

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

MASARYKŮV ÚSTAV VYŠŠÍCH STUDIÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Uplatnění nástrojů umělé inteligence ve
výrobě**

**Application of Artificial Intelligence Tools in
Production**

2024

Radek Koděra

Studijní program: Ekonomika a management

Vedoucí práce: Ing. Oldřich Bronec, CSc.

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Koděra** Jméno: **Radek** Osobní číslo: **506690**
Fakulta/ústav: **Masarykův ústav vyšších studií**
Zadávající katedra/ústav: **Institut manažerských studií**
Studijní program: **Ekonomika a management**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Uplatnění nástrojů umělé inteligence ve výrobě

Název bakalářské práce anglicky:

Application of Artificial Intelligence Tools in Production

Pokyny pro vypracování:

Práce bude rozdělena do tří částí. Teoretická část shrne principy umělé inteligence a její uplatnění v průmyslu. Druhá část stanoví cíle teoretické části a představí vybranou společnost. Třetí část provede analýzu možností nástrojů umělé inteligence ve vybrané průmyslové společnosti.

Seznam doporučené literatury:

Stuart Russel, Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern approach, Prentice Hall, Boston, USA, 2010
Chrostofer M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, Cambridge, 2006
Tom M. Mitchell: Machine Learning, McGraw-Hill, New Jersey, USA, 1997
Oliver Theobald: Machine Learning: for Absolute Beginners, 2017
Kevin P. Murphy: Machine Learning: A probabilistic Perspective, MIT Press, Cambridge, 2012
Alex Smola and S.V.N. Vishwanathan: Introduction to Machine Learning, Cambridge University Press, 2008
William R. Sherman and Alan B. Craig: Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Desgn, Morgan Kaufmann, Boston, USA, 2003
Vladimír Mařík a kol.: Umělá inteligence 1 – 6, Academia, Praha, 2000 – 2013
Národní strategie umělé inteligence v České republice, Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, 2020
Eva Volná: Umělá inteligence, Ostravská univerzita v Ostravě, 2013
Nařízení Evropského parlamentu a Rady, kterým se stanoví harmonizovaná pravidla pro umělou inteligenci (Akt o umělé inteligenci) a mění určité legislativní akty unie, Evropská komise 2021

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Oldřich Bronec, CSc. Masarykův ústav vyšších studií ČVUT v Praze

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **08.12.2023** Termín odevzdání bakalářské práce: **25.04.2024**

Platnost zadání bakalářské práce: _____

Ing. Oldřich Bronec, CSc.
podpis vedoucí(ho) práce

Ing. Dagmar Skokanová, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. PhDr. Vladimíra Dvořáková, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

KODĚRA, RADEK. Uplatnění nástrojů umělé inteligence ve výrobě.
Praha: ČVUT 2024. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův
ústav vyšších studií.



**MASARYKŮV ÚSTAV
VYŠŠÍCH STUDIÍ
ČVUT V PRAZE**

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně. Dále prohlašuji, že jsem všechny použité zdroje správně a úplně citoval a uvádím je v příloženém seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti zpřístupnění této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Praze dne: 25. 04. 2024

Podpis:

Poděkování

Chtěl bych poděkovat Ing. Oldřichu Bronci, CSc. za velice odborné vedení mé práce, jeho čas, trpělivost, porozumění, poskytnutí materiálů a možnosti osobních konzultací. Dále bych chtěl poděkovat pekárně Tisse za poskytnutí možnosti náhledu do výrobního procesu.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá uplatněním nástrojů umělé inteligence ve výrobě. Cílem je popsat základní principy umělé inteligence a navrhnou způsob integrace umělé inteligence do výrobního procesu. Práce popisuje základy týkající se umělé inteligence a dopodrobna popisuje její využití ve výrobních procesech. Ke konci práce také ukazuje implementační návrh a kalkulaci nákladů pro implementaci do výrobního procesu vybrané firmy. Zakončením práce je vyhodnocení celé implementace.

Klíčová slova

Umělá inteligence, Implementace, Výrobní proces, Strojové učení, Robot, Neuronové sítě

Abstract

This bachelor thesis deals with the application of artificial intelligence tools in production. The aim is to describe the basic principles of artificial intelligence and to propose a way of integrating artificial intelligence into the production process. The thesis describes the fundamentals concerning artificial intelligence and describes into detail its use in production processes. Towards the end of the thesis, it also shows an implementation plan and a calculation of cost for the implementation into the production process of a selected company. The thesis concludes with an evaluation of the entire implementation.

Keywords

Artificial intelligence, Implementation, Production process, Machine learning, Robot, Neural networks

Obsah

Úvod.....	9
1 Základy umělé inteligence.....	11
1.1 Historie a vývoj	11
1.1.1 Předchůdci a ranné inspirace	11
1.1.2 Průkopníci	11
1.1.3 Milníky vývoje	13
1.2 Klíčové koncepty	15
1.2.1 Strojové učení	15
1.2.2 Algoritmy strojového učení	15
1.2.3 Neuronové sítě	20
1.2.4 Umělé neuronové sítě	20
1.2.5 Genetické algoritmy	22
1.2.6 Teoretické modely	23
1.3 Využití umělé inteligence v průmyslu	25
1.3.1 Průmysl 3.0	25
1.3.2 Průmysl 4.0	26
1.3.3 Úvod do umělé inteligence v průmyslu	27
1.3.4 Oblasti transformace průmyslu	28
1.4 Budoucnost a výzvy	32
1.4.1 Budoucnost	32
1.4.2 Výzvy	33
2 Metodika a představení společnosti.....	35
2.1 Společnost	35
2.2 Metodika	36
2.2.1 Úvod do metodiky	36
2.2.2 Metody UI	36
2.2.3 Roboti	40
2.2.4 Aktuální výrobní proces	42
2.2.5 Data	44
2.2.6 Vizualizace implementace	44
3 Návrh automatizace výrobního procesu.....	46
3.1 Momentální stav	46
3.2 Identifikace možností	47
3.2.1 Formy Umělé Inteligence	47

3.2.2	Typy Robotů	48
3.2.3	Implementace	48
3.3	Návrh využití umělé inteligence	49
3.4	Vizualizace implementace	52
3.5	Kalkulace	54
3.6	Vyhodnocení a doporučení	55
3.6.1	Vyhodnocení	55
3.6.2	Doporučení	55
Závěr	56
Seznam použité literatury	57
Seznam obrázků	59
Seznam tabulek	60

Úvod

V posledních desetiletích se umělá inteligence stala jedním z nejvýznamnějších průlomů v technologickém vývoji, jejíž aplikace nachází uplatnění v širokém spektru odvětví, včetně průmyslu. Rozvoj a integrace umělé inteligence v průmyslových procesech otevírá nové možnosti pro zvýšení efektivity, snížení nákladů a inovaci produktů a služeb. Přestože potenciál umělé inteligence je obrovský, jeho aplikace v praxi vyžaduje důkladné pochopení jejích principů, možností a omezení. V mé bakalářské práci si kladu za cíl prozkoumat, analyzovat a navrhnout možnosti využití nástrojů umělé inteligence ve výrobním procesu mé vybrané firmy.

Práce je strukturovaná do tří hlavních částí. První část je teoretická, kde se věnuji základům umělé inteligence, kde jsou shrnuty její klíčové principy, historický vývoj, její využití a jak ovlivnila průmysl. Zvláštní pozornost je věnována aplikacím umělé inteligence v průmyslu, což zahrnuje přehled technologií, jako jsou strojové učení, neuronové sítě a robotika, a jejich praktické využití.

V druhé metodické části mé práce se věnuji představení mé vybrané firmy Tisse. Představuji zde cíle mé teoretické části a věnuji se zde vyčlenění technologií vhodných pro zařazení do výrobního procesu.

Třetí část se zaměřuje na analýzu možností nástrojů umělé inteligence ve mnou vybrané firmě. Zkoumá, jak mohou být principy a nástroje umělé inteligence aplikovány pro zlepšení průmyslových procesů, snížení rizik a zvýšení konkurenceschopnosti společnosti. Cílem této části je navrhnout implementaci umělé inteligence do stávajících výrobních procesů.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Základy umělé inteligence

1.1 Historie a vývoj

1.1.1 Předchůdci a ranné inspirace

Umělá inteligence vznikla na popud člověka, který chtěl napodobit lidské myšlení pomocí strojů a počítačů. Umělá inteligence, jako taková, kterou známe dnes, se začala formovat, jako vědní obor v druhé polovině 20. století, avšak kořeny umělé inteligence sahají do historie mnohem hlouběji.

První zmínky o předchůdcích umělé inteligence se objevili již v antické mytologii a literatuře. Prvním tímto záznamem byl příběh o řeckém řemeslníku Héfaistosovi, který si vytvořil armádu mechanických služebníků.

Další zmínky jsou ze středověku a raného novověku, v této době byly vytvářeny mechanismy, které napodobovaly lidské a zvířecí pohyby. Tyto stroje byly v té době používány, jako jeden ze zdrojů zábavy na královských dvorech.[1; 2]

1.1.2 Průkopníci

Prvním z výrazných novodobých průkopníků je Alan Turing, kterého známe, díky přelomovému vynálezu Enigmy, který pomohl zkrátit trvání druhé světové války o několik let a snížit počet lidských obětí o několik milionů. Ale zpět k tématu, Alan Turing, jež byl přední počítačový vědec té doby. V roce 1950 zveřejnil svůj slavný článek s názvem „Computing Machinery and Intelligence“, ve kterém představil koncept takzvaného Turingova testu, který slouží jako kritérium k vyhodnocení inteligence stroje.

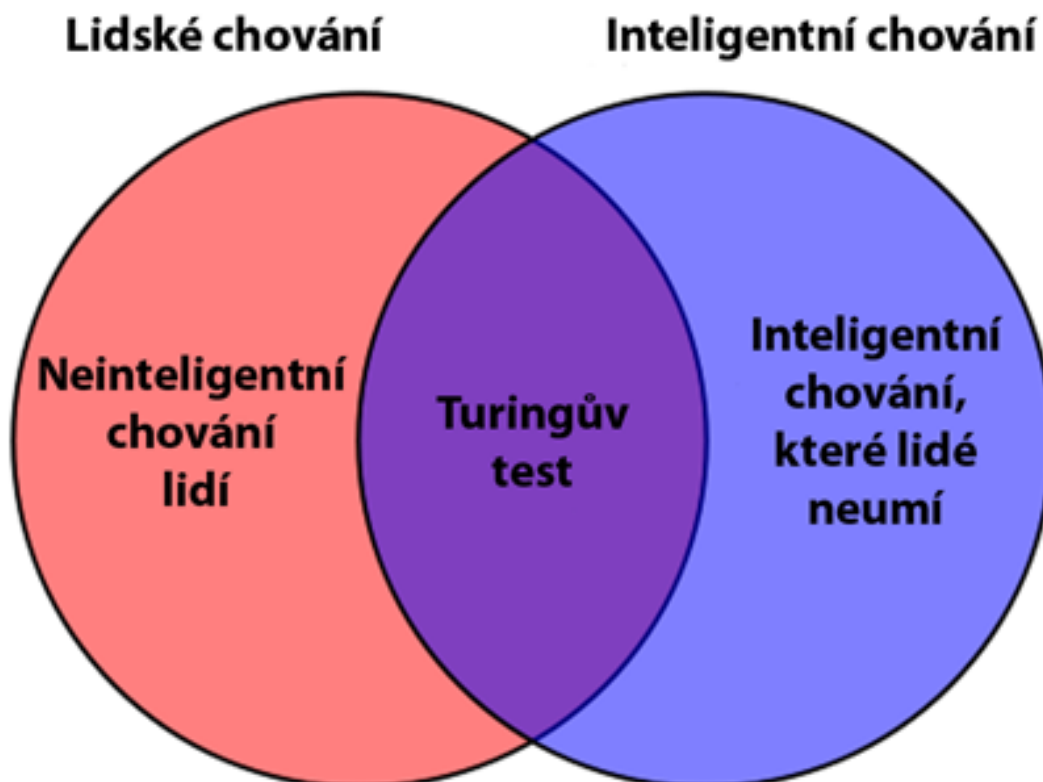
Alan Turing nebyl sám průkopníkem, byli zde další John McCarthy, Marvin Minsky, Allen Newell a Herbert A. Simon. Tito vědci jsou často považováni za zakladatele oboru umělé inteligence. V roce 1956 uspořádali v Dartmouth Collage workshop, jež je považován za bod zrodu umělé inteligence jako samostatného vědního oboru.[1; 3]

1.1.2.1 Turingův test

Turingův test, pojmenovaný po jeho tvůrci Alanu Turingovi, byl v roce 1950 prezentován jako metoda, která ověřuje, zda se systém umělé inteligence ve skutečnosti chová inteligentně. Systém porovnává chování člověka s chováním systému s vytvořenou inteligencí. Test je na bázi porovnávání, jelikož inteligence je velice složitě definovatelná a o to obtížněji testovatelná.

