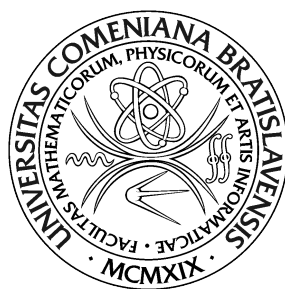


UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY



ROZŠÍRENIE SCHOPNOSTÍ ROBOTA LIENKA POMOCOУ WIFI

Diplomová práca

2019

Bc. Adam Halász

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY



ROZŠÍRENIE SCHOPNOSTÍ ROBOTA LIENKA POMOCOU WIFI

Diplomová práca

Študijný program: Aplikovaná informatika
Študijný odbor: 2511 Aplikovaná informatika
Školiace pracovisko: Katedra aplikovanej informatiky
Školiteľ: RNDr. Jozef Šiška, PhD.

Bratislava, 2019

Bc. Adam Halász



Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Meno a priezvisko študenta: Bc. Adam Halász
Študijný program: aplikovaná informatika (Jednoodborové štúdium, magisterský II. st., denná forma)
Študijný odbor: aplikovaná informatika
Typ záverečnej práce: diplomová
Jazyk záverečnej práce: slovenský
Sekundárny jazyk: anglický

Názov: Rozšírenie schopností robota Lienka pomocou WiFi
Using WiFi to teach Lienka robot new tricks

Anotácia: Lienka je 3D tlačný robot pre deti inšpirovaný známym robotom Bee-Bot. Je založený na ESP8266 wifi čipe a tak ponúka ďalšie možnosti interakcie s ním. Aktuálna verzia softvéru však ponúka iba veľmi jednoduché možnosti interakcie a nevyužíva naplno jej potenciál. Rovnako aj hardvér momentálne neobsahuje žiadne senzory, ktoré by umožňovali s robotom vykonávať zložitejšie úlohy.

Prepojenie s počítačom alebo tabletom by umožňovalo nielen vizualizáciu a editovanie programu na počítači, ale aj možnosť použiť zariadenia tabletu/počítača, ako napríklad kamera, na rozšírenie schopností robota.

Cieľ: Implementovať (jazyk C) komunikáciu cez wifi (vrátane konfigurácie a pod.) a následne desktopovú alebo mobilnú aplikáciu (preferované webapp riešenie, ktoré funguje na oboch platformách) ktorá s ním komunikuje.

Vedúci: RNDr. Jozef Šiška, PhD.
Katedra: FMFI.KAI - Katedra aplikovanej informatiky
Vedúci katedry: prof. Ing. Igor Farkaš, Dr.
Dátum zadania: 13.10.2017

Dátum schválenia: 13.10.2017

prof. RNDr. Roman Ďurikovič, PhD.
garant študijného programu

.....
študent

.....
vedúci práce

Čestne prehlasujem, že túto diplomovú prácu som
vypracoval samostatne len s použitím uvedenej literatúry
a za pomoci konzultácií u môjho školiteľa.

Bratislava, 2019

.....

Bc. Adam Halász

Pod'akovanie

...

Abstrakt

...

Klíčové slová: ...

Abstract

...

Keywords: ...

Obsah

1	Úvod	1
2	Prehľad problematiky	2
2.1	Hardvér	2
2.1.1	MOD-WIFI-ESP8266-DEV	2
2.1.2	MCP23017	4
2.1.3	ULN2003	5
2.1.4	28BYJ-48	6
2.2	Operačné systémy	8
2.2.1	Linux	8
2.2.2	macOS	9
2.3	Programovacie jazyky	10
2.3.1	C	10
2.4	Používané technológie	11
2.4.1	HTML	11
2.4.2	CSS	12
2.4.3	React	12
2.4.4	Blockly	12
2.4.5	JSON	14
2.4.6	Websocket	14

2.4.7	mDNS	15
2.4.8	Wi-Fi	15
3	Existujúce riešenia	17
4	Návrh	18
5	Implementácia	19
6	Testovanie a výsledky	20
7	Záver	21

Kapitola 1

Úvod

Kapitola 2

Prehľad problematiky

V tejto kapitole budeme písať o technológiach, ktoré využijeme v tejto práci.

