

**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE  
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY**

Evidenčné číslo: FEI-5382-72737

**VYUŽITIE METODIKY IOT V INTELIGENTNÝCH  
BUDOVÁCH  
BAKALÁRSKA PRÁCA**

**2016**

**Marek Hrebík**

**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE  
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY**

Evidenčné číslo: FEI-5382-72737

**VYUŽITIE METODIKY IOT V INTELIGENTNÝCH  
BUDOVÁCH  
BAKALÁRSKA PRÁCA**

Študijný program: Aplikovaná informatika  
Číslo študijného odboru: 2511  
Názov študijného odboru: 9.2.9 Aplikovaná informatika  
Školiace pracovisko: Ústav automobilovej mechatroniky  
Vedúci záverečnej práce: prof. Ing. Štefan Kozák, PhD.

**Bratislava 2016**

**Marek Hrebík**



## ZADANIE BAKALÁRSKEJ PRÁCE

Študent: **Michal Ližičiar**  
ID študenta: 5982  
Študijný program: Aplikovaná informatika  
Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná informatika  
Vedúci práce: Ing. Matúš Jókay, PhD.

Názov práce: **Anonymizácia internetového prístupu**

Špecifikácia zadania:

Cieľom práce je vytvoriť zásuvný modul pre internetový prehliadač, ktorý bude schopný buď náhodne alebo selektívne meniť informácie používané na identifikáciu používateľa pri jeho prístupe na cieľový server.

Úlohy:

1. Analyzujte dostupnosť a funkčnosť podobných modulov.
2. Analyzujte informácie používané na identifikáciu používateľa pri prístupe na stránku.
3. Navrhnite, implementujte a otestujte anonymizačný modul pre zvolený internetový prehliadač.

Zoznam odbornej literatúry:

1. YARDLEY, G. Better Privacy. [online]. 2012. URL: <http://nc.ddns.us/BetterPrivacy/BetterPrivacy.htm>.
2. ECKERSLEY, P. A Primer on Information Theory and Privacy. [online]. 2010. URL: <https://www.eff.org/deeplinks/2010/01/primer-information-theory-and-privacy>.

Riešenie zadania práce od: 24. 09. 2012

Dátum odovzdania práce: 24. 05. 2013

**Michal Ližičiar**  
študent



**prof. RNDr. Otokar Grošek, PhD.**  
vedúci pracoviska

**prof. RNDr. Gabriel Juhás, PhD.**  
garant študijného programu

# SÚHRN

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE  
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Študijný program:	Aplikovaná informatika
Autor:	Marek Hrebík
Bakalárska práca:	Využitie metodiky IoT v inteligentných budovách
Vedúci záverečnej práce:	prof. Ing. Štefan Kozák, PhD.
Miesto a rok predloženia práce:	Bratislava 2016

Tu dačo bude...

Kľúčové slová: anonymizácia, identifikácia používateľa, zásuvný modul, Mozilla Firefox, internet

# ABSTRACT

SLOVAK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN BRATISLAVA  
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY

Study Programme:	Applied Informatics
Author:	Marek Hrebík
Bachelor Thesis:	Use of the methodology Internet of Things in intelligent buildings
Supervisor:	prof. Ing. Štefan Kozák, PhD.
Place and year of submission:	Bratislava 2016

There will something be...

Keywords: anonymization, identification of user, plugin, Mozilla Firefox, internet

## Vyhlásenie autora

Podpísaný(á) Marek Hrebík čestne vyhlasujem, že som bakalársku prácu Využitie metodiky IoT v inteligentných budovách vypracoval(a) na základe poznatkov získaných počas štúdia a informácií z dostupnej literatúry uvedenej v práci.

Vedúcim mojej bakalárskej práce bol prof. Ing. Štefan Kozák, PhD.

Bratislava, dňa 6.5.2016

.....

podpis autora

# Podakovanie

Chcem sa poďakovať vedúcemu záverečnej práce, ktorým bol prof. Ing. Štefan Kozák, PhD., za odborné vedenie, rady a pripomienky, ktoré mi pomohli pri vypracovaní tejto bakalárskej práce.

# Obsah

<b>Úvod</b>	<b>11</b>
<b>1 Metodológia Internet of Things</b>	<b>12</b>
1.1 Vznik pojmu Internet of Things . . . . .	12
1.2 Využitelnosť . . . . .	12
1.3 História . . . . .	13
1.4 Protokoly komunikácie . . . . .	13
1.4.1 Hypertext Transfer Protocol . . . . .	13
1.5 Senzory . . . . .	15
1.6 Akčné členy . . . . .	16
1.7 Pripojenie . . . . .	16
1.7.1 Lokálne pripojenie . . . . .	16
1.7.2 Pripojenie do siete Internet . . . . .	18
1.8 Agregátory . . . . .	18
1.8.1 Riadiace aplikácie . . . . .	19
1.9 Middleware . . . . .	21
1.9.1 Požiadavky . . . . .	21
<b>Záver</b>	<b>25</b>
<b>Zoznam použitej literatúry</b>	<b>26</b>
<b>Prílohy</b>	<b>I</b>
<b>A Štruktúra elektronického nosiča</b>	<b>II</b>
<b>B Algoritmus</b>	<b>III</b>



## **Zoznam obrázkov a tabuliek**

Obrázok 1	Diagram HTTP komunikácie . . . . .	14
-----------	------------------------------------	----

## **Zoznam skratiek a značiek**

IoT - Internet of Things

## Zoznam algoritmov

B.1 Ukážka algoritmu . . . . .	III
--------------------------------	-----

# Úvod

Pri každom využívaní internetového prehliadača zanechávame v celosvetovej sieti internet stopy, ktoré o nás dokážu veľa vecí prezradiť. Zoznam navštívených stránok prezrádza informácie o našich záľubách, záujmoch, ale v istých súvislostiach dokáže prezradiť aj naše zamestnanie alebo školu, na ktorej študujeme. Reklamné spoločnosti napríklad na základe týchto údajov dokážu cielene zamerať reklamy, ktoré sa nám pri surfovaní zobrazujú a tým zvyšujú svoje zisky.