Test probíhá tak, že je jeden zkoušející, který dává otázky do jiné místnosti, kde je buď to člověk nebo stroj. Ten, kdo je v místnosti na otázky odpovídá bez jakýchkoli emocí a následně odpovědi vrací zpět zkoušejícímu. Když se zkoušejícímu nepodaří rozeznat stroj od člověka, test je dle Turinga úspěšný.

Turingův test byl dlouhá léta považován za základní měřítko schopností umělé inteligence. Dočkal se však kritiky, poukazující na nedostatky testování, jelikož Turingův test nepokrýval mnoho aspektů inteligence. Díky nedostatkům byl tento test umělé inteligence v roce 1966 nahrazen programem ELIZA, který byl vytvořený Josephem Weizenbaumem.[1]



OBRÁZEK 1 ROZLIŠENÍ CHOVÁNÍ PODLE TURINGOVA TESTU

1.1.3 Milníky vývoje

- 1943-1955
 - V roce 1943 Walter Pitts spolu s Warrenem McCullochem představili model umělých neuronů, který byl napřímo inspirován znalostmi ohledně fyziologie a funkce neuronů lidského mozku (umělé neurony byly schopné měnit stav mezi vypnutím a zapnutím).
- 1956
 - Koná se Dartmouthská konference, ta je považovaná za oficiální zrod oboru umělé inteligence.
- 1960-1970
 - V šedesátých letech docházelo k vývoji prvních jednoduchých programů, tyto programy byly schopné řešit algebraické problémy a vykonávat jednoduché matematické operace, jako například hrát šachy na amatérské úrovni, či porozumět lidskému jazyku.
- 1974-1980
 - Období takzvané AI zimy (AI= Artificial Intelligence = Umělá inteligence), v tomto období došlo k poklesům ve financování vývoje umělé inteligence, jelikož vývoj nepřinášel očekávané pokroky.
- 1980-1990
 - První komercializace umělé inteligence, expertní systémy začínají být používány v průmyslu. Prvním takovým úspěšným systémem je systém R1, který byl jako první používán ve společnosti Digital Equipment Corporation v roce 1982. Tímto krokem umělá inteligence vstoupila do průmyslové éry a zájem o pokračování ve vývoji rapidně vzrostl.
- 1986
 - V druhé polovině osmdesátých let došlo, k znovuobjevení algoritmu zpětného šíření chyby, tento algoritmus byl možné úspěšně aplikovat na mnoho problémů z informatiky a psychologie, které se řeší stylem pokus omyl. Tyto operace byly založeny na propojování bodů tzv. neuronových sítí. S tímto znovuobjevením přišel počátek machine learning (strojového učení)

- **1997**
 - Velký pokrok ve strojovém učení, umělá inteligence je schopna se adaptovat a přehodnocovat své postupy. Příkladem tohoto faktu je počítač od firmy IBM, který dokázal porazit světového šampiona v šachmatu Garryho Kasparova.[3; 2]
- **2010+**
 - V roce 2011 společnost Apple představila prvního virtuálního asistenta Siri na smartphonový trh, tato integrace přeměnila způsob, jakým můžeme ovládat naše mobilní zařízení. Později se ovládání hlasem dostalo do automobilů, počítačů, vznikly chytré domácnosti a mnoho dalšího.
 - Počátek autonomního řízení, Google Self Driving Car Project, rozvojový projekt od společnosti google, na přelomu desetiletí začal testovat první modely autonomních vozidel na veřejných silnicích.
 - Vývoj deep learningu (hloubkové učení) v roce 2014 Facebook přišel s vývojem hloubkových neuronových sítí, které jsou schopné automaticky rozpoznávat a označovat obličeje lidí na fotografiích. Tento fakt poukazuje na obrovský pokrok v strojovém vidění.
 - Největší rozvoj od roku 2018 zaznamenalo generativní modelování. Vůdce tohoto rozvoje je firma Open AI, která stojí za vývojem koherentního generátoru GPT, který je schopný generovat odpovědi, překlady, texty a mnoho dalšího. [2]

1.2 Klíčové koncepty

1.2.1 Strojové učení

Strojové učení je definováno jako podmnožina umělé inteligence zaměřená na vytváření systémů, které se učí z praxí získaných dat. Místo toho, aby byly vědomosti a zkušenosti naprogramovány, tyto systémy v průběhu času zlepšují svůj výkon na konkrétních úkolech bez lidského zásahu. Základní myšlenkou je, že tyto systémy vyvíjejí vzorce a modely z dat, které jim pak umožňují dělat předpovědi a rozhodnutí. Strojové učení se dělí na několik typů, kterým se budu teď věnovat.

1.2.2 Algoritmy strojového učení

Algoritmy strojového učení je možné rozdělit do několika různých kategorií, podle toho, na jaké zaměření a použití cílíme.

- **Supervizované učení** je učení, které zlepšuje strojové schopnosti na základě takzvaných označených dat. Označená data znamená, že za každý tréninkový cyklus stroj dostane odměnu v podobě bodů. Každý bod takzvaný tréninkový vzorek má přiřazenou jinou hodnotu. Stroj sbírá body, snaží se naplnit cílovou hodnotu. Toto učení má za cíl se naučit obecné pravidlo mapující vstupy a výstupy. Supervizované učení se dělí na několik odvětví.
 - **Lineární regrese**, v tomto odvětví se učení zaměřuje na předpokladu spojitých hodnot mezi vstupními a výstupními proměnnými.
 - **Logistická regrese**, toto odvětví se používá pro binární klasifikaci k predikci pravděpodobnosti příslušnosti k první či druhé třídě.
 - **Rozhodovací stromy**, tento model používá stromovou strukturu, struktura vypadá takto – každý uzel ve struktuře představuje test a každá větev vycházející z uzlu představuje výsledek testu. Následné testování a navazování na výsledky předchozích testů vytváří síť, které připomínají koruny stromů.
 - **Náhodné lesy**, tato metoda vychází z metody rozhodovacích stromů, funguje na principu skládání. Při náhodných lesích se skládá dohromady několik predikcí rozhodovacích stromů, aby se zabránilo chybám a zvýšila se stabilita a přesnost.[4]

- **Nesupervizované učení** je učení, které čerpá zkušenosti z neoznačených dat bez cílových hodnot. Což znamená, že stroj neví, co má přesně najít a tím pádem hledá struktury nebo vzory v datech a shlukuje je do skupin.
 - **K-means clustering**, metoda vektorové kvantizace, dochází tam k rozdělování dat do předem určeného počtu skupin na základě podobnosti. [5]



OBRÁZEK 2 VIZUALIZACE VEKTOROVÉ KVANTIZACE

- **Hiearchický clustering**, vytváří stromové struktury skupin, které zobrazují objekty navzájem si podobné. Na jedné straně se shlukují objekty a na straně druhé jednotlivé prvky. Tato metoda neslouží pro vyhledávání nových vzorů, ale spíše pro nalezení struktury v datech.

- **Zesilované učení** v tomto učení je podstatou zahrnování algoritmů, které se snaží maximalizovat bodovou odměnu v dynamickém prostředí, které je založeno na podnikaných akcích.
 - **Q-Learning**, metoda zesilovaného učení, které nutí program podnikat akce v takovém stavu, aby maximalizoval kumulativní odměnu za úspěšné dokončení. Díky volnému rozhodování se stroj časem zdokonaluje a díky procházení správných tras s kumulativní odměnou se naučí vyhledávat perfektní trasy v dynamickém prostředí.
 - **Deep Q-Networks**, integrují hluboké neuronové sítě s Q-Learningem, což umožňuje učení v daleko komplexnějších prostředích.[6]

- **Hluboké učení (Deep learning)**, je revoluční odvětví umělé inteligence, které umožňuje počítačům provádět úkoly dříve vyhrazené lidské inteligenci. Základem hlubokého učení jsou pokročilé neuronové sítě inspirované lidským mozkem, které dokážou zpracovávat a interpretovat data hierarchicky. To umožňuje hlubší rozpoznávání vzorců a výkonnost v různých úkolech. Hluboké učení se tak stává klíčovou technologií pro rozvoj mnoha aplikací, jako je autonomní řízení, personalizovaná medicína a další.[7]
 - **Koncepty, principy a algoritmy**
 - **Struktura neuronových sítí** se skládá z vrstev neuronů, které analyzují a interpretují informace. Tímto způsobem sítě odhalují vzorce a skryté vztahy ve vstupních datech.
 - **Aktivační funkce** vnesly novou dimenzi do hlubokého učení, které je zdrojem nadšení a radosti pro lidi. Tyto funkce přidávají nelinearitu a umožňují neuronovým sítím zachytit složité vzorce a vztahy mezi vstupy a výstupy.
 - **Zpětné šíření chyby** je klíčovým algoritmem, který přináší nadšení a překvapení v rámci hlubokého učení. Tento algoritmus umožňuje adaptaci vah sítě na základě rozdílu mezi předpovídanými a skutečnými výstupy. Síť se tak učí a zdokonaluje, čímž dosahuje vynikajících výsledků.

- **Stochastický gradientní sestup** je dalším důležitým algoritmem, který posiluje hluboké učení a rozproudí nadšení. Tento algoritmus minimalizuje chybu sítě pomocí aktualizace vah na základě gradientu ztrátové funkce. Jeho použití umožňuje efektivní a rychlé trénování sítě, čímž naplňuje lidi radostí a nadšením.
 - **Ztrátové funkce** měří rozdíl mezi předpovídanými výstupy sítě a skutečnými hodnotami. Pomáhají minimalizovat chybu během učení a přispívají k dosažení vynikajících výsledků. Mezi často používané ztrátové funkce patří kvadratická ztrátová funkce a křížová entropie.[8]
- **Typy hlubokých učících modelů**
 - **Konvoluční neuronové sítě (CNN)** tyto pokročilé neuronové sítě jsou navrženy tak, aby se dokázaly zaměřit na složité vzorce a struktury ve vstupních datech. Díky nim se otevírají dveře do světa počítačového vidění, rozpoznávání obrazů a zpracování videí s úžasnou přesností a účinností.
 - **Rekurentní neuronové sítě (RNN)** jsou umělé neuronové sítě, které byly speciálně navrženy ke zpracování dat v sekvencích. Hlavním rozdílem oproti klasickým neuronovým sítím je, že tyto rekurentní mají takzvané smyčky, které umožňují udržet informace uvnitř sítě, což umožňuje používat zkušenosti získané v minulosti a používat je na nové úkoly.[7]

- **Generativní konkurenční sítě (GAN)** jsou pokročilým typem umělé neuronové sítě, jež se používají ke generování nových dat. Celý princip spočívá v souhře dvou neuronových sítí, generátoru a diskriminátoru. Generátor vytváří nová data a diskriminátor vyhodnocuje, zda jsou data pravá. Celý proces se zlepšuje pomocí hry mezi generátorem a diskriminátorem. Generátor se snaží lépe oklamat diskriminátor a diskriminátor se zase snaží lépe rozeznávat pravá data od těch falešných.[8]
- **Aplikace hlubokého učení v praxi**
 - **Řízení autonomních vozidel**, hluboké učení se používá k analýze obrazu z kamer na vozidlech, což umožňuje rozlišovat chodce, jiná vozidla a objekty na silnici, pomáhá autonomním vozidlům se bezpečně navigovat v prostoru.
 - **Detekce objektů** je umožněna hlubokým učení, dokáže detekovat specifické objekty z obrázků a videí, uplatnění nalezneme v rozpoznávacích objektech pro slepce, v bezpečnostních systémech, analyzátoch chování zákazníků v kamenných prodejnách, nebo také dohledový systém aktivity zaměstnanců atd.
 - **Analýza textu a strojový překlad** pomocí hlubokého učení lze analyzovat velké množství textu a následně extrahovat důležité informace. Díky těmto schopnostem je UI také schopna překládat text do jiného jazyka v reálném čase a s poměrně vysokou přesností.[4; 5]

1.2.3 Neuronové sítě

Neuronové sítě jsou základním konceptem umělé inteligence a strojového učení. Neuronové sítě jsou inspirovány biologickou stavbou našeho mozku, jsou složeny ze sítí poskládaných z neuronů. Sítě se snaží napodobit způsob, kterým mozek zpracovává informace a řeší úlohy bez jakéhokoli programování příkazů a klíčů k vyřešení problému.

