

ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s.

Studijní program: B6208 Ekonomika a management

Studijní obor/specializace: 6208R186 Podniková ekonomika a řízení provozu, logistiky a kvality

VYUŽITÍ UMĚLÉ INTELIGENCE VĚCÍ V LOGISTICE

Bakalářská práce

Anna RIZNYK

Vedoucí práce: prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.



ŠKODA AUTO Vysoká škola

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autorka práce: Anna Ríznyk
Studijní program: Ekonomika a management
Obor: Podniková ekonomika a řízení provozu, logistiky a kvality
Vedoucí práce: prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.

Název práce: **Využití umělé inteligence věcí v logistice**

Jazyková varianta: Čeština

Cíl: Cílem práce je analyzovat možnosti uplatnění technologie umělé inteligence věcí v řízení logistických procesů na základě systematické rešerše odborných zdrojů a případových studií z praxe.

Rámcový obsah:

1. Shrňte nejnovější poznatky z oblasti technologie umělé inteligence věcí a řízení logistických procesů.
2. Proveďte systematickou literární rešerši odborných zdrojů a případových studií zaměřených na uplatnění technologie umělé inteligence věcí.
3. Analyzujte možnosti uplatnění dané technologie, vyhodnoťte její potenciální přínosy a omezení pro řízení logistických procesů.

Rozsah práce: 25 - 30 stran

Literatura:

1. GROS, I. *Velká kniha logistiky*. 1. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. 507 s. ISBN 978-80-7080-952-5.
2. MACUROVÁ, P. -- KLABUSAYOVÁ, N. -- TVRDOŇ, L. *Logistika*. 2. vyd. VŠB-TU Ostrava, 2018. 342 s. Series of economics textbooks ;. ISBN 978-80-248-4158-8.
3. ZHANG, Jing -- TAO, Dacheng. Empowering Things with Intelligence: A Survey of the Progress, Challenges, and Opportunities in Artificial Intelligence of Things. *IEEE Internet of Things Journal*, 2020.

Datum zadání: prosinec 2020

Datum odevzdání: prosinec 2021

Elektronicky schváleno: 28. 4. 2021
Anna Ríznyk
Autorka práce

Elektronicky schváleno: 28. 4. 2021
prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.
Vedoucí práce

Elektronicky schváleno: 8. 5. 2021
doc. Ing. Jan Fábry, Ph.D.
Garant studijního oboru

Elektronicky schváleno: 9. 5. 2021
doc. Ing. Pavel Mertlík, CSc.
Rektor ŠAVŠ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracoval(a) samostatně a použité zdroje uvádím v seznamu literatury. Prohlašuji, že jsem se při vypracování řídil(a) vnitřním předpisem ŠKODA AUTO VYSOKÉ ŠKOLY o.p.s. (dále jen ŠAVŠ) směrnicí Vypracování závěrečné práce.

Jsem si vědom(a), že se na tuto závěrečnou práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, že se jedná ve smyslu § 60 o školní dílo a že podle § 35 odst. 3 je ŠAVŠ oprávněna mou práci využít k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna podle § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách.

Beru na vědomí, že ŠAVŠ má právo na uzavření licenční smlouvy k této práci za obvyklých podmínek. Užiji-li tuto práci, nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, mám povinnost o této skutečnosti informovat ŠAVŠ. V takovém případě má ŠAVŠ právo ode mne požadovat příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to až do jejich skutečné výše.

V Mladé Boleslavi dne 5. 12. 2021

Děkuji prof. Ing. Radimu Lenortovi, Ph.D. za odborné vedení závěrečné práce, poskytování rad a informačních podkladů a za jeho čas a ochotu.

Obsah

Úvod.....	8
1 Logistika.....	9
1.1 Cíle a předmět logistiky	9
1.2 Logistické procesy.....	11
2 Umělá inteligence věcí.....	15
2.1 Vymezení umělé inteligence věcí	15
2.2 Vztah mezi umělou inteligencí a internetem věcí	15
3 Analýza globálního trhu v oblasti AIoT.....	21
3.1 Tržní hráči	21
3.2 Cílové oblasti vývoje aplikací	28
3.3 Budoucí tržní příležitosti	29
4 Umělá inteligence věcí v logistice	31
4.1 Oblasti uplatnění	31
4.2 Uplatnění v řízení dodavatelských řetězců.....	32
4.3 Uplatnění ve skladu.....	34
5 Zhodnocení získaných poznatků.....	36
5.1 Zhodnocení současných aplikací	36
5.2 Potenciální omezení.....	36
Závěr	38
Seznam literatury	39
Seznam obrázků	42

Seznam použitých zkratk a symbolů

3D	Trojdimenzionální
AES	Advanced Encryption Standard
AI	Artificial Intelligence
AIDaaS	Decision as a Service
AIoT	Artificial Intelligence of Things
ASC	American Standard Code
B2B	Business to Business
B2C	Business to Consumer
B2G	Business to Government
C2C	Consumer to Consumer
CAGR	Compound Annual Growth Rate
CRM	Customer Relationship Management
CSCMP	Council of Supply Chain Management Professionals
ECC	Error Correction Code
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
EU	Evropská unie
GPS	Global Positioning System
IoT	Internet of Things
IT	Information Technology
JIT	Just in Time
LAN	Local Area Network
LIS	Logistický informační systém
MEA	Middle East and Africa
ML	Machine Learning
OEM	Original Equipment Manufacturer

OT	Operational Technology
PaaS	Platform as a Service
RFID	Radio-Frequency Identification
RSA	Rivest –Shamir– Adleman
RTOS	Real-Time Operating System
SoC	System on Chip
URL	Uniform Resource Locator
Wi-Fi	Wireless Fidelity

Úvod

System umělé inteligence věcí je tvořen dvěma částmi: internetem věcí a umělou inteligencí. Internet věcí je síť objektů bezdrátově propojených pomocí internetu. Tyto objekty generují spoustu dat, která mohou být zpracovávána pomocí umělé inteligence, což může člověku velice usnadnit každodenní život. Lidé začínají častěji využívat technologii nejen v běžném životě, ale i ve svých podnicích. Jednou z hlavních součástí každého podniku jsou logistické procesy a jejich řízení, které může být zjednodušeno a vylepšeno prostřednictvím umělé inteligence věcí (Artificial Intelligence of Things, AIoT). V této publikaci se čtenář seznámí s aktuálními příležitostmi a uplatněním AIoT v logistických procesech. Také se dozví o možných rizicích s tím spojených.

Hlavním cílem práce je analyzovat a posoudit možnosti uplatnění technologie AIoT v řízení logistických procesů na základě systematické rešerše odborných zdrojů a případových studií z praxe.

Práce je rozdělená do pěti kapitol, první dvě se zaměřují na teoretické hledisko věnují se nejnovějším poznatkům z oblasti technologie AIoT a řízení logistických procesů. Další tři obsahují globální analýzu trhu, popis využití AIoT v jednotlivých oblastech a závěrečné zhodnocení.

1 Logistika

Gros (2016, str. 25) uvádí známou definici logistiky formulovanou v roce 2006 organizací CSCMP:

„Logistika je ta část řízení dodavatelského řetězce, která plánuje a efektivně a účinně řídí dopřední i zpětné toky výrobků, služeb a příslušných informací od místa původu do místa spotřeby a skladování zboží tak, aby byly splněny požadavky konečného zákazníka. K typickým řízeným aktivitám patří doprava, správa vozového parku, skladování, manipulace s materiály, plnění objednávek, návrh logické sítě, řízení zásob, plánování nabídky a poptávky a řízení poskytovatelů logistických služeb. V různé míře logistické funkce zahrnují také vyhledávání zdrojů a nákup, plánování a rozvrhování výroby, balení a kompletace a služby zákazníkům.“

1.1 Cíle a předmět logistiky

Předmětem logistiky je uspokojování poptávky po produktech řízením fyzických, peněžních a informačních toků (Macurová a kol., 2018):

- Fyzický tok je tok materiálů, rozpracovaných a hotových výrobků, surovin, obalů, odpadů, nosičů informací atd.
- Informační tok v logistice zahrnuje údaje o výsledcích fyzického toku a informace od zákazníka (zpětná vazba, požadavky aj.).
- Peněžní tok je tok příjmů a výdajů souvisejících s informačními a fyzickými toky.

Koncepcí logistiky je provázanost prvků systému – nelze změnit jenom jednu oblast izolovaně bez vztahu k jiným oblastem. Mezi nimi musí existovat propojení prostřednictvím synergických účinků. To se týká také nákladového faktoru. Pokud chceme zlepšit logistický systém, musíme k němu přistupovat jako k celku, a proto fyzické, informační a peněžní toky jsou vzájemně propojené. Jinak by mohl vzniknout problém nebo přerušení procesu kvůli chybějící části struktury.

Logistické cíle jsou odvozeny z celopodnikové strategie. Musí přispívat k uspokojování poptávky zákazníků a splňovat přijatelné celkové náklady (Sixta a Mačát, 2005).

Logistika se stará o dodávku:

- správného výrobku,
- ve správném množství,
- ve správné kvalitě,
- na správné místo,
- ve správném čase,
- za správnou cenu.

Na Obr. 1 je vidět rozdělení logistických cílů na prioritní – vnější a výkonové – a sekundární – vnitřní a ekonomické (Sixta a Mačát, 2005). Vnější cíle se orientují na uspokojení požadavků zákazníků (zvýšení objemu prodeje, zlepšení spolehlivosti dodávek, zkrácení dodacích lhůt, zlepšení logistických služeb). Vnitřní cíle se zaměřují na snižování nákladů (na zásoby, na výrobu, na manipulaci, na skladování, na dopravu apod.). Výkonová složka zabezpečuje příslušnou úroveň služeb a ekonomická složka požadovanou úroveň nákladů.



