



ANALÝZA EFEKTÍVNOSTI VYUŽITIA IOT NA LETISKÁCH

Dávid Šmotlák
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina

Ján Rostaš
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina

Abstract

The thesis deals with the topic "Analysis of the efficiency of IoT usage in airports". It consists of several parts, focusing on the current ways of using IoT technology, the differences in the implementation of this technology in different airports in different countries and their subsequent comparison. The thesis also focuses on the security of IoT technology, specifically on protection against cyber-attacks (cybersecurity) and identifies the risks that arise from the introduction of this smart technology. Furthermore, based on the synthesis of the collected data on the use of IoT technology, including comparisons between specific airports, an analysis and suggestions for optimizing the application of this smart technology are made.

Keywords

Internet of Things, Aerodrome, Cybersecurity, smart technology, landside, airside, facial recognition

1. Úvod

Táto diplomová práca na tému „Analýza efektívnosti využitia IoT na letiskách“ sa zameriava na technológiu IoT (Internet of Things/ Internet vecí) a spôsoby jej implementovania na letiskách. Je rozdelená teoretickú a praktickú časť. Teoretická časť tejto diplomovej práce sa venuje syntéze a analýze informácií o technológii Internetu vecí, aké možnosti nám prináša, ale aj kedy a prečo vznikla. Okrem týchto informácií sa diplomová práca venuje aj aplikačným možnostiam kde sa môžeme s touto technológiou stretnúť v reálnom živote, alebo aj napríklad aký je plánovaný rozvoj technológie Internetu vecí do budúcnosti. Taktiež sa zameria na sociálne a etické aspekty, ktoré je potrebné aby boli splnené. Po úvodnom oboznámení s informáciami o podstate a všeobecnej aplikáciách IoT sa v nasledujúcej časti zameriavam na implementovanie technológie na letiská. Konkrétne sa bude diplomová práca zaoberať spôsobmi akými je na letisko implementovaná, dôvody prečo sa letiská rozhodli pre inštaláciu a využívanie takejto technológie, ako aj na to, aké sú možné ohrozenia a z toho vyplývajúce nebezpečenstvá, ktoré vzniknú po ich implementácii. Tu sa zameriavame na kybernetické útoky, pričom budeme sledovať aké ich sú dôvody vrátane konkrétnych príkladov, ktoré boli zaznamenané a spôsoby ochrany v prípade napadnutia systémov IoT hackerskými skupinami. V ďalšie kapitoly tejto diplomovej práce tvoria jej praktickú časť, v ktorej sú vytvorené analýzy. Ich zameranie je na analyzovanie získaných údajov so zameraním sa na hypotézu, či táto technológia priamo ovplyvňuje počet prepravených cestujúcich. Nadstavbou prvej analýzy budem ďalšia analýza určená na hľadanie súvislosti a následnom dokazovaní či je spôsob použitia technológie Internetu vecí závislá od jej geografického umiestnenia, t.j. krajiny, respektíve oblasti, v ktorej sa skúmané letisko nachádza. Predmetom skúmania je niekoľko vybraných letísk s detailnejším zameraním na spôsoby použitia technológie Internetu vecí na skúmaných letiskách. Po ukončení všetkých analytických skúmaní a analyzovaní údajov sa práca venuje v ďalšej časti návrhu na optimalizáciu, respektíve na rozšírenie používania technológie Internetu vecí na letiskách aj s konkrétnymi aplikačnými príkladom. V poslednej časti sa práca venuje

diskusii, v ktorej je zhodnotenie získaných výsledkov analýz. Taktiež v tejto časti práca obsahuje aj návrh na zmeny, ktoré by optimalizovali aktuálny stav používania technológií IoT, prípadne by priniesli zlepšenie využívania tejto technológie na letiskách.

2. Cieľ práce

Cieľom diplomovej práce na tému „Analýza efektívnosti využitia IoT na letiskách“ je analyzovanie technológie Internetu vecí a následne pomocou získaných výsledkov zvýšiť efektivitu využitia respektíve rozšírenie používania technológie Internetu vecí na letiskách.