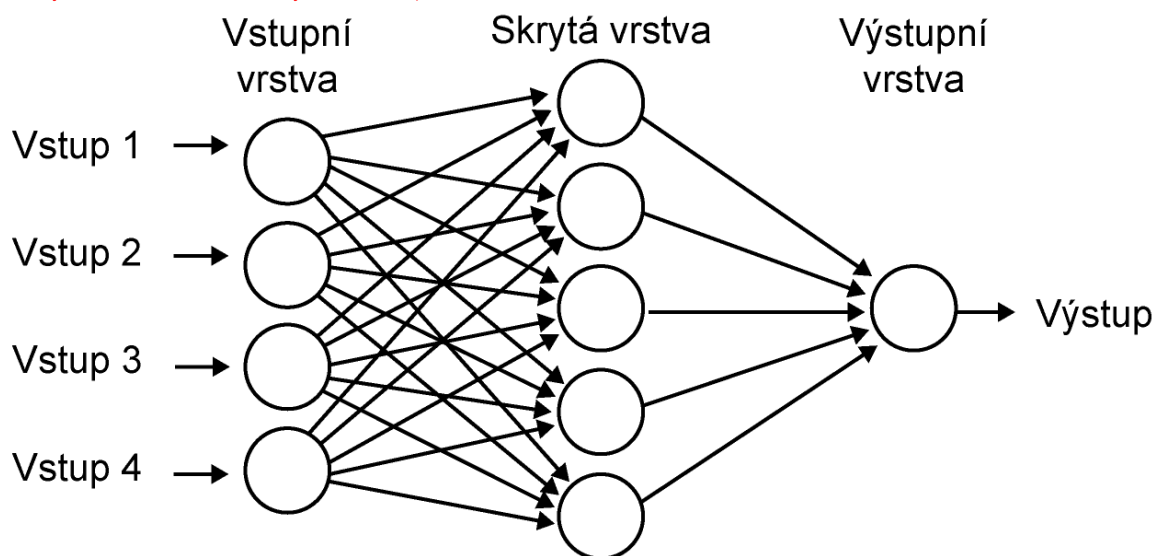
- **Základní principy**, neuronové sítě jsou tvořeny vrstvami neuronů, v nichž každý neuron ve vrstvě je propojen s neurony ve vrstvách předchozích i nadcházejících. Každé spojení neuronů má určitou váhu, které určuje výstupovou hodnotu významnosti spojení mezi určitými neurony. Trénink těchto spojení je založen na upravování vah spojení mezi neurony na základě očekávaných a skutečných výstupů, toto umožňuje učit se a adaptovat.
- **Aplikace**, neuronové sítě jsou základními kameny hlubokého učení, díky tomu se aplikace od hlubokého učení nemění. Proto nachází uplatnění v rozpoznávání objektů a obličejů, překladu a studiu textu, autonomního řízení vozidel. Dokáží také skvěle předpovídat slabá místa struktur, či za jak dlouho dojde k opotřebení materiálu atd.
- **Budoucnost**, budoucnost pro neuronové sítě je velice slibná, dokáží řešit úlohy, které nic jiného tak efektivně a v takovém množství nedokáže. Přesto ale nejsou všespásné, mají několik chyb. Kterými jsou například velké množství tréninkových dat, výpočetní náročnost a použitelnost předchozích dat na nové úkoly. Výzkum v dnešní době se zaměřuje na hledání nových efektivnějších a méně zdrojově náročných algoritmů a architektur.[4][9]

1.2.4 Umělé neuronové sítě

Stejně jako neuronové sítě jsou ty umělé inspirovány biologickými neuronovými sítěmi, jako jsou ty v lidském mozku. Umělé neuronové sítě slouží k modelování komplexních vzorců a problémů, které jsou příliš obtížné či kompletně nemožné řešit pomocí tradičních algoritmických postupů.

ANNs (Artificial neural networks = umělé neuronové sítě) jsou modely schopné učit se a zároveň adaptovat se k řešení problémů, aniž by k tomu původně byly naprogramovány.

- **Princip funkce**, ANNs jsou navrženy jako vrstvená struktura, kde každý neuron přijímá vstupy, na vstupech provádí výpočty a výsledky posílá dále, jako vstupy do dalších neuronů. Na základě zpětné vazby se váhy spojení v průběhu upravují a díky tomu se při extenzivnějším tréninku dají eliminovat chyby a lépe předpovídat výsledky.[10; 11; 11]
- **Spolupráce neuronů**
 - <https://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=analiza-a-hodnoceni-biologickych-dat--umela-inteligence--neuronove-site-jednotlivy-neuron--uvod-do-neuronovych-siti--koncept-umele-neuronove-site>



OBRÁZEK 3 SPOLUPRÁCE UMĚLÝCH NEURONŮ

Když se podíváme na obrázek této neuronové sítě, vidíme, že její neurony jsou organizovány do vrstev. V rámci jedné vrstvy mezi neurony není žádné spojení, ale mezi sousedícími vrstvami jsou neurony obvykle plně propojeny. Každé spojení, které slouží k přenosu signálů mezi neurony, má svůj směr a váhu, jež upravuje sílu signálu, který se šíří. Pokud spoj chybí, můžeme si to představit jako spojení s nulovou vahou.

První vrstvu, kam přivádíme data, nazýváme vstupní a tu na konci, která nám vrací výsledky nazýváme výstupní. Všechny vrstvy mezi nimi pak nazýváme skrytými vrstvami. Obvykle mají dopředné neuronové sítě jednu nebo dvě skryté vrstvy.

Taková dopředná neuronová síť je paralelní systém, kde každý neuron pracuje na svém úkolu nezávisle na ostatních. Takhle zkonstruovaná síť je velice robustní, když některé části selžou, síť jako celek je stále schopna vydávat pravdivé výstupy.

Neuronové sítě mají dvě fáze, první je aktivní, kdy na základě vstupů dostáváme výstupy bez změny struktury, a druhá je adaptační, kdy se síť učí a mění své nastavení, někdy i strukturu, aby se zlepšila. [4; 10]

1.2.5 Genetické algoritmy

Genetické algoritmy napodobují přírodní selekci a evoluci, což jsou procesy, které jsou původem veškerého života na naší planetě. Když toto propojíme s počítači, dostaneme metodu, která dokáže tvořit a upravovat možná řešení problémů tak dlouho, dokud nenajde to nejefektivnější.

- **Princip**

Zvláštní na genetických algoritmech je, že se nepokouší přijít na řešení problému přímo, místo toho vytváří takzvanou populaci potenciálních řešení, program si pak sám určí, které z nich jsou nejlepší. Každý "jedinec" v populaci je ohodnocen podle toho, jak dobře řeší úlohu, toto hodnocení se nazývá fitness.

Během každé iterace, genetické algoritmy vybírají ty nejsilnější jedince, kteří pak předávají své takzvané geny (nabyté informace a zkušenosti) dalším generacím. Díky tomuto procesu je každá generace dokonalejší.

- **Využití**

Genetické algoritmy jsou nesmírně univerzální, takže jsme schopni je využívat ve velkém množství různých oborů, od vývoje sofistikovanějších programů až po modelování ekonomických systémů.

V problémech, kde není přesně možné definovat, jakou by měla mít konečná verze podobu, jsou tyto algoritmy často mnohem lepší než tradiční metody, protože zkouší a chybují, dokud nenarazí na úspěšné řešení.[12; 6]

1.2.6 Teoretické modely

V teoretických modelech rozlišujeme dva modely. První model je symbolický a druhý model subsymbolický.

- **Symbolická umělá inteligence**, často nazývaná jako klasická AI, je založena na předpokladu, že lidskou inteligenci lze napodobit pomocí symbolů a pravidel pro manipulaci s nimi, aby reprezentovala znalosti a procesy uvažování. Tento přístup se zaměřuje na explicitní kódování lidských znalostí do formátu čitelného pro stroje, často s využitím logiky a pravidel. Klíčovou myšlenkou je, že veškeré znalosti lze reprezentovat pomocí symbolů a myšlení lze modelovat jako manipulaci s těmito symboly.
 - **Klíčové charakteristiky:**
 - **Pravidlové systémy** využívají pravidla ve formátu if-then neboli pokud-pak k reprezentaci znalostí a k odvozování závěrů.
 - **Logická reprezentace** používá logiku k reprezentaci faktů a vztahů v určité doméně.
 - **Inženýrství znalostí** vyžaduje, aby programátoři ručně zakódovali znalosti do systému.
 - **Expertní systémy** jsou běžnými aplikacemi, kde systém využívá zakódované znalosti k řešení problémů v určitém oboru.
- **Subsymbolická umělá inteligence** neboli subsymbolický přístup, se snaží modelovat inteligenci tím, že napodobuje strukturu a zpracování lidského mozku na nižší úrovni než je manipulace se symboly. Zahrnuje modely neuronových sítí a hlubokého učení, které nespolehají na explicitní symbolické reprezentace, ale místo toho se učí z dat úpravou spojení v síti jednoduchých zpracovatelských jednotek. Subsymbolická umělá inteligence má za cíl zachytit vzory a vztahy v datech, které nejsou snadno popsatelné pomocí symbolů a pravidel.[9]

- **Klíčové charakteristiky:**

- **Neuronové sítě** jsou inspirované strukturou mozku, tyto modely se učí rozpoznávat vzory prostřednictvím rozsáhlého tréninku.
- **Hluboké učení** je podmnožina neuronových sítí s více vrstvami, které se mohou učit složité vzory v rozsáhlých databázích.
- **Učení z dat** místo toho, aby data byla explicitně naprogramována, subsymbolická umělá inteligence se učí z příkladů a může generovat výsledky z naučených vzorů.
- **Aplikace** subsymbolické umělé inteligence zahrnuje rozpoznávání obrazů a řeči, zpracování jazyka a další úkoly vyžadující učení z nestrukturovaných dat.

- **Symbolická vs. Subsymbolická umělá inteligence**

Debata mezi symbolickým a subsymbolickým přístupem k umělé inteligenci se točí kolem otázky, jaký je nejlepší způsob modelování a dosažení inteligence. Symbolická AI vyniká v oblastech, kde dominuje logika a jasné, na pravidlech založené uvažování, a kde lze doménové znalosti zakódovat. Ovšem má problémy s úkoly, které zahrnují nejednoznačnost, nepřesná data nebo učení se z nezpracovaných datových vstupů.

Na druhé straně, subsymbolická umělá inteligence vyniká v oblastech vyžadujících rozpoznávání vzorů, učení se z rozsáhlých databází a zvládnutí nestrukturovaných nebo složitých sensorických dat. Její schopnost učení jí umožňuje přizpůsobovat se a zlepšovat na základě zkušeností, ale často postrádá interpretovatelnost a vysvětlitelnost symbolické umělé inteligence.

V praxi se často používá hybridní přístup, který kombinuje prvky obou symbolických a subsymbolických metodologií umělé inteligence, aby využil silné stránky každé z nich při řešení složitých úkolů.[4][9][6]

1.3 Využití umělé inteligence v průmyslu

1.3.1 Průmysl 3.0

Průmysl 3.0 je důležitou fází ve vývoji průmyslových technologií a procesů, která spočívá v širším zavádění automatizace a informatizace do výrobních procesů. Průmysl 3.0 představuje přechod od tradičních, manuálně orientovaných průmyslových metod k sofistikovanějším a technologicky pokročilým postupům.

- **Informatizace a automatizace:**

Informatizace v průmyslu 3.0 zahrnuje využití informačních technologií pro zlepšení a optimalizaci výrobních procesů. Příkladem informatizace je implementace systémů pro sběr a analýzu dat v reálném čase, což umožňuje rychlé rozhodování a adaptaci na měnící se podmínky výroby. Automatizace pak zahrnuje použití robotů a automatizovaných strojů, které nahrazují lidskou práci v repetitivních nebo nebezpečných úkolech, což vede k vyšší efektivitě a bezpečnosti.

- **Přechod od tradičních metod:**

Průmysl 3.0 představuje posun od starších průmyslových technik, které byly často závislé na manuální práci a méně efektivních procesech. Modernizace a technologizace v průmyslu 3.0 přináší zvýšení produktivity a snížení nákladů díky lepšímu využití materiálů, energetických zdrojů a zrychlení výrobních procesů.