Zdroj: (Sixta a Mačát, 2005)

Obr. 1 Dělení a prioritá cílů logistiky

1.2 Logistické procesy

Macurová a kol. (2018) definují logistický proces jako souhrn logistických činností se vstupními zdroji, které se postupně přeměňují na definovaný výstupní produkt. Produktem se rozumí výrobek nebo služba. Transformace probíhá s materiálem, osobou nebo informací.

Logistické procesy zahrnují dopravu, řízení zásob, balení, manipulaci s materiálem, skladování, distribuci a také komunikační systémy (Drahotský a Řezníček, 2003).

V současné době podniky začínají uplatňovat AIoT pro řízení logistických procesů. Aktivně se používá v procesech skladování a dopravy. Funkčnost procesů je zabezpečená dobře nastaveným komunikačním tokem mezi zařízeními, které zajišťují řízení informačního toku prostřednictvím jedné společné lokální sítě (LAN).

1.2.1 Řízení informačních toků

Sixta a Máčat (2005) definují data jako text, čísla, zvuk, obraz nebo jiný smyslový vjem. Když datům přisoudíme význam, považujeme je za informace.

Informační systém je tvořen pro potřeby uživatelů metodou sběru, zpracování, uchování a řízení dat. V logistice zahrnuje souhrn komponent: technických prostředků (hardware), programovacích prostředků (software), organizačních prostředků (pravidla využívání systému), lidských prostředků (synergie člověka a informací) a reálného světa. Cílem logistického informačního systému (LIS) je efektivní řízení hmotných, informačních a finančních toků.

LIS se skládá z těchto funkcí (Řezáč, 2010):

- Evidence logistických dat (uložení a stav zásob, objednávky, příjemky a výdejky, informace od odběratelů a dodavatelů aj.), jež poskytuje hlavní údaje o logistických aktivitách a subjektech systému pro následnou optimalizaci.
- Automatizace procesů, respektive propojení, probíhá pomocí počítačové a telekomunikační podpory, čímž zjednoduší sledování procesů.
- Zavedení LIS do různých subsystémů organizace (do oddělení výroby, kvality, financí, personalistiky atp.).

Součástí logistického informačního systému jsou informační komunikační technologie, které lze dělit na primární a sekundární. Primární zajišťují data z celého cyklu. Sekundární slouží pro rozhodování uživatelů na bázi získaných poznatků.

Primární informační a komunikační technologie (Řezáč, 2010):

- Čarové kódy jsou jedním ze způsobů komunikace optickou metodou – jde o identifikaci světlých a tmavých ploch. Laser čte data z kódu, tmavými plochami je pohlcován a světlými odražen. Signály pak zpracuje řídicí jednotka a převede je na ASC znaky pro další analýzu.
- Optické rozpoznávání znaků – rozpoznání kódů, tiskových zprav a rukopisů snímacím zařízením.
- Automatická identifikace na radiofrekvenčním principu (technologie RFID) – skládá se z čtecího zařízení a čipu, který se lokalizuje na samotném zařízení a obsahuje v sobě určité parametry objektu.
- Technologie biometrické identifikace – snímá charakteristiky člověka (otisk prstu, duhovky, hlasu atd.). Informace může být chráněna na čipu, který zajistí např. vstup na pracoviště.
- Internet.

Sekundární informační a komunikační technologie využívá informační, datové a znalostní platformy pro rozhodování managementu, např. pro komunikaci B2B, B2C, C2C, B2G.

1.2.2 Skladování

Gros a kolektiv (2016) popisují skladování jako proces spojený s pořízením a udržováním zásob, zvláště pro dodávku skladové jednotky na požadované místo v logistickém řetězci (pro přímého uživatele).

Výhodou udržování zásob ve skladu je nejen snížení nákladů nebo úspora ve výrobě, ale i záruka při změně tržních podmínek nebo podpora JIT a zpětné logistiky.

Skladování má tři hlavní funkce: přesun produktů, uskladnění produktů a přenos informací.

Přesun produktů zahrnuje funkce příjmu a vstupní kontroly, uskladnění, kompletace podle požadavků, překládky z místa příjmu do místa expedice a samotnou expedici zboží.

Existují dva typy *uskladnění zboží*. První typ je přechodné uskladnění, který se týká základních zásob. Druhý – časově omezené uskladnění – slouží pro nadměrné zásoby při sezonní nebo kolísavé poptávce, popř. při mimořádné události (Sixta a Mačát, 2005).

Přenos informací je důležitou složkou skladů. Pro řízení skladu se nejčastěji používají lokální sítě (LAN). Aby byly funkční, musí se zařízení nacházet nedaleko vedle sebe. Tím vzniká přímé připojení a kolektivní databáze. Informace automaticky přetrvávají v systému, což vede ke snížení četnosti manuálního zadávání dat, a tím pádem i ke snížení počtu zbytečných chyb (Lambert a kol., 2005).

1.2.3 Doprava

Sixta a Mačát (2005) uvádí, že doprava je pohybová činnost přemísťování věcí nebo osob pomocí dopravního prostředku po vyznačené trase. Doprava se používá ve výrobě nebo ve sféře oběhu a spotřeby. Doprava tvoří pro zákazníka přídatnou hodnotu. Náklady s ní spojené jsou jedny z nejvyšších nákladů podniku, a proto mají vliv na cenu konečného výrobku. Doprava je zajišťována nepřetržitě na rozsáhlém území a je závislá na kapacitní složce cest a dopravních prostředků. Má plynulou a propojenou funkčnost.

Podle druhu dopravních prostředků lze dopravu dělit na (Sixta a Mačát, 2005):

- silniční,
- železniční,
- leteckou,
- vodní,
- kombinovanou.

Podle přepravního objektu:

- osobní,

- nákladní.

Podle území:

- tuzemskou,
- mezinárodní.

Podle velikosti přepravního objektu:

- kusovou,
- celovozovou.

Podle častosti dodávek:

- pravidelnou,
- nepravidelnou.

Podle místa provozování:

- vnitřní (vnitropodnikovou),
- vnější (mimopodnikovou).

Vnitropodniková doprava se uskutečňuje ve výrobním procesu, a to specializovanými manipulačními prostředky. Každá firma má vlastní požadavky na dopravní techniku.

Vnější doprava probíhá buď s využitím vlastních dopravních prostředků, nebo pronájmem dopravní jednotky od dopravní společnosti.

Gros a kolektiv (2016) doporučují pro efektivní zvolení metody dopravy zohlednit tato kritéria:

- hmotnost a objem přepravovaných nákladů;
- hmotnost a vzdálenost, kam musí být zboží doručeno;
- hmotnost a rychlost, se kterou musí být zboží dodáno zákazníkovi;
- případné zajištění obsluhy, když dodávky nejsou pravidelné.

Pokud jsou tato kritéria zohledněna, dojde k efektivnímu vytížení dopravních prostředků a náklady na přepravu se sníží.

2 Umělá inteligence věcí

V rychle se rozvíjejícím světě se setkáváme s vývojem nových technologií, které jsou spolu úzce propojeny. Internet věcí (Internet of Things, IoT) a umělá inteligence (Artificial Intelligence, AI) jsou příkladem takového vztahu. Internet věcí pomocí propojených zařízení shromažďuje, analyzuje a přenáší data, na jejichž základě se umělá inteligence těchto zařízení může samostatně učit a rozhodovat (bez lidského zásahu) a usnadňovat tak lidem práci.

2.1 Vymezení umělé inteligence věcí

Pro lepší porozumění pojmu *umělá inteligence věcí* (AIoT) si lze představit, že AI je inteligentním „mozkem“ systému a IoT „digitálním nervovým systémem“. Lidské tělo funguje ve vzájemném souladu, takže i systém AIoT musí takto fungovat. Komponenty AIoT tvoří pevnou synergii (Stewart a kol., 2020). IoT je AI proměněn na chytrou entitu, která reaguje na základě předešlých událostí a shromážděných informací. Kromě toho dokáže takový systém sám odstraňovat případné chyby. Řízení této soustavy je velice obtížná a nákladná práce. Automatizace činnosti IoT by mohla minimalizovat lidský zásah a tím vest ke snížení provozních nákladů. Včlenění AI do internetu věcí by mohlo ulehčit funkčnost procesů. AI rozšiřuje stávající architekturu IoT a vede zařízení k samostatnému uvažování (Pramanik a kol., 2018).

2.2 Vztah mezi umělou inteligencí a internetem věcí

IoT je rozšířenou verzí internetu, který propojuje počítače v celosvětovém měřítku. IoT ale není pouhým propojením počítačů, ale všech entit na Zemi. Každá entita se skládá z určitého typu senzorů (např. světla, teploty, pohybu atd.) nebo aktuátorů (např. motorů, displejů atd.), které jsou ve většině případů prvky větších „věcí“. Dalšími součástmi systému IoT jsou výpočetní zdroje. Ty slouží ke vzdálenému nebo lokálnímu zpracování údajů. Komunikace mezi entitami probíhá prostřednictvím komunikačního média. Internet se používá pro komunikaci na velké vzdálenosti a technologie jako bluetooth, ZigBee, RFID (Radio Frequency Identification) aj. jsou vhodné pro krátké vzdálenosti. Zařízení IoT mohou autonomně číst informace ze svého okolí, které pak mohou sloužit pro konečné

kroky, jež zařízení provede. Jejich hlavním cílem je nezávislý sběr informací a vzájemná propojenost mezi ostatními zařízeními v rámci jedné sítě (Pramanik a kol., 2018). Koncepte IoT je aktuální především díky zvyšování počtu mobilních zařízení, datové analytice a cloud computingu. IoT je síť různých typů zařízení, např. chytrých telefonů, vozidel, domácích spotřebičů, budov, lidí atd. Každá část systému IoT je s ostatními částmi úzce propojena takovým způsobem, aby umožňovala inteligentní fungování celého systému, např. monitorování, určování polohy, kontrolu nebo řízení správy a procesů v reálném čase. Samotný systém je samooptimalizující, což lze postřehnout při výpočtu a určení nejkratší cesty pro tok informací. Nashromážděné množství dat prostřednictvím vzájemně propojených zařízení bude následně použito AI, která je schopna vytvořit správnou hodnotu pro celý systém (Mohamed, 2020).