2.1 Hardvér

Na začiatku sa zoznámime s najdôležitejšími hardvérovými komponentami robota Lienka, medzi ktoré patrí “mozog” Lienky vývojová doska MOD-WIFI-ESP8266-DEV, mcp23017 na rozšírenie počtu pinov, ULN2003 a krokový motor 28BYJ-48, ktoré spolu tvoria “nohu” Lienky.

2.1.1 MOD-WIFI-ESP8266-DEV

MOD-WIFI-ESP8266-DEV je vývojová doska s integrovaným obvodom ESP8266EX WIFI IC. Modul sa používa pre domácu automatizáciu, inteligentné konektory a svetelné zdroje, priemyselné bezdrôtové ovládanie, detské monitory, IP kamery, sieť senzorov, atď.

Vlastnosti vývojovej dosky

Hlavný čip modulu je ESP8266EX. Obsahuje 2MB SPI flash pamäť. Napájanie indikuje svietiaci LED dióda. Obsahuje tiež LED diódu programovateľnú užívateľom. Verzia B má už zabudované tlačidlo na prepnutie do UART módu. Obsahuje SMT prepojky pre rôzne bootovacie režimy (FLASH, UART, SDO) a anténu s plošným spojom. Doska má podložky pre konektor antény U.FL pre používanie externej antény. Je na nej 22 pinových otvorov pre ľahší prístup k pinom procesora. Rozmery vývojovej dosky sú okolo 3,3 cm x 2,3 cm. Zvláštnosťou tejto vývojovej dosky je jej napájacie napätie, ktoré je 3,3V. V prípade prekročenia tejto hodnoty dochádza k nenávratnému zničeniu.



Obr. 2.1: MOD-WIFI-ESP8266-DEV

Vlastnosti ESP8266EX čipu

Čip vyhovuje štandardu 802.11 b/g/n s integrovaným 32-bitovým MCU s nízkou spotrebou. Umožňuje komunikáciu cez TCP/IP protokol. Wi-Fi komunikuje frekvenciou 2,4GHz, podporuje bezpečnosť WPA/WPA2. Môže

komunikovať formou ako server, ako klient do Wi-Fi siete alebo umožňuje činnosť kombinácie obidvoch stavov. Samotný ESP8266EX čip obsahuje 17 vstupno-výstupných pinov použiteľných kombináciou rôznych funkcií prostredníctvom firmvéru. Tieto piny môžu byť multiplexované s inými funkciami ako I2C, I2S, UART, IR diaľkové ovládanie atď. Pomocou nich je možné ovládať rôzne vonkajšie periférne zariadenia, alebo môžu načítavať rôzne analógové alebo aj digitálne hodnoty.

Napríklad I2C dokáže využívať spojenia s inými mikročipmi a vonkajšími zariadeniami, ako sú napríklad senzory.

Pri využívaní prenosu dát typu audio informácií sa využíva funkcionálnosť I2S. Táto komunikácia zabezpečuje obojstranný vstupno-výstupný prenos dát.

Rozhranie UART prenosu informácií do/z sa implementujú prostredníctvom hardvéru. Rýchlosť prenosu informácií pomocou UART rozhrania môže dosiahnuť 115200×40 (4,5Mbps).

Funkcionálnosť IR rozhrania môže byť implementovaná pomocou softvérového programovania. Kódovanie, modulácia a demodulácia sú využité pri tomto rozhraní. Frekvencia modulácie prenosu signálu je 38kHz.