- **Základ pro Průmysl 4.0:**

Průmysl 3.0 je nezbytným základem pro přechod k průmyslu 4.0, který je charakterizován integrací digitálních technologií, jako je internet věcí (IoT) a umělá inteligence. Průmysl 3.0 klade důraz na automatizaci a efektivní zpracování dat, průmysl 4.0 toto rozšiřuje o rozsáhlou síťovou konektivitu a pokročilé analýzy, které umožňují ještě vyšší stupeň automatizace a flexibility výrobních procesů.[13]

1.3.2 Průmysl 4.0

Průmysl 4.0 představuje revoluční změnu v průmyslových operacích, kde digitální technologie a automatizace hrají klíčovou roli. Průmysl 4.0 je založen na integraci internetu věcí (IoT), což umožňuje průmyslovým zařízením, strojům a senzorům sbírat, vyměňovat a vyhodnocovat data v reálném čase. Tato propojenost poskytuje lepší kontrolu průmyslových procesů, zlepšuje efektivitu operací a snižuje provozní náklady.

- **Automatizace**

Automatizace je základním pilířem Průmyslu 4.0, kde roboti a automatizované systémy zvyšují produkci, kvalitu a konzistenci výroby, zatímco snižují potřebu lidské práce a minimalizují chyby. Tato automatizace sahá od jednoduchých montážních linek až po složité integrované systémy, které zahrnují pokročilé technologie jako jsou umělá inteligence a strojové učení.

- **Analýza dat**

Analýza dat a umělá inteligence hrají rovněž klíčovou roli, jelikož algoritmy a strojové učení umožňují zpracování obrovského množství dat z průmyslových operací. Tato data se analyzují s cílem identifikovat vzory, optimalizovat procesy a předvídat problémy dříve, než se objeví. Výsledkem je zvýšení efektivity a snížení nákladů na údržbu.

- **Interent věcí (IoT)**

Průmyslové IoT představuje speciální kategorii IoT aplikací specifických pro průmyslové prostředí, které propojují průmyslová zařízení na vyšší úrovni. To umožňuje složitější automatizaci a analýzu, což vede k lepší koordinaci a integraci mezi různými částmi průmyslového podniku. Výsledkem je efektivnější využití zdrojů a snížení odpadu.

- **Shrnutí**

Průmysl 4.0 vytváří „chytré továrny“, kde jsou všechny operace propojeny a optimalizovány díky nejnovějším technologiím, což firmám přináší značné výhody v konkurenceschopnosti a operativní efektivitě.[13; 14]

1.3.3 Úvod do umělé inteligence v průmyslu

Umělá inteligence mění průmyslovou automatizaci a robotiku. Můžeme si to představit, jako chytré roboty a systémy, které se naučily nejen poslouchat příkazy, ale i samy přemýšlet, učit se z minulých zkušeností, a dokonce předvídat co se může stát.

Toto znamená, že roboti v průmyslu už nejsou pouze hloupé stroje dělající repetitivní úkoly. Teď jsou vybaveni čidly vzdálenosti a tlaku, kamerami, mikrofony a algoritmy, díky všem těmto smyslovým modulům a algoritmům roboti dokážou vnímat své okolí, dokážou reagovat na změny a na základě inteligence se rozhodnout a přizpůsobit se jim. Například robotovi přijede na páse jinak nasměřovaný šroub, ale robota toto nerozhodí, jelikož vnímá a dokáže se přizpůsobit. Šroub uchopí a přeorientuje jej správně. Díky této schopnosti se nestane že by výrobní linku opustil nedokončený nebo nekompletní produkt.

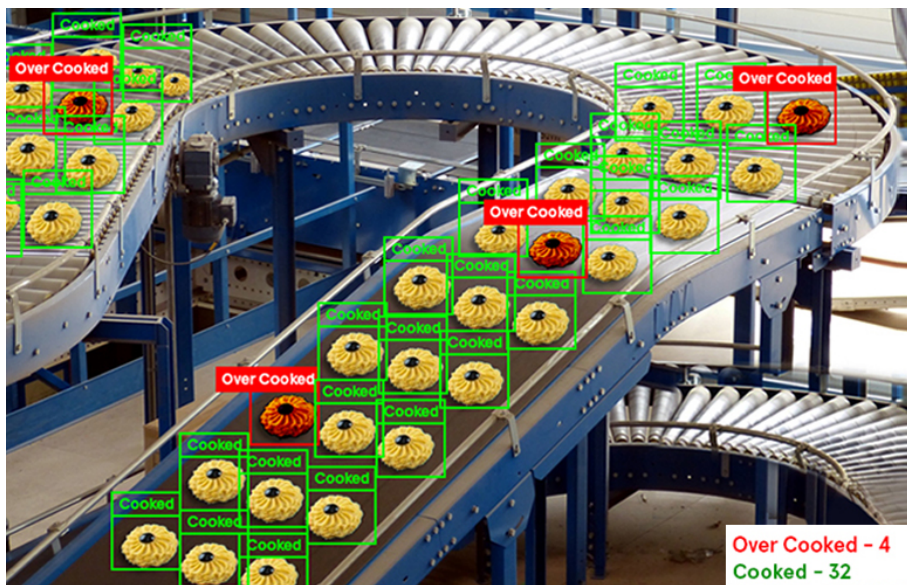
Revoluce v automatizaci a robotice díky umělé inteligenci přináší spoustu výhod. Zvyšuje efektivitu, snižuje náklady, snižuje riziko úrazu, zvyšuje přesnost a konzistentnost. Ale přináší to i mnoho výzev, musíme přemýšlet o tom, jak integrovat technologie do výrobního procesu, jak naučíme lidi tyto stroje ovládat, jak zajistíme kompletní bezpečnost, a hlavně jak se postaráme o lidi, kterým stroje mohou nahradit práci. [15]

1.3.4 Oblasti transformace průmyslu

Automatizovaná výroba s využitím umělé inteligence představuje proměnu tradičních výrobních procesů díky integraci pokročilých AI technologií. Tyto technologie umožňují výrobním systémům, aby se učily z dat, adaptovaly se na nové situace a vykonávaly složité úkoly s minimálním lidským dohledem. Teď si představíme několik odvětví, kde je možné umělou inteligenci využívat.

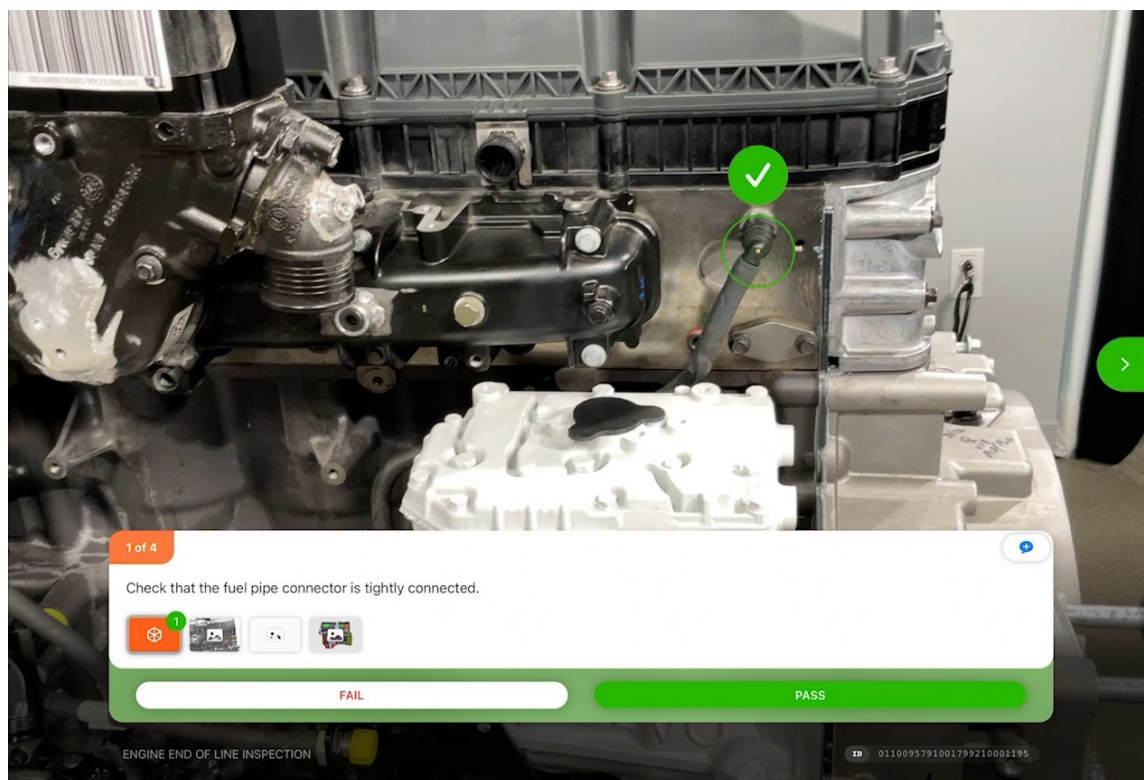
- **Výroba** je jedno z odvětví kde umělá inteligence a její schopnost se adaptovat exceluje. Díky schopnosti rozpoznávat je umělá inteligence to pravé na kompletaci složitých předmětů. Umělá inteligence si poradí s různými typy materiálů a komponentů. Dokáže se perfektně adaptovat a optimalizovat výrobní proces a tím zvýšit efektivitu výroby.
- **Flexibilní výroba** díky strojovému učení není problém přecházet z jednoho produktu na druhý. Robot napojený na umělou inteligenci dokáže na jedné výrobní lince vyrábět několik druhů výrobků najednou bez jakýchkoli manuálních zásahů a výpadků produkce. Pro lepší představu si představte lakovací linku v automobilové továrně, robot dokáže rozpoznat stovky komponentů a desítky modelů aut a vždy se nastavit na správný model a bezchybně ho nalakovat.[15]

- **Vizuální inspekce** a kontrola kvality nikdy dříve nebyla více efektivní a přesná než dnes. Umělá inteligence se systémy počítačového vidění je schopna detekovat defekty na produktech a automaticky je vyloučit. Díky schopnosti strojového učení se tyto systémy z předchozích dat stále zlepšují. Dle mého názoru nejlepším příkladem vizuální inspekce za pomoci umělé inteligence jsou průmyslové třídícíky na brambory. Umělé inteligence zvládá rozeznávat barvu, velikost a jakost během milisekund. Brambory dokáže rozřadit do skupin a nezralé brambory vyloučit za pomoci vodních trysek.



OBRÁZEK 4 VIZUÁLNÍ INSPKCE POMOCÍ UMĚLÉ INTELIGENCE

- **Údržba** je klíčová aktivita k bezproblémovému fungování strojů a udržení nepřetržitého výrobního procesu. Díky algoritmům strojového učení a analýze dat získávaných ze senzorů umístěných na výrobních strojích, je možné předpovídat servisní intervaly ještě dříve, než dojde k poruše a výpadku produkce. Tuto schopnost si můžeme představit stejně jako třeba upozornění na výměnu oleje v automobilu.



OBRÁZEK 5 VIZUÁLNÍ ÚDRŽBA

- **Inovace a vývoj produktů** umělá inteligence umožňuje rychlejší a efektivnější vývoj nových produktů tím, že poskytuje nástroje pro hlubokou analýzu trhu a predikce budoucích trendů. Když se přeneseme k vývoji automobilů umělá inteligence umožňuje simulace a virtuální prototypy, které snižují potřebu fyzických prototypů, urychlují inovační cykly a snižují náklady. Umělá inteligence také umožňuje personalizaci produktů podle specifických potřeb a přání zákazníků, což vede k větší spokojenosti a loajalitě. Díky strojovému učení dokáže bez problémů zvládat i velké množství personalizovaných objednávek bez jakýchkoli výrobních prodlev.

- **Doprava a logistika**, v oblasti dopravy a logistiky umělá inteligence umožňuje vytvářet efektivnější a automatizované systémy pro správu skladů, plánování tras a optimalizaci zásob. Autonomní vozidla a drony pro doručování zboží jsou příkladem, jak umělá inteligence transformuje logistické operace, snižuje náklady a zkracuje dodací lhůty. Což vede k lepšímu referencím a zrychlení výrobních i expedičních procesů.



