

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií



Diplomová práce

**Využití Jetson Nano pro výuku umělé inteligence
na středních průmyslových školách**

Bc. David Olžbut

© 2023 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. David Olžbut

Informatika

Název práce

Využití Jetson Nano pro výuku umělé inteligence na středních průmyslových školách

Název anglicky

Use of Jetson Nano for Teaching Artificial Intelligence at Secondary Technical Schools

Cíle práce

Práce je tematicky zaměřena na problematiku využití jednodeskového mikropočítače Jetson Nano pro výuku umělé inteligence na středních průmyslových školách v České republice.

Hlavním cílem je implementovat jednodeskové počítače do výuky umělé inteligence na středních průmyslových školách.

Dílní cíle práce jsou:

- vhodně analyzovat školní vzdělávací program na vybrané střední průmyslové škole,
- charakterizovat možnosti implementace jednodeskových počítačů pro výuku umělé inteligence,
- navrhnout inovativní vzdělávací výukové materiály pro výuku umělé inteligence.

Metodika

Teoretická část diplomové práce se bude zakládat na analýze a rešerši odborných zdrojů. V praktické části práce bude analyzován a zhodnocen školní vzdělávací program Vývoj aplikací a her vycházející z RVP 18-20-M/01 Informační technologie na vybrané střední průmyslové škole. Na základě zjištěných poznatků bude vytvořen předmět pro implementaci výuku s pomocí jednodeskového počítače Jetson Nano.

Závěrem práce bude zhodnoceno zapojení Jetson Nano do výuky a formulovány závěry a doporučení.

Doporučený rozsah práce

60–80 stran

Klíčová slova

umělá inteligence, strojové učení, Jetson Nano, výuka

Doporučené zdroje informací

BARTÁK, Roman. Co je nového v umělé inteligenci. Praha: Nová beseda, 2017. Co je nového. ISBN 978-80-906751-2-4.

Kurniawan, A. (2021). Administering NVIDIA Jetson Nano. In: IoT Projects with NVIDIA Jetson Nano. Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6452-2_3

MAŘÍK, Vladimír, Olga ŠTĚPÁNKOVÁ a Jiří LAŽANSKÝ. Umělá inteligence. Praha: Academia, 2013-. ISBN 978-80-200-2276-9.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Michal Stočes, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra informačních technologií

Elektronicky schváleno dne 27. 9. 2022

doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 28. 11. 2022

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Využití Jetson Nano pro výuku umělé inteligence na středních průmyslových školách“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31. 3. 2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu práce Ing. Michalu Stočesovi, Ph.D. za jeho cenné a velmi užitečné rady k vypracování této bakalářské práce. Dále chci poděkovat panu řediteli Ing. Lukáši Procházkovi ze SPŠ na Proseku za velmi vstřícný přístup a poskytnutí odborných informací. Mé poděkování rád věnuji i celé rodině a všem ostatním za veškerou (jak materiální, tak psychickou) podporu při psaní.

Využití Jetson Nano pro výuku umělé inteligence na středních průmyslových školách

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá využitím jednodeskového počítače Jetson Nano pro výuku umělé inteligence na středních průmyslových školách. Výuka umělé inteligence na středních školách se stává stále důležitější vzhledem k rostoucímu vlivu této technologie v našem každodenním životě. Je tedy nutné, aby střední školy reagovaly na tyto změny a přizpůsobily své vzdělávací programy novým trendům a požadavkům trhu práce. Teoretická část práce je zaměřena na analýzu a rešerši odborných zdrojů souvisejících s daným tématem. V úvodní části praktické práce byl v rámci aktuálního poznání proveden pedagogický výzkum současného stavu výuky umělé inteligence na středních školách. V praktické části byla provedena analýza rámcového vzdělávacího programu 18-20-M/01 Informační technologie a školního vzdělávacího programu Vývoj aplikací na Střední průmyslové škole na Proseku. V návaznosti byl následně vytvořen předmět pro výuku umělé inteligence pro integraci tohoto tématu do školního vzdělávacího plánu a byly charakterizovány možnosti zapojení počítače Jetson Nano do výuky. Na závěr byly navrženy vzorové výukové úlohy pro využití jednodeskového počítače při výuce umělé inteligence.

Klíčová slova: umělá inteligence, strojové učení, jednodeskové počítače, NVIDIA Jetson Nano, výuka, střední školy, rámcové vzdělávací programy, školní vzdělávací programy, výukové úlohy

Use of Jetson Nano for Teaching Artificial Intelligence at Secondary Technical Schools

Abstract

This thesis deals with the use of the Jetson Nano single board computer for teaching artificial intelligence in secondary industrial schools. Teaching artificial intelligence in secondary schools is becoming increasingly important due to the growing influence of this technology in our daily lives. It is therefore imperative that secondary schools respond to these changes and adapt their curricula to the new trends and requirements of the labour market. The theoretical part of the thesis is focused on the analysis and research of professional sources related to the topic. In the introductory part of the practical work, pedagogical research was conducted on the current state of teaching artificial intelligence in secondary schools. In the practical part, the analysis of the framework educational programme 18-20-M/01 Information Technology and the school educational programme Application Development at the Secondary Technical School in Prosek was carried out. Subsequently, a course for teaching artificial intelligence was developed to integrate this topic into the school curriculum and the possibilities of integrating the Jetson Nano computer into the curriculum were characterized. In conclusion sample learning tasks were proposed for the use of a single board computer in teaching artificial intelligence.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, single board computers, NVIDIA Jetson Nano, teaching, secondary schools, framework educational programme, school educational programme, learning tasks

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl práce a metodika	2
2.1 Cíl práce	2
2.2 Metodika	2
3 Teoretická východiska	3
3.1 Umělá inteligence.....	3
3.1.1 Definice a základní koncepty.....	4
3.1.2 Silná a slabá umělá inteligence.....	5
3.1.3 Turingův test.....	6
3.1.4 Strojové učení	8
3.1.5 Hluboké učení	9
3.2 Společnost NVIDIA a její vztah k umělé inteligenci.....	10
3.2.1 Platforma NVIDIA Jetson	11
3.2.2 Vývojářská sada NVIDIA Jetson Nano	12
3.2.3 Technické parametry.....	12
3.2.4 Operační systém a programové vybavení.....	16
3.2.5 Dostupnost vývojové sady Jetson Nano	17
3.3 Vzdělávání na středních odborných školách v České republice.....	18
3.3.1 Rámcové vzdělávací programy.....	18
3.3.2 Školní vzdělávací programy	19
3.3.3 Kompetence a uplatnění absolventa	19
3.3.4 Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2030+	21
3.4 Vzdělávání v oblasti umělé inteligence.....	23
3.4.1 NVIDIA Deep Learning Institute	23
3.4.2 Google Developers CodeLabs	24

3.4.3	Kaggle.....	24
3.4.4	Elements of AI.....	25
3.4.5	Machine Learning College.....	26
3.5	Vývojové prostředí a nástroje pro vývoj umělé inteligence.....	27
3.5.1	Vývojové prostředí Jupyter Notebook.....	27
3.5.2	Vývojové prostředí Google Colaboratory.....	28
3.5.3	Vývojové prostředí JetBrains DataSpell.....	29
3.5.4	Knihovna Pandas.....	30
3.5.5	Knihovna Matplotlib.....	31
3.5.6	Knihovna NumPy.....	32
3.5.7	Knihovna Scikit-learn.....	33
3.5.8	Knihovna TensorFlow.....	34
3.5.9	Knihovna Keras.....	34
3.5.10	Knihovna PyTorch.....	35
3.5.11	Knihovna OpenCV.....	35
4	Vlastní práce.....	36
4.1	Analýza současného stavu výuky umělé inteligence.....	37
4.1.1	Struktura a distribuce dotazníku.....	37
4.1.2	Vyhodnocení dotazníku.....	38
4.2	Analýza RVP 18-20-M/01 Informační technologie.....	48
4.2.1	Základní programové vybavení.....	49
4.2.2	Programování a vývoj aplikací.....	50
4.3	Analýza ŠVP 18-20-M/01 Vývoj aplikací.....	51
4.3.1	ŠVP platný od roku 2019.....	51
4.3.2	ŠVP platný od roku 2021.....	52
4.4	Vytvoření předmětu pro výuku umělé inteligence.....	53

4.4.1	Obecný cíl předmětu a cíle vzdělávání	53
4.4.2	Charakteristika učiva	53
4.4.3	Výukové strategie (pojetí výuky)	54
4.4.4	Mezipředmětové vztahy.....	54
4.4.5	Rozpis učiva.....	55
4.5	Výuka umělé inteligence pomocí Jetson Nano	57
4.5.1	Porovnání počítačů Jetson Nano a Raspberry Pi	57
4.5.2	Charakterizování možností zapojení Jetson Nano do výuky	59
4.6	Návrh výukových úloh s využitím Jetson Nano	62
4.6.1	Úloha pro oblast robotiky	63
4.6.2	Úloha pro oblast autonomního řízení.....	65
5	Výsledky a diskuse	67
6	Závěr	69
7	Seznam použitých zdrojů	70
8	Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk.....	77
8.1	Seznam obrázků	77
8.2	Seznam tabulek	78
8.3	Seznam grafů.....	79
8.4	Seznam použitých zkratk.....	80

1 Úvod

Střední odborné vzdělávání je nezbytnou součástí vzdělávacího systému, ve které se vzdělává přibližně 80 % žáků středních škol. Cílem středního odborného vzdělávání je kvalifikovat žáky na výkon povolání či pracovních činností, případně je připravit na další vzdělávání. Digitální technologie jsou nezbytným prostředkem dnešní doby, a proto by měly být smysluplnou součástí výuky jako podpora inforatického myšlení nebo rozvoj digitální gramotnosti. Díky technologickým trendům, které se v oblasti vzdělávání neustále rozvíjejí, je ze strany učitelů vhodné, aby využívali novější inovativní metody výuky za účelem zvýšit efektivitu a kvalitu výuky. Způsob a organizace vzdělávání v České republice stále odráží potřeby převážně minulosti než budoucnosti, z toho důvodu vznikají nové strategie vzdělávání s cílem rozvíjet vzdělávací systém a reagovat na současné trendy.¹

Výuka umělé inteligence na středních školách se stává stále důležitější vzhledem k rostoucímu vlivu této technologie v našem každodenním životě. Výuka pomůže žákům pochopit, jak tyto technologie fungují a jakým způsobem mohou být využity pro řešení reálných problémů. Velmi důležitá je tak pro budoucí generace, protože žáci získávají znalosti a dovednosti, které jim umožní aktivně se zapojit do inovativního a rychle se rozvíjejícího oboru informačních technologií. Tyto dovednosti mohou být využity v různých oborech a odvětvích, a tím tak celkově napomáhat ke zlepšení kvality života.

Autor se tématem jednodeskových počítačů zabýval ve své předchozí bakalářské práci, v níž byl výzkum zaměřen na problematiku využití jednodeskového počítače Raspberry Pi pro výuku inforatických předmětů na středních průmyslových školách v České republice. Výstupem této práce bylo zhodnocení možností využití Raspberry Pi pro výukové účely, vytvoření vzorových úloh pro výuku ve vhodných vzdělávacích oblastech a shrnutí výhod a nevýhod tohoto zařízení. Z formulovaných závěrů této práce lze konstatovat, že využití jednodeskových počítačů ve výuce je velmi žádoucí a aktuální, a z toho lze usoudit, že dává smysl v takovém výzkumu dále pokračovat. Tato diplomová práce se zabývá využitím jednodeskového počítače Jetson Nano pro výuku umělé inteligence na středních průmyslových školách.

¹ Zpracováno dle dokumentu Strategie vzdělávací politiky ČR do roku 2030+ [42]

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Práce je tematicky zaměřena na problematiku využití jednodeskového mikropočítače Jetson Nano pro výuku umělé inteligence na středních průmyslových školách v České republice.

Hlavním cílem je implementovat jednodeskové počítače do výuky umělé inteligence na středních průmyslových školách.

Dílčí cíle práce jsou:

- vhodně analyzovat školní vzdělávací program na vybrané střední průmyslové škole,
- charakterizovat možnosti implementace jednodeskových počítačů pro výuku umělé inteligence,
- navrhnout inovativní vzdělávací výukové materiály pro výuku umělé inteligence.

2.2 Metodika

Teoretická část diplomové práce se bude zakládat na analýze a řešení odborných zdrojů. V praktické části práce bude analyzován a zhodnocen školní vzdělávací program Vývoj aplikací vycházející z RVP 18-20-M/01 Informační technologie na vybrané střední průmyslové škole. Na základě zjištěných poznatků bude vytvořen předmět pro implementaci výuky s pomocí jednodeskového počítače Jetson Nano.

Závěrem práce bude zhodnoceno zapojení Jetson Nano do výuky a formulovány závěry a doporučení.

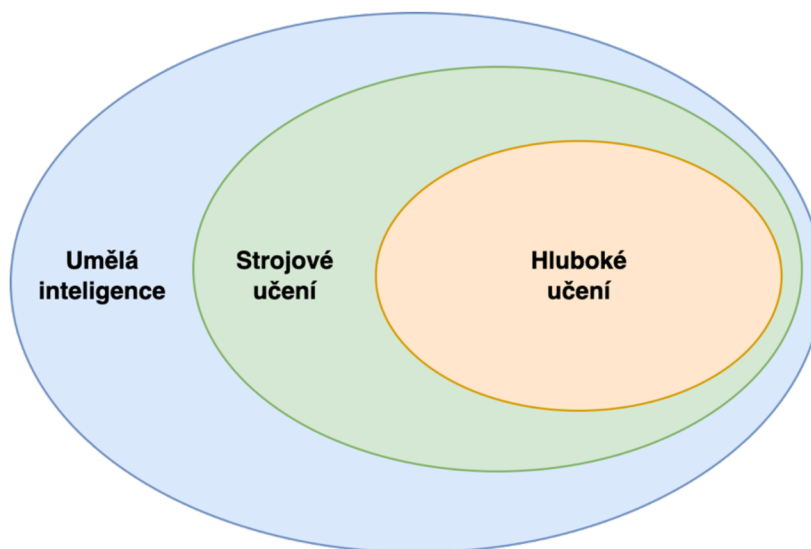
3 Teoretická východiska

Tato kapitola se věnuje teoretickým základům a konceptům, které jsou relevantní pro dané téma. Cílem této kapitoly je poskytnout čtenáři ucelený přehled o tom, jaké jsou v dané problematice relevantní informace, klíčové pojmy a současné přístupy.

3.1 Umělá inteligence

„Existují tři druhy inteligence: jeden druh chápe věci samostatně, druhý oceňuje to, co chápou ostatní, třetí druh věci nechápe ani za pomoci ostatních. První druh je vynikající, druhý dobrý a třetí zbytečný.“ – Niccolò Machiavelli²

Umělá inteligence je obor informatiky a kybernetiky zabývající se vývojem systémů, které jsou schopny přemýšlet, učit se, rozpoznávat vzorce a rozhodovat se na základě dat a informací. V umělé inteligenci je cílem vytvářet postupy, které mohou simulovat lidské myšlení a chování a které jsou schopny provádět úkoly, jež jinak vyžadují lidskou inteligenci. [1] [2]



Obrázek 1: Umělá inteligence, strojové učení a hluboké učení [3]

² Niccolò Machiavelli byl italský politik, filozof, diplomat a historik, který žil v letech 1469–1527 [75]

3.1.1 Definice a základní koncepty

Formální či doslovná definice umělé inteligence neexistuje. Respektive existuje jich mnoho, ale vědci a odborníci se neshodnou na té jediné správné. To je důsledkem toho, že pod pojem umělé inteligence se dnes řadí přístroje, které vyznačují alespoň trochu inteligentní chování. Stručně lze říci, že jde o postupy a algoritmy, které vedou k napodobení určitých projevů inteligentního chování člověka. To je však sporné, jelikož pojem inteligence nebyl nikdy u živých organismů jasně definován. Inteligenci lze sice měřit pomocí odborných metod (např. IQ testy), ale ani odborné metody nejsou zcela objektivní a každá má vždy nějaká svá specifická omezení. Jádrem všech definic lze však zobecnit do jedné věty – umělá inteligence je nauka o tvorbě inteligentních systémů. Tato definice je již celkem smysluplná, ale není zdaleka úplná. [1] [2]

Jedna z nejčastěji uváděných definic v odborných publikacích je definice Marvina Minského: „*Umělá inteligence je věda o vytváření strojů nebo systémů, které budou při řešení určitého úkolu užívat takového postupu, který (kdyby ho dělal člověk) bychom považovali za projev jeho inteligence.*“ [1, s. 17] [4]

Například počítačový vědec a vysokoškolský profesor Roman Barták ve své publikaci upravuje originální Minského definici umělé inteligence tak, aby odpovídala různým přístupům k umělé inteligenci: „*Umělá inteligence je nauka zabývající se návrhem systémů řešících problémy, o kterých předpokládáme, že pro své řešení potřebují intelekt.*“ [2, s. 11]

Velmi známá americká vědkyně a autorka mnoha učebnic z oblasti počítačové vědy Elaine Rich vidí definici umělé inteligence ve své učebnici následovně: „*Umělá inteligence se zabývá tím, jak počítačově řešit úlohy, které dnes zatím zvládají lidé lépe.*“ [1, s. 17] [5]

V České republice se otázkou definice umělé inteligence zabýval jeden z nejvýznamnějších tuzemských průkopníků umělé inteligence, profesor Zdeněk Kotek: „*Umělá inteligence je vlastnost člověkem uměle vytvořených systémů vyznačujících se schopností rozpoznávat předměty, jevy a situace, analyzovat vztahy mezi nimi a tak vytvářet vnitřní modely světa, ve kterých tyto systémy existují, a na tomto základě pak přijímat účelná rozhodnutí, za pomoci schopností předvídat důsledky těchto rozhodnutí a objevovat nové zákonitosti mezi různými modely nebo jejich skupinami.*“ [1, s. 18] [6]

3.1.2 Silná a slabá umělá inteligence

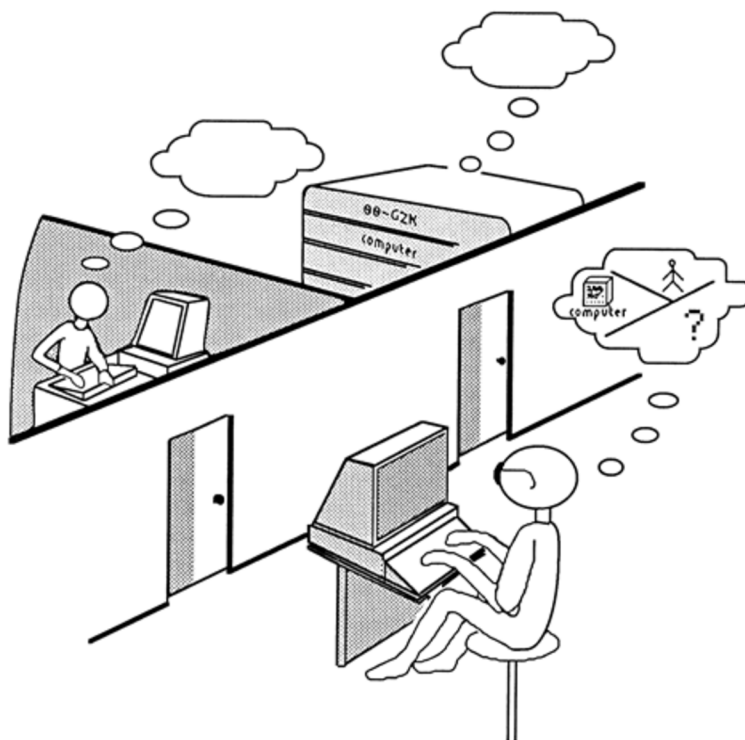
Většina lidí bez bližších znalostí si pod pojmem umělé inteligence představí mocný stroj s inteligencí, jenž ovládne svět a poté ho zcela zničí – scénář, který zdaleka nehrozí a je pouhým výplodem bujné fantazie mnoha lidí. Vychází to z teorie, že stroj nabyde vědomí sám sebe, dokáže se učit a zdokonalovat v různých typech úloh. Tento typ umělé inteligence se označuje jako silná nebo také obecná umělá inteligence a vyznačuje se tím, že dokáže přemýšlet jako člověk, mít vlastní myšlenky a dokáže se učit z vlastních zkušeností. Obecná umělá inteligence zatím neexistuje a je velmi unáhlené mluvit o scénářích popsaných v předchozích řádcích. [2]