Existuje niekoľko metód, pomocou ktorých sa dá aspoň...

# 1 Metodológia Internet of Things

Internet of Things je sieť objektov (vozidiel, budov alebo iných zariadení), ktoré obsahujú elektroniku, softvér alebo senzory schopné vyslať a prijímať signál medzi nimi. Toto internetové pripojenie zabezpečuje zber a výmenu dát v takomto systéme.[13] IoT zabezpečuje ovládanie objektov naprieč existujúcou sieťovou infraštruktúrou. Vytvára možnosti integrovania počítačových systémov do reálneho sveta, čo sa odráža na efektívnosti ako aj ekonomických výhodách.[14] Princípom IoT je využitie senzorov, akčných členov v objektoch, ich konektivita, logika a jej aplikácia na týchto objektoch. Táto technológia je časťou všeobecnejšej triedy cyber-fyzikálnych systémov. Každý objekt je jedinečne identifikovateľný prostredníctvom výpočtového systému v rámci jednej internetovej infraštruktúry.[3]

## 1.1 Vznik pojmu Internet of Things

Pojem Internet of Things prvýkrát použil britský podnikateľ Kevin Ashton v roku 1999 ako spoluzakladateľ Auto-ID Labs. Vtedy mal na mysli globálnu sieť objektov prepojených pomocou rádiových frekvencií identifikácie.[16] IoT ponúka pokročilejšiu konektivitu zariadení, systémov a služieb, ktorá presahuje komunikáciu Machine to Machine a pokrýva celý rad protokolov, domén a aplikácií.[7] Prepojenie týchto vstavaných zariadení má využitie na poli automatizácie takmer vo všetkých smeroch, zároveň umožňuje aplikovanie napríklad inteligentných sietí, inteligentných budov a miest.[9]

## 1.2 Využitelnosť

Slovo "Things" v IoT odkazuje na širokú škálu zariadení využiteľných pri monitorovaní srdcových implantátov. Uplatnenie nájdeme aj rôznorodé čipy na hospodárske zvieratá, elektronické senzory v moriach, zabudované senzory v automobiloch a iných objektoch, monitoring patogénov [2], prevádzka zariadení v teréne či na vojenské, alebo záchranné účely.[12] Zároveň ho môžeme definovať aj ako neoddeliteľnú zmes hardvéru, softvéru, dát a služieb. [8] Tieto zariadenia zbierajú užitočné informácie pomocou existujúcej technológie a následne dáta nezávisle posielajú do ďalších zariadení.

## 1.3 História

Koncepcia siete inteligentných zariadení bola spomenutá už v roku 1982, kde na Carnegie Mellon University využili upravený automat na Coca-Colu, ktorý bol ako prvé zariadenie tohto druhu pripojený na internet. Toto zariadenie odosielať informáciu o svojej zásobe nápojov, ktoré malo k dispozícii ako aj informáciu o tom, či vydaný nápoj bol studený. [1] V súvislosti s históriou IoT je známy referát Marka Weisera z roku 1991 o všadeprítomnej výpočtovej technike s názvom "Počítač 21. storočia", ktorý hovorí o tom, že počítačové výpočty a technológia sa môžu objaviť kdekoľvek a kedykoľvek. Zmienil sa aj o vízii IoT, takisto ako aj spoločnosti Percom, UbiComp.[6, 15] V roku 1994 popísal Reza Raji koncept IoT v magazíne *IEEE Spectrum* ako pohyb malých dát do veľkej množiny uzlov ako možnosť automatizovať všetko od malých domácností až po továrne gigantických rozmerov.[11] V rozmedzí rokov 1993-1996 predstavil Microsoft ich riešenie s názvom *at Work*, ktoré malo prepojiť zariadenia vo firme prostredníctvom komunikačných protokolov na umožnenie ovládania a informácie o pripojených zariadeniach na operačnom systéme Microsoft Windows. V roku 1999 Bill Joy, spoluzakladateľ *Sun Microsystems* predstavil komunikáciu Device-to-Device (D2D), ktorý prezentoval na *World Economic Forum* v meste Davos vo Švajčiarsku.[10] V tomto roku sa stal koncept IoT populárnym, a to vďaka *Auto-ID Center* na Massachusettskej Univerzite (MIT) a ich publikáciách trhovej analýzy.