OBRÁZEK 6 SKLADOVÝ ROBOT

- **Bezpečnost práce** je další oblastí, kde umělá inteligence nachází uplatnění. Analýzou dat získaných ze senzorů a kamer může umělá inteligence identifikovat potenciální rizika a předcházet pracovním úrazům tím, že upozorní na nebezpečné situace nebo automaticky zastaví stroje, pokud dojde k detekci rizikové situace.
- **Management energií** zaznamenal velké změny díky umělé inteligenci. Pomocí algoritmů hlubokého učení dokáže optimalizovat spotřebu energie tím, že dynamicky upravuje provozní parametry strojů a zařízení podle aktuálních potřeb výroby a ceny energií. Díky energetickému managementu výrobní linky a stroje nebudou stále naplno, ale dokážou regulovat rychlost. Kdy je přebytek výrobků, nebo výroba není tak výdělečná, dokáží zpomalit dle potřeby.[15][16]

1.4 Budoucnost a výzvy

1.4.1 Budoucnost

Jak se rychle blížíme k budoucnosti plné umělé inteligence, je těžké nepropadnout vzrušení i obavám z toho, co přinese. Umělá inteligence se už nyní dotýká mnoha aspektů našich životů, od způsobu, jakým nakupujeme, až po to, jak diagnostikujeme nemoci. Výhled do budoucnosti umělé inteligence je stejně fascinující, jako je nejistý, a představuje směsice nekonečných možností a závažných etických dilemat.

Jednou z nejvíce diskutovaných oblastí je rozvoj obecné umělé inteligence (AGI), která by mohla teoreticky vykonávat široký rozsah kognitivních úkolů srovnatelně nebo dokonce lépe než lidé. Představa umělé inteligence, která by mohla samořídícím způsobem řešit složité problémy a přinášet inovace, je ohromující.

Významným tématem je i dopad umělé inteligence na pracovní trh. Zatímco automatizace může přinést větší efektivitu a otevřít dveře novým inovačním oblastem, je tu reálná obava z možné ztráty pracovních míst v důsledku nahrazení lidské práce stroji. To si bude obnášet aktivní přístup ve vzdělávání a přeškolení pracovní síly, aby se lidé mohli přizpůsobit novým požadavkům a trendům trhu práce.

Naštěstí se zdá, že se společnost stává stále více vědoma těchto výzev. Vzdělávání a otevřený dialog mezi vědci, technologiemi, politiky a veřejností jsou klíčové pro navigaci v komplexním světě umělé inteligence. Společným úsilím můžeme směřovat k budoucnosti, kde umělá inteligence přináší pokrok a zlepšení kvality života, zatímco jsou minimalizována potenciální rizika.

V konečném důsledku je budoucnost umělé inteligence nejen otázkou toho, co technologie může udělat, ale také toho, co by měla udělat. Jako společnost máme jedinečnou příležitost a zároveň odpovědnost směřovat vývoj umělé inteligence tak, aby odrážela naše nejlepší úmysly a přispívala k lepšímu světu pro všechny.[17][18]

1.4.2 Výzvy

Jak se rychle pohybujeme vpřed do éry, kde umělá inteligence nabývá stále větší role ve všech oblastech našeho života, objevují se před námi výzvy, které jako společnost nemůžeme ignorovat. Jedna z prvních výzev, která nás provází, je, jak se vypořádáme s etikou a otázkou zodpovědnosti za rozhodnutí a činy prováděné umělou inteligencí. Je nezbytné zamyslet se nad tím, jak můžeme zajistit, aby umělá inteligence jednala v souladu s našimi nejhlubšími hodnotami a etickými principy.

Dalším kritickým bodem je ochrana soukromí a zabezpečení osobních dat v době, kdy umělá inteligence zpracovává a analyzuje obrovské objemy informací. Musíme najít způsoby, jak ochránit tyto informace před zneužitím a zajistit, abych se mohli v digitálním světě pohybovat bez obav.

S automatizací a zaváděním systémů umělé inteligence do pracovního procesu přichází i obava z masivní ztráty pracovních míst, což vyvolává otázky týkající se budoucí struktury trhu práce. Musíme přemýšlet o tom, jak přeškolit pracovní sílu a vytvořit nová zaměstnání, která budou v éře UI relevantní.

Transparentnost a vysvětlitelnost rozhodovacích procesů Umělé inteligence je dalším klíčem k zajištění důvěry veřejnosti v tuto technologii. Lidé musí mít možnost porozumět, jak umělá inteligence k jejím závěrům dospěla, zejména v kritických aplikacích, jako je zdravotní péče nebo právo.

Mezinárodní standardizace a regulace umělé inteligence je nutná, aby se zajistilo bezpečné a spravedlivé využívání umělé inteligence po celém světě. To zahrnuje spolupráci mezi zeměmi a vytváření globálních standardů, které pomohou řídit vývoj a implementaci AI technologií.

Zároveň se musíme vyrovnat s potenciálem autonomních zbraňových systémů a zajistit, že rozhodnutí o použití smrtící síly zůstanou v lidských rukou.

Rostoucí sociální a ekonomické rozdíly, způsobené různými přístupy k nástrojům umělé inteligence, vyžadují naši pozornost, aby technologie sloužila všem, nikoli jen úzké skupině privilegovaných.

Před námi je cesta plná výzev, ale také příležitostí. Jde o to, jak přistoupíme k řešení těchto problémů a jak se rozhodneme umělou inteligenci využívat. [18; 17]

METODICKÁ ČÁST

2 Metodika a představení společnosti

2.1 Společnost

Společnost ke své praktické části jsem si vybral pekárnu Tisse, jelikož mi velice chutná jejich kváskový chléb a líbí se mi moderní vzhled interiéru a pečiva, přemýšlel jsem nad tím, zda by pekárnu bylo možné plně automatizovat. Než se dostaneme k použité metodice, pojďme si nejdříve firmu představit.

Pekárna La Forme, která otevřela svou první pobočku v Dejvicích v dubnu 2019. V Praze se rychle stala známou díky svému zaměření na kvalitní pečivo a inovativní přístupy k pekařství. Byla založena Vladislavem Bogdanovem. Původně se pekárna specializovala na výběrovou kávu, ale velice brzy rozšířili svou nabídku na široký sortiment pečiva, včetně croissantů, dánského pečiva a kváskového chleba.

Pekárna kombinuje tradiční techniky s moderními prvky, jako jsou francouzské mouky, které pekárna používá pro své recepty. S rozvojem a popularitou pekárny došlo i k rozšíření jejích provozoven, včetně nové pobočky na Vinohradech, která nabízí nejen pečivo, ale i příjemné prostředí s posezením a zahrádkou.

V prosinci roku 2023 došlo k rebrandingu a z pekárny La Forme vznikla pekárna Tisse, Dejvická pobočka si zachovala původní jméno, ale změnila majitele. Dnes pekárny Tisse najdeme v Nuslích a na Vinohradech u náměstí Jiřího z Poděbrad.[19]



OBRÁZEK 7 LOGO FIRMY

2.2 Metodika

2.2.1 Úvod do metodiky

V této bakalářské práci se zaměřuji na zkoumání možností implementace strojů umělé inteligence do výrobního procesu ve mnou zvolené firmě Tisse. Cílem práce je analyzovat současný stav výrobních procesů, navrhnout vhodné AI technologie pro jejich optimalizaci a vyhodnotit potenciální přínosy a rizika spojená s těmito technologiemi.

V první fázi se budu věnovat rešerši současného stavu techniky. Následovat bude analýza specifických potřeb podniku a možností integrace nových technologií do stávajícího výrobního procesu.

Praktická část práce bude zahrnovat návrh způsobu implementace technologií umělé inteligence do stávajících výrobních postupů. Hlavně se budu soustředit na navržení způsobů zvýšení efektivity výroby, snížení plýtvání surovin, optimalizaci zásobování, škálovatelnost, bezpečnost práce a tak dále.

Sekundárním cílem bude, aby tato práce fungovala jako taková ukázka, že jakýkoli výrobní proces se dá automatizovat či zefektivnit.

2.2.2 Metody UI

V této část popíšu mnou zvolené metody umělé inteligence a proč se hodí právě do výrobního prostředí vybrané firmy.

- **Strojové učení**

Strojové učení je definováno jako podmnožina umělé inteligence zaměřená na vytváření systémů, které se učí z praxí získaných dat. Místo toho, aby byly vědomosti a zkušenosti naprogramovány, tyto systémy v průběhu času zlepšují svůj výkon na konkrétních úkolech bez lidského zásahu. Základní myšlenkou je, že tyto systémy vyvíjejí vzorce a modely z dat, které jim pak umožňují dělat předpovědi a rozhodnutí.

Ze strojového učení jsem vybral několik modelů, které se budou hodit na realizace autonomního fungování pekárny.

- **Supervizované učení** je učení, které zlepšuje strojové schopnosti na základě takzvaných označených dat. Označená data znamená, že za každý tréninkový cyklus stroj dostane odměnu v podobě bodů. Každý bod takzvaný tréninkový vzorek má přiřazenou jinou hodnotu. Stroj sbírá body, snaží se naplnit cílovou hodnotu. Toto učení má za cíl se naučit obecné pravidlo mapující vstupy a výstupy. Supervizované učení se dělí na několik odvětví.
 - **Lineární regrese**, v tomto odvětví se se učení zaměřuje na předpokladu spojitých hodnot mezi vstupními a výstupními proměnnými.
 - **Logistická regrese**, toto odvětví se používá pro binární klasifikaci k predikci pravděpodobnosti příslušnosti k první či druhé třídě.
 - **Rozhodovací stromy**, tento model používá stromovou strukturu, struktura vypadá takto – každý uzel ve struktuře představuje test a každá větev vycházející z uzlu představuje výsledek testu. Následné testování a navazování na výsledky předchozích testů vytváří síť, které připomínají koruny stromů.
 - **Náhodné lesy**, tato metoda vychází z metody rozhodovacích stromů, funguje na principu skládání. Při náhodných lesích se skládá dohromady několik predikcí rozhodovacích stromů, aby se zabránilo chybám a zvýšila se stabilita a přesnost.

- **Neuronové sítě** jsou základním konceptem umělé inteligence a strojového učení. Neuronové sítě jsou inspirovány biologickou stavbou našeho mozku, jsou složeny ze sítí poskládaných z neuronů. Sítě se snaží napodobit způsob, kterým mozek zpracovává informace a řeší úlohy bez jakéhokoli programování příkazů a klíčů k vyřešení problému.
 - **Základní principy**, neuronové sítě jsou tvořeny vrstvami neuronů, v nichž každý neuron ve vrstvě je propojen s neurony ve vrstvách předchozích i nadcházejících. Každé spojení neuronů má určitou váhu, které určuje výstupovou hodnotu významnosti spojení mezi určitými neurony. Trénink těchto spojení je založen na upravování vah spojení mezi neurony na základě očekávaných a skutečných výstupů, toto umožňuje učit se a adaptovat.
 - **Aplikace**, neuronové sítě jsou základními kameny hlubokého učení, díky tomu se aplikace od hlubokého učení nemění. Proto nachází uplatnění v rozpoznávání objektů a obličejů, překladu a studiu textu, autonomního řízení vozidel. Dokáží také skvěle předpovídat slabá místa struktur, či za jak dlouho dojde k opotřebení materiálu a tak dále.

- **Symbolická umělá inteligence**, často nazývaná jako klasická AI, je založena na předpokladu, že lidskou inteligenci lze napodobit pomocí symbolů a pravidel pro manipulaci s nimi, aby reprezentovala znalosti a procesy uvažování. Tento přístup se zaměřuje na explicitní kódování lidských znalostí do formátu čitelného pro stroje, často s využitím logiky a pravidel. Klíčovou myšlenkou je, že veškeré znalosti lze reprezentovat pomocí symbolů a myšlení lze modelovat jako manipulaci s těmito symboly.
 - **Klíčové charakteristiky:**
 - **Pravidlové systémy** využívají pravidla ve formátu if-then neboli pokud-pak k reprezentaci znalostí a k odvozování závěrů.
 - **Logická reprezentace** používá logiku k reprezentaci faktů a vztahů v určité doméně.
 - **Inženýrství znalostí** vyžaduje, aby programátoři ručně zakódovali znalosti do systému.
 - **Expertní systémy** jsou běžnými aplikacemi, kde systém využívá zakódované znalosti k řešení problémů v určitém oboru.

Tyto modely umělé inteligence jsem vybral, jelikož splňují podmínky nutné pro adaptaci s reálným světem. Díky těmto modelům je možné naprogramovat stroje k provádění manuální práce a ke zlepšování v průběhu času fungování. Spojení těchto modelů, robotů, vizuálních a hmatových modulů zapříčiní ideální integraci do výrobního procesu.

