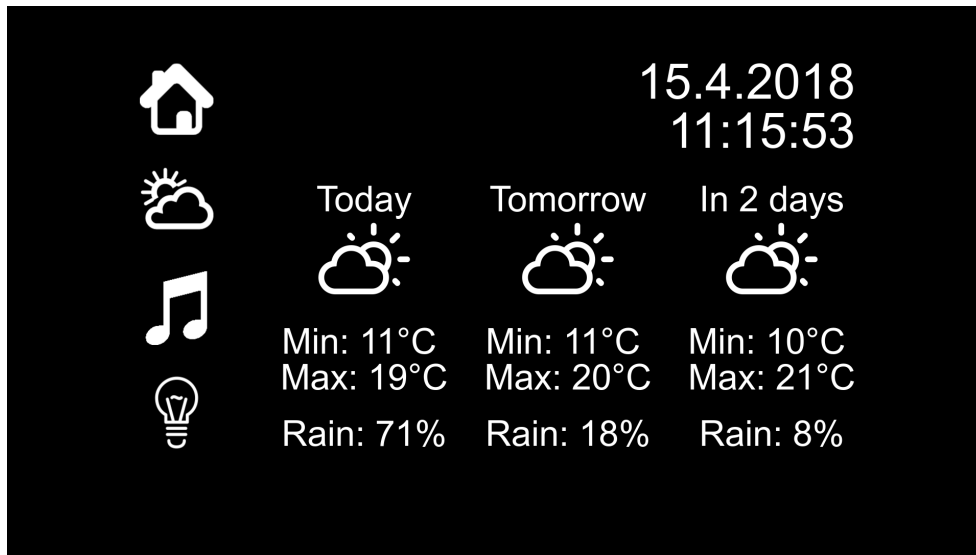
```
io.sockets.on('connection', function (socket) {
  // Komunikacia pomocou WebSocketu
  var lightvalue = 0;
  //statick premenna ukazujca aktuálny status
  socket.on('light', function(data) {
    // ziskaj status o polohe prepínača od klienta
    lightvalue = data;
    if (lightvalue !== Bulb1.readSync()) {
      //zme Bulb1 keď sa zmenil status u klienta
      Bulb1.writeSync(lightvalue); //vypni/zapni Bulb1
    }
  });
});
```

V aplikácii následne bude potrebné nastaviť:

```
lightbox.addEventListener("change", function() {
  //sleduje zmeny v checkboxe
  socket.emit("light", Number(this.checked));
  //posiela na server informácie o stave prepínača
});
```

4.4 Komponenta pre zobrazovanie počasia

Na začiatku je potrebné zistiť lokáciu, zemepisnú dĺžku a zemepisnú šírku, aby sme vedeli predpovedať počasie. Potom pomocou DarkSky API a JavaScript zobrazujeme informácie o počasí.



Obr. 4.2: predpoveď počasia na nasledujúce tri dni

4.2

```
latitude = position.coords.latitude;
longitude = position.coords.longitude;

$.getJSON(url + apiKey + "/" + latitude + "," +
  longitude + "?units=auto&callback=?", function(data)
{
  $('#weather1Icon').addClass("wi-forecast-io-"+data.
    daily.data[1].icon);
  $('#weather1TemperatureMin').html(data.daily.
    data[1].temperatureLow.toFixed(0) + ' C');
  $('#weather1TemperatureMax').html(data.daily.
    data[1].temperatureHigh.toFixed(0) + ' C');
  $('#weather1PrecipProbability').html(data.daily.
    data[1].precipProbability * 100);
}
```

4.5 Komponenta pre ovládanie hudby

Hudba je prehrávaná pomocou Bluetooth reproduktora, ktorý je pripojený k Raspberry Pi. Na začiatku je potrebné najprv Bluetooth reproduktor k Raspberry Pi pripojiť. K tomu potrebujeme balík bluez, čo je balík protokolov Bluetooth. Taktiež potrebujeme balíček bluez-utils, ktorý poskytuje utilitu bluetoothctl. Inštalácia je trochu zložitá, je potrebné vykonať nasledujúce príkazy:

```
sudo apt-get install bluez
sudo apt-get install blueman
sudo apt-get dist-upgrade -y
sudo apt-get install pi-bluetooth
sudo apt-get install bluez bluez-firmware
sudo usermod -G bluetooth -a pi
```

