



IoT
INTERNET VECÍ

PETER
PROCHÁZKA

Peter Procházka

IoT – Internet vecí

OZ5V

Bratislava

2022

Autor: Ing. Peter Procházka

Recenzenti: Ing. Zoltán Szedlák
Ing. Bc. Branislav Skladan Ph.D

Vydal: OZ5V, Bratislava, 2022

Vydanie: prvé

Schválené pedagogickou a edičnou komisiou Ekonomickej univerzity v Bratislave v edičnom zámere na rok 2022 ako učebnica.

ISBN 978-80-974484-1-7

Obsah

Úvod	5
1 Vymedzenie Internetu vecí, úvod do problematiky	6
2 Vymedzenie technických, programových, technologických a ekonomických predpokladov realizácie IoT zariadení	10
2.1 Technické predpoklady.....	10
2.2 Programové predpoklady.....	11
2.3 Technologické predpoklady.....	11
2.4 Ekonomické predpoklady	12
3 Základné princípy návrhu IoT zariadení	14
3.1 Bezpečnosť	14
3.2 Použitelnosť	15
3.3 Interoperabilita.....	15
3.4 Nízka spotreba energie	16
3.5 Škálovateľnosť.....	16
3.6 Flexibilitnosť.....	17
3.7 Efektívnosť	18
4 Základy elektrotechniky, práca v laboratóriu	20
4.1 Základné pojmy	20
4.2 Základné komponenty	21
4.2.1 Pasívne prvky.....	21
4.2.2 Aktívne prvky	24
4.3 Práca v laboratóriu.....	29
5 Vývojové dosky Arduino, NodeMcu a ich varianty	31
6 Hardvérové prvky IoT zariadení (senzory, výkonné prvky, ...).....	36
6.1 Sieťové a komunikačné prvky	37
6.2 Sensory a vstupné zariadenia.....	39

6.3	Výkonné koncové zariadenia a zobrazovacie zariadenia	41
7	Konštrukcia a testovanie IoT zariadení.....	44
7.1	Základy digitálnych obvodov	45
7.2	Stavba obvodov na skúšobnom kontaktnom poli.	47
8	Open source softvér Arduino (IDE).....	51
9	Knižnice hardvérových prvkov	55
10	Webové a Cloudové rozhrania pre IoT	58
11	Chyby pri tvorbe IoT zariadení	61
11.1	Slabá konektivita.....	62
11.2	Nedostatočný dizajn.....	62
11.3	Chýbajúce funkcie.....	63
11.4	Nedostatočná integrácia	64
11.5	Nedostatočný výkon.....	64
11.6	Nedostatočná flexibilita'	65
11.7	Nedostatočná údržba	65
11.8	Vysoké náklady.....	66
11.9	Nesprávna implementácia	67
12	Bezpečnosť IoT zariadení	68
13	Stratégie na zlepšenie IoT zariadení.....	70
	Zoznam skratiek	71
	Zoznam obrázkov	72
	Zoznam použitej literatúry	73

Úvod

Internet vecí, často označovaný aj ako Internet of Things (IoT), je revolučný koncept, ktorý má potenciál radikálne zmeniť spôsob, akým žijeme a pracujeme. Táto technológia znamená prepojenie fyzických objektov s internetom prostredníctvom zabudovaných senzorov, softvéru a iných technológií s cieľom zberu a výmeny dát. IoT otvára dvere k novým úrovňam automatizácie a výkonnosti, čo prináša významné výhody pre obchod, priemysel, technológiu a naše každodenné životy.

Koncept Internetu vecí predstavuje nový spôsob interakcie s fyzickým svetom okolo nás. Prostredníctvom IoT sa bežné objekty - od chladničky až po autá - stávajú "inteligentnými", čo znamená, že sú schopné komunikovať, prijímať pokyny a vykonávať akcie bez priamej ľudskej intervencie. Napríklad, inteligentné termostaty sa učia z našich vzorcov správania a automaticky upravujú teplotu v našich domovoch, zatiaľ čo inteligentné mesto môže používať senzory a dáta na efektívnejšie riadenie dopravy a infraštruktúry.

Potenciál IoT je obrovský a preniká do rôznych odvetví. V oblasti zdravotníctva môže prispieť k lepšiemu monitorovaniu pacientov a efektívnejšiemu riadeniu zdravotníckych zariadení. V priemysle môže IoT zvýšiť efektívnosť výrobných procesov a prispieť k prevencii nehôd prostredníctvom prediktívnej údržby. Dokonca aj v oblasti poľnohospodárstva, IoT môže pomôcť pri riadení polí a stád pomocou presných dát a pokročilých analýz.

