



ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ITS USE IN AIR TRANSPORT

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

Andrej Novák
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina

Abstract

In recent years, modern technologies have found large applications in sectors such as engineering, healthcare, information technology, robotics, and so forth. One important field in the use of such modern technologies is the field of air transport, where the main objective of using these technologies is to facilitate work for people, make individual tasks more efficient and faster, or reduce the risks associated with human error. In this paper, we will look at artificial intelligence and its use in aviation. Despite the rapid pace of improvement, artificial intelligence is still finding its way to reach its full potential. The history of artificial intelligence dates back to ancient times when many philosophers wondered whether a machine could think. The answer is found in the second half of the 20th century, when, besides theoretical knowledge, we can also observe the first intelligent machines. There is no clear and single correct definition for artificial intelligence, so the subject of the next section is to define artificial intelligence from different sources. The following section details the difference between deep learning and machine learning, comparing their main differences and applications in aviation. The analysis of the current state of application of artificial intelligence in aviation represents the core part of this paper. The emphasis in the analysis is put mainly on applications in the field of airports, air traffic management and safety. In each of these areas, the benefits of using AI are evaluated based on already established AI-enabled technologies. Finally, by analysing the sources available and those applied in our work with the use of a mathematical model, we assess how important the role artificial intelligence currently plays in air transport.

Keywords

Artificial intelligence, Deep learning, Machine learning, Air transport, Airport, Air traffic management

1. SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBELMATIKY

Umelá inteligencia mení fungovanie dnešného sveta a výrazne ovplyvňuje život obyčajných ľudí, pričom sa jej vývoj a zdokonaľovanie prudko zrýchľuje. Spoločnosť využíva stále väčšie množstvo dát a s rýchlym vývojom vo výpočtovej technike a neustále zdokonaľujúcimi sa algoritmi zohrá v budúcnosti umelá inteligencia hlavnú úlohu vo všetkých priemyselných odvetviach, čím dôjde ku zvýšeniu konkurencieschopnosti, produktivity a v prípade správneho využitia tejto technológie aj k obrovským ekonomickým a spoločenským výhodám [1].

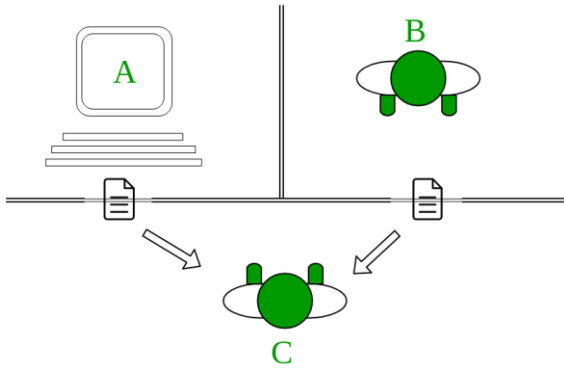
Plný potenciál umelej inteligencie však nie je v súčasnosti ani zďaleka využitý. Hoci existuje mnoho úspešných projektov, v ktorých sa aplikuje, pochopenie toho, ako môže AI vytvárať obchodné a spoločenské hodnoty, je stále len v začiatkoch [1].

1.1. História umelej inteligencie

Mnohé elementárne metodologické problémy umelej inteligencie boli dôležité vo filozofii už v staroveku, stredoveku a ranom novoveku. Filozofi ako Aristoteles, svätý Tomáš Akvinský, René Descartes a mnohí ďalší sa pýtali otázky: „Čo sú kognitívne procesy?“, „Aké nevyhnutné podmienky by mal spĺňať jazyk na to, aby bol adekvátnym nástrojom na precízne a jednoznačné opísanie sveta?“ alebo „Môže byť uvažovanie automatizované?“. Prvé experimenty, ktoré by pomohli zodpovedať otázku „Je možné skonštruovať systém umelej inteligencie?“, nebolo možné vykonať do 20. storočia. To sa zmenilo zostrojením prvých počítačov [2].

1.1.1. Turingov test

Uvedená imitačná hra je v skutočnosti prevádzkovou skúškou umelej inteligencie a môžeme ju opísať nasledujúcim spôsobom. Súčasťou tejto hry sú traja ľudia – muž (A), žena (B) a vyšetrovateľ (C). Vyšetrovateľ sa nachádza v inej miestnosti ako muž a žena, pričom cieľom vyšetrovateľa je určiť, kto zo zvyšných dvoch je muž a kto žena. Pozná ich pod označením X a Y. Na konci hry vyšetrovateľ priradí jednu z dvoch možností – X je muž a Y je žena alebo Y je muž a X je žena. Vyšetrovateľ môže klást otázky typu: „Povie mi X, prosím, dĺžku svojich vlasov?“. X musí odpovedať na otázku vyšetrovateľa. Predpokladajme, že X je v skutočnosti A. Cieľom hry pre A je pokúsiť sa zmiest C a pôsobiť tak, aby ho C nesprávne identifikoval. V takomto prípade by mohla odpoveď A znieť takto: „Moje vlasy sú dlhé a najdlhšie pramienky majú až 22 cm.“ Aby vyšetrovateľovi nepomohli vedľajšie faktory, napríklad tón hlasu, odpovede by mali byť napísané na papier, najlepšie však na písacom stroji alebo počítači. Cieľom hry pre hráča B je pomôcť C správne identifikovať osoby. Najlepšou stratégiou pre B je pravdepodobne podávanie pravdivých informácií. Môže si pomôcť tvrdeniami ako: „Ja som žena, nepočúvaj ho!“ Takéto tvrdenia môže podsúvať aj hráč A. Čo sa však stane v prípade, že stroj prevezme úlohu hráča A v tejto hre? Podľa Turinga je umelá inteligencia počítača rovnaká ako inteligencia človeka v prípade, ak vyšetrovateľ nedokáže takúto zmenu rozlíšiť [2] [3].