Struktura AIoT zahrnuje hlavní prvky: chytré mobilní zařízení, centrální server (systém správy IoT) a služby AI, které jsou založeny na čtyřvrstvé architektuře (Poniszewska-Maranda a kol., 2015):

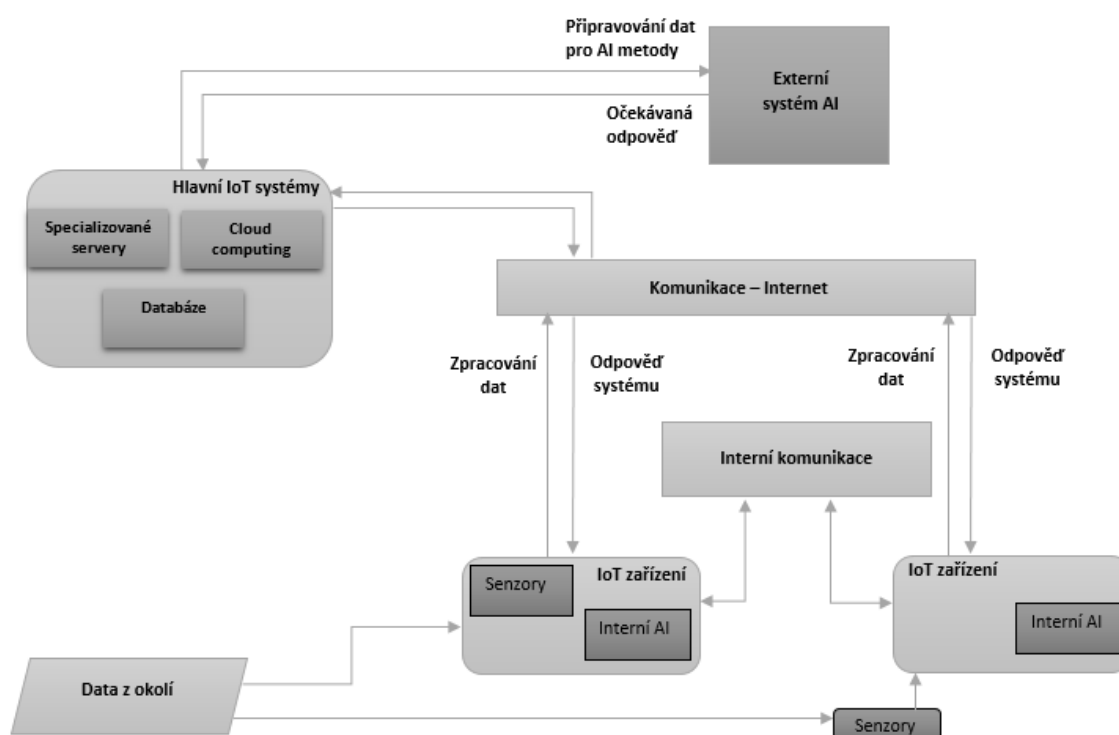
- Vrstva vnímání – pokrývá chytré mobilní zařízení, pomocí zabudovaných senzorů (GPS, gyroskopu, akcelerometru aj.) sbírá a upravuje potřebná data.
- Síťová vrstva – síť objektů, jež je zodpovědná za správnou komunikaci mezi všemi objekty systému prostřednictvím LAN a Wi-Fi.
- Zpracovatelská vrstva – důležitá vrstva celé soustavy, která zpracovává informace na centrálním serveru s podporou AIoT. Hlavním cílem tohoto procesu je přeřadit získaná data a vytvořit určitou odezvu na vstupní služby.
- Aplikační vrstva – je důležitá během poskytování výstupních dat koncovému uživateli.

V souladu s koncepcí IoT musí mít zařízení jedinečný číselný identifikátor, jenž je zaregistrován v centrální databázi, aby zamezil neoprávněnému přístupu.

Komunikace mezi prvky AIoT se vyvíjí za podpory toku informací a dělí se do třech druhů (viz Obr. 2) (Poniszewska-Maranda a kol., 2015):

Předběžná komunikace

Informace, které byly nasbírány za podpory zabudovaných senzorů, se ukládají v paměti zařízení. Následuje jejich zpracování, aby všechny součásti systému měly přehled o určité činnosti. Data se zasílají z reálného prostředí do konečného systému. Data se musí dostat do konkrétní kategorie zpracování, např. údaje o vlhkosti vzduchu se musí dostat do sítě regulující vlhkost. Také je důležité, aby bylo zajištěno ukládání informací v paměti konkrétního zařízení, když se ztratí připojení k internetu.



Zdroj: (Poniszewska-Maranda a kol., 2015)

Obr. 2 Schéma informačního toku v systému IoT s využitím metod umělé inteligence

Kontextová komunikace

Zařízení přijímají vhodné rozhodnutí na základě získané informace a poskytují konkrétní systémovou odpověď. Hlavní systémy IoT potom dávají správnou interpretaci strojům IoT v rámci příslušných rozhodnutí, aby mohly správně reagovat. Spravovaná data, která se nacházejí v hlavních IoT systémech, mohou

být odesílána i do jiných zařízení IoT, než jsou ta, ze kterých jsou odvozeny původní informace.

Interní komunikace

Poslední typ komunikace může být použit u obou výše zmíněných druhů komunikace. V prvním případě lze podpořit zařízení a získat více výstupních dat, v druhém případě se použije více druhů zařízení a dojde k lepšímu výsledku. Interní komunikace kombinuje tyto přístupy s využitím prvků AI zabudovaných do zařízení.

AI dělá IoT chytrějším, aby se mohl sloužit k adaptaci a automatizaci procesů. AI je věda, která zajišťuje samostatné rozhodování strojů bez lidského zásahu. Při vštěpování AI do systému můžeme postřehnout rychlé vyvíjení, přizpůsobení a zpracování dat. Stroje se naučily přebírat rutinní práci, člověk pouze může ve vhodné chvíli rozhodnout, které z řešení je důležitější pro danou chvíli. Zařízení umožňují omezit četnost lidského zásahu, čímž podstatně urychlují výsledky procesů. Strojové učení (Machine Learning, ML) je nástroj AI. Stroje stejně jako lidé mohou vyřešit určitý problém na bázi předešlých zkušeností. ML se skládá ze třech fází: pod dohledem, posílením a bez dohledu. Existují i další metody učení: polořízené, induktivní, deduktivní, aktivní, přenosné aj. Učením strojů se člověk zbavuje potřeby stroje neustále programovat, což podstatně ulehčuje zadání pro specialisty. Cílem ML je docílit nezávislého rozhodování strojů a adaptace na konkrétní prostředí na základě přístupu k datům (Ghosh a kol., 2018). ML je efektivní doplněk AI pro IoT, který odděluje signál od šumu, může se učit z rozsáhlejšího výběru zdroje dat, podílet se na kolektivní inteligenci a tvořit podstatnou hodnotu pro AIoT.

Jedním ze zásadních prvků AIoT je proces vnímání, který se uskutečňuje pomocí senzorů. Proces se skládá z klasifikace, detekce, sledování, rozpoznávání a vylepšování stávajících informací. Dle Zhanga a kol. (2020) lze proces vnímání rozdělit následujícím způsobem:

Klasifikace obrázků

Zde probíhá obyčejné rozpoznání kategorie obrázků. Tato funkce je velice užitečná v různých aplikacích AIoT, např. při vzdělávání dětí se používají speciální nástroje nebo hračky s kamerami, jejichž prostřednictvím mohou děti poznávat svět. Kromě

toho existují speciální aplikace ve smartphonech, které dokážou rozpoznávat květiny, ptáky nebo potraviny, a dokonce spočítají i kalorie v nich obsažené.

Detekce a sledování objektů

Tento bod se týká rozpoznání druhů a umístění objektů, což může být užitečné při rozpoznávání obličeje, odhadu pozice, identifikaci osoby, analýze chování a ve vztahu člověk–stroj. Existují studie AloT v oblasti sledování provozu, veřejné bezpečnosti a autonomního řízení, které byly rozvíjeny prostřednictvím detekce kategorie předmětů jako chodec, značka, auto aj. Kromě toho klíčovou technikou při sledování provozu byla analýza dat z videosouborů. Tímto způsobem probíhá další ověřování a získávání potřebných údajů a statistik.

Sémantická segmentace

Je založena na úrovni pixelů, ze kterých se formuje obrázek. Aby byl obrázek informačně čitelný, vkládá se do něj kontext, poté se zvětšuje rozšíření a následně se zkvalitňuje. Sémantická segmentace je užitečná v různých aplikacích AloT. Může být prospěšná v silničním provozu pro detekci dopravních problémů nebo pohybu chodců. Obsahuje 3D informaci, aby celá situace byla lépe pochopena a došlo ke správnému rozhodnutí.

Spotting textu

Text může být rozpoznán a detektován v různé podobě bez ohledu na styl, velikost písma, odlišnou orientaci a pozadí. Pomocí AloT i může být informace automaticky zanalyzována a uložena pro vlastní účely zařízení.

Je to další užitečný nástroj v aplikaci AloT pro skenování obrázků s nadpisy, pro živý překlad nebo pro čtení textu zrakově postiženými lidmi.

Biometrické rozpoznávání

Při biometrickém rozpoznávání jde o rozpoznání obličeje, otisku prstu nebo duhovky. V aplikacích AloT se používá při ověřování lidské identity pro přístupy a následujícím řízení dat. Senzory se používají pro rozpoznání obličeje a ověření duhovky, mobilní telefony mohou pomocí kamery zachytit otisky prstu a dlaně. Běžné uplatnění v AloT lze nalézt např. v chytrých domácnostech nebo při platebních operacích.