2.1.2 MCP23017

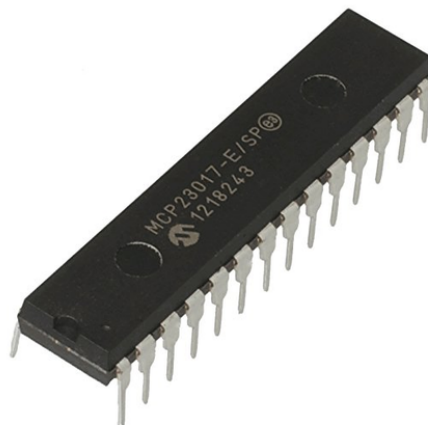
MCP23017 slúži na rozšírenie portov. Pripája sa k mikrokontroléru dvoma pinmi I2C, vďaka čomu rozširuje mikrokontrolér o ďalších 16 univerzálnych pinov. Každý zo 16-tich pinov sa dá nastaviť na vstup alebo výstup. I2C rozhranie vie komunikovať rýchlosťou 100, 400 kHz alebo 1,7MHz. Jeho prevádzkové napätie je medzi 1,8V - 5,5V. Adresu I2C sa dá nastaviť tak, že sa spoja piny ADDR0-2 s napájaním alebo uzemnením až pre 8 jedinečných adres. To znamená, že 8 čipov môže zdieľať jednu zbernicu I2C, čo je 128

I/O pinov. [Inc07]

Existujú dva piny prerušenia, INTA a INTB, ktoré môžu byť spojené s ich príslušnými portami alebo môžu byť logicky OR'ed dohromady, aby sa oba piny aktivovali, ak jeden port spôsobí prerušenie. Výstup prerušenia sa môže nakonfigurovať tak, aby sa aktivoval v dvoch podmienkach (navzájom sa vylučujú):

- Ak sa akýkoľvek vstupný stav líši od príslušného stavu registra vstupného portu. Toto sa používa na to, aby naznačilo správcovi systému, že vstupný stav sa zmenil.
- Ak sa vstupný stav líši od prednastavenej hodnoty registra (DEFVAL register).

[Inc]



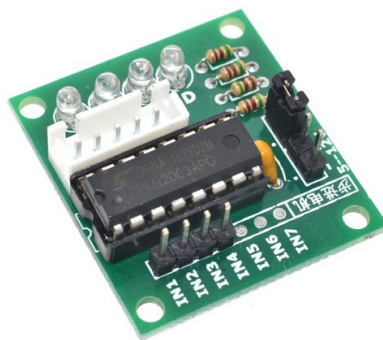
Obr. 2.2: MCP23017

2.1.3 ULN2003

ULN2003 je vysokonapäťové, silnoprúdové Darlingtonove pole, ktoré obsahuje sedem otvorených kolektorov Darlingtonových párov tranzistorov. Každý

kanál je dimenzovaný na 500 mA a vydrží prúd 600 mA. Má výstupné napätie 50V a sú v ňom integrované supresné diódy pre indukčné záťaže. Výstupy môžu byť paralelné pre vyšší prúd. Vstupné piny sú umiestnené na ľavej strane integrovaného obvodu oproti výstupným pinom, ktoré sa nachádzajú na pravej strane kvôli zjednodušeniu rozloženia. Má dokopy 16 pinov, z ktorých 7 je vstupných (pin 1 až pin 7), 7 výstupných (pin 10 až pin 16), 1 pin na uzemnenie (pin 8) a 1 COM pin (pin 9). ULN2003 pracuje na 5V a TTL (Transistor Transistor Logic) a CMOS (Complementary Metal Oxide Semi Conductor).