Úlohy, které řešíme pomocí jednotlivých metod, označujeme jako slabou umělou inteligenci. Jde o inteligenci zaměřenou pouze na jeden typ úlohy, který dělá zcela efektivně a „správně“. Roman Barták popisuje slabou umělou inteligenci jako oblast „*zabývající se návrhem strojů chovajících se jako nějakým způsobem inteligentně*“. O tomto druhu se také uvádí, že nedokáže „*překročit svůj vlastní stín*“. [2, s. 14]

Umělá inteligence je tedy obecná oblast, která zahrnuje metody a přístupy, které kolikrát nejsou žádnou inteligencí či nezahrnují učení. Velkou částí těchto metod jsou již známé statistické metody, používané již po mnoho let, mezi ně se řadí regresní, klasifikační a shlukovací úlohy. Například jedny z prvních šachových programů obsahovaly pouze soubor pravidel, které lze těžko označit už jen z definice umělé inteligence za inteligentní. Pod pojmem umělé inteligence se často vyskytují pojmy strojového učení a hlubokého učení, které jsou součástí slabé umělé inteligence. [1] [2] [3]

3.1.3 Turingův test

Otázka, zda je umělá inteligence skutečně inteligentní, je stále předmětem mnoha diskusí a debat. Jedním z přístupů k testování inteligence je Turingův test, který byl navržen britským matematikem a informatikem Alanem Turingem v roce 1950. Jeho základní myšlenkou je ověřit, zda je počítač schopen komunikovat s lidmi tak přesvědčivě, že není možné jednoznačně určit, zda odpovědi poskytuje počítač, nebo skutečný člověk. Pokud stroj test úspěšně splní, jedná se tak o silnou umělou inteligenci. [7] [8]



Obrázek 2: Náčrt průběhu Turingova testu [9]

Test funguje tak, že do místnosti jsou umístěni tři účastníci: zkoušející (člověk), stroj a člověk. Zkoušející může položit libovolný počet otázek stroji i člověku zároveň a musí se snažit na základě odpovědí určit, který z účastníků je stroj a který člověk. Pokud stroj dokáže přesvědčivě odpovídat na otázky tak, aby zkoušející nemohl rozlišit mezi ním a člověkem, stroj je považován za inteligentní na lidské úrovni. [7] [8]

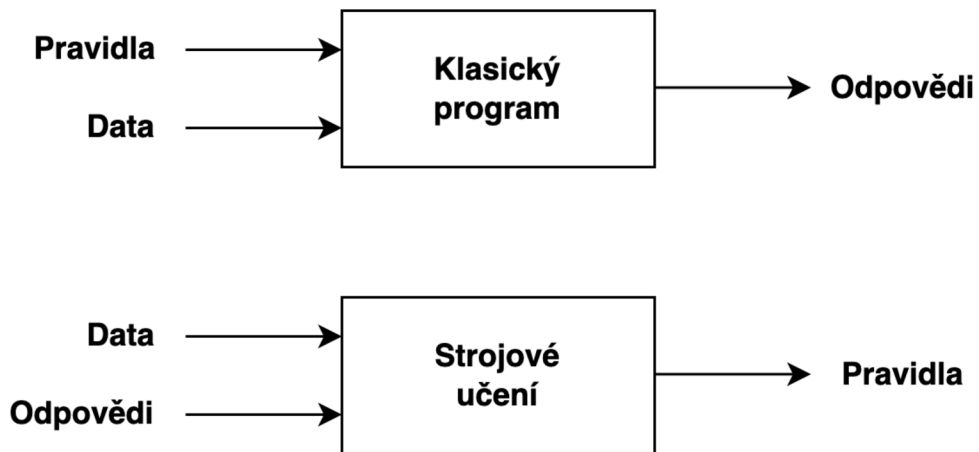
Turingův test je však často mnohými odborníky kritizován, protože údajně nespĺňuje některé důležité aspekty inteligence, kterých má umělá inteligence nabývat. [7] Kritikou a důvody, proč test není vhodnou metodou pro testování umělé inteligence, se zabývala Katrina LaCurts a ve své práci [8] kritizuje Turingův test z několika významných důvodů:

- a) je založen na předpokladu, že lidská inteligence je v podstatě verbální a konverzační,
- b) nezohledňuje kontext konverzace a situace, ve které se nachází,
- c) zaměřuje se pouze na konečný výsledek konverzace, ale nebere v úvahu proces, pomocí kterého stroj k tomuto výsledku dospěl,
- d) může být relativně snadno napodoben strojem, pokud je navržen tak, aby vyhovoval jeho omezeným schopnostem,
- e) nezkoumá schopnost stroje učit se a adaptovat se na nové situace.

S nejznámější kritikou však přišel americký filosof John Rogers Searle, který ve své publikaci „Minds, Brains, and Programs“ [10] poukazuje na to, že schopnost stroje odpovídat na otázky není dostatečným důkazem jeho vědomí nebo schopností porozumět otázkám. Pokud stroj pouze mechanicky aplikuje předem naučená pravidla na zadané otázky, není to skutečné porozumění nebo vědomí. Tato kritika je označována jako argument čínského pokoje. Jedná se o experiment, ve kterém si představujeme, že se nacházíme v místnosti a dostáváme papíry s otázkami psanými v čínštině. Sami neumíme čínsky, ale máme k dispozici knihu s instrukcemi, které nám říkají, jak na každou otázku odpovědět. Navzdory tomu, že dokážeme správně odpovědět na otázky, neznáme význam čínských slov, a proto ve skutečnosti nerozumíme otázkám a odpovědím, které poskytujeme. [7]

3.1.4 Strojové učení

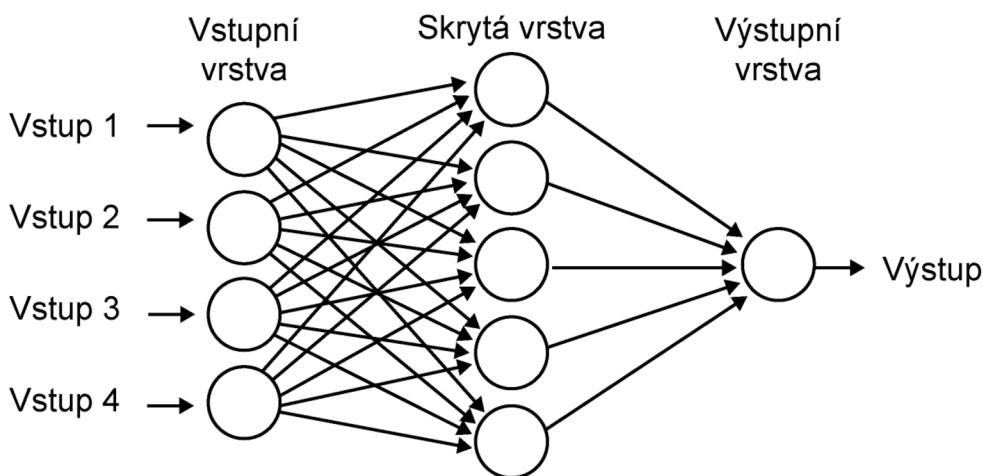
Strojové učení se zabývá vytvářením algoritmů a modelů, které jsou schopny se učit z dat a provádět predikce nebo rozhodování na základě nových vstupních dat. Cílem strojového učení je vytvořit algoritmy a modely, které jsou schopny zpracovat velké množství dat a vyvodit z nich užitečné informace nebo rozhodnutí bez programování rozhodovací logiky (viz Obrázek 3). Dělí se na několik základních kategorií: učení s učitelem, učení bez učitele a zpětnovazební učení. Učení s učitelem zahrnuje trénování algoritmu na základě označených dat, kde jsou vstupní data spárována s příslušnými výstupními daty. Bez učitele se algoritmus trénuje z neoznačených dat, kde jsou dostupná pouze tato vstupní data a cílem je najít skryté struktury nebo vzorce. Zpětnovazební učení se používá v případě, kdy jsme schopni algoritmu poskytovat zpětnou vazbu v průběhu provádění akcí. Jádro tohoto typu učení je systém cukru a biče. [1] [2] [3]



Obrázek 3: Paradigma strojového učení [3]

3.1.5 Hluboké učení

Hluboké učení je součástí strojového učení, které se zabývá přístupem k učení se z dat a tvorbou modelů složených z více vrstev. Výstupní sítě jsou poté navrženy tak, aby byly schopné rozpoznávat složité vzorce a podobnosti v datech. Modely jsou sestaveny pomocí neuronových sítí s mnoha vrstvami (viz Obrázek 4). Počet těchto vrstev se též označuje jako hloubka modelu. Hluboké učení je částí strojového učení již po mnoho let, jeho popularita však začala růst až po roce 2010. [1] [2] [3]



Obrázek 4: Uspořádání neuronů do vrstev u dopředné neuronové sítě [11]

„Hluboké učení dosáhlo zejména následujících průlomů v historicky obtížných oblastech strojového učení: klasifikace obrazu na úrovni člověka, rozpoznávání řeči na úrovni člověka, transkripce rukopisu na úrovni člověka, zdokonalení strojového překladu, zlepšení konverze textu na řeč, digitální asistenti, autonomní jízda, vylepšené cílení reklam, vylepšení výsledků vyhledávání na webu, schopnost odpovědět na otázky položené v přirozeném jazyce nebo nadlidská schopnost hraní hry Go.“ [3, s. 27]

3.2 Společnost NVIDIA a její vztah k umělé inteligenci

V oblasti umělé inteligence se pohybuje mnoho společností vyvíjejících čipy pro zpracování umělé inteligence. Jedná se o velmi významné společnosti, jako je například Google (který představil vlastní čip nazvaný Tensor Procesor Unit), a k nim vzniká neustálý počet nových startupů specializujících se na nové typy čipů s architekturou pro umělou inteligenci. Hlavní motivace může být NVIDIA, která je v tomto odvětví velmi úspěšná.

NVIDIA je globálně uznávaná americká společnost, specializující se na vývoj a výrobu grafických procesorů a karet. V dubnu 1993 ji založili tři mladí elektroinženýři, které spojovala myšlenka vytvořit čip pro rychlejší a kvalitnější zpracování grafického výstupu ve videoherním průmyslu. V té době neexistoval žádný trh s grafickými čipy či kartami, a tak to byla ideální příležitost pro vstup na trh s revolučním řešením. Za dlouhou dobu svého působení v oblasti grafických čipů se firma později stala předním výrobcem a dodavatelem grafických čipů do počítačů. [12] [13]

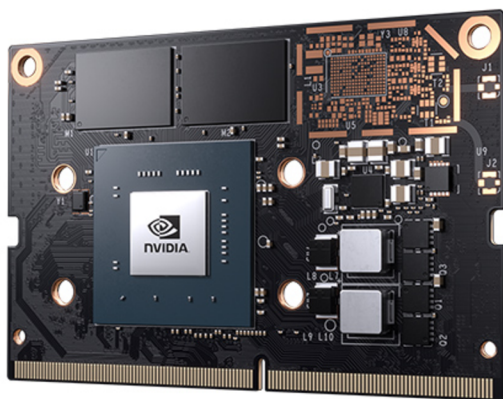


Obrázek 5: Logo společnosti NVIDIA [14]

Své postavení na trhu v oblasti umělé inteligence si společnost získala především díky využití výkonu grafických jader při trénování neuronových sítí, hlubokém učení, zpracování obrazu a v úlohách zpracování přirozeného jazyka. Hluboké učení umožňuje počítači učit se sám při vysoké úrovni přesnosti, aniž by bylo třeba naprogramování jednotlivých součástí člověkem. Grafické karty jsou vybavené velkým počtem jednoduchých procesorů, které jsou schopné paralelně provádět výpočty nezbytných pro hluboké učení. Mimo jiné jsou cenově mnohem dostupnější oproti speciálním procesorům zaměřeným na výkon. [12] [13]

3.2.1 Platforma NVIDIA Jetson

NVIDIA Jetson je platforma sloužící pro aplikace využívající prvky umělé inteligence. Zahrnuje do sebe výpočetně výkonné malé výpočetní moduly (viz Obrázek 6), vývojovou sadu nástrojů a celý ekosystém služeb pro rychlejší vývoj. V případě modulů se jedná o kompletní systém na modulu (SoM), který obsahuje veškeré komponenty nutné a nezbytné pro jeho samostatný běh. Mezi tyto komponenty řadíme procesor, operační paměť, grafický čip, systém napájení a vysokorychlostní sběrnice pro připojení se základní deskou. Platforma cílí na využití pro vestavěné, autonomní a okrajové zařízení využívající umělou inteligenci s energeticky efektivním řízením výkonu. [15]



Obrázek 6: Výpočetní modul Jetson Nano [15]

Moduly jsou od sebe odlišné výpočetním výkonem, energetickou náročností a především způsobem zapojení a využití. Prodávají se buď samostatně, nebo jako vývojářská sada, kde je k modulu dodávána i hostitelská deska se základní konektivitou pro připojení různých periférií či napájení. Existuje mnoho způsobů, jak se dá tato série zařízení využít. Vzhledem k velikým rozdílům ohledně papírových parametrů se však zařízení používají účelně, vždy pro konkrétní potřebu aplikace. Konkrétní modely této řady uvedené s jejich maximálním výkonem: [16]

- Jetson AGX Orin (275 TOPs),
- Jetson Orin NX (100 TOPs),
- Jetson Orin Nano (40 TOPs),
- Jetson AGX Xavier (21 TOPs),
- Jetson TX2 (1.33 TFLOPs),
- Jetson Nano (0.472 TFLOPs).

V případě uvádění hotového řešení do produkce je potřeba modul osadit do nosné desky, která bude sloužit k připojení periférií. Partnerské společnosti nabízejí různé typy hostitelských desek ekosystému Jetson, vždy v závislost na konkrétní potřebě a využití. Partnerské desky mají produkční kvalitu a podporují širokou škálu vstupních/výstupních zařízení. [17]

3.2.2 Vývojářská sada NVIDIA Jetson Nano

V rámci této práce se autor primárně zaměřil na model Jetson Nano. Jedná se o výkonnostně nejmenší model s adekvátní cenou, kde tento výkon i cena jsou dostatečné pro využití na středních odborných školách. Výkon tohoto zařízení je značně omezený, avšak pro menší aplikaci či projekty je plně dostačující. [18] [19]

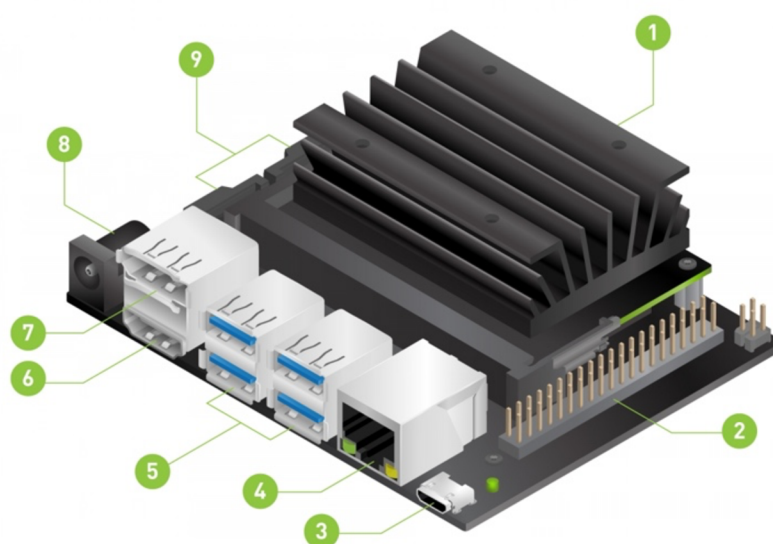


Obrázek 7: Vývojářská sada Jetson Nano 4GB [18]

3.2.3 Technické parametry

Vývojářská sada Jetson Nano (viz Obrázek 7) je vybavená čtyřjádrovým procesorem ARM Cortex-A57 taktovaným na 1.43 GHz a grafickým čipem architektury NVIDIA Maxwell se 128 CUDA jádry, která umožňují rychle a efektivně provádět úkoly strojového učení. Díky procesoru a grafickým jádrům má počítač výkon až 472 GFLOPs. Tyto čipy jsou doplněny o 4 GB operační paměti nízkoenergetického standardu LPDDR4 s datovou propustností až 25,6 GB/s. Úložiště je řešené pomocí paměťové karty, která se vkládá do slotu na MicroSD karty (viz Obrázek 8 bod 1). [18] [19]

Deska dále obsahuje gigabitový Ethernet pro připojení k internetu (viz Obrázek 8 bod 4) a M.2 Key E slot pro zapojení externí síťové karty v případě potřeby využití WiFi nebo Bluetooth komunikace. Pro výstup videa lze použít konektory HDMI (viz Obrázek 8 bod 6) a DisplayPort (viz Obrázek 8 bod 7). Mezi těmito konektory se nachází čtveřice USB 3.0 konektorů (viz Obrázek 8 bod 5) pro připojení nejrůznějších periférií. Přes tyto konektory lze připojit například externí kameru s vysokým rozlišením, externí SSD úložiště nebo třeba WiFi či Bluetooth přijímač. Kamery lze připojit pomocí dvou MIPI-CSI konektorů (viz Obrázek 8 bod 9), a zařízení je tedy schopno zpracovávat dva obrazy najednou. Například u autonomního auta tím program bude mít pohled dopředu i dozadu a auto může couvat s větší mírou jistoty, respektive bez nabourání do případné překážky. [18] [19]



Obrázek 8: Popis součástí vývojářské sady Jetson Nano 4GB [18]

Napájení je možné přes DC konektor s napětím 5 V při 4 A (viz Obrázek 8 bod 8), nebo Micro-USB B konektor s proudem 2 A při 5 V (viz Obrázek 8 bod 3) nebo pomocí 4 pinů pro připojení headeru na napájecí standard PoE. Zařízení je možno používat ve dvou schématech napájení, a to v 5W režimu spotřeby, nebo v 10W režimu spotřeby. To oceníme například ve chvíli, kdy je tímto zařízením řízen robot, který má omezenou kapacitu elektrické energie v akumulátoru. [18] [19]