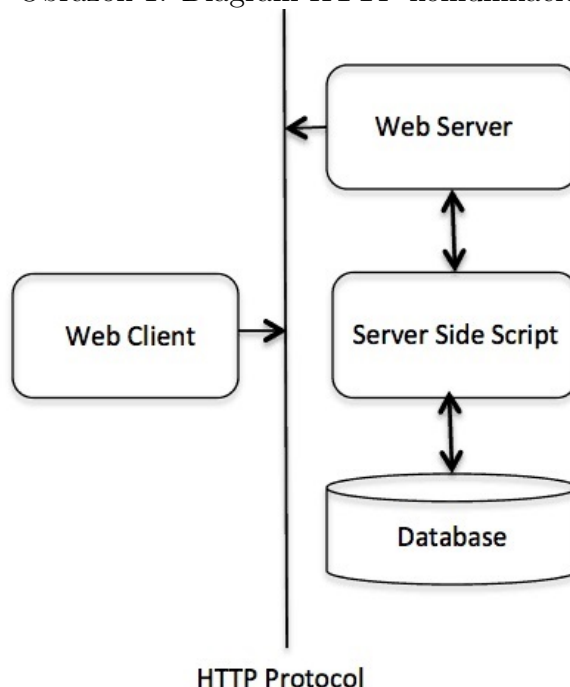
## 1.4 Protokoly komunikácie

Na to, aby sme mohli k inteligentným objektom pristupovať, potrebujeme v takomto prostredí mať určené, akým spôsobom budeme s týmito objektmi komunikovať. Teda ako získať a odosielať dáta z a do našej aplikácie, resp. nášho inteligentného objektu. Na to nám poslúžia komunikačné protokoly. Stručne sa budeme snažiť popísať tie najdôležitejšie z nich.

### 1.4.1 Hypertext Transfer Protocol

Hypertext Transfer Protocol alebo HTTP protokol je aplikačný protokol pre distribuované informačné systémy, ktoré obsahujú grafické, zvukové, video a textové odkazy. Je to základom dátového prenosu a komunikácie na sieti World Wide Web (WWW). Využíva sa na výmenu dokumentov vo formáte Hypertext Markup Language (HTML).[4] Vývoj štandardov HTTP protokolu je riadený organizáciou *World Wide Web Consortium* (W3C) a *Internet Engineering Task Force* (IETF). Tieto štandardy a ich aktualizácie sú obsiahnuté v sérii dokumentov *Request for Comments* (RFC). Posledná verzia HTTP/2

Obrázok 1: Diagram HTTP komunikácie



bola štandardizovaná v roku 2015.

Základom HTTP protokolu je odosielanie požiadaviek a čakanie na odpoveď. Komunikácia prebieha medzi klientom a serverom. Príkladom nám môže byť aplikácia, ktorá odošle na inteligentné zariadenie požiadavku o zaslanie hodnoty, inteligentné zariadenie ju prijme, načíta hodnotu a odošle ju ako správu s odpoveďou. [4]

HTTP protokol má tri základné vlastnosti, ktoré ho robia jednoduchým. Tieto vlastnosti už ale neplatia pre HTTPS protokol, ktorý je zabezpečený a zachováva stav.

**HTTP vytvára jednorázové pripojenie** HTTP klient vytvorí požiadavku, hneď potom, ako sa pripojí na server, odošle požiadavku, ktorá sa spracuje na strane servera. Týmto pripojením sa odošle zo serveru odpoveď na požiadavku, akonáhle sa odpoveď dostane ku klientovi, toto pripojenie sa zruší. Pri ďalšom kontaktovaní klienta na ten istý server sa musí vytvoriť nové pripojenie. Táto vlastnosť HTTP pripojenia zabráňuje zahľteniu servera jediným klientom. Takto vybavuje server požiadavky postupne podľa času pripojenia klienta.

**HTTP je nezávislé od typu dát** Môžeme posilať akékoľvek dáta prostredníctvom HTTP protokolu, či už je to video, obrázok, hudba, čistý text alebo iné, pokiaľ klient aj server vedia ako tento dátový obsah spracovať. Či ho už priamo prehrať alebo zo-

brazíť v prehliadači, alebo ho stiahnuť. Pri HTTP protokole sa vyžaduje špecifikovanie odosielaných dát pomocou *Media type* (MIME type). Napríklad pri odosielaní HTML stránky je to *text/html*.

**HTTP je bezstavový protokol** To, že HTTP protokol nezachováva stav vyplýva z toho, že vytvára jednorázové pripojenia. Každé pripojenie klienta na server je ako pre serverovskú tak aj pre klientsku stranu nové, keďže po každom odoslaní odpovede server zruší pripojenie a neukladá si jeho referenciu. Vďaka tejto vlastnosti HTTP protokolu nemôže ani klient ani server uchovávať alebo prenášať informácie medzi rôznymi požiadavkami z rôznych zdrojov.

Samozrejme v súčasnosti tieto vlastnosti HTTP protokolu sú modifikované rôznymi technológiami, napríklad Cookies ukladajú dáta pri pripojení pomocou HTTP protokolu, tieto dáta sa ďalej vedia použiť pri ďalšom pripojení na server, kde sa pošlú detaily uložené u klienta serveru, vďaka čomu server skôr rozpozná klienta, resp. nebude od neho vyžadovať napr. dáta o prihlásení, keďže ich klient pošle vo svojej požiadavke na server.

## 1.5 Senzory

Senzor alebo snímač je technické zariadenie, ktorého úlohou je snímať a reagovať na zmeny prostredia a veličiny, ktorú meria. Senzor premieňa úžitkovú energiu na elektrické dáta. Zmenu tejto veličiny senzor zaznamená a odošle ju ďalej ako výstup. Tieto hodnoty ďalej spracúvajú agregátory a posielajú informáciu do akčných členov, ktoré na základe hodnôt vykonajú predom definovanú akciu. Senzor premieňa úžitkovú energiu na elektrické dáta. Pod pojmom si môžeme predstaviť širokú škálu zariadení, ktoré merajú rôzne veličiny. Typy senzorov:

- Tlakové senzory
- Teplotné senzory
- Ultrazvukové senzory
- Senzory vlhkosti
- Senzory plynov - chemické
- PIR senzory pohybu
- Senzory zrýchlenia
- Senzory farieb
- Gyroskopické čidlá
- Pohybové senzory

V inteligentných budovách nájde využitie každý z menovaných typov senzorov. Tlačidlá, meteostanice, ktoré majú viacero senzorov, ktoré merajú teploty, tlak, vlhkosť, Pohybové



senzory, PIR senzory. Niektoré z týchto senzorov obsahujú aj akčné členy a agregáty, ktoré zároveň namerané hodnoty transformujú do čitateľnej informácie a sprostredkujú ju užívateľovi. Takým príkladom môže byť termostat na stene, ktorý odmeranú hodnotu zároveň zobrazí.