Ani to nemusí vždy fungovať úplne správne. Po nainštalovaní týchto balíčkov napíšeme do terminálu "bluetoothctl", čo je príkaz, ktorý spustí nástroj na ovládanie Bluetooth. V tomto nástroji potrebujeme spustiť niekoľko príkazov a Bluetooth zariadenie bude pripojené. V prvom rade je to príkaz "power on" ktorý zapne Bluetooth. Následne príkaz "agent on", aby sme si boli istý, že Bluetooth pracuje ako má. Keď už je Bluetooth zapnutý, môžeme začať vyhľadávať zariadenia pomocou príkazu "scan on". Teraz by sa mali objaviť všetky dostupné Bluetooth zariadenia v okolí aj s ich MAC adresami. Je potrebné si poznamenať MAC adresu zariadenia, s ktorým sa má Raspberry Pi spárovať. Pre párovanie sa používa príkaz "pair MAC_address" kde MAC_address je poznamenaná MAC adresa Bluetooth zariadenia. V prípade, že pripojené zariadenie používa PIN kód, je potrebné označiť ho ako dôverné zariadenie, čo sa robí pomocou príkazu "trust MAC_address". Nakoniec vytvoríme spojenie za pomoci príkazu "connect MAC_address".

V mojom prípade všetko prebiehalo v poriadku až do tohto okamihu, keď bol Bluetooth reproduktor pripojený. Problém nastal, keď som sa snažil spustiť nejakú hudbu alebo prehrať akýkoľvek zvuk. Skúšal som rôzne zdroje hudby a rôzne prehrávače, ale v okamihu, keď som prepol výstup na Bluetooth reproduktor, zvuk prestal fungovať. Hudba v hudobnom prehliadači sa ale nezastavila, zariadenie bolo akoby v stíšenom režime. Myslel som si, že to bolo spôsobené nekompatibilitou medzi Raspberry Pi a mojím Bluetooth reproduktorom, a tak som vyskúšal niekoľko iných reproduktorov. Žiaden nefungoval. Po pripojení pomocou audio konektora všetko fungovalo správne, dokonca aj monitor s reproduktorom.

Po tom, čo som vyskúšal viacero návodov z internetu a žaden nefungoval, mi môj vedúci navrhol riešenie pomocou externého Bluetooth USB adaptéra. Vyskúšal som Bluetooth USB adaptér s čipom CSR8510 a môj reproduktor začal fungovať správne.

Testovanie

5.1 Displej a zrkadlová vrstva

LCD displej podporuje maximálne rozlíšenie 800x480 pixelov. Hustota pixelov je pre túto aplikáciu dostatočná. Horšie je na tom ale svietivosť displeja, ktorá sa výrazne znižuje pri použití samotného dotykového displeja. Je to z dôvodu použitia rezistívneho dotykového displeja. Jednou z nevýhod použitia tohto dotykového displeja je, že znižuje svietivosť LCD displeja. Vedel som, že tento problém môže nastať, ale keďže som sa snažil držať cenu celého projektu čo najnižšie, rozhodol som sa pre rezistívny dotykový displej. V prípade rozšírenia tejto bakalárskej práce by bolo vhodné prehodnotiť voľbu dotykového displeja. Podľa môjho názoru by najvhodnejšou voľbou do budúcnosti mal byť dotykový displej pracujúci s infračerveným žiarením. Cena takého displeja je však značne vyššia ako cena použitého riešenia. Čo sa týka zrkadlovej vrstvy, tá funguje výborne ako zrkadlo. Pri jasnejšom svetle v miestnosti sa však zhoršuje viditeľnosť obrazu na LCD displeji. Je to zapríčinené aj tým, že zrkadlová vrstva je pomerne ďaleko od LCD displeja. Keďže na povrchu LCD displeja je pripevnený rezistívny dotykový displej a zrkadlová vrstva sa nachádza až na ňom.

Vyskúšal som preto zrkadlovú vrstvu umiestniť priamo na LCD displej a ukázalo sa, že množstvo svetla ktoré prenikalo vonku bolo vyššie ako keď tam bol navyše aj dotykový displej. V tomto prípade by sa dal dotykový displej umiestniť na vrch zrkadlovej vrstvy. Túto variantu som tiež otestoval, ale problém bol v tom, že zrkadlo už nebolo tak ostré a objekty sa zdali byť rozmazané.

V rámci testovania som skúsil využiť aj iné farby v aplikácii pre tlačidlá. Ukázalo sa však, že čierne pozadie a biele ikony majú najlepšie farebné prevedenie z testovaných farieb.

Záver

Cieľom práce bolo vytvoriť inteligentné zrkadlo s počítačom Raspberry Pi. Vytvorené zariadenie a aplikácia sú len prototypom. Zariadenie umožňuje pomocou dotykového displeja ovládať svetlá či zobrazovať informácie o počasí. Systém sa skladá z troch základných komponent. Komponenta pre ovládanie elektrických spotrebičov, komponenta pre zobrazovanie počasia a komponenta pre ovládanie hudby. Komponenta pre ovládanie elektrických spotrebičov je komponenta, pomocou ktorej je možné ovládať svetlá. Pri realizácii som využíval Webservice s WebSocketom. Obojsmerná komunikácia medzi klientom a serverom prebieha v reálnom čase. V budúcnosti by bolo možné rozšíriť toto zariadenie na ovládanie ďalších periférií ako je klimatizácia alebo podlahové kúrenie. Výsledok práce ukázal, ako si pomocou Raspberry Pi, dotykového displeja a polopriepustného zrkadla vieme vytvoriť inteligentné zrkadlo pre ovládanie domácnosti.