Obrázok 1: Schéma Turingovho testu.

[<https://www.geeksforgeeks.org/turing-test-artificial-intelligence/>]

1.1.2. ELIZA

Program simuloval rozhovor medzi pacientom a psychoterapeutom, pričom využíval odpoveď osoby na formovanie svojej odpovede. Interakcia prebiehala medzi počítačovým programom a používateľom, ktorý sedel pri elektrickom písacom stroji, a program reagoval na odpovede používateľa. ELIZA presvedčil viacerých ľudí, že je empatický psychoterapeut so skutočným pochopením. Používatelia tak strávili hodiny diskusiou o svojich osobných problémoch s neživým programom. To privedlo tvorca Josepha Weizenbauma k zamysleniu sa nad etikou a dôsledkami pomerne triviálneho programu, ktorý klame naivného používateľa s cieľom odhaliť jeho osobné informácie. Pripúšťal možnosť, že sa v budúcnosti vyvinie program umelej inteligencie, ktorý bude schopný porozumieť reči a prirodzeným jazykom. V takomto prípade by program mohol teoreticky odpočúvať každý dôležitý hovor, čítať e-maily a zhromažďovať súkromné informácie používateľov, prípadne by mohol byť používaný mocnými na potlačenie nesúhlasu a na elimináciu tých, ktorí by ohrozovali ich existenciu. Podáva sa tak otázka, ako naučiť robota, čo je správne a čo nesprávne. Odpovedať možno tromi zákonmi robotiky, ktoré boli navrhnuté v knihe Ja, Robot. Prvý zákon hovorí o tom, že robot nesmie zraniť človeka ani v stave svojej činnosti, ani v stave nečinnosti. Rovnako sa od robota vyžaduje, aby poslúchal príkazy (za predpokladu, že príkaz nemá spôsobiť ublíženie inej ľudskej bytosti), a napokon musí robot chrániť svoju vlastnú existenciu, pokiaľ jeho ďalšia existencia neubližuje človeku [4] [5].

1.1.3. Deep Blue

Ďalšie oživenie umelej inteligencie prichádza už s pokročilejšími algoritmi, ktoré využívajú počítače. Jedným z nich je šachový program Deep Blue od spoločnosti International Business Machines Corporation (IBM), ktorý v roku 1997 dokázal poraziť majstra sveta v šachu Garryho Kasparova. Deep Blue bol údajne schopný spracovať 200 miliónov možných pohybov za sekundu, a tak určiť najlepší pohyb s ohľadom na ďalších 20 ťahov dopredu. Na spracovanie a vyhodnocovanie ťahov využíval metódu vyhľadávania v strome [5].

1.2. Definovanie umelej inteligencie

V roku 1955 jeden z priekopníkov umelej inteligencie John McCarthy definoval AI tak, že cieľom AI je vyvinúť stroje, ktoré sa správajú, akoby boli inteligentné. Na otestovanie tejto

definície bolo použitých pätnásť malých robotických vozidiel pohybujúcich sa v uzavretom priestore konkrétnych rozmerov. Niektoré vozidlá sa pohybovali pomaly, iné sa vyhýbali zrážkam a časť z nich jazdila agresívne. Podľa predošlej definície by bolo možné roboty považovať za inteligentné. Zdanlivo zložitú správu však môže byť vytvorené jednoduchými elektrickými obvodmi. Braitenbergove vozidlá majú dve kolesá, pričom každé z nich je poháňané nezávislým elektromotorom. Rýchlosť, akou sa otáča motor, je ovplyvnená svetelným snímačom, ktorý sa nachádza v prednej časti vozidla. Čím viac svetla dopadne na snímač, tým rýchlejšie sa bude pohybovať. Vyššie uvedená definícia tak nie je dostatočná, pretože hlavným cieľom AI je riešiť zložité problémy [6].