Na zařízení se také nachází 40 GPIO pinů (viz Obrázek 8 bod 2), pomocí kterých lze provádět digitální komunikaci skrze nejrůznější sběrnice a komunikační standardy (viz Tabulka 1). Pomocí těchto pinů lze připojit nejrůznější typy zařízení, jako jsou snímače, senzory, tlačítka, aktuátory, LED diody, displeje, a to za pomoci sériové, I2C, SPI, I2S a PWM komunikace. Rozložení těchto pinů je identické s modely počítačů Raspberry Pi, tím je tak možné připojit většinu příslušenství stejně, jako k malinovému počítači. [19] [20]

Tabulka 1: Popis a rozložení GPIO pinů [20]

GPIO	Název	Pin		Název	GPIO
	3.3V DC	1	2	5V DC	
	I2S_2_SDA	3	4	5V DC	
	I2S_2_SCL	5	6	GND	
gpio216	AUDIO_MCLK	7	8	UART_2_TX	
	GND	9	10	UART_2_RX	
gpio50	UART_2_RTS	11	12	I2S_4_CLK	gpio79
gpio14	SPI_2_SCK	13	14	GND	
gpio194	LCD_TE	15	16	SPI_2_CS1	gpio232
	3.3V DC	17	18	SPI_2_CS0	gpio15
gpio16	SPI_1_MOSI	19	20	GND	
gpio17	SPI_1_MISO	21	22	SPI_2_MISO	gpio13
gpio18	SPI_1_SCK	23	24	SPI_2_CS0	gpio19
	GND	25	26	SPI_2_CS1	gpio20
	I2C_1_SDA	27	28	I2C_1_SCL	
gpio149	CAM_AF_EN	29	30	GND	
gpio200	GPIO_PZO	31	32	LCD_BL_PWM	gpio168
gpio38	GPIO_PE6	33	34	GND	
gpio76	I2S_4_LRCK	35	36	UART_2_CTS	gpio51
gpio12	SPI_2_MOSI	37	38	I2S_4_SDIN	gpio77
	GND	39	40	I2S_4_SDOUT	gpio78

Společnost NVIDIA se ve svých podmínkách nijak nezavazuje k podpoře vývojářských sad a může jim podporu kdykoliv ukončit. Provozní životnost a dostupnost garantuje pouze u modulů Jetson, a to mezi 5 a 10 lety. V minulosti bylo možné zakoupit i verzi se 2 GB operační paměti (viz Tabulka 2), nicméně v průběhu psaní této práce společnost v tichosti ukončila životní cyklus této verze a z oficiálního fóra vyplývá, že tato varianta nebude nadále vyráběna. V dostupných výukových materiálech na internetu se lze často setkat s uzpůsobením výukové úlohy právě pro tento model. Mimo jiné jsou vývojářské sady určeny pouze pro vývoj a testování softwaru v předprodukčním prostředí, nikoliv pro nasazování aplikací do produkčního prostředí. Z tohoto důvodu jim společnost dává omezenou roční záruku, avšak modulům použitým v produkčním prostředí nabízí až tříletou záruku. [21] [22] [23]

Tabulka 2: Srovnání Jetson Nano 2GB a 4GB [24]

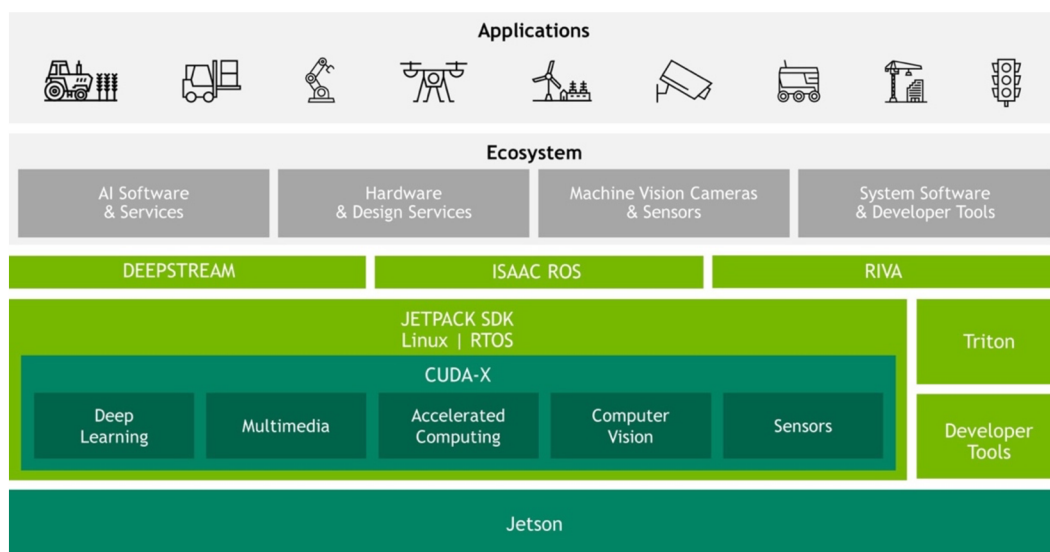
	Jetson Nano 2GB	Jetson Nano 4GB
Datum vydání	Říjen 2020	Leden 2020
Procesor	4jádrový ARM Cortex-A57 @ 1.43 GHz	
Grafický čip	128jádrový NVIDIA Maxwell @ 921 MHz	
Operační paměť	2GB LPDDR4 25.6 GB/s	4GB LPDDR4 25.6 GB/s
Interní paměť	MicroSD	
Konektivita	Gigabit Ethernet	Gigabit Ethernet
	-	M.2 Key E
Kódování videa	1x 4Kp30 4x 1080p30 9x 720p30 (H.264/H.265)	
Dekódování videa	1x 4Kp60 2x 4Kp30 8x 1080p30 18x 720p30 (H.264/H.265)	
Napájení	USB C 5V 3A	USB Micro-B 5V 2A
	-	DC napájení 5V 4A
	-	Power over Ethernet
Grafický výstup	HDMI	HDMI
	-	DisplayPort
Připojení kamery	1x MIPI-CSI konektor	2x MIPI-CSI konektor
I/O porty	GPIO, I2C, I2S, SPI, UART	
USB porty	1x USB 3.0	4x USB 3.0
	2x USB 2.0	-
	1x USB 2.0 Micro-B	1x USB 2.0 Micro-B
Rozměry	100 mm x 80 mm x 29 mm	

3.2.4 Operační systém a programové vybavení

Jetson Nano podporuje pouze jeden operační systém, a tím je Jetson Linux, dříve také známý pod názvem Linux for Tegra (L4T). Jedná se o speciální linuxovou distribuci navrženou a optimalizovanou pro sérii zařízení Jetson se sérií procesorů Tegra vycházející z populární linuxové distribuce Ubuntu. [25] [26]

Začátkem roku 2023 vyšla aktuální verze NVIDIA JetPack 5.1 a v průběhu třetího čtvrtletí roku 2023 je naplánované vydání JetPack verze 6. Nová verze bude obsahovat nové linuxové jádro 5.15 a bude vycházet z Ubuntu 22.04. Důležité je však zmínit, že Jetson Nano není mezi podporovanými zařízeními, a to především z důvodu hardwarových omezení. NVIDIA JetPack 4.6.1 je poslední dostupnou verzí pro Jetson Nano a vychází ze systému Ubuntu 18.04. [27] [28]

Tato distribuce je dodávána společně s balíkem softwarových nástrojů NVIDIA JetPack SDK, který poskytuje vývojářům kompletní sadu nástrojů a knihoven pro vývoj v oblasti umělé inteligence a robotiky. Balíček obsahuje Jetson Linux Driver Package s operačním systémem, knihovnamí a API rozhraní pro akceleraci CUDA-X. Mimo jiné obsahuje kompletní uživatelskou/vývojářskou dokumentaci, vývojářské nástroje a sady vyšší úrovně: DeepStream a Isaac (viz Obrázek 9). Součástí SDK jsou také populární open source frameworky pro strojové učení a počítačové vidění: TensorFlow, PyTorch, Caffe, Keras a OpenCV. [29] [30] [31]



Obrázek 9: Architektura nástrojů pro vývoj AI řešení [32]

3.2.5 Dostupnost vývojové sady Jetson Nano

Vývojářská sada NVIDIA Jetson Nano se prodává na oficiálních stránkách výrobce, avšak samotný prodej zprostředkovávají internetové obchody, jelikož společnost je primárně výrobcem a dodavatelem pro své odběratele. Vývojářská sada se prodává za 149 USD, což je v přepočtu přibližně 3300 Kč.³ Oficiální prodejci této sady pro Českou republiku jsou: [33]

- Amazon,
- Arrow,
- Siliconhighway,
- RS Components.

V období během koronavirové pandemie a po ní zasáhla svět krize u výrobců polovodičových čipů, a tím tak nebyly jednodeskové počítače vůbec dostupné. Dodávky byly minimální a v obchodech se výrobky vůbec ani nedostaly do prodeje, protože se musely primárně odbavit objednávky vytvořené předtím. Začátkem roku 2023 se však tato krize zlepšuje a jednodeskové počítače začínají být opět skladem v mnoha internetových obchodech. [34] [35]

V České republice (ne)oficiálního prodejce zastává firma RPishop.cz, která je mimo jiné oficiálním prodejcem malinových počítačů Raspberry Pi. Na jejich e-shopu se vývojářská sada prodává za 4669 Kč⁴. Internetový obchod také nabízí mnoho příslušenství pro vývoj IoT a AI aplikací na platformě NVIDIA Jetson. [36]

³ při kurzu 22 Kč za 1 USD

⁴ cena je uvedena z internetového obchodu RPishop.cz k 20. 1. 2023

3.3 Vzdělávání na středních odborných školách v České republice

Tato kapitola vychází z dříve vydané publikace autora, shrnuje aktuální systém vzdělávání na středních odborných školách, stanovuje kompetence a uplatnění absolventa a obohacuje tuto část práce o aktuální poznatky z oblasti vzdělávání, pedagogiky a inovací ve vzdělávacím systému. [37]

Vzdělávání na středních odborných školách upravuje zákon č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (dále jen „školský zákon“), a je realizován v podobě kurikulárních dokumentů. V rámci modernizace a zlepšování kvality vzdělávání jsou dokumenty tvořeny na dvou úrovních: [38] [39]

- a) státní – v podobě rámcových vzdělávacích programů,
- b) školní – v podobě školních vzdělávacích programů.

3.3.1 Rámcové vzdělávací programy

Rámcové vzdělávací programy jsou ministerstvem vydávané závazné (kurikulární) dokumenty určené pro školy poskytující střední vzdělávání, tedy i odborné. Určují zásady pro tvorbu školních vzdělávacích programů, vymezují závazné minimální požadavky a definují konečné výstupy vzdělávání, kterých má žák na konci studia dosáhnout. Všechny školy jsou povinny se jimi řídit a rozpracovat je do svých školních vzdělávacích programů podle studijních oborů, které škola nabízí. Pro každý obor vzdělání existuje jeden rámcový vzdělávací program, jehož struktura vychází z požadavků definovaných ve školském zákoně. [38] [39] [40]

Kurikulární dokumenty usilují o podporu pedagogické samostatnosti škol a o vytvoření mnohotvárného vzdělávacího prostředí. Za účelem zvýšení kvality a účinnosti vzdělávání vymezují pouze požadavky na výsledky vzdělávání a nezbytné prostředky pro jejich dosažení. Obsah vzdělávání je tvořen v obecném smyslu podle vzdělávacích oblastí (např. odborné, jazykové nebo ekonomické vzdělávání) a klade důraz na správné propojení teoretické a praktické části vzdělávání. Kýženým výsledkem tvorby těchto dokumentů na středních odborných školách je širší a lepší uplatnění absolventů na trhu práce. [38] [39] [40]

Rámcové vzdělávací programy mimo jiné také stanovují formy, délku, organizační uspořádání, podmínky průběhu a způsob ukončování vzdělávání. Dále také specifikují podmínky pro vzdělávání žáků se speciálními vzdělávacími potřebami, aby zajistily rovné a spravedlivé zázemí pro všechny žáky. [38] [39] [40] [41]

3.3.2 Školní vzdělávací programy

Školní vzdělávací programy jsou školou vydávané stěžejní pedagogické dokumenty, podle kterých je realizováno vzdělávání na dané škole. Škola tyto dokumenty vytváří podle svých podmínek, plánů, záměrů a také především podle požadavků trhu práce na její budoucí absolventy. Tvorba školních vzdělávacích programů usiluje o podporu tvůrčích dovedností učitelů, o větší přizpůsobivost vzdělávacího systému a především o vyšší účinnost vzdělávání. [38] [40] [41]

Základním východiskem pro zpracování školních vzdělávacích programů jsou rámcové vzdělávací programy, z nichž musí vycházet. Kompetentní osobou, která zodpovídá za řádné a kvalitní zpracování ŠVP, je samotný ředitel školy. Školní vzdělávací program je zpracováván komplexně (tzn., že bude obsahovat veškeré náležitosti v souladu s RVP a platnou legislativou) a vymezuje následující nezbytné požadavky k dosažení stanovených cílů vzdělávání v daném vzdělávacím programu: kompetence absolventa, výsledky a obsah vzdělávání, didaktické postupy při realizaci ŠVP, personální, materiální a organizační podmínky. [38] [40] [41]

3.3.3 Kompetence a uplatnění absolventa

V návaznosti na základní vzdělávání musí střední odborné vzdělávání směřovat v souladu se studijními předpoklady a s úrovní schopností absolventa na vytvoření klíčových a odborných kompetencí. Klíčové kompetence určují obecný směr vzdělávání pro všechny střední školy bez rozdílu zaměření: [38] [41]

- kompetence k učení,
- kompetence k řešení problémů,
- komunikační kompetence,
- personální a sociální kompetence,
- občanské kompetence a kulturní povědomí,
- kompetence k pracovnímu uplatnění a podnikatelským aktivitám,

- matematické kompetence,
- kompetence využívat prostředky informačních a komunikačních technologií a pracovat s informacemi.

Odborné kompetence se profilují pro daný obor vzdělávání a určují tím schopnosti a dovednosti, kterých by měl absolvent na konci vzdělávání nabýt (např. pro RVP 18-20-M/01 Informační technologie): [38]

- navrhovat, sestavovat a udržovat HW,
- pracovat se základním programovým vybavením,
- pracovat s aplikačním programovým vybavením,
- navrhovat, realizovat a administrovat počítačové sítě,
- programovat a vyvíjet uživatelská, databázová a webová řešení,
- dbát na bezpečnost práce a ochranu zdraví při práci,
- usilovat o nejvyšší kvalitu své práce, výrobků nebo služeb,
- jednat ekonomicky a v souladu se strategií udržitelného rozvoje.

V souvislosti s odbornými kompetencemi se v RVP specifikují oblasti povolání, v nichž absolvent může najít své uplatnění ve směru dané specializace (např. pro RVP 18-20-M/01 Informační technologie): [38]

- návrhů a realizace HW řešení odpovídajících účelu nasazení,
- údržby prostředků IT z hlediska HW,
- programování a vývoji uživatelských, databázových a webových řešení,
- instalací a správy aplikačního SW,
- instalací a správy OS,
- návrhů, realizace a administrace sítí,
- kvalifikovaného prodejce prostředků IT včetně poradenství,
- obecné i specializované podpory uživatelů prostředků IT.

3.3.4 Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2030+

Strategie vzdělávací politiky ČR do roku 2030+ je důležitý dokument pro vzdělávací instituce, vypracovaný Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy. Navazuje na dokument Strategie vzdělávací politiky ČR do roku 2020 a jeho cílem je zajistit včasnou přípravu na přechod do nadcházející dekády, lépe připravit vzdělávací systém na budoucí potřeby a zároveň řešit problémy, které se ve vzdělávání vyskytují již delší dobu. Zároveň si klade za úkol zajištění relevantního vzdělávání pro všechny, řízení a koordinace vzdělávacích aktivit, stanovení priorit a zdrojů pro dosažení cílů, podpora inovací a rozvoje vzdělávání. Primární cíle jsou tedy zaměřené na proměnu obsahu vzdělávání a snižování sociálních nerovností ve vzdělávání. Strategických cílů je v plánu dosáhnout pomocí pěti strategických linií: [42]

- a) proměna obsahu, způsobů a hodnocení vzdělávání,
- b) rovný přístup ke kvalitnímu vzdělávání,
- c) podpora pedagogických pracovníků,
- d) zvýšení odborných kapacit, důvěry a vzájemné spolupráce,
- e) zvýšení financování a zajištění jeho stability.

„Implementace Strategie 2030+ povede k vytvoření a rozvoji otevřeného vzdělávacího systému, který reaguje na měnící se vnější prostředí a poskytuje relevantní obsah vzdělávání v celoživotní perspektivě. Cílem vzdělávání v následující dekádě je základními a nepostradatelnými kompetencemi vybavený a motivovaný jedinec, který dokáže v co nejvyšší míře využít svůj potenciál v dynamicky se měnícím světě ve prospěch jak svého vlastního rozvoje, tak s ohledem na druhé a ve prospěch rozvoje celé společnosti.“ [42, s. 16]

Strategie reaguje na současné trendy čtvrté průmyslové revoluce. Svět se neustále vyvíjí a je nutné reagovat na podněty technologických, hospodářských, sociálních, kulturních a environmentálních změn. Současní žáci se dost odlišují od starších generací především díky využívání digitálních technologií a velkému množství dostupných informací na různých datových nosičích, které je nutné správně zpracovat a umět ověřit nebo kriticky zhodnotit. Tím se mění i dovednosti, které trh práce aktuálně požaduje pro aktuální povolání. [42]

Významné změny ve společnosti jsou hlavním spouštěčem inovací a modernizování obsahu učiva, s cílem dosáhnout změny struktury a objemu celkového. Ustoupení od velkého objemu očekávaných znalostí a přetěžování žáků informacemi by mělo podpořit schopnost porozumění problémům z širší perspektivy a v souvislostech s okolním světem. Z aktuálních vzdělávacích podkladů vychází, že je učivo příliš obsáhlé a zahrnuje zbytečně mnoho informací. Klíčovým zaměřením bude použití znalostí pro tvůrčí činnosti a kooperaci v týmu, tím bude možné využít mnoho příležitostí pro osvojení si různých dovedností a poznatků či praktických zkušeností v daných souvislostech. [42]

„Školy musí být místem reagujícím na technologické a společenské změny spojené s globálními megatrendy, konceptem čtvrté průmyslové revoluce a zohledňujícím požadavky na udržitelný rozvoj.“ [42, s. 27]

Jedním z hlavních bodů strategie vzdělávací politiky ČR do roku 2030+ je provést revizi stávajících rámcových vzdělávacích programů. Vzdělávací plány musí být aktualizovány tak, aby jejich obsah a cíle vzdělávání dostatečně odrážely vzdělávací potřeby žáků. [42]

3.4 Vzdělávání v oblasti umělé inteligence

Vzdělávání v této oblasti je dnes vzhledem k postavení umělé inteligence velmi důležitým faktorem v profesním a osobním životě každého člověka. Obor umělé inteligence se stává stále důležitějším tématem ve společnosti a má široké spektrum využití. Dnes se s tímto oborem můžeme setkat v úlohách každodenního života, jako je například rozpoznávání hlasu u hlasového asistenta, prediktivní úpravy textu při psaní dokumentů a e-mailů nebo například k personalizaci nabídek a reklam v závislosti na historii prohlížení a osobních preferencí. Z tohoto důvodu je důležité udržovat vzdělanost a rozhled ve všech strukturách společnosti.