## 1.6 Akčné členy

Akčný člen, alebo *actuator* je motor, ktorý zodpovedá za kontrolu a ovládanie senzorov za predpokladu prepojenia prostredníctvom agregátora. Tento akčný člen transformuje formu energie, zväčša elektrický prúd, ale aj vzduchový tlak na ďalšiu akciu. Napríklad stlačením tlačidla na vytiahnutie žalúzií na stene sa odošle signál do agregátora, ktorý ho ďalej sprostredkuje akčnému členu (motor na žalúziách) a ten sa na základe tohto signálu spustí a vykoná akciu vytiahnutia žalúzií. V riešení problematiky inteligentných domov potrebujeme akčné členy, ktoré nám dajú do pohybu žalúziu, zapnú svetlo, kúrenie na základe žiadanej teploty. Teda akčný člen môžeme nazvať mechanizmom, ktorým kontrolný systém - agregátor pôsobí na objekty nachádzajúce sa v prostredí, ktoré je takto prepojené.

## 1.7 Pripojenie

Na komunikáciu medzi inteligentnými objektmi je potrebné mať tieto objekty akýmsi spôsobom pripojené. Senzor musí byť pripojený na agregátor, ktorý sa prepojí s akčným členom vykonávajúcim požiadavky od agregátora. Táto komunikácia prebieha prostredníctvom rôznych pripojovacích rozhraní.

### 1.7.1 Lokálne pripojenie

Týmto pripojením máme na mysli pripojenie inteligentných objektov na agregátor s riadiacou jednotkou, ktorým budú tieť dáta. Je viacero rozhraní ktorými môžu takéto objekty komunikovať. Každé z nich má svoje špecifické vlastosti.

**KNX** Štandardizovaný komunikačný protokol podľa EN 50090, ISO/IEC 14543 pre automatizáciu budov.

**X10** Protokolna na automatizáciu, väčšinou využíva elektrické vedenie na signalizáciu a ovládanie, kde signály predstavujú krátke rádiovýchvlnové impulzy transformované na digitálnu informáciu.

**Z-Wave** Novší protokol, ktorý používa na komunikáciu bezdrôtové pripojenie. Je navrhnutý na bezdrôtové ovládanie svetiel, stmievačov, bezpečnostných systémov a ďalších inteligentných objektov. Systém využívajúci Z-Wave môže byť ovládaný vzdialene

prostredníctvom siete internet a Z-Wave brány alebo riadiacej jednotky ktorá slúži aj ako ovládač.

**ZigBee** ZigBee je špecifikácia podľa IEEE 802.15.4 pre vysokoúrovňové komunikačné protokoly, ktoré sú využívané na vytváranie *Personal Area Network* (PAN) sietí v ktorých sa nachádzajú nízko spotrebové digitálne zariadenia, ktoré je možné ovládať. Dokážu prenášať dáta na diaľku 10 - 20 metrov. Rýchlosť prenosu je definovaná na 250kbit/s takže sa hodí na prenos dát z a do senzorov alebo vstupných zariadení, prenos je šifrovaný 128bitovou symetrickým šifrovacím kľúčom.

**Modbus** Je sériový komunikačný protokol využívaný v PLC ovládačoch. Bežne sa používa na pripájanie priemyselných elektronických zariadení. Je jednoduchý na zavedenie a údržbu, má viacero verzií, pre účely inteligentných budov je najvhodnejšia verzia Modbus TCP/IP.

**PLC** Komunikačný protokol využívajúci elektrické drôty na súčasný prenos dát a striedavého prúdu. Využíva sa často v automatizácii kvôli prístupu do siete internet. Takéto spojenie je náchylné na výpadky, keďže závisí od správneho rozvedenia káblov a ističov. V prípade zlého zapojenia môže dochádzať k prerušeniu spojenia.

**Bluetooth** Otvorený komunikačný štandard pre bezdrôtové zariadenia, ktorý dokáže pripojiť viacero zariadení naraz. Pôvodne bol ako náhrada za drôtové rozhranie RS-232, dnes predstavuje využitie v mobilných telefónoch, elektronike a aj v inteligentných budovách. Každé zariadenie v sieti Bluetooth je identifikované pomocou *Bluetooth Device Address*, čo môžeme prirovnať k identifikácii zariadení Ethernet prostredníctvom MAC adres. Technológia je štandardizovaná podľa IEEE 802.15.1, Bluetooth signál dosahuje do diaľky 100 metrov v ideálnych podmienkach, teda spadá do kategórie PAN. Na komunikáciu využíva 2.4 GHz pásmo, kde dosahuje prenosovú rýchlosť okolo 720 kbit/s. Nevýhodou Bluetooth komunikácie je, že signál šírený cez stenu alebo iné prekážky rapídne klesá. Bluetooth komunikácia patrí do Aplikačnej vrstvy štandardu ISO/OSI.