Odhad lidské pozice a rozpoznávání gest/akcí

Probíhá na základě rozpoznání hlavních bodů lidské postavy – kloubů. Jakmile získáme přehled klíčových bodů, vytvořené snímky vytvoří videoklip, který umožňuje rozpoznat akce člověka s modelováním časové závislosti a dynamiky jednání. V AIoT najdeme využití odhadu lidské pozice v rehabilitačních cvičeních.

Počítání davu

Počítání davu kamerami ve vnitřních a venkovních prostorách může zabránit zácpám kvůli hustému pohybu lidí nebo nehodám s nimi spojenými. Proces probíhá detekcí hlav lidí, načtež přesměruje data na mobilní zařízení pomocí Wi-Fi nebo bluetooth. Navzdory pokroku AIoT v této oblasti, metodu lze nadále zlepšovat.

Rozpoznávání řeči

Řeč je rozpoznávána automaticky, přičemž se převádí do textového formátu. Může být přeložena do nastaveného jazyka v reálném čase.

Rozpoznávání mluvího

Tímto způsobem lze identifikovat člověka. Metoda je velice podobná rozpoznávání pomocí obličeje, tentokrát se používá analýza hlasu. Hodí se např. při automatickém jednání chytrých asistentů s konkrétní osobou, kde je nutný individuální přístup na základě předešlých zkušeností.

Strojový překlad

Překlad se uskutečňuje automaticky. Zásadní roli hraje AIoT při zapamatování předešlých překladů a následném zkvalitnění budoucích.

Multimediální a multimodální analýza

Existují dva typy generování textů na základě cross-modálního párování. Jeden typ – titulky – se vyskytuje při zobrazování obrázků nebo videa, druhý je opačný – generování realistického obrázku ze zadaného textu. Multimediální a multimodální analýzu najdeme v některých aplikacích AIoT, např. při vyhledávání na základě řeči, automatickém vytvoření popisu položky v online obchodování nebo při funkci pedagogického rádce ve vzdělávání, jako poradce na webových stránkách (chatbot) atd.

3 Analýza globálního trhu v oblasti AIoT

Zapojení AIoT do podnikových odvětví povede k sofistikovanějším a hodnotnějším rozhodnutím. Svět čím dál tím rychleji pokrčuje v rozvoji chytré technologie AIoT, obzvláště ve vyspělých regionech, a to díky vládnímu financování. Nyní je možné zapojit AIoT do řízení dodavatelských řetězců, prodejen, marketingových procesů, dodávek produktů a služeb v různých oblastech světa. Následuje krátký analytický popis geografické rozmanitosti trhu, zaměření a budoucích předpokladů zapojení technologií AIoT.

3.1 Tržní hráči

Na základě geografie je trh s AIoT rozdělen na Jižní Ameriku, Asii a Tichomoří, Střední východ a Afriku a Severní Ameriku (viz Obr. 3). V Jižní Americe je nejvíc rozšířený vývoj AIoT v Brazílii a Argentině. Na asijském a tichomořském trhu s AIoT se nejvíc podílí Čína, Japonsko, Indie, Jižní Korea, Tchaj-wan a Austrálie. V Evropě je to Německo, Francie, Itálie, Spojené království a Holandsko. V Severní Americe můžeme pozorovat velký rozvoj v USA, Kanadě a v Mexiku. MEA – Střední východ a Afrika (Transparency Market Research, 2020).



Upraveno dle Anny Riznyk; zdroj: (XenForo, 2020)

Obr. 3 Tržní hráči v oblasti AIoT

Celosvětové rozšíření AIoT probíhá ve výrobních podnicích, v průmyslu, v automobilovém sektoru a ve veřejném použití.

Hlavními hráči globálního trhu jsou (ReportLinker, 2021):

- AI společnosti,
- IoT společnosti,
- prodejci správy dat,
- výzkumné a vývojové organizace,
- robotické společnosti,
- společnosti průmyslové automatizace,
- prodejci polovodičů,
- vlády.

Za krátký čas se na trhu objevilo spousta světových firem, jež se zabývají AIoT. Mnohé z nich už mají pobočky na různých kontinentech. Zaměřují se na digitální rozvoj a neustálé zlepšování ve své oblasti. Konkurence tedy roste s každým dnem a firmy tak musí udržet svou úspěšnou strategii, musí být flexibilní a disponovat co nejlepšími finančními možnostmi, aby se uplatnily na globálním trhu.

Nejznámější klíčové společnosti, které působí v oblasti AIoT (ASDReports, 2020):

DT42 je technologická společnost, jež se specializuje na AI a hluboké učení v Tchaj-wanu a Číně.

Baidu je čínská technologická společnost, která se specializuje na vývoj internetových služeb a AI.

Alibaba se zaměřuje na e-commerce a na internetové technologie v Číně.

Tencent je firma, která vyvíjí internetové služby, média, software a AI v Číně.

Xiaomi Technology se zaměřuje na vývoj, výrobu a prodej chytrých telefonů, aplikací a spotřební elektroniky v Číně.

Nvidia je organizace, která vyrábí grafické procesory a čipy (SoC) pro mobilní zařízení v USA.

Intel Corporation je firma se zaměřením na výrobu polovodičových obvodů v USA.

Qualcomm se specializuje na bezdrátové telekomunikační zařízení a služby v USA.

Innodisk se zaměřuje na automatizaci leteckého a serverového průmyslu a nabízí vestavěné flashdisky do průmyslu a paměťové služby v Tchaj-wanu.

Gopher Protocol je společnost, která vyvíjí mobilní technologie s podporou AI a IoT v USA.

Micron Technology je americký výrobce počítačových pamětí a počítačových datových úložišť.

Uptake je platforma průmyslové analýzy, která dodává produkty do hlavních průmyslových odvětví za účelem zvýšení produktivity, bezpečnosti a spolehlivosti v USA.

C3 IoT poskytuje kompletní vývojovou platformu IoT (PaaS), která umožňuje rychlý návrh, vývoj a nasazení aplikací pro velká data, jež se využívají v telemetrii, cloud computingu, analytice a strojovém učení v USA.

Sharp je firma, která se zabývá výrobou spotřební elektroniky v Japonsku.

SAS je softwarová firma z USA a dodavatel systému SAS.

Alluvium je americká společnost založená na IoT, která se snaží zajistit bezpečnost pracovníků ve velkých výrobních jednotkách prostřednictvím svých produktů a služeb, jež jsou založeny na AI.

Arundo Analytics se zaměřuje na aplikace pro těžbu ropy a zemního plynu v USA a Norsku.

Canvass Analytics umožňuje průmyslovým společnostem v Kanadě a ve světě transformovat své operace pomocí AI.

Software Falconry AI umožňuje výrobním inženýrům vytvářet prediktivní modely samostatně. Je z USA.

Interactor je nizozemská softwarová platforma, která se používá k organizování, zpracování nebo analýze velkých objemů dat a událostí při extrémně vysokých rychlostech.

Google má vlastní internetový vyhledávač. Sídlo má v USA.

Cisco je dominující hráč v oblasti síťových prvků (USA).

IBM Corp. je technologická společnost, která vyrábí a prodává počítačový hardware, middleware a software; poskytuje hostingové a konzultační služby v oblastech od sálových počítačů až po nanotechnologie (USA).

Microsoft Corp. je technologická korporace, která vyrábí počítačový software, spotřební elektroniku, osobní počítače a nabízí související služby (USA).

Apple Inc. je technologická organizace, která se zaměřuje na spotřební elektroniku, počítačový software a online služby (USA).

Salesforce Inc. je firma založená na cloudu se sídlem v USA. Poskytuje služby řízení vztahů se zákazníky (CRM) a poskytuje také podnikové aplikace, jež jsou zaměřeny na zákaznický servis, marketingovou automatizaci, analýzu a vývoj aplikací.

Infineon Technologies AG produkuje automobilové a výkonové polovodiče v Německu.

Amazon Inc. je technologická organizace, která se zaměřuje na e-commerce, cloud computing, digitální streamování a umělou inteligenci (USA).

AB Electrolux je výrobce domácích spotřebičů se sídlem ve Švédsku.

ABB Ltd. je švédsko-švýcarská nadnárodní společnost, působí v oblasti robotiky, energetiky, elektrických zařízení a automatizační techniky.

AlBrián Inc. je společnost zabývající se AI s cílem vybudovat plně autonomní AI sjednocením tří základních aspektů inteligence, konkrétně řešení problémů, učení a paměti (Jižní Korea, Čína a USA).

Analog Devices je americká nadnárodní polovodičová společnost, která se specializuje na konverzi dat, zpracování signálu a technologii správy napájení.

ARM Limited je britská společnost zabývající se návrhem polovodičů a softwaru se sídlem v Anglii. Její hlavní činností je navrhování procesorů ARM (CPU).

Atmel Corporation se zaměřuje na vestavěné systémy založené na mikrokontrolérech. Její produkty: mikrokontroléry, radiofrekvenční zařízení včetně Wi-Fi, EEPROM a flash paměti, symetrické a asymetrické bezpečnostní čipy, dotykové senzory a ovladače nebo produkty pro specifické aplikace (USA).

Ayla Networks Inc. je platforma IoT umožňující největším světovým společnostem připojit se a přijímat data z téměř jakéhokoli senzoru, systému nebo cloudu pomocí podnikových řešení IoT (USA).

Brighterion Inc. navrhuje řešení AI pro snížení úvěrového rizika, bojů s finanční kriminalitou; řešení zabraňují podvodům, plýtvání a zneužívání zdrojů ve zdravotnictví (USA).

Buddy je lídr v oblasti IoT a cloudových technologií, poskytuje jednoduchá řešení pro zákazníky jakékoli velikosti, aby jejich prostory byly chytřejší a jejich obyvatelé efektivnější, ohleduplnější k životnímu prostředí. Činnost vyvíjí v Nizozemsku.