Mnoho kurzů, výukových programů a platforem je zdarma či za minimální poplatek a u většiny lze získat certifikát o úspěšném dokončení, který může sloužit jako důkaz získaných odborných znalostí. Přidání certifikátu do životopisu může jednotlivcům pomoci vyniknout na konkurenčním trhu práce.

3.4.1 NVIDIA Deep Learning Institute

Společnost NVIDIA umožňuje vzdělávat se v oblasti umělé inteligence prostřednictvím výukového portálu Deep Learning Institute, který je určen studentům, organizacím, pedagogům a nadšencům, kteří mají zájem o prohloubení znalostí z oblasti umělé inteligence a vlastní některé zařízení z platformy NVIDIA Jetson. Portál obsahuje mnoho kurzů a výukových materiálů především z témat hlubokého učení, datové vědy nebo například zpracování obrazu. Účastníci mohou kurzy absolvovat online, nebo některé i osobně a po jejich absolvování mohou získat certifikát, který prokazuje jejich znalost v daném tématu. [43]

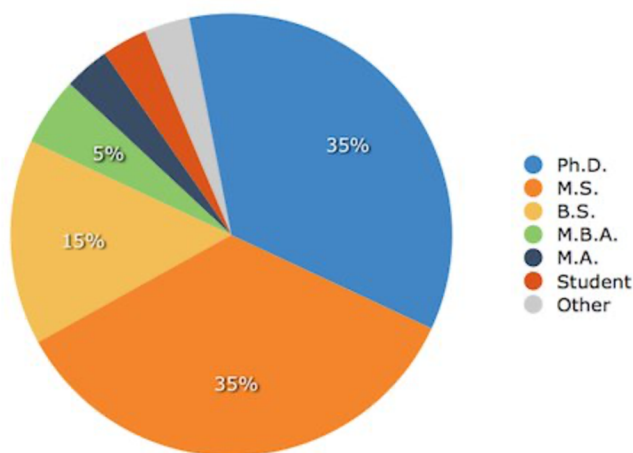
Pomocí portálu je možné absolvovat certifikační program Jetson AI, který zahrnuje kurzy pro seznámení a naučení se pracovat s umělou inteligencí v různých oblastech. Vstupním kurzem do světa umělé inteligence je Jetson AI Fundamentals, který obsahuje kurzy a praktické úlohy zaměřené na metody umělé inteligence společně s použitím technologií společnosti NVIDIA obsažených v produktové linii Jetson. Z programu Jetson AI Fundamentals lze na základě praktického hodnocení založeného na projektech získat certifikát Jetson AI Specialist. [43]

3.4.2 Google Developers CodeLabs

Na platformě Google Developers CodeLabs se mohou vzdělávat všichni, kdo usilují o zlepšení dovedností nejen s technologiemi spojenými s umělou inteligencí, ale i lidé, kteří se zajímají o vývoj softwaru. CodeLabs nabízejí interaktivní lekce, které umožňují vyzkoušet si praktickou práci s nástroji a technologiemi od firmy Google (např. Android, Flutter, Firebase). Platforma je zcela bezplatná a dostupná pro všechny, protože se využívá online výukový systém, který vyžaduje pouze webový prohlížeč. [44]

3.4.3 Kaggle

Kaggle je platforma poskytující datové sady, cloudové pracovní prostředí pro vývoj projektů umělé inteligence, datové analýzy nebo statistiky a je složena z široké komunity odborníků, vědců a nadšenců. Nabízí oficiální a komunitní zdroje pro vzdělávání v oblasti datové vědy, kde mezi zdroji najdeme výukové programy, kurzy a předpřipravené fragmenty kódu. Členové této komunity mohou mezi sebou sdílet své práce, spolupracovat na řešení různých problémů, a především diskutovat o správnosti, optimalizaci a kvalitě daného řešení. Mimo jiné pořádá řadu kompetitivních soutěží v oblasti datové vědy, v nichž se účastníci (viz Obrázek 10) snaží o sestavení nejlepších modelů a řešení pro danou úlohu nebo datovou sadu, přičemž ti nejlepší často získávají ceny (nejčastěji finanční odměnu). Certifikáty z této platformy lze získat absolvováním jednotlivých kurzů, účastí v soutěžích nebo obojím. [45] [46]

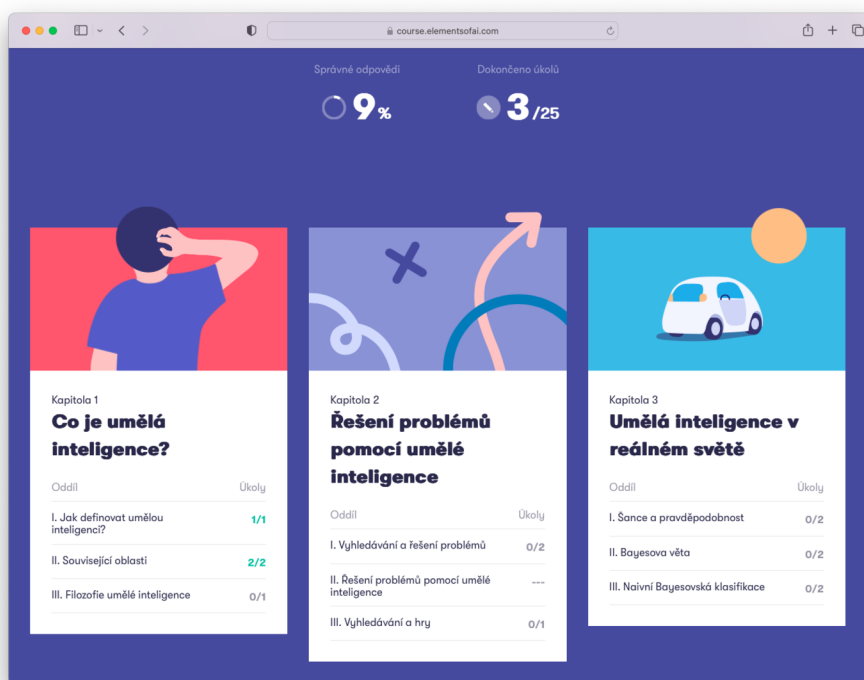


Obrázek 10: Maximální dosažené vzdělání účastníků soutěží na portálu Kaggle [46]

3.4.4 Elements of AI

Elements of AI je mezinárodní vzdělávací program Helsinské univerzity, který se zaměřuje na rozšiřování znalostí o umělé inteligenci a souvisejících oblastech mezi širokou veřejností. Tento program poskytuje základní vzdělání v oboru umělé inteligence prostřednictvím online článků s praktickými úkoly a mini testy pro ověření znalostí. [47]

„Projekt Elements of AI je série bezplatných online kurzů, které připravila společnost MinnaLearn a Helsinská univerzita. Chceme motivovat co nejvíce lidí, aby se seznámili s umělou inteligencí a porozuměli tomu, čeho lze a nelze jejím prostřednictvím dosáhnout. Účastníci tohoto kurzu, který kombinuje teorii s praktickými úkoly, se navíc dozvědí, jak mohou začít vytvářet metody založené na umělé inteligenci. Kurz lze absolvovat vlastním tempem.“ [47]



Obrázek 11: Rozcestník vzdělávacího kurzu [47]

Z programu ElementsofAI lze zdarma získat certifikát úspěšným absolvováním celého online kurzu a splněním úkolů na požadovanou míru úspěšnosti. Pro získání certifikátu je potřeba splnit alespoň 90 % úkolů, z nichž alespoň 50 % musí být zodpovězeno správně. Tento certifikát potvrzuje, že program byl úspěšně absolvován a že byly získány základní znalosti a principy z oboru umělé inteligence. [47]

Do České republiky ho přinesl spolek prg.ai, který založila skupina akademiků z ČVUT, UK, a Akademie věd ČR v roce 2019 za účelem využití potenciálu zdejších odborníků a ve snaze dostat hlavní město Prahu ke světové špičce rozvoje a využití umělé inteligence. Členové tohoto spolku se skládají nejen z odborníků z různých oblastí, ale také z řady firem a společností využívajících umělé inteligence. Mezi hlavní cíle této iniciativy patří vzdělávání v oblasti umělé inteligence, rozvoj výzkumu v Praze a budování komunity na lokální i mezinárodní úrovni. [48]

3.4.5 Machine Learning College

Brněnská společnost Machine Learning College s.r.o. nabízí na svých webových stránkách možnost vzdělávání v oblasti umělé inteligence ve formě kurzů. Jejich cíl vzdělávání je předání praktických znalostí a zkušeností pro vlastní vývoj a návrh modelů strojového učení jak pro začátečníky, tak pro pokročilé. V nabídce najdeme kurzy zaměřené na strojové učení, zpracování přirozeného jazyka, časové řady, konvoluční neuronové sítě a zpracování obrazu. Po dokončení kurzu každý účastník obdrží certifikát o absolvování. Mimo jiné nabízejí ve spolupráci s iniciativou prg.ai týdenní kurz pro středoškolské učitele, který má za cíl připravit učitele na výuku umělé inteligence na střední škole: [49]

„Týdenní intenzivní kurz je určen pro všechny středoškolské učitele, kteří by rádi zařadili umělou inteligenci do výuky informatiky, ale nemají potřebné znalosti a zkušenosti. V kurzu projdeme úplnými základy umělé inteligence a strojového učení a dostaneme se až k návrhu umělých neuronových sítí v Pythonu. Výukové materiály a obsah školení jsou postaveny tak, aby je bylo možné převzít a použít přímo ve výuce na střední škole buď formou samostatného předmětu, nebo jako doplnění existující výuky informatiky.“ [49]

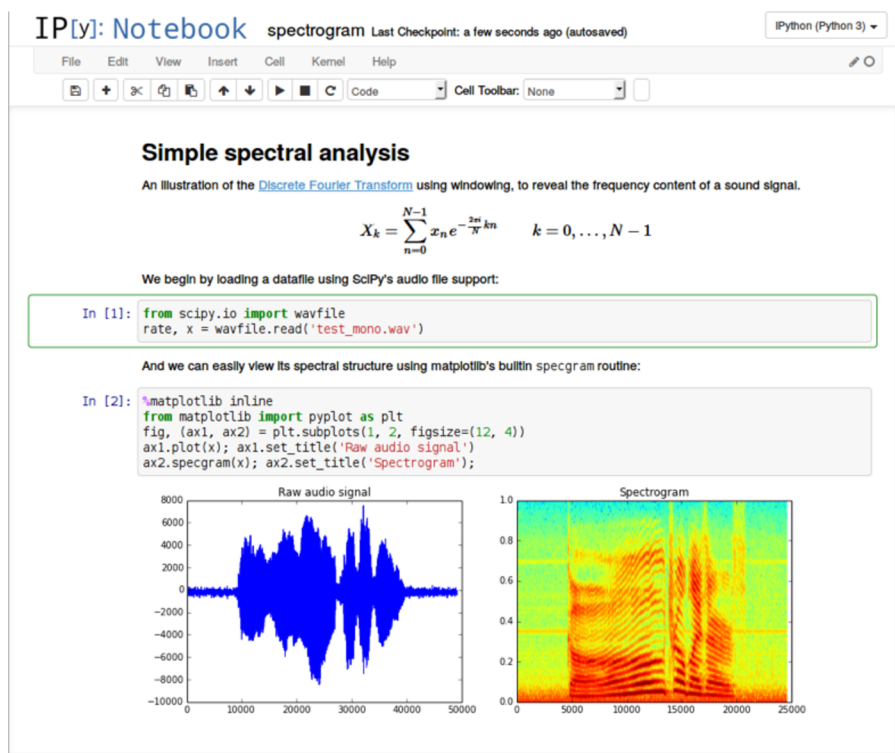
V roce 2021 společnost Machine Learning College společně s iniciativou prg.ai za finanční podpory hlavního města Prahy společnost pomáhala zvýšit vzdělanost v umělé inteligenci mezi učiteli a žáky pražských středních škol. Projekt byl nazvaný Letní škola AI a poskytoval žákům praktické znalosti z oblasti programování, umělé inteligence a strojového učení, s cílem motivovat je ke kariéře a dalšímu vzdělávání v technicky zaměřených oborech. [50] [51]

3.5 Vývojové prostředí a nástroje pro vývoj umělé inteligence

Vývoj modelů umělé inteligence nejčastěji probíhá v programovacím jazyce Python. Ten je jedním z nejoblíbenějších programovacích jazyků pro vývoj umělé inteligence a patří k nejpoužívanějšímu jazyku v oblasti datové vědy. Je to dáno jeho jednoduchostí na naučení, čitelnou syntaxí a širokou škálou použitelnosti. Jeho komunita spolu s rozsáhlou knihovnou pro strojové učení a datovou analýzu umožňují vývojářům efektivně tvořit a provozovat různé modely umělé inteligence. [52]

3.5.1 Vývojové prostředí Jupyter Notebook

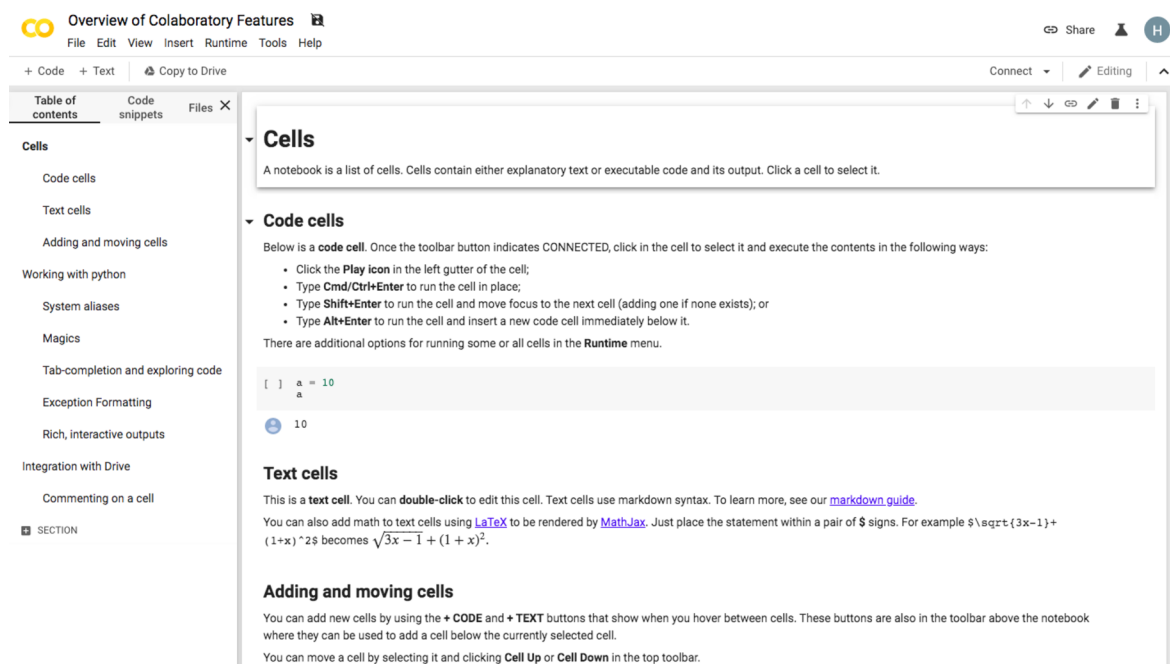
V oblasti datové vědy se při vývoji a trénování různých modelů nejčastěji používá interaktivní programovací nástroj Jupyter Notebook, který umožňuje uživatelům psát a spouštět kód, vytvářet a psát dokumentaci a jednoduše vizualizovat výstupy v jednotlivých blocích (viz Obrázek 12). Nástroj tím tak umožňuje vytvářet bohatě zdokumentované tzv. notebooky, které kombinují bloky kódu, textovou dokumentaci (poznámky, komentáře, matematické vzorce, popis logiky apod.), vizualizace, postupy a výsledky. Jupyter Notebook se dá nainstalovat lokálně na počítač nebo také jako serverové řešení. Využívá hardwarové prostředky hostitelské platformy. [53] [54]



Obrázek 12: Vývojové prostředí Jupyter Notebook [54]

3.5.2 Vývojové prostředí Google Colaboratory

Google Colaboratory je vývojové prostředí inspirované Jupyter Notebookem, avšak je od něj odlišné především tím, že je hostované na serverech Googlu a běží celé v cloudu. Uživatelé mohou prostředí využívat bezplatně ve svém prohlížeči, stačí se přihlásit pomocí Google účtu. Je zde i možnost pořídit si předplatné Colab Pro, které přináší výhody v podobě většího počtu výpočetních jednotek, výkonnějších grafických čipů nebo více operační paměti. [55] [56]

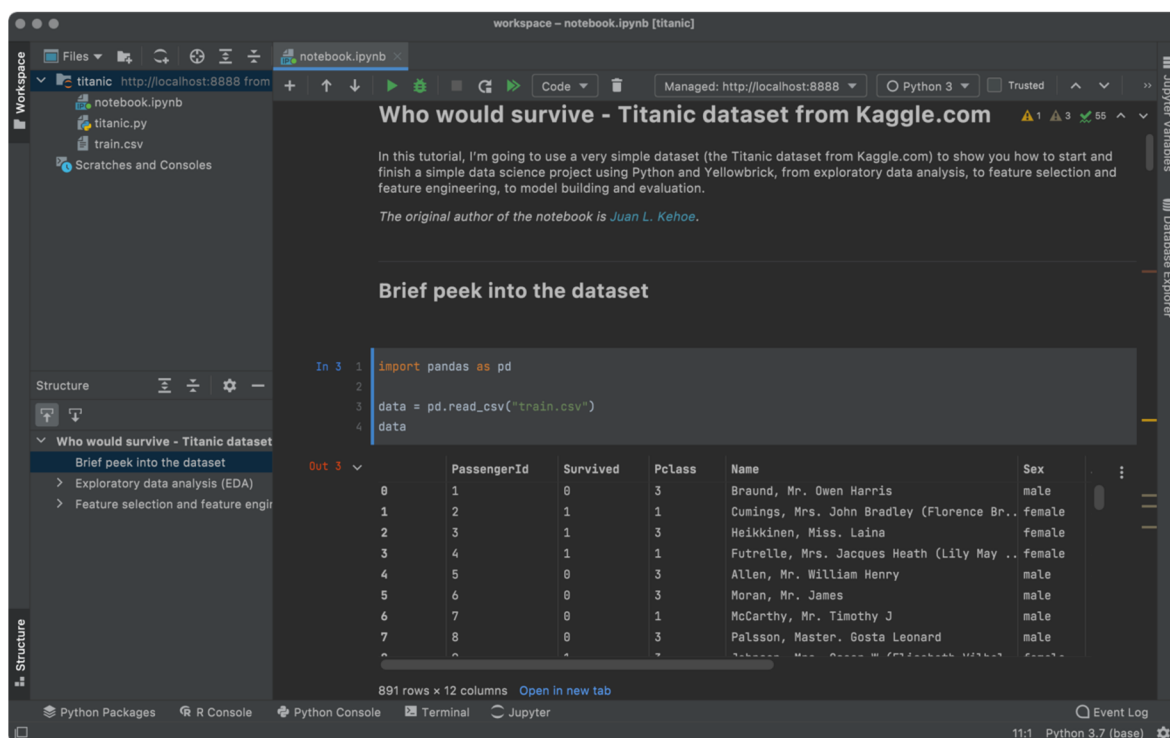


Obrázek 13: Vývojové prostředí Google Colaboratory [55]