**WiFi** Je to štandard (IEEE 802.11) pre bezdrôtové lokálne siete. Podobne ako Bluetooth využíva 2.4 GHz pásmo aj 5 GHz pásmo. WiFi pripojenie je v súčasnosti najvyužívanejšie pre prístup na internet pre notebooky, smartfóny. Nevýhodou WiFi sietí je, že pásmo 2.4 GHz je kvôli jeho rozšírenosti často rušené inými signálmi hlavne vo veľkých mestách, bytoch, kde má každá domácnosť vlastný WiFi router. Z tohto dôvodu je potrebné takúto sieť zabezpečiť heslom. V inteligentných budovách

sa využíva taktiež často, pretože je to cenovo prijateľná možnosť ako sa pripojiť so svojim zariadením do siete a ovládať tak objekty v budove. Pre potreby IoT je rýchlosť WiFi pripojenia viac ako postačujúca. WiFi sieť pracuje na Linkovej vrstve modelu ISO/OSI.

**6LoWPAN** Skratka znamená *IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks*

Je to internetový štandard, ktorý využíva IPv6 protokol aj pre zariadenia s nízkou spotrebou. Takéto zariadenia majú limitovanú schopnosť spracovávania dát. 6LoWPAN majú definovaný mechanizmus na zapuzdrenie a kompresiu hlavičkových dát tak, aby mohli IPv6 pakety byť odoslané a prijímané prostredníctvom *low-rate wireless personal area network* (LR-WPAN).

### 1.7.2 Pripojenie do siete Internet

Do siete internet je možné pripojiť sa dvomi spôsobmi, bezdrôtovo a za použitia konektora, káblu. Poznáme viacero druhov pripojení, ktoré si špecifikujeme nižšie.

**Optický kábel**

**DSL**

**ADSL**

**Dial-Up**

**GSM**

**LTE**

**LoraWAN**

## 1.8 Agregátory

Agregátory sú zariadenia, ktoré spájajú akčné členy a senzory a odosielať dáta do riadiacej aplikácie. Ich úlohou je zoskupiť dáta zo senzoru, spracovať ich a odoslať do akčného člena, ktorý spracuje tieto dáta a vykoná akciu. Niektoré agregátory odosielať tieto dáta do cloudu alebo do riadiacej aplikácie, ktorá môže byť súčasťou agregátora. V inteligentných budovách je agregátor hlavným prvkom, ktorý spravuje všetky objekty, uchováva informácie o ich stavoch, hodnotách, prijíma signály zo senzorov, spracováva ich a preposiela do akčných členov. Každé zariadenie pripojené v agregátore je jedinečne identifikované.

### 1.8.1 Riadiace aplikácie

V súčasnosti existuje niekoľko možností na výber riadiacej aplikácie, ktorá bude spravovať zariadenia v inteligentnom dome.

Pozrieme sa na niektoré z existujúcich riešení:

**Gira Homeserver** Toto zariadenie pre inteligentné budovy prepája elektrické inštalácie KNX systému do počítačovej siete a siete internet. Takto pripojené zariadenie je schopné ovládať inteligentný dom a objekty v ňom, kamery, audiosystémy, svetlá a ďalšie zariadenia od iných výrobcov. Výrobca svoj produkt prezentuje ako komplexný ovládač, ktorý je energeticky nenáročný, zabezpečený a ovládateľný jedným prstom. Ich riešenie poskytuje aj aplikáciu pre iOS zariadenia, ktoré po pripojení sa do siete vedú prevziať kontrolu nad celým domom a všetkými ovládateľnými prvkami v ňom. Aplikácia poskytuje informácie o spotrebe energie, vody a plynu v domácnosti, prehľad počasia, taktiež umožňuje prepojenie s vchodovou kamerou a mikrofónom prostredníctvom plug-inov. Z hľadiska zabezpečenia dokáže odoslať informáciu o vlámaní, prípadne pohybe cudzieho objektu v priestore monitorovanom kamerami alebo senzormi pohybu.

**Jung Facility pilot** Zariadenie určené na trvalú prevádzku, montuje sa k rozvážačom na lištu. Je to vlastne malý počítač s AMD dvojjadrovým procesorom, štyrmi pripojeniami USB, sieťovým pripojením. Obsahuje aj slot na Micro-SD kartu a DVI pripojenie na obrazovku pre potreby vizualizácie. Vizualizáciu zariadenia je možné realizovať aj cez internetový prehliadač, ktorý podporuje HTML5. Na rozdiel od riešenia od firmy GIRA má dostupnú aplikáciu s názvom *Facility Pilot app* nielen na iOS platofmu, ale aj pre Android smartfóny. Má dve KNX rozhrania, z ktorých je jedno využívané na vizualizáciu celého systému a lepšiu údržbu KNX systému, a druhé KNX rozhranie je určené na komunikáciu prostredníctvom LAN ako KNX IP rozhranie. Oba tieto rozhrania bežia nezávisle, jedno na vizualizáciu vzdialenej údržby a druhé na prevádzku. Vďaka tomuto systému sa eliminujú akékoľvek ďalšie poplatky na dodatočnú kúpu ďalšieho rozhrania.

**Vera Control Vera3** WiFi a ovládanie domu v jednom. Takto prezentuje svoj produkt firma Vera Control. Okrem toho, že je to router podporujúci *WiFi 802.11n*, sa dokážete pripojiť do lokálnej siete prostredníctvom *Z-Wave*. Výrobca garantuje pripojiteľnosť viac ako 200 rôznych zariadení a aplikácií. Disponuje 500MHz procesorom MIPS SoC s RAM 128MB a pamäťou 64MB (32MB Flash NAND + 32MB SDRAM). Vďaka tejto pamäti si môžete ukladať scény a aplikácie pre váš dom.