V rámci vzdelávania a výskumu môže IoT prispieť k novým a inovatívnym spôsobom učenia sa a objavovania. Vďaka IoT môžeme monitorovať a analyzovať obrovské množstvo dát, čo nám umožní lepšie pochopenie sveta a jeho komplexných systémov. Táto technológia teda má potenciál otvoriť nové cesty pre výskum a inovácie.

Zároveň je dôležité si uvedomiť aj výzvy a otázky, ktoré IoT prináša. Bezpečnosť dát a ochrana súkromia sú kľúčové obavy, keďže počet zariadení pripojených k internetu rastie. Navyše, ako sa technológia stáva čoraz sofistikovanejšou, vyvstáva otázka o etike a zodpovednosti za rozhodnutia, ktoré robia autonómne systémy.

Internet vecí je teda fascinujúci koncept, ktorý nám otvára nový svet plný možností a výziev. Ako sa tento koncept ďalej vyvíja a stáva sa realitou, budeme musieť aktívne riešiť otázky bezpečnosti, súkromia a etiky, aby sme zabezpečili, že IoT bude slúžiť dobru všetkých. Súčasne je dôležité pokračovať v inováciách a výskume, aby sme mohli plne využiť potenciál tejto revolučnej technológie. Bez ohľadu na to, čo nás čaká, jedna vec je istá: Internet vecí zmení náš svet - a je na nás, aby sme sa pripravili na túto zmenu.

1 Vymedzenie Internetu vecí, úvod do problematiky

Internet vecí sa dnes dostáva do povedomia širokej verejnosti a všeobecne sa používa na označenie pre akékoľvek zariadenie pripojené k internetu pričom každé zariadenie môže komunikovať s iným prostredníctvom internetu a ukladať informácie o spätnej väzbe do centrálného uzla. História IoT je diskutabilná, nikto nedokáže stopercentne uviesť kde a kedy to začalo ale dnes sa s ním už stretávame v každodennom živote vo forme inteligentných telefónov, počítačov, ale nájdeme ho aj v inteligentných chladničkách, alebo v domácnosti napríklad pri obyčajnom zapnutí osvetlenia. Ak to zhrnieme, internet vecí dnes už nájdeme od domácností po všetky odvetvia hospodárstva a stále sa rozširuje, pretože čoraz viac firiem si uvedomuje veľké výhody tejto technológie.

Na začiatku si spomeňme, že definícia IoT nie je presne daná a existuje ich veľké množstvo. Pri písaní tejto knihy sme ich našli približne 140 a určite to neboli všetky. Vyzerá to tak, že čo autor nejakej publikácie, to vlastná definícia, ale mnohé sa výrazne podobajú. Na začiatok si uvedieme niekoľko z nich.

Internet vecí (IoT) je sieť fyzických objektov, ktoré obsahujú zabudovanú technológiu na komunikáciu a vnímanie alebo interakciu s ich vnútornými stavmi alebo vonkajším prostredím. (Atzori, 2010)

IoT umožňuje snímanie a ovládanie objektov na diaľku v rámci existujúcej sieťovej infraštruktúry, čo vytvára príležitosti na priamu integráciu fyzického sveta do počítačových systémov, čo vedie k vyššej efektívnosti, presnosti a ekonomickým výhodám. (Gubbi, 2013)

IoT predstavuje novú paradigmu toho, ako sú veci vnímané, navrhované, vyrábané, používané a prípadne likvidované. Umožní novú triedu aplikácií, služieb a obchodných modelov, vytvorí nové formy hodnoty a poháňa ekonomický rast. (European Commission, 2014)

Internet vecí je posunom paradigmy od tradičného spôsobu interakcie so zariadeniami, čím sa vytvára nová úroveň prepojenia a nová úroveň automatizácie a inteligencie. (Hu, 2015)

IoT je obrovská sieť prepojených „vecí“ (ktorá zahŕňa aj ľudí). Vzťah bude medzi ľuďmi – ľuďmi, ľuďmi – vecami a vecami – vecami. (Weiser, 1991)

IoT predstavuje integráciu fyzického a digitálneho sveta pomocou technológií založených na senzoch, ktoré umožňujú zber, komunikáciu a spracovanie údajov z rôznych zariadení a objektov. (Kshetri, 2018)

IoT je sieť prepojených zariadení, objektov a vecí, ktoré sú zabudované do elektroniky, softvéru a senzorov a sú schopné komunikovať medzi sebou a s inými zariadeniami a systémami s podporou internetu. (Mishra, 2019)

S rastúcou dostupnosťou rýchlejšieho a spoľahlivejšieho širokopásmového pripojenia a predovšetkým s rozšírením 5G sietí bude mnoho zariadení vybavených štandardným pripojením prostredníctvom WiFi. Internet vecí už preniká do nášho každodenného života a mení naše návyky. Autá sú schopné synchronizovať sa s kalendármi na sledovanie schôdzok a plánovanie najlepších trás a inteligentní asistenti menia nakupovanie na konverzáciu.

