

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Praha, 2015

Bc. Ondřej Kupka

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Elektronické zabezpečení rodinného domu s využitím počítačových prostředí

Obor: Inteligentní budovy

Autor: Bc. Ondřej Kupka

Vedoucí práce: prof. Ing. Miroslav Husák, CSc.

Praha, 2015

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem předloženou práci *Elektronické zabezpečení rodinného domu s využitím počítačových prostředí* vypracoval samostatně s přispěním vedoucího práce a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s *Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.*“

V Praze dne _____

Podpis

Poděkování

Velmi rád bych poděkoval prof. Ing. Miroslavu Husákovi, CSc. za odborné vedení, cenné rady a připomínky při konzultacích, a především za trpělivost a čas, který věnoval mé osobě.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: **Bc. Ondřej Kupka**

Studijní program: **Inteligentní budovy**

Název tématu česky: **Elektronické zabezpečení rodinného domu s využitím počítačových prostředí**

Název tématu anglicky: **Electronic Security of Family House Using Computing Environment**

Pokyny pro vypracování:

1. Proveďte rozbor stávajícího stavu řešení systémů pro zabezpečení rodinných domů s využitím IP a moderních mikropočítačových možností.
2. Navrhněte elektronický zabezpečovací systém s využitím vhodného typu mikropočítače (např. Raspberry nebo podobný), zajišťující základní funkce IP systému, tj. ústředny, senzorů a komunikace pomocí ethernetové sběrnice. Pro komunikaci mezi jednotlivými senzory a ústřednou využijte vhodného typu protokolu (server – klient), např. TCP/IP.
3. Realizujte funkční model navrženého zařízení s názornými definovanými funkcemi systému. Dosažené výsledky porovnejte s dostupnými podobnými systémy nebo profesionálními komerčně dostupnými IP systémy. Proveďte úvahu o vhodnosti Vašeho návrhu z hlediska komerčního využití.
4. Proveďte jednoduchý ekonomický rozbor pro případnou výrobu navrženého systému.

Seznam odborné literatury:

- [1] Neumann, P. Uhlíř, J.: Elektronické obvody a funkční bloky (I, II), ČVUT, Praha 2001
- [2] Stražil, I.: Ústředna EZS s rozhraním LAN. *Praktická elektronika - Amatérské rádio*. Praha: Amaro, 2011, č. 4, 5, 6.
- [3] Systém Jablotron 100 [online], <http://www.ael.cz/soubor/system-jablotron-100-produktova-rada>
- [4] Linuxsoft.cz: Raspberry Pi, úvod do GPIO [online], http://www.linuxsoft.cz/article.php?id_article=1953

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Miroslav Husák, CSc. (K13134)

Datum zadání diplomové práce: 15. ledna 2015

Platnost zadání do¹: 31. srpna 2016

Doc. Ing. Jan Holub, Ph.D.
vedoucí katedry



Prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
děkan

V Praze dne 15. 1. 2015

¹ Platnost zadání je omezena na dobu tří následujících semestrů

Abstrakt

Cílem této diplomové práce je využití počítačových prostředí pro zabezpečení domů elektronickým zabezpečovacím systémem. Výsledkem práce je centralizovaný zabezpečovací systém fungující po ethernetové sběrnici. Mikro počítač se tedy bude chovat jako senzor a zároveň jako ústředna. Uživatel má o všem přehled pomocí administračního prostředí, do kterého mohou být přidávány další mikro počítače se svými senzory.

Klíčová slova: mikro počítač, Raspberry Pi, ethernet, sběrnice, EZS

Abstract

The objective of this thesis is to propose a computer operated house security system. The outcome is a centralized security system operating on an Ethernet bus. The user is able to monitor the system through admin environment which can easily be enhanced through more microcomputers that are equipped with sensors.

Keywords: microcomputer, Raspberry Pi, Ethernet, bus, security

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Elektronický zabezpečovací systém (EZS).....	10
2.1. Typy senzorů	11
2.1.1. Plášťová ochrana	11
2.1.2. Prostorová ochrana	12
2.2. Ústředny.....	15
2.2.1. Smyčkové	15
2.2.2. S přímou adresací čidel.....	16
2.2.3. Smíšeného typu	16
2.2.4. S bezdrátovým přenosem.....	17
2.2.5. Porovnání systémů ústředen.....	17
3. Sběrnice	18
4. Hardwarová část.....	22
4.1. Raspberry Pi	22
4.2. GPIO	23
4.3. Napájení	24
4.4. Kamerový systém.....	25
4.5. Senzory.....	26
4.6. Zapojení.....	27
5. Softwarová část	28
5.1. Serverová strana	28
5.1.1. Protokol IP	28
5.1.2. TCP protokol	29
5.1.3. Komunikace klient – server	30
5.1.4. Vývojový diagram administrace	31

5.2. Klient	33
5.3. Databáze	34
5.3.1. Sestavení tabulky zařízení a logů.....	35
6. Ekonomický rozbor	36
7. Dosažené výsledky	38
8. Závěr	39
9. Seznam obrázků.....	41
10. Seznam zkratk.....	42
11. Citovaná literatura.....	43

1. Úvod

Výsledkem by měla být plně implementovaná kostra softwaru, který se bude dále zdokonalovat. *Elektronické zabezpečení rodinného domu s využitím počítačových prostředí* vyžaduje vybrat správný hardware a vytvořit řídicí software. Jako hardware jsem vybral mikropočítač od britské nadace Raspberry Pi Foundation, která tento počítač malých rozměrů vyvíjí pro podporu výuky informatiky na školách.

Diplomová práce je rozdělena na několik kapitol tak, aby bylo vše přehledně vysvětleno. První část práce je zaměřena teoreticky. Jedná se o přiblížení problému elektronických zabezpečovacích systémů, shrnutí stávajícího stavu trhu a popis využitých protokolů a technologií.

Další část je koncipována jako praktická část a obsahuje návrh a řešení hlavního jádra. Podkapitoly o využitém hardwaru a implementaci softwaru jsou odděleny, ale zároveň propojeny. Kapitoly jsem oddělil, jelikož software by po minimálních zásazích mohl fungovat i na jiném HW.

V neposlední řadě se pokusím srovnat ekonomickou náročnost a srovnání s komerčními výrobky. Na konec zhodnocení výsledků a závěr.

2. Elektronický zabezpečovací systém (EZS)

První kapitola shrnuje přehled využívaných senzorů a jejich zapojení k ústředně. První heslo je **Elektronický Zabezpečovací Systém**, jde o systém napájený elektřinou s účelem zabezpečit, střežit a chránit objekty a místnosti, a v neposlední řadě také nás. Samozřejmě že nás nemůže chránit pouze tento aktivní systém. EZS se doporučuje využívat s prvky pasivní ochrany, jako jsou například mříže na sklepních a přízemních oknech, automatické rozsvěcování světel v nepřítomnosti, bezpečnostní dveře apod. Podle určitého stupně ochrany se liší realizace a složení celku. V dnešní pokročilé době firmy nabízí své systémy jako skládačku, kde je každý schopen vybrat si, co potřebuje, a kolik potřebuje senzorů, sirén, centrál.

Povinné základní prvky EZS:

- různé druhy senzorů, detektorů
- ústředna
- sirény – jako akustický signál
- majáky – jako optický signál
- klávesnice
- záložní zdroje energie – UPS

Práce se zabývá zabezpečením rodinného domu, což odpovídá na stupnici zabezpečení stupni 1 nízké riziko. Stupnice má 4 stupně:

1. nízké riziko - rodinné domy, byty, garáže chaty, apod.
2. nízké až střední riziko - komerční objekty
3. střední až vysoké riziko - zbraně, ceniny, informace, narkotika
4. vysoké riziko - objekty národního a vyššího významu

2.1. Typy senzorů

Senzor nebo také čidlo měří určitou fyzikální veličinu a převádí ji na signál, který jde dále zpracovávat ve vzdálených řídicích centrech. Nejčastěji se jedná o elektrický signál. Sensory můžeme rozdělit na dva typy podle toho, co chrání, a to na ochranu prostoru a ochranu pláště.

2.1.1. Plášťová ochrana

2.1.1.1. Magnetické kontakty

Magnetické kontakty se využívají spíše jako jistící prvek dveří, oken, mříží. Jelikož nehlídají výplně a prostor, využívají se jako prvky ochrany při nepovolené manipulaci s klávesnicí, a centrálou, které jsou umístěny na zdech. Zabraňují tak demontáži důležitých součástí, jako může být demontáž napájecího zdroje. Díky tomuto jednoduchému senzoru zabráníme deaktivování zabezpečení bez toho, aby systém nedostal upozornění o případné loupeži. Zpravidla jsou senzory zavrtány přímo do rámců oken a dveří, nebo pod krabicí ve zdi. Ústředna vyhodnocuje hodnotu odporu detekční smyčky doplněné o vyvažovací odpory a zapnutí a vypnutí stará se relé. Pomocí dvojité vyvážené smyčky jsme schopni detekovat 3 různá hlášení senzoru.[6]

- Nic se neděje, vše v pořádku.
- Poplach (někdo např. otevřel okno bez odkódování místnosti).
- Sabotáž.
 - a. Odpojení senzoru nebo manipulace se senzorem.
 - b. Zkracování smyčky.