CloudMinds je provozovatel cloudových systémů pro inteligentní roboty v Japonsku.

Cumulocity GmbH IoT je nezávislá platforma IoT pro správu zařízení a aplikací v Německu.

Cypress Semiconductor Corp je firma, která se zabývá návrhem a výrobou polovodičů. Nyní je dceřinou společností Infineon Technologies.

Digital Reasoning Systems Inc. je globálním lídrem v oblasti zpracování přirozeného jazyka, AI a ML pro uchovávání, dohled a analýzu elektronických komunikací v USA.

Echelon Corporation je americká společnost, která navrhuje řídicí sítě pro připojení strojů a dalších elektronických zařízení za účelem snímání, monitorování a řízení. Echelon je nyní ve vlastnictví společnosti Adesto Technologies.

Enea AB je globální společnost v oblasti informačních technologií se sídlem v oblasti Kista ve Švédsku. Poskytuje konzultační služby a operační systémy v reálném čase.

Express Logic Inc. je předním poskytovatelem bezplatných RTOS, middlewaru a vývojových nástrojů pro velkoobjemová zařízení s malou pamětí (Nizozemsko).

Facebook Inc. je webový systém, je využíván hlavně pro komunikaci mezi uživateli. Sídlo má v USA a Irsku.

Fujitsu Ltd. je firma se zaměřením na počítačový průmysl a IT služby v Japonsku.

Gemalto N.V. je společnost, která nabízí softwarové aplikace a zabezpečení k osobním zařízením, jako jsou čipové karty a tokeny. Působí v Nizozemsku.

General Vision Inc. je americká společnost, která se soustřeďuje na vývoj nové generace nativně paralelních kombinatorických neuronových čipů NeuroMem, jež se používají po celém světě.

Graphcore tvoří nový typ procesoru pro strojovou inteligenci, aby urychlil strojové učení a aplikace AI pro svět inteligentních strojů v Anglii.

H2O.ai Enterprise Support poskytuje služby, které slouží k optimalizaci investic do lidí a technologií pro naplnění vizí AI v USA, Kanadě, ČR a na dalších místech.

Haier Group Corporation je nadnárodní společnost, jež vyrábí domácí spotřebiče a spotřební elektroniku v Číně.

Helium Systems (USA) je organizace, která poskytuje řešení pro komunikaci a správu chytrých zařízení.

Hewlett Packard Enterprise vyvíjí řešení pro zachycování, analýzu a práci s daty od okraje po cloud (Nizozemsko).

Siemens AG je největším výrobcem elektroniky na světě (Německo).

SK Telecom je bezdrátový telekomunikační operátor a součást SK Group, jednoho z největších chaebolů na světě (Jižní Korea).

SoftBank Robotics je světovým lídrem v robotických řešeních. Neustále zkoumá a komercializuje všechna robotická řešení, která pomáhají lidem usnadnit život. Základnu má v Japonsku.

SpaceX je společnost, která působí v aerokosmickém průmyslu v USA.

SparkCognition je startup s technologií AI, který vytváří technologická řešení pro průmyslové aplikace (USA).

STMicroelectronics je francouzsko-italský nadnárodní výrobce elektroniky a polovodičů se sídlem ve Švýcarsku.

Symantec Corporation je softwarová společnost poskytující software a služby v oblasti kybernetické bezpečnosti. Sídlo má v USA.

Tellmeplus je firma, která za účelem zlepšení výsledků obchodních a průmyslových procesů nasazuje AI tam, kde se produkují data a kde je třeba činit rozhodnutí. Činnost provozuje ve Francii.

Tend.ai používá ML k monitorování a předpovídání selhání robotů a dalšího továrního vybavení. Umožňuje výrobcům vzdáleně ovládat, monitorovat a analyzovat výkon jejich robotů a výrobních zařízení ze svých mobilních zařízení (USA).

Tesla je automobilová a energetická společnost se sídlem v USA.

Texas Instruments vyrábí integrované obvody a počítačovou techniku v USA.

Thethings.io umožňuje vytvářet řídicí a ovládací panely pro konečné zákazníky s přizpůsobenými styly značek a URL společnosti (Španělsko).

Veros Systems je americká společnost, jež se zabývá monitorováním průmyslových aktiv. Používá inovativní techniky sběru dat a algoritmy ML v průmyslových strojích, nepřetržitě monitoruje stav rotujících zařízení v reálném čase a umožňuje proaktivně předvídat poruchy.

Whirlpool Corporation je výrobce a prodejce domácích spotřebičů se sídlem v USA.

Wind River Systems jako globální lídr v oblasti softwaru pro inteligentní zařízení urychluje digitální transformaci kriticky důležitých inteligentních systémů (USA).

Juniper Networks je společnost, jež vyvíjí a prodává síťové produkty pro správu sítě, pro zabezpečení sítě a softwarově definované síťové technologie (USA).

Nokia Corporation je organizace se specializací v oblasti telekomunikací, informačních technologií a spotřební elektroniky. Hlavní sídlo společnosti je ve Finsku.

PTC Corporation je společnost zabývající se počítačovým softwarem a službami se sídlem v USA.

Losant IoT poskytuje kompletní cloudový softwarový základ pro vytváření a škálování aplikací IoT pro zákazníky (USA).

Robert Bosch GmbH je společnost, která dodává díly a zařízení pro automobilový průmysl, domácí spotřebiče a elektrické nářadí (Německo).

Pepper je největší web sociálního obchodu a největší nákupní komunita na světě. Centrální pobočka je v Německu.

Tuya Smart je globální vývojová platforma IoT, která propojuje různé inteligentní scénáře a chytrá zařízení tím, že poskytuje nástroje pro vývoj hardwaru, integruje služby veřejného cloudu a nabízí inteligentní platformu pro rozvoj podnikání.

3.2 Cílové oblasti vývoje aplikací

Podle analytických průzkumů, jsou nejvíce rozvinutými oblastmi, jež přináší příležitosti pro podporu AI učení, průmyslová odvětví a obory se strojovými daty. Analýza dat IoT je užitečná při interním rozhodování ve firmách (zlepšení efektivity práce). Oblasti, které analytik vidí jako užitečné v rámci užívání AIoT pro celosvětový trh (ReportLinker, 2021):

Datová služba

Jde o zabezpečení ukládání dat na vlastním serveru firmy (Informatica, 2021).

Virtuální realita

Práce ve virtuálním prostředí urychluje zpracování dat. Do jednoho prostředí mohou vstoupit účastníci odkudkoli a podílet se na jedné společné činnosti (5G-Media, 2021).

Zlepšení procesů

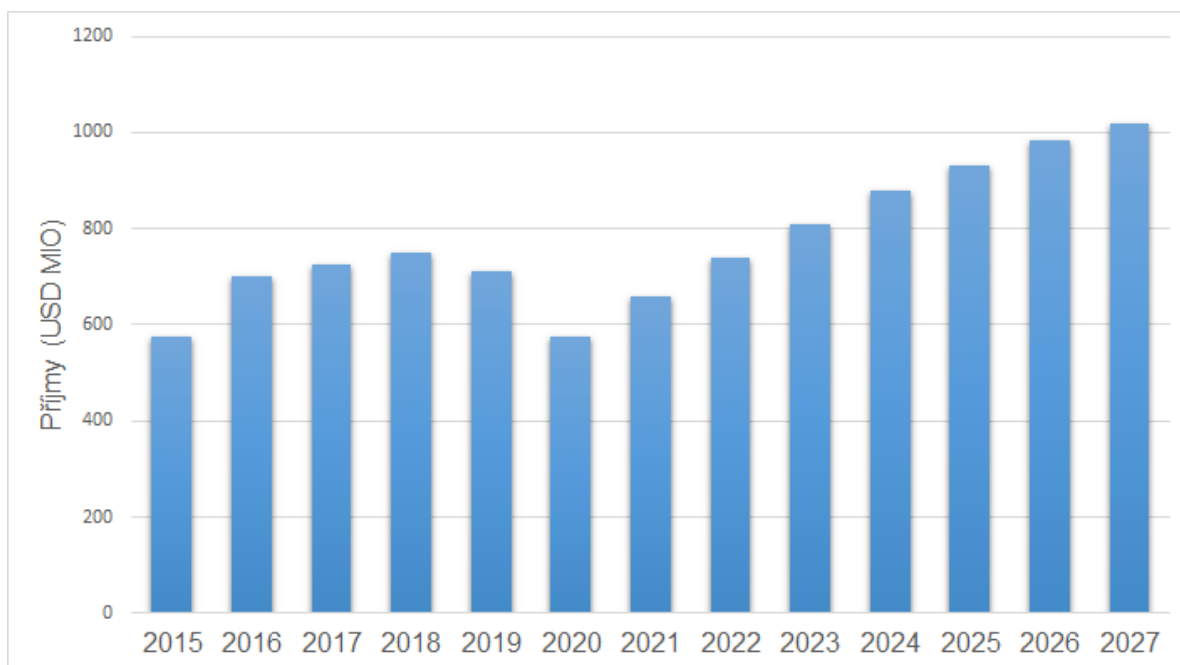
Automatizace povede ke zlepšení procesů. Jak už bylo zmíněno, procesy mohou běžet rychleji, sběr dat bude efektivnější a následné zpracování AI povede k menší chybovosti výsledků. Nejvíce jsou používána spotřebitelská zařízení (chytré televize, telefony a hodinky), průmyslová (Smart Grid, Smart Cities, Smart Sensors) a podniková zařízení (komerční bezpečnostní systémy, sledovací kamery) (CIO, 2019).