Doteraz najpútavejšia aplikácia internetu vecí sa dá nájsť v priemysle, kde umelá inteligencia (AI) zásadne mení spôsoby podnikania. IoT, sa stále viac zameriava na prepojené továrne, aktíva a priemyselné ekosystémy. Údaje generované pripojenými zariadeniami môžu poskytnúť podniku zásadné informácie, ako napríklad o výkonnosti aktív v reálnom čase, o tom, ako je dodávateľský reťazec agilný a ako sa produkty používajú. Môžu dokonca predpovedať riziká, kedy a za akých podmienok sa môže niečo pokaziť. Takéto platformy na správu a analýzu údajov môžu pomôcť v reálnom čase spracovať údaje senzorov a strojov z pripojených aktív a tým pomôcť predpovedať kľúčové výsledky. Výrobcovia sú schopní zdokonaľovať proces výroby a celú logistiku. Množstvo rôznych senzorov pomáha pri monitorovaní procesov výroby, včasnom odhalení chýb, inteligentné mestá pomáhajú znižovať spotrebu odpadu a energie, senzory na cestách môžu pomôcť optimalizovať premávku, inteligentné zdravotnícke zariadenia môžu pomôcť zlepšiť starostlivosť o pacientov, inteligentné budovy môžu úspornejšie využívať energiu atď.

Pre spotrebiteľov majú zariadenia IoT tiež množstvo využití. Môžeme používať inteligentnú televíziu, na ktorej môžeme zdieľať napríklad videá z nášho mobilného telefónu. Dom môže byť pripojený k mobilnému telefónu aby sme ho prostredníctvom neho diaľkovo ovládali a kontrolovali rozhranie pre nastavenie kúrenia, rekuperácie, varovania pred požiarom, alebo ovládali svetlá, zatemnenia, či iné zariadenia. Rozsah internetu vecí sa neustále rozširuje a asistenti inteligentných domácností zažívajú doslovný boom.

Cieľom internetu vecí je umožniť prepojenie vecí kedykoľvek, kdekoľvek, s akoukoľvek vecou a kýmkoľvek, ideálne pomocou akejkoľvek cesty/siete a akejkoľvek služby. (Vermesan, 2013)

Jednou z kľúčových vlastností IoT je schopnosť automaticky komunikovať a vykonávať určité úlohy bez ľudskej intervencie. To umožňuje napríklad inteligentným spotrebičom, aby sa automaticky vypínali po dosiahnutí určitého stavu, alebo aby automaticky upravovali svoje nastavenia v závislosti od vonkajších podmienok.

Internet vecí sa skladá z mnohých rôznych prvkov, vrátane senzorov, komunikačných modulov, zariadení na spracovanie dát a cloudových služieb. Sensory sú zariadenia, ktoré zbierajú dáta o prostredí, ako napríklad teplota, vlhkosť, tlak, pohyb a svetlo. Komunikačné moduly umožňujú prenos dát medzi senzormi a inými zariadeniami. Zariadenia na spracovanie dát zberajú a spracúvajú dáta z rôznych senzorov a cloudové služby umožňujú uložiť a sprístupniť dáta na diaľku.

Inštitút elektrického a elektrotechnického inžinierstva IEEE vydal v roku 2015 publikáciu, v ktorej ponúka rôzne definície internetu vecí podľa použitých predpokladov a architektúry. Pred zavedením samotnej definície prezentujú základné charakteristiky tohto konceptu, medzi ktoré patrí (Minerva a kol., 2015):

- vzájomné prepojenie vecí,
- prepojenie vecí do internetu,
- jednoznačne identifikovateľné veci,
- všadeprítomnosť,
- schopnosť snímania a ovládania,
- schopnosť operatívnej komunikácie,
- konfigurovateľnosť heterogénnych zariadení,
- programovateľnosť.

Internet vecí v užšom zmysle je definovaný ako sieť, ktorá spája jednoznačne identifikovateľné „veci“ s internetom. „Veci“ majú schopnosť snímania, ovládania a sú programovateľné. Pomocou využívania jednoznačnej identifikácie a snímania môžu byť informácie o „veciach“ zhromažďované a „veci“ môžu byť menené kdekoľvek, kedykoľvek a kýmkoľvek.

Úroveň zložitosti systému založenom na internete vecí môže rásť, pričom veľké množstvo „vecí“ môže byť prepojených za účelom dodania komplexnej služby a podpory vykonávania komplexných procesov. V takom prípade spoločnosť IEEE používa nasledujúcu definíciu v širšom zmysle.