Zariadenie taktiež ponúka jednoduchú inštaláciu a ovládanie pre laikov, ovládanie kamier, vrátnikov, zabezpečenia, prehľad spotreby domácností, dôležité upozornenia.

**Fibaro Home Center** Systém od poľskej spoločnosti Fibaro je mozgom autimatizovaných systémov *Fibaro systems* alebo iných systémov ktoré komunikujú prostredníctvom pripojenia Z-Wave. Ich vizualizácia má intuitívne vizuálne rozhranie. Hardvérové vybavenie sa skladá z procesoru Intel Atom s frekvenciou 1,6 GHz s 1GB RAM a 2GB SLC pevného disku. Zaujímavosťou je Recovery disk s kapacitou 4GB, ktorý zabezpečuje udržiavanie zálohy systému. Technológia *Linked Devices* umožňuje kombinovať viacero zariadení do jedného virtuálneho zariadenia, čo zjednoduší ovládanie prostredníctvom jedného ovládacieho prvku. Ďalšou výhodou je prehľadnejšie menu zariadení vo vizualizácii. Zaujímavou funkcionalitou je geolokácia zariadení s ich mobilnou aplikáciou. Ak chcete vedieť, kde sa nachádzajú ostatní členovia rodiny alebo firmy, stačí si pozrieť mapu, na ktorej je znázornená pozícia zariadenia.

**Samsung Hub** Samsung Hub je jeden z produktov rady *SmartThings*. Pomocou Hubu je možné ovládať senzory, svetlá, zámky, kamery. Ovláda sa pomocou aplikácie, ktorú si nainštalujete do svojho Android, Windows Phone alebo iOS zariadenia.

**Loxone Miniserver** Ďalšie zo zariadení, Loxone Miniserver podporuje ovládanie inteligentných budov pomocou iOS, Android zariadení. Má podporu aj pre webové prehliadače. Svoj výstup transformuje pomocou KNX zbernice. Loxone Air je technológia, pomocou ktorej dokáže zariadenie ovládať bezdrôtovo budovu a pripojiť zariadenia bez potreby pripájania a vedenia kabeláží. Dokáže spravovať AV Receivery, počítače, telefóny a ďalšie zariadenia, ktoré sú sieťovo orientované. Zabudovanie Miniserveru je riešené pomocou štandardnej DIN koľajnice. Miniserver ukladá všetky dáta lokálne, čo môžeme považovať za bezpečnejšie ako ukladanie do cloudových služieb.

**Embedded systems LogicMachine** Existuje viacero verzií LogicMachine, najnovšie a aktuálne modely sú napríklad LogicMachine Re:actor V3, LogicMachine 4. Je to ovládacia jednotka, ktorá podporuje vstupy formátov (záleží od typu zariadenia) RS485, 1-wire, IR Blaster, CEC, KNX TP1, USB 2.0 Host, EnOcean, Universal I/O, AO. Základné funkcionality spočívajú v IP routingu, vizualizácii, programovaní a vytváraní brán medzi zariadeniami rôznych štandardov. Má funkcionality

vzdialenej diagnostiky, a ovládania IP routerov ktoré sú zapojené v odlišných inštaláciách. Rôzne funkcionality na zaslanie e-mailu pri chybe zbernice, pretečení buffera, prípadne stavu pripojených zariadení. Obsahuje databázu typu kľúč-hodnota (Redis), do ktorej je možné ukladať rôzne objekty a ich hodnoty pre ďalšie použitie. Novou funkcionalitou, ktorá prišla s najnovším firmvérom je tvorba vizualizácie vrátane pridávania fontov, predprogramovaných prechodov pri zmene okna vo webovom prehliadači. Tvorba vizualizácie je jednoduchá aj pre laikov, keďže systém má v sebe už zabudované šablóny, kde stačí pridávať ďalšie objekty. Užívateľ si vie sám namodelovať ako bude vyzeráť jeho ovládacia aplikácia pre jeho inteligentný dom. Programovanie je ďalšou z výhod tohto produktu. Využíva sa tu skriptovací jazyk Lua, v ktorom je možné vytvárať vlastné skripty na spracovanie dát ktoré prechádzajú cez LogicMachine a posielajú ich do ďalších zariadení. Naprogramované skripty je možné využívať na základe udalostí, neustále ako rezidentné skripty, plánované skripty podľa času, kedy sa majú spustiť alebo ich uložiť do užívateľskej knižnice a využívať ich po častiach tam, kde to je potrebné. LogicMachine je zariadenie ktoré zjedocuje rozdielne systémy do jedného, ktorý dokáže spolupracovať so svojimi časťami.

## 1.9 Middleware

V posledných rokoch bolo navrhnutých niekoľko middlewareov pre smart objekty. Tento middleware, ktorý je konvenčne používaný u distribuovaných systémov, je základným nástrojom na implementáciu a dizajnovanie smart objektov, ako aj *Smart environment* aplikácií. Zároveň poskytuje abstrakciu objektov a aplikácií nad nimi, prostredníctvom ktorej môžu byť tieto objekty jednoducho vytvorené. Pod touto abstrakciou si môžeme predstaviť napríklad výpočtový model pre objekty, komunikácia medzi objektmi, rozhranie senzorov a akčných členov, *discovery service*, *knowledge management*.<sup>[5]</sup>

### 1.9.1 Požiadavky

Pre *smart environments*, teda inteligentné prostredie môžeme zdefinovať nasledujúcich päť požiadaviek, na základe ktorých vieme porovnávať najpoužívanejší dostupný middleware:

SE\_Req1 *"Abstrakcia prostredníctvom heterogénnych vstupných a výstupných hardvérových zariadení".*

Vstupno-výstupné zariadenia sú zvyčajne heterogénne, z čoho vyplýva, že je náročné až nemožné ich spárovať alebo prinútiť ich k akejkoľvek interakcii. Tu je potrebná abstrakcia k virtualizácii týchto zariadení a ich následné použitie ako homogénne systémy podľa vzoru *plug-and-play*.