Podľa encyklopédie Britannica možno AI definovať ako schopnosť digitálnych počítačov alebo počítačom riadených robotov riešiť problémy, ktoré za bežných okolností súvisia s vyššími intelektuálnymi schopnosťami človeka. Ako predošlá, tak ani táto definícia nie je ideálna a má svoje nedostatky. Ak je počítač s veľkou pamäťou schopný uložiť dlhý text a následne ho na požiadanie zobrazí, je možné takéto konanie považovať za intelektuálnu schopnosť, keďže memorovanie dlhých textov patrí k intelektuálnym vlastnostiam človeka. Jednou z takýchto schopností môže byť napríklad rýchle násobenie dvoch 20-ciferných čísel. Podľa tejto definície je potom každý počítač systémom AI [6].

Na vyriešenie tejto dilemy možno použiť definíciu od Elaine Rich, ktorá je aktuálna aj desiatky rokov po jej vzniku. Umeľá inteligencia je výskum toho, ako prinútiť a naučiť počítače robiť také veci, v ktorých si počínajú ľudia v súčasnosti lepšie. Ide o stručné a výstižné charakterizovanie toho, o čo sa usilujú mnohí výskumníci v oblasti AI za posledných 50 rokov. Medzi silné stránky digitálnych počítačov, v ktorých jednoznačne prekonávajú ľudí, patrí vykonávanie viacerých a zložitých výpočtov v krátkom čase. V mnohých iných oblastiach však ľudia ďaleko prevyšujú schopnosti strojov. Napríklad osoba, ktorá príde do neznámej miestnosti, rozpozná okolie vo veľmi krátkom čase a v prípade potreby sa dokáže pohotovo rozhodovať a konať. Podľa zmienenej definície je jednou z úloh AI naučiť sa zvládať tieto situácie [6].

Z pohľadu leteckej dopravy sa nám naskytujú hneď tri definície. EASA zvolila širokospektrálnu definíciu: AI je akákoľvek technológia, ktorá napodobňuje výkon človeka. IATA, naopak, vo svojej štúdii označuje AI ako počítačové programy, ktoré vykazujú ľudskú inteligenciu, napríklad ľudské uvažovanie, učenie sa a riešenie problémov. Môžeme sa s ňou stretnúť v digitálnej (Apple Siri, Google Now), ale aj telesnej forme (roboti). EUROCONTROL použil ako východiskovú komplexnú definíciu systému AI, ktorá bola vypracovaná skupinou High-Level Expert Group on Artificial Intelligence (AI HLEG). Umeľá inteligencia (AI) je označenie pre systémy, ktoré dávajú najavo svoje inteligentné správanie analyzovaním a vykonávaním (do určitej miery aj autonómnych) akcií na dosiahnutie konkrétnych cieľov. Hardvérové a softvérové systémy AI sú navrhnuté ľuďmi a pôsobia vo fyzickej alebo digitálnej dimenzii tak, že vnímajú svoje prostredie cez získavanie a interpretovanie štruktúrovaných alebo neštruktúrovaných údajov, ktoré následne spracovávajú na vykonanie najlepšieho kroku, nevyhnutného na splnenie daného cieľa. Systémy AI môžu takisto prispôbiť svoje správanie na základe analýzy prostredia, ktoré bolo ovplyvnené ich predchádzajúcimi činnosťami [7] [1] [8].



Obrázok 3: Autonómne vozidlá spoločnosti EHang.
[<https://www.moodiedavittreport.com/ehang-partners-aerotree-to-develop-urban-air-mobility-business-in-malaysia>]

1.4.2. Stanley Robotics

Letisko v Lyone po úspešnej skúšobnej prevádzke rozširuje svoju službu automatizovaného parkovania. V spolupráci so spoločnosťou Stanley Robotics pracuje letisko na zväčšení svojich parkovacích kapacít. Službu má prevádzkovať sedem autonómnych robotov, ktoré pracujú súčasne. Na odstavenie motorového vozidla môžu cestujúci využiť 28 kabín, ktoré sú k dispozícii 24 hodín denne. Hlavným cieľom tejto spolupráce je zvýšiť spokojnosť zákazníkov a znížiť dopad letiskových služieb na životné prostredie. O účinnosti týchto služieb svedčí aj fakt, že toto letisko bolo v roku 2019 Medzinárodnou radou letísk (ACI) vyhlásené za najlepšie európske letisko v kategórii od 10 do 25 miliónov cestujúcich a na základe automatizovaného parkovania získalo certifikát uhlíkovej neutrality [14].

V praxi pomáha robotický parkovací systém cestujúcim nájsť si parkovacie miesto alebo ľahko vyhľadať svoje vozidlo. Ak si cestujúci rezervuje parkovacie miesto prostredníctvom služby, ktorú ponúka letisko v Lyone, odovzdá svoje vozidlo do jednej z kabín. Pri presune do terminálu s pomocou autobusu sa cestujúci už viac o parkovanie nezaujímajú. Tu prichádza úloha robota, ktorý vozidlo zaparkuje na stráženom parkovisku. Pri návrate cestujúceho sa robot postará, aby si zákazník našiel svoje vozidlo v jednej z dostupných kabín. Využívanie robotického parkovacieho systému je šetrnejšie k životnému prostrediu, pretože vytvára o 50 % viac miest na rovnakej ploche a zároveň znižuje emisie oxidu uhličitého tým, že cestujúci nemusia blúdiť po veľkej ploche a hľadať voľné parkovacie miesto [14].