2.2.3 Roboti

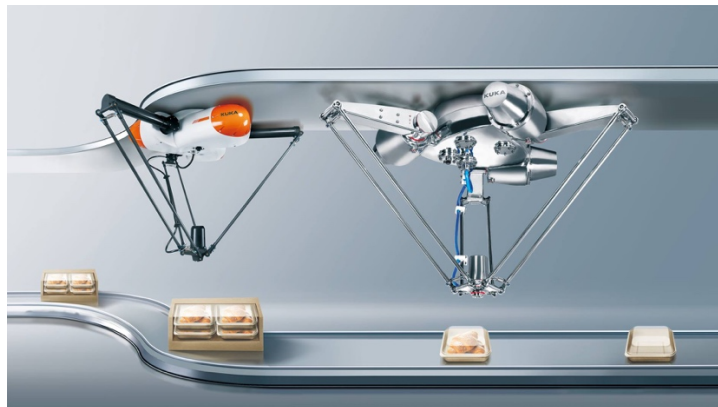
Co se týče robotů budu spíše vybírat ty, kteří jsou schopni napodobit lidské pohyby. Budu se soustředit hlavně na výrobu chleba a pečiva, jelikož výroba komplikovanějších croissantů a ostatních součástí menu by byla příliš náročná a ani by nedávala smysl pro podnik z finančního hlediska.

- o **Artikulovaní roboti**, první na seznamu jsou artikulovaní roboti, a to z jednoduchého důvodu, mají rameno, které se dokáže pohybovat 5 směry a mají více operačních systémů, které jim umožňují větší flexibilitu a přesnost pohybu. Jsou ideální pro úkoly, jako je manipulace s těstem, jeho formování nebo dekorování pečiva. Díky své přesnosti a schopnosti simulovat lidské pohyby mohou efektivně manipulovat s křehkými nebo lepkavými materiály, jako je těsto.[20]



OBRÁZEK 8 RAMENO ARTIKULOVANÉHO ROBOTA

- o **Deltoví roboti** jsou extrémně rychlí a přesní. Jsou vhodní pro operace, kde je potřeba vysoká dynamika, jako je třídění nebo balení rychle se pohybujících objektů na výrobní lince. Mohou být použiti pro rychlé umístování pečiva na pečící plechy nebo pro balení hotových výrobků.[21]



OBRÁZEK 9 DELTOVÝ ROBOT

- **Mobilní roboti** budou sloužit, jako prostředek k automatizaci přepravy surovin, těsta či hotových produktů mezi různými částmi výrobního procesu. Mobilní roboti mají schopnost se autonomně pohybovat v prostoru a jsou vhodnými kandidáty na zlepšení logistiky a snížení úrazovosti ve výrobním procesu.[22][21]



OBRÁZEK 10 MOBILNÍ ROBOT

- **Kolaborativní roboti tzv coboti**, to jsou roboti, kteří jsou speciálně navrženi na pomoc s méně náročnými úkony, jako je manipulace s pytli mouky a přesouvání dalších ingrediencí. Jsou velice flexibilní a pro své okolí bezpeční, tito roboti nevyžadují bezpečnostní bariéru při práci s lidmi.[22]



OBRÁZEK 11 KOLABORATIVNÍ ROBOT

- **Robot na zakázku** poslední robot, kterého bych zařadil do výrobního procesu by byl specificky navržený robot na výrobu těsta. Tento robot by disponoval zrakovými, hmatovými a vlhkostními senzory, vycházel by z modelu artikulovaného robota, tudíž by disponoval jednou rukou, která se dokáže pohybovat v pěti směrech. Tento robot by disponoval mozkiem, který by se řídil modelem symbolické umělé inteligence, dokázal by odměřit potřebné množství ingrediencí, které závisí na vnějších vlivech, jako je teplota a vlhkost vzduchu. Robot by byl plně autonomní a dokázal by rozlišovat několik druhů receptur a výrobních postupů. Díky tomuto robotu by kvalita a chuť produktů byla vždy konzistentní.[23]

2.2.4 Aktuální výrobní proces

Pekárna Tisse momentálně disponuje klasickými ručně ovládanými roboty, jako jsou hnětač a mixér. Také disponují dvěma druhy trub první trouba je klasická pečící a druhá je trouba parní. Momentálně pekárna nedisponuje žádnou formou automatizace. Pro lepší pochopení automatizace popíšu aktuální proces výroby kváskového chleba.

Informace jsem získal formou rozhovoru.

1. Příprava kvásku

Nečekaně nedílnou součástí kváskového chleba je kvásek, který kváskový chléb odlišuje od jiných chlebů, kde se používá droždí. Kvásek chlebu dodává lehce nakyslou chuť a silnější křupavou kůrku, chléb je také díky kvásku mnohem lépe stravitelný, což je důležité, když je chléb na našem jídelním stole denně.

Založení kvásku je komplexní proces, který vyžaduje zkušenosti. Začneme tedy s malým množstvím mouky a vody (například 50 g mouky a 50g vody) a smícháme je se zlomkem existujícího aktivního kvásku, pokud ho máme. Pokud začínáme z nuly, do směsi přidáme trochu kvasnic a necháme směs na teplém místě a čekáme, až kvasnice začnou proces fermentace. Kvásek si můžeme představit jako kolonii bakterií, které čas od času musíme nakrmit trochou mouky a vody, aby nám nezemřely. Za to nás zase odmění pravidelným přísunem kvásku pro pečení. Tyto kolonie dokážou přežívat roky a čím je kolonie starší, tím chuť chleba bude výraznější.



OBRÁZEK 12 KVÁSEK

2. Příprava těsta

Příprava těsta je velice fyzicky náročný úkon, který vyžaduje míchání suchých a mokrých ingrediencí ve vždy stejném poměru. Avšak se může zdát, že smíchání ingrediencí v určitém poměru je jednoduchý úkol, tak není. Aby se docílilo konzistentního výsledku, tak je zapotřebí aby těsto mělo vždy stejné procento hydratace. Hydratace těsta nezávisí pouze na množství dodané vody, ale také na vlhkosti vzduchu. Při přípravě těsta nejprve smícháme sůl, mouku a vodu, směs necháme odpočinout, čímž se zahajuje hydratace mouky, což usnadňuje vývoj lepku a těsto bude více foremné. Po odpočinutí těsta následuje přidání kvásku, který těstu umožní kynout a vyvinout chuť.

3. Kynutí

Kynutí je fáze, kdy těsto zvětšuje svůj objem a rozvíjí svůj chuťový profil. Kynutí v pekárně Tisse probíhá ve dvou cyklech, první cyklus probíhá za pokojové teploty a těsto se při něm několikrát otáčí a překládá, aby se kvasinky rovnoměrně rozprostřely. Po dokončení prvního kynutí se těsto tvaruje do bochníků, baget a dalších tvarů. Následuje druhé kynutí, u něhož se těsto nechává kynout ve formách na bochníky nebo na plátěných plátnech. Sekundární kynutí bývá z pravidla delší než to prvotní a také probíhá za nižších teplot. Díky pomalému a chladnému kynutí se v těstě mohou rozvíjet chutě a těsto získává unikátní lehce nakyslou chuť.

4. Pečení

V pekárně Tisse pečou v klasické pekárenské troubě, bez jakékoli pomoci umělé inteligence, o hladký chod se stará hlavní pekař.

Aby těsto bylo nadýchané musí být trouba velice horká, a aby byla kůrka chlebu křupavá, musí se zvedat humidita uvnitř pece pomocí litinové pánve s vodou, z níž se voda postupně odpařuje.[24]

2.2.5 Data

Budu se soustředit na stávající data výroby a tyto data budu následně porovnávat s předpokládanými hodnotami automatizované výroby. K zapisování dat budu používat program excel.

2.2.6 Vizualizace implementace

Do mého schématu chci zaznamenat rozložení výrobní části pekárny před a po implementaci robotů ovládaných umělou inteligencí. K vytvoření schématu použiji program

PRAKTICKÁ ČÁST

3 Návrh automatizace výrobního procesu

3.1 Momentální stav

Momentální stav výrobního procesu v pekárně je velice časově, energeticky a pracovně náročný. Je potřeba, aby vše bylo v čas nachystané a čerstvé, musí pracovníci v pekárně vstávat velice brzy ráno, často už před svítáním, aby bylo čerstvé pečivo připravené pro první zákazníky. Výroba v pekárně je možná rozdělit na několik úkonů, které jsou klíčové pro plynulý chod výroby.

1. **Příprava těsta:** Prvním krokem je příprava těsta. Pekaři váží a míchají ingredience jako jsou mouka, voda, droždí a sůl. Pro různé druhy pečiva se mohou přidávat další ingredience, jako jsou semena, ořechy nebo sušené ovoce. Tento pracovní úkon bývá nejdelším, nejvíce fyzicky a energeticky náročným.
2. **Kynutí těsta:** Po smíchání ingrediencí musí těsto dostatečně vykynout. To znamená, že je necháno na teplém místě, aby droždí mohlo pracovat a těsto zvětšilo svůj objem. Tento proces je klíčový pro správnou texturu a chuť pečiva.
3. **Tvarování těsta:** Jakmile těsto vykyne, pekaři ho rozdělí na menší kusy a formují do požadovaných tvarů, ať už jde o bochníky, bagety, housky nebo jiné speciality.
4. **Druhé kynutí:** Tvarované těsto může projít druhým kynutím, které pomáhá dosáhnout ještě lepší textury. Některé typy pečiva mohou být také před pečením potřeny vajíčkem nebo posypané moukou či semínky.
5. **Pečení:** Těsto je pečeno v pecích na přesně nastavenou teplotu a čas, což zajišťuje, že pečivo bude mít krásnou kůrku a měkký vnitřek. Doba pečení se liší podle velikosti a typu výrobku.
6. **Ochlazování a balení:** Hotové pečivo se nechá ochladit na speciálních stojanech, aby se pára mohla uvolnit a pečivo se nerozměkčilo. Poté je buď ihned prodáno nebo baleno pro pozdější prodej.
7. **Úklid a příprava na další den:** Na konci dne se pekárna uklidí, připraví se těsta pro další den a vyčistí se pekárenské náčiní a zařízení.

Výrobní proces v pekárně je velice pracovně a časově náročný. Většina úkonů je přemístovacích z místa na místo, nebo míchacích, či tvarovacích. Proto je pekárenský výrobní proces skvělým kandidátem pro automatizaci pomocí umělé inteligence.

3.2 Identifikace možností

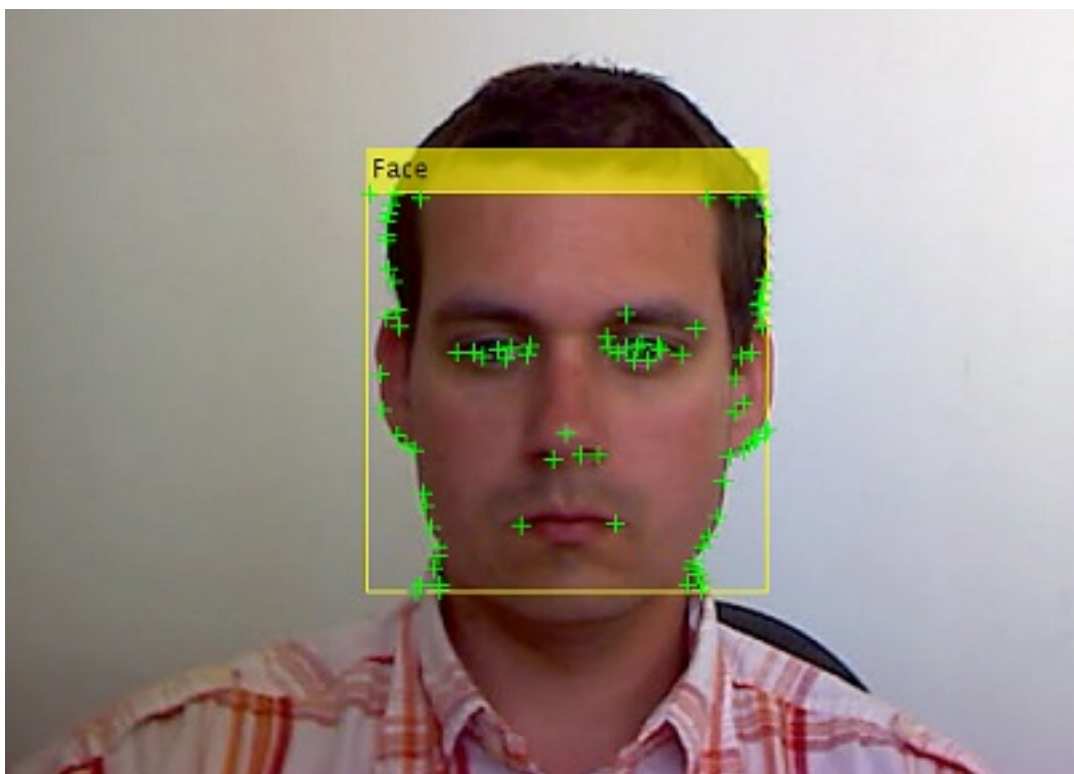
Při implementaci umělé inteligence a robotiky do pekárenského průmyslu budu zaměřovat úsilí na skloubení umělé inteligence s robotickou silou, která bude z větší části schopna nahradit lidskou práci.