3. Metodika a metódy skúmania

Diplomovú prácu na tému „Analýza efektívnosti využitia IoT na letiskách“ sú použité viaceré druhy metód. Pred samotným začiatkom písania práce je použitá metóda pozorovania pomocou ktorej bolo možné preštudovať verejne dostupné články ako aj odborné publikácie a vďaka ktorým bolo možné získať a sumarizovať vedomosti, ktoré boli potrebné k dosiahnutiu stanoveného cieľa tejto diplomovej práce. Po získaní dostatočného množstva informácií a vedomostí ohľadne problematiky, ktorej sa venuje táto práca, bola v nasledujúcom kroku použitá ďalšia metóda nazývaná porovnanie, respektíve komparácia, kedy nasleduje porovnávanie informácií, ktoré sa podarilo získať. Túto metódu bolo možné použiť nakoľko všetky získané informácie boli nadobudnuté z voľne (verejne) dostupných overených zdrojov. Pri samotnom výbere zdrojov som sa zameriaval na ich dostatočnú kvalitu. Použitie verejne dostupné zdroje slúžia pre dosiahnutie všetkých potrebných informácií k diskutovanej téme a vykonaným analýzám. Úvod diplomovej práce je venovaný všeobecným informáciám ohľadne technológie Internetu vecí pričom sa konkrétne zameriavam na predstavenie danej technológie následne jej využitie v každodennom živote, resp. reálnej prevádzke letísk. Prvá časť je zakončená diskutovaním o prínose technológie Internetu vecí do budúcnosti. Táto časť je koncipovaná pomocou už metód pozorovania, zberu dát a následnej syntézy.

Druhá časť tejto diplomovej práce je zameraná na spôsoby využívania technológie Internetu vecí na letisku pričom sa budem venovať jej spôsobmi implementácie. Pre lepšie pochopenie použitia technológie Internetu vecí sú letiská rozdelené do troch častí, konkrétne sa jedná o verejnú časť letiska, terminál (obe časti patria do landside) a neverejnú časť letiska (v zóne airside). Táto časť diplomovej práce je vytvorená pomocou využitia metód pozorovania, zberu dát a ich následnej syntézy. Tretiu časť diplomovej práce predstavuje analýza prínosu technológie Internetu vecí so zameraním sa na zvyšujúci sa počet prepravených cestujúcich. Následne nadväzuje ďalšia analýza zameraná na spôsoby implementácie technológie Internetu vecí na rôznych letiskách. Okrem týchto "rámcových" analýz sú uvedené aj konkrétnejšie dedikované analýzy implementácie IoT na dvoch letiskách, ktoré sú detailnejšie preskúvané. V tejto časti je možné evidovať viac metód. Konkrétne sa jedná o metódu porovnávania získaných dát a ich následnej analýzy. Samotná analýza je realizovaná pomocou matematického modelu. Táto diplomová práca je finalizovaná v poslednej fáze, kde sú uvedené konkrétne návrhy optimalizácie technológie Internetu vecí. Tento návrh obsahuje aj dedikované postupy pre efektívne zavedenie zmien, respektíve doplnenie možností pre implementáciu technológie Internetu vecí na letiskách.

4. Výsledky

Vďaka použitiu viacerých analýz som zistil, že skúmané letiská zaujali rôzne pohľady na spôsob zvýšenia digitalizácie na konkrétnych letiskách. Rôzne stupne digitalizácie letísk majú priamy vplyv na používanie, respektíve implementovanie technológie Internetu vecí. Letiská pri ktorých bol dosiahnutý najvyšší stupeň digitalizácie majú technológiu Internetu vecí implementovanú do skoro všetkých procesov, ktoré sa na letisku vykonávajú (či už sa jedná o bezpečnosť, odbavenie cestujúcich a batožiny, reklamy, monitorovanie letiskových priestorov, pozemná obsluha ako aj mnoho ďalších aktivít).