Jako primární programovací jazyk se používá Python a uživatelé mohou využít předinstalované knihovny a nástroje pro strojové učení a umělou inteligenci, podle potřeby lze doinstalovat i vlastní knihovny. Google umožňuje bezplatně využívat výkon a výpočetní zdroje serverů, což zajišťuje rychlejší a efektivnější trénování modelů. Data lze jednoduše načítat a ukládat na Google Drive nebo ve službě Google Cloud Storage. Uživatelé tak mohou sdílet notebooky mezi ostatní uživatele a spolupracovníky. [55] [56]

3.5.3 Vývojové prostředí JetBrains DataSpell

JetBrains DataSpell je integrované vývojové prostředí pro vědeckou analýzu dat a strojové učení. Bylo vytvořeno společností JetBrains, která je známá pro své vývojové nástroje, jako je IntelliJ IDEA pro vývoj aplikací v Javě a PyCharm pro vývoj aplikací v jazyce Python. Vývojové prostředí obsahuje sadu nástrojů pro efektivní práci s daty včetně podpory pro jazyky, jako je Python, R a SQL. Dále umožňuje vizualizaci dat, práci s databázemi a má podporu knihoven pro strojové učení a statistickou analýzu. [57]



Obrázek 14: Vývojové prostředí JetBrains DataSpell [57]

DataSpell také poskytuje podporu pro integraci s cloudovými platformami, jako jsou Amazon Web Services, Google Cloud Platform a Microsoft Azure, což umožňuje uživatelům pracovat s velkými datovými sadami bez nutnosti instalovat a konfigurovat infrastrukturu na svých vlastních počítačích. [57]

3.5.4 Knihovna Pandas

Nástroje pro analýzu a manipulaci s daty jsou nezbytnou součástí vývoje umělé inteligence. Open source knihovna Pandas je odborníky považována za jednu z nejdůležitějších knihoven pro práci s daty v Pythonu. Její jednoduchost, flexibilita a rozsáhlé funkce umožňují vývojářům efektivně pracovat s velkými datovými sadami a připravit data pro analýzu a následné modelování. [58] [59]

The diagram shows a DataFrame with 7 rows and 5 columns. The columns are labeled 'Name', 'Team', 'Number', 'Position', and 'Age'. The rows are indexed from 0 to 6. The data is as follows:

	Name	Team	Number	Position	Age
0	Avery Bradley	Boston Celtics	0.0	PG	25.0
1	John Holland	Boston Celtics	30.0	SG	27.0
2	Jonas Jerebko	Boston Celtics	8.0	PF	29.0
3	Jordan Mickey	Boston Celtics	NaN	PF	21.0
4	Terry Rozier	Boston Celtics	12.0	PG	22.0
5	Jared Sullinger	Boston Celtics	7.0	C	NaN
6	Evan Turner	Boston Celtics	11.0	SG	27.0

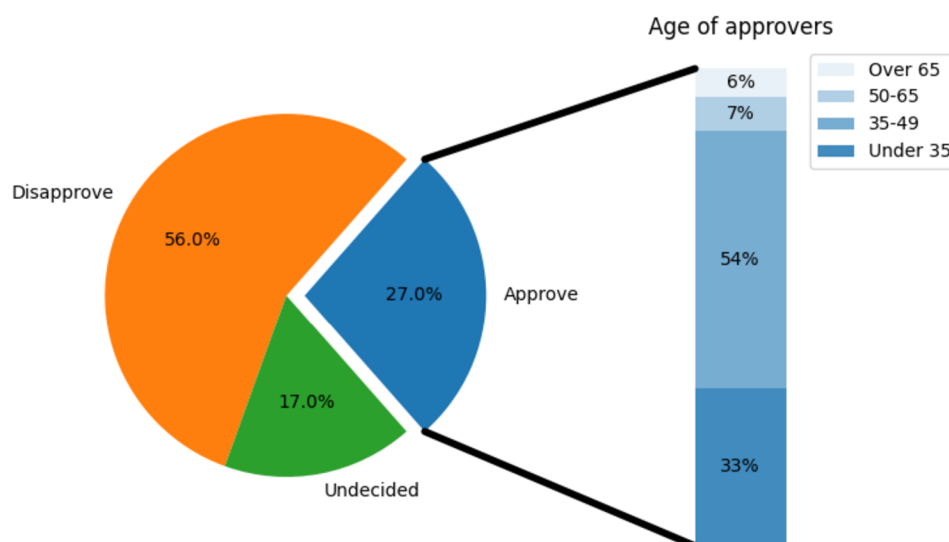
Annotations in the diagram: 'Columns' points to the header row. 'Rows' points to the index column. 'Data' points to the individual cells in the body of the table. A logo 'GG' is in the bottom right corner.

Obrázek 15: Datová struktura DataFrame [59]

Jednou z hlavních vlastností knihovny Pandas je její schopnost pracovat s dvourozměrnými daty. Poskytuje datovou strukturu DataFrame (viz Obrázek 15), která se velmi podobá řádkům a sloupcům v tabulkovém editoru nebo relacím v relačních databázích. Knihovna umožňuje snadno načítat, čistit, ukládat a transformovat data v nejrůznějších zdrojových formátech, jako jsou: CSV, JSON, XLS(X) nebo SQL. Knihovna má schopnost pracovat s různými typy dat (včetně čísel, textu a dat) a lze s ní provádět základní statistickou analýzu dat, pomocí kterých lze zjistit například průměr, medián, směrodatnou odchylku, kvantil a mnoho dalšího. Pandas také obsahuje strukturu Series, která umožňuje pracovat s jednorozměrnými daty, jako jsou například časové řady. Struktura Series poskytuje funkce pro agregaci a transformaci dat, stejně jako funkce pro vytváření grafů. [58] [59]

3.5.5 Knihovna Matplotlib

Pro vizuální reprezentaci dat se v Pythonu nejčastěji používá knihovna Matplotlib, pomocí které lze vytvářet kvalitní a přehledné grafy a vizualizace. Jedná se o jednu z nejpoužívanějších a nejdéle existujících knihoven pro vizuální reprezentaci dat a je silně inspirovaná knihovnou MATLAB. Jedním z hlavních přínosů je schopnost vytvářet grafické znázornění dat z jiných knihoven, jako je Pandas a NumPy. Tato možnost umožňuje snadné zpracování a následné interaktivní zobrazení dat pro jednodušší analýzu a interpretaci. Pomocí Matplotlib lze vytvořit širokou škálu grafů a vizualizací: spojnicové, sloupcové, koláčové a krabicové grafy nebo třeba histogramy (viz Obrázek 16). [60]

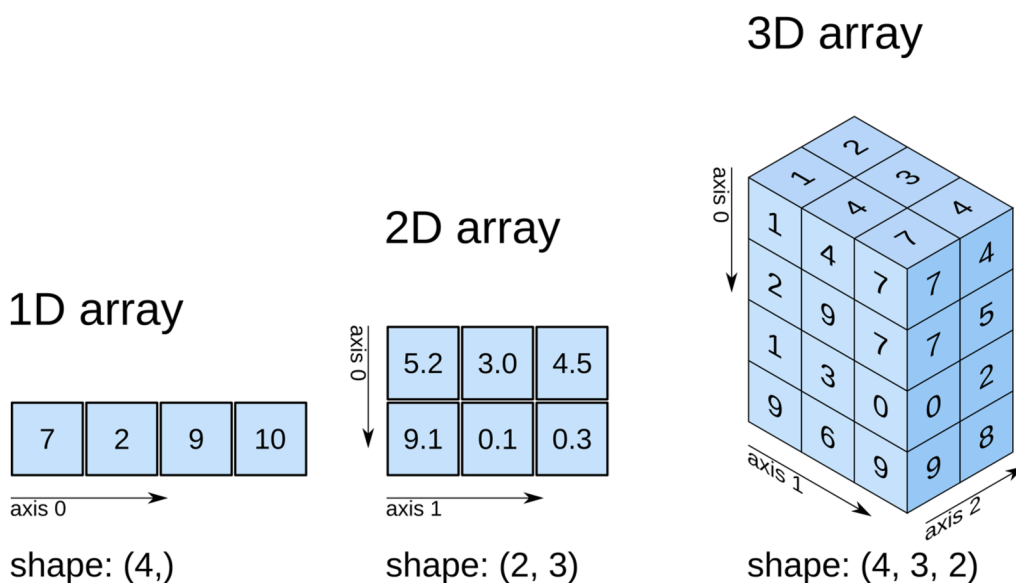


Obrázek 16: Koláčový graf s detailem ve sloupcovém grafu [61]

Grafy lze snadno konfigurovat a upravovat pomocí různých typů formátování, jako jsou barvy, styly čar, legenda, popisky a další. Vizualizace lze snadno exportovat do různých formátů, například PNG, PDF nebo SVG, což usnadňuje sdílení mezi ostatními. [61]

3.5.6 Knihovna NumPy

NumPy je knihovna pro Python, která poskytuje podporu pro výpočetně náročné operace a operace s numerickými daty. Používá se v mnoha oblastech vědy a techniky a díky velké komunitě aktivních uživatelů a vývojářů se neustále přidávají nové funkce a opravují chyby. Umožňuje pracovat s multidimenzionálními poli a maticemi (viz Obrázek 17), nad kterými je možné efektivně provádět výpočty, operace lineární algebry, Fourierovy transformace nebo statistické výpočty. [62] [63]

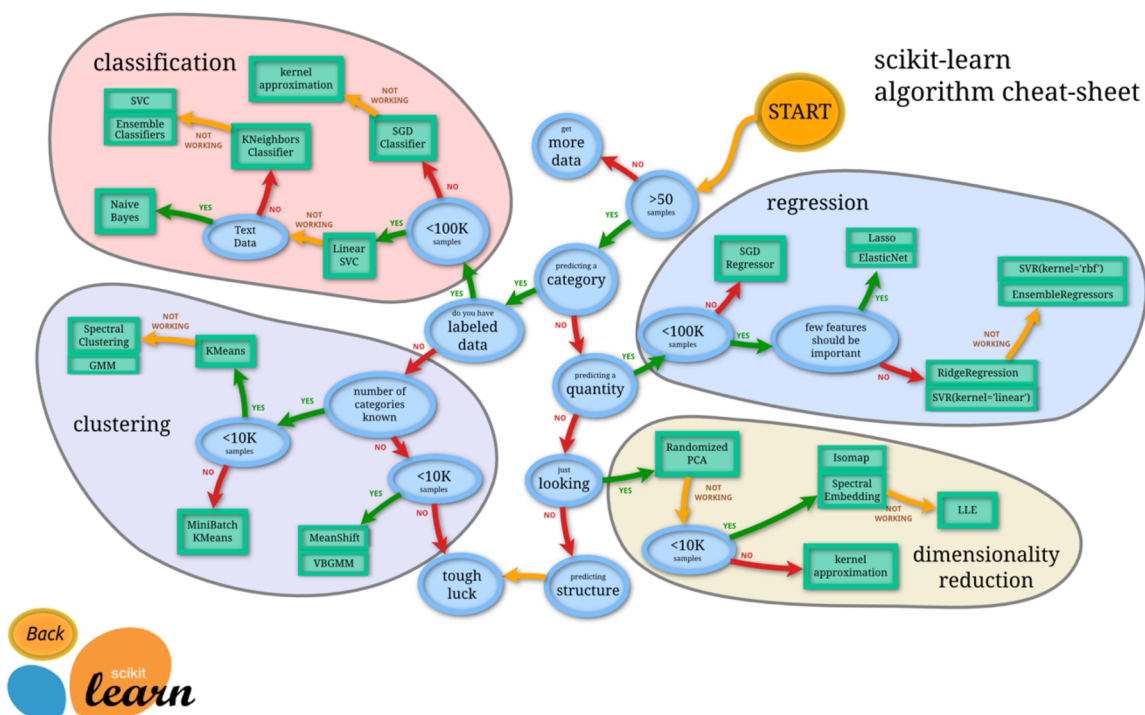


Obrázek 17: Vektor, matice a multidimenzionální pole [63]

Knihovna je založena na kódu v nižších programovacích jazycích C a Fortran, což znamená velkou efektivitu a rychlost při spouštění jednotlivých funkcí. Nižší programovací jazyky jsou v tomto směru mnoho efektivnější než vyšší programovací jazyky, protože se jejich zdrojový kód velmi podobá strojovým instrukcím procesoru a neexistuje nějaká větší abstrakce od toho, jak funguje procesor. [62]

3.5.7 Knihovna Scikit-learn

Scikit-learn je knihovna pro úlohy strojového učení a je známá také pod zkratkou sklearn. Knihovna je velmi známá, protože poskytuje mnoho nástrojů pro vývoj mnoha typů modelů pomocí metod, jako jsou klasifikace, regrese, shlukování nebo redukce dimenzí (viz Obrázek 18). Obsahuje také mnoho nástrojů pro práci s daty, které mohou být velmi užitečné. Konkrétně se jedná například o rozdělení na trénovací a testovací množinu, výběr rysů, normalizace dat, křížovou validaci nebo třeba odhalení extrémů. [64]



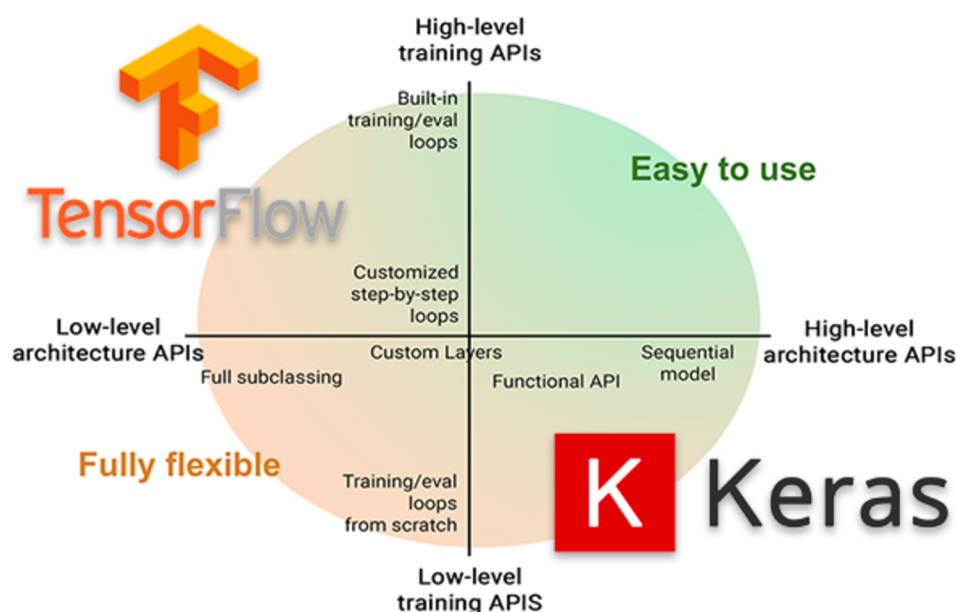
Obrázek 18: Strom algoritmů knihovny Scikit-learn [64]

3.5.8 Knihovna TensorFlow

TensorFlow je knihovna pro numerické výpočty, která se používá pro vytváření a trénování strojově učených modelů. Je to nástroj, který byl původně vyvinut společností Google pro interní využití a následně byl v roce 2015 uvolněn jako open-source projekt. Od té doby se na jeho vývoji podílí velká komunita vývojářů z celého světa. Knihovna umožňuje vytvářet a trénovat modely pomocí mnoha předpřipravených operací pro práci s tenzory (n-rozměrné matice). Tyto operace jsou optimalizovány pro vysokou efektivitu, rychlost a výkon. TensorFlow nabízí různé metody strojového učení, jako jsou například neuronové sítě, rozhodovací stromy nebo Bayesovské sítě. Obsahuje také nástroje pro vizualizaci dat a výsledků trénování, což umožňuje uživatelům rychle diagnostikovat problémy s modelem a optimalizovat ho. [65]

3.5.9 Knihovna Keras

Keras je velmi populární open-source knihovna pro hluboké učení, která slouží k usnadnění tvorby neuronových sítí. Je navržena tak, aby byla snadno použitelná a intuitivní pro začátečníky i pokročilé uživatele. Umožňuje uživatelům snadno a rychle vytvořit, trénovat a vyhodnocovat různé typy neuronových sítí, a to včetně konvolučních sítí, rekurentních sítí nebo kombinací obou těchto sítí. Knihovna je nadstavbou knihovny TensorFlow (viz Obrázek 19). [66]



Obrázek 19: Srovnání rozdílů mezi frameworky TensorFlow a Keras [66]

3.5.10 Knihovna PyTorch

PyTorch je knihovna pro strojové učení podobně jako TensorFlow, avšak oproti němu přístup k jednotlivým funkcím funguje na mnohem nižší úrovni. Poskytuje tedy takzvané low-level API a je potřeba nastavit mnoho parametrů funkcí při tvorbě jednotlivých modelů. To však poskytuje vysokou rychlost a značnou flexibilitu při vytváření daných řešení. Oproti jiným knihovnám obsahuje dynamické výpočetní grafy, které mění svůj vizuální vzhled, což může být například proti knihovně TensorFlow výhodou. [67]

3.5.11 Knihovna OpenCV

OpenCV je knihovna s otevřeným zdrojovým kódem určená především pro strojové vnímání, počítačové vidění a zpracování obrazu (viz Obrázek 20). Obsahuje spoustu funkcí pro metody zpracování obrazu jako například: filtry, morfologické operace, detekce hran, segmentace obrazu, rozpoznávání objektů nebo sledování pohybu. Knihovna je původně napsaná v jazyce C++, poskytuje ale rozhraní pro Python. [68]



Obrázek 20: Detekce objektů ve videu [68]

4 Vlastní práce

Využitím jednodeskových počítačů pro výukové účely se autor zabýval už ve své bakalářské práci [37], která spočívala ve výzkumu využití jednodeskového počítače Raspberry Pi pro výuku informatických předmětů na středních průmyslových školách. Ze závěrů bakalářské práce vyplynulo, že Raspberry Pi je velmi žádoucí pro zapojení do výuky a za jeho hlavní výhodu lze považovat pořizovací náklady. Z práce také vyplývá, že výuku na jednodeskových počítačích lze vést třemi směry: hardwarem, algoritmizací s programováním a základy programového vybavení (operační systémy). Jelikož Jetson Nano je také jednodeskový počítač s podobnými parametry, bude v kapitole 4.5.1 diskutováno možné nahrazení Raspberry Pi počítačem Jetson Nano.

4.1 Analýza současného stavu výuky umělé inteligence

Pro zjištění aktuálního stavu výuky umělé inteligence na středních průmyslových školách v České republice bylo vhodným prostředkem podrobit školy dotazníkovému šetření, a tím tak zmapovat aktuální situaci. Střední školy jsou dle školského zákona⁵ povinné mít školní vzdělávací programy dostupné veřejnosti. Realita je však bohužel taková, že školy ve většině případů zveřejňují na webových stránkách pouze učební osnovu a plán – nikoliv celé školní vzdělávací programy, které ponechávají dostupné pouze na sekretariátu školy nebo jiném přístupném místě. Z tohoto důvodu nebylo možné jednoduše získat potřebná data a bylo potřeba se obrátit na jednotlivé školy pomocí dotazníku.⁶

4.1.1 Struktura a distribuce dotazníku

V rámci výzkumu a analýzy současného stavu výuky umělé inteligence na středních odborných školách bylo vhodné sestavit dotazník takovým způsobem, aby bylo možné jednoduše vyhodnotit aktuální stav výuky v České republice. K tvorbě dotazníku byl použit online nástroj Google Forms a byl tvořen především jako metoda rychlého získání dat a informací ze škol. Dotazník obsahoval celkem 12 otázek a celkově umožňoval se dostat do tří různých variant – 3 dichotomické otázky třídily respondenty do odlišných sekcí. Distribuce dotazníku byla provedena zasláním dotazníku na emailové schránky ředitelů středních odborných škol, vyučujících obory vycházející z RVP 18-20-M/01 Informační technologie. Při sestavování dotazníku autor vycházel z předpokladu, že ředitel dané školy bude mít přehled o aktuálním ŠVP nebo popřípadě vyplnění dotazníku bude delegovat na jeho zástupce, předsedy předmětové komise nebo na učitele, kteří dané téma vyučují.