2.1.1.2. Sensory chránící skleněné plochy

Tento druh čidel je velmi rozšířen v ochodech s velkou skleněnou plochou. Senzor funguje na principu detekce zvuku tříštění skla. Máme dvě varianty využití. První variantou je, že senzor je nalepen přímo na skle a detekuje zvuky přímo ve hmotě skla. Tento způsob je méně efektivní a méně praktický, jelikož při vyšším počtu skleněných ploch se zvyšuje počet senzorů. Mnohem praktičtější je využití akustického senzoru, kdy senzor detekuje akusticky tříštění skla. Výhoda je tedy ochrana více skleněných ploch najednou, ale při špatném nastavení citlivosti může senzor detekovat ruchy z okolí. Například pokud někdo rozbije

skleněnou nádobu před restauračním zařízením či kontejnery na sklo, nebo dokonce vyloupí automobil před budovou.[6]

2.1.1.3. Senzory vibrací/otřesů

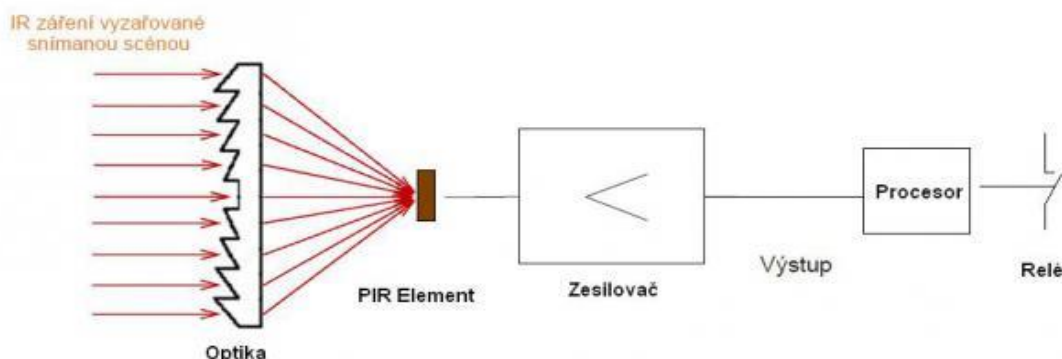
Méně využívané senzory v běžném prostředí. Jedná se o senzory, které snímají otřesy, které mohou být způsobeny dobýváním se do místnosti. Může se jednat o dobývání se kladivem nebo sekýrou skrz dveře, vrtání skrz zeď atd. Senzory mají tedy využití spíše v bankách na ochranu trezorů. Tento typ se využívá také jako ochrana před zhroucením budovy. Například u výrobních závodů, kde jsou rotační stroje, které mohou rozvibrovat budovu.[6]

2.1.2. Prostorová ochrana

Podle stylu zjištění narušení rozlišujeme senzory pasivní, kde senzor reaguje pouze na fyzikální změny v jeho okolí, a dále senzory aktivní. Aktivní senzory vytváří svůj určitý pracovní perimetr a detekuje změny v tomto prostředí.[6]

2.1.2.1. Pasivní infračervené senzory

Nejpoužívanější senzor na zajištění prostoru. Princip senzoru využívá pyroelektrický jev. Podobně jako mechanickým tlakem lze deformovat krystalickou mřížku dielektrik, můžeme tuto deformaci vyvolat i změnou teploty. V látkách s jednou polární osou symetrie tak lze změnou teploty vytvářet dipólový moment, jehož velikost je přímo úměrná změně teploty a má směr této polární osy symetrie. Pokud se narušitel pohybuje ve snímané zóně a jeho teplota je odlišná od teploty okolí, zachycuje senzor přechod objektu z aktivní do neaktivní zóny. [1][6]



Obrázek 1: Funkce PIR senzoru [1]

Na obrázku 1 názorně vidíme, že se skutečně jedná o pasivní typ senzoru, jelikož nic nevyzařuje, ale pouze detekuje změny dopadajícího IR záření přes jeho optiku. Dále už jen potřebné zesílení a procesování výstupu, který nabývá hodnot 0 a 1.

Nevýhody senzoru jsou velké, spuštění poplachů může způsobit domácí zvíře, proměnlivé hodnoty teploty zapříčiněné sluncem nebo teplotní výkyvy může způsobit otopné těleso. Dále může spouštět alarm hýbající se záclony. Vliv bílého světla lze eliminovat pomocí černého zrcadla, ale stále při montáži platí, že na sensor nesmí dopadat sluneční svit ani odražené světlo. Sensor lze také obelstít, pokud použijeme teplotně odizolované oblečení.

Pasivní pyroelektrický senzor je tedy hojně využíván pro jeho cenu a nenáročnost. Jelikož pro zabezpečení prostoru našeho rodinného domu je potřeba monitorovat pohyb, zvolil jsem tento typ k ochraně prostoru domu. V práci je využíván PIR modul SB00612A-2, který lze zakoupit na internetu přibližně za 80 korun.



Obrázek 2: Pir modul[15]

Tento modul jsem vybral pro jeho vlastnosti a cenu. Díky rozsahu napájecího napětí lze rovnou připojit na GPIO piny. Vlastnosti: [15]

- rozměry: 24 x 32 mm
- napájení: DC3.3V-15V
- spotřeba: < 1mA
- výstup: Logická 0 nebo 1, 3V
- nastavitelná citlivost
- nastavitelné zpoždění
- nastavitelné osvětlení pro sepnutí

- zpoždění: 2s až 70min
- provozní teplota: -20 až 85°C
- infračervený senzor: dvojitý, nízký šum, vysoká citlivost
- vzdálenost detekce: 5.6m
- úhel detekce: 120°

2.1.2.2. Aktivní infračervené senzory

Z názvu vyplývá, že senzor funguje opačně jako pasivní senzor. Nic nezkoumá a sám vysílá do prostoru IR paprsky, které se odrážejí a vracejí se zpět. Čidlo tak nelze deaktivovat přelepením snímače. Využití je stejné jako PIR, pouze je použití jistější. Nejčastější využití je tedy zajištění prostor v budově, kam není přístup.

2.1.2.3. Aktivní ultrazvukové senzory

Další z řady aktivních senzorů. V tomto případě je využíváno vlnění o kmitočtu nad 20kHz, tedy nad slyšitelným pásmem. Senzor obsahuje jak vysílač, tak i přijímač. Vysílač vysílá vlnění o konstantní frekvenci a přijímač přijímá odražené vlnění od překážek v místnosti, není doporučeno používat na otevřeném prostranství. V klidovém stavu je vyslaný a přijatý signál porovnáván elektronikou a s časem se nemění. Pokud se v zorném poli senzoru pohybuje předmět, osoba nebo zvíře, dojde ke změně fáze přijatého vlnění a je vyhlášen poplach. Při vyhodnocení se využívá principu Dopplerova jevu, u kterého se s přiblížením nebo vzdálením objektu mění frekvence, a tím i fáze odraženého signálu. Nemění se však vzdálenost narušitele, ale pouze přítomnost odchylky nad povolenou tolerancí.

Nyní bych ještě zmínil detektory kouře a detektory teploty sloužící nejen pro EZS, ale také pro EPS (elektrická požární signalizace). Senzory zabezpečující prostor se vyskytují i v kombinovaném provedení. Na trhu jsou jejich vzájemné kombinace, aby se vyrušily určité nedokonalosti jednoho či druhého senzoru.

2.2. Ústředny

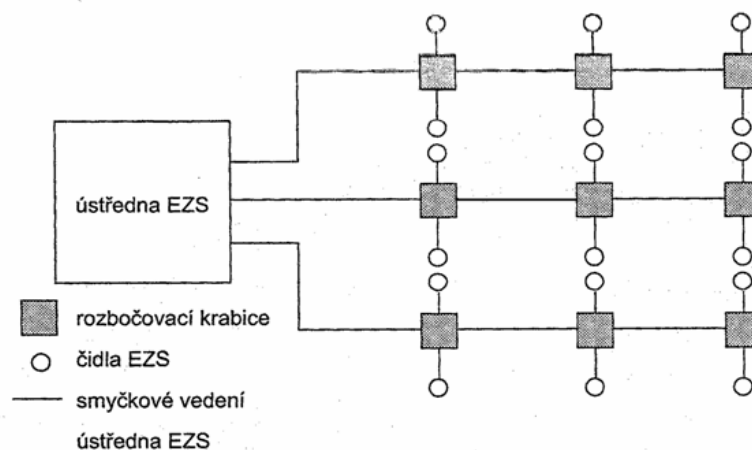
Ústředna je mozek celého systému, jsou zde posílány signály po sběrnici nebo bezdrátově, a poté jsou zpracovány. Můžeme využít centrálního, decentralizovaného nebo hybridního přístupu k uspořádání řídicích systémů. Stupeň centralizace závisí na počtu lokalit prvků.

Nejpoužívanější typy:

- ústředny smyčkové (analogové)
- ústředny s přímou adresací čidel
- ústředny smíšeného typu
- ústředny s bezdrátovým přenosem poplachového signálu od čidel

2.2.1. Smyčkové

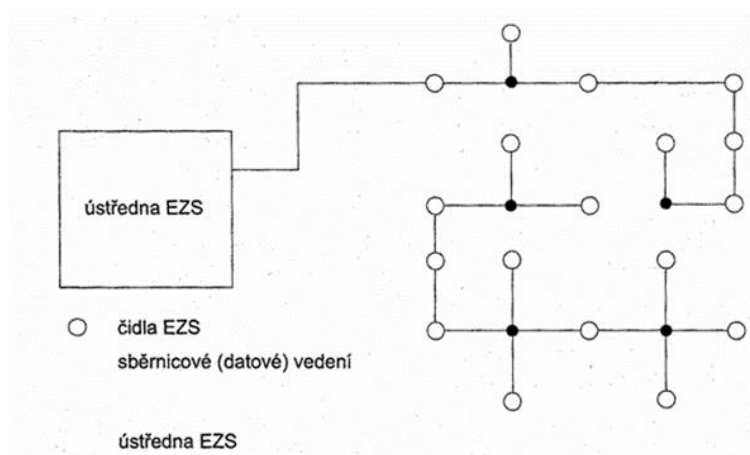
Ústředna má pro každou poplachovou smyčku vstupní vyhodnocovací obvod. Obvod je řešen pro připojení proudových smyček o definované hodnotě a toleranci. Smyčka je zakončena zakončovacím odporem tak, aby vykazovala předepsanou hodnotu odporu pro příslušný typ ústředny. Změna odporu smyčky způsobená aktivací některého z čidel smyčky nebo sabotáží na smyčce vede k vyhlášení poplachového stavu systému EZS. [7] Poplachové smyčky systému EZS jsou tvořeny nejčastěji sériovým zapojením rozpínacích kontaktů čidel.