Průmyslová automatizace

Jedna se o náhradu lidského myšlení strojovým v oblasti průmyslu. Stroje mohou splňovat všechny požadavky na kvalitní průběh průmyslových procesů. Aktuální jsou služby v průmyslu, které jsou založeny na robotech. Patří mezi ně zpracování přirozeného jazyka, telematika, cloudové a IT služby, finanční služby IoT a inteligentní domácí monitorovací systémy (ElectronicsHub, 2019).

Správa aktiv

Sběr a vyhodnocení dat správy aktiv pomocí IoT vede AI k odhalení potenciálního riziku a zvažování správného řešení pro další činnosti a nejlepší rozhodnutí (Royal HaskoningDHV, 2021).



Zdroj: (Xinren Research, 2020)

Obr. 4 Globální příjmy způsobené zaváděním AIoT

Podle analytického průzkumu společnosti Xinren Research (2020) jsou vidět globální příjmy v milionech dolarů ze šesti regionů včetně Severní Ameriky, Evropy, Asie a Tichomoří, Latinské Ameriky, Středního východu a Afriky, které přineslo zavádění AIoT do různých oblastí celosvětového trhu (viz Obr. 4). Pokles příjmů v roce 2019 až 2020 byl způsoben pandemií covidu-19 a celosvětovou krizí. Bez ohledu na to analytici předpokládají v souvislosti s rozvíjením AIoT v podnicích postupné zvyšování příjmů.

3.3 Budoucí tržní příležitosti

Trh AIoT má velký potenciál do budoucnosti. Na trhu už existuje hodně firem, které se aktivně svými studii zapojují do praktického hlediska automatizace zařízení a nastávajícího rozvoje svých činností. Analytici předpokládají, že AIoT bude mít následující perspektivy (SAS, 2018):

- AI vystavěna na podporu IoT bude mít do roku 2024 hodnotu celosvětově 4,6 miliardy dolarů (Globe newswire, 2019).
- Růst kolaborativních robotů povede AI v průmyslových strojích do roku 2024 k růstu na 42,5 % CAGR (Globe newswire, 2019).
- Business Insider Intelligence předpokládá, že do 2025 roku počet IoT zařízení stoupne na 55 miliard kusů (v roce 2017 to bylo 9 miliard).
- Globální trh AIoT se zvýší o 39,1 % GAGR a bude činit 65,9 miliardy USD (ASDReports, 2020).
- Globální trh IoT dosáhne se servisním řešením dat do roku 2025 8,2 miliardy USD (ASDReports, 2020).
- Podle magazínu Forbes naroste ziskovost do 2035 roku o 38 %.
- Dnešní vývoj AIoT je předchůdcem následující generace AI – Decision as a Service (AIDaaS) (ASDReports, 2020).
- Společnosti, které využijí funkce AIoT, jako jsou sběr informací pomocí IoT zařízení, vnímání a analýza dat AI, z nich budou těžit nejen v přítomnosti, ale i v budoucnosti.
- Organizace si zajistí vyšší efektivitu a produktivitu práce, rychlejší životní cykly za podpory AI, která činí inteligentní rozhodnutí a zajišťuje automatizaci manuálních úkolů a také kvalitní zpracování informací IoT.
- Na trh budou rychleji uvedeny lepší produkty a zákaznický servis, roboti přispějí ke zjednodušení pracovního procesu.

4 Umělá inteligence věcí v logistice

AIoT nachází uplatnění v mnohých odvětvích, např. v bezpečnosti, zdravotnictví, dopravě, vzdělávání, průmyslu, zemědělství a v chytré domácnosti. Efektivně se používá technologie AIoT také v logistických procesech.

4.1 Oblasti uplatnění

Ještě v roce 1950 A. M. Turing předvídal: „*Věřím, že na konci století se používání slov a metod vzdělávání změní natolik, že člověk bude moci mluvit o strojovém myšlení, aniž by očekával, že mu bude odporováno*“ (Davies, 2011, str. 603). Nyní tomu skutečně tak je.

Pokrok AI má obrovský potenciál na propojení věcí v systémech AIoT se schopností učit se, uvažovat, vnímat a určitým způsobem se chovat. Systémy AIoT ukazují velký dopad na ekonomickou sféru a životní prostředí (Zhang a kol., 2020):

Chytrá bezpečnost

Cílem je zajištění bezpečnosti ve fyzickém a kyberprostoru pomocí funkcí zařízení AIoT, která mohou rozpoznávat lidské chování a vlastností: chůzi, rysy obličeje, duhovku, otisky prstů, což slouží k identifikaci osoby. Je možné zachytit státní poznávací značky vozidel, aby se dala sledovat trajektorie pohybu auta. Mezi další možnosti AIoT patří sledování pohybu osob v souvislosti s přetížením veřejných budov či prostranství atd.

Chytrá doprava

Do chytré dopravy patří samořídící auta, která mohou vnímat okolní prostředí jízdy (detekce značek, ostatních aut, chodců) a předpovídat chování okolí. Technologie AIoT může sledovat stav řidiče (rozptýlenost a ospalost) a zamezit tak dopravním nehodám.

Chytré zdravotnictví

Systémy AIoT pokrývají několik oblastí ve zdravotnictví: sledování pacientů, vyšetření, chirurgickou asistenci a rehabilitaci. Zařízení mohou rozpoznávat lidské chování, vyhodnocovat orientační body v CT skenech atd. Existují roboti asistenti při operacích. V rehabilitaci se sleduje stav pacientů, kteří nejsou v přímém kontaktu s lékařem.

Chytré vzdělávání

Učení je založeno na rozpoznávání gest, řeči, interakce mezi lidmi a stroji, rozpoznávání textu a jeho překladu.

Chytrý průmysl

Sběr a analýza dat při sledování výrobního procesu vede k diagnostice závad a předcházení prostojům. Hlasová interakce se stroji pomáhá činit chytrá rozhodnutí.

Chytré sítě

AIoT se uplatňuje v chytrých sítích pro diagnostiku poruch, k detekci kybernetických útoků a monitoringu a plánování zátěže.

Chytré zemědělství

Kontrola růstu rostlin, měření, reakce na variabilitu plodin prostřednictvím senzorů, sběr geografických údajů – to vše lze docílit pomocí AIoT. Systém sbírá data a stroje se učí z toho, jaké podmínky potřebují mít rostliny, a nabízí požadované služby.

Inteligentní města/domy/budovy

I v této oblasti se uplatňují výše zmíněné příklady použití, a to na stejném principu. Navíc v chytrých domech systém AIoT pomáhá hospodařit s energií a optimalizovat systémové úkony, což může být považováno za rozšíření funkcí inteligentních sítí AIoT.

4.2 Uplatnění v řízení dodavatelských řetězců

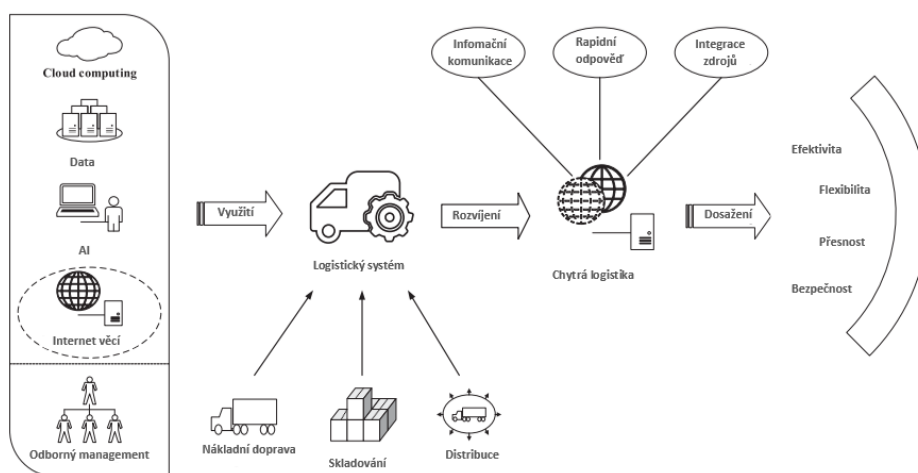
Technologie IoT se už dávno stala revoluční pro všechny průmyslové obory a ukázala své schopnosti v procesu řízení dodavatelského řetězce. Spolu s technologií umělé inteligence lze vylepšit efektivitu distribuce a transparentnost rozhodování u aplikací správy, monitorování a predikce. Použití AIoT aplikací v dodavatelském řetězci má mnoho výhod. Pomocí těchto aplikací lze vylepšit složité části procesů dodavatelského řetězce, např. (Nahr a kol., 2021):

- AIoT nabízí manažerům datové toky o poloze zásilky a přepravním prostředí v reálném čase. Během chybovosti procesu, např. přepravě nesprávným

směrem, bude vyhlášeno upozornění. Tímto způsobem lze lehce kontrolovat dodávku surovin a hotového zboží.

- Sensory pomáhají sledovat stav skladovaných produktů během přepravy. Díky sensorům je vidět přepravní podmínky v autě, což umožňuje aktivně reagovat na případné změny. Zobrazení informací o teplotě, vlhkosti, tlaku a dalších faktorech, které mohou ovlivnit kvalitu produktů, lze vyřešit prostřednictvím aplikace AIoT. Správci při použití AIoT mohou předvídat a zvažovat rizika související se zpožděním dodávky. Kontrola pohybu a dodávky produktů v reálném čase vede ke zvýšení kvality rozhodování a k přesnější predikci stavu dodávky.
- Zapojení AIoT do systému řízení dodavatelského řetězce je jedním z nejpodstatnějších trendů při skladování zboží, které vede ke zvýšení efektivnosti skladových procesů, řízení zásob a zajištění bezpečnosti zaměstnanců. Tímto lze uplatnit integrovaný pracovní výkon a postup, kterého by bylo těžké dosáhnout bez použití technologií AIoT.