Toto všestranné zariadenie je užitočné pre ovládanie širokej škály záťaží vrátane solenoidov, relé DC motorov, žiaroviek s LED displejom, termických tlačových hláv a vysokovýkonných vyrovnávacích pamätí. [STM18]

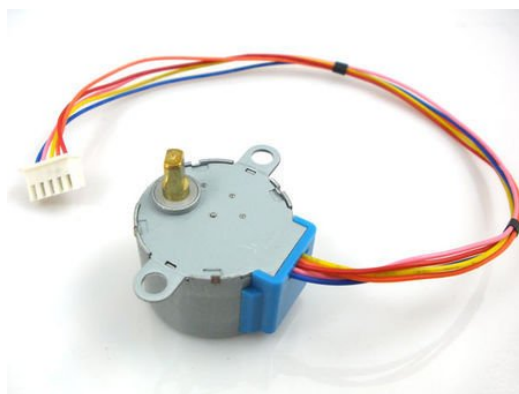


Obr. 2.3: ULN2003

2.1.4 28BYJ-48

Najčastejšie používaným krokovým motorom je 28BYJ-48 krokový motor. Takéto alebo podobné motory sa používajú v DVD mechanikách, motion ka-

merách, atď. Motor má 4-cievkové unipolárne usporiadanie a každá cievka je dimenzovaná na + 5V, a preto je relatívne jednoduché ho ovládať ľubovoľným základným mikrokontrolérom. Motor spraví 64 krokov za jedno otočenie o 360°, čo znamená, že za jeden krok sa otočí o 5,625°. Tento typ krokového motora má vysoký odber prúdu, preto nie je vhodné ho riadiť priamo mikrokontrolérom, ale sa pripája cez riadiace jednotky napríklad ako ULN2003.



Obr. 2.4: 28BYJ-48

Farba drôtu	Postupnosť otáčania v smere hodinových ručičiek							
	Kr. 1	Kr. 2	Kr. 3	Kr. 4	Kr. 5	Kr. 6	Kr. 7	Kr. 8
Oranžová	0	0	1	1	1	1	1	0
Žltá	1	0	0	0	1	1	1	1
Ružová	1	1	1	0	0	0	1	1
Modrá	1	1	1	1	1	0	0	0
Červená	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabuľka 2.1: Príklad ovládania krokového motora

Krokový motor sa skladá z vlnutia a permanentného magnetu. Vlnutie obsahuje cievky, kde dve a dve cievky sú spojené a ich stred je vyvedený z motora a pripojený na napájanie 5V. Tieto vyvedené stredy cievok sú farebne označené červeným drôtom. Voľné konce cievok sa využívajú na ovládanie krokového motora, kde sa privádza definovaná kombinácia napätia 5V alebo

0V. Postupnosť definovaných kombinácií má za následok otáčanie permanentného magnetu krokového motora. Príklad ovládania krokového motora je v tabuľke 2.1. [Com18]

2.2 Operačné systémy

V tejto podkapitole si uvedieme dva najdôležitejšie operačné systémy z pohľadu Lienky, sú to Linux a macOS.

2.2.1 Linux

Linux je open source operačný systém vytvorený pôvodne Linusom Torvaldom, ktorý sa ďalej vyvíja tisícami vývojárov z celého sveta. Vývoj sa uskutočnil hlavne v jazykoch C a assembly. Prvýkrát bol vydaný pred 27 rokmi, 17. septembra 1991. Torvalds chcel pôvodne svoj vynález pomenovať ako *Freax*, skladaním slov *freak* a *x*. Oficiálny maskot Linuxu je tučniak, ktorý sa volá *Tux* odvodené z názvu *Torvalds' UniX* a tiež skratka slova *tuxedo*, lebo tento typ odevu sa veľmi podobá na tučniaka. [Tor01]

Výhody a nevýhody

Výhody tohto operačného systému sú nasledovné:

- Bezplatne stiahnuteľný
- Je open-source, takže sa dá modifikovať zdrojový kód podľa vlastných potrieb
- Väčšia bezpečnosť
- Väčšia stabilita

Nevýhody tohto operačného systému sú nasledovné:

- Ťažšie si nájsť aplikáciu, ktorá spĺňa naše potreby
- Niektoré hardvéry nemajú drajvre pre Linux

[Mar13]

2.2.2 macOS

macOS je operačný systém vytvorený spoločnosťou Apple primárne pre počítače Mac. Predošlé názvy tohto operačného systému boli Mac OS X a OS X. Je to druhý najpopulárnejší operačný systém pre počítače. [App18] Bolo naprogramované v jazykoch C, C++, Objective-C a Swift. Prvé vydanie sa uskutočnilo pred sedemnástimi rokmi, v roku 2001.