Pro použití robotické síly je důležité, aby úkony byly repetitivní a robot byl schopný vykonávat přímočarý pohyb.

Hlavní možnost implementace jsem vyhodnotil proces pečení. Budu se tedy zabývat veškerými kroky tohoto procesu.

3.2.1 Formy Umělé Inteligence

1. **Strojové učení:** Použití algoritmů strojového učení k analýze dat o prodejích, preferencích zákazníků a efektivitě procesů. To může pomoci optimalizovat receptury, předpovídat poptávku, a automatizovat nastavení výrobní linky.
2. **Počítačové vidění:** Tato technologie umožňuje strojům "vidět" a analyzovat vizuální vněmy, což je užitečné pro kontrolu kvality. Systémy počítačového vidění mohou identifikovat vady produktů, rozeznat druhy produktů, zajistit správné balení, a monitorovat správnost procesů.



OBRÁZEK 13 PŘÍKLAD POČÍTAČOVÉHO VIDĚNÍ

3. **Optimalizační algoritmy:** Tato forma AI může pomoci optimalizovat plány dodávek, řízení zásob na základě analýzy dat z různých zdrojů, což minimalizuje ztráty a maximalizuje efektivitu výroby.

3.2.2 Typy Robotů

1. **Roboti pro manipulaci s materiálem:** Robotické paže mohou automatizovat úkoly, jako je míchání těsta, jeho rozdělování do formiček, tvarování pečiva a jeho balení. Tito roboti mohou být vybaveni speciálními nástavci pro manipulaci s potravinami.
2. **Autonomní mobilní roboti:** Tyto roboti mohou přepravovat suroviny a hotové produkty po pekárně, což snižuje potřebu manuální práce a zlepšuje efektivitu logistiky.
3. **Roboti pro kontrolu kvality:** Roboti vybavené senzory a kamerami, které dokážou provádět vizuální kontrolu kvality výrobků v reálném čase. Mohou detekovat nejenom chyby vzhledu, ale i rozdíly v textuře nebo barvě, které by mohly indikovat problémy s kvalitou.

3.2.3 Implementace

Pro výběr konkrétních modelů robotů a softwaru je důležité optimalizovat pro provoz specifické pekárny, jako jsou rozměry a uspořádání výrobní plochy, druhy vyráběných produktů a aktuální prodejní a výrobní kapacita. Při implementaci systémů je důležité dbát zvýšené pozornosti ohledně školení personálu, aby provoz byl plynulý a nedošlo k žádným materiálním škodám a žádným lidským zraněním.

3.3 Návrh využití umělé inteligence

V této části praktické části se budeme věnovat návrhu využití umělé inteligence ve výrobním procesu pekárny Tisse. V pekárně Tisse výrobní proces pečiva je celkem komplikovaný a náročný, jelikož si dávají záležet kvalitě a přesnosti. Pojdme si tedy identifikovat možnosti implementace.

První možností bych začal ještě před samotným výrobním procesem. Začal bych u objednávání surovin. Objednávání surovin je klíčovým krokem k plynulému provozu pekárny. Nesmí být surovin málo a ani jich nesmí být příliš. Na tuhle funkci by se skvěle hodilo supervizované učení se symbolickou umělou regresí. Tímto spojením bychom docílili perfektní harmonie mezi analýzou skladových zásob surovin, daty spotřeby a kolik surovin je potřeba na výrobu. Umělá inteligence by byla schopna doobjednatv nedostatkové zboží a zároveň by dokázala vyhodnotit, čeho je zas příliš. Díky strojovému učení by umělá inteligence byla schopna i vyhodnocovat skladové zásoby a popřípadě dávat návrhy receptů, na které jsou tyto suroviny možné využít.

Co se týče samostatného výrobního procesu, tak ten se skládá z manipulačních úkonů, které se podle stádia výroby opakují.

Prvním úkonem výroby na seznamu je příprava těsta. Příprava těsta se skládá ze 3 kroků. Prvním je navážení ingrediencí. Na tento krok je nutné použít robota se strojovým viděním a strojovým učením.

Využili bychom kolaborativního robota, jelikož dokáže zvedat těžké věci, jako jsou pytle mouky, soli a cukru, a posouvat je po X a Y ose. Robot díky strojovému učení a vidění, po několika pokusech zvládne přesně odhadovat množství daného materiálu a zvládne tím ušetřit drahocenné minuty. Druhé jsou na řadě mokré ingredience a kvásek. Množství vody přidané do těsta závisí na teplotě a vlhkosti vzduchu, pro dosažení konzistentních výsledků bude nutné použít artikulovaného robota, který díky využití lineární regrese, dokáže vypočítat podle vlhkosti a teploty, množství vody a ostatních mokrých ingrediencí do mixu. Třetím úkonem je míchání těsta, to ale za inteligentní roboty vyřeší průmyslový hnětač, do kterého roboti pouze přesunou odměřené ingredience, zvolí se program hnětení podle druhu vyráběného těsta a už zbývá pouze vyčkat na ukončení programu.

Druhým úkonem je kynutí těsta, tento úkon není logisticky náročný, mobilní robot se strojovým viděním převezde nádobu s těstem na teplé místo.

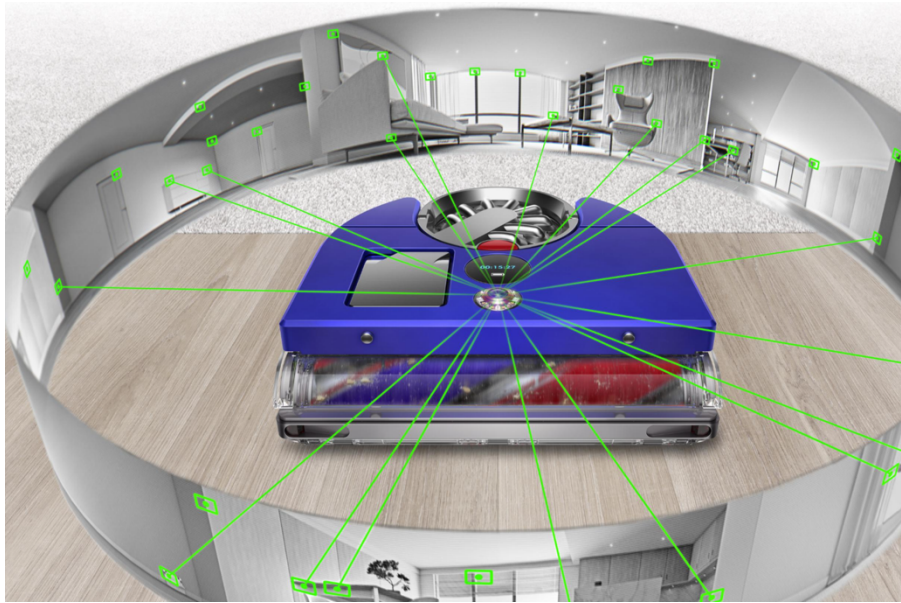
Třetí úkon tvarování těsta, těsto musí být rozděleno na části odvážené přesně pro daný produkt, o tuto práci se postará artikulovaný robot, jehož úkolem bude vyndat těsto z nádoby, navážit ho a předat ho deltovému robotu se strojovým viděním a strojovým učením, který těsto přesune do formy, či ho vytvaruje do potřebného tvaru. Po dokončení tvarování a vkládání do forem následuje druhé kynutí.

Artikulovaný robot přenesení vytvarované těsto na pečících plechách na mobilního robota, který jej převezí na teplé místo pekárny, kde těsto absolvuje druhé kynutí.

Pátým úkonem na řadě je pečení. Bude probíhat jednoduše mobilní robot převezí nakynuté k peci a umístí ho dovnitř pece vybavené strojovým viděním, která bude schopna rozpoznat stádia upečení podle vizuální inspekce, umělá inteligence v peci disponuje systémem symbolické umělé inteligence a je schopny rozeznávat druhy pečiva a jejich stádia upečení, je také schopný navolit potřebné množství vodní páry, aby pečivo bylo vláčné a křupavé.

Šestá úkonem chlazení a balení upečeného pečiva. Pečivo musí chladit na speciálních odkládacích stojanech, do kterých se zasouvají plechy s pečivem, jsou speciálně navrženy tak, aby mezera mezi plechy byla dostatečná k odvodu tepla a páry z pečiva. O naplnění stojanů se postará mobilní robot, který vyndá plechy s pečivem z trouby a přemístí je do chladících stojanů. Po vychlazení pečiva se pečivo rozděluje do papírových obalů a k přímému prodeji. K tomuto rozdělení bude sloužit artikulovaný robot, jelikož je velice obratný a v podstatě napodobuje pohyby lidské paže + je vybaven strojovým viděním a dokáže rozeznat druhy pečiva, spočítat je a vybrat správné obaly, či přepravky.

Sedmým a posledním úkonem na seznamu je úklid. Automatický úklid pracovních míst a strojů je nemožný, jelikož ani ten nejlepší robot není tak precizní a ohebný. Díky těmto skutečnostem jsem vyhodnotil, že úklid pracovních míst přenechám personálu. A pouze bych delegoval robotům se strojovým viděním a hlubokým učením čištění podlah. Konkrétně bych využil Dyson 360 Vis Nav.



OBRÁZEK 14 INTELIGENTNÍ VYSAVAČ

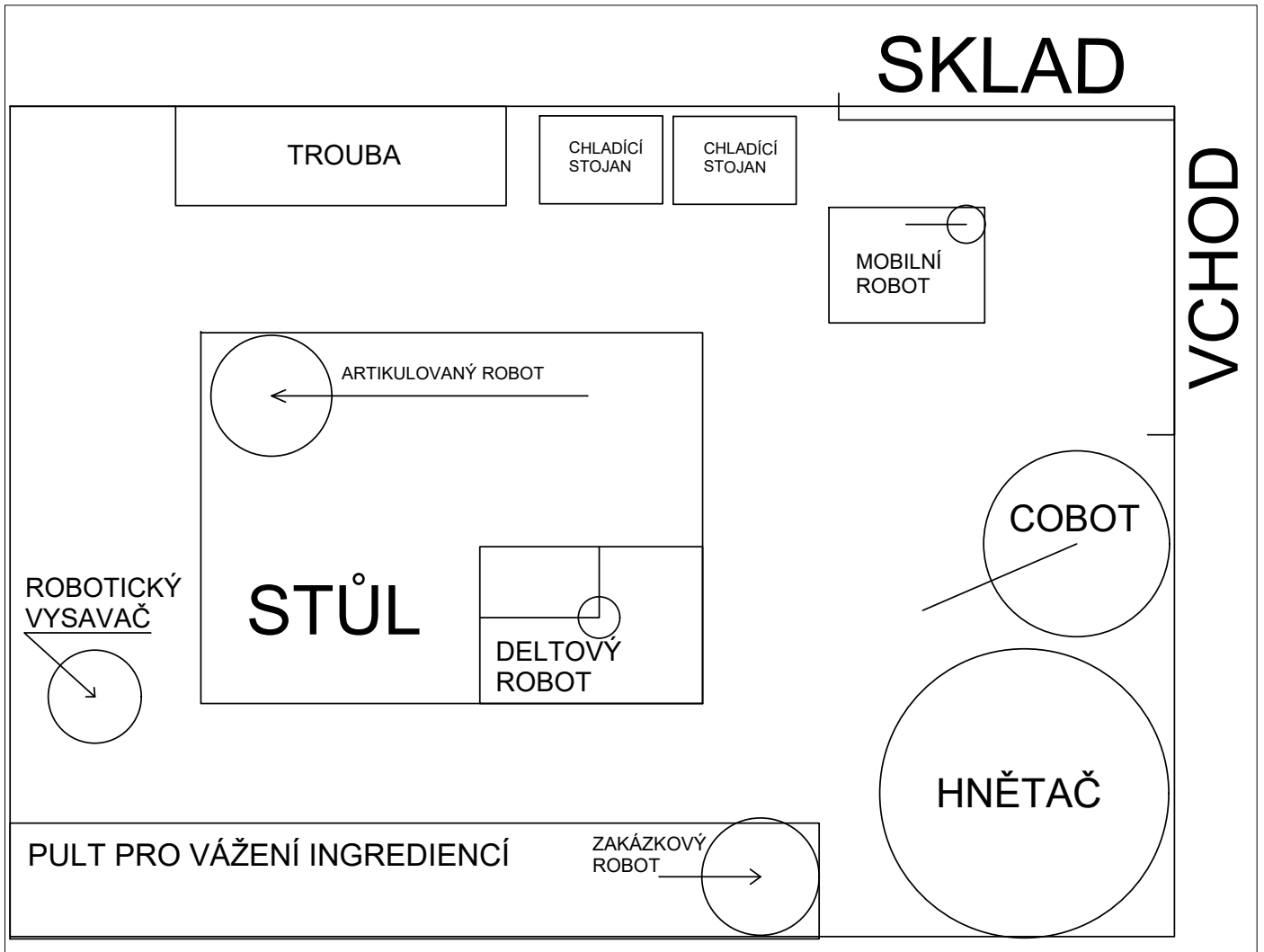
3.4 Vizualizace implementace

Cílem vytvoření vizualizace implementace umělé inteligence a robotů do rozložení výrobního prostoru je předat představu o tom, jak roboti budou spolu spolupracovat, kde se budou nacházet, jaké úkoly budou plnit a jaký budou mít rozsah.