Seznam sekcí s vysvětlivkou:

- Sekce A => úvodní (rozřazovací) sekce pro všechny respondenty,
- Sekce B => rozřazení škol podle výuky umělé inteligence,
- Sekce C => školy realizují teoretickou výuku umělé inteligence,
- Sekce D => školy realizují praktickou výuku umělé inteligence,
- Sekce E => školy nerealizují výuku umělé inteligence.

⁵ podle § 5 odst. 3 zákona č. 561/2004 Sb. [39]

⁶ dotazník byl vytvořen pomocí metod pedagogického výzkumu [76]

4.1.2 Vyhodnocení dotazníku

Sběr dat probíhal celkem 6 týdnů a dotazník byl poslán na 103 středních odborných škol vyučujících obor vycházející z RVP 18-20-M/01 Informační technologie (veřejných i soukromých). Za tuto dobu se vrátilo celkem 38 odpovědí (návratnost 36,9 %) ze všech krajů České republiky (viz Graf 1). Další vyhodnocení bude počítat již pouze s vyplněnými dotazníky a pro vyhodnocení dotazníku budou použity metody kvalitativního vyhodnocení.

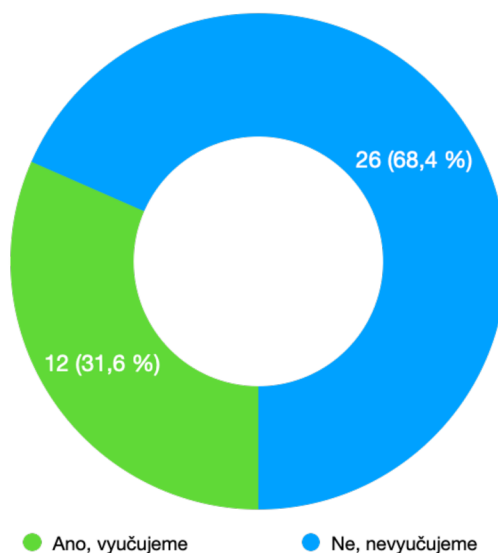
Graf 1: Přehled počtů navracených dotazníků dle krajů v ČR [vlastní zpracování]



Otázka 1 (Sekce A): *Vyučujete umělou inteligenci v oborech vycházejících z rámcového vzdělávacího programu 18-20-M/01 Informační technologie?*

Uzavřená otázka s dichotomickým charakterem. Z této základní otázky se dotazník dále rozděluje na dva další možné průchody dotazníkem. Pokud respondent odpověděl kladně, pokračoval na další otázku, v případě záporné odpovědi přeskočil na otázku 10 v sekci E. Téma umělé inteligence vyučuje v IT oborech celkem 12 z 38 (31,6 %) středních odborných škol (viz Graf 2). Zbýlých 26 z 38 (68,4 %) škol toto téma v daném oboru nevyučuje.

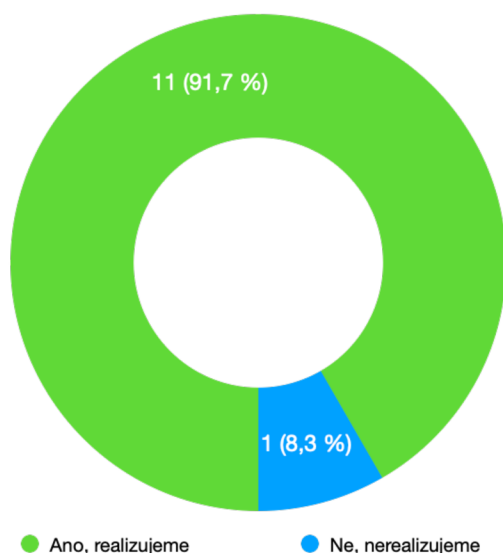
Graf 2: Realizace výuky umělé inteligence v IT oborech [vlastní zpracování]



Otázka 2 (Sekce B): *Realizujete teoretickou výuku umělé inteligence?*

Otázka 2 je dichotomického charakteru a rozděluje průchod dotazníkem na dvě cesty. Cílem je zjistit, zda škola realizuje teoretickou výuku umělé inteligence. V případě kladné odpovědi pokračuje na otázku 3 do sekce C, jinak pokračuje až na otázku 5 do sekce D, jelikož škola realizuje pouze praktickou výuku umělé inteligence. Teoretickou výuku umělé inteligence realizuje 11 z 12 (91,7 %) škol, které realizují výuku tohoto tématu v daném oboru (viz Graf 3).

Graf 3: Realizace teoretické výuky umělé inteligence [vlastní zpracování]



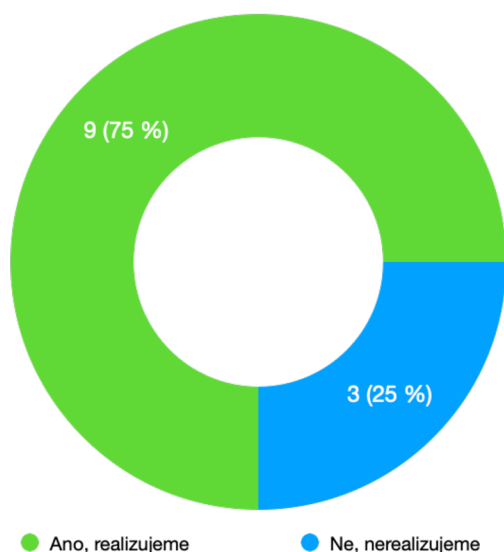
Otázka 3 (Sekce C): *Jakým způsobem probíhá teoretická výuka umělé inteligence? (stručný popis, počet hodin, témata, způsoby výuky,...)*

Doplňková nepovinná otázka k otázce 2, kde bylo cílem zjistit způsoby teoretické výuky u jednotlivých škol. Ze syntézy stručných odpovědí získaných od respondentů bylo zjištěno, že výuka v teoretických tématech probíhá v různých rozsazích a formách. Na některých školách je výuka pravidelná, intenzivnější, podrobnější a na dalších se zase o toto téma opírají pouze okrajově v ostatních předmětech. Rozdílná je tedy i hodinová dotace pro dané téma ve výuce.

Otázka 4 (Sekce C): Realizujete i praktickou výuku umělé inteligence?

Otázka 4 je dichotomického charakteru a po vyplnění pokračuje na otázku 5 do navazující sekce D, jinak dotazník pokračuje až na otázku 10 do sekce E. Cílem bylo zjistit, zda školy na teoretickou výuku navazují praktickou výukou. Pro upřesnění praktické výuky bylo u otázky specifikováno, že praktickou výukou se rozumí samostatná interakce žáků s počítači. Praktickou výuku umělé inteligence realizuje 9 z 12 (75 %) škol (viz Graf 4).

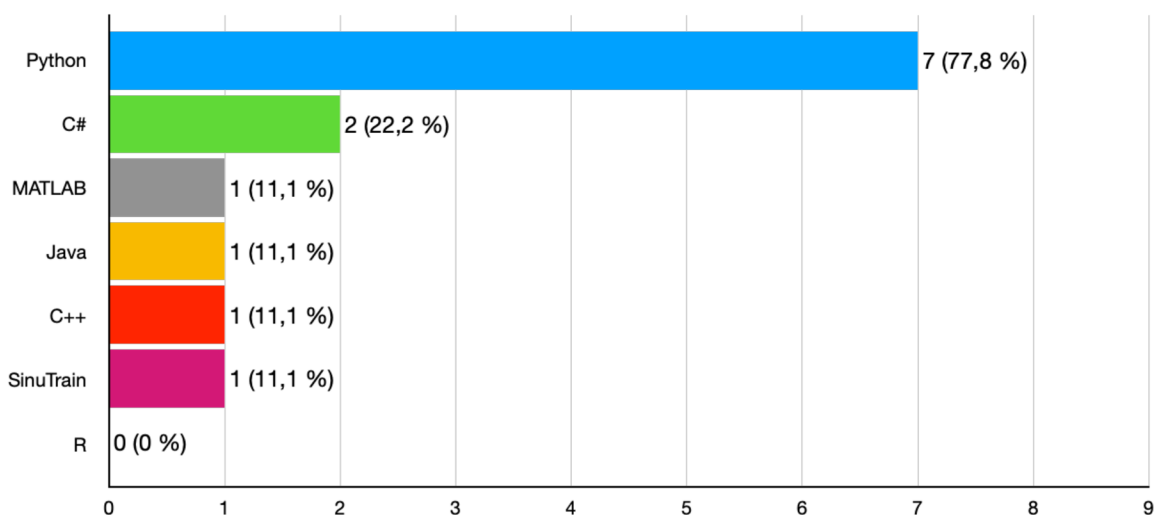
Graf 4: Realizace praktické výuky umělé inteligence [vlastní zpracování]



Otázka 5 (Sekce D): *Jaký programovací jazyk používáte při praktické výuce umělé inteligence?*

Uzavřená otázka s možností zaškrtnutí mezi nejčastějšími programovacími jazyky používaných pro tvorbu modelů umělé inteligence: Python, Java, R, MATLAB, C++ a C#. Cílem bylo zjistit používaný programovací jazyk při praktické výuce umělé inteligence. Z výsledků dotazníku vyplývá, že nejčastěji používaným jazykem je Python, pro který odpovědělo celkem 7 z 9 (77,8 %) škol realizujících praktickou výuku. Další používané jazyky a jejich četnosti jsou znázorněny v následujícím grafu (viz Graf 5).

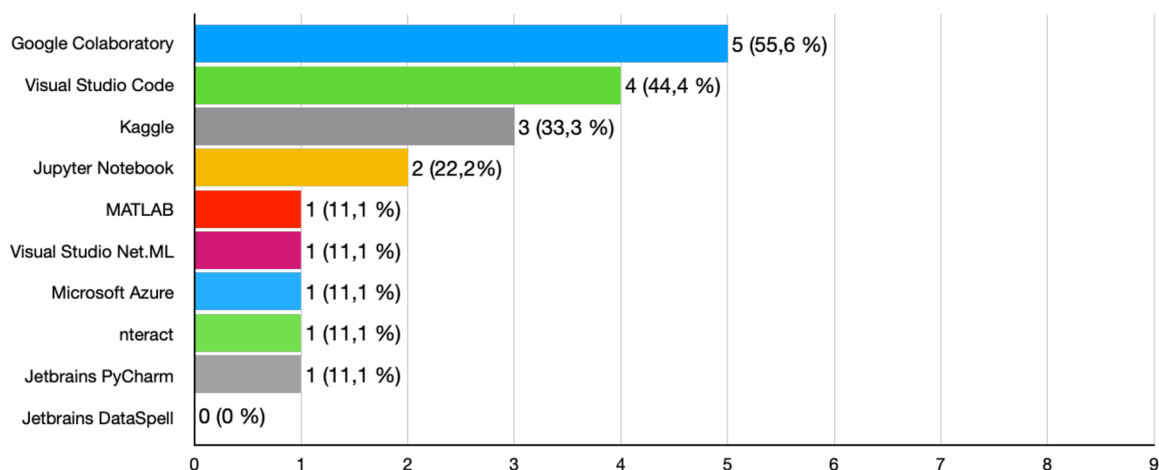
Graf 5: Používané programovací jazyky při výuce umělé inteligence [vlastní zpracování]



Otázka 6 (Sekce D): *Používáte některý z těchto nástrojů pro úlohy umělé inteligence?*

Otázka 6 je uzavřená otázka s možností zaškrtnutí mezi nejčastěji používanými nástroji pro úlohy umělé inteligence. Cílem bylo zjistit nástroje, které jsou při výuce umělé inteligence využívány nejčastěji. Nejvíce škol realizujících praktickou výuku používá online nástroj Google Colaboratory, pro který odpovědělo 5 z 9 (55,6 %) škol, dále pak 4 z 9 (44,4 %) škol používá Visual Studio Code a 3 z 9 (33,3 %) škol používá Kaggle. Další nástroje, které školy používají, jsou uvedeny v následujícím grafu (viz Graf 6).

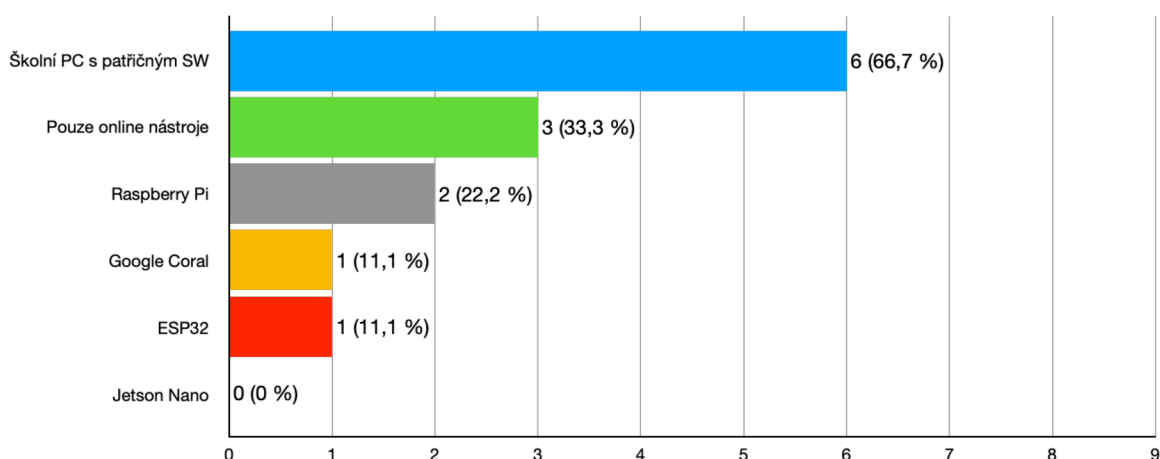
Graf 6: Používané nástroje při výuce umělé inteligence [vlastní zpracování]



Otázka 7 (Sekce D): *Používáte i některé hardwarové prostředky pro výuku umělé inteligence?*

Uzavřená otázka s možností zaškrtnutí odpovědi. Cílem zkoumané otázky bylo zjistit, zda škola používá některé z uvedených hardwarových prostředků pro výuku umělé inteligence. Nejčastější odpověď byla školní počítače s patřičným softwarem, pro kterou hlasovalo 6 z 9 (66,7 %) respondentů, 3 z 9 (33,3 %) škol používají pouze softwarové online nástroje a dalším prostředkem byl jednodeskový počítač Raspberry Pi, který využívají 2 z 9 (22,2 %) škol. Ostatní odpovědi jsou zobrazeny v následujícím grafu (viz Graf 7).

Graf 7: Hardwarové prostředky používané při výuce umělé inteligence



Otázka 8 (Sekce D): *Pokud používáte hardwarové prostředky (jednodeskové počítače) pro výuku umělé inteligence, používáte je i při jiné výuce? (např. Raspberry Pi, Arduino, Jetson Nano,...)*

Doplňková nepovinná otevřená otázka s cílem zkoumat využití jednodeskových počítačů ve výuce napříč ostatními předměty či obory. Školy při výuce jiných témat používají nejčastěji Arduino, Raspberry Pi a ESP32. Způsoby, jakými jsou zařízení využívána, zmínil pouze jeden respondent, který používá jednodeskové počítače pro ročníkové práce žáků a uvedl i témata: „rozpoznání příjezdu auta na parkoviště“ nebo „rozpoznání osoby při vstupu do obchodu“.

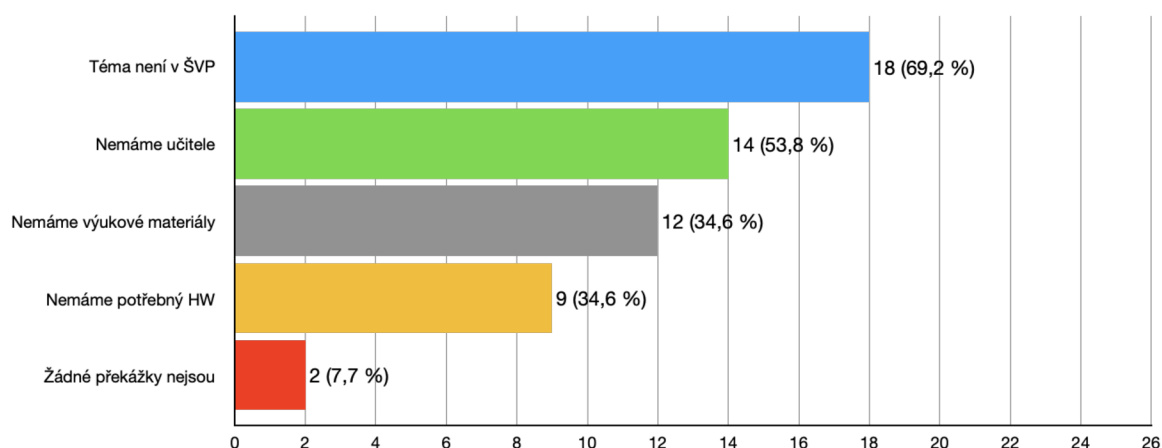
Otázka 9 (Sekce D): *Jakým způsobem probíhá praktická výuka umělé inteligence? (stručný popis, počet hodin, témata, způsoby výuky, nástroje,...)*

V této doplňkové nepovinné otevřené otázce bylo cílem zjistit, jakými způsoby probíhá praktická výuka umělé inteligence na konkrétní škole. U této otázky byly odpovědi lehce ovlivněné tím, že ředitel školy nemusí vědět, jakým způsobem výuka probíhá, ale měl by, minimálně ze vzdělávacího programu, vědět, jaká témata se v daném předmětu vyučují. Z analýzy odpovědí respondentů vyplynulo, že způsob, jakým je většinou vedena výuka, je formou zadání předpřipravených úloh a následného společného procvičení probírané látky. Výuka probíhá pravidelně v rozmezí mezi 1–2 hodinami týdně.

Otázka 10 (Sekce E): Jsou nějaké překážky, které aktuálně brání ve výuce umělé inteligence?

Uzavřená otázka 10 zkoumala, jestli existují nějaké překážky, které brání škole ve výuce umělé inteligence. Na otázku se odpovídalo zaškrtnutím odpovědí, které situaci na škole vystihovaly nejvíce. Cílem tedy bylo najít hlavní důvody, proč školy umělou inteligenci nerealizují. Výuka se nejčastěji nerealizuje z důvodu chybějícího tématu ve školním vzdělávacím programu, kde pro tuto možnost hlasovalo 18 z 28 (69,2 %) škol. Druhou nejpočetnější odpovědí, kterou uvedlo 14 z 28 (53,8 %) respondentů, bylo, že nemají učitele s požadovanými znalostmi. Dalších 12 z 28 (34,6 %) respondentů uvedlo, že nemají potřebné výukové materiály a 9 z 28 (34,6 %) škol uvedlo, že nemají potřebné technické vybavení. Podrobné výsledky jsou zobrazené v následujícím grafu (viz Graf 8).