Obrázek 3: Smyčková ústředna [7]

2.2.2. S přímou adresací čidel

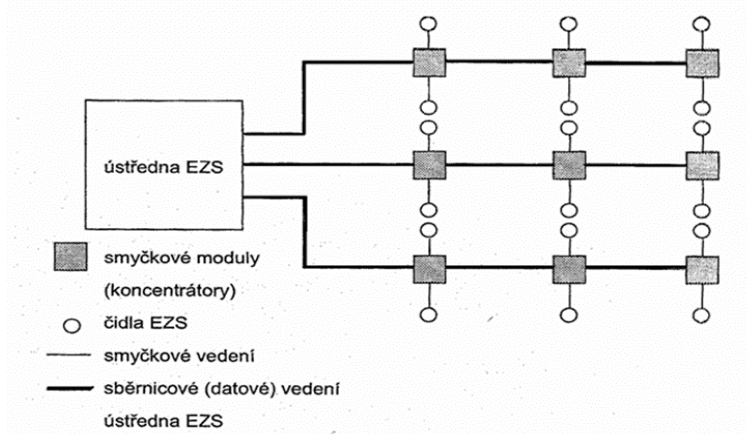
Tato ústředna pracuje na principu komunikace po datové sběrnici “ústředna – senzory”. Ústředna periodicky generuje adresy jednotlivých čidel a přijímá příslušné odezvy. Velkou výhodou tohoto systému je, že při narušení objektu ústředna oznámí, který konkrétní senzor byl aktivován a jaký je druh narušení. Tento systém přináší výhody uživateli v případě, že je v objektu místo trvalé obsluhy, nebo máme-li zajištěn přenos na PCO či monitorovací pult hlídací služby. V jiném případě výhody přímé adresace ocení především instalační firma při servisu těchto systémů. [7]



Obrázek 4: Ústředna s přímou adresací [7]

2.2.3. Smíšeného typu

Využívá se zde takzvaných koncentrátorů, neboli jde o typ ústředna – koncentrátor. Komunikace mezi ústřednou a koncentrátory probíhá pomocí datové či analogové sběrnice. Na koncentrátory jsou senzory připojeny pomocí smyček jako u smyčkových ústředen.[7]



Obrázek 5: Ústředna smíšeného typu [7]

2.2.4. S bezdrátovým přenosem

Tento model se používá hlavně tam, kde se s žádným systémem nepočítalo. Jelikož nepotřebujeme žádný stavební zásah, nebo můžeme použít bezdrátový senzor jako rozšíření stávajícího systému.

Nevýhodou tohoto systému je možnost rušení a vzniku planých poplachů. A pokud útočník zjistí kmitočet a druh modulace, snadno může senzory zahltnit a zabezpečení je neúčinné. [7]

2.2.5. Porovnání systémů ústředen

Z předcházejících kapitol můžeme usoudit, že se jedná o dva přístupy k řešení problému sběrnicevého systému.

2.2.5.1. Centralizovaný přístup

Veškerá data jsou zpracovávána na jednom místě, které je patřičně zabezpečeno. Toto pracoviště pak komunikuje s každým prvkem samostatně. Zvyšují se zde náklady na kabeláž. Výhodou je tedy centrální přístup, nevýhodou jsou již zmíněné náklady na délku rozvodů a možnost nestability systému, která může být způsobena závislostí na jednom zařízení. Vhodné spíše pro menší objekty.

2.2.5.2. Decentralizovaný přístup

Decentralizovaný systém má veškerou inteligenci integrovanou v jednotlivých členech systému a ke svému plnohodnotnému provozu nepotřebuje žádné centrální řízení. Tento způsob potřebuje využívat technologie umožňující technologie komunikace po sběrnici. [7]

3. Sběrnice

Pod pojmem sběrnice obecně rozumíme soustavu vodičů, která umožňuje přenos signálů mezi jednotlivými zařízeními. Pomocí těchto vodičů mezi sebou jednotlivé části komunikují a přenášejí data. Průmyslové sběrnice jsou v současnosti v technickém světě důležitým nástrojem pro sběr, distribuci a vyhodnocení dat. Digitální systémy díky rozvoji a ceně mikrokontrolérů a mikroprocesorů nahrazují analogové systémy, zjednodušují kabeláž a přinášejí mnoho dalšího. Řídicí systémy v automatizovaném procesu tak nedostávají pouze data, která by musely samy zpracovávat, ale dostávají rovnou celý balík zpracovaných dat. Takže operátor pultu nezná jen okamžité hodnoty, ale může vidět stav opotřebení, stav kalibrace čidel a například díky tomu, že je více čidel na sběrnici a mají návaznosti, mohou senzory decentralizovaně spolupracovat.

Jak je zmíněno výše, díky cenám a dostupnosti dnes vzniká spousta sběrnic, které jsou úzce zaměřeny na oblast, kam patří (například CAN sběrnice je nejvíce využívána v automobilovém průmyslu). V následujících kapitolách přiblížím typy průmyslových i neprůmyslových sběrnic, které jsou si hodně podobné, a to v tom, že se snaží integrovat nekompatibilní systémy v jeden.

Práce je zaměřena na rodinný dům, kde není potřeba využívat průmyslové sběrnice. V následujících kapitolách budou přiblíženy sběrnice, které nejčastěji využívají mikro počítače.

RS-232

Standart RS-232 je jeden z nejstarších, používá se k sériové komunikaci mezi dvěma zařízeními. To znamená, že spojení lze provést pouze pro komunikace s jedním zařízením, kde jsou vysílány bity postupně za sebou. Tento typ má výhodu v tom, že data jsou posílána v sérii, takže na fyzické vrstvě nevznikají kolize. Řídicí signály mají opačnou logiku od signálů přenášejících data. V dnešní době tento standard ustupuje univerzální sériové sběrnici známou pod zkratkou USB.

RS-485

Je standard sériové komunikace po dvou nebo čtyřech vodičích. Používá se především v průmyslovém prostředí, kde díky tomu, že nemá definovány konektory, dochází k nesprávnému zapojení. Standard RS485 je navržen tak, aby umožňoval vytvoření dvouvodičového poloduplexního vícebodového sériového spoje. Má stejný základ jako standard RS232, od kterého se liší především jinou definicí napěťových úrovní, nepřítomností modemových signálů, možností vytváření sítí (též sběrnice) sestávajících až z 32 zařízení a možností komunikace na vzdálenost až 1200m (proti 20m u RS232). Výhodou rovněž je, že linku RS485 je možné vytvořit z široce rozšířeného standardu RS232 pomocí jednoduchých převodníků úrovně.

1-wire

Další sběrnice komunikující po dvou vodičích je 1-Wire od firmy Dallas Semiconductor. Hojně používána v zabezpečovací technice například pro docházkové systémy, různé senzory atd. Sběrnice má jeden řídicí obvod (master) a jeden či více ovládaných zařízení (slave). Všechny obvody jsou zapojeny jednak na společnou zem, jednak paralelně na společný datový vodič. Tento datový vodič je připojen přes odpor cca 5k na napájecí napětí a "zdvihá" tak sběrnici do log. 1. Komunikaci zahajuje vždy master reset pulsem. Nejprve "stáhne" datový vodič do log. 0 (uzemní ho) a drží ho na této úrovni minimálně 480 mikrosekund. Pak sběrnici uvolní a naslouchá. Odpor zatím vrátí sběrnici zpět do log. 1. Pokud je na sběrnici připojené nějaké 1-Wire zařízení, tak detekuje tuto vzestupnou hranu a po prodlevě (15 - 60 μ s) stáhne sběrnici na 60 - 240 μ s k log. 0. Pokud se zařízení správně ohlásí, může master začít vysílat a přijímat data. Data jsou vysílána v tzv. "time slotech", česky bychom řekli nejspíš v "časových úsecích" nebo v "okénkách". Slot je dlouhý 60 až 120 μ s a během jednoho slotu je vyslán nebo přijat jeden bit informace. Mezi jednotlivými sloty musí být minimálně 1 μ s mezera, kdy je sběrnice v klidu. [12]

SPI

Sběrnice SPI (Serial Peripheral Interface) představuje jednu z forem sériových externích sběrnic sloužících pro vzájemné propojení dvou či více komunikujících uzlů, přičemž jeden uzel obvykle vystupuje v roli takzvaného řadiče sběrnice (master), ostatní uzly pracují v

režimu slave. Uzel, který pracuje jako master, obsahuje generátor hodinového signálu, který je rozveden do všech ostatních uzlů, čímž je umožněn zcela synchronní (navíc ještě obousměrný) přenos dat.

I2C

I2C je zkratka z celého názvu Inter-Integrated Circuit. Na rozdíl od SPI má I2C pouze jeden datový vodič, takže funkce sběrnice při přenosu dat je poloduplexní. Také to znamená poněkud složitější interní strukturu všech připojených zařízení, protože příslušné piny musí být možné přepínat ze vstupního režimu na režim výstupní. Také zde není použit výběr zařízení typu slave pomocí zvláštních signálů, protože každému uzlu je přiřazena jednoznačná adresa – kromě elektrických charakteristik je totiž přesně stanoven i komunikační protokol, což je další rozdíl oproti výše popsané sběrnici SPI. Obecně je možné říci, že I2C je sice poněkud složitější, ale zato flexibilnější sběrnice, která se velmi často používá i pro komunikaci na delší vzdálenosti (řádově metry, viz například DDC u monitorů), než je tomu u sběrnice SPI.[13]

Ethernet

Poslední sběrnici, kterou si představíme, je Ethernetová sběrnice. Tuto sběrnici jsem vybral pro komunikaci mezi serverem a klienty. Toto spojení lze udělat i pomocí výše zmíněných sběrnic, ale žádná není tak rozšířena, a navíc práce může být dostupná odkudkoliv na světě. Základním principem přenosu dat na ethernetu je sdílení média, soupeření o sběrnici a řešení kolizí dat. Pro přístup ke sdílenému přenosovému médiu (sběrnici) se používá metoda CSMA/CD (Carrier Sense with Multiple Access and Collision Detection), česky metoda mnohonásobného přístupu s nasloucháním nosné a detekcí kolizí. Stanice (síťová karta), která potřebuje vysílat, naslouchá, co se děje na přenosovém médiu. Pokud je v klidu, začne stanice vysílat. Může se stát (v důsledku zpoždění signálu), že dvě stanice začnou vysílat přibližně ve stejný okamžik. Jejich signály se pochopitelně navzájem zkomolí. Tato situace se nazývá kolize a vysílající stanice ji poznají podle toho, že během svého vysílání zároveň zjistí příchod cizího signálu. Stanice, která detekuje kolizi, vyšle krátký signál (jam o 32 bitech). Poté se všechny vysílající stanice odmlčí a později se pokusí o nové vysílání. Mezi opakovanými pokusy o vysílání stanice počká vždy náhodnou dobu. Interval, ze kterého se čekací doba náhodně vybírá, se během prvních deseti pokusů vždy

zdvojnásobuje. Stanice tak při opakovaných neúspěších „řadí“ své pokusy o vysílání a zvyšuje tak pravděpodobnost, že se o sdílené médium úspěšně podělí s ostatními. Pokud se během šestnácti pokusů nepodaří rámeček odvysílat, stanice své snažení ukončí a ohlásí nadřazené vrstvě neúspěch.