Figure 4: Robotický parkovací systém od spoločnosti Stanley Robotics.

[<https://stanley-robotics.com/static/media/uploads/illustration%20block/bloc-3.jpg>]

1.4.3. IRTOS 2.0.

IRTOS 2.0. predstavuje druhú generáciu digitálnej veže od spoločnosti Indra. V porovnaní s prvou generáciou je vylepšená o niekoľko pokročilých aplikácií počítačového videnia, ktoré sú zobrazené pomocou rozšírenej reality na panoramatickej obrazovke. Všetky kontrolné a detekčné procesy sú vykonávané autonómne, pričom sa v prípade potreby spustia alarmy a dôjde k upozorneniu riadiacich letovej prevádzky. Letecký priemysel je veľmi citlivý na mieru falošných poplachov, ktoré by mohli odlákať pozornosť od tých relevantných. Hlavným cieľom tohto projektu je dosiahnuť mieru presnosti nad 90 % [15].

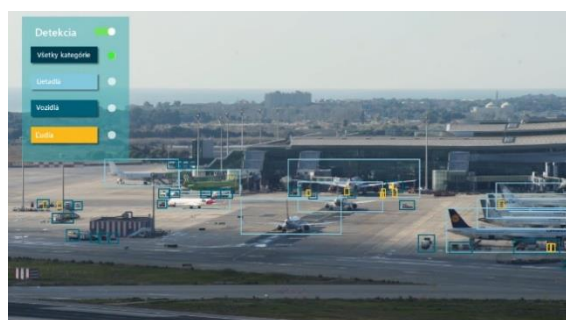


Figure 5: Detekcia objektov v závislosti od konfigurácie. [Autor podľa: <https://www.youtube.com/watch?v=nNK9S1urHHQ>]

2. METODIKA A METODOLÓGIA

Pri analyzovaní súčasného stavu sme rozdelili využitie umelej inteligencie na viacero oblastí tak, aby sme pokryli všetky sektory dopravy, v ktorých môžeme nájsť jej uplatnenie. Na overenie a porovnanie zistení, ktoré v jednotlivých kapitolách uvádzame, sme sa rozhodli vykonať širšiu analýzu využitia AI. Za zdroj údajov sme si zvolili letecké časopisy opisujúce využitie umelej inteligencie jednoduchým a nie podrobným spôsobom, ktorý pomôže verejnosti danej téme a problematike lepšie porozumieť.

Cieľom je prostredníctvom výskumu analyzovať trend využitia umelej inteligencie, rozdeliť jej uplatnenie v rôznych sektoroch a poskytnúť na základe porovnania údajov odporúčania na aplikáciu umelej inteligencie v budúcnosti.

Na základe teoretických vedomostí, ktoré sme pri písaní získali, sme si stanovili dve hypotézy.

H1 V dôsledku pandémie COVID-19 dochádza k vyššiemu využitiu umelej inteligencie medzi leteckými spoločnosťami a na letiskách.

H2 AI je v súčasnosti aplikovaná len na palube lietadla v systémoch nevyhnutných pre bezpečný let.

2.1. Postup skúmania problematiky

Postup skúmania problematiky bol navrhnutý a prispôbený tak, aby sme dosiahli stanovené ciele práce. Najdôležitejší bol výber zdrojov, z ktorých sme čerpali údaje. Leteckých internetových časopisov je mnoho, preto bolo potrebné na základe relevantných kritérií vybrať dva najvhodnejšie. Pri výbere sme dbali na to, aby časopis disponoval prepracovaným

vyhľadáváním a triedením jednotlivých článkov do takzvaných „značiek“ a kategórií, ktoré sú mimoriadne dôležité pri vytváraní vstupných parametrov potrebných na vytriedenie relevantných článkov. Druhým kľúčovým parametrom na výber časopisu bol časový horizont jeho vydávania. Keďže chceme v práci hodnotiť trend využitia AI, je nevyhnutné, aby letecký časopis archivoval články minimálne od roku 2018.

Postup analýzy článkov sa skladal z nasledujúcich krokov:

- stanovenie metódy výskumu – pri analýze sme využili kvalitatívnu a kvantitatívnu metódu s využitím štatistickej analýzy;
- preštudovanie jednotlivých článkov – vybrali sme tie články, ktoré sú pre náš výskum relevantné;
- zber údajov, analýza a vytvorenie štatistík, interpretácia údajov – údaje sme zaznamenali do tabuliek, na základe ktorých sme neskôr vytvorili grafy;
- porovnanie súčasného stavu so zisteniami, potvrdenie alebo vyvrátenie hypotéz s využitím t-testu, vyvodenie záverov.