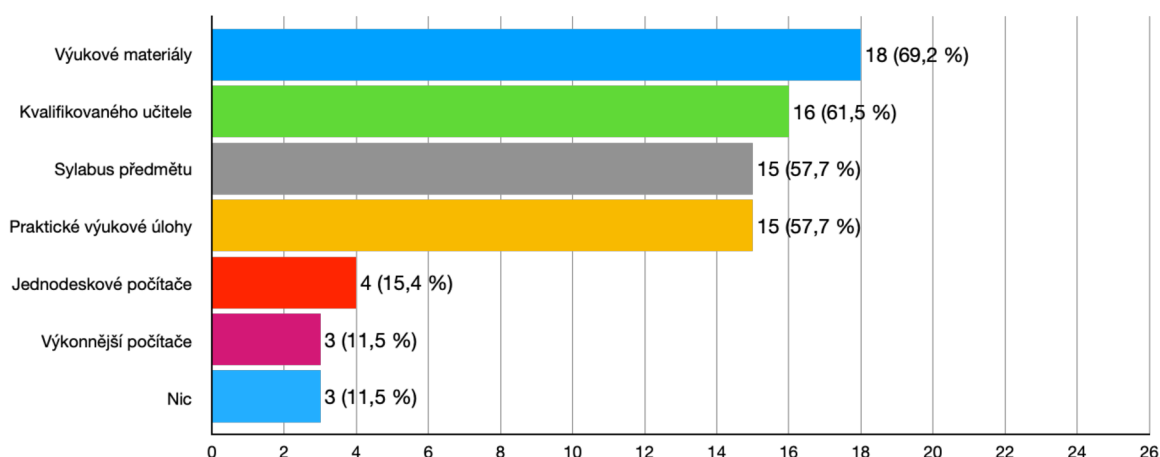
Graf 8: Překážky bránící ve výuce umělé inteligence [vlastní zpracování]



Otázka 11 (Sekce E): *Co byste potřebovali, aby se u Vás výuka mohla začít realizovat?*

Uzavřená otázka s možností zaškrtnutí odpovědí zkoumala potřeby škol pro výuku umělé inteligence. Cílem této otázky bylo zjistit největší potřeby, které aktuálně školy potřebují, aby bylo možné výuku umělé inteligence realizovat. Nejčastější potřebou pro realizaci výuky umělé inteligence byly výukové materiály, pro které hlasovalo 18 z 28 (69,2 %) škol, druhá byla potřeba kvalifikovaného učitele u 16 z 28 (61,5 %) škol a třetí nejčastější potřebou byly praktické výukové úlohy shodně se sylabem předmětu, pro které hlasovalo 15 z 28 (57,7 %) škol. Výsledky jsou zobrazené v následujícím grafu (viz Graf 9).

Graf 9: Potřeby škol pro realizaci výuky umělé inteligence [vlastní zpracování]



Otázka 12 (Sekce E): *Umělou inteligenci sice nevyučujete, avšak používáte alespoň jednodeskové počítače v jiných tématech či studijních oborech? (např. Raspberry Pi, Arduino, Jetson Nano,...)*

Doplňková nepovinná otevřená otázka s cílem zkoumat využití jednodeskových počítačů ve výuce napříč ostatními předměty či obory. Na většině škol používají jednodeskové počítače ve výuce i v jiných tématech, nejčastěji v rámci robotiky, automatizace, kybernetické bezpečnosti a programování.

4.2 Analýza RVP 18-20-M/01 Informační technologie

Kurikulární rámce stanovují povinný obsah všeobecného i odborného vzdělávání a vymezují požadované výsledky vzdělávání. Obsah vzdělávání je rozdělen na vzdělávací oblasti a obsahové okruhy. Z analýzy rámcového vzdělávacího programu vyplývá, že se téma umělé inteligence nevyskytuje v žádné vzdělávací oblasti a ani v obsahovém okruhu, protože se nezaměřuje na specifické technologie nebo oblasti. Jeho cílem je poskytnout žákům obecné znalosti v oboru informačních technologií, které jim umožní uplatnit se v praxi a případně se dál specializovat v různých oblastech. Pro účely této práce jsou na základě analýzy důležité následující oblasti vzdělávání stanovené v rámcovém vzdělávacím programu. [38] [39]

4.2.1 Základní programové vybavení

Vzdělávací oblast základní programové vybavení cílí na seznámení se s problematikou operačních systémů. Hlavním bodem, na který je kladen důraz, je získání potřebných praktických znalostí a dovedností k instalaci, konfiguraci a správě operačních systémů. Žák se naučí připojovat počítač k síti, spravovat a konfigurovat služby běžící na operačním systému, ochránit data před zničením a zabezpečit počítač proti zneužití. [38]

Tabulka 3: Rozpis učiva pro vzdělávací oblast Základní programové vybavení [38]

Výsledky vzdělávání	Učivo
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none">- nainstaluje operační systém- nakonfiguruje operační systém pro použití periferních zařízení- nastaví účty uživatelů a skupin a jejich oprávnění- připojí a nakonfiguruje počítač v rámci počítačové sítě- připojí počítač k síti Internet	<p>1 Instalace, konfigurace a správa operačního systému</p> <ul style="list-style-type: none">- konfigurace OS (nastavení uživatelských účtů, přizpůsobení uživateli a požadavkům organizace, konfigurace přístupu ke službám OS, konfigurace přístupu k datům)
<ul style="list-style-type: none">- zálohuje OS a data- zaktualizuje OS- zabezpečí počítače proti zneužití- ochrání data před zničením- orientuje se v používaných OS a zvolí vhodný OS s ohledem na jeho nasazení	<p>2 Operační systémy</p> <ul style="list-style-type: none">- druhy, systémové požadavky, vlastnosti, použití, aktualizace- zabezpečení a ochrana systému a dat- viry, spyware
<ul style="list-style-type: none">- zná funkci a význam jednotlivých síťových služeb- zaktivuje a nakonfiguruje síťové služby na osobním počítači	<p>3 Konfigurace služeb síťových OS</p> <ul style="list-style-type: none">- DHCP, DNS, FTP, HTTP, file server, print server, SQL server, SMTP server- konfigurace síťových rozhraní

4.2.2 Programování a vývoj aplikací

Cílem vzdělávací oblasti programování a vývoj aplikací je naučit žáka vytvářet algoritmy a následně je pomocí programovacího jazyka zapsat do zdrojového kódu programu. Důraz je kladen na pochopení vlastností a zápisu algoritmů, na porozumění datovým typům a řídicím strukturám programu, na správné využívání základních pojmů objektově orientovaného programování a na základy relačních databází pomocí jazyku SQL. V této oblasti vzdělávání tvoří podstatnou část samotné tvoření jednoduchých aplikací a vytváření statických či dynamických WWW stránek s využitím databáze. [38]

Tabulka 4: Rozpis učiva pro vzdělávací oblast Programování a vývoj aplikací [38]

Výsledky vzdělávání	Učivo
Žák: <ul style="list-style-type: none">- zná vlastnosti algoritmu- zanalyzuje úlohu a algoritmizuje ji- zapíše algoritmus vhodným způsobem	1 Algoritmizace <ul style="list-style-type: none">- význam, prvky algoritmu
<ul style="list-style-type: none">- použije základní datové typy- použije řídicí struktury programu- vytvoří jednoduché strukturované programy	2 Strukturované programování <ul style="list-style-type: none">- datové typy- řídicí struktury
<ul style="list-style-type: none">- rozumí pojmům třída, objekt a zná jejich základní vlastnosti- použije jednoduché objekty	3 Úvod do objektového programování <ul style="list-style-type: none">- třída, objekt, vlastnosti tříd
<ul style="list-style-type: none">- zná výhody použití jazyka SQL- použije základní příkazy jazyka SQL	4 Základy jazyka SQL <ul style="list-style-type: none">- základní příkazy (SELECT, UPDATE, INSERT, DELETE)
<ul style="list-style-type: none">- aplikuje zásady tvorby WWW stránek- orientuje se ve struktuře HTML stránky- vytvoří webové stránky včetně optimalizace a validace- použije formuláře a skriptovací jazyk	5 Tvorba statických a dynamických webových stránek

4.3 Analýza ŠVP 18-20-M/01 Vývoj aplikací

Střední průmyslová škola na Proseku nabízí dva studijní programy vycházející z RVP 18-20-M/01 Informační technologie. Programy se sice liší podle typu jejich zaměření, absolventi však získají základní znalosti a dovednosti ze všech oblastí informačních technologií (daných RVP) obohacené o dané profilové zaměření. Pro účely této práce však byly analyzovány pouze ŠVP Vývoj aplikací platný od roku 2019 a 2021. Vývoj aplikací je vzdělávací program zaměřený na vývoj aplikací a her na různých platformách (multiplatformní vývoj), 3D grafiku a animace, herní enginy, virtuální realitu a vývoj aplikací pro virtuální realitu a na zabezpečení aplikací. [37]

4.3.1 ŠVP platný od roku 2019

Výuka umělé inteligence se aktuálně realizuje v dobíhající ŠVP s platností od roku 2019, konkrétně v teoretickém předmětu Gamedesign a grafika vyučovaném ve 3. ročníku studia s hodinovou dotací 1 hodina týdně. Předmět je za celý rok celkově rozdělen do tří témat: gamedesign, UX v návrhu aplikací a her a základy umělé inteligence. Téma základy umělé inteligence je v předmětu rozvrženo na celkově 12 hodin a tematicky pokrývá od teoretických základů až po pokročilejší témata umělé inteligence (viz Tabulka 5). Výuka je realizována v teoretické učebně vybavené počítači s místem až pro 30 žáků. V této učebně se výuka realizuje u teoretických předmětů, kdy je v průběhu výuky potřebná interakce žáků s počítači. [69]

Tabulka 5: Rozpis učiva v předmětu Gamedesign a grafika [69]

Téma	Počet hodin tématu
Výsledky vzdělávání	Učivo
Základy umělé inteligence	12 hodin
- vybírá vhodnou metodu při řešení specifického problému implementace UI	- Turingův test - neuronové sítě - evoluční algoritmy - prohledávání stavového prostoru - expertní systémy - umělý život - strojové učení

4.3.2 ŠVP platný od roku 2021

Pro aktuální revidované ŠVP s platností od roku 2021 se téma umělé inteligence bude vyučovat až ve 4. ročníku studia v předmětu Vývoj aplikací (žáci studující dle tohoto ŠVP jsou aktuálně ve 2. ročníku). Tento předmět je v daném ročníku primárně zaměřený na praktickou výuku programování a vývoje mobilních aplikací, kde je pro téma staticky typovaný objektově-funkcionální jazyk alokováno 50 hodin. Zbýlých 31 hodin zbývá na téma Základy umělé inteligence, ve kterém se vyučuje umělá inteligence (viz Tabulka 6). Jelikož vzdělávací plán je platný od ročníků nastoupených po roce 2021, nebyla dle něj výuka doposud realizována. Oproti ŠVP z roku 2019 je velkým rozdílem změna v organizaci výuky, a to přesunem z teoretické na praktickou výuku a také navýšením týdenní dotace hodin, která byla zvýšena z 1 na 3 hodiny týdně. Praktická výuka je ve třídách dělena do dvou skupin po maximálně 16 žácích a je realizována v laboratořích s počítači. [70]

Tabulka 6: Rozpis učiva v předmětu Vývoj aplikací [70]

Téma	Počet hodin tématu
Výsledky vzdělávání	Učivo
Základy umělé inteligence	31 hodin
<ul style="list-style-type: none">- porovnává rozdíl mezi umělou inteligencí a strojovým učením- provádí základní datovou analýzu- zpracovává obrazy a zpracovává přirozený jazyk pomocí umělé inteligence- používá knihovny jazyka Python pro řešení zadání- řeší úlohy z oblasti strojového učení od přípravy dat až po jejich trénování- vybírá vhodnou metodu řešení úlohy klasifikace a regrese a upravuje hyperparametry zvolené metody- používá neuronové sítě na řešení úloh klasifikace a regrese	<ul style="list-style-type: none">- umělá inteligence- data a informace- strojové učení- klasifikace, regrese, shlukování a identifikace- predikce a validace dat- matematické základy umělé inteligence- knihovny pro umělou inteligenci- strojové učení- klasifikace a regrese- neuronové sítě- využití HW

4.4 Vytvoření předmětu pro výuku umělé inteligence

Předmět je tvořen v rámci revize ŠVP na SPŠ na Proseku, kde se vychází z aktuálních trendů a potřeb na trhu práce. Předmět lze využít i na jiných školách, je však nutné upravit obecné cíle předmětu a jeho pojetí. Mezipředmětové vztahy vycházejí z připravovaného ŠVP pro nastupující žáky od 1. 9. 2024 a v těchto vztazích jsou uvedeny nutné prerekvizity. Z dotazníkového šetření vyplývá, že nejčastější překážka pro výuku umělé inteligence na školách je chybějící téma ve školním vzdělávacím programu a jednou z hlavních potřeb byl sylabus předmětu (tematický plán).

Výuka předmětu bude probíhat ve 4. ročníku studia oboru Vývoj aplikací vycházejícího z RVP 18-20-M/01 Informační technologie. Předmět je rozvržen do posledního ročníku studia především z důvodu získaných vědomostí a zkušeností z různých předmětů. Dále se předpokládá, že žáci budou mít dostatečně rozvinuté matematické myšlení a logické uvažování, aby byli schopni pochopit základní principy probírané problematiky. Počet hodin ve čtvrtém ročníku je nižší než v ostatních ročnících, důvodem je dřívější ukončení ročníku z důvodu konání maturitní zkoušky a v případě SPŠ na Proseku i souvislé praxe žáků na začátku 4. ročníku v rozsahu 3 týdnů. Celková hodinová dotace je z důvodu dostatečného procvičení probírané látky navržena na 3 vyučovací hodiny týdně. Celkový počet vyučovacích hodin v ročníku při 3hodinové dotaci je 81 hodin. Předmět byl vytvořen dle platné metodiky pro tvorbu ŠVP. [41]

4.4.1 Obecný cíl předmětu a cíle vzdělávání

Předmět představuje pro žáky moderní a alternativní přístup k řešení problémů jednoho z nejmladších vědních oborů – umělé inteligence. Cílem předmětu je seznámit žáky se základy a vybranými metodami velmi rozsáhlé a náročné oblasti umělé inteligence. Alternativním cílem je naučit žáky tyto poznatky prakticky aplikovat v reálném životě, a pomoci jim tak rozvíjet logické a kreativní myšlení.

4.4.2 Charakteristika učiva

Předmět zahrnuje nejdůležitější témata z oboru umělé inteligence. Zpočátku se jedná o teoretický úvod do umělé inteligence a praktické základy datové analýzy společně s problematikou dat, informací a jejich ochrany. Dále se pak vyučují regresní a klasifikační

metody učení zaměřené na jednotlivé úlohy a způsoby procesu trénování, predikce a následné validace ohodnocením modelu pomocí výstupu z chybové funkce. Následně navazuje učivo umělé neuronové sítě zaměřené na různé typy neuronových sítí, jejich architekturu, hloubku a způsoby aktivace neuronů.

4.4.3 Výukové strategie (pojetí výuky)

Předmět je zařazen do 4. ročníku v rozsahu 3 vyučovacíh hodin týdně, kdy všechny tři hodiny jsou praktická cvičení, a je rozřazen do celkem 5 tematických celků, které na sebe navazují. Teoretická výuka probíhá během cvičení formou frontálního vyučování (výkladu) s připravenými výukovými materiály. Tuto výuku doplňují praktické výukové úlohy, realizované s pomocí jednodeskových počítačů Jetson Nano, které slouží k procvičení dané problematiky. K rozšiřování jazykové úrovně žáků v anglickém jazyce jsou používány cizojazyčné výukové materiály, které tvoří část zadání úloh. V rámci jednotlivých témat také probíhá projektová výuka realizována na školních i vlastních tématech a je vedena k osvojení získaných vědomostí a znalostí.

4.4.4 Mezipředmětové vztahy

Výuka předmětu navazuje na výuku v předmětu Praktikum z informatiky, kde se žáci setkali s jednodeskovými počítači po praktické stránce a také s algoritmizací. Po teoretické stránce se s těmito počítači žáci seznámili v předmětu technické vybavení, kde se zaměřili na jejich HW vybavení a architekturu procesorů a grafických čipů. Tyto znalosti používají při práci s jednodeskovým počítačem Jetson Nano. Dále předmět navazuje na výuku v předmětu Vývoj aplikací, kde se žáci naučili programovat v jazyce Python, který je v rámci předmětu používán.

4.4.5 Rozpis učiva

Tabulka 7: Rozpis učiva [vlastní zpracování]

Téma	Počet hodin tématu
Výsledky vzdělávání	Učivo
Úvod do umělé inteligence	9 hodin
<ul style="list-style-type: none"> - vysvětlí různé přístupy k definici umělé inteligence - popíše vývoj umělé inteligence - vyjmenuje základní oblasti umělé inteligence - demonstruje praktické využití umělé inteligence v reálném životě - popíše průběh Turingova testu - vysvětlí nejčastější kritiku Turingova testu - vyjmenuje úlohy strojového a hlubokého učení - popíše rozdíly mezi typy učení 	<ul style="list-style-type: none"> - definice umělé inteligence - vývoj umělé inteligence - slabá a silná umělá inteligence - oblasti umělé inteligence - Turingův test a jeho kritika - argument čínského pokoje - bezpečnost a etika umělé inteligence - filozofické otázky umělé inteligence - umělý život - úlohy strojového a hlubokého učení - druhy učení
Základy datové analýzy	12 hodin
<ul style="list-style-type: none"> - popíše rozdíl mezi informacemi a daty - popíše způsoby získávání dat, jejich důležitost a důvody tvorby datasetů - vysvětlí rozdíl mezi strukturovanými a nestrukturovanými daty - popíše data podle základních statistických ukazatelů - identifikuje chyby, bias a extrémny - používá knihovny pro datovou manipulaci, vizualizaci a analýzu - interpretuje výsledky získané z dat - orientuje se v problematice datové regulace a GDPR 	<ul style="list-style-type: none"> - data, informace a datové sety - datové zdroje - strukturovaná a nestrukturovaná data - datové ukazatele - chyby, bias a extrémny v datech - datová vizualizace - příprava dat - velká data - vytěžování dat - rozhodování na základě dat - knihovny pro vizualizaci a manipulaci s daty - datová regulace a GDPR

Regresní úlohy	18 hodin
<ul style="list-style-type: none"> - uvádí příklady regresních úloh - provádí trénování, predikci a validaci modelu regresní úlohy - popíše průběh regresní analýzy - vysvětlí principy lineární regrese - popíše rozdíly mezi grafy, stromy a lesy - aplikuje modely regresních úloh do praktických problémů 	<ul style="list-style-type: none"> - definice regresní úlohy - proces trénování, predikce a validace regresních modelů - regresní analýza - lineární regrese - datové struktury - regresní rozhodovací stromy
Klasifikační úlohy	18 hodin
<ul style="list-style-type: none"> - uvádí příklady klasifikačních úloh - provádí trénování, predikci a validaci modelu klasifikační úlohy - vysvětlí průběh logaritmické funkce - popíše rozdíl mezi lineární a logistickou regresní úlohou - vysvětlí průběh křížové entropie - aplikuje modely klasifikačních úloh do praktických problémů 	<ul style="list-style-type: none"> - definice klasifikační úlohy - proces trénování, predikce a validace klasifikačních modelů - logaritmické funkce - logistická regrese - křížová entropie - klasifikační rozhodovací stromy
Umělé neuronové sítě	24 hodin
<ul style="list-style-type: none"> - popíše použití a architekturu umělých neuronových sítí - vysvětlí základní aktivační a chybové funkce - navrhne a sestaví model neuronové sítě - popíše různé druhy neuronových sítí - vysvětlí průběh algoritmu zpětné propagace chyb - aplikuje modely neuronových sítí do praktických problémů 	<ul style="list-style-type: none"> - architektura neuronových sítí - aktivační funkce - chybové funkce - klasifikační neuronové sítě - regresní neuronové sítě - konvoluční neuronové sítě - dopředné neuronové sítě - rekurentní neuronové sítě - algoritmus zpětného šíření chyby - adaptace neuronových sítí

4.5 Výuka umělé inteligence pomocí Jetson Nano

Ze závěrů autorovy přechozí, bakalářské práce lze konstatovat, že implementace jednodeskových počítačů do výuky na středních školách je velmi žádoucí a aktuální. Stejně tak je v době psaní této práce aktuální téma umělé inteligence, a proto je potřeba na tento současný trend reagovat. V této kapitole bude Jetson Nano porovnán s jednodeskovým počítačem Raspberry Pi z hlediska využití ve výuce informatických předmětů. Následně budou hodnoceny a charakterizovány možnosti využití Jetson Nano pro výuku umělé inteligence.