4. Hardwarová část

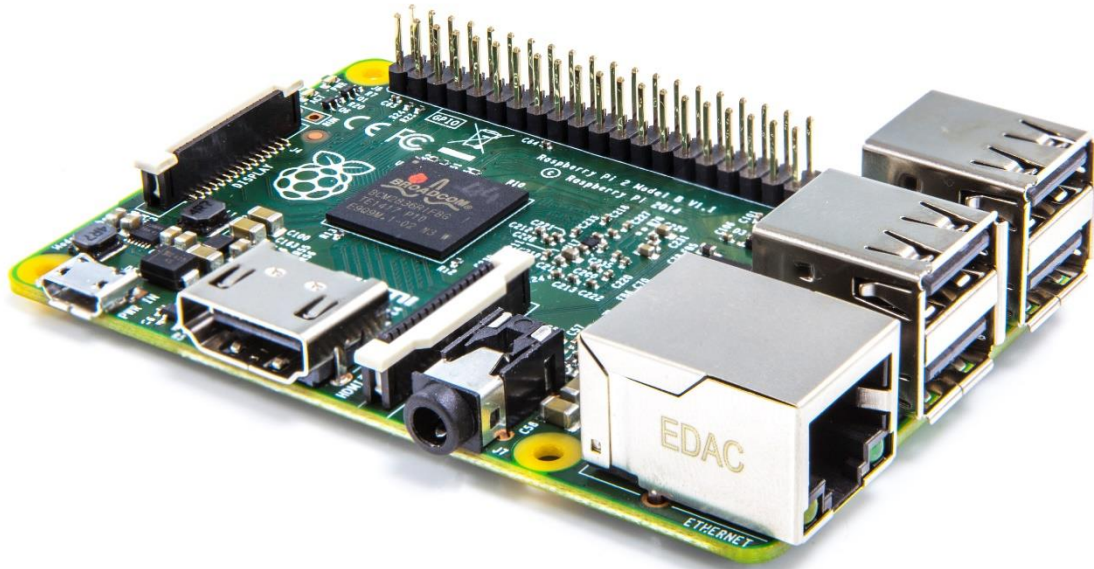
Zabezpečení domu pomocí počítačových prostředí nabízí mnoho možností, jak problém řešit. Na internetu lze najít řadu výrobků v různých cenových a výkonnostních rovinách. Mezi nejznámější patří Raspberry Pi, Arduino, Edison a další jejich mutace. Každý mikropočítač má obrovskou komunitu lidí, kteří vytváří různé tutoriály a poskytují pomoc začínajícím vývojářům. V této práci je využit první ze zmíněných, a to Raspberry Pi.

4.1. Raspberry Pi

Raspberry Pi neboli Malina nebo také RPi je jednodeskový mikropočítač o velikosti 4“ telefonu (přesně 67,6 x 30 mm). Cena je opravdu dostupná, nejnovější model Pi2 lze koupit okolo 900,- Kč. Vyvíjí ho britská nadace Raspberry Pi Foundation s cílem podpořit výuku informatiky ve školách. Jeho základem je SoC Broadcom BCM2836 z rodiny ARM Cortex-A7 taktovaný na 900 MHz, s posílenou jednotkou FPU, zpětně kompatibilní s Raspberry Pi 1. Grafický procesor VideoCore IV a 1024 MB (model 2) nebo 512 MB (model B+) sdílené paměti. Naopak neobsahuje žádné rozhraní pro pevný disk nebo SSD – pro zavedení systému a trvalé uchování dat je určen slot na SD kartu. I když má RPi video výstup pro monitor, nebudu ho používat, pouze pro instalaci systému a základní nastavení.

Na Raspberry budu přistupovat z konzole počítače, a to pomocí SSH. Jde o zabezpečený komunikační protokol, který využívá TCP/IP. SSH byl navržen jako náhrada za telnet a další nezabezpečené vzdálené konzole, které posílají heslo v nezabezpečené formě, a umožňují tak jeho odposlechnutí při přenosu pomocí počítačové sítě. Šifrování přenášených dat, které SSH poskytuje, slouží k zabezpečení dat při přenosu přes nedůvěryhodnou síť, jako je například Internet.

Jako serverové RPi jsem využil model RPi 2, díky jeho výkonu na něm může pracovat administrační server, kterému je věnována kapitola o software.



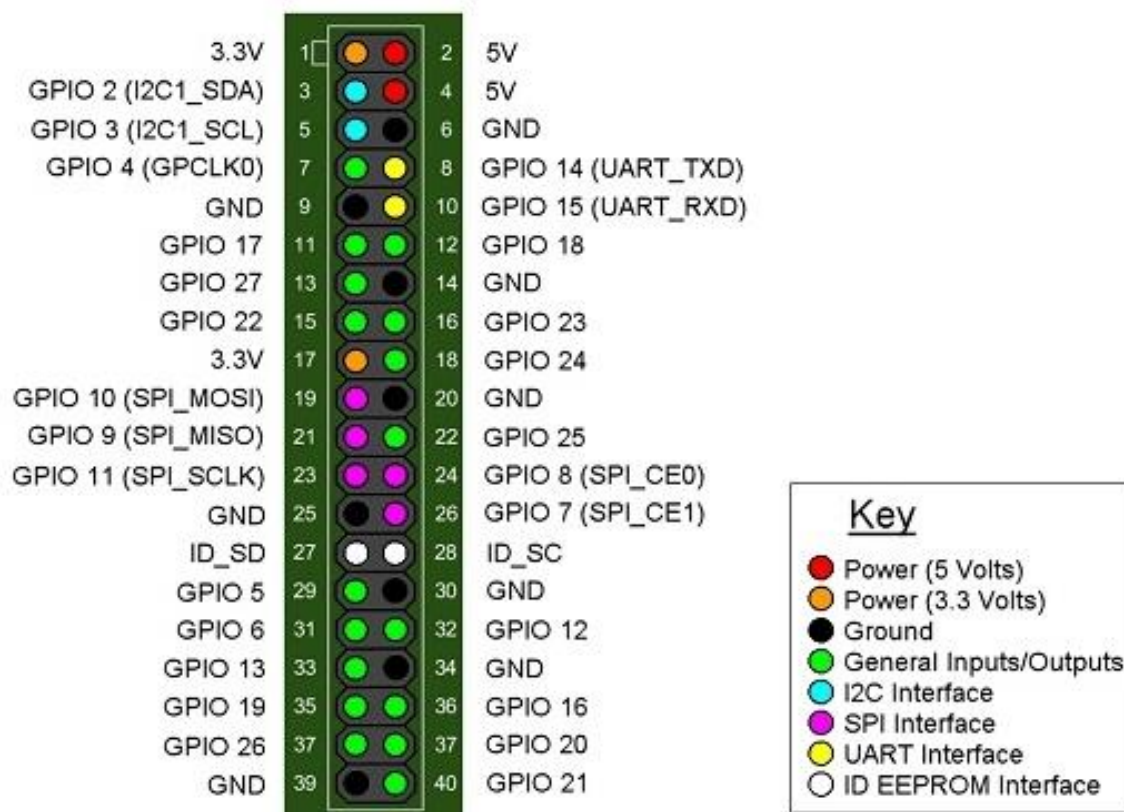
Obrázek 6: Raspberry Pi 2

Základní vlastnosti modelu Raspberry Pi 2 na obrázku číslo 6:

- 40 GPIO pinů
- 4 USB 2.0
- Micro-SD karta
- nižší energetická náročnost, která se pohybuje okolo 0,5 – 1 Wattu
- 1024 MB RAM sdíleno s grafickou kartou
- ethernetový adaptér 10/100

4.2. GPIO

GPIO nebo General Purpose Input/Output jsou piny, tedy jakési vývody, které lze programovat pomocí softwaru. Do těchto pinů lze posílat elektrický signál, nebo ho z nich naopak přijímat, tím lze ve finále pracovat s připojeným hardware na té nejnižší úrovni. Na Raspberry je takových vývodů celkem 26 nebo 40 (B+).



Obrázek 7: GPIO piny legenda

Z obrázku je patrné, že ne všechny piny jsou GPIO, některé jsou piny pro určitou sběrnici, o kterých pojednává kapitola 3. Díky tomu nemusíme připojovat další hardware, jelikož výstupy jsou plně připraveny k využití určité sběrnice. To znamená, že zde nenajdeme pouze logické vstupy a výstupy, ale také hodiny pro synchronizace a také napájecí sběrnici. Napájení externího hardwaru trvalejšího rázu není doporučováno. Mohlo by dojít ke zničení celé desky. To platí obzvláště pro motorky a serva.

4.3. Napájení

K napájení mikropočítače Raspberry Pi je potřeba zdroj s výstupním napětím 5V a 1-2A. Kabel musí být zakončen mikro USB koncovkou, jakou známe od nabíjecích adaptérů na telefony. Máme tři možnosti napájení:

Originální napájecí zdroj – řešení pro případ, kdy je poblíž zdroj elektrického napájení ze sítě.