3. ANALÝZA VYUŽITIA AI V LETECKEJ DOPRAVE

Na základe predstavených kritérií analýzy sme zúžili výber leteckých časopisov na dva. Prvý z nich sa nazýva Aviation Today. Obsah článkov tohto časopisu je rôznorodý. Nájdeme v ňom aktuálne novinky nielen z civilného, ale aj vojenského letectva. Okrem toho sa v ňom publikujú články z oblastí ako všeobecné letectvo, regulácia, avionika, manažment letovej prevádzky a futuristické koncepty. Druhý časopis sa nazýva Future Travel Experience. Podobne ako v prvom časopise aj tu nájdeme rozmanitý výber článkov. Články sú zamerané predovšetkým na inovácie v oblasti leteckej dopravy.

3.1. Definovanie vstupných parametrov

Vstupné parametre našej analýzy boli zvolené prostredníctvom kľúčových slov a značiek. S cieľom vybrať najrelevantnejšie články z prvého časopisu sme vybrali také kľúčové slová, ktoré sa často vyskytovali pri opise súčasného stavu a úzko súviseli s témou. Ako filter článkov sme použili nasledujúce kľúčové slová: „AI“, „Artificial intelligence“, „Deep learning“. Dospeli sme k 238 výsledkom. Následne bolo potrebné články preštudovať a vybrať tie, ktoré priamo súvisia s využitím AI v leteckej doprave. Z uvedených 238 článkov nám vo výsledku zostalo 65. Na analýzu druhého časopisu Future Travel Experience sme využili tag s názvom „Artificial intelligence“, ktorý bol dostatočný na stanovenie početnosti využitia AI v leteckých spoločnostiach a na letiskách. Po preštudovaní celkovo 55 článkov sme analýze podrobili 46 článkov.

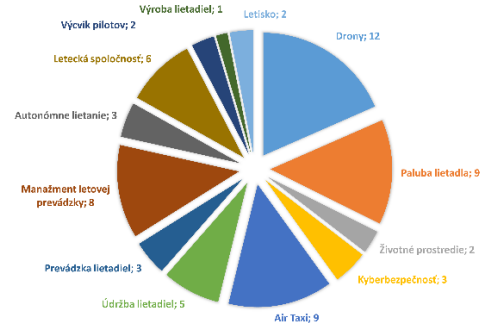
Na postrehnutie a zhodnotenie trendu využitia umelej inteligencie sme ako ďalší parameter zvolili dátum publikácie. Smerodajný bol pre nás rok, keďže analyzujeme početnosť článkov v časovom intervale 2017 – 2022.

3.2. Analýza zdrojov, overenie matematickým modelom

Ako už bolo uvedené, analýza zdrojov sa opiera o dva internetové letecké časopisy. V časopise Aviation Today zaznamenávame dva základné parametre. Prvým parametrom je sektor, v ktorom sa umelá inteligencia využíva. Ten slúži na to,

aby sme vedeli štatisticky určiť, v ktorom sektore prevláda väčší a v ktorom menší záujem o implementovanie AI. Druhým parametrom je rok. Vďaka početnosti výskytu článkov v konkrétnom roku vieme určiť trend vývoja AI v období, ktoré sme si zvolili.

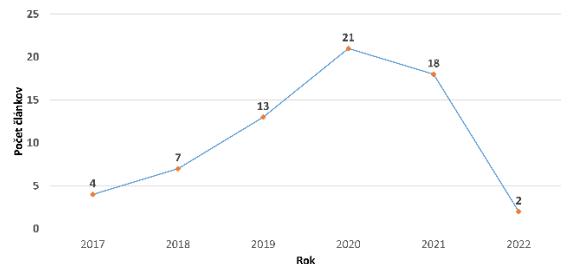
PODIEL VYUŽITIA UMELEJ INTELEGENCIIE V RÔZNYCH OBLASTIACH



Graf 1: Podiel využitia AI v rôznych oblastiach.

Najväčší počet článkov bol venovaný oblasti dronov (12). Na druhom mieste skončila aplikácia na palube lietadla (9) spoločne s konceptom Air Taxi (9). Tretie miesto patrí manažmentu letovej prevádzky (8), za ním nasleduje využitie AI v leteckej spoločnosti (6) a na údržbu lietadla (5). Rovnaký podiel má oblasť autonómneho lietania (3), kyberbezpečnosti (3) a prevádzky lietadiel (3). Posledné priečky patria letiskám (2), životnému prostrediu (2), výcviku pilotov (2) a výrobe lietadiel (1).

POČETNOSŤ ČLÁNKOV O VYUŽITÍ UMELEJ INTELEGENCIIE V LETECKEJ DOPRAVE ZA JEDNOTLIVÉ ROKY

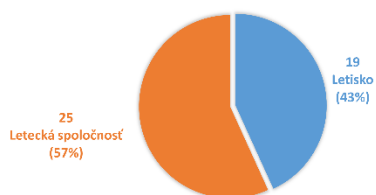


Graf 2: Početnosť článkov o AI za jednotlivé roky

V roku 2017 boli na základe Graf 2 publikované 4 články. O rok neskôr dochádza k takmer dvojnásobnému nárastu počtu článkov. Približne rovnaký nárast nastáva aj v roku 2019. Najvyššiu početnosť sme zaznamenali v roku 2020 a len o dva články menej v roku 2021. Do februára roku 2022 boli publikované 2 články.

