



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

ÚSTAV POČÍTAČOVÉ GRAFIKY A MULTIMÉDIÍ

DEPARTMENT OF COMPUTER GRAPHICS AND MULTIMEDIA

BEZDRÁTOVÉ OVLÁDÁNÍ ELEKTRONIKY MOBILNÍM/EM-BEDDED ZAŘÍZENÍM S VYUŽITÍM WIFI

WIRELESS CONTROL OF ELECTRONIC DEVICES USING MOBILE/EMBEDDED DEVICE USING

WIFI

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

PETR MAREK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Dr. Ing. PAVEL ZEMČÍK,

BRNO 2020

Abstrakt

Abstrakt...

Abstract

Do tohoto odstavce bude zapsán výtah (abstrakt) práce v anglickém jazyce.

Klíčová slova

Raspberry Pi, ESP8266, ESP32, Wi-Fi, bezdrátové ovládání, automatizace domácnosti

Keywords

Raspberry Pi, ESP8266, ESP32, Wi-Fi, remote control, home automation

Citace

MAREK, Petr. *Bezdrátové ovládání elektroniky mobilním/embedded zařízením s využitím Wi-Fi*. Brno, 2020. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta informačních technologií. Vedoucí práce prof. Dr. Ing. Pavel Zemčík,

Bezdrátové ovládání elektroniky mobilním/embedded zařízením s využitím WiFi

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením pana prof. Dr. Ing. Pavla Zemčíka. Uvedl jsem všechny literární prameny, publikace a další zdroje, ze kterých jsem čerpal.

.....

Petr Marek
15. ledna 2021

Obsah

1	Úvod	2
2	Automatizace domácnosti	3
2.1	Automatizace domácnosti a chytrý dům	3
2.2	Virtuální hlasoví asistenti a centrální prvky chytré domácnosti	7
2.3	Existující řešení chytrých domů	8
3	Technologie dálkového přenosu	15
3.1	Technologie bezdrátového přenosu	15
3.2	Přenos pomocí WiFi	17
3.3	Bezdrátový přenos pomocí Bluetooth	18
3.4	Technologie ZigBee	19
4	Vestavné systémy a vývojové prostředky	20
4.1	Vestavný systém	20
4.2	Jednodeskový počítač Raspberry Pi	21
4.3	Moduly ESP8266 a ESP32	21
4.4	Python knihovny pro vývoj GUI	21
5	Zhodnocení současného stavu a plán práce	23
5.1	Současný stav	23
5.2	Návrh řešení	24
5.3	Cíle práce	25
6	Realizace a testování	27
6.1	Celkový návrh systému	27
6.2	Grafický návrh klientské aplikace	29
6.3	Implementace klientské aplikace	30
6.4	Implementace serveru na Raspberri Pi	30
6.5	Implementace aplikace pro koncové moduly	30
6.6	Testování a vyhodnocení systému	30
7	Závěr	33
	Literatura	34

Kapitola 1

Úvod

Zde bude cca jedna strana úvod. . .

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. **[[Upravít]]**.

Kapitola 2

Automatizace domácnosti

Následující část je shrnutím současného stavu v oblasti automatizace domácnosti a chytrých domovů. Není encyklopedickým výkladem problematiky, ale souhrnem informací, které mají k práci bezprostřední vztah. Nejprve je zde popis automatizace domácnosti, co to je, jaké jsou dnes možnosti jejího využití, přínosy a používané principy.

2.1 Automatizace domácnosti a chytrý dům

Automatizace domácnosti spočívá v automatizování činností, které řídí domácnost, normálně vykonávané člověkem. Můžeme ji definovat jako mechanismus, který nahrazuje lidskou námahu (při ovládání domácnosti), natolik, nakolik je to jen možné [U]. V souvislosti s tím někdy hovoříme o inteligentní, řízené či chytré domácnosti. Jedná se o kolekci zařízení a (pod)systémů, které jsou schopny spolu komunikovat či fungovat nezávisle. Přitom automatizovaný „dům budoucnosti“ slibují výrobci domácích zařízení prakticky již téměř od počátku minulého století [1]. Chytrý dům (či smart home) je pak definován jako dům, vybavený výpočetní a informační technologií, které předvídá uživateli potřeby a odpovídá na ně, a přitom dbá na jeho pohodlí, bezpečnost a zábavu [13]. Často se tedy tyto dva pojmy (automatizovaný a chytrý dům) zaměňují, ačkoli **[[Z nějakého nového zdroje rozvést, viz odkaz]]**

https://www.google.com/search?q=smart+home+vs+home+automation&rlz=1C1AVFC_enCZ780CZ780&

Možnosti využití automatizace v domácnosti

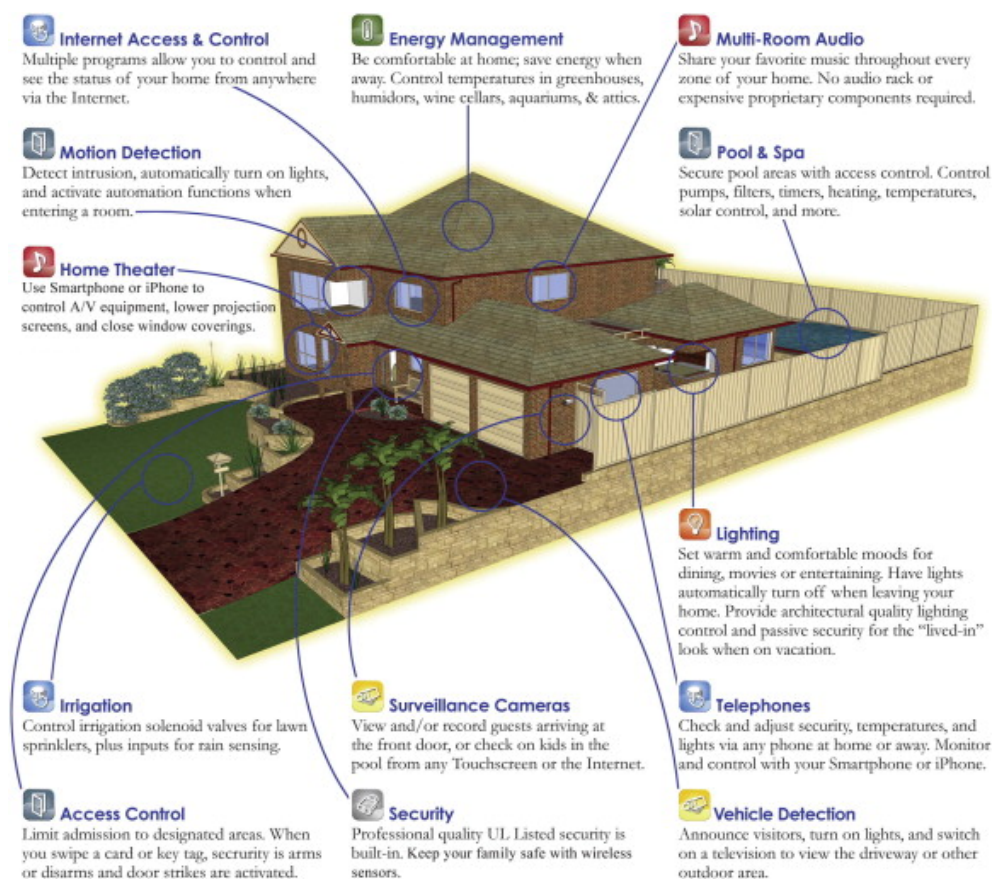
Automatizace v mnohém usnadňuje život a umožňuje provádění akcí, které by jinak byli prakticky nemožné (například zabezpečení domu, efektivní řízení vytápění domácnosti a spotřeby energie). V současné době patří automatizace domácnosti mezi rychle se rozvíjející technologie **[[Dopsat zdroj, viz odkaz]]** [].

https://www.google.com/search?q=home+automation+is+fast+developing&rlz=1C1AVFC_enCZ780CZ780&

Mezi typické aplikace automatizace domácnosti patří například:

- Zabezpečovací systém
- Systém pro inteligentní vytápění a ventilaci (HVAC)
- Zábava a multimédia

- Komunikace
- Osvětlení [3]
- Ovládání spotřebičů [T]
- Samo zavlažovací systémy [U]
- A mnoho dalšího



Obrázek 2.1: Příklad možností automatizované domácnosti[U]

Nejaky text, mozna spise az sem o tom, že "V současné době patří automatizace domácnosti mezi rychle se rozvíjející technologie".

Přínosy automatizace domácnosti

Přidání inteligence do domácnosti přináší do života lidí řadu přínosů. Jde zejména o:

- Bezpečí – Chytré domy mohou používat různé senzory, které detekují nebezpečí a v souvislosti s nimi provést patřičné akce k jejich zabránění, případně minimalizaci škod. Příkladem mohou být záplavové a kouřové senzory a v neposlední řadě také zabezpečovací systém domácnosti.
- Komfort – Chytré domácnosti svými funkcemi nabízejí různé způsoby, jak jejich uživatelům zpříjemnit různé rutinní akce. Mohou se postarat o automatické nastavování žaluzií dle intenzity venkovního světla, přes dotykový displej na dálku ztlumit světlo či hlasovým pokynem uvést celý byt do jiného světelného režimu.
- Přehled o provozu – Systémy pro automatizaci domácnosti zahrnují i displeje s přehledem o stavu jednotlivých zařízení a čidel. Také je v některých systémech možné tyto informace sledovat i z chytrých telefonů, tabletů či počítačů (a to i vzdáleně). V některých komplexnějších systémech, které například zahrnují komunikaci přes mobilní sítě je možné získávat přehled o provozu dokonce pomocí SMS zprávy (hodí se třeba při absenci internetového připojení) [15]
- Úspora – V chytrých domácnostech je možné použít inteligentní vytápění domu založené na údajích z teplotních čidel, denní doby, případně nastaveném režimu domácnosti. Společnost ELKO EP odhaduje, že díky bezdrátové regulaci topení je možné ušetřit až 30 % nákladů na energii [17]. Úsporu rovněž zajistí automatizovaná světla, o kterých je možné mít v automatizované domácnosti vždy přehled, na dálku je zapínat/vypínat dle potřeby a rovněž je napojit na senzory, které je budou ovládat například na základě přítomnosti osob v místnosti.

Základní klasifikace chytré domácnosti

Chytrou domácnost můžeme rozdělit dle kabeláže:

- Drátovou
- Bezdrátovou
- Kombinovanou

Pokud má být domácnost komplexně automatizovaná, je často vhodnější mít celý systém propojený pomocí kabelů, jelikož takový systém bude spolehlivější a v případě potřeby nabízí rychlejší přenos dat (například pokud mají být součástí systému multimedia). Bezdrátové systémy se hodí zejména tam, kde není žádané zasahovat do elektroinstalace, či pokud uživatel potřebuje pouze jednodušší systém (například s ovládáním několika málo zařízení). Připravená kabeláž pro automatizaci domácnosti rovněž přináší výhodu snadnějšího řešení napájení jednotlivých chytrých zařízení, které se tak může rozvádět po bytě spolu s datovými kabely. Přitom pro propojení jednotlivých chytrých zařízení mezi sebou je možné využít různé typy kabelů (např. ethernetový) [15]. Systémy s kombinovanou kabeláží pak vycházejí z klasické kabelové instalace s možností použití některých bezdrátových prvků (např. snímačů).