**SE\_Req2 "Abstrakcia prostredníctvom softvérových a hardvérových rozhraní".**

Hardvérové a softvérové rozhrania sú tiež heterogénne, teda je potrebná ich štandardizácia pomocou vyšších mechanizmov tak, aby bolo ich použitie jednoduché. Takéto hardvérové a softvérové komponenty založené na vysokoúrovňových rozhraniach budú schopné bezproblémovej komunikácie.

**SE\_Req3 "Abstrakcia prostredníctvom dátových prúdov (spojité alebo samostatné údaje alebo udalosti) a dátových typov".**

Rozdielne hardvérové a softvérové komponenty, napríklad senzory, zariadenia, mobilné aplikácie, prezentujú dáta rôznymi spôsobmi, v iných formátoch a dátových typoch. Tu je potrebná abstrakcia na formalizáciu dátových prúdov ktoré sú generované jednotlivými komponentami. Všetky tieto toky dát, či už spojité, samostatné, alebo občasné udalosti majú byť definované pod jednou spoločnou štruktúrou, teda *frameworkom*. Taktiež musí byť štandardizovaná reprezentácia dátových typov, vďaka ktorej by bola umožnená výmena dát u heterogénnych komponentov.

**SE\_Req4 "Abstrakcia prostredníctvom fyzickosti (umiestnenia, kontextu)".**

Objekty v inteligentnom prostredí ako aj inteligentné prostredie samé má svoju polohu, teda objekty sú definované statickou alebo dynamickou polohou a vzťahujú sa na jeden alebo viacero kontextov počas ich životného cyklu. Tu je potrebná abstrakcia tohto prostredia tak, aby sme zachytili správanie týchto objektov v prostredí v jednotlivých fázach ich životných cyklov, aby sme ich vedeli využiť v návrhu a implementácii aplikácie tohto inteligentného prostredia.

**SE\_Req5 "Abstrakcia prostredníctvom vývojového procesu".**

Na analýzu, dizajn a implementáciu inteligentného prostredia, musia byť definované vhodné metódy a nástroje. Tie musia byť schopné účinne modelovať inteligentné prostredie pomocou vysokoúrovňovej abstrakcie a zároveň plne podporovať ich im-

plementáciu a nasadenie.

Pre smart objekty máme definované taktiež špecifické požiadavky na ich middleware:

#### **SO\_Req1 *"Heterogenita a vývoj aplikácií"*.**

Vývoj aplikácie využívajúcej inteligentné objekty by nemal byť závislý na inteligentných objektoch, ich type alebo ich výrobcovi. Teda aplikácia by mala vedieť obsluhovať, resp. byť schopná ovládať objekty od akéhokoľvek výrobcu, prípadne využiť aj objekty, ktoré budú zabudované neskôr v budúcnosti. To znamená, že na vývoj je potrebné použiť štandardný prístup, prípadne využívať softvér pomocou adaptčných techník vrstvenia (dynamicky) medzi aplikáciou a úrovňami inteligentného objektu. Takýto prístup je žiadúcejší.

#### **SO\_Req2 *"Zväčšenie variácií inteligentných objektov"*.**

Inteligentné objekty poskytujú množstvo služieb, ktoré sa môžu líšiť v počte a type služby medzi týmito inteligentnými objektmi, či už rozdielnymi, alebo podobnými. To znamená, že dva podobné objekty môžu poskytovať odlišné služby, no na druhej strane dva úplne odlišné objekty môžu poskytovať rovnakú službu. To znamená, že objekty nemôžeme rozdeľovať iba na základe ich typu, na základe toho môžeme povedať, že u takýchto objektoch je problematické využívať štandardné rozhranie. Táto požiadavka je dôležitá, pretože definuje, ako sa môžu meniť inteligentné objekty tým, že poskytujú rôzne služby, ktoré sa menia počas životného cyklu inteligentného objektu. Tým pádom nemôžeme iba definovať metódy na dynamické úpravy inteligentného objektu, ale aj spôsob, ako budú tieto metódy obsluhované a skonštruované.

#### **SO\_Req3 *"Manažment inteligentných objektov"*.**

Efektívny manažment inteligentných objektov je rozhodujúci v IoT aplikáciách, kde tieto objekty môžu komunikovať každý s každým alebo ak sú použité na splnenie nejakého konečného cieľa. Aplikácie a objekty musia byť preto schopné sa dynamicky prispôsobovať, keďže tieto objekty sa môžu postupne meniť pre rôzny účel, napríklad pre účel mobility, kvôli poruche a tak ďalej. Takže požiadavky aplikácie sa musia zhodovať so službou ktorú poskytuje inteligentný objekt počas behu. Pre tento účel sú strategické vyhľadávacie služby, ktoré dokážu v dynamickom kontexte



vyhľadávať a získať inteligentné objekty na základe ich dynamických a statických vlastností.