Powerbanka – řešení pro případ, kdy není poblíž napájení ze sítě, nebo pro případ, kdy dojde k výpadku napájení. Powerbanka může tedy být použita jako náhradní zdroj UPS. Díky spotřebě RPi 0,5 – 1 Watt vydrží powerbanka při kapacitě 10 000 mAh dodávat energii po několik dní.

PoE – (power over ethernet) pokud bude IP senzor nedostupný pro napájení z elektrické sítě, je výhodné využít napájení skrze čtyř párový kabel. Ušetří se tím tak kabely, jelikož není nutné vést napájení a data zvlášť. Díky tomu je jednodušší řešení pro náhradní zdroj energie. Tím je myšleno, že centrální zdroj PoE je napojen k záložnímu zdroji. PoE umožňuje správci sítě snadný dálkový restart napájeného přístroje na konci kabelu vypnutím a zapnutím napájení na portu.

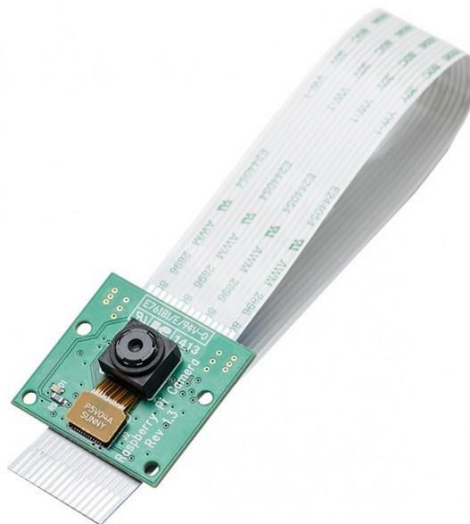
4.4. Kamerový systém

Kamerový systém (CCTV – Closed Circuit Television, uzavřený televizní okruh) je užití kamer ke sledování prostor, k zobrazování záběrů z kamer na monitorech a archivaci natočených záběrů. Jde o nejmodernější ochranu dnešní doby. Při použití je ale potřeba povolení, pokud kamery snímají veřejný prostor, jelikož díky kamerám nám mizí veškeré soukromí. Základní prvky CCTV systému jsou

- kamera
- objektiv
- digitální videorekordér
- monitor
- příslušenství – může být například IR zářič pro noční vidění kamer

V případě Raspberry Pi odpadá nutnost videorekordéru, jelikož vše se odehrává na stejné desce. Výstupy můžeme periodicky přemazávat na externím uložišti, které je reprezentováno externím diskem nebo flash diskem.

K získání obrazu potřebujeme tedy nějakou kameru. RPi nabízí dvě možnosti připojení. Za prvé lze využít USB webkamery, kde po zapojení do jednoho z USB portů je nutno kameru nainstalovat. Za druhé je možnost využití příslušenství Raspberry Pi a to Camera Pi.



Obrázek 8: Kamerový modul Raspberry Pi

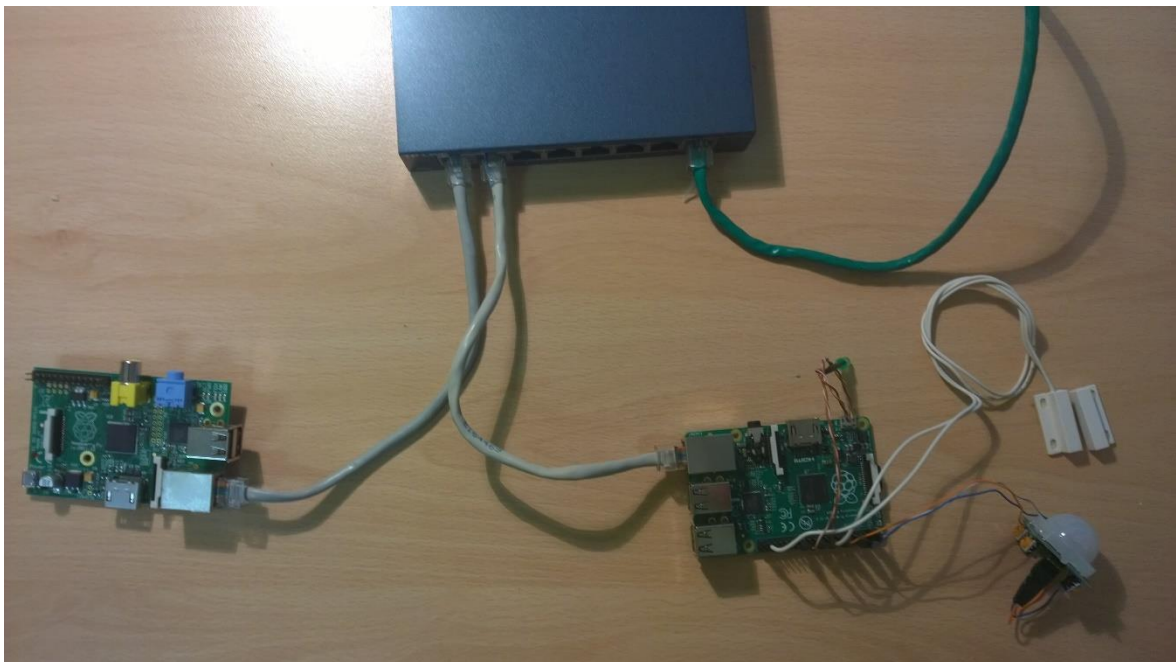
Modul se připojuje pomocí CSI portu na desce. Modul stojí přibližně 700 korun. Kamera má výstup 1080p30, 720p60 a VGA90. FullHD video je opravdu kvalitní a lze ho sdílet po síti. Díky sdílení videa se systém rozroste o velmi platnou část zabezpečovacího systému. Abychom nenahrávali zbytečně, je možné nahrávat jen 2-5 snímků za sekundu, nebo vůbec, a teprve při narušení perimetru začít nahrávat plně ve FullHD a 30 snímcích.

4.5. Senzory

Využitím senzorů z druhé kapitoly a po jejich připojení k GPIO pinům vytvoříme inteligentní senzor, který připojíme pomocí standardního konektoru RJ-45 do routeru nebo switchu. Pokud připojíme k jednomu raspberry více čidel například pomocí sběrnice I2C, stává se z raspberry takzvaný koncentrátor zmíněný v kapitole 2.2.3. o ústřednách.

4.6. Zapojení

Zapojením raspberry do sítě získáváme adresovatelný senzor, který komunikuje po LAN síti. Lokální síť umožňuje adresovat všechny raspberry v síti, ale pokud bychom chtěli, a my chceme, komunikovat s internetem, a tím si zjednodušit obsluhu, budeme potřebovat router. Využití pouze rozbočovače s sebou nese potřebu nastavit každému senzoru statickou IP adresu. Pokud použijeme router, můžeme využít DHCP serveru, který automaticky přiřadí IP adresy, a ty posléze zafixujeme, aby po dalším spuštění nebo výpadku nedocházelo ke kolizím IP adres.



Obrázek 9: Zapojení dvou RPi do switche

5. Softwarová část

Softwarová část je v této práci stěžejní. Teprve software dává celému projektu logiku, co má kdy dělat a jak reagovat. Tato část by šla dále rozdělit:

- server
- klient
- databáze

5.1. Serverová strana

Serverová strana je v tomto případě jedno raspberry v síti, na kterém je nainstalován serverový operační systém. Zde nám pracuje nejrozšířenější z webových serverů, a to Apache http server s otevřeným kódem.

WWW stránky jsou napsány v jazyce PHP s využitím kaskádových stylů. O operace na stránkách, které nevyvolává uživatel, se stará javascript a AJAX. Díky tomu jsou statusy periodicky obnovovány a uživatel tak nemusí nic znovu načítat. Abychom pochopili funkčnost, je potřeba si osvětlit následující pojmy - IP protokol, TCP, soket a komunikace mezi serverem a klientem.

5.1.1. Protokol IP

IP (Internet Protocol) je základní komunikační protokol síťové vrstvy, na kterém je dnes postaven Internet. IP protokol zajišťuje komunikaci dvou počítačů. Komunikace probíhá předáváním IP datagramů na základě IP adres. Každý datagram je samostatná datová jednotka, která obsahuje všechny potřebné údaje o adresátovi i odesílateli a pořadovém čísle datagramu ve zprávě. Datagramy putují sítí nezávisle na sobě a pořadí jejich doručení nemusí odpovídat pořadí ve zprávě. Doručení datagramu není zaručeno, spolehlivost musí zajistit vyšší vrstvy (TCP, aplikace). IP adresa (ve verzi protokolu IPv4) má 4 byte.

IP datagram

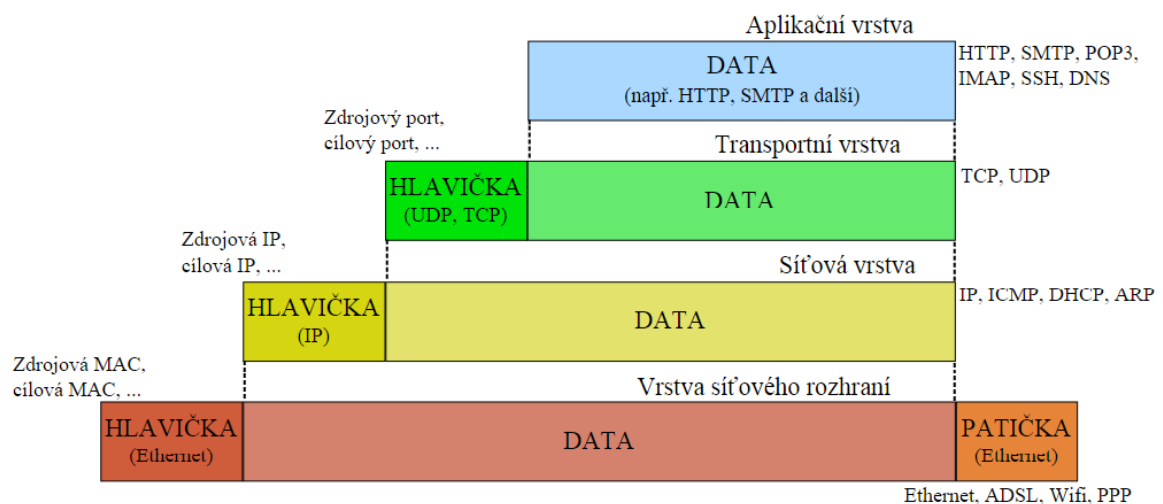
Tabulka 1: IP datagram

Bajty	0		1	2	3
0 až 3	Verze IP	IHL	Typ služby	Celková délka	
4 až 7	identifikace			příznaky	Offset fragmentu
8 až 11	TTL (time to live)	Číslo protokolu	Kontrolní součet hlavičky		