Jako první bych popsal prostor, kde jsem implementoval umělou inteligenci. Implementace probíhá ve stávající kuchyni o rozloze 7x5 metrů, na severní straně se nachází sklad, který bude opatřen umělou inteligencí opatřenou strojovým viděním, která bude schopna rozeznávat množství zásob, přiojednávat zásoby a navrhovat recepty. Na východní straně se nachází za posuvnými dveřmi vchod, tímto vchodem bude dovnitř chodit personál, případně mobilní robot bude tudy projíždět. Kuchyni uprostřed vévodí mohutný kovový stůl o velikosti 3x3 metru, tento stůl hraje klíčovou roli, jelikož bude základnou pro umístění některých robotů a také bude překážkou pro mobilní roboty.

Druhá položka na řadě je vybavení kuchyně, kuchyně je vybavena na severní straně troubou se strojovým viděním, ve které bude probíhat pečení. Vedle trouby se nachází mobilní chladicí stojany, se kterými se může hýbat dle potřeby. Na jižní straně kuchyně se nachází vážicí pult na ingredience a průmyslový hnětač, který kombinuje ingredience dohromady.

Třetí na řadě jsou roboti ovládaní umělou inteligencí. V prostoru kuchyně se pohybuje mobilní robot, jehož úkolem je převážet ingredience a výrobky z místa na místo, dále se po podlaze pohybuje inteligentní vysavač se strojovým viděním, který udržuje podlahu čistou, aby se mobilní robot nikde nezasekl. Na stole uprostřed kuchyně je artikulovaný robot, který bude sloužit na tvarování a rozdělování těsta, vkládání pečících plechů pod deltového robota a vkládání plechů do a ven z trouby. Deltový robot bude sloužit na umístování těsta na plechy a do forem. Vedle hnětače se nachází kolaborativní robot (cobot), který bude sloužit k manipulaci s těžkými ingrediencemi a bude je vkládat do hnětače, těsto po uhnětení bude vyndávat ven. Na pultu pro vážení ingrediencí se nachází robot vyrobený na zakázku, robot je na bázi artikulovaného robota a disponuje měřičem humidity a dokáže přesně navážit ingredience tak, aby poměr suchých a vlhkých ingrediencí odpovídal požadavkům.



OBRÁZEK 15 NÁVRH IMPLEMENTACE

3.5 Kalkulace

Položka	Cena
Kolaborativní robot	1 028 000 Kč
Artikulovaný robot	305 831 Kč
Deltový robot	139 400 Kč
Mobilní robot	734 000 Kč
Zakázkový robot	685 000 Kč
Vněmové senzory	230 000 Kč
Integrace umělé inteligence	437 000 Kč
Robotický vysavač	34 000 Kč
Celkem	3 593 231 Kč

Tabulka 1 Kalkulace implementačních nákladů

V kalkulaci jsem zaznamenal náklady na pořízení robotů a integraci umělé inteligence, tak aby vše spolu autonomně spolupracovalo. Zaznamenal jsem položku po položce, pouze jsem vynechal provozní náklady, jelikož ty momentálně nelze přesně určit.

3.6 Vyhodnocení a doporučení

3.6.1 Vyhodnocení

Ze získaných informací je zřejmé, že integrace umělé inteligence do výrobního procesu je velice finančně náročný proces. Dále je nutné uvážit, že návratnost investice je v dlouhodobém hledisku. Bohužel firma Tisse není momentálně dostatečně velká a nemá enormní odběr výrobků, aby se investice dokázala v bližším časovém horizontu vrátit. Cena na výrobu jednoho kusu pečiva pomocí robotů by několika násobně převažoval cenu na výrobu pomocí lidské síly. Z toho soudím, že v momentální chvíli by tato implementace nebyla pro firmu zajímavým posunem před konkurenci, ani v zefektivnění výrobního procesu.

3.6.2 Doporučení

Mým doporučením je implementovat stroje ovládané umělou inteligencí postupně. Začít u těch levnějších a postupně takto delegovat práci. Za několik let až se firma více rozroste a odbyt bude mnohonásobně vyšší než dnes. Až tehdy bych doporučil začít s integrací plně autonomního provozu výroby.

Závěr

V mé bakalářské práci jsem se věnoval umělé inteligenci a jejímu využití. Věnoval jsem se jí od historických milníků přes základní koncepty až po využití v průmyslové sféře. Práce byla rozdělena na tři hlavní části. Teoretickou, metodickou a praktickou, vypracování těchto tří částí mi dodalo komplexní znalosti ohledně umělé inteligence.

V teoretické části jsem poskytl hlavní teoretický stavební kámen pro problematiku integrace umělé inteligence do výrobních procesů. Uvedl jsem základní pojmy, jako jsou strojové učení, neuronové sítě, věnoval jsem se průmyslu 3.0 a s ním spojeným přechodem na průmysl 4.0. Tato část především kladla důraz na využití umělé inteligence v průmyslové výrobě.

V metodické části jsem se zaměřil na mou vybranou firmu Tisse a na výběr vhodných nástrojů umělé inteligence, které jsem spojil s robotickými pomocníky. Provedl jsem analýzu potřeb výrobního procesu vybrané firmy.

V praktické části jsem se věnoval komplexnímu představení implementací umělé inteligence, vypracoval jsem implementační návrh do stávajících výrobních prostor. Poté jsem provedl kalkulaci nákladů na implementaci. Ze získaných informací jsem vyhodnotil, zda implementace umělé inteligence z finančního hlediska dává pro vybranou firmu smysl a uvedl jsem dlouhodobá doporučení.

Jsem zastáncem, že má bakalářská práce splnila veškeré požadavky a očekávání, a zároveň by mohla být pro malé a střední firmy vodítkem při rozhodování, zda implementace umělé inteligence do jejich výrobního procesu dává smysl.

Seznam použité literatury

- [1] *Alan Turing and the beginning of AI* [online]. 2015 [cit. 2024-04-23]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence/Evolutionary-computing>
- [2] History_of_artificial_intelligence. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2023 [cit. 2024-04-23]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_artificial_intelligence
- [3] *The History of Artificial Intelligence* [online]. 2017 [cit. 2024-04-23]. Dostupné z: <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/>
- [4] *Hluboké a strojové učení ve službě Azure Machine Learning* [online]. 2024 [cit. 2024-04-23]. Dostupné z: <https://learn.microsoft.com/cs-cz/azure/machine-learning/concept-deep-learning-vs-machine-learning?view=azureml-api-2>
- [5] *Machine Learning*. McGraw-Hill, 1997. ISBN 9780070428072.
- [6] *Artificial Intelligence: A Modern approach*. Third edition. USA: Prentice Hall, 2010. ISBN 978-0-13-604259-4.
- [7] *Introduction to Machine Learning*. MIT Press, 2004. ISBN 9780262012119.
- [8] *Hluboké učení - co to je a jak funguje? Tohle jste ještě neslyšeli!* [online]. 2022 [cit. 2024-04-23]. Dostupné z: <https://deeply.cz/blog/hluboke-uceni>
- [9] *Machine Learning: for Absolute Beginners*. Third. Independently Published, 2017. ISBN 9781549617218.
- [10] *Umělé neuronové sítě a neuroevoluce* [online]. 2019 [cit. 2024-04-24]. Dostupné z: <https://users.fit.cvut.cz/~rehorto2/otevrena-fakulta/neural-networks.html>
- [11] *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer, 2006. ISBN 9780387310732.
- [12] *Jemný úvod do genetických algoritmů* [online]. 2022 [cit. 2024-04-24]. Dostupné z: <https://cgg.mff.cuni.cz/~pepca/prg022/luner.html>
- [13] PAVLÁT, Vladislav. *Přechod od 3. ke 4. průmyslové revoluci: skutečnost a vize*. 2016.
- [14] Internet of things (IoT). *Techtarget* [online]. [cit. 2024-04-24]. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/Internet-of-Things-IoT>
- [15] *Artificial Intelligence In Manufacturing: Four Use Cases You Need To Know In 2023* [online]. 2023 [cit. 2024-04-24]. Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2023/07/07/artificial-intelligence-in-manufacturing-four-use-cases-you-need-to-know-in-2023/?sh=749c08b93bd8>
- [16] *Artificial Intelligence In Manufacturing: Four Use Cases You Need To Know In 2023*. *Forbes*. 2023, 8.
- [17] *Computer Vision ushers in a new era of manufacturing AI* [online]. 2022 [cit. 2024-04-24]. Dostupné z: <https://www2.deloitte.com/us/en/blog/business-operations-room-blog/2022/computer-vision-manufacturing-ai.html>
- [18] *Intelligent automation of industrial assembly line tasks* [online]. 2021 [cit. 2024-04-24]. Dostupné z: <https://aws.amazon.com/blogs/industries/intelligent-automation-of-industrial-assembly-line-tasks/>
- [19] *Tisse Bakery* [online]. [cit. 2024-04-24]. Dostupné z: <https://www.instagram.com/tissebakery/>
- [20] *Articulated Robots: A Guide to the Most Familiar Industrial Robot* [online]. 2021 [cit. 2024-04-24]. Dostupné z: <https://howtorobot.com/expert-insight/articulated-robots>

- [21] Types of industrial robots and their different uses. *Howtorobot* [online]. 2024 [cit. 2024-04-24]. Dostupné z: <https://howtorobot.com/expert-insight/industrial-robot-types-and-their-different-uses>
- [22] Assembly Line Robots. *Fanucamerica* [online]. 2024 [cit. 2024-04-24]. Dostupné z: <https://www.fanucamerica.com/solutions/applications/assembly-line-robots>
- [23] The Basics of 6-Axis, SCARA, Delta and Collaborative Robots. *Crossco* [online]. 2023 [cit. 2024-04-24]. Dostupné z: <https://www.crossco.com/resources/technical/robotics-101-6-axis-vs-scara-vs-delta-vs-collaborative/>
- [24] *Recept na chlebové těsto*. 2024.

Seznam obrázků

Obrázek 1 Rozlišení chování podle Turingova testu	12
Obrázek 2 vizualizace vektorové kvantizace	16
Obrázek 3 Spolupráce umělých neuronů.....	21
Obrázek 4 vizuální inspekce pomocí umělé inteligence	29
Obrázek 5 vizuální údržba.....	30
Obrázek 6 Skladový robot	31
Obrázek 7 Logo firmy.....	35
Obrázek 8 rameno artikulovaného robota.....	40
Obrázek 9 deltový robot	40
Obrázek 10 mobilní robot.....	41
Obrázek 11 kolaborativní robot	41
Obrázek 12 Kvásek	43
Obrázek 13 Příklad počítačového vidění	47
Obrázek 14 inteligentní vysavač.....	51
Obrázek 15 návrh implementace	53

Seznam tabulek

Tabulka 1 Kalkulace implementačních nákladů	54
---	----