4.1. Prínos v efektívnosti kvôli zvyšujúcim sa počtom prepravených pasažierov a tým aj zvýšenie kapacity letísk

Na analyzovanie prínosu z dôvodu narastajúcemu počtu cestujúcich som sa rozhodol využiť zhlukovú / klastrovú analýzu z mojej Bakalárskej práce (zameraná na tému „Analýza využitia IoT v leteckej doprave“). Na základe ďalšieho skúmania dát som zistil, že implementácia technológie Internetu vecí má priamy pozitívny dopad na zvýšenie efektívnosti jednotlivých procesov, vďaka čomu je letisko schopné s rovnakou kapacitou prepraviť výrazne väčší počet cestujúcich na tomto letisku. Zvýšenie počtu prepravených cestujúcich dokáže z toho dôvodu že vieme jednotlivé procesy vďaka dokonalému pochopeniu zvýšiť tak aby bola dosiahnutá čo najvyššia efektívnosť. Vďaka tomu vieme minimalizovať časy jednotlivých úkonov čo nám v koncovom dôsledku prinesie rýchlejšie odbavenie lietadla (celý proces komplexných činností, ktoré sú potrebné vykonať od priletu až po samotný opakovaný odlet lietadla) a tým pádom aj navýšenie počtu obslužených letov na danom letisku. Okrem zvýšenia počtu prepravených cestujúcich a aj zvýšenia počtu vykonávaných letov z daného letiska dokážeme za pomoci technológie Internetu vecí pozitívne ovplyvniť pocit cestujúcich z konkrétneho letiska. Tento pocit cestujúcich (good-will) dosahujeme vďaka údajom, ktoré získavame pomocou

technológie Internetu vecí a tým pádom vieme upraviť podmienky na letisku aby boli čo najviac vyhovujúce pre cestujúcich. Vďaka výsledkom, ktoré som dosiahol pomocou zhlukovej analýzy vieme povedať že letiská, ktoré majú technológiu Internetu vecí implementovanú do čo najväčšieho množstva procesov, ktoré sa na letisku vykonávajú majú výrazne väčšie množstvo prepravených cestujúcich ročne ako letiská, ktoré používajú technológiu Internetu vecí len pri niektorých prípadne žiadnych procesoch.

4.2. Porovnanie využívania technológie Internetu vecí na letiskách v rôznych krajinách

Tak ako aj v predošlej analýze som sa aj na tomto mieste rozhodol použiť poznatky ako aj zhlukovú analýzu z mojej Bakalárskej práce (na tému „Analýza využitia IoT v leteckej doprave“). Vďaka získaným dátam som zistil že na samotné využívanie respektíve spôsob použitia technológie Internetu vecí má relatívne veľký vplyv štát respektíve oblasť, v ktorej sa dané letisko nachádza. Táto závislosť používania technológie Internetu vecí od štátu, kde sa letisko nachádza nám predstavuje rôzne faktory, ktoré to ovplyvňujú.

4.3. Praktická využiteľnosť

Pri posudzovaní implementácie systémov IoT je potrebné posúdiť a vyhodnotiť najdôležitejšie faktory, ako sú:

- Legislatívne požiadavky súvisiace s možnosťami implementácie na základe právnych noriem a predpisov
- Technologická pripravenosť, ktorá priamo súvisí nielen s aktuálnym stavom, v akom sa systémy nachádzajú, ale hlavne s novými trendami súvisiacimi so zvyšujúcou sa náročnosťou na hardvérové a softvérové požiadavky a tým aj úzko súvisia s finančnou náročnosťou, resp. nákladmi na implementáciu nových, prípadne iba rozšírenie už využívaných technológií.
- Spôsoby financovania – v tomto prípade je možné náklady za zavedenie IoT zahrnúť do investičných plánov samotných letísk. V prípade dostupnosti dotačných schém pre digitalizáciu sektoru dopravy a služieb je možné takéto investície získať aj z takýchto grantov, čo samozrejme výrazne pomôže ušetriť, resp. minimalizovať vlastné investície letísk.
- Kapacita letísk – priamy vplyv na zvýšenie kapacity letísk prostredníctvom zvýšenia počtu odbavených cestujúcich. V tomto prípade dochádza k výrazným investičným úsporám, kde namiesto dlhodobých a rozsiahlych rekonštrukcií terminálov je zavedenie IoT technológií výrazne lacnejšie a efektívnejšie nielen z finančného ale aj časového hľadiska
- Environmentálne hľadisko predstavuje veľmi výrazný faktor, ktorý je potrebné starostlivo a komplexne zvážiť pri takmer všetkých investíciách súvisiacich s rekonštrukciou alebo výstavbou nových terminálov (posúdenie vplyvov na životné prostredie, tzv. EIA). Z tohto pohľadu sa práve implementácia IoT javí ako podstatne efektívnejší spôsob s minimálnym vplyvom životné prostredie nielen pri inštalácii týchto technológií, ale aj kvôli v súčasnosti už existujúcim možnostiam na recykláciu elektronických zariadení, ktoré predstavujú hardvérové komponenty IoT.