Posledná verzia

Posledná verzia macOS je 10.14. Mojave, ktorá bola vydaná 24. septembra 2018. Dá sa ju stiahnuť z Mac App Store. Medzi najvýraznejšie zmeny oproti predošlej verzii patrí napríklad pridanie funkcionality Dark Mode, ktorá prefarbí celé užívateľské rozhranie na tmavé farby. Ďalšia zmena sa týka plochy, súbory s rovnakými vlastnosťami na ploche sú usporiadané na sebe.

Výhody a nevýhody

Výhody tohto operačného systému sú nasledovné:

- Jednoduché a výkonné používateľské rozhranie
- Menej vírusov a iných bezpečnostných problémov
- Bezproblémová integrácia medzi operačným systémom a hardvérom

- Efektívne multitaskové funkcie
- Integrácia s inými Apple produktami

Nevýhody tohto operačného systému sú nasledovné:

- Počítače s macOS sú považované za drahé
- Počítače s macOS nie sú flexibilné pri výmene hardvéru
- macOS nie je pre hráčov
- Oproti Windowsu existuje na macOS menej aplikácií

[Bon17]

2.3 Programovacie jazyky

V tejto kapitole budeme písať o jazyku C, ktorá sa používa na programovanie Lienky.

2.3.1 C

Jazyk C je všeobecno účelový jazyk, ktorý sa úzko viaže s UNIX operačným systémom. Spomína sa ako systémový programovací jazyk, lebo sa dobre využíva na písanie operačných systémov a kompilátorov, ale taktiež sa používa na vytváranie rôznych aplikácií. Vytvoril ho Dennis Ritchie pred 46 rokmi v roku 1972, ako novú verziu jazyka B, v ktorom priniesol naspäť niektoré všeobecné programovacie elementy, ktoré boli odstránené z jazykov BCPL a B. Rozšírenie jazyka C na celom svete súvisí s objavením mikropočítačov. V roku 1983 bol vytvorený standard *ANSI C*. Ďalšie štandardy sú *C99*, *C11* a najnovší štandard *C18*. Jazyk C slúžil ako základ mnohých programovacích jazykov, ako sú napríklad *C++*, *Java*, *C#*, *Perl*, *Python*, *Ruby*. [BT10]

Výhody a nevýhody

Výhody jazyka C sú nasledovné:

- Programy napísané v jazyku C sú rýchle, efektívne a zrozumiteľné
- Prenosnosť - programi písané na jeden počítač funguje aj na druhom počítači
- Existuje iba 32 kľúčových slov v ANSI C a jeho sila spočíva v jeho vstavaných funkciách.
- Ľahko sa rozširuje C knižnica o naše nové funkcie

Nevýhody jazyka C sú nasledovné:

- Nemá koncept OOP
- Neexistuje kontrola počas behu
- Nie je prísna kontrola typov
- Nemá koncept menného priestoru.
- Nemá koncept konštruktoru a deštruktoru

[Mis13]

2.4 Použité technológie

2.4.1 HTML

Hypertextový značkovací jazyk (HyperText Markup Language) je počítačový jazyk, pomocou ktorého sa vytvárajú webové stránky. Tieto stránky môže vidieť každý, kto je pripojený k internetu. Programy napísané v skriptovacích

jazykoch sa dajú vložiť do HTML a pomocou CSS sa vytvára dizajn stránky. Tento jazyk sa neustále vyvíja pod vedením World Wide Web Consortium (W3C), aby spĺňal požiadavky používateľov internetu. Aktuálna verzia je HTML5.