Na Obr. 5 čtenář může vidět schéma chytré logistiky, ke které jsou zapojeny nástroje jako AI a IoT. Používání chytré logistiky stále čelí výzvám měnících se podmínek (požadavky zákazníků, zavádění nových technologií a obchodních modelů), kterým se musí přizpůsobovat. Synergie AI a IoT v chytré logistice napomáhá docílit efektivitu, flexibilitu, přesnost a bezpečnost procesů (Ding a kol., 2020).



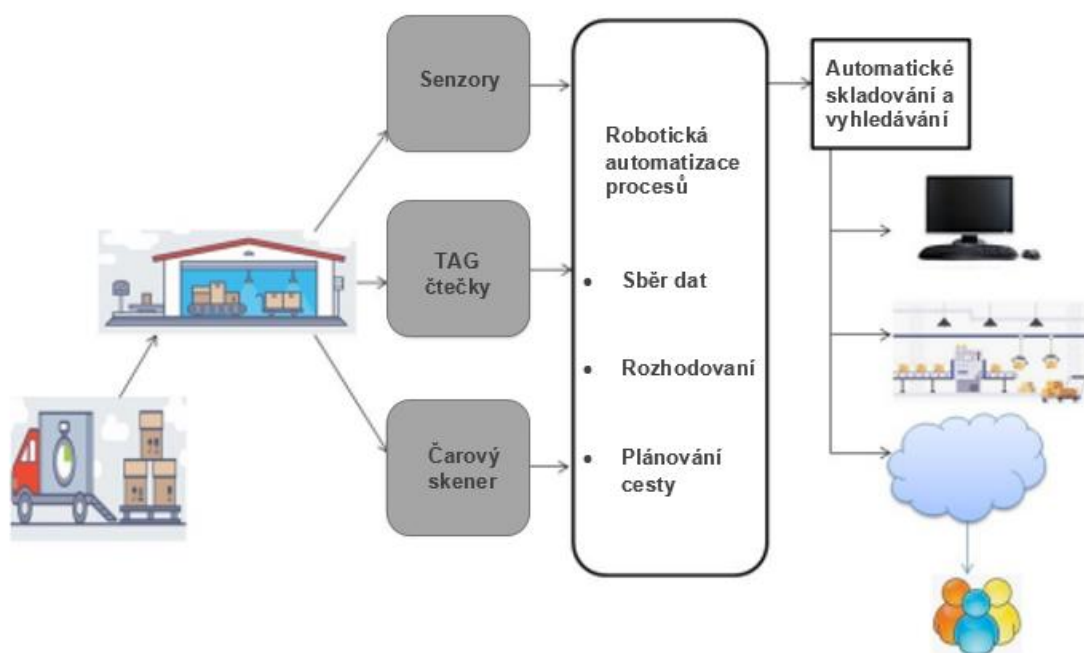
Zdroj: (Ding a kol., 2020)

Obr. 5 Schéma chytré logistiky

4.3 Uplatnění ve skladu

AI má schopnosti podobné člověku. Koncept učení posouvá AI na vyšší úroveň prostřednictvím rozvíjení znalostí bez potřeby lidského zásahu. Firmy zvyšují své úložné prostory a potřeba vývoje skladového hospodářství a automatizace skladu se také zvyšuje. Jeden z problémů, kterému EU čelí, je snížení počtu pracovních sil, což lze vyřešit zavedením AIoT ve skladech. Implementace chytré technologie AIoT povede k uspokojení flexibilní poptávky po úložných systémech na trhu. Většina organizací zavádí online nákupy a samozřejmě usiluje o to, aby zakoupený produkt byl doručen na požadované místo včas. Technologie AIoT přispějí k tomu, že to bude uskutečněno rychle a bezpečně (Buntak a kol., 2019).

Zavádění AIoT do skladové logistiky s využitím senzorových sítí a cloud computingu zajistí spokojenost zákazníků tím, že umožní předejít nesprávnému zadání objednávky a ulehčí manipulaci se zbožím. Proces skladového hospodářství funguje tak, že magnetický senzor detekuje pomocí čárového kódu celkové množství zboží, které je na skladě. Potom následuje zpracování dat v robotickém systému podle informace z čárového kódu. Po zpracování dat lze rozpoznat konkrétní druh zboží. Například se určí vysokozdvizné vozíky, které mají správně naložit zboží do určitého regálu. Princip je založen na skenování příslušné informace senzory štítku, umístěného na regálu, která se přenáší přes Wi-Fi do nejbližšího serveru (počítače) a je monitorována výrobní jednotkou, jež automaticky poskytuje údaje o zboží v reálném čase zákazníkům. Po vystavení objednávky se zákazníkovi přiřadí sledovací číslo. Informace o zakázce je přesměrována do skladu robotům, kteří najdou na skladě příslušný čárový kód zboží a spustí algoritmy činnosti, jež jsou založeny na sběru informací a hlubokém učení. Jakmile je zboží rozpoznáno, vypočítá se nejkratší cesta ke stojanu, a to pomocí měření vzdáleností založeném na počítačovém vidění a strojovém učení. Roboti mají duální kameru, která pomáhá předejít kolizi s ostatními roboty, a to prostřednictvím předního a zadního snímání. Po dojezdu robota na místo předání objednávky se aktualizuje počet jednotek na skladě a informace o tom je přesměrována přes Wi-Fi do nejbližšího serveru pro následující úkony (viz Obr. 6). Tím pádem systém AIoT zajišťuje informovanost zákazníků a výrobní jednotky, která je plně automatická. Algoritmus je založen na hlubokém učení na základě sběru informací a profesionálním způsobu rozhodování strojů (Pandian, 2019).



Zdroj: (Pandian, 2019)

Obr. 6 Navrhovaná chytrá skladová logistika

5 Zhodnocení získaných poznatků

V této kapitole autorka práce zhodnotí výše zmíněné poznatky na základě zohlednění popisu daného tématu práce a uvede existující omezení, které by šlo odstranit v budoucnosti díky rozvoji metodologie AloT.

5.1 Zhodnocení současných aplikací

AloT se efektivně zapojuje do různých odvětví. Ačkoliv pojetí AloT je docela nové a její potenciál není zatím stoprocentně rozvíjen, lidstvo si může pochvalovat poměrně velké přínosy v zavádění této technologie na globální trh.

Největší podíl organizací, jež zavádějí AloT, je v USA. Na druhém místě je Čína. Evropa se také začíná na rozvoji technologií AloT aktivně podílet.

Předpokládá se, že v budoucnosti lidé budou moct využívat ještě víc služeb se zapojenou digitalizací a automatizací procesů. Mimochodem AloT má kladné hodnocení od analytiků, jež se věnují globálním aspektům světové ekonomiky.

Na základě systematické rešerše odborných zdrojů a případových studií by autorka práce chtěla doporučit podnikům širší implementaci AloT věci v řízení logistických procesů, jako jsou řízení zásob, manipulace s materiálem a balení. AloT je v počátečním stavu rozvoje a je možné, že v blízké budoucnosti by lidé mohli ocenit mnohem rozsáhlejší uplatnění, a to nejen v logistice, ale i v dalších odvětvích života.

5.2 Potenciální omezení

AloT přináší bezesporu mnoho výhod, ale musíme vzít v potaz, že kromě toho má i některá omezení (Wazid a kol., 2021):

Škálovatelnost

S potenciálním rozvojem AloT se zvyšuje počet uživatelů a s tím i počet transakcí a výpočetních zařízení, což má vliv na rychlost zpracování a analýzy dat. Roste potřeba složitých algoritmu souvisejících s konceptem blockchainu. Systém se stává těžkopádným, a proto se škálovatelnost jeví jako zásadní problém.

Soukromí

Některé organizace potřebují mít vlastní databázi, např. ve zdravotnictví atd. Informace nesmí být sdílěna neoprávněnými osobami. Jak už bylo zmíněno, systém

AIoT funguje na bázi komunikace přes síť (LAN), tím pádem někteří potenciální útočníci mohou ze systému zneužívat příslušná data. Aby se tomu dalo zabránit, zařízení IoT by měla vyměňovat informace pomocí odolných šifrovacích algoritmů, tj. AES, RSA a ECC.

Nákladový faktor

Implementace a následný rozvoj AIoT se stává nákladným faktorem pro každého, kdo se bude chtít zapojit do digitálního rozvoje své společnosti (výdaje na aplikace systému, na školení lidí, na zajištění softwaru a hardwaru, na šifrovací program aj.).

Požadavek vysoce kvalifikované lidské síly

Bezpečná autentizace AIoT požaduje kvalifikovanou lidskou sílu pro implementace, údržbu a kontrolu systému. Lidé by měli mít znalosti o IoT, AI, blockchainu a dalších technologiích. Pro tyto účely lze zajistit školení pracovníků.

Problémy informační bezpečnosti

Systém chytrých zařízení může být zranitelný kvůli zneužívání softwaru, selhání ověřování, vkládání malwaru atd., což může způsobit nestabilní funkčnost a únik dat. Každý mechanismus může ohrozit určité nebezpečí, bez ohledu na to, jak je robustní.

Ačkoliv Mind Commerce (2021) prohlašuje „*tím že umělá inteligence nepožaduje pro svou funkčnost některé soukromé údaje, které by dál mohly být zneužity, stává se odolnější proti neoprávněným a zákeřným činům*“. Proto IoT potřebuje být spojen s AI, aby se předešlo problémům v souvislosti s ohrožením bezpečnosti systému.

Závěr

Umělá inteligence věcí našla uplatnění v mnoha odvětvích. Jedním z nich je řízení logistických procesů. Nejčastěji se používá technologie AIoT v oblastech skladování a dopravy. Chytrá zařízení se zabudovanou AI mohou provádět činnosti na bázi sběru, analýzy, zhodnocení, uchování a řízení dat. Data jsou zajištěna IoT. Vzájemná funkčnost technologií AI a IoT vytváří jeden systém AIoT, který poskytuje možnost náhrady lidského myšlení a vede k případnému zjednodušení velké části výrobních a pracovních procesů.