Internetový časopis Future Travel Experience sme využili na analýzu podielu využitia umelej inteligencie na letiskách a v leteckých spoločnostiach. Hlavný dôvod, prečo sme sa rozhodli analyzovať tieto dva segmenty, je ten, že sú najviac ovplyvnené pandémiou COVID-19. Pri analýze nás zaujímali celkovo dva parametre. Prvý parameter sa vzťahoval na oblasť využitia AI – letecké spoločnosti a letiská. Druhý parameter súvisel s konkrétnym využitím AI.

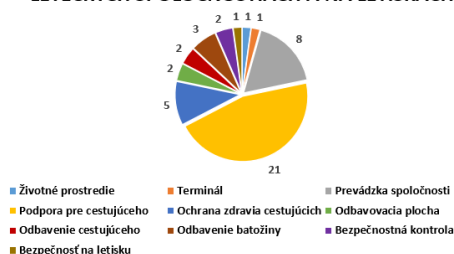
POROVNANIE POČETNOSTI ČLÁNKOV O VYUŽITÍ UMELEJ INTELEGENCIE MEDZI LETECKÝMI SPOLOČNOSŤAMI A LETISKAMI



Graf 3: Početnosť článkov o využití AI medzi leteckými spoločnosťami a letiskami

V 25 článkoch z celkového počtu 44 analyzovaných článkov (57 %) sa hovorilo o využití umelej inteligencie v leteckých spoločnostiach. Zvyšných 19 článkov (43 %) sa venovalo využitiu AI v prostredí letísk.

MOŽNOSTI VYUŽITIA UMELEJ INTELEGENCIE V LETECKÝCH SPOLOČNOSTIACH A NA LETISKÁCH



Graf 4: Možnosti využitia AI v leteckých spoločnostiach a na letiskách.

Z Graf 4 možno odčítať, že umelá inteligencia sa najvýdatnejšie využíva v súvislosti s podporou pre cestujúceho (21), potom nasleduje prevádzka spoločnosti (8) a ochrana zdravia cestujúcich (5). Menšiu mieru využitia pozorujeme v kategóriách ako odbavenie cestujúceho (2) a batožiny (3) a bezpečnostné kontroly (2). Najmenšie zastúpenie je v oblastiach bezpečnosti letiska (1), terminálu (1), životného prostredia (1) a odbavovacej plochy (1).

Súčasný výskum AI v letectve smeruje k vzniku nových inteligentných systémov, ktoré by asistovali človeku. Vo vzťahu k cestujúcim ide napríklad o systémy rozpoznávania nebezpečných predmetov, automatizáciu odbavenia batožiny, čistenie prostredia letiska a pod. Hoci aktuálne nemožno hovoriť o úplnej autonómii týchto systémov, mnohé z nich sú schopné nahradiť určité činnosti človeka. V spolupráci s ľuďmi sa dosahuje vyššia efektívnosť a presnosť vykonanej úlohy. Súčasný stav a vývoj AI možno opísať ako medzikrok k dosiahnutiu plnej autonómie, či už v prostredí letísk, leteckých spoločností, alebo aj mestskej vzdušnej prepravy, ktorá sa v poslednom čase tiež stáva populárnou.

4. DISKUSIA

Vďaka rastúcemu potenciálu umelej inteligencie sa v posledných rokoch vytvára obrovský priestor na využitie inteligentných systémov. S nástupom digitalizácie dajú sa myšlienka bezpečnejšieho, ekonomickejšieho a lepšieho prostredia v leteckej doprave viac a viac zdokonaľuje. Aplikácie AI, ktoré nám pred pár rokmi pripadali ako sci-fi, sa dnes stávajú realitou a neodlučiteľnou súčasťou leteckej infraštruktúry.

Hypotéza H1 tvrdila, že v dôsledku vypuknutia pandémie COVID-19 dochádza k väčšiemu využitiu umelej inteligencie a k výraznému záujmu o túto problematiku v leteckých spoločnostiach aj na letiskách. Vychádzali sme z toho, že počas pandémie COVID-19 došlo k prísny protipandemickým opatreniam, ktoré výrazne zvýšili zaťaženie personálu a museli ich dodržiavať nielen letiská, ale aj leteckí dopravcovia.

Tabuľka 1: Využitie AI v leteckých spoločnostiach a na letiskách.