2.4.2 CSS

Pomocou kaskádových štýlov (Cascading Style Sheets) sa vytvára štýl stránky, tým pádom sa oddeľuje od obsahu. Vzhľad stránky sa nevykresľuje vždy rovnako v každom prehliadači. Najväčšie rozdiely sú pri prehliadači Internet Explorer. Špecifikácie CSS spravuje konzorcium World Wide Web Consortium (W3C). Aktuálna verzia je CSS3.

2.4.3 React

React je JavaScript knižnica, ktorá slúži na vytváranie užívateľského rozhrania. Vytvoril ho Jordan Walke, softvérový inžinier Facebooku. Je vyvíjaný Facebookom a komunitou individuálnych vývojárov a spoločností.

React môže byť použitý ako základ pri vývoji jednostránkových alebo mobilných aplikácií. Komplexné aplikácie vytvorené v Reacte obvykle vyžadujú použitie ďalších knižníc pre správu stavov, routing a interakciu s API. React efektívne aktualizuje a vykresľuje správne komponenty pri zmene údajov. React komponenty implementujú metódu `render()`, ktorá preberá vstupné dáta a vráti, čo sa má zobrazíť.

2.4.4 Blockly

Blockly je open-source knižnica pre vývojárov, založená na programovaní aplikácií pomocou blokov. Je to projekt spoločnosti Google pod licenciou Apa-

che 2.0. Vývoj Blockly sa začal v lete roku 2011 a prvé verejné vydanie bolo v máji 2012. Bežne beží vo webovom prehliadači (vrátane najdôležitejších, ako napríklad Chrome, Firefox, Safari, Opera, Internet Explorer) a vizuálne pripomína Scratch. Blockly poskytuje používateľské rozhranie blokového editora a framework na generovanie kódu v jazykoch založených na texte. Sem patria generátory pre jazyky JavaScript, Lua, PHP, Dart a Python; môžu byť vytvorené aj vlastné generátory pre iné textové jazyky. Podporuje viaceré programovacie konštrukcie ako napríklad premenné, funkcie, polia. Dôležitou vlastnosťou Blockly je, že používa SVG, tým pádom nepoužíva Flash. Blockly sa využíva v nasledujúcich projektoch:

- MIT App Inventor - na vytvorenie Android aplikácií
- RoboBlockly - webové prostredie simulácie robotov pre učenie kódovania a matematiky.
- Blockly Games - vzdelávacie hry, ktoré učia programovacie koncepty, ako sú cykli a podmienené príkazy

Používateľské rozhranie

Základné používateľské rozhranie editora Blockly pozostáva z panelu nástrojov, ktorý obsahuje dostupné bloky a pracovnej plochy, kam môže používateľ pretiahnuť (z panelu nástrojov) a usporiadať bloky. Pracovná plocha tiež zvyčajne obsahuje ikony na priblíženie a koša na odstraňovanie blokov. Editor môže byť prispôsobený vlastným potrebám, napríklad môžu sa pridať nové bloky. K vytvoreniu nových blokov je treba zadať definíciu bloku a generátor, čo opisuje preklad bloku do spustiteľného kódu.

2.4.5 JSON

JSON (JavaScript Object Notation) je jednoduchý formát na výmenu údajov. Pre človeka je to ľahké čítať a písať a počítače ho vedia jednoducho zanalyzovať a vygenerovať. JSON je textový formát, ktorý je úplne jazykovo nezávislý, ale používa konvencie, ktoré sú známe programátorom rodiny C jazykov vrátane C, C++, C#, Java, JavaScript, Perl, Python atď.

JSON je postavený na dvoch štruktúrach:

- Kolekcia dvojíc názov/hodnota. V rôznych jazykoch je to realizované ako objekt, záznam, štruktúra, slovník, hash, zoznam kľúčov alebo asociačné pole.
- Usporiadáný zoznam hodnôt. Vo väčšine jazykov sa to realizuje ako pole, vektor, zoznam alebo postupnosť.