4.5.1 Porovnání počítačů Jetson Nano a Raspberry Pi

Při porovnání technických parametrů počítačů Raspberry Pi a Jetson Nano lze zjistit, že oba počítače disponují velmi podobnými parametry a nabízejí i stejné komunikační porty, jako je Ethernet, USB a především 40 vstupně/výstupních pinů, které mají identické rozložení. Z tohoto lze usuzovat, že počítač Jetson Nano může být tedy substitučním výrobkem, a může tak počítač Raspberry Pi ve výuce částečně zastoupit či úplně nahradit. Pro úplný přehled jsou v následující tabulce shrnuty základní parametry těchto počítačů:

Tabulka 8: Srovnání parametrů jednodeskových počítačů [71]

	Raspberry Pi 3	Raspberry Pi 4	Jetson Nano
Procesor	Cortex-A53 64-bit	Cortex-A72 64-bit	Cortex-A57 64-bit
Operační paměť	LPDDR2 1 GB	64bit LPDDR4 4 GB ⁷	64bit LPDDR4 4 GB
Grafický čip	Broadcom VideoCore-IV	Broadcom VideoCore-VI	NVIDIA Maxwell
USB	4x USB 2.0	2x USB 2.0	-
	-	2x USB 3.0	4x USB 3.0
Ethernet	100 Mbit	1000 Mbit	1000 Mbit
Cena⁸	1000 Kč	1650 Kč	4669 Kč
Dostupnost⁹	Nedostupné	Nedostupné	Dostupné

⁷ v tabulce je uveden pouze model se 4 GB operační paměti

⁸ cena je uvedena z internetového obchodu RPishop.cz k 20. 1. 2023

⁹ dostupnost je uvedena z internetového obchodu RPishop.cz k 1. 2. 2023

Z tabulky jsou patrné dva hlavní rozdíly – grafický čip a cena. Jelikož grafický čip je využíván v úlohách umělé inteligence, vyplývá z toho, že Jetson Nano má větší potenciál a širší využití i přes svou vyšší cenu. Pokud by škola uvažovala o pořízení těchto počítačů, musela by také uvažovat o celkovém počtu zařízení. Při vybavení celé teoretické učebny se musí počítat s pořízením 30 počítačů pro žáky a 1 pro učitele a v praktické laboratoři s pořízením 16 počítačů pro žáky a 1 pro učitele. Výuka může být také organizována pro práci ve skupinkách, kde stačí koupit menší počet zařízení. Druhá stránka pořízení je aktuální dostupnost, jelikož vzhledem k přetrvávající čipové krizi jsou počítače Raspberry Pi dlouhodobě nedostupné a jejich pořízení je, při pokračování aktuální situace, v nedohlednu.

Tabulka 9: Výsledky výkonostních testů [31]

Model	Druh	Knihovna	Raspberry Pi 3	Jetson Nano
ResNet-50 (224×224)	Klasifikace	TensorFlow	1,4 FPS	36 FPS
MobileNet-v2 (300×300)	Klasifikace	TensorFlow	2,5 FPS	64 FPS
SSD Mobilenet-V2 (300×300)	Detekce objektů	TensorFlow	1 FPS	39 FPS
Tiny YOLO V3 (416×416)	Detekce objektů	Darknet	0,5 FPS	25 FPS
VGG-19 (224×224)	Klasifikace	MXNet	0,5 FPS	10 FPS

Pro porovnání výkonnosti obou počítačů je nutno vycházet z oficiálního benchmarku (viz Tabulka 9) na vybraných úlohách umělé inteligence. Z benchmarku lze vyvodit, že Jetson Nano dosahuje mnohem vyššího výkonu než Raspberry Pi 3. Při představení počítače v březnu 2019 byla aktuální verze Raspberry Pi 3, a proto oficiální porovnání je právě s tímto modelem. Později došlo k oficiálnímu představení Raspberry Pi 4, který je aktuálně prodáváným modelem, nicméně oficiální benchmark s tímto zařízením není a výkon v úlohách umělé inteligence by nejspíš byl dle technických parametrů velmi podobný s předchozí generací.

4.5.2 Charakterizování možností zapojení Jetson Nano do výuky

Na základě syntézy poznatků z provedené analýzy rámcového vzdělávacího programu a školních vzdělávacích programů Střední průmyslové školy na Proseku vyplývá, že jednodeskový počítač Jetson Nano je vhodné zařadit do výuky umělé inteligence ve 4. ročníku v předmětu Vývoj aplikací podle stávajícího školního vzdělávacího programu platného od roku 2021. Výuka umělé inteligence tedy u daného předmětu ještě neproběhla a bude se realizovat ve školním roce 2024/2025. Výuka bude probíhat jako cvičení po 2 hodinách týdně, a to v laboratoři. To může mít za pozitivní důsledek větší míru soustředěnosti u žáků a tato organizace třídy také může pozitivně ovlivnit jejich vzdělávání a interakce v rámci výuky. Ze zjištěných poznatků také vyplývá, že počítač Jetson Nano lze zapojit do výuky umělé inteligence více způsoby:

a) Vývoj a testování algoritmů strojového učení

Při výuce se může Jetson Nano využívat jako hostující platforma pro vytváření algoritmů a modelů strojového učení, kde stačí nastavení vývojového prostředí, vzdáleného přístupu k Jupyter Notebooku a vzdáleného připojení k souborům pomocí FTP přímo na jednodeskovém počítači. Díky grafickému čipu lze trénovat modely na těchto zařízeních rychleji než na některých školních počítačích. Připojení různých senzorů a zařízení žákům dále umožňuje jejich modely provozovat na reálných datech, a tím tak lépe porozumět principům strojového učení.

b) Klasifikace obrazu a detekce objektů

K počítači lze připojit až dvě videokamery přes MIPI-CSI konektory (viz kapitola 3.2.3), proto je Jetson Nano ideálním nástrojem pro vývoj modelů v oblasti počítačového vidění. Kamery umožňují živý přenos videa a žáci na to mohou vyvinout model detekující objekty před kamerou v reálném čase.

c) Internet věcí, automatizace a chytré domácnosti

Tato oblast je velmi obecná a komplexní, nicméně zapojení do výuky by cílilo na vytváření IoT projektů s využitím různých senzorů a aktorů. Žáci mohou nejprve získávat různá data (například o teplotě, vlhkosti, kvalitě vzduchu,

ovládání klimatizace nebo topení) a následně z těchto dat získávat různé vzory chování, a tím pak předávat uživateli doporučení (například otevřením okna v určitou hodinu, protože systém z předchozího chování očekává snížení kvality vzduchu).

d) **Robotika**

Ve výuce se dá počítač zapojit jako základní počítačová jednotka pro řízení mobilních robotických zařízení. Náplní výuky mohou být základy robotiky, kde žáci budou tvořit robotické projekty s využitím senzorů, motorů a ostatních periférií. Výsledkem může být robot řízený pomocí kamery, který bude schopen vidět podněty z okolí a reagovat na ně.

e) **Trénování neuronových sítí**

Další možností zapojení je počítač využívat pro trénování neuronových sítí. Díky grafickému čipu lze trénovat modely strojového učení s knihovnamí a nástroji popsaných v kapitole Vývojové prostředí a nástroje pro vývoj umělé inteligence.

Ze syntézy poznatků získaných porovnáním jednodeskových počítačů v kapitole 4.5.1 a analýzy odborné publikace [72] vyplývá, že Jetson Nano lze používat stejně jako u jednodeskového počítače Raspberry Pi. Předměty a oblasti vycházejí z předchozího výzkumu [37] jsou však aktualizované dle aktuálně platného školního vzdělávacího programu:

a) **Praktikum z informatiky**

Tento praktický předmět je zaměřený na poznání základních praktických dovedností z oblastí technického vybavení počítačů, základního nastavení počítačů, úvodu do operačního systému Linux, základů počítačových obvodů a počítačových sítí včetně těch bezdrátových (návrh, stavba, adresace apod.). Oblastmi, které by se daly na zařízení vyučovat, jsou instalace a základní konfigurace operačního systému Linux se základními příkazy pro jeho správu, sestavení elektrických obvodů na nepájivém poli a jejich následné měření, nastavení sítě nebo také nastavení síťových služeb běžících na systému. Dalšími vhodnými oblastmi pro výuku je nastavení vývojového prostředí se vzdáleným přístupem.

b) **Technické vybavení**

V teoretickém předmětu Technické vybavení se vyskytuje vzdělávací téma mikropočítače, jehož cílem je seznámit studenty s historií, principem fungování, se způsoby využití a technickým popisem jednotlivých typů mikropočítačů. Velmi zajímavé téma v oblasti Raspberry Pi je jeho samotná historie vzniku a důvody, proč vůbec takové zařízení vzniklo. Dalším tématem, které se může v rámci tohoto předmětu probírat, je technický popis zařízení společně s vysvětlením teoretického principu fungování systému na čipu a popis architektury procesorů ARM. Dále se dá vyučovat architektura grafických čipů a jejich vztah k trénování neuronových sítí a mimo jiné také zapojení jednodeskových počítačů pro nasazení aplikací s umělou inteligencí do produkčního prostředí.

c) **Vývoj aplikací**

Předmět Vývoj aplikací ve druhém ročníku studia cílí na získání znalostí z oblasti základů tvorby zdrojového kódu v programovacím jazyce Python. Žáci získají všeobecný přehled o využití programovacích jazyků, naučí se základní syntaxi, podmínky, cykly, pracovat se souborovými strukturami, využívat moduly a mnoho dalších součástí programování včetně základů objektově orientovaného programování. Jednodeskové počítače jsou vhodným prostředkem pro zpestření výuky využitím praktické činnosti při manipulaci se zařízením. Z důvodu inovací ve stávajícím vzdělávacím programu lze jednodeskové počítače nově (oproti analýze z předchozí autorovy práce) využívat pro výuku učiva Základy IoT. Výuka tohoto tématu v předmětu cílí na pochopení základů internetu věcí a vytváření projektů postavených na jednodeskových počítačích. Aktuálně výuka probíhá tak, že se žáci rozřadí do pracovních skupin a společně pracují na projektu s využitím různých jednodeskových počítačů. Počítače jsou různé především z důvodu dlouhodobé nedostupnosti počítače Raspberry Pi 4, kdy nebyla možnost tyto počítače za posledních pár let pro výuku pořídit. Projekty poskytují širší možnosti programování, například pomocí sběru dat z připojených senzorů. Žáci mohou data následně zpracovávat, ukládat do databáze a s využitím získaných znalostí z tvorby webových stránek vizualizovat pomocí webového serveru napsaném v Pythonu (např. Flask nebo Django).

4.6 Návrh výukových úloh s využitím Jetson Nano

V této kapitole budou navrženy konkrétní výukové materiály pro zapojení počítače Jetson Nano do výuky. Jelikož existuje více způsobů (viz kapitola 4.5.2), jak lze jednodeskové počítače zapojit do výuky, budou zde uvedeny úlohy přímo související s umělou inteligencí a jednodeskovým počítačem Jetson Nano.

Navržené výukové úlohy se budou primárně zaměřovat na praktickou výuku, kde budou žáci ve skupinkách pracovat na zadaném projektu z oblasti strojového učení, neuronových sítí, robotiky, internetu věcí, automatizace a autonomního řízení. Pro úlohy se bude používat programovací jazyk Python, vývojové prostředí Jupyter Notebook, vývojové sady dostupné s operačním systémem Jetpack a další potřebné knihovny. Úlohy zaměřené na tradiční metody strojového nebo hlubokého učení zde nebudou navrženy, a to především z důvodu jejich existence na mnoha online výukových portálech nebo kurzech.

4.6.1 Úloha pro oblast robotiky

Oblast robotiky se zabývá návrhem, konstrukcí, programováním a použitím robotů. Roboti jsou autonomní nebo ovládané stroje, které jsou schopné provádět různé úkoly nebo činnosti. S tímto tématem se žáci studující obor informačních technologií nemusí nutně vždy setkat. Z poznatků analýzy ŠVP na SPŠ na Proseku totiž vyplývá, že se žáci oboru Vývoj aplikací v průběhu svého studia s robotikou vůbec neseťkají. V umělé inteligenci jde však o velmi důležité téma, protože se jedná o jednu z hlavních oblastí, kde se metody oboru umělé inteligence prakticky používají.

Návrh zadání úlohy:

Vytvořte a naprogramujte model autonomního mobilního robota, který bude schopný následovat určitý objekt (např. červený balonek) a zároveň se bude umět vyhýbat ostatním předmětům a překážkám.

Obsah učiva:

Výuková úloha se zaměřuje na seznámení žáků s možnostmi a principy fungování autonomních robotů a strojového učení. Žáci se v rámci této úlohy seznámí s robotickým projektem NVIDIA Jetbot, jaké jsou jeho hlavní funkce a jaký hardware a software je pro jeho provoz potřebný.

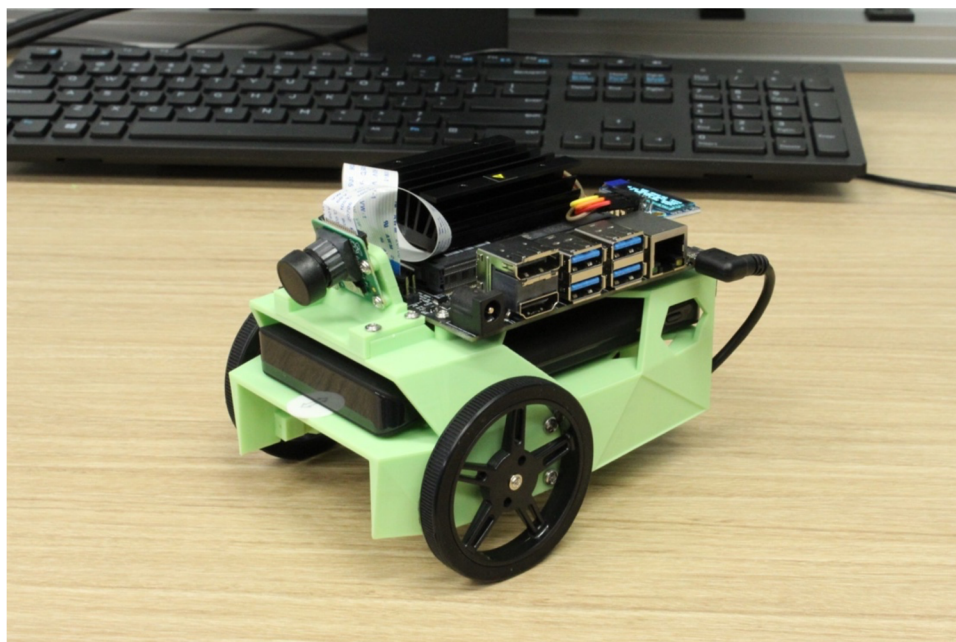
Metody a organizační formy výuky:

Základem organizační formy výuky pomocí této úlohy je seznámení s danou problematikou (frontální výuka), praktické cvičení a projektová kooperativní výuka dělená do pracovních skupin. Prezentace základních konceptů a ilustrace způsobů využití různých technologií umožňuje žákům získat potřebné základní teoretické znalosti, než se zapojí do praktických aktivit. Praktická cvičení jsou totiž zaměřena na programování pohybu robota, používání senzorů a vytváření modelů strojového učení jak u jednotlivců, tak i v kooperativní týmové výuce zaměřené na projekty.

Didaktické pomůcky:

Pro tuto výukovou úlohu jsou potřebné následující didaktické pomůcky:

- a) NVIDIA Jetbot (alternativně i jiné modely)
- b) NVIDIA Jetson Nano s nainstalovaným vývojovým prostředím
- c) Senzory pro detekci překážek a objektů (např. kamera)
- d) Fyzické předměty fungující jako překážky
- e) Dokumentace k programování robota
- f) Výukové materiály k vytváření modelů strojového učení



Obrázek 21: Robotická stavebnice NVIDIA Jetbot [73]

Cíle výukové úlohy:

Výuková úloha využívající robota NVIDIA Jetbot nabízí žákům ucelený pohled na principy fungování autonomních robotů využívajících strojového učení. Žáci se seznámí nejen s konkrétním autonomním robotem, ale také získají zkušenosti s programováním a vytvářením modelů strojového učení.

4.6.2 Úloha pro oblast autonomního řízení

Oblast autonomního řízení je schopnost vozidla řídit se samo bez zásahu lidského řidiče. Senzory ve vozidlech umožňují vozidlu získávat informace o okolním prostředí, analyzovat je a zároveň se rozhodovat, jak se pohybovat v závislosti na situaci na silnici. Pro tuto úlohu bude navrženo závodní auto Waveshare JetRacer Pro v kombinaci s Jetson Nano 2 GB, jelikož jím SPŠ na Proseku disponuje.

Návrh zadání úlohy:

Vytvořte a natrénujte model autonomního vozidla, které bude schopné projet repliku závodního okruhu v co nejkratším čase. Při trénování také myslíte na možnost adaptace modelu na novou repliku závodního okruhu a snažte se, aby model byl natrénován na dostatečném množství příkladů.

Obsah učiva:

Výuková úloha cílí na praktickou projektovou výuku ve skupinkách. Tato výuka je prokládána prezentací a výkladem o metodách strojového učení pro autonomní vozidla. Úloha obsahuje logické problémy, kterým budou muset žáci čelit, jako je například kalibrace senzorů, mapování okolí a výběr optimální trasy.

Metody a organizační formy výuky:

Hlavní organizační formou je frontální výuka zaměřená na úvod do problematiky, praktické cvičení a projektová kooperativní výuka dělená do pracovních skupin. Úvodní výklad na téma autonomních vozidel bude následně doplněn rozdělením do pracovních skupin a bude pokračovat práce na optimálním řešení zadané úlohy.