**SO\_Req4 *"Evolúcia systémov inteligentného objektu"*.**

Aplikácie a inteligentné objekty by mali byť jednoducho, rýchlo modelované a vylepšované pomocou príslušnej programovacej abstrakcie. Vývoj môže byť vedený programovaním, učením alebo obomi. To sa týka najmä inteligentných komponentov, ktoré sú zvyčajne založené na samostatnom vývoji. Takéto komponenty sú schopné riadiť svoj vývoj na základe nejakého modelu učenia, ktorý majú k dispozícii. Ako príklad môžeme uviesť softvérového agenta.

# Záver

Cieľom práce bolo bla bla bla..

Bla bla...

Bla bla...

# Zoznam použitej literatúry

- [1] COMPUTER SCIENCE DEPARTMENT, T. C. M. U. A smarter grid with the Internet of Things. [https://www.cs.cmu.edu/~coke/history\\_long.txt/](https://www.cs.cmu.edu/~coke/history_long.txt/), 2014. [Online; accessed 28-April-2016].
- [2] ERLICH, Y. A vision for ubiquitous sequencing. <http://genome.cshlp.org/content/25/10/1411/>, 2015. [Online; accessed 26-April-2016].
- [3] EVANS, D. The Internet of Things - How the Next Evolution of the Internet is Changing Everything. [http://www.cisco.com/c/dam/en\\_us/about/ac79/docs/innov/IoT\\_IBSG\\_0411FINAL.pdf/](http://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf/). [Online; accessed 26-April-2016].
- [4] FIELDING, R. T., GETTYS, J., MOGUL, J. C., NIELSEN, H. F., MASINTER, L., LEACH, P. J., AND BERNERS-LEE, T. Rfc 2616 - hypertext transfer protocol – http/1.1. <https://tools.ietf.org/html/rfc2616>, 6 1999. (Accessed on 05/01/2016).
- [5] FORTINO, G., AND TRUNFIO, P. Internet of Things based on Smart Objects , 2014.
- [6] FRIEDEMANN, M., AND FLOERKEMEIER, C. From the Internet of Computers to the Internet of Things . <http://www.vs.inf.ethz.ch/publ/papers/Internet-of-things.pdf/>, 2010. [Online; accessed 28-April-2016].
- [7] HÖLLER, J., TSIATIS, V., MULLIGAN, C., KARNOUSKOS, S., AVESAND, S., AND BOYLE, D. Internet of Things - Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems. [http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/Converging\\_Technologies\\_for\\_Smart\\_Environments\\_and\\_Integrated\\_Ecosystems\\_IERC\\_Book\\_Open\\_Access\\_2013.pdf/](http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/Converging_Technologies_for_Smart_Environments_and_Integrated_Ecosystems_IERC_Book_Open_Access_2013.pdf/). [Online; accessed 26-April-2016].
- [8] LA DIEGA, GUIDO, N., AND IAN, W. Contracting for the ‘Internet of Things’: Looking into the Nest. <http://ssrn.com/abstract=2725913/>, 2016. [Online; accessed 28-April-2016].
- [9] MONNIER, O. A smarter grid with the Internet of Things. [http://e2e.ti.com/blogs\\_/b/smartgrid/archive/2014/05/08/a-smarter-grid-with-the-internet-of-things/](http://e2e.ti.com/blogs_/b/smartgrid/archive/2014/05/08/a-smarter-grid-with-the-internet-of-things/), 2014. [Online; accessed 26-April-2016].

- [10] PONTIN, J. ETC: Bill Joy's Six Webs . <https://www.technologyreview.com/s/404694/etc-bill-joys-six-webs/>, 2005. [Online; accessed 28-April-2016].
- [11] RAJI, R. Smart networks for control. [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=284793&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs\\_all.jsp%3Farnumber%3D284793/](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=284793&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D284793/), 1994. [Online; accessed 28-April-2016].
- [12] ROUSE, M. Internet of Things (IoT). <http://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT/>, 2014. [Online; accessed 26-April-2016].
- [13] UNKNOWN. Internet of Things Global Standards Initiative. <http://aiweb.techfak.uni-bielefeld.de/content/bworld-robot-control-software/>. [Online; accessed 26-April-2016].
- [14] VERMESAN, O., AND FRIESS, P. Internet of Things - Converging Technologies for Smart Enviroments and Integrateed Ecosystems. [http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/Converging\\_Technologies\\_for\\_Smart\\_Environments\\_and\\_Integrated\\_Ecosystems\\_IERC\\_Book\\_Open\\_Access\\_2013.pdf/](http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/Converging_Technologies_for_Smart_Environments_and_Integrated_Ecosystems_IERC_Book_Open_Access_2013.pdf/). [Online; accessed 26-April-2016].
- [15] WEISER, M. From the Internet of Computers to the Internet of Things . <http://web.media.mit.edu/~anjchang/ti01/weiser-sciam91-ubicomp.pdf/>, 1991. [Online; accessed 28-April-2016].
- [16] Wood, Alex. *From Machine-to-Machine to the Internet of Things: Introduction to a New Age of Intelligence*. Academic Press.

# Prílohy

A	Štruktúra elektronického nosiča . . . . .	II
B	Algoritmus . . . . .	III

# A Štruktúra elektronického nosiča

# B Algoritmus

---

## Algoritmus B.1 Ukážka algoritmu

---

```
1  /* Hello World program */
2
3  #include <stdio.h>
4
5  struct cpu_info {
6      long unsigned utime, ntime, stime, itime;
7      long unsigned iowtime, irqtime, sirqtime;
8  };
9
10 main()
11 {
12     printf("Hello World");
13 }
```

---