V této publikaci byla popsána analýza globálního trhu. Podle ní lze konstatovat, že nejvíc společností, které už využívají AIoT, najdeme v USA. Je ale vidět, že postupně se rozšiřuje uplatnění AIoT po celém světě. Analytické výzkumy ukazují, že zavedení AI má dobrý dopad na světovou ekonomiku, což může znamenat, že jednotlivé podniky při zavedení AIoT budou zaznamenávat pouze přínosy, ačkoli zatím má systém AIoT i některá omezení.

Pojetí AIoT je docela nové a lze očekávat následný rozvoj technologií, který povede ke zlepšení procesů, jež zahrnují logistické odvětví.

Seznam literatury

5G-MEDIA [online]. 5G-MEDIA, 2021 [2021-12-05]. Dostupné z: <http://www.5gmedia.eu/use-cases/immersive-applications-and-virtual-reality/>

ASDReports [online]. Amsterdam: ASDReports, 2020. [2021-12-05]. Dostupné z: <https://www.asdreports.com/market-research-companies-556450/artificial-intelligence-things-aiot-market-technology-solutions>

BUNTAK, Krešimir, Matija KOVAČIĆ a Maja MUTAVDŽIJA. Internet of things and smart warehouses as the future of logistics. *Tehnički glasnik*. 2019, **13**(3), 248-253.

CIO [online]. Needham: CIO, 2019 [2021-12-05]. Dostupné z: <https://www.cio.com/article/3433946/what-is-process-improvement-a-business-methodology-for-efficiency-and-productivity.html>

DAVIES, Colin R. An evolutionary step in intellectual property rights – Artificial intelligence and intellectual property. *Computer Law & Security Review*. 2011, **27**(6), 601-619.

DRAHOTSKÝ, Ivo a Bohumil ŘEZNÍČEK. *Logistika – procesy a jejich řízení*. Brno: Computer Press, 2003. ISBN 80-7226-521-0.

ElectronicsHub [online]. ElectronicsHub, 2019 [2021-12-05]. Dostupné z: https://www.electronicshub.org/introduction-to-industrial-automation/#Types_of_Industrial_Automation_Systems

GHOSH, Ashish, Debasrita CHAKRABORTY a Anwasha LAW. Artificial intelligence in Internet of things. *CAAI Transactions on Intelligence Technology*. 2018, **3**(4), 208-218.

GLOBE NEWSWIRE [online]. Dublin: GLOBE NEWSWIRE, 2019 [2021-12-05]. Dostupné z: <https://www.globenewswire.com/news-release/2019/11/27/1953128/0/en/Artificial-Intelligence-of-Things-AIoT-Market-Research-Report-2019-2024-Embedded-AI-in-Support-of-IoT-Things-Objects-Will-Reach-4-6B-Globally-by-2024.html>

GROS, Ivan. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.

Informatica [online]. Redwood City: Informatica, 2021 [2021-12-05]. Dostupné z: <https://www.informatica.com/services-and-training/glossary-of-terms/data-services-definition.html>

LAMBERT, Douglas M., James R. STOCK a Lisa M. ELLRAM. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. 2. vyd. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0504-0.

MACUROVÁ, Pavla, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Leo TVRDOŇ. *Logistika. 2. upravené a doplněné vydání*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2018. ISBN 978-80-248-4158-8.

MOHAMED, Esraa. The relation of artificial intelligence with internet of things: A survey. *Journal of Cybersecurity and Information Management*. 2020, 1(1), 30-24.

NAHR, Javid, Hamed NOZARI a Mohammad Ebrahim SADEGHI. Green supply chain based on artificial intelligence of things (AIoT). *International Journal of Innovation in Management, Economics and Social Sciences*. 2021, 1(2), 56-63.

PANDIAN, A. Pasumpon. Artificial intelligence application in smart warehousing environment for automated logistics. *Journal of Artificial Intelligence and Capsule Networks*. 2019, 1(2), 63-72.

PONISZEWSKA-MARANDA, Aneta a Daniel KACZMAREK. Selected methods of artificial intelligence for Internet of Things conception. *Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS)*. 2015, 1343-1348.

PRAMANIK, Pijush Kanti Dutta, Saurabh PAL a Prasenjit CHOUDHURY. Beyond automation: the cognitive IoT. artificial intelligence brings sense to the Internet of Things. *Cognitive Computing for Big Data Systems Over IoT*. 2018, 1-37.

ReportLinker [online]. Lyon: ReportLinker, 2021. [2021-12-05]. Dostupné z: https://www.reportlinker.com/p05951233/Artificial-Intelligence-of-Things-AIoT-Market-by-Technology-and-Solutions-.html?utm_source=PRN

ŘEZÁČ, Jaromír. *Logistika*. Praha: Bankovní institut vysoká škola, 2010. ISBN 978-80-7265-056-9.

Royal HaskoningDHV [online]. Amersfoort: Royal HaskoningDHV, 2021 [2021-12-05]. Dostupné z: <https://www.royalhaskoningdhv.com/nl->

[nl/nederland/specials/assetmanagement/wat-is-assetmanagement-voor-infrastructuur-en-openbare-ruimte](https://www.sas.com/nl/nederland/specials/assetmanagement/wat-is-assetmanagement-voor-infrastructuur-en-openbare-ruimte)

SAS [online]. Cary: SAS, 2018 [2021-12-05]. Dostupné z:

<https://thepinnaclesolutions.com/wp-content/uploads/2019/04/artificial-intelligence-of-things.pdf>

SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0573-3.

STEWART, John C., Gary Alan DAVIS a Diane A. IGOCHÉ. AI, IoT, and AIoT: definitions and impacts on the artificial intelligence curriculum. *Issues in Information Systems*. 2020, **21**(4), 135-142.

Transparency Market Research [online]. Pune: Transparency Market Research, 2020. [2021-12-05]. Dostupné z:

<https://www.transparencymarketresearch.com/artificial-intelligence-of-things-aiot-market.html>

WAZID, Mohammad, Ashok Kumar DAS, Youngho PARK a Jose SANTA. Blockchain-Envisioned Secure Authentication Approach in AIoT: Applications, Challenges, and Future Research. *Wireless Communications and Mobile Computing*. 2021, 1-19.

XenForo [online]. XenForo, 2019 [2021-12-05]. Dostupné z:

<https://www.alternatehistory.com/forum/threads/a-blank-map-thread.25312/page-283>

Xinren Research Worldwide [online]. Fujian: Xinren Research, 2020 [2021-11-29].

Dostupné z: <https://www.xinrenresearch.com/>

ZHANG, Jing a Dacheng TAO. Empowering Things With Intelligence: A Survey of the Progress, Challenges, and Opportunities in Artificial Intelligence of Things. *IEEE Internet of Things Journal*. 2021, **8**(10), 7789-7817.

Seznam obrázků

Obr. 1 Dělení a priorita cílů logistiky	10
Obr. 2 Schéma informačního toku v systému IoT s využitím metod umělé inteligence	17
Obr. 3 Tržní hráči v oblasti AioT	21
Obr. 4 Globální příjmy způsobené zaváděním AioT	19
Obr. 5 Schéma chytré logistiky	33
Obr. 6 Navrhovaná chytrá skladová logistika	35

ANOTAČNÍ ZÁZNAM

AUTOR	Anna Riznyk		
STUDIJNÍ PROGRAM/OBOR/SPECIALIZACE	6208R186 Podniková ekonomika a řízení provozu, logistiky a kvality		
NÁZEV PRÁCE	Využití umělé inteligence věcí v logistice		
VEDOUCÍ PRÁCE	prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.		
KATEDRA	KRVLK - Katedra řízení výroby, logistiky a kvality	ROK ODEVZDÁNÍ	2021
POČET STRAN	44		
POČET OBRÁZKŮ	6		
POČET TABULEK	0		
POČET PŘÍLOH	0		
STRUČNÝ POPIS	<p>Cílem práce je analyzovat možnosti uplatnění technologie umělé inteligence věcí v řízení logistických procesů na základě systematické rešerše odborných zdrojů a případových studií z praxe.</p> <p>Bakalářská práce se skládá z teoretické a praktické části. Teoretická část je hlavně věnována úvodu do problematiky umělé inteligence, internetu věcí a popisu logistických procesů, také propojení témat mezi sebou. Praktická část bakalářské práce je zaměřena na využití AIoT v různých zemích a odvětvích.</p> <p>Závěr je, že AIoT má dobrý dopad na světovou ekonomiku a lze očekávat následný rozvoj technologií, který povede ke zlepšení logistických procesů.</p>		
KLÍČOVÁ SLOVA	Internet věcí, umělá inteligence, umělá inteligence věcí, strojové učení.		

ANNOTATION

AUTHOR	Anna Riznyk		
FIELD	6208R186 Business Administration and Operations, Logistics and Quality Management		
THESIS TITLE	Use of artificial intelligence of things in logistics		
SUPERVISOR	prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.		
DEPARTMENT	KRVLK - Department of Production, Logistics and Quality Management	YEAR	2021
NUMBER OF PAGES	44		
NUMBER OF PICTURES	6		
NUMBER OF TABLES	0		
NUMBER OF APPENDICES	0		
SUMMARY	<p>The aim of this work is to analyze the possibilities of applying artificial intelligence technology to control of logistics processes on the basis of a systematic search of professional resources and case studies of practice.</p> <p>The bachelor thesis consists of theoretical and practical part. The theoretical part is mainly devoted to the introduction to the issues of artificial intelligence, the internet of things and the description of logistics processes, as well as the interconnection of topics. The practical part of the bachelor thesis is focused on the use of AIoT in different countries and industries.</p> <p>The conclusion is that AIoT has a good impact on the world economy and subsequent technological development can be expected, which will lead to improved logistics processes.</p>		
KEY WORDS	Internet of Things, Artificial Intelligence, Artificial Intelligence of Things, Machine Learning.		