5. Záver

Cieľom mojej diplomovej práce s témou „Analýza využívania efektívnosti lot na letiskách“ bolo zistiť akým spôsobom je technológia Internetu vecí implementovaná na letiskách, analyzovať efektívnosť jej využívania pri jednotlivých procesoch a zhodnotiť jej aplikácie ako prostriedky pri zvyšovaní efektivity procesov realizovaných na letisku, ako aj pri zvyšovaní efektivity celkovej prevádzky letiska. Vykonanie analýz malo opodstatnenie na základe zistení, že aj napriek zvyšujúcemu sa počtu letísk, kde prebieha digitalizácia, nie je všade využívaná technológia Internetu vecí. Pri letiskách, ktoré majú implementovanú technológiu Internetu vecí bolo tiež zistené, že nie je pri všetkých letiskách je technológia IoT rovnako využívaná., podobne môžeme identifikovať odlišnosti aj pri miere implementovania do jednotlivých procesov. Základy pre zostavenie tejto diplomovej práce predstavujú údaje s ich následného vyhodnotením na základe aplikovania analýz. Dáta pochádzajú nielen z verejne dostupných zdrojov, ale aj prostredníctvom priamej komunikácie s letiskami, ktoré boli následne doplnené o vlastnými skúsenosťami. Vďaka týmto získaným dátam je možné poukázať na spôsoby zavedenia a využitia technológie Internetu vecí na letiskách, identifikovať súvislosti s používaním technológie a geografickou lokalizáciou krajiny v ktorej sa letisko nachádza, alebo aj prínos technológie pre zvýšenie efektivity fungovania letiska. Diplomová práca bola logicky rozdelená na dve hlavné časti, ktoré sú následne delené do viacerých pod častí. Hlavné dve časti sú teoretická a praktická časť. V prvej teoretickej časti boli zozbierané a vyhodnotené všeobecné informácie o technológii Internetu vecí s následným diferencovaním na informácie o technológii IoT na letiskách. Po oboznámení s významom a aplikovateľnosťou vo všeobecných informáciách môžeme identifikovať predpoklady rozvoja tejto technológie do budúcnosti a akým spôsobom sa vieme aj v reálnom každodennom živote stretnúť s touto technológiou. Následne bola presmerovaná pozornosť k technológii Internetu vecí s využitím na letiskách. Tu boli vykonané rozborov dôvodov prečo letiská postupne pristupujú k implementácii tejto smart technológie, ale aj spôsoby akými je využívaná IoT na letiskách. Spôsoby využívania IoT na letisku je rozdelená do troch častí. Prvá časť je zameraná na vonkajšie priestory landside (verejná časť letiska) následne na terminál a v poslednom prípade vonkajšie priestory airside (neverejná časť letiska). Okrem súčasných spôsobov využívania technológie Internetu vecí na letiskách sa v práci venujem aj plánovanému prínosu technológie IoT na letiská do budúcnosti. V neposlednom rade sa práca venuje aj problematike kybernetických hrozieb, pričom sa zameriava na kybernetické útoky na letiská, druhy kybernetických útokov ako aj na samotné spôsoby ako sa vie letisko brániť v prípade kybernetického napadnutia. V druhej časti práce sa zaoberá analýzou viacerých faktorov týkajúcich sa technológie Internetu vecí. Ako prvý faktor je skúmaný prínos technológie z dôvodu narastajúceho počtu prepravených cestujúcich. Konkrétne predstavuje pozorovanie a následné vyhodnotenie hypotézy či má zavedenie technológie pozitívny vplyv na počet prepravených cestujúcich. Na zistenie spojitosti je použitá zhluková analýza, vďaka ktorej bolo verifikované, že letiská s najvyšším stupňom implementácie dokážu prepraviť omnoho väčší počet cestujúcich ako letiská, ktoré nevyužívajú technológiu Internetu vecí. Zhluková analýza bola aplikovaná aj v prípadoch, kde bolo potrebné nájsť a následne dokázať závislosť používania technológie Internetu vecí s krajinou v ktorej sa skúmané letiska nachádzajú. Pomocou vykonanej analýzy bolo zistené, že existuje výrazný vplyv geografického