2.4.6 WebSocket

WebSocket je protokol, ktorý umožňuje trvalé pripojenie TCP medzi serverom a klientom, aby mohli kedykoľvek vymieňať dáta.

Každá klientská alebo serverová aplikácia môže používať WebSocket, ale predovšetkým webové prehliadače a webové servery ho používajú. Prostredníctvom WebSocket môžu servery prenášať dáta klientovi bez predchádzajúcej žiadosti klienta, čo umožňuje dynamické aktualizácie obsahu. [MDN18a] WebSocket protokol je v súčasnosti podporovaný vo väčšine prehliadačov vrátane Google Chrome, Microsoft Edge, Internet Explorer, Firefox, Safari a Opera.

2.4.7 mDNS

Pamätať si všetky IP adresy webstránok, ktoré si vyhľadáme by bolo veľmi náročné, z toho dôvodu sa zaviedli doménové mená. Doménové mená sú stringy, ktoré sa dajú ľahko zapamätať, ako napríklad *www.google.com*. Avšak keď chceme odoslať žiadosť na nejakú webstránku, počítač musí vedieť jej IP adresu. K tomu nám pomáha systém názvov domén (Domain Name System - DNS). Pomocou DNS sa preložia názvy webstránok na ich IP adresu. Na internete je mnoho DNS serverov, ktoré poznajú mená veľa webstránok a ich IP adresy. Zariadenie sa pripojí k DNS servru, pošle mu meno domény a server odpovedá IP adresou vyžadovanej stránky.

DNS funguje skvele pre bežné stránky na internete, ale väčšina lokálnych sietí nemá vlastný DNS server. To znamená, aby sa dali nájsť lokálne zariadenia pomocou mena domény, je potrebné použiť multicast DNS alebo mDNS. mDNS používa názvy domén s príponou *.local*, napríklad *http://lienka.local*. Ak počítač potrebuje odoslať požiadavku na názov domény, ktorý končí *.local*, pošle dotaz na rozosielanie všetkých ostatných zariadení v sieti LAN, ktoré podporujú mDNS, a požiada zariadenie, aby sa identifikovalo. Správne zariadenie následne multicastom rozošle svoju IP adresu. Keď počítač už pozná IP adresu zariadenia, môže posilať bežné požiadavky. [P17]

2.4.8 Wi-Fi

Wi-Fi je názov technológie bezdrôtovej siete, ktorá nemá fyzické káblové spojenie medzi odosielateľom a prijímačom. Využíva rádiové vlny na poskytovanie bezdrôtového vysokorýchlostného internetu a sieťového pripojenia. Podľa mnohých názov Wi-Fi je skratkou výrazu *Wireless Fidelity*, avšak Wi-Fi nepochádza zo slovného spojenia *bezdrôtová vernosť*. Pomenovanie vymyslela

jedna marketingová firma, ktorá sa inšpirovala zo slova Hi-Fi, totiž bola poverená organizáciou *Wifi Alliance*, aby vymysleli niečo lepšie ako *IEEE 802.11b Direct Sequence*. [Doc05]

Špecifikácie

Existuje veľa štandardov podľa Štandardu IEEE 802 LMSC(LAN / MAN Standards Committee), z ktorých 802.11 má rôzne štandardy, každý s príponou písmen. V tabuľke 2.2 si vymenujeme niektoré z nich s vlastnosťami.

Štandard	Rýchlosť	Frekvencia	Kompatibilita
802.11a	54 Mbit/s	5 GHz	a
802.11b	11 Mbit/s	2,4 GHz	b
802.11g	54 Mbit/s	2,4 GHz	b, g
802.11n	600 Mbit/s	2,4 / 5 GHz	b, g, n
802.11ac	1,3 Gbit/s	5 GHz	a, n
802.11ad	7 Gbit/s	2,4 / 5 / 60 GHz	a, b, g, n, ac
802.11ah		900Mhz	a, b, g, n, ac, ad

Tabuľka 2.2: Štandardy 802.11
[Poo]