Mechanismy používané v chytrých domovech

V chytrém domě se při automatizaci obvykle používají následující principy:

- Přímé ovládání spotřebičů
- Nastavení scény
- Podmínky [16, pokud neseženu lepší]

Přímé ovládání spotřebičů se obvykle provádí dálkovým ovládáním, používá-li spotřebič pro komunikaci technologii rádiového přenosu na frekvencích 443 MHz. Příkladem takového zařízení může být „bla bla bla“ od společnosti... Jiný způsob ovládání rovněž zahrnuje použití jiného chytrého zařízení (například chytrého telefonu), pokud ovládané zařízení umí komunikovat pomocí stejné technologie (např. WiFi). Ovládání pomocí telefonu či podobného chytrého zařízení je možné i v případě, že ovládané zařízení neumí komunikovat stejnou technologií, ale v domácnosti existuje centrální prvek (hub), který podporuje obě technologie a funguje zde jako prostředník mezi oběma zařízeními.

V chytrých domovech je rovněž často možné použít rovněž nastavení některé předem definované scény. Tato scéna sdružuje několik příkazů přímého ovládání. Může se například jednat o scénu odchodu z domu, která vypne všechna světla, odpojí spotřebiče od elektrické sítě a aktivuje zabezpečovací systém.

Dalším principem uplatňovaným v chytrém domě jsou nastavené podmínky. Ty způsobí, že při určité akci systém zareaguje nějakým předem nastaveným způsobem. Například se může jednat o podmínku, aby v případě že s. . .

Komponenty chytré domácnosti

Na trhu dnes existuje nepřeberné množství různých systémů. Typická automatizovaná domácnost využívá některé (či všechny) z následujících komponent:

- Vstupní prvky (různá čidla, tlačítka, dotykové displeje. . .)
- Výstupní prvky (světla, spotřebiče a různá zařízení)
- Virtuální (hlasový) asistent
- Centrální jednotka
- Aplikace pro řízení domácnosti z chytrých zařízení (telefonu, tabletu, počítače. . .)

Chytrá zařízení a IoT

[[todo]]

Protokoly používané v automatizaci domácnosti

[[todo - MQTT atd...]] **[[Možná změnit úplně kapitolu technol. bezdrátového přenosu na Protokoly a tam radši dát MQTT atd?]]**

2.2 Virtuální hlasoví asistenti a centrální prvky chytré domácnosti

Virtuální osobní asistent (VPA) je osobní asistent, který zajišťuje interakci mezi uživatelem chytré domácnosti a zařízeními v ní. Jako jiné označení se rovněž používá inteligentní či digitální osobní asistent, či mobilní asistent. Je-li ovládaný hlasem, pak se někdy označuje jako hlasový asistent [6]. Dále v textu této kapitoly je vždy asistentem míněn právě hlasový asistent, nebude-li specifikováno jinak. Jedná se o software, jehož úlohou je asistovat uživateli při nejrůznějších příležitostech, mezi jinými i při ovládání domácnosti. Hlasoví asistenti běží na některém zařízení s reproduktorem a mikrofony nebo mobilním zařízením. Dnes jich existuje na trhu velké množství (zejména pro chytré telefony), mezi jejich nejznámější představitele v současné době patří:

- Apple Siri
- Amazon Alexa
- Microsoft Cortana
- Google Assistant [2]
- Samsung S voice
- Facebook M
- Nuance dragon [6]

V současné době žádný z výše uvedených hlasových systémů nepodporuje češtinu, nicméně Assistant od společnosti Google by ji v dohledné době mohl podporovat [14]. Amazon Alexa pak sice nerozumí česky, ale již dokáže číst některé knihy v češtině [11]. Pro českého uživatele jsou tak pouze 2 možnosti – buďto používat asistenta v angličtině a spokojit se s případnou absencí některých funkcí, které nejsou v česku podporované (UVÉST KTERÉ A CITOVAT ZDROJ – NAPŘÍKLAD VOLÁNÍ JEN V USA, BEZTAK I NAKUPOVÁNÍ???), nebo použít některého českého virtuálního asistenta, ovšem s omezenou funkcionalitou oproti jejich „něco“ protějškům. Mezi české hlasové asistenty patří například:

- Emma
- Intelli

Zmínit se o českých asistentech (EMMA, INTELLI) a najít další subsection*Použití virtuálních asistentů Každý z virtuálních asistentů má své vlastní specifikace, ovšem jsou typy úloh, které vykonávají více méně všichni asistenti:

- Číst a psát SMS a emailové zprávy, uskutečňovat hovory
- Nastavovat časové a kalendářové akce (časovače, upomínky...)
- Odpovídat na některé základní informativní otázky (počasí, čas, převody jednotek...)
- Ovládat média jako televizi či připojené reproduktory (pouštět filmy, hudbu)
- Vyprávět vtipy a příběhy

- Konečně ovládat prvky chytré domácnosti [2]

Používání virtuálních osobních asistentů nejen, že umožňuje přistupovat k různým úkolům inovativním a interaktivním způsobem, ale v mnoha případech i zjednodušuje jinak relativně zdlouhavou činnost. Dobrým příkladem je například manuální nastavení budíku (bez použití VPA). Na mobilním telefonu (Nexus 5) je potřeba vykonat následující akce:

1. Kliknout na tlačítko pro návrat na domovskou obrazovku (pokud se tam uživatel nenachází)
2. Kliknout na ikonu hodin
3. V otevřené aplikaci najít ikonu budíku a kliknout na ni
4. Kliknout na tlačítko „+“ pro přidání budíku
5. Nastavit hodinu, překliknout na volbu minuty a nastavit minuty
6. Potvrdit kliknutím na tlačítko „OK“

Při použití hlasového asistenta je celá úloha značně zredukována pouze na aktivování asistenta a vyslovení požadovaného úkolu [6].

Bez použití VPA je dokonce řada úkolů nerealizovatelná. Například připomenout či udělat něco v okamžiku, kdy se uživatel vrátí domů, což je funkce, kterou někteří virtuální asistenti podporují [16]. Interaktivitu zajišťují virtuální asistenti i při automatizaci domácnosti, pro její řízení není potřeba otevírat k tomu určené (a mnohdy jednoúčelové) aplikace, ale stačí vyslovit žádost, třeba i s jistou vzdáleností od zařízení s hlasovým asistentem a ten se již o vše postará [DOLOŽIT!!!]. Kromě toho, virtuální asistenti v sobě mohou nést i funkce sloužící přímo pro automatizaci domácnosti. Například nastavení podmínek, scénářů atd [Rozved to a uveď nějaký zdroj!!!].

Virtuální asistenti díky svým funkcím a vlastnostem k chytré domácnosti neodmyslitelně patří, ovšem je nutné si uvědomit, že zde nejsou nutností. Spíše často fungují jako prostředník mezi uživatelem a chytrými zařízeními, který usnadňuje řízení domácnosti. Často pak bývají zabudováni do chytrého zařízení, plní funkci centrálního prvku (hubu), jako například v případě zařízení Echo od společnosti Amazon. [DOLOŽIT NĚJAK!!!]
subsection*Amazon subsection*Google subsection*Microsoft subsection*Apple subsection*Emma

Emma je český hlasový asistent, kterého vytvořil David Beck pomocí aplikace Zkratky (na systému iOS). Jak již bylo zmíněno, nativním virtuálním asistentem pro iPhone je Siri, ta však neumí česky, a to se rozhodl David Beck změnit [20]. Nejedná se o samostatnou aplikaci, ale o zkratku v aplikaci Zkratky na systému iOS. Tato aplikace zkratky umožňuje uživatelům sloučit různé akce do jedné zkratky. Celkově pro zkratku Emma nastavil 7 tisíc akcí a další se chystá přidávat. Systém v současné době již podporuje češtinu, částečně slovenštinu a polštinu. Plánuje také přidat maďarštinu, řečtinu a rumunštinu [21].

2.3 Existující řešení chytrých domů

Dnes je na trhu nepřeberné množství systémů, lišících se v ceně, komplexnosti, způsobem komunikace a podobně. Jednou z nejčastějších aplikací automatizace, kterou různé společnosti nabízejí je ovládání světel a zásuvek. Mezi další aplikace patří ovládání hlavice radiátorů, chytré termostaty, ovládání ventilátorů, stínící techniky, alarm a podobně. Mezi konkrétní systémy, které jsou dostupné na českém trhu patří:

- Loxone
- Jablotron
- Apple HomeKit
- Sonoff
- Fibaro
- Homeconnect
- A mnoho dalších

Kromě komerčně prodávaných systémů je k dispozici rovněž open source řešení, mezi známější patří například:

- Home Assistant
- A další

Loxone

Loxone je společnost, zaměřující se na automatizaci budov, v rozsahu od malých bytů, přes hotely až po rozsáhlé budovy a výrobní haly. Zaměřují se na širokou škálu aplikací, v oblasti automatizace domácnosti jde zejména o:

- Bezpečnost (Pohybové senzory, dveřní a okenní senzory)
- Přístup do budovy (Přístup kódem zadávaným na klávesnici, NFC přívěškem či iButtonem, kamera)
- Řízení filtrace bazénu
- Větrání (Automatické řízení ventilace, například na základě přítomnosti osoby, vlhkosti, teplotě...)
- Regulace teploty (Loxone je možné připojit k jakémukoli zdroji teploty i chlazení)
- Úspora energie (Ovládání budovy k úsporám energie – například automatické stínění jako ochrana přetopení ze slunečního tepla)
- Osvětlení (ovládání bodového světla, LED pásků či Loxone závěsných světel)
- Multimédia (Ovládání audia, TV...)
- Stínění (Ovládání stínící techniky pomáhá při vytápění a chlazení v domě)
- A díky rozšířením také mnoho dalšího [32]

Systém loxone se skládá z několika různých prvků:

- Miniserver
- Rozšíření

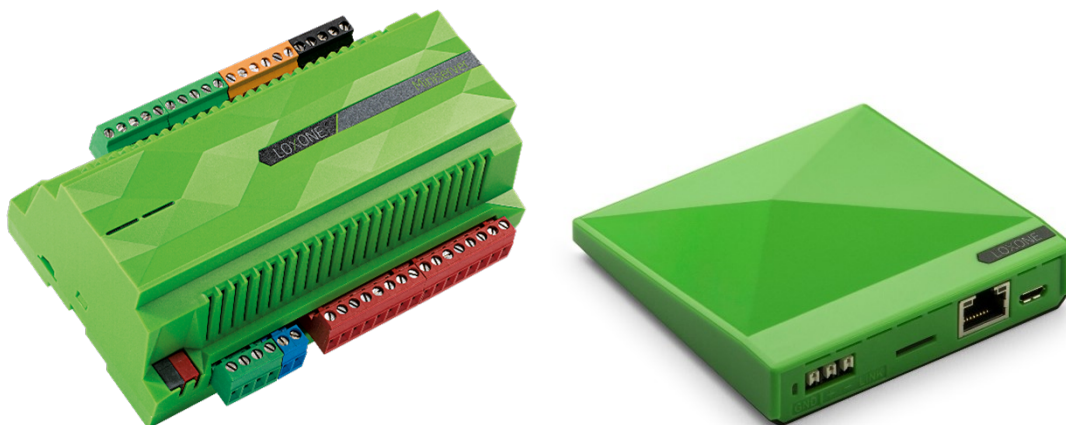
- Příslušenství (Loxone Tree zařízení)
- Loxone Tree a Loxone Link kabeláž
- Aplikace Loxone App a Loxone Config

Loxone prvky ke své činnosti potřebují tzv. miniserver. Ten v systému funguje jako centrální řídicí jednotka, která se stará o automatizaci domácnosti. Loxone nabízí celkem 3 různé verze miniserveru:

- Miniserver Gen. 1
- Miniserver Gen. 2
- Miniserver Go

Miniserver 1. i 2. generace mají oba 8 digitálních a 4 analogové vstupy a 8 digitálních výstupů (relé spínající max 250VAC/30VDC). Miniserver 1. generace má ještě navíc 4 analogové výstupy [27]. Obě generace miniserveru slouží pro kabelovou komunikaci a jsou určeny k instalaci na DIN lištu. Také jsou obě generace vybaveny rozhraním Loxone Link (pro kabelové připojení až 30 tzv. rozšíření) a LAN port (Fast ethernet). Pouze první generace obsahuje KNX rozhraní, naopak pouze druhá generace a verze Go obsahují již integrované rozhraní Loxone Tree (K první generaci je pro komunikaci po Loxone Tree sběrnici dodatek rozšiřující modul) [28].

Pokud si uživatel přeje využívat bezdrátové komunikace mezi prvky systému Loxone (zejména Pro bezdrátové ovládání pak Loxone nabízí 3. verzi miniserveru – Miniserver Go. Ten komunikuje s bezdrátovými periferiemi (rozšířeními a příslušenstvím) rádiovou komunikací na frekvenci 868MHz pro SRD pásmo pro Evropu (na 4 kanálech), případně 915MHz pro ITU region 2 (10 kanálů), s maximálním výkonem 3.16 mW [26]. Obsahuje také LAN port (Fast ethernet) a rozhraní Loxone Link. K této verzi miniserveru je možné bezdrátově připojit až 128 periferií [31].



Obrázek 2.2: Loxone Miniserver gen. 1 a Miniserver Go. Převzato z Loxone web

Všechny verze Miniserveru v sobě obsahují Loxone OS s integrovaný webový server, jsou konfigurovatelné z programu Loxone Config a ovladatelné přes mobilní aplikaci (Loxone App) [33]. Všechny miniservery obsahují slot pro SD kartu (s firmwarem).



Obrázek 2.3: Loxone App. Převzato z Loxone web

Loxone Extensions (rozšíření) slouží pro rozšíření funkcí Miniserveru. K Miniserveru se připojují pomocí sběrnice Loxone Link (kterou obsahují všechny verze Miniserveru). Tato sběrnice může být až 500 m dlouhá. Díky rozšířením může uživatel zakoupit systém pouze s těmi technologiemi, které chce opravdu využívat a nemusí tak platit za zbytečné vlastnosti systému. Příkladem rozšíření mohou být Tree Extension (pro připojení až 100 Tree zařízení; zejména pro doplnění Miniserveru 1. generace, který neobsahuje rozhraní pro komunikaci přes tree sběrnici) [36], Air Base Extension (Pro doplnění Miniserverů 1. a 2. gen – k bezdrátové komunikaci) [37], Dimmer Extension (pro stmívání světel) [38] a mnoho dalších. Loxone nabízí pro automatizaci domácnosti více než 400 produktů [33]. Loxone pro propojení prvků v systému vyvinulo tzv. Loxone Tree technologii. Jedná se o sběrnici, na kterou je možné připojit až 50 prvků, a Loxone uvádí, že díky tomu je možné ušetřit až 80% kabeláže [DOLOŽIT!]. Podobně jako Loxone Link, i Loxone Tree může sahát až 500 m daleko.

V oblasti inteligentního vytápění nabízí Loxone souhrn technologií pro vytápění, chlazení, rekuperaci, a automatizovanou stínící techniku, což přináší do regulace vytápění vysokou efektivitu [34].

Z hlediska regulace teploty nabízí tzv. „zónové“ vytápění. Jedná se o inteligentní topení, které na rozdíl od klasického inteligentního vytápění (zahrnující obvykle nějaký bezdrátový termostat, wifi termostatické hlavice apod.) umožňuje inteligentněji řídit teplotu – tím že uživatel zvolí, ve které místnosti (případně i ve který čas) má být jaká teplota. Uživatel chytrého domu s tímto systémem si tak může navolit například větší teplo v koupelně oproti například místnosti kde spí. Tento systém tak umožňuje mít větší kontrolu nad vytápěnými místnostmi, potažmo vyšší efektivitu.

Inteligentní vytápění Loxone podporuje režim učení, systém se tedy na základě předchozích zkušeností spustí vytápění tak, aby byla v dané místnosti požadovaná teplota ve správný čas. Uživatel si tak může nastavit například to, aby měl v 7:00 vyhřátou koupelnu na 23

°C.

Loxone vytápění má dle oficiálních stránek [25] následující výhodné vlastnosti:

- Inteligentní řízení teploty – využití již zmíněného režimu učení k dosažení požadované teploty v žádaný čas. Loxone rovněž při regulaci zohledňuje venkovní teplotu.
- Úspora nákladů – Loxone dokáže inteligentně rozhodovat o nejefektivnějším řešení. Například energeticky náročnou klimatizaci může nahradit energeticky výhodnějším stíněním
- Režim nepřítomnosti – Systém od loxone podporuje úsporný režim pro chvíle, kdy uživatel není doma
- Ochrana budovy – Loxone dokáže reagovat na různá nebezpečí, například v případě vzniku požáru vypnout ventilaci i rekuperaci
- Loxone aplikace a statistiky – Loxone nabízí zdarma aplikaci na zařízení s androidem přes které uživatel může sledovat i nastavovat teplotu v domě vzdáleně
- Notifikace – V případě problému s některou technologií Loxone upozorní uživatele
- Státní svátky – Na základě znalosti státních svátků může Loxone adekvátně upravovat svoji činnost
- Údržba – Loxone uživatele upozorňuje na termín pravidelné údržby

Z hlediska automatizace domácnosti v porovnání s dříve uvedenými systémy je rovněž důležitá přítomnost ovládané chytré zásuvky. Ta s Miniserverem komunikuje technologií Loxone Air. Má v sobě teplotní čidlo a rovněž elektroměr s vyhodnocením výkonu a spotřeby //ještě zmínit loxone touch a tlačítko na stul

Jablotron

Jablotron je česká firma, která se od svého založení zaměřuje především na zabezpečovací systémy [40]. Kromě nich se také zabývá zabezpečením a monitoringem vozidel, topením a ventilací, monitoringem dechu a rovněž ovládáním a automatizací domácnosti [39].

Jablotron nabízí několik různých systémů. Dva nejnovější jsou Jablotron 100 a Jablotron 100+ [40]. Primárním úkolem obou systémů je zabezpečení budov, ovšem je možné je využít i v oblasti automatizace (zejména díky programovatelným výstupům). Samotné zabezpečení je možné využít v rámci automatizace (Například automatické zapnutí světel při odkódování alarmu) [43].

Na své systémy poskytuje Jablotron při splnění podmínek až 7letou záruku [42].

Pro odjištění/zajištění systému se vždy musí provést nejprve autorizace uživatele. Systém totiž uchovává informaci o oprávnění jednotlivých uživatelů. Každému z uživatelů je možné pro účely autorizace přiřadit jeden kód (4,6 nebo 8místný) a až dva RFID čipy [44].

Typy automatizace, které je možné v těchto systémech použít jsou:

- Zapínání a vypínání
- Akce v kalendáři
- Automatické akce [47]

Mezi akce, které lze automatizovat v systému Jablotron patří zejména ovládání světel, ovládání žaluzií, chytrá termoregulace (řízení vytápění a klimatizace) [48] či ovládání jiných zařízení pomocí programovatelných výstupů.

Systém od Jablotronu je možné rozdělit na tyto různé části:

- Ústředna
- Různé vstupní či výstupní prvky
- Aplikace MyJablotron
- Program J-Link

Ústředna v systémech Jablotron slouží jako centrální prvek, který shromažďuje informace ze snímačů a patřičně na ně reaguje. Komunikace mezi prvky systému a ústřednou může probíhat podobně jako u systému Loxone buď pomocí kabelů, nebo bezdrátově. Zařízení, která komunikují pomocí kabelu se zde nazývají sběrnice [43].

Mezi produkty firmy Jablotron pro automatizaci domácnosti můžeme najít například:

- Záplavový detektor
- Snímač teploty
- Magnetický detektor (detekce otevření dveří/okna)
- Termoelektrická hlavice
- Relé na DIN lištu
- A další [41]

Systém Jablotron 100+ je možné ovládat celkem 4 způsoby a to:

- Přístupovým modulem
- Mobilní aplikací pro chytré telefony (MyJABLOTRON)
- Webovou aplikací (rovněž MyJABLOTRON)
- Či klíčenkou [46]

Přístupový modul slouží pro rychlé odjištění/zajištění objektu, případně k dalším funkcím automatizace. Jablotron nabízí celkem 3 typy těchto modulů:

- Čtečka RFID karet
- Klávesnice se čtečkou RFID karet
- Klávesnice s displejem a čtečkou RFID karet

Ke každému z modulů je možné připojit až 20 segmentů. Ty obsahují popisek a dvě prosvětlená tlačítka. Jejich funkcí může být buďto zajištění/odjištění, signalizace stavu (například signalizace otevření garážových vrat) nebo ovládání zařízení v rámci automatizace (například žaluzií) [44]. Barvy prosvětlení odpovídají semaforu, kde červená odpovídá stavům jako zajištěno/zapnuto, žlutá zajištěno částečně a zelená znamená odjištěno/vypnuto.

Jak již bylo zmíněno, systém od Jablotronu lze ovládat rovněž mobilní aplikací MyJablotron. Je k dispozici jak na Google Play (pro zařízení s androidem), tak i na App Store (pro iOS zařízení). Kromě toho existuje i její webová verze. Jablotron tak nabízí rychlý přehled o tom co se děje v domácnosti. Ovládání domácnosti přes aplikaci funguje podobným způsobem jako přístupový modul – pomocí tlačítek s barvami semaforu.

Klíčenka k ovládání systému je dostupná ve dvou verzích – jednosměrný a obousměrný ovladač. Ten druhý má výhodu v tom, že provedení akce je potvrzeno kontrolkou na ovladači. V případě chyby tak ví, že je například mimo dosah ústředny a akce se neprovedla [43].

K nastavení uživatelských parametrů v systému (jako oprávnění) slouží program J-Link. V něm je možné definovat uživatele i s jejich přístupovými oprávněními, provádět diagnostiku systému, kontrolu programovatelných výstupů a vytvářet či upravovat kalendář akcí (pro ovládání automatizovaných funkcí) [47].

Apple HomeKit

Apple HomeKit je systém, který umožňuje uživateli bezdrátově ovládat nejrůznější chytrá zařízení v domácnosti. Na rozdíl od systémů jako je Loxone je HomeKit určen výhradně pro bezdrátovou komunikaci. Podporuje technologie Bluetooth a Wifi. V systému tvořeném HomeKitem je potřeba nějakého centrálního prvku (hubu). Výhodou zde je, že není vždy nutné mít nějaké „mimořádné“ zařízení – jako centrální prvek zde může posloužit

Sonoff

Sonoff je bla bla...

homeconnect

Zcela jiný přístup k chytré domácnosti přináší systém homeconnect...

Kapitola 3

Technologie dálkového přenosu

Následující část je shrnutím technologií, používaných systémy automatizace domácnosti. Není encyklopedickým výkladem problematiky, ale souhrnem informací, které mají k práci bezprostřední vztah. První část se věnuje obecně technologii bezdrátového přenosu a dále následuje krátké seznámení s technologiemi Wifi, Bluetooth a ZigBee.

3.1 Technologie bezdrátového přenosu

Pro přenos dat či řídicích signálů je vždy potřeba zvolit vhodné médium, přes které se budou tyto informace přenášet. V některých situacích není pro přenos vhodné (a někdy dokonce ani možné) používat kabely (ať už metalické nebo optické). V těchto případech je potřeba přenášet informace bezdrátově, tj. za využití jiných médií, jako je vzduch. Podobně jako je nutné u kabelového spojení využít vhodný způsob komunikace (například zvolit vhodnou sběrnici a nastavit ji správné parametry) je potřeba se způsobem komunikace zabývat rovněž u bezdrátového přenosu. Zde je nutné zejména zvolit vhodnou technologii (jako je Wifi, Bluetooth či ZigBee) a její parametry [A].

Výhody bezdrátového přenosu

Bezdrátová komunikace má oproti kabelové řadu výhod. Zejména se jedná o následující:

- Jednodušší připojení – zařízení není potřeba připojovat kabelem, a dokonce nemusí být ani vybaveno konektorem pro toto připojení (pozn. pro dálkový přenos prostřednictvím světla je však stále potřeba mít nějaký přijímající port). Z toho rovněž plyne, že není potřeba měnit strukturu sítě kvůli změnám v místnosti a rovněž není potřeba myslet na konkrétní strukturu sítě ještě před budováním.
- Větší spolehlivost – Častým zdrojem problémů s kabelovým připojením jsou chyby na straně kabelů – jejich poškození. Použitím bezdrátových technologií se lze vyhnout tomuto typu chyb.
- Snadná rozšiřitelnost sítě – U kabelového připojení je potřeba řešit způsob rozšíření sítě a v případě, že stávající struktura sítě rozšíření nepodporuje, tak je potřeba ji celou pozměnit. Bezdrátové sítě tento problém eliminují.
- Nižší cena – Použitím bezdrátových technologií se značně sníží pořizovací cena sítě – není potřeba kupovat drahou kabeláž. Rovněž instalace kabelů do starých budov může být velmi nákladná a problémová.

Nevýhody bezdrátového přenosu

Kromě množství výhod, které bezdrátová komunikace představuje jsou zde rovněž některé nevýhody tohoto typu komunikace:

- Rušení signálu – zařízení, využívající bezdrátové technologie může způsobovat rušení ostatních zařízení a rovněž opačně – dané zařízení může být rušeno od ostatních zařízení, pracujících na podobném principu
- Bezpečnost – bezdrátová komunikace často vysílá (a přijímá) signály do relativně rozsáhlého otevřeného prostoru, tudíž jsou takto vysílaná data často daleko méně chráněná než u kabelového přenosu (kde je k získávání dat potřeba mít fyzické připojení k síti, ve které se data přenáší) [A] [Q, str. 5-6] [R, str. 406]. Je tedy nutné zabezpečit přenos dat.

Způsob komunikace

V případě bezdrátových technologií se využívá některého pásma elektromagnetického vlnění. Rychlost šíření tohoto záření je ve vakuu rovno konstantě c (přibližně 3×10^8), v médiu jako je vzduch se pak šíří rychlostí c , podělenou indexem lomu (konkrétně pro vzduch je tento index blízký 1, takže můžeme uvažovat prakticky stejnou rychlost jako pro vakuum) [M] [N, str 2-3] [O, str.24] [P, kap 8.2].

V současnosti se na trhu s elektronikou zařízení, využívající především dva různé principy dálkového přenosu informací, první je založen na využití světla, druhý pak využívá rádiové vlny. [A]

Přenos informací pomocí světelného signálu

V případě světelného signálu se většinou využívá infračerveného záření, jelikož není lidským okem viditelné, avšak je možné vyrobit přijímač, která tento signál detekuje (a to je vlastnost, která se zde vyžaduje).

Kromě těchto definovaných protokolů je pro komunikaci pomocí IR záření možno použít standardů IEEE 802.11 (Tyto standardy to tak definují). V praxi se však nikdy nic takového nedočkal rozšíření.

První princip, který je možný použít je využití infračerveného záření. Jelikož není obvykle v domácnosti mnoho zařízení, pracujících s IR, nebývají většinou zařízení navzájem příliš rušeny. Stále zde však existuje rušení od jiných zdrojů infračerveného záření, například ze slunečního záření, nebo fluorescenčního světla. Rušení od těchto zdrojů je však možné potlačit jistými principy. Prvním je vyhrazení určité vlnové délky, která se bude pro přenos informací používat a následným použitím filtru na přijímací diodě, který odfiltruje ostatní vlnové délky. Nepotlačené rušení (od zdrojů, které vyzařují v oné vyhrazené vlnové délce (problémem je tedy zejména Slunce) je možné dále potlačit tím, že bude přijímač reagovat pouze na nějakou modulovanou frekvenci, nepřítomnou v daném zdroji (tedy například ve slunečním záření). Systémy využívající IR záření se vyznačují tím, že je musejí splňovat podmínku přímé viditelnosti vysílače a přijímače. Není tedy možné (bez případných dodatečných, opakovacích zařízení) ovládat zařízení za rohem, pokud není přímo viditelné. Právě díky této vlastnosti je možné volně využívat zařízení, využívající tohoto principu, protože nedochází k žádnému rušení a není tak potřeba regulovat směrnice používání IR vysílání. Dosah IR vysílačů se obvykle udává v jednotkách, případně desítkách metrů.

Přenos informací pomocí rádiových vln

Kromě IR záření mohou zařízení k dálkovému přenosu informací využívat také rádiových vln na různých frekvencích. Zde však již existují jistá omezení. Rádiové vlny se totiž (na rozdíl od IR světla) šíří i skrze předměty. To je příčinou toho, že se mohou i relativně vzdálená zařízení komunikující na stejných vlnách vzájemně rušit. Aby se předešlo naprostému zarušení prostoru, je potřeba mít k vysílání na určitých frekvencích licenci. Je zřejmé, že si běžní uživatelé zařízení v domácnosti nemohou dovolit kupovat drahé licence kvůli každému bezdrátově ovládanému zařízení, které si koupí. Z tohoto důvodu bylo navrženo tzv. pásmo ISM.

V pásmu ISM jsou definovány frekvenční rozsahy, které je možné volně použít pro schválená zařízení bez licence. To ovšem také znamená, že zařízení pracující v těchto rozsazích musejí tolerovat rušení od ostatních zařízení pracujících na stejných frekvencích. [C, s.66]. Dokument „ITU Radio Regulations“ toto pásmo vyhrazuje pro „Provoz vybavení nebo zařízení určených ke generování a využívání lokální vysokofrekvenční energie pro průmyslové, vědecké, lékařské, domácí nebo podobné účely, s výjimkou aplikací v oblasti telekomunikací“. Nejčastěji se pro komunikaci v pásmu ISM používá frekvenční pásmo 2,4 GHz. To je dané historickým vývojem. Zejména u mikrovlnných trub bylo potřeba zvolit vhodné pásmo [X]. Zvolené pásmo 2,4 GHz bylo vybráno z několika důvodů, zejména [Everything2_4GHZ] však na základě empirického měření průniku a šíření tepla pro různé potraviny (při použití frekvencí tohoto pásma) a s ohledem na rozměry použitého magnetronu (součástky, která generuje mikrovlnné záření [W, kap. 6-20]).

3.2 Přenos pomocí WiFi

Wifi je technologie, využívající standardů z rodiny IEEE 802.11. První verze tohoto standardu byla organizací IEEE schválena v roce 1977 [A, s.6]. Od té doby vyšlo mnoho dalších verzí standardů. Jednotlivé verze se od sebe mohou odlišovat různými parametry, například frekvenčním pásmem, šířkou pásma jednotlivých kanálů, maximální rychlostí přenosu atd. Organizace Wi-Fi Alliance rozlišuje některé standardy IEEE 802.11 číslem generace WiFi, nejnovější je prozatím zatím 6. generace (založená na standardu 802.11ax).

Wifi funguje na principu vysílání a přijímání rádiových vln. Organizace IEEE rozhodla využít pro technologii Wi-Fi frekvence z pásma ISM [B, str.2]. Wifi standardně využívá frekvencí 2,4GHz a 5GHz. Nejprve byla zařízení Wi-Fi schopná pracovat pouze v jednom z těchto dvou frekvenčních pásem, ale 4. generace (IEEE 802.11n) přidává možnost práce v obou zmíněných pásmech. Moderní zařízení s wifi si tak mohou vybrat (a dokonce během své činnosti měnit) frekvenci, na které budou spolu komunikovat. Obě pásma mají svá pro i proti. Mezi výhody pásma 2.4GHz patří zejména větší pokrytí signálu a rovněž větší kompatibilita (platí spíše pro starší zařízení). Na druhou stranu pásmo 5GHz nabízí podstatně vyšší přenosové rychlosti a dále větší množství komunikačních kanálů [D].

Režim sítě

Wifi nachází uplatnění v (bezdrátových) lokálních sítích. V nich pak rozlišujeme 3 režimy na základě toho, jak se Wifi zařízení v síti mezi sebou navzájem spojují (jakou plní roli):

- Režim infrastruktury
- Ad hoc režim

IEEE 802.11 PHY Standards							
Release date	Standard	Frequency Band	Bandwidth	Transmission Scheme	Max Modulation	MIMO	Max Data Rate
1997	802.11	2.4 GHz	20 MHz	DSSS, FHSS	QPSK	N/A	2 Mb/s
1999	802.11b	2.4 GHz	20 MHz	DSSS	QPSK	N/A	11 Mb/s
1999	802.11a	5 GHz	20 MHz	OFDM	64QAM	N/A	54 Mb/s
2003	802.11g	2.4 GHz	20 MHz	DSSS, OFDM	64QAM	N/A	54 Mb/s
2009	802.11n	2.4 GHz 5 GHz	20 MHz 40 MHz	OFDM	64QAM	4x4	600 Mb/s
2013	802.11ac	5 GHz	20 MHz 40 MHz 80 MHz 160 MHz	OFDM	256QAM	8x8	6.93 Gb/s
2018	802.11ad	60 GHz	2160 MHz	SC, OFDM	256QAM	Beamforming	6.93 Gb/s



Obrázek 3.1: Některé důležité verze standardu IEEE 802.11 a jejich parametry. Převzato z <https://www.grandmetric.com/2018/05/29/wi-fi-standards-evolution/>

- Smíšený režim

V režimu infrastruktury je v síti přítomen minimálně jeden centrální prvek (tzv. přístupový bod), který zprostředkovává komunikaci mezi jednotlivými prvky (klienty) sítě, případně poskytuje připojení do jiné sítě přes distribuční systém (DS). V tomto režimu sítě je výhoda, že je snadné připojit do stávající infrastruktury nový prvek.

Ad hoc je režim bezdrátové sítě, ve které není přítomen žádný centrální prvek (přístupový bod) se kterým by prvky sítě komunikovali, ani zde není žádné spojení se pevnou sítí přes distribuční systém. Jedná se tedy o decentralizovanou síť. Jednotlivé prvky tedy mezi sebou navzájem komunikují přímo (toto spojení se někdy označuje jako tzv. peer-to-peer). V tomto režimu má síť rovněž SSID identifikátor, kterým je možné síť identifikovat. [A][B]

Bezpečnost v síti Wi-Fi

[[**Todo...**]]

3.3 Bezdrátový přenos pomocí Bluetooth

Bluetooth je standard, definovaný v IEEE 802.15.1. Vytvořila jej firma Ericsson v roce 1994 a od té doby vyšlo několik nových verzí [A]. Podobně jako Wi-Fi pracuje v ISM pásmu 2,4 GHz. Na rozdíl od Wi-Fi však není definován pouze na prvních dvou vrstvách ISO/OSI, ale definuje protokoly na všech sedmi vrstvách tohoto modelu. Na nejnižší úrovni, kde definuje způsob přenosu jednotlivých bitů využívá metodu FHSS, která zajišťuje, že při přenosu bitů vysílač přeskakuje mezi několika frekvencemi [AD].

Zařízení, které jej využívají, umožňuje vytvořit tzv. PAN (osobní síť). V těchto sítích má každé zařízení přiřazeno unikátní 48bitovou adresu BD_ADDR (Bluetooth Device Address) – jedná se o obdobu MAC adresy u ethernetu. Tu používá pro komunikaci s ostatními zařízeními. Jedno zařízení může být v roli master (řídící), slave (podřízená) nebo

obojího [AB, str.4]. K jedné řídicí stanici se připojuje jedno a více podřízených zařízení (používá se pouze adhoc komunikace mezi master a slave stanicí). Zde hovoříme o tzv. piconetu (pikosíti). Maximální počet zařízení v jedné pikosíti je 8 (jedna řídicí stanice a až 7 podřízených). Stanice náležící do jedné pikosítě může zároveň patřit do jiné pikosítě. Jedná se tedy o rozšíření sítě mezi zařízeními. Takto vytvořenou síť nazýváme tzv. scatternet (rozprostřená síť). V každé rozprostřené síti má každá pikosít unikátní identifikátor – je jím BD_ADDR její řídicí stanice. Díky rozlišení jednotlivých pikosítí pak může každá tato síť využívat jiné skokové sekvence (frekvenčních kanálů na kterých se vysílají/přijímají data) [AC, str. 20].

3.4 Technologie ZigBee

Zigbee je bezdrátová technologie, založená na standardu IEEE 802.15.4. Je určena pro vytváření sítě PAN (osobní síť) a pracuje v pásmu ISM 868 MHz, 902-928 MHz a 2,4 GHz [A].

Zařízení v ZigBee síti

ZigBee standard specifikuje 2 typy zařízení – FFL (Full Function Device) a RFD (Reduced Function Device). FFL zařízení je obvykle schopné mnoha funkcí a je stále aktivní, zatímco RFD se nachází většinu času v režimu spánku, ze kterého se občas probudí, například aby odeslalo hodnoty neměřené na nějakém senzoru.

V síti pak každé ze zařízení plní některou ze 3 funkcí:

- Koordinátor
- Koncové zařízení
- Směrovač

Topologie sítě

Na základě definovaných zařízení pak existují 3 možné topologie ZigBee sítě:

- Hvězda
- Strom
- Mesh síť [AG, str.5]

ZigBee Model

ZigBee podobně jako Bluetooth definuje komunikaci na všech úrovních modelu ISO/OSI, nekopíruje však přesně jednotlivé vrstvy. První 3 vrstvy modelů ISO/OSI a ZigBee si odpovídají, ale vrstvy L4-L7 jsou spojené do vrstev APS (Application Support) a ZDO (ZigBee Device Object). [AH, str. 42]

Thread, WeMo, ZigBee and Z-Wave (<https://www.tomsguide.com/us/smart-home-wireless-network-primer,news-21085.html>)

Kapitola 4

Vestavné systémy a vývojové prostředky

Následující část je shrnutím současného stavu v oblasti vestavných systémů a Python knihoven pro vývoj GUI aplikací. Není encyklopedickým výkladem problematiky, ale souhrnem informací, které mají k práci bezprostřední vztah. Nejprve je zde úvod do vestavných systémů, následně je pojednáno o platformě Raspberry Pi, modulech ESP8266 a ESP32 a nakonec o možnostech programování GUI pomocí Python knihoven.

4.1 Vestavný systém

Vestavný systém můžeme definovat jako software spolu s počítačem, zabudovaným do nějakého zařízení takovým způsobem, že jej uživatel nevidí jako počítač [E, str.3]. Tento počítač je většinou jednoúčelový, určený pro předem navržené použití. Tím se liší od univerzálních počítačů, které mohou poskytovat různé funkce a jejichž uplatnění se může měnit (například osobní počítač) [F, str. 3].

[[Definovat mikropočítač, jednodeskový počítač, mikrokontrolér, mikroprocesor... (možná kapitola něco jako základní pojmy u vestavných systémů??)]
[[Zkusit něco vytvořit z nějakého takového souhrnu: <https://www.guru99.com/embedded-systems-tutorial.html>]] **[[<https://jayconsystems.com/blog/microprocessor-vs-microcontroller-vs-microcomputer>]]** **[[Historie smazána, vrátit ji? (Ale upravit!)]]**

Architektura řídicího zařízení

Při návrhu systému se využívá jedna ze dvou architektur:

- Von Neumannova architektura
- Harvardská architektura

Hlavním rozdílem je způsob práce s pamětí. Ve Von Neumannově architektuře je paměť pro program i data spojena do jedné paměti, v Harvardské architektuře je pak rozdělena. Mikroprocesor (CPU) je programovatelné elektronické výpočetní zařízení, určené pro všestranné použití. Jedná se o čip, obsahující 3 základní součásti:

- Aritmeticko-logickou jednotku

- Řídící jednotku
- Registry [I, str. 18–19]

Mikroprocesor sám o sobě je z hlediska vestavěných systémů relativně jednoduché zařízení, které pro funkci systému potřebuje připojit některé další součásti, jako jsou paměti (RAM a ROM), čítače, časovač a podobně. Návrhář tedy musí tyto součásti přidat externě, aby zařízení fungovalo správně. Systémy, zahrnující mikroprocesory jsou obvykle založeny na Von Neumannově architektuře [J].

Mikrokontrolér je zařízení, které na rozdíl od mikroprocesoru má již všechny součásti, potřebné pro svoji činnost v sobě. Obvykle využívá Harvardské architektury [J].

4.2 Jednodeskový počítač Raspberry Pi

Zařízení Raspberry Pi je levný univerzální počítač malých rozměrů. Poskytuje široké možnosti v oblasti multimédií a 3D grafiky, předpokládá se, že bude časem využíván i jako herní platforma.

Název Raspberry Pi vytvořila komise dozorčí rady. Slovo Raspberry je vzato jako název ovoce (malina), jak už je u počítačových systémů zvykem nazývat podle ovoce. Slovo “Pi” označuje zkráceně “Python” - programovací jazyk, který měl být původně jediným programovacím jazykem dostupným na platformě Raspberry Pi [AA].

Historie

Raspberry Pi vzniklo v r. 2006 za přispění studijního ředitele pro informatiku na Cambridgeské univerzitě za účelem lokálních potřeb. Měl to být nástroj, který by poskytl prvotní impuls studentů k nějakému z univerzitních kurzů.

4.3 Moduly ESP8266 a ESP32

Jedná se o levný mikročip, disponující Wi-Fi stackem, schopný provozu RTOS (realtime operačního systému). Je založen na 32bitovém procesoru s architekturou RISC [AE].

ESP32 je nástupce ESP8266. Kromě komunikace přes Wi-Fi umožňuje rovněž komunikaci pomocí Bluetooth, díky hybridnímu Wi-Fi/Bluetooth čipu [AF].

4.4 Python knihovny pro vývoj GUI

K programování grafického uživatelského rozhraní existuje mnoho různých knihoven. Pro jazyk Python se nejčastěji používá některá z následujících knihoven:

Tkinter

Knihovna tkinter je základní knihovna pro tvorbu okenních aplikací. Na rozdíl od ostatních knihoven je již obsažená v samotném jazyce Python, nemusí se tedy dodatečně instalovat [AL]. Používání knihovny je tedy zdarma.

Doporučuje se zvláště začátečníkům pro svou jednoduchost. Pro plnohodnotné využití je možné ke knihovně stáhnout dodatečné moduly [AM].

Specifications	ESP8266	ESP32
MCU	Xtensa® Single-Core 32-bit L106	Xtensa® Dual-Core 32-bit LX6 600 DMIPS
802.11 b/g/n Wi-Fi	Yes, HT20	Yes, HT40
Bluetooth	None	Bluetooth 4.2 and below
Typical Frequency	80 MHz	160 MHz
SRAM	160 kBytes	512 kBytes
Flash	SPI Flash , up to 16 MBytes	SPI Flash , up to 16 MBytes
GPIO	17	36
Hardware / Software PWM	None / 8 Channels	1 / 16 Channels
SPI / I2C / I2S / UART	2/1/2/2	4/2/2/2
ADC	10-bit	12-bit
CAN	None	1
Ethernet MAC Interface	None	1
Touch Sensor	None	Yes
Temperature Sensor	None	Yes
Working Temperature	- 40°C – 125°C	- 40°C – 125°C

Obrázek 4.1: Srovnání specifikace modulů ESP8266 a ESP32. Převzato z <https://www.cnx-software.com/2016/03/25/esp8266-and-esp32-differences-in-one-single-table/>

Kivy

Knihovna Kivy patří mezi multiplatformní knihovny. Dle oficiálních stránek knihovny je možné vytvářet aplikace běžící na následujících zařízeních:

- Desktopové počítače: OS X, Linux a Windows
- IOS zařízení: iPad a iPhone
- Android zařízení: tablety a telefony
- Jakékoli jiné dotykové zařízení, podporující TUIO (Tangible User Interface Objects) [AJ]

Knihovna přináší mnoho různých aspektů, které dle autorů knihovny mají zjednodušit tvorbu grafického rozhraní, obsluhu událostí a podobně.

Ke knihovně rovněž patří zvláštní jazyk (nazvaný stejným jménem jako knihovna – jazyk Kivy). Jedním z jeho cílů je oddělení zodpovědnosti za prezentaci (zobrazení) a logiku programu [AK]. Zobrazení je dáno právě souborem kv (napsaném v jazyce Kivy) a logika souborem s Python kódem.

Podobně jako tkinter, je i tato knihovna nabízena zdarma. Musí se však na rozdíl od tkinteru instalovat dodatečně.

Kapitola 5

Zhodnocení současného stavu a plán práce

V této kapitole se věnuji zhodnocení již existujících řešení automatizace domácnosti. Následně uvádím můj návrh řešení na základě nastudovaných řešení a vhodného rozsahu práce. Nakonec v bodech stanovuji cíle vyplývající z návrhu řešení, které se v práci snažím splnit.

5.1 Současný stav

Na trhu se v současné době nachází velké množství systémů. Z těch, které jsem popsal v části o existujících řešení je nejrozvinutějším systémem ten od společnosti Loxone. Zabírá opravdu širokou škálu možností a jen stěží by se hledala aplikace, pro kterou by nebyl vhodný. Kromě komplexnosti u něj oceňuji rovněž českou jazykovou lokalizaci. V češtině je k dispozici jak aplikace na ovládání (Loxone App), tak rovněž program pro konfiguraci systému (Loxone Config). Čím mě Loxone mile překvapilo je, že jsem si jejich aplikaci Loxone App mohl vyzkoušet v demoverzi i bez zakoupených komponent.

Jako nevýhodu Loxone vidím příliš vysokou cenu. Uživatel, který si chce nainstalovat pár chytrých zařízení bude zřejmě překvapen cenou. Například při pořízení 3 chytrých zásuvek a miniserveru (který je k ovládání zásuvek potřebný) zaplatí přibližně 15 000 Kč. Přitom adekvátní řešení od jiných firem, jako sonoff bude stát necelé 3000 Kč, což je velký rozdíl – a při rozšiřování domácnosti o další prvky tento rozdíl znatelně roste. Na druhou stranu, pokud uživatel staví nový dům, může řešení od Loxone stát srovnatelnou cenu, jako konkurenční „neinteligentní“ instalace. Jako další nevýhodu vidím to, že celkově je instalace systému orientovaná spíše pro profesionální montáž pro pracovníky s příslušnou klasifikací (většina produktů je určena k zabudování do rozvaděče, příp. ke komunikaci s moduly v něm). Celkově je však řešení od Loxone na hodně vysoké úrovni.

Řešení od firmy Jablotron je jistě zajímavé jejich dvoutlačítkovými (rozšiřitelnými) segmenty. Zdá se mi však nepraktické spojit přístupovou klávesnici do domu s prvky automatizace domácnosti. Působí to poněkud omezeně. Navíc rozhraní pro ovládání domácnosti a alarmu v aplikaci MyJablotron se snaží napodobovat onu klávesnici, což příliš k přehlednosti nepřispívá. Na druhou stranu pro uživatele, jehož hlavní požadavek je zabezpečení objektu a pouze doplňková automatizace domácnosti (jako rozsvícení světel při odjždění domu) budou systémy od firmy Jablotron ideální.

Systém HomeKit je zajímavý v tom, že zde není potřeba žádný „speciální“ centrální prvek – pokud již uživatel vlastní například iPhone (či jiný produkt, který zastoupí funkci centrálního prvku). Nevýhodou je to, že aby byl systém ovladatelný globálně, tak je potřeba přeci jen mít v domácnosti nějaký prvek, co bude domácnost řídit. A pokud uživatel již nějaký nevlastní, tak se stává další investicí. Co je na systému HomeKit pozitivní je jeho nízká cena – ve srovnání se systémy od společnosti Loxone či Jablotron. Systém HomeKit se stále rozrůstá a má velkou podporu v rozmanitosti produktů. A na rozdíl od předchozích zmíněných systémů je více orientovaný na běžné uživatele. Jednou z nevýhod je zde to, že je systém orientovaný zejména na bezdrátovou komunikaci, která samozřejmě někdy může být méně spolehlivá. Tím spíše že mnoho produktů komunikuje pouze pomocí Bluetooth, takže si uživatelé musejí hlídat dosah zařízení.

Systém HomeConnect vnáší do automatizace domácnosti zajímavý koncept. Zatímco některé systémy umožňují automatizovat domácnosti například chytrými zásuvkami či spínači, HomeConnect ve spolupráci s jinými společnostmi vyvíjí přímo spotřebiče s prvky chytré domácnosti, čímž tyto spotřebiče obsahují mnohem více „inteligence“, na rozdíl od pouhého „zapínání/vypínání“. Nicméně nevýhodou je zde příliš malý sortiment produktů, a tudíž jednoúčelová aplikace navíc, kterou stejně musejí uživatelé doplnit o další aplikace, chtějí-li například rovněž ovládat zásuvky, světla či rolety. Kromě toho je rovněž cena produktů dost vysoká.

...

5.2 Návrh řešení

Na základě výzkumu dostupných řešení a jejich zhodnocení jsem se rozhodl vyvinout systém, který bude mít některé spíše základní funkce automatizace. Především zde bude řešeno dálkové ovládání jednoho zařízení druhým, jelikož je to zadání mé bakalářské práce. V systému tedy bude figurovat nějaký ovladač a dále ovládané prvky.

V práci tudíž bude nutné zvolit vhodné vestavné zařízení, které bude sloužit jako ovládací část systému a také zařízení, která budou přijímat povely. Rozhodl jsem se, že ovládaný prvek zde nebude žádné konkrétní zařízení (jako zásuvka, spínač, či lampička) ale spíše nějaký obecný modul se vstupně výstupními porty, přes které bude možné ovládat jiná, už konkrétnější zařízení. Pro plnohodnotnou funkci systému bude tento modul nutné opatřit dalšími přídatnými součástkami. Půjde zejména o relé pro možnost ovládání zapnutí a vypnutí zařízení připojeného k tomuto modulu (tímto způsobem bude možné například ovládat LED pásek, či vytvořit bezdrátovou zásuvku). K modulu budou připojeny rovněž tranzistory pro možnost použití PWM modulace na výstupu - takový výstup pak bude sloužit pro stmívání světel, zejména LED pásku či bodových LED světel na 12 V. Ovládat tak bude možné rovněž servo motory, které se řídí PWM signálem.

Aby bylo ovládání systému co nejjednodušší, bude zde možnost ovládání na dotykovém displeji. Jelikož systém ovládaný jen z jednoho místa není v oblasti automatizace úplně nejšťastnějším a efektivním řešením (například uživatel sice nemusí dojít k vypínači světla, aby shasnul, ale stejně musí dojít někde k ovládacímu zařízení systému), rozhodl jsem se, že bude možnost ovládání i z telefonu, počítače a dalších zařízení (požadavky na zařízení budou definovány později v části 6.X Návrh systému) **[[Zmínit v implementaci požadavky]]**. Aby byl plněji využit potenciál displejů (ať už připojeného k ovládacímu zařízení, či ostatním zařízením, ze kterých bude možné moduly ovládat), rozhodl jsem se, že v systému bude možnost využívat několika různých senzorů.

Půjde o tyto senzory:

- teploty
- pohybu
- sepnutí (kontaktu/tlačítka)

[[Uvést že dále budu ovládacímu zařízení říkat centrální prvek? Hub??]] Jde o typické představitele analogových i digitálních senzorů. Pro účely práce budou použity jen tyto tři, nicméně řešení chci pojmut jako open source (a s ohledem na tento fakt se budu snažit o co největší rozšiřitelnost systému), a další senzory bude možné přidat v budoucnu. Všechny senzory budou mít v systému pouze informativní charakter pro uživatele, tzn. bude si moci například zobrazit teplotu v konkrétní místnosti, zda se v ní někdo nachází, či zda byl sepnut nějaký kontakt (např. dveře). Nebude možné přímo systém pomocí senzorů ovládat, ale opět nic nebrání tomu, aby byla tato funkce implementována v budoucnu. U modulů s výhodou využiji, že budou mít více vstupů/výstupů a jeden modul tak může sdružovat více různých funkcí (například mít připojené 2 různé senzory a ovládat 5 výstupů).

Mým řešením bych chtěl doplnit existující open source řešení o takové, které bude svými vlastnostmi určeno spíše pro kutily v oblasti automatizace domácnosti. Bude poskytovat jednoduchý systém pro ovládání mnoha zařízení pomocí jednoho vestavného zařízení s připojeným displejem. Svou prací bych si chtěl rovněž vyzkoušet celý návrh a realizaci systému automatizace domácnosti, který bych následně mohl sám využívat. Vylepšením oproti některým již existujícím systémům bude možnost sdružení několika přijímajících zařízení do jednoho (jak jsem zmínil v předchozím odstavci).

Při práci budu využívat již existující moduly a mikropočítač (který bude sloužit jako „mozek“ systému), které však naprogramuji a vhodným způsobem doplním o některé elektronické součástky (jako zmíněné relé, či tranzistor). Práce se však nebude zabývat konstrukčním návrhem prvků systému, ani návrhem DPS pro hotový systém. Pro případně spojení komponent systému budou použita nepájivá kontaktní pole.

5.3 Cíle práce

Na základě předchozích úvah jsem se rozhodl, že vytvořím systém, který bude splňovat následující vlastnosti:

- Bude zvolen vhodný mikropočítač, který bude sloužit jako ovládací část systému
- Pro ovládací část bude zvolen dotykový displej patřičných rozměrů, aby byl systém přehledný a mohl sloužit pro ovládání zařízení
- Displej by měl být rovněž vybrát s ohledem na možnost zobrazení přehledu o stavu zařízení v systému (například. zobrazení, které zařízení jsou zapnutá, či jaké hodnoty se nacházejí na PWM výstupu)
- K implementaci bude zvolen vhodný programovací jazyk
- Bude podporována funkce přímého ovládání výstupů ovládaných modulů
- Také zde bude funkce zobrazení dat ze senzorů
- Systém bude obsahovat českou jazykovou lokalizaci

- K systému bude možné přistupovat jak lokálně, tak i vzdáleně
- Pro vzdálený přístup zde budou fungovat uživatelské účty, přičemž z jednoho účtu bude možné ovládat jen jednu domácnost
- Bude zvolena vhodná technologie bezdrátového přenosu tak, aby byl systém co nej-jednodušší na implementaci a případné rozšiřování
- Projekt bude uvolněn jako open source, čímž bude cena systému jako takového pro potenciální uživatele minimální (daná pouze cenou použitých součástí a zařízení)

Kapitola 6

Realizace a testování

V této kapitole se věnuji vlastní realizaci řešení a následnému testování a vyhodnocení. V první podkapitole uvádím celkový návrh systému -tedy z jakých aplikací a zařízení se bude skládat, jak mezi sebou budou komunikovat apod. Následně se věnuji návrhu grafického uživatelského rozhraní pro aplikaci, ke kterým uživatel bude přistupovat. V dalších kapitolách již rozebírám implementaci konkrétních aplikací. Nakonec uvádím jak jsem systém testoval a k jakým výsledkům testy vedly. **[[Někde vymezit pojmy...klient, klientská aplikace, (koncový) modul...]]**

6.1 Celkový návrh systému

Systém se bude skládat celkem ze tří aplikací a několika zařízení (každé zde bude mít svou roli).

Zařízení

Jmenovitě budou v systému fungovat tato zařízení:

- Centrální jednotka (s připojeným displejem)
- Koncové moduly
- Senzory
- Ovládaná zařízení
- Ostatní zařízení, přes která bude možné systém ovládat (klienti)

Centrální jednotka bude mít na starosti celý systém řídit. Pokud například uživatel zadá pokyn ke změně hodnoty na některém výstupu modulu, bude to právě Centrální jednotka, kdo tuto žádost (v jistém smyslu) přijme a pošle ji dále jako příkaz na konkrétní koncový modul. Jelikož k centrální jednotce bude potřeba připojit (dotykový) displej, musí mít dostatečný výkon pro vykreslování na něj a zpracování dat. Bylo tedy potřeba zvolit vhodný mikropočítač (protože mikrokontrolery mívají obecně daleko menší výkon) opatřený nějakým portem pro přenos obrazu. Jedním z nejpoužívanějších a také nejrychleji vyvíjejícím se mikropočítačem je Raspberry Pi, vlastní ho tedy již mnoho IT **[[?]]** nadšenců. Je relativně levné (ve verzi 3 se dá sehnat do jednoho tisíce Kč, verzi Zero W je dokonce možné na českém

trhu sehnat za přibližně 300 Kč) a tedy i snadno dostupné. Nadto je použití Raspberry Pi doporučeno v zadání mé práce.

Koncový modul (dále již jen modul) bude zařízení, které bude mít nějaké vstupy a výstupy. Modul bude měnit hodnoty na svých výstupech dle instrukcí, přicházejících z centrální jednotky. K těmto výstupům pak budou dále připojeny příslušné součástky (jako relé, či tranzistor) a k nim dále již reálná zařízení, ve kterých budou nějakým způsobem spínat kontakt. Rovněž bude v pravidelných intervalech číst hodnoty na svých vstupech (ke kterým budou připojeny senzory). Jako koncový modul je potřeba vybrat zařízení s nízkou cenou, jelikož těchto zařízení může být i více. Kromě toho bude modul přijímat pouze jednoduché příkazy od Raspberry Pi, může se tedy klidně jednat o nějaký mikrokontroler s omezeným výpočetním výkonem. Je však potřeba, aby byl tento mikrokontroler schopen komunikovat po síti (tento požadavek vyplývá ze zadání mé bakalářské práce). Na trhu existují především 2 takové mikrokontrolery - ESP8266 a novější ESP32.

Ovládanými zařízeními zde myslím ta, co budou připojena na některý z výstupů modulu. Půjde tedy například o LED pásek, či zařízení, u kterého bude spínat kontakt.

Klientská zařízení budou libovolná zařízení, přes které bude uživatel moci ovládat systém. Jedinými požadavky na tato zařízení jsou zde vzhledem k implementaci:

- Přístup k internetu
- Dostatečně velký displej (ideálně 5" a více)

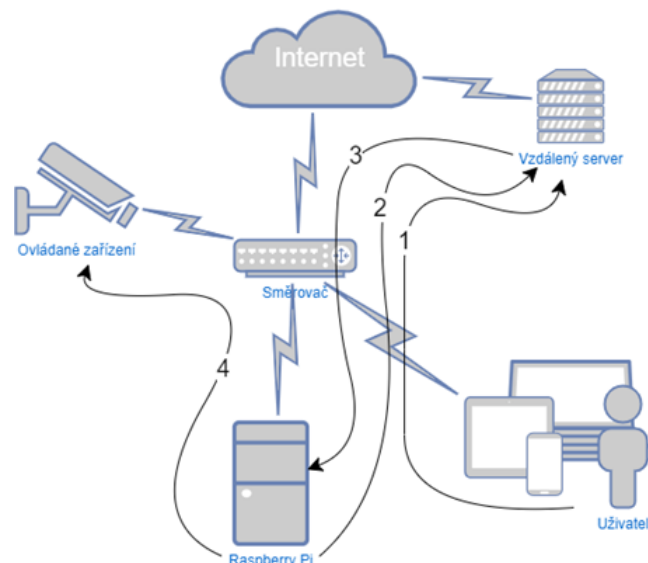
Aplikace

Dále kromě zařízení budou v systému fungovat tyto tři aplikace:

- Klientská aplikace (dále již jen klient), určená jako grafické rozhraní pro uživatele k ovládání systému
- Server, který bude od klienta (ať už přímo, nebo zprostředkovaně skrze databázi) získávat instrukce a vykonávat je
- Aplikace na modulech

Po úvaze jsem dospěl k názoru, že nejvhodnější bude, když bude klient implementován jako jednostránková webová aplikace. A to z několika důvodů:

- Webové aplikace jsou obecně vzato multiplatformní (pokud mají alespoň trochu responzivní design), čehož vhodně využiji v rámci možnosti ovládat domácnost i na dálku
- K přístupu k aplikaci tak bude stačit mít zařízení s přístupem k internetu (a obrazovkou pochopitelně)
- Webové technologie patří mezi rychle se rozvíjející, což přispívá k budoucímu rozvoji systému
- Jazyk Typescript (který budu používat) je jeden z vůbec nejpoužívanějších a nejznámějších programovacích jazyků, pokud se tedy najde programátor, který by chtěl v budoucnu systém rozšířit, je velká pravděpodobnost se nebude muset učit nic nového.



Obrázek 6.1: Architektura systému pro automatizaci domácnosti

[[Upravit scale obrázku výše!]]

Druhá aplikace pak bude běžet na Raspberry Pi jako server zpracující požadavky jednak od klientů, a pak také samozřejmě požadavky zadané přímo na displeji Raspberry Pi [[...rozvést...]]

Jako alternativu těchto prvních dvou aplikací bylo možné vytvořit jen jednu, běžící na Raspberry Pi, přes kterou by se systém ovládal pouze z připojeného displeje. Nicméně tímto by se ztratila možnost ovládat systém i vzdáleně, resp. i z jiných zařízení, než je Raspberry Pi, což by bylo jistě neintuitivní a mnohdy nepříjemné, zvolil jsem tedy řešení dvou aplikací.

Programové prostředky

[[Vysvětlit proč jsem si vybral zrovna typescript a node.js a jaké jsou alternativy (a alternativní řešení)]]

Celková architektura systému

[[Uvést celkově co s čím a jak bude komunikovat, dle obrázku 6.1 (a vytvořit nový)]]

Na obrázku 6.1 je možné vidět celkovou koncepci systému.

6.2 Grafický návrh clientské aplikace

Aplikace byla rozdělena na několik samostatných částí (oken), mezi kterými může uživatel přecházet. Jelikož se jedná o jednu stránkovou aplikaci, nejde v případě jednotlivých částí o klasické stránky (v tom smyslu, že by každá měla vlastní html dokument, který ji generuje). V následujícím textu se však budu odkazovat ke každému takovému samostatnému oknu, jako k jedné (webové) stránce.

Přihlašovací stránka a registrace

Na úvod při spuštění se zobrazí stránka, na které se uživatel bude moci přihlásit (pomocí emailu a hesla). Rovněž zde bude možnost přejít k registraci nového účtu, vyžádat si zapomenuté heslo či projít dále do aplikace bez přihlášení (tato možnost bude pouze v aplikaci Raspberry Pi).

Menu

V aplikaci se přihlášenému uživateli bude zobrazovat vyjíždějící menu, kterým se bude moci přepínat mezi jednotlivými stránkami (jako domovská stránka či nastavení). V menu také bude možnost odhlášení, která však pravděpodobně nebude často využívána.

Domovská stránka

Za domovskou stránku považuji tu, na kterou se uživatel dostane ihned po přihlášení do systému. Tato stránka bude sloužit i jako výchozí pro ovládání jednotlivých zařízení. Bude zde také přehled hodnot na senzorech. Tuto stránku bude mít uživatel zobrazenou většinu času na displeji Raspberry Pi, pokud jej bude chtít používat jako takový rychlý přehled o stavech ovládaných zařízení (a senzorech). Jak vidíme na obrázku XYm bude tato stránka rozvržena na jednotlivé místnosti. Pro každou zde bude pod sebou vyhrazené místo a v něm pro každou místnost se stejným rozvržením - název místnosti, seznam hodnot na senzorech a ovládaná zařízení (ze kterých bude možné vyčíst jejich stav i ovládat je). Pokud bude chtít uživatel ovládat nějaké zařízení, klikne na něj. V případě zařízení typu zapnuto/vypnuto se okamžitě změní stav zařízení. V případě zařízení, řízených PWM modulací se zobrazí nad zařízeními posuvník (nastavený na aktuální hodnotu), kterým bude možné okamžitě měnit hodnotu na výstupu modulu (a tedy stav zařízení).

Nastavení

V aplikaci bude také stránka s nastavením. Bude zde možnost přidávat nová zařízení a konfigurovat ta stávající... **[[Dodělat...Nebude zde nastavení a konfigurace zvlášť?]]**

6.3 Implementace klientské aplikace

[[Zmínit že spárování uživ. účtu s RPi bude tím, že se přihlásí uživatel na lokálním serveru]]

6.4 Implementace serveru na Raspberri Pi

6.5 Implementace aplikace pro koncové moduly

6.6 Testování a vyhodnocení systému

Provedené testy

V rámci testování jsem provedl tyto testy:

- Test reaktivity

- Test intuitivnosti uživatelského prostředí
- Test stability při potížích s připojením k internetu
- Test autonomie?

Test reaktivity (neboli odezvy systému na podněty v reálném čase) probíhal takto...

Test intuitivnosti uživatelského prostředí probíhal takto...

Test stability při potížích s připojením k internetu probíhal takto...

Test autonomie (funkce systému bez lidského zásahu) probíhal takto...

Testy které nebyly provedeny

Kromě testů, které jsem už provedl by bylo vhodné provést ještě dále zmíněné. V případě absence prvních dvou nedojde k žádným potížím (jen systém možná nebude fungovat na jiných zařízeních). Problémy, které by se otestovali zbylými dvěma testy by však mohli být kritické. Alespoň u čtvrtého testu ale věřím, že nejsou obavy na místě, přeci jen je konkurence velká a systém by neměl být zahlcený. V rámci mé práce tyto testy vykonány nebyli, zejména z finančních a časových důvodů. Testy které by bylo vhodné provést:

- Funkčnost systému na alternativních mikropočítačích
- Funkčnost systému na jiných verzích Raspberry Pi
- Stabilita systému v průběhu několika let chodu
- Test spolehlivosti systému při velkém množství uživatelů

Raspberry Pi je jedním z nejpoužívanějších a nejznámějších mikroprocesorů, nicméně na trhu se nacházejí další, u kterých by bylo vhodné otestovat, zda bude server i klientská aplikace (na připojeném displeji) plně funkční. Zejména mikropočítače uvedené v kapitole 4 (tam jsem totiž popisoval rovněž nejpopulárnější mikropočítače)

Funkčnost systému na jiných verzích Raspberry Pi je potřeba otestovat zejména z toho důvodu, že se jedná o poměrně rychle se rozvíjející platformu a někteří potenciální uživatelé tak mohou mít starší model s nižším výkonem. Zvláště zajímavý by byl test na verzi Zero W, jelikož tuto verzi Raspberry Pi je možné pořídit za přibližně 300 Kč. V případě bezproblémového chodu by byl projekt velmi zajímavou alternativou k některým velmi drahým systémům jako je **[XYZ]**. Je možné, že by například nebyla tato verze Raspberry Pi dostatečně výkonná na ovládání systému z připojeného displeje, ale zvládala by na běh aplikace serveru, pak by bylo možné systém prostě ovládat z klientů (například chytrých telefonů). Případně kdyby tato verze nezvládala bezproblémový běh serveru s poskytováním statické stránky, tak by bylo možné tuto část serveru upravit (odstranit) a pak by se klienti připojovali pouze na vzdálený server a úloha Raspberry Pi by se zredukovala pouze na kontrolu (resp. naslouchání) změn v databázi a komunikaci s koncovými moduly, což by snad mělo opravdu bez jakýchkoli potíží fungovat. Pak by se samozřejmě muselo vyřešit spárování Raspberry Pi s uživatelským účtem, protože aktuálně to funguje právě na principu, který vyžaduje, aby se uživatel (alespoň poprvé) přihlásil na poskytované statické stránce z Raspberry Pi.

Test stability systému by pak spočíval v tom, že by systém pravidelně po dobu několika let využívalo jisté množství lidí (například 100 domácností) a pozorovalo, zda se systém v průběhu času chová stále stejně, nezpomaluje se a podobně.

Test spolehlivosti systému při velkém množství uživatelů by bylo provést hlavně z toho důvodu, že v systému funguje jedna veřejná databáze. Vyro by vhodné otestovat, jak se systém bude chovat při velké zátěži databáze (ve chvíli, kdy bude k databázi aktivně současně přistupovat mnoho uživatelů).

Kapitola 7

Závěr

Nápady na pokračování práce:

- ovládání hlasem
- přidání podmínek
- přidání módů (scén) - v podstatě by se jednalo o sdružení více akcí ovládání do jedné
- vývoj by mohl směřovat i na odlehčení serveru tak, že bude pouze kontrolovat databázi a komunikovat s moduly (jak bylo polemizováno v testování) => a mohla by se vytvořit verze pro ESP8266 v režimu Centrální jednotky => velice levný systém...

Moje odkazy [21] [29] [28] [16] [23] [15] [13] [1] [2] [3] [20] [27] [18] [4] [26] [14] [5] [10] [24] [19] [25] [17] [7] [11] [22] [8] [9] [6] [12]

Literatura

- [1] ALBANO, S. WiFi frequency bands: 2.4 GHz and 5 GHz. *Minim: the residential managed WiFi and IoT security platform* [online]. Duben 2019. 2019-04-01. Dostupné z: <https://www.minim.co/blog/wifi-frequency-bands-2.4-ghz-and-5-ghz>.
- [2] APOORVE. What is the difference between microprocessor and microcontroller? *Circuit Digest* [online]. Červen 2015. 2015-06-02. Dostupné z: <https://circuitdigest.com/article/what-is-the-difference-between-microprocessor-and-microcontroller>.
- [3] ARDUINO. What is Arduino? *Arduino* [online]. 2007. 2018-02-05 [cit. 2020-09-25]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>. Path: About.
- [4] AVISON, J. *The World of Physics*. 2. vyd. Cheltenham, Spojené království: Nelson Thornes Ltd, červen 1989. ISBN 9780174382454.
- [5] BAGAD, V. S. *Microwave Engineering*. 1. vyd. Pune, Indie: Technical Publications, 2009. ISBN 9788184313604.
- [6] EADY, F. *Hands-On ZigBee: Implementing 802.15.4 with Microcontrollers*. 1. vyd. UK: Elsevier, Newnes, březn 2007. Embedded technology. ISBN 9780123708878.
- [7] EL BENDARY, M. A. M. *Wireless Personal Communications: Simulation and Complexity*. 1. vyd. Singapur: Springer, dubn 2018. Signals and Communication Technology. ISBN 9789811071300.
- [8] ESPRESSIF. ESP8266. *ESPRESSIF SYSTEMS: Wi-Fi & Bluetooth MCUs and AIoT Solutions* [online]. Dostupné z: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp8266>. Path: Products; SoCs; ESP8266.
- [9] ESPRESSIF. ESP32. *ESPRESSIF SYSTEMS: Wi-Fi & Bluetooth MCUs and AIoT Solutions* [online]. Dostupné z: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>. Path: Products; SoCs; ESP32.
- [10] FULAY, P. a LEE, J.-K. *Electronic, magnetic, and optical materials*. 2. vyd. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2017. Advanced materials and technological series. ISBN 9781498701693.
- [11] GANGULI, M. *Getting started with Bluetooth*. 1. vyd. Cincinnati, Ohio, USA: Premier Press, září 2002. Networking. ISBN 9781931841832.
- [12] GISLASON, D. *Zigbee Wireless Networking*. 1. vyd. UK: Elsevier, Newnes, říjn 2008. ISBN 9780750685979.

- [13] GODSE, A. P. a GODSE, D. A. *Microprocessor and Interfaces*. 1. vyd. Pune, Indie: Technical Publications, leden 2008. ISBN 9788184311259.
- [14] HERMAN, J. Why Everything Wireless Is 2.4 GHz. *Wired* [online]. Červenec 2010. 2010-07-09. Dostupné z: <https://www.wired.com/2010/09/wireless-explainer/>.
- [15] ITU. Terms and definitions. In: *Radio Regulations* [online]. ITU, 2020, sv. 1, s. 8,63 [cit. 2020-11-10]. ISBN 9789261302917. Dostupné z: <https://www.itu.int/pub/R-REG-RR-2020>.
- [16] KAMAL, R. *Embedded Systems: Architecture, Programming and Design*. 2. vyd. New Delhi, Indie: Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, 2008. ISBN 9780073404561.
- [17] KAMMER, D., MCNUTT, G. a SENESE, B. *Bluetooth Application Developer's Guide: The Short Range Interconnect Solution*. Rockland, Massachusetts, USA: Syngress Publishing, Inc, prosinec 2001. ISBN 9781928994428.
- [18] KEIRL, A. a CHRISTIE, C. *Clinical Optics and Refraction: A Guide for Optometrists, Contact Lens Opticians and Dispensing Opticians*. Velká Británie: Elsevier Limited, září 2007. ISBN 9780750688895.
- [19] KIZZA, J. M. Security in Wireless Networks and Devices. In: KIZZA, J. M., ed. *Guide to Computer Network Security*. Cham, Švýcarsko: Springer International Publishing, 2017, s. 397–427. DOI: 10.1007/978-3-319-55606-2_18. ISBN 9783319556062. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-3-319-55606-2_18.
- [20] KURNIAWAN, A. *Arduino Programming with .NET and Sketch*. 1. vyd. Berkeley, CA, USA: Apress, 2017. ISBN 9781484226599.
- [21] LABIOD, H., AFIFI, H. a DESANTIS, C. *Wi-Fitm, Bluetoothm, Zigbeetm and WiMaxtm*. Springer-Verlag New York Inc., říjen 2006. ISBN 1402053967.
- [22] O'BRIEN, H. Why 2.4GHz? Chasing wireless history. *Indiegogo* [online]. Listopad 2012. 2013-05-20. Dostupné z: <https://www.indiegogo.com/projects/why-2-4ghz-chasing-wireless-history>.
- [23] SANCHEZ, J. a CANTON, M. P. *Embedded Systems Circuits and Programming*. 6000 Broken Sound Parkway NW, suite 300, Boca Raton, FL 33487-2742: CRC Press, květen 2012. ISBN 978-1439879047.
- [24] SINGAL, T. L. *Wireless communication*. New Delhi, Indie: Tata McGraw Hill Education Private Limited, 2010. ISBN 9780070681781.
- [25] UPTON, E., HALFACREE, G. a GONER, J. *Raspberry Pi: uživatelská příručka*. 2., aktualizované vydání. Přeložil Jakub GONER. Brno: Computer Press, 2016. ISBN 9788025148198.
- [26] VUJOVIĆ, V. a MAKSIMOVIĆ, M. Raspberry Pi as a Sensor Web node for home automation. *Computers & electrical engineering* [online]. 2015, sv. 44, s. 153 – 171. DOI: 10.1016/j.compeleceng.2015.01.019. ISSN 0045-7906. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045790615000257>.

- [27] What is Infrared? *Cool Cosmos* [online]. [cit. 2020-01-24]. Dostupné z: http://coolcosmos.ipac.caltech.edu/cosmic_classroom/cosmic_reference/whatisir.html.
- [28] WILMSHURST, T. *Designing Embedded Systems with PIC Microcontrollers: Principles and Applications*. Elsevier Books, listopad 2009. ISBN 1856177505.
- [29] ZANDL, P. *Bezdrátové sítě WiFi*. Brno: Computer Press, 2003. ISBN 8072266322.