12 až 15	Zdrojová adresa
16 až 19	cílová adresa
20 až ((IHL * 4) - 1)	rozšířená nepovinná nastavení
	data

5.1.2. TCP protokol

Protokol TCP (Transmission Control Protocol) je dnes asi nejpoužívanější. Jedná se o takzvanou spojovou službu. Znamená to, že před samotnou komunikací se naváže spojení. Všechna odeslaná data se potvrzují a na konec je nutné spojení ukončit (uzavřít). TCP paket obsahuje svou hlavičku a samotná data, která přenáší. TCP paket bude vložen do IP datagramu (jako data IP datagramu) a odeslán. Součástí TCP hlavičky je takzvaný port. Jedná se o 2 byte-ové číslo. Každá aplikace, která komunikuje pomocí TCP, má přidělen svůj v rámci počítače jednoznačný port. Zjednodušeně lze říci, že zatímco IP protokol zajišťuje komunikaci dvou počítačů, tak TCP protokol zajišťuje komunikaci dvou aplikací na těchto počítačích. TCP port lze tedy považovat za jednoznačnou "adresu" aplikace na počítači. Bude-li navazovat TCP spojení, budeme zadávat vždy IP adresu a TCP port. Budeme tedy určovat, s jakým počítačem a s jakou aplikací na něm hodláme komunikovat. [14]



Obrázek 10: Zapouzdření TCP [14]

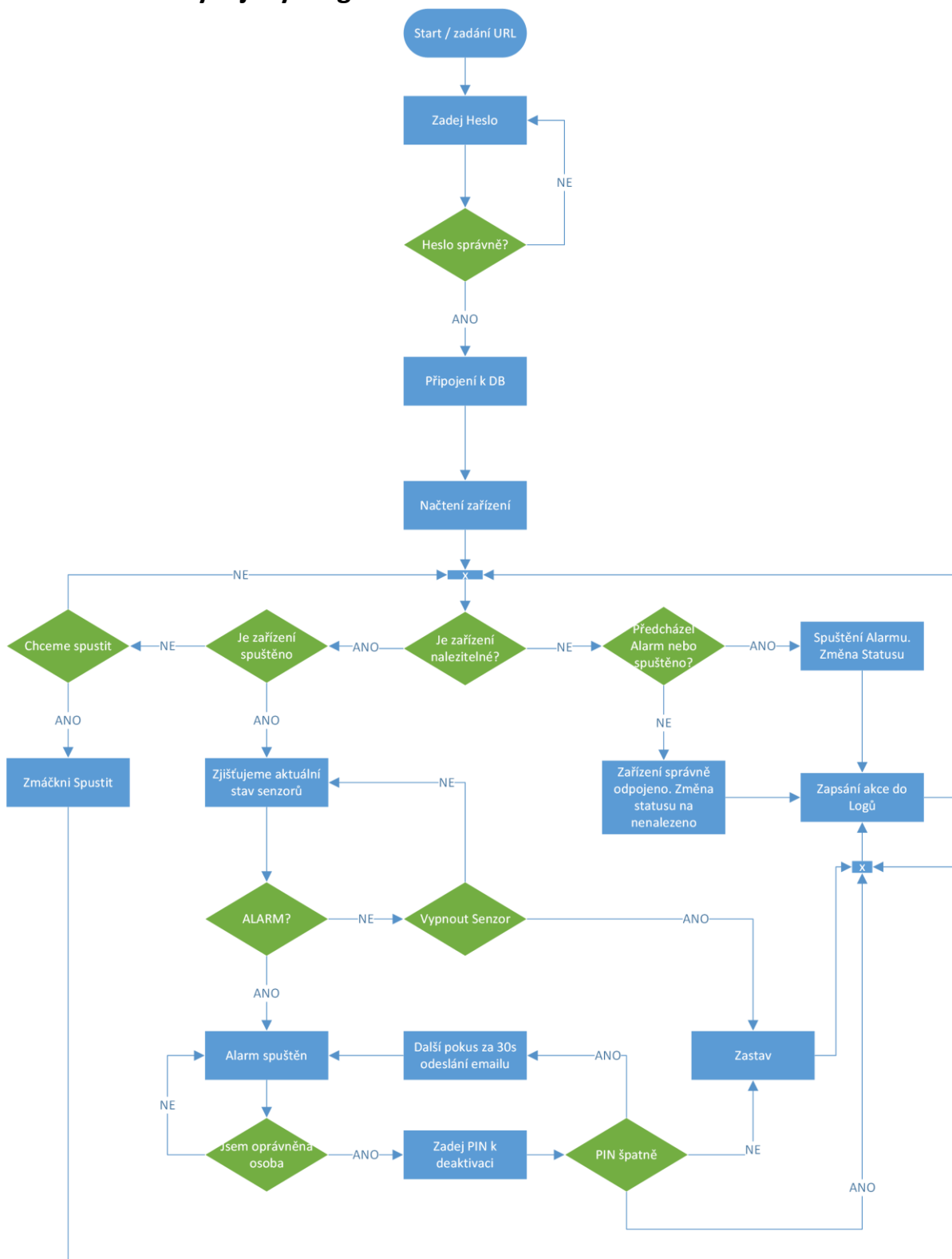
Na obrázku 10 je vidět postupné zapouzdřování hlaviček v OSI modelu.

5.1.3. Komunikace klient – server

Chceme-li komunikovat se vzdáleným počítačem, je třeba vytvořit socket. Překlad slova socket je objímka, zásuvka, hrdlo (trubky). Máme za úkol pomocí socketu spojit dva počítače. Představme si, že mezi počítačem, u kterého sedíme, a vzdáleným počítačem, se kterým chceme komunikovat, je natažené potrubí (kroucená dvoulinka). V každém počítači je jeden konec trubky - hrdlo trubky. Nejprve musíme vytvořit hrdlo trubky (vytvořit socket - funkce socket). Poté musíme druhý konec nasměrovat správným směrem. Tedy zasunout druhý konec roury do vzdáleného počítače (navázat spojení - funkce connect). Máme-li takto vytvořené potrubí, můžeme do našeho konce potrubí (do socketu) něco vložit (poslat data - funkce send). Tak odešleme data na server. Také nám může něco na našem konci potrubí vypadnout (příjem dat - funkce recv). Když už nepotřebujeme komunikovat nebo nechceme, tak náš konec potrubí zahodíme (uzavřeme spojení - funkce close). Na druhé straně potrubí sice bude k dispozici druhý konec trubky, ale nebude mít kam posílat. Pokud do něj něco vhodí druhá strana, tak to nikam nedojde (náš konec už není). Je zřejmé, že když navazujeme spojení (dáváme druhý konec potrubí do vzdáleného počítače), musí být na vzdáleném počítači něco, co potrubí uchopí a připraví svůj konec potrubí pro komunikaci.[10][11]

- socket – funkce, která vytvoří socket
- bind – funkce pojmenuje socket, spojí IP s portem
- listen – vytváří frontu požadavků
- accept - vybere požadavek na spojení z fronty požadavků a potvrdí ho

5.1.4. Vývojový diagram administrace



Obrázek 11: Vývojový diagram serverové části

Na obrázku 11 je vývojový diagram administrací www stránky. Vše začíná v libovolném prohlížeči. Je lhostejné, zda na PC, tabletu nebo mobilu www aplikace funguje všude, což

je velká výhoda pro vzdálený přístup. Po správném zadání hesla se dostáváme na obrazovku administrace, která je na obrázku níže.

Project R + Přidat zařízení				
Zařízení				
Název	IP	Přidáno	Status	Akce
test2	127.0.0.1	24.01.2015 20:32	Spuštěno	<input type="checkbox"/> Zastavit <input type="file"/> Logy <input type="button" value="Smazat"/>

Obrázek 12: Administrační WWW

V případě, že se připojí senzor správně, administrace okamžitě zjišťuje jeho stav. Pokud ho nenalezne, status stránka nevyplní. Zato v případě, že by senzor byl připojen a zároveň byl zaktivněn a nastal okamžik, že je nedostupný, to by vyvolalo alarm. Alarm je tedy vyvoláván více podněty. Zaprvé špatnou manipulací s ostatními senzory, kdy je nejprve nutné senzor vypnout až potom odpojit. Zadruhé, když senzor vyšle zprávu o tom, že na jeho senzorech je něco v nepořádku. Alarm vypadá v administraci následovně.

Project R + Přidat zařízení				
Zařízení				
Název	IP	Přidáno	Status	Akce
test2	127.0.0.1	24.01.2015 20:32	Alarm	<input type="checkbox"/> Zastavit <input type="file"/> Logy <input type="button" value="Smazat"/>

Obrázek 13: Spuštěn ALARM

Pokud se alarm spustí, systém ho zapíše i s časem do logů. Do těchto záznamů se zapisují i jiné operace. Každé zařízení má svoje záznamy. Logy po zobrazení vypadají takto.