Internet vecí v širšom zmysle je definovaný ako samo-konfigurovateľná, adaptívna a komplexná sieť, ktorá spája „veci“ s internetom prostredníctvom použitia štandardných komunikačných protokolov. Navzájom prepojené „veci“ majú fyzickú alebo virtuálnu reprezentáciu v digitálnom svete, schopnosť snímania a ovládania, programovateľnosti a sú jednoznačne identifikovateľné. Reprezentácia obsahuje informácie, ktoré obsahujú identitu „vecí“, stav, umiestnenie alebo ďalšie relevantné obchodné, sociálne alebo súkromné

informácie. „Veci“ ponúkajú služby s ľudskou intervenciou alebo bez nej, s využitím jednoznačnej identifikácie, so získavaním a prenosom údajov a schopnosťou ovládania. Služby sú využívané prostredníctvom použitia inteligentných rozhraní a sú dostupné kdekoľvek, kedykoľvek a berúc do úvahy bezpečnosť čohokoľvek.

V definícii je použitý pojem „vecí“ namiesto pojmu zariadenia. Pojem zariadenia je definovaný ako technický, fyzický komponent (hardvér) so schopnosťou prepojenia s inými systémami informačných technológií.

IoT však prináša aj určité bezpečnostné riziká a riziká v oblasti súkromia. Keďže IoT zariadenia sú často využívané na zbieranie a prenos dát, môžu byť cieľom útokov hackerov. Je preto dôležité, aby boli IoT zariadenia dostatočne chránené a aby sme dáta, ktoré zbierajú, správne zabezpečili.

Útoky na IoT zariadenia môžu mať vážne dôsledky, pretože môžu ovplyvniť rôzne dôležité systémy. Je dôležité, aby sme pri vývoji IoT zariadení venovali pozornosť bezpečnosti, aby sme minimalizovali tieto riziká. To zahŕňa nielen zabezpečenie zariadení a komunikácie, ale tiež ich správu a monitorovanie.

V budúcnosti sa očakáva, že IoT bude ešte viac rozšírené a bude mať ďalšie aplikácie. IoT môže mať významný dopad na spoločnosť a ekonomiku, a preto je dôležité, aby sa na ňom intenzívne pracovalo.

2 Vymedzenie technických, programových, technologických a ekonomických predpokladov realizácie IoT zariadení

Realizácia IoT zariadení si vyžaduje špecifické technické, programové, technologické a ekonomické predpoklady.

Technické predpoklady zahŕňajú komponenty ako senzory, komunikačné moduly, mikrokontroléry a ďalšie elektronické komponenty, ktoré sú potrebné na vytvorenie IoT zariadenia. Tieto komponenty musia byť kompatibilné a schopné komunikovať s inými zariadeniami v sieti.

Programové predpoklady zahŕňajú softvér, ktorý je potrebný na ovládanie a spracovanie dát z IoT zariadenia. Toto môže zahŕňať operačný systém, aplikácie a knižnice pre komunikáciu s inými zariadeniami.

Technologické predpoklady zahŕňajú komunikačné protokoly, ktoré sú používané pre prenos dát medzi IoT zariadeniami. Medzi najpopulárnejšie patria protokoly ako napríklad TCP/IP, Zigbee a MQTT.

Ekonomické predpoklady zahŕňajú finančné zdroje potrebné na vývoj, výrobu a implementáciu IoT zariadenia. Tiež sa musia zvažovať náklady na prevádzku a údržbu IoT zariadenia a jeho vplyv na podnikanie.

Všetky tieto predpoklady musia byť správne vymedzené a splnené, aby sa IoT zariadenie dalo úspešne realizovať. Je potrebné zvážiť tieto predpoklady v ranom štádiu vývoja projektu IoT zariadenia, aby sa zabezpečila jeho úspešná implementácia.

2.1 Technické predpoklady

Technické predpoklady sú kľúčové pre realizáciu IoT zariadenia, pretože sa týkajú fyzických komponentov, ktoré sú potrebné pre ich fungovanie. Medzi hlavné technické predpoklady patria:

1. Senzory - rôzneho druhu sa využívajú na zber údajov o prostredí, v ktorom sa nachádzajú. Senzory môžu merať teplotu, vlhkosť, tlak, polohu, rýchlosť a mnoho ďalších parametrov. Senzory musia byť vybrané tak, aby boli vhodné pre konkrétne aplikácie a musia byť kompatibilné s ostatnými komponentmi IoT zariadenia.
2. Komunikačné moduly - slúžia na pripojenie k internetu a na prenos dát medzi zariadeniami. Existuje mnoho rôznych typov komunikačných modulov, ako napríklad WiFi, LoRa, Zigbee a Bluetooth. Je dôležité vybrať komunikačný modul, ktorý bude