Prístupový bod

Prístupový bod alebo po anglicky *Access point (AP)* je zariadenie, ktoré vytvára bezdrôtovú lokálnu sieť (WLAN) zvyčajne v kanceláriách alebo väčších budovách. Pripája sa ku káblovému routru, switchu alebo hubu pomocou ethernet kábla a projektuje Wi-Fi signál do určenej oblasti. [Lin]

Kapitola 3

Existujúce riešenia

Kapitola 4

Návrh

Kapitola 5

Implementácia

Kapitola 6

Testovanie a výsledky

Kapitola 7

Záver

Literatúra

- [App18] Net Applications. Desktop operating system market share, 2018.
- [BCH⁺97] Peter Brusilovsky, Eduardo Calabrese, Jozef Hvorecký, Anatoly Kouchnirenko, and Philip Miller. Mini-languages: A way to learn programming principles. 2:65–83, 03 1997.
- [Bon17] Kristoffer Bonheur. Advantages and disadvantages of mac os x, 2017. <http://www.versiondaily.com/advantages-disadvantages-mac-os-x/>. Navštívené: 27.11.2018.
- [BT10] Tóth Bertalan Benkő Tiborné. *Programozzunk C nyelven!* ComputerBooks, 2010.
- [Com18] Components101. 28byj-48 - 5v stepper motor, 2018. <https://components101.com/motors/28byj-48-stepper-motor>. Navštívené: 04.12.2018.
- [Doc05] Cory Doctorow. Wifi isn't short for "wireless fidelity", 2005. <https://boingboing.net/2005/11/08/wifi-isnt-short-for.html>. Navštívené: 02.12.2018.
- [Inc] Microchip Technology Inc. Mcp23017 - interface- serial perip-

- herals - interface. <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/MCP23017>. Navštívené: 04.12.2018.
- [Inc07] Microchip Technology Inc. Mcp23017/mcp23s17, 2007. <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/mcp23017.pdf>. Navštívené: 03.12.2018.
- [Lin] Linksys. What is an access point and how is it different from a range extender? <https://www.linksys.com/us/r/what-is-a-wifi-range-extender/what-is-a-wifi-access-point/>. Navštívené: 02.12.2018.
- [Mar13] Jennifer Marsh. Linux: Advantages and disadvantages of open-source technology, 2013. <https://blog.storagecraft.com/linux-advantages-disadvantages-open-source-technology/>. Navštívené: 28.11.2018.
- [MDN18a] MDN. Websockets, 2018. <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/WebSockets>. Navštívené: 06.12.2018.
- [MDN18b] MDN. Websockets, 2018. <https://www.json.org/>. Navštívené: 06.12.2018.
- [Mis13] Neeraj Mishra. Advantages and disadvantages of c language - the crazy programmer, 2013. <https://www.thecrazyprogrammer.com/2013/07/what-are-advantages-and-disadvantages.html>. Navštívené: 28.11.2018.
- [MK14] Anastasia Misirli and Vassilis Komis. Robotics and programming concepts in early childhood education: A conceptual framework for designing educational scenarios, 06 2014.

- [P17] Pieter P. Multicast domain name system, 2017. <https://tttapa.github.io/ESP8266/Chap08%20-%20mDNS.html>. Navštívené: 05.12.2018.
- [Poo] Ian Poole. Ieee 802.11 wi-fi standards. <https://www.radio-electronics.com/info/wireless/wi-fi/ieee-802-11-standards-tutorial.php>. Navštívené: 02.12.2018.
- [STM18] STMicroelectronics. Uln2003, 2018. <https://www.st.com/en/interfaces-and-transceivers/uln2003.html>. Navštívené: 04.12.2018.
- [Tor01] Linus Torvalds. Just for fun - the story of an accidental revolutionary, 06 2001.

Zoznam obrázkov

2.1	MOD-WIFI-ESP8266-DEV	3
2.2	MCP23017	5
2.3	ULN2003	6
2.4	28BYJ-48	7