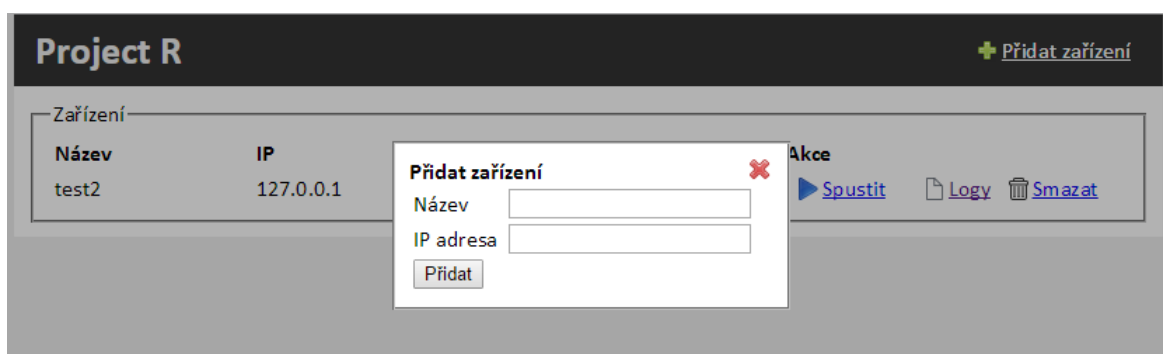
Project R + Přidat zařízení				
Zařízení				
Název	IP	Přidáno	Status	Akce
test2	127.0.0.1	24.01.2015 20:32	Alarm	<input type="checkbox"/> Zastavit <input type="file"/> Logy <input type="button" value="Smazat"/>

Logy zařízení test2 (127.0.0.1) z data 02.05.2015 16:42:42	
Čas	Příkaz
02.05.2015 14:41:09	alarm
02.05.2015 14:40:47	started
02.05.2015 14:40:46	stopped
02.05.2015 14:39:04	alarm
02.05.2015 14:38:46	started

Obrázek 14: Logy

Pro přehlednost systém označuje červenou barvou ty záznamy, které jsou důležité. Obsluha má tak jednoduchou práci s hledáním v historii záznamů.

Když chceme přidat další zařízení do systému, je to jednoduché. Abychom neztratili přehled, zatímco vyplňujeme povinná pole, je odkaz, který se nachází v pravém horním rohu se zeleným plus, řešen jako vyskakovací okénko.

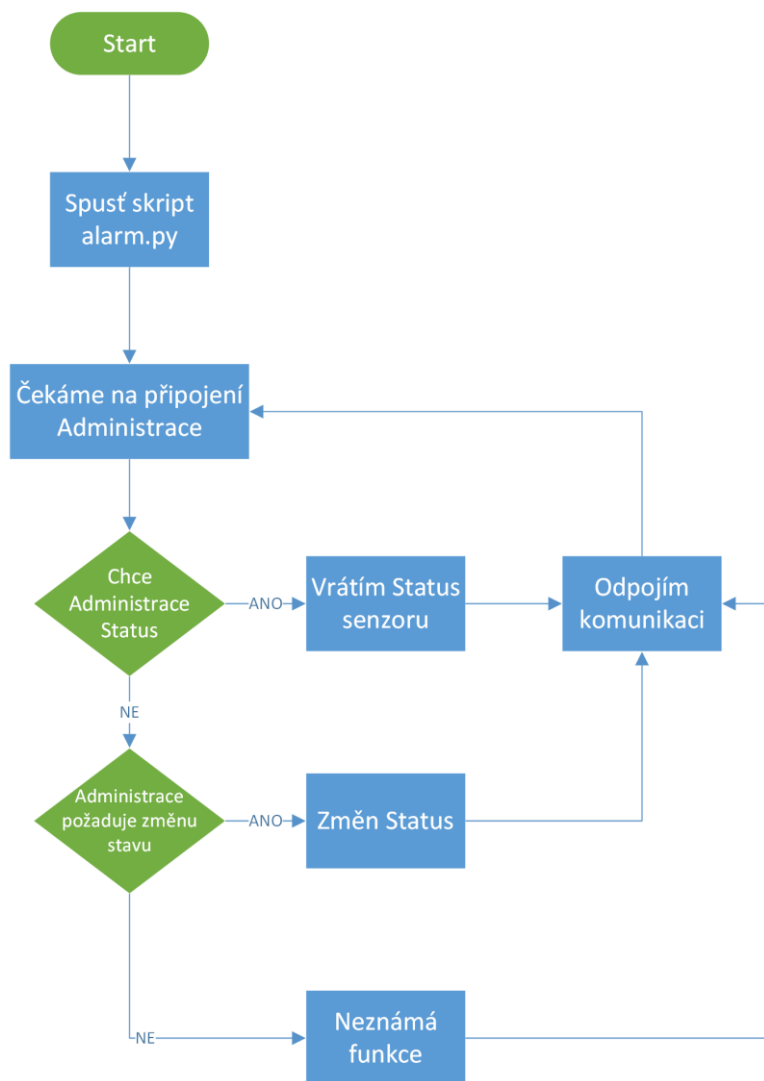


Obrázek 15: Nové zařízení

Okénko pouze požaduje název, který je libovolný a IP adresu. O správnost IP adresy se stará skript, takže uživatel nemůže zadat písmena nebo čísla mimo rozsah 255.255.255.255. Adresu získáme buď přímo ze zařízení, kde může být nastavena staticky, nebo z routeru, který adresu přiřadil.

5.2. Klient

Klient je skript, který je nahrán na známé zařízení v seznamu zařízení v administraci. Jde o Python skript. Volba jazyka Python je z důvodu jednoduchosti a množství knihoven k manipulaci s GPIO piny. Skript je rozdělen na dvě části. Jedna část se stará o senzory, které jsou připojeny, a druhá část kódu se stará o navázání komunikace s administrační stránkou. Aby se tyto dvě části nebrzdily nebo na sebe nemusely čekat, jsou obě funkce pojaty jako vlákno. Vlákna jsou zpracovávána paralelně, takže se nemůže stát, že by kvůli komunikaci raspberry zapomínalo kontrolovat senzor. Po spuštění skriptu se nastaví hodnota senzoru na „zastaveno“. Jakmile si vyžádá administrace stav, je jí podán. Administrace chce změnu, skript ji přijme a provede. Díky vláknovému pracovní není problém přidat vlákno pro zpracování emailových notifikací. Díky těmto notifikacím by i při výpadku komunikace bylo RPi schopno varovat a vyhlášovat alarm. Na diagramu níže je vše popsáno graficky zrekapitulováno.



Obrázek 16: Python skript

5.3. Databáze

Databáze je postavena na databázové systému MySQL nyní vyvíjenou firmou Oracle. MySQL je multiplatformní databáze. Komunikace s ní probíhá – jak už název napovídá – pomocí jazyka SQL. Podobně jako u ostatních SQL databází se jedná o dialekt tohoto jazyka s některými rozšířeními. Databáze je zpravována nástrojem phpMyAdmin, který je nahrán na serverové straně. Díky tomuto nástroji můžeme databázi upravovat, mazat, vytvářet nové tabulky nebo zpravovat klíče.

Aby administrace mohla fungovat, jsou potřeba dvě tabulky. Jedna pro zařízení a druhá pro zaznamenávání logů. K databázi se připojujeme pomocí rozhraní PDO, které definuje mnoho metod, které se pro každou databázi jmenují stejně a jsou také přehlednější.

5.3.1. Sestavení tabulky zařízení a logů

Připojení k databázi:

```
$DB = new PDO('mysql:host=localhost;dbname=test;charset=utf8', 'root', '');
```

SQL sestavení tabulky zařízení:

- SET FOREIGN_KEY_CHECKS=0;
- DROP TABLE IF EXISTS `device`;
- CREATE TABLE `device` (
 - `id` int(10) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
 - `name` varchar(32) CHARACTER SET latin1 NOT NULL DEFAULT "",
 - `ip` varchar(15) COLLATE utf8_czech_ci NOT NULL,
 - `cdate` timestamp NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
 - PRIMARY KEY (`id`)
-) ENGINE=MyISAM AUTO_INCREMENT=4 DEFAULT CHARSET=utf8 COLLATE=utf8_czech_ci;

SQL sestavení tabulky logů:

- DROP TABLE IF EXISTS `log`;
- CREATE TABLE `log` (
 - `id` int(10) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
 - `device_id` int(10) unsigned NOT NULL,
 - `command` varchar(32) COLLATE utf8_czech_ci NOT NULL,
 - `cdate` timestamp NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
 - PRIMARY KEY (`id`)
-) ENGINE=MyISAM AUTO_INCREMENT=5 DEFAULT CHARSET=utf8 COLLATE=utf8_czech_ci;

6. Ekonomický rozbor

Ekonomická stránka je jedna z nejdůležitějších, abychom zjistili, jestli se řešení s mikropočítačem vyplatí. A pokud se vyplatí, tak o kolik a proč. Pro porovnání použiji modelový příklad domu 3+1.

Varianta s Jablotron 100

1x	Ústředna, LAN komunikátor	12 120
1x	Ovládací klávesnice s RFID	2 400
4x	PIR detektor pohybu, magnetický kontakt otevření	6 400
1x	Interní siréna	1 400
1x	Externí siréna	3 000
4x	Přístupový bezkontaktní čip	300
Celkem vč. DPH 15% a Montáže zdarma		25620,-Kč

Varianta s mikropočítačem Raspberry Pi

4x	Raspberry Pi 2	4000
1x	Dotykový displej	1000
4x	PIR	250
4x	Magnetický senzor	400
1x	Interní siréna	800
1x	Externí siréna	2000
1x	Router	500
Celkem		8 950,- Kč

U obou variant není do cen započítána kabeláž a napájení.

Na první pohled nám vychází model s mikropočítačem, kde navíc nevyužíváme plný potenciál. Místo klávesnice je zde zvolen dotykový displej. Na displej je možno

naprogramovat virtuální klávesnici. Díky virtuálnímu prostředí na displeji je možnost zobrazení nejen klávesnice, ale také seznamu alarmů. Popřípadě zde můžeme rovnou kontrolovat kamerový systém, jako nouzové řešení to postačí. Cena u komerčního výrobku musí být vyšší, jelikož je potřeba zaplatit vývoj a také je nutné zaplatit licence. Díky absence licence zabezpečovacího systému bychom nedostali slevu od pojišťovny. Licenci musí také platit i montážní firma, která musí mít své techniky zaškolené, aby montáž byla provedena precizně a bez žádných vad.