Sektor využitia	Počet článkov	Aritmetický priemer na jeden rok	Smerodajná odchýlka	Hodnota štatistickej významnosti
Pred pandémiou COVID-19 (2017, 2018, 2019)				
Letecké spoločnosti	21	7,00	5,29	
Letiská	7	2,33	2,081	
Počas pandémie COVID-19 (2020, 2021, 2022)				
Letecké spoločnosti	4	1,33	1,53	0,25
Letiská	12	4,00	1,73	0,34
Spolu	44	7,33	3,72	

Na základe analýzy sme zistili rozdiel vo využívaní AI pred a počas pandémie COVID-19 v leteckých spoločnostiach a na letiskách. Otázkou však je, do akej miery je tento rozdiel signifikantný a aký má vplyv na pravdivosť hypotézy H1. Uskutočnili sme teda t-test a jeho výsledky preukázali, že výsledky kvalitatívnej a kvantitatívnej analýzy nemožno interpretovať jednoznačne. Hodnota štatistickej významnosti pre obdobie pred pandémiou a počas pandémie predstavuje v prípade leteckých spoločností 0,25 a v prípade letísk 0,34. Obe hodnoty sa nachádzajú nad 0,05, preto sa na základe týchto hodnôt hypotéza H1 nepotvrdila – nevedeli sme priamo dokázať, že pandémia COVID-19 zvýšila výskyt AI vo vybraných sektoroch.

To, či je AI je v súčasnosti aplikovaná len na palube lietadla v systémoch nevyhnutných pre bezpečný let, bolo obsahom hypotézy H2. Na jej potvrdenie alebo vyvrátenie sme opäť použili výsledky dvoch výskumov.

Tabuľka 2: Rozdelenie početnosti článkov v sektore paluba lietadla a drony.

Oblasť využitia	Počet článkov	Aritmetický priemer na jeden mesiac	Smerodajná odchýlka	Hodnota štatistickej významnosti
Paluba lietadla	9	0,75	0,62	0,62
Drony	12	1,00	1,28	
Spolu	21	1,75	1,45	

Analýzou početnosti vybraných článkov o využití umelej inteligencie na palube lietadla a v dronoch sme získali hodnotu štatistickej významnosti 0,62. Hypotéza H2 sa nepotvrdila, keďže medzi využitím AI na palube lietadla a v dronoch nie je významný štatistický rozdiel.

5. ZÁVER

V prvej časti sme sa zaoberali vývojom umelej inteligencie. Je zaujímavé pozorovať, ako sa človek s ľudskou inteligenciou zaoberal myšlienkami na vytvorenie inteligentných strojov už

dávno pred vznikom prvých počítačov a neskôr dokázal tieto myšlienky pretvoriť do reálnych aplikácií.

Druhá časť sa zaoberala definíciami umelej inteligencie. Keďže nie je možné AI samu osebe nahmatať a v mnohých prípadoch je skrytá za zložitými procesmi s dátami, ktoré bežne nevnímame, je náročné predstaviť si, čo vlastne AI znamená. Prostredníctvom viacerých definícií sme sa usilovali ponúknuť všeobecnú a ľahko pochopiteľnú definíciu. V tejto časti práce sme charakterizovali aj strojové a hlboké učenie.

V tretej časti sme sa zaoberali sektormi, v ktorých môže nájsť uplatnenie umelá inteligencia. Na rýchle napredovanie technológií a výpočtových výkonov pohotovo reagujú firmy, ktoré sa venujú výrobe rôznych inteligentných systémov, autonómnych vozidiel a robotov. Opisom konkrétnych a praktických príkladov využitia AI v týchto segmentoch sme zistili, že umelá inteligencia môže byť nápomocná v akomkoľvek sektore. Zaujímavým zistením v tejto časti bolo, že v porovnaní s minulosťou sa umelá inteligencia spoločne s algoritmami zdokonaľuje podstatne rýchlejšie a dosahuje väčšiu spoľahlivosť a presnosť. Analýzou súčasného stavu sme tiež zistili, ako veľmi ovplyvňuje AI procesy v leteckej doprave a aké dôležité je ju aplikovať, ak majú byť zabezpečené požadované štandardy nielen z hľadiska bezpečnosti, ale aj ekologickosti a životného prostredia.

Štvrtá časť bola venovaná analýze článkov z časopisov. Tá bola nevyhnutná na potvrdenie alebo vyvrátenie našich hypotéz. Po zadefinovaní vstupných parametrov sme si vybrali dva časopisy – Aviation Today a Future Travel Experience. Zaznamenanie kľúčových údajov do tabuliek nám umožnilo vykonať štatistickú analýzu. Analýzou sme sa dopracovali k viacerým zisteniam. Letecké spoločnosti a letiská si uvedomujú, že pokrok umelej inteligencie nemožno zastaviť a je potrebné využiť jej plný potenciál v oblastiach, ktoré pozitívnym spôsobom ovplyvnia sektor leteckej dopravy. Vzhľadom na stúpajúci trend využívania AI, ktorý nezastavili ani nepriaznivé okolnosti súvisiace s pandemiou, a na popularitu, aká sa jej dostáva od verejnosti, je len otázkou času, kedy sa umelá inteligencia stane plnohodnotnou podporou pre ľudí a kedy ľudských pracovníkov úplne nahradí v niektorých sektoroch leteckej dopravy.

POĎAKOVANIE

Článok je publikovaný ako jeden z výstupov projektu Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky KEGA 040ŽU-4/2022 Transfer progresívnych metód vzdelávania do študijného programu "Technológia údržby lietadiel" a "Letecká doprava".