umiestnenia štátu respektíve oblasti kde sa skúmané letisko nachádza na spôsob využívania technológie Internetu vecí. Po vykonaní zhlukových analýz následne detailnejšie analyzované akým spôsobom majú využívanú technológiu Internetu vecí letiská Schwechat – Viedeň, Praha, Ostrava, Brno a Bratislava. Na základe získaných informácií som vykonal analýzu a vytvoril PESTLE analýzu na základe ktorej som priniesol návrh implementácie technológie Internetu vecí na letisko Milana Rastislava Štefánika v Bratislave. Posledným bodom, ktorému sa venuje táto diplomová práca je návrh na optimalizáciu respektíve zlepšenie využívania technológie Internetu vecí na letisku. Tento návrh som vytvoril na základe veľkého množstva informácií o samotnej technológii ako aj o spôsoboch využívania technológie Internetu vecí na letiskách, ktoré som boli predmetom zberu a analýzy údajov v tejto diplomovej práci. Na základe týchto informácií bol vytvorený návrh, ktorý by mal prispieť k zlepšeniu a rozšíreniu využívania technológie Internetu vecí za účelom zvýšenia bezpečnosti na letisku, navigácie osôb na letiskách a v neposlednom rade aj zlepšenie pozitívneho vnímania letísk z pohľadu cestujúcich.

Referencie

- Albin Libi Madana; Vinod Kumar Shukla; Robin Sharma a Ipseeta Nanda (2021). IoT Enabled Smart Boarding Pass for Passenger Tracking Through Bluetooth Low Energy. Dubaj. Amity University
- Dinh Dung Nguyen; József Rohács; Dániel Rohács a Anita Boros (2020). Intelligent Total Transportation Management System for Future Smart Cities. Budapešť. University of Technology and Economics
- Enrico Buzzoni; Fabio Forlani; Carlo Giannelli; Matteo Mazzotti; Stefano Parisotto; Alessandro Pomponio a Cesare Stefanelli (2019). The Advent of the Internet of Things in Airfield Lightning Systems: Paving the Way from a Legacy Environment to an Open World. Bologna. University of Bologna.
- HGH. Airport Surveillance. Online. Dostupné na: https://hgh-infrared.com/en/airport-surveillance-airfield-surveillance/?gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMI8a-w19jhhAMVBENBAh3LbQWUEAAYASAAEgI4NvD_BwE
- Imran Ahmed; Misbah Ahmad; Joel J.P.C. Rodrigues a Gwanggil Jeon (2021). Edge computing-based person detection system for top view surveillance: Using CenterNet with transfer learning.
- Miraqa Safi; Sajjad Dadkhah; Farzahan Shoehleh; Hassan Mahdikhani; Heather Molyneaux a Ali Akbar Ghorbani (2022). A Survey on IoT Profiling, Fingerprinting and Identification. New York. University of New Brunswick
- Nashwan Adnan Othman a Ilhan Aydin (2017). A new IoT combined body detection of people by using computer vision for security application. Erbil. Knowledge University.
- Quality Magazine. Smart Cameras vs. Profile Sensors. Online. Dostupné na: <https://www.qualitymag.com/articles/95151-smart-cameras-vs-profile-sensors>

Roshan Fernandes; Anisha P. Rodrigues a K.B. Sudeepa (2020). IoT based Smart Security for the Blind. Bangalore. NMAM Institute of Technology.

Security. How IoT Helps Revolutionize and Optimize Airport Security. Online. Dostupné na: <https://www.securitymagazine.com/articles/91326-how-iot-helps-revolutionize-and-optimize-airport-security>

SOS electronic. Internet of Things – Všetci hovoria o IoT, ale čo to vlastne je. Online. Dostupné na: <https://www.soselectronic.com/sk/articles/sos-supplier-of-solution/internet-of-things-1-cast-vsetci-hovoria-o-iot-ale-co-to-vlastne-je->

2034?gad_source=1&gclid=CjwKCAiA5L2tBhBTEiwAdSxJX9pmYeFFcQLW7Ah78pVwYkuHSB5YtC8DWnCTsDWij6C-mlf5_2shhoC9P8QAvD_BwE

Vision of Humanity. IoT Technologies Explained: History, Examples, Risk & Future. Online. Dostupné na: <https://www.visionofhumanity.org/what-is-the-internet-of-things/?fbclid=IwAR32u0JNxCA7HQcG-zJliAy7XuzdZ9FRSFYMU16ocwD57-StxoTyVHOHV7A#:~:text=The%20term%20'Internet%20of%20Things,them%20through%20a%20supply%20chain>