Literatúra

- [1] Mathema, C.: *What's the Difference Between Resistive and Capacitive Touchscreens?* [online]. 2015-04-17 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.electronicdesign.com/s-difference-between-resistive-and-capacitive-touchscreens>
- [2] *Comparing the Top 5 Touch Screen Technologies* [online]. 2017-02-19 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://abraxsyscorp.com/blog/comparing-the-top-5-touch-screen-technologies/>
- [3] *Resistive vs. Capacitive Touch Screens* [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.sky-technology.eu/en/displays/touch-screens/difference-between-resistive-and-capacitive-touch-screens.html>
- [4] *Capacitive vs. Resistive Touch Panel - What feels better?* [online]. Mikro-Elektronika, 2018 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.mikroe.com/blog/capacitive-vs-resistive-touch-panel-feels-better>
- [5] *Projected Capacitive Touch Screens [online]* [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.sky-technology.eu/en/displays/touch-screens/projected-capacitive-touch-screens-how-they-work.html>
- [6] *SAW Touch Screen Technology* [online]. TouchScreen Solutions Sydney, 2016-04-05 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://touchscreensolutions.com.au/faq/saw-touch-screen-technology/>
- [7] Rock, T.: *Projected Capacitive vs. Infrared Touch Screens* [online]. 2016-03-22 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.allsee-tech.com/digital-signage-blog/projected-capacitive-vs-infrared-touch-screens/>
- [8] Lamkin, P.: *Smart home systems: Everything you need to know* [online]. 2018-03-08 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.the-ambient.com/guides/smart-home-ecosystems-152>

- [9] Better, E.: *Apple HomeKit and Home app: What are they and how do they work?* [online]. 2018-03-30 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.pocket-lint.com/smart-home/news/apple/129922-apple-homekit-and-home-app-what-are-they-and-how-do-they-work>
- [10] *A smarter morning* [online]. Seura, 2018 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.seura.com/products/smart/mirror/>
- [11] Teeuw, M.: *MagicMirror* [online]. [cit. 2018-05-15]. 2016 Dostupné z: <https://magicmirror.builders/>
- [12] *MagicMirror* [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://github.com/MichMich/MagicMirror>
- [13] *Raspberry pi circuit* [online]. In: . [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.jameco.com/Jameco/work>
- [14] *The ultimate Guide to Raspbian and other Raspberry Pi Software* [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://eltechs.com/raspbian-and-other-raspberry-pi-software/>
- [15] *Instructables* [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://cdn.instructables.com/F5P/3XSZ/IE>
- [16] *Python* [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.python.org/doc/essays/blurb/>
- [17] Rouse, M.: *Node.js* [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://whatis.techtarget.com/definition>
- [18] *Dark Sky API* [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://darksky.net/dev/docs>
- [19] Pinola, M.: *Bluetooth Basics* [online]. 2018-03-31 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.lifewire.com/what-is-bluetooth-2377412>
- [20] *Raspberry Pi* [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/documentation/images/>
- [21] *Jeff Geerling* [online]. 2016-10-04 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.jeffgeerling.com/blog/elecrow-hdmi-5-800x480-tft-display-xpt2046-touch-controller>
- [22] *Raspberry Pi GPIO Layout Model B Plus rotated* [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi-spy.co.uk/wp-content/uploads/2012/06/Raspberry-Pi-GPIO-Layout-Model-B-Plus-rotated-2700x900.png>

Zoznam použitých skratiek

EMI Electro-Magnetic Interference

RFI Radio Frequency Interference

SAW Surface Acoustive Wave

GUI Graphical user interface

F/F female to female

GPIO General-purpose input/output

API Application programming interface

MAC A media access control

Obsah priloženej SD karty

```
./thesis/pictures //obrazky pouzite v bakalarskej praci
./thesis/BP-Stefaniak-Frederik-B172.tex //text v Latexe
./src/HTML/public // css
./src/HTML/app.js // ovladanie pocasie
./src/HTML/webserver.js // ovladanie GPIO
./src/HTML/index.html //hlavna stranka
./src/HTML/music.html
./src/HTML/weather.html
./src/HTML/light.html
./src/lightoff.py // ovladanie svetiel pomocou Pythonu
./src/lighton.py
./BP-Stefaniak-Frederik-B172.pdf //text v .pdf
./README.txt
```