REFERENCIE

- [1] EUROCONTROL. 2020. *The FLY AI Report* [online]. 2020. Available from: <https://www.eurocontrol.int/publication/fly-ai-report> (Accessed 2022-01-15)
- [2] FLASIŇSKI, M. 2016. *History of artificial intelligence. In Introduction to artificial intelligence*. [s.l.]: Springer, 2016. p. 3–13. ISBN 978-3-319-40022-8.
- [3] TURING, A.M. 1950. *I.—COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE*. In *Mind* [online]. 1950. Vol. LIX, no. 236, p. 433–

460. Available from: <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>.

- [4] HAENLEIN, M. - KAPLAN, A. 2019. A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. In *California management review*. 2019. Vol. 61, no. 4, p. 5–14.
- [5] O'REGAN, G. 2018. *Eliza Program*. [s.l.]: Springer, 2018. 119–122 p. ISBN 978-3-030-02619-6. Elissa, "Title of paper if known," unpublished.
- [6] ERTEL, W. 2018. *Introduction to artificial intelligence*. [s.l.]: Springer, 2018. ISBN 3319584871.
- [7] IATA. 2018. *AI in Aviation - Exploring the fundamentals, threats and opportunities of artificial intelligence (AI) in the aviation industry* [online]. 2018. Available from: <https://www.iata.org/contentassets/2d997082f3c84c7cb a001f506edd2c2e/ai-white-paper.pdf> (Accessed 2022-02-03)
- [9] EASA. 2020. *A human-centric approach to AI in aviation* [online]. 2020. Available from: <https://www.easa.europa.eu/document-library/general-publications/easa-artificial-intelligence-roadmap-10#group-easa-downloads>.
- [10] PÉREZ-CAMPUZANO, D. a kol. 2021. *Artificial Intelligence potential within airlines: a review on how AI can enhance strategic decision-making in times of COVID-19*. 2021. p. 53–72.
- [11] BROWNLEE, J. 2019. *Overfitting and Underfitting With Machine Learning Algorithms* [online]. 2019. Available from: <https://machinelearningmastery.com/overfitting-and-underfitting-with-machine-learning-algorithms/> (Accessed 2022-02-01)
- [12] IBM CLOUD EDUCATION. 2020. *Deep Learning* [online]. 2020. Available from: <https://www.ibm.com/cloud/learn/deep-learning> (Accessed 2022-03-07)
- [13] O'MAHONY, N. a kol. 2020. *Deep Learning vs. Traditional Computer Vision BT - Advances in Computer Vision*. Ed. Kohei Arai a Supriya Kapoor. Cham: Springer International Publishing, 2020. 128–144 s. ISBN 978-3-030-17795-9.
- [14] EHANG. *EHang AAV: The Era of Urban Air Mobility is Coming* [online]. Available from: <https://www.ehang.com/ehangaav> (Accessed 2022-03-14)
- [15] FUTURE TRAVEL EXPERIENCE. 2020. *Lyon Airport to expand robotic parking service with additional spaces* [online]. 2020. Available from: <https://www.futuretravelexperience.com/2020/01/lyon-airport-to-expand-robotic-parking-service-with-additional-spaces/> (Accessed 2022-04-13)
- [17] NOVÁK, A., TOPOLEČÁNY, R., BRACINÍK, T. 2009. *Výcvik leteckých posádok s využitím nových technológií*. Žilinská univerzita, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, 2009. - 94 s. ISBN 978-80-554-0108-9.

- [18] NOVÁK, A. 2011. Komunikačné, navigačné a sledovacie zariadenia v letectve. Bratislava : DOLIS, 2015. - 212 s. ISBN 978-80-8181-014-5.
- [19] NOVÁK, A., NOVÁK SEDLÁČKOVÁ, A., JANOVEC, M. 2020. Komunikačné systémy v letectve. 1. vyd. - V Žiline : Žilinská univerzita v Žiline, EDIS-vydavateľské centrum ŽU, 2020. 164 s. ISBN 978-80-554-1737-0.
- [20] NOVÁK, A., HAVEL, K., JANOVEC, M. 2017. Measuring and testing the instrument landing system at the airport Zilina, Transportation Research Procedia 28, pp. 117-126.
- [21] MATAS, M., NOVÁK, A. 2008. Models of processes as components of air passenger flow model. Communications-Scientific letters of the University of Žilina 10 (2), pp. 50-54.
- [22] NOVÁK, A., ŠKULTÉTY, F., KANDERA, B., ĽUSIAK, T. 2018. Measuring and testing area navigation procedures with GNSS. MATEC Web of Conferences 236, 01004.
- [23] NOVÁK, A. 2006. Modern telecommunication networks in the aeronautical telecommunication network (ATN). Aviation 10 (4), pp. 14-17.
- [24] NOVÁK, A., PITOR, J. 2011. Flight inspection of instrument landing system. IEEE Forum on Integrated and Sustainable Transportation Systems, pp. 329-332.