7. Dosažené výsledky

Cílem práce bylo navržení zabezpečovacího systému pomocí počítačových prostředí. Využití mikropočítače Raspberry Pi se pro tento úkol osvědčilo. Díky tomu bylo dosaženo kladných výsledků práce. Diplomová práce již déle jak měsíc pracuje ve zkušebním provozu bez jakýchkoliv vad. Mohly nastat chyby typu špatně zvolené logiky, a z toho plynoucí zacyklení kódu, což se nestalo. Hardware tudíž nemá žádné větší nedostatky. Přínosem zvoleného hardwaru je možnost pokračování.

Čeho jsem zatím nedosáhl a v budoucnu rád na své práci vylepšil? Rád bych obohatil svou práci o mailové nebo SMS upozornění. Dále bych zdokonalil komunikaci tak, aby byla možnost decentralizovaného přístupu. Na konec ještě více uživatelský přístup do administrace.

8. Závěr

Ve své diplomové práci jsem se zabýval řešením komunikace v počítačovém prostředí pro elektronický zabezpečovací systém. První polovina práce je zaměřena na stávající stav řešení. Můžete se dočíst o nejpoužívanějších senzorech, jak fungují a kde se nejčastěji používají. Dále jsem popsal detailně jeden senzor, který se nejčastěji používá k ochraně prostoru. Jedná se o PIR senzor, který má i své nevýhody. Nevýhodou může být špatné umístění, které může spouštět plané poplachy. Planý poplach nejčastěji nastává, když se v prostoru pohybují zvířata nebo to může být pohyb záclon způsobený průvanem nebo otopnými tělesy. Ale i tyto nedostatky jdou odstranit použitím vhodné čočky. Například PIR detektor od firmy Jablotron JA-150P má možnost instalace tří různých druhů čoček. Čočky na hlídání dlouhých chodeb nebo výše zmíněné čočky zamezující spouštění při pohybu zvířat nebo záclon.

Další významnou kapitolou je kapitola o druhu ústředny. V mé práci je pojem ústředna mírně modifikován, jelikož nejde pouze o ústřednu, ale i o senzor, komunikační rozhraní a server. Díky tomu můžeme zapojit senzor jakkoliv do sítě a můžeme mezi sebou komunikovat. Zatím jde tedy o centralizovaný přístup, kde jeden senzor je ve funkci master a funguje na něm server, který se stará o ostatní adresy v síti. Ostatní mikropočítače se chovají jako slave (podřízený) a čekají na příkazy.

Aby tato vzájemná komunikace mezi senzory mohla fungovat, je třeba senzory (v tomto případě mikropočítače) spojit. Máme na výběr z několika typů sběrnic. Máme sběrnice průmyslové, kde jsou kladeny velké nároky na správnou funkci, deterministický přístup a bezkolizní stavy. A dále sběrnice běžně průmyslově nepoužívané, kde mohou kolizní stavy nastat. V kapitole, kde se zabývám sběrnicemi, jsem vytipoval nejpoužívanější sběrnice v mikropočítačovém světě. Sběrnice SPI, I2C, 1-wire jsou použity pro komunikaci mezi mikropočítačem. V mé práci používám mikropočítač Raspberry Pi a senzory PIR modul a magnetický senzor. Spojením Raspberry Pi a senzorů jsem ve své práci vytvořil velmi inteligentní senzor. Tento senzor sám o sobě skoro nic neumí, umí pouze vyhodnotit stav čidel a vyvolat alarm nebo jiný stav. Proto musí komunikovat s ostatními inteligentními senzory. Pro komunikaci mezi mikropočítači (inteligentní senzor) jsem využil ethernetovou sběrnici, kde každý senzor má svoji jedinečnou adresu.

V hardwarové části se detailněji seznámíme s mikropočítačem Raspberry Pi druhé generace. Raspberry je velmi oblíben u všech, kteří se v domácnosti pokoušejí vytvořit nějaké automatizované procesy. Některé projekty jsou opravdu zdařilé a navozují dojem, že díky počítači velkého jako kreditní karta, lze řídit celý dům, automobil nebo letadlo.

Softwarová část je logika toho všeho. Díky kódu běžícím na sd kartě dostává práce smysl. Já se tak díky skriptu na jednom a www rozhraní na druhém můžu dozvědět, co potřebuji. Www administrace je taková kostra, kterou si uživatel musí vyplnit svými senzory. Stránky jsou napsány tak, aby bylo možné jednoduše přidávat další aktivity. O tom pojednává detailně kapitola 5.

V závěru bych ještě chtěl zhodnotit ekonomickou stránku věci. Když si daný zabezpečovací systém sestavím sám pomocí nakoupených, dnes již běžně dostupných součástí, mám pocit nejen z dobře fungujícího systému, ale také ušetřím několik tisíc a pro účely zabezpečení rodinného domku to bude dostačující. Určitě si každý, který má trochu technické myšlení, může vyzkoušet takovýto systém, pro své potřeby, postavit sám. Pro komerční řešení bych se rozhodl pouze tehdy, pokud by mi okolnosti nedovolovali použít můj systém, nebo pokud by se jednalo o větší objekt. Jsem zastáncem názoru, že pokud se v této oblasti pohybují a dokáží si systém vytvořit, nepřinese mi to pouze ochranu, ale také pocit z dobře odvedené práce. Také mohu přemýšlet nad tím, jak systém, který jsem si sestavil, zdokonalit.

Co bych ještě v budoucnu rád na své práci vylepšil? Rád bych obohatil svou práci o mailové nebo SMS upozornění. Dále bych zdokonalil komunikaci tak, aby byla možnost decentralizovaného přístupu. Na konec ještě více uživatelský přístup do administrace.

9. Seznam obrázků

Obrázek 1: Funkce PIR senzoru [1]	12
Obrázek 2: Pir modul[15].....	13
Obrázek 3: Smyčková ústředna [7]	15
Obrázek 4: Ústředna s přímou adresací [7]	16
Obrázek 5: Ústředna smíšeného typu [7].....	16
Obrázek 6: Raspberry Pi 2.....	23
Obrázek 7: GPIO piny legenda	24
Obrázek 8: Kamerový modul Raspberry Pi	26
Obrázek 9: Zapojení dvou RPi do switche	27
Obrázek 10: Zapouzdření TCP [14]	29
Obrázek 11: Vývojový diagram serverové části.....	31
Obrázek 12: Administrační WWW	32
Obrázek 13: Spuštěn ALARM	32
Obrázek 14: Logy	32
Obrázek 15: Nové zařízení	33
Obrázek 16: Python skript	34

10. Seznam zkratek

EZS	Elektronický zabezpečovací systém
EPS	Elektronický poplašný systém
PIR	pyroelektrický senzor
USB	universal seriál bus
IP	internet protocol
MAC	Fyzická adresa
RPi	Raspberry Pi
GPIO	General Purpose Input/Output
TCP	transportní protokol potvrzovaný
UDP	transportní protokol nepotvrzovaný
www	world wide web

11. Citovaná literatura

- [1] Michalec Libor. 2005: PIR detektor: skvělý sluha, ale zlý pán [online]. [cit.20.5.2014] Dostupné z WWW:< <http://www.hw.cz/automatizace/pir-cidlo-skvely-sluha-ale-zly-pan.html>>
- [2] Kvalitní alarmy: Ceník produktů [online]. [cit.20.5.2014] Dostupné z WWW: <<http://kvalitnialarmy.cz/index.php?name=JABLOTRON%20100%20-%20novinka&page=item&id=213>>
- [3] Jablotron: Systém Jablotron 100 [online]. [cit.20.5.2014] Dostupné z WWW: <<http://www.ael.cz/soubor/system-jablotron-100-produktova-rada/>>
- [4] Bosch: Produkty Obraz [online]. [cit.20.5.2014] Dostupné z WWW: <http://cz.boschsecurity.com/cs/cz_product/02_products_2/st_bu_f_277305_nsocz_catalog_prod_cz/st_bu_p_277305_nsocz_catalog_prod_cz_277305>
- [5] Zvolánek Michal. Praha 2008: Bakalářská práce: Inteligentní řízení a zabezpečení domů s využitím informačních a komunikačních technologií [online]. [cit.20.5.2014] Dostupné z WWW: <https://support.dce.felk.cvut.cz/mediawiki/images/f/f4/Bp_2008_zvolanek_michal.pdf>
- [6] Michálek Libor: Diplomová práce: Komplexní zabezpečení objektu [online]. [cit.20.5.2014] Dostupné z WWW: <https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=40017>
- [7] Miroslav Husák: ČVUT, Ústředny EZS [online][cit. 2.12.2014] Dostupné z WWW <<http://www.micro.feld.cvut.cz/home/X34EZS/prednasky/04%20Ustredny%20EZS.pdf>>
- [8] Elektronické zabezpečovací systémy, Ústředny [online][cit. 21.12.2014] Dostupné z WWW <<http://ebs.wz.cz/ustredny.html>>
- [9] Linuxsoft.cz: Raspberry Pi, úvod do GPIO [online][cit. 2.1.2015] Dostupné z WWW <http://www.linuxsoft.cz/article.php?id_article=1953>

- [10] BUILDER, TCP klient v Linuxu [online][cit. 2.1.2015] Dostupné z WWW <<http://www.builder.cz/rubriky/c/c--/tcp-klient-v-linuxu-156204cz>>
- [11] BUILDER, TCP server v Linuxu [online][cit. 2.1.2015] Dostupné z WWW <http://www.builder.cz/rubriky/c/c--/tcp-server-v-linuxu-156219cz>
- [12] Martin Malý, Sběrnice 1-Wire™ [online][cit. 2.5.2015] Dostupné z WWW <http://www.hw.cz/navrh-obvodu/rozhrani/sbernice-1-wiretm.html>
- [13] ROOT.cz, Externí sériové sběrnice [online][cit. 2.5.2015] Dostupné z WWW <http://www.root.cz/clanky/externi-seriove-sbernice-spi-a-i2c/>
- [14] „TcpiP vrstvy“ od Cburnett , Kbrose, Mudrd8mz – Přeložená verze obrázku http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:IP_stack_connections.svg. Licencováno pod GFDL via Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:TcpiP_vrstvy.svg#/media/File:TcpiP_vrstvy.svg
- [15] PIR modul SB00612A-2, GME.cz Dostupné z WWW <http://www.gme.cz/pir-modul-sb00612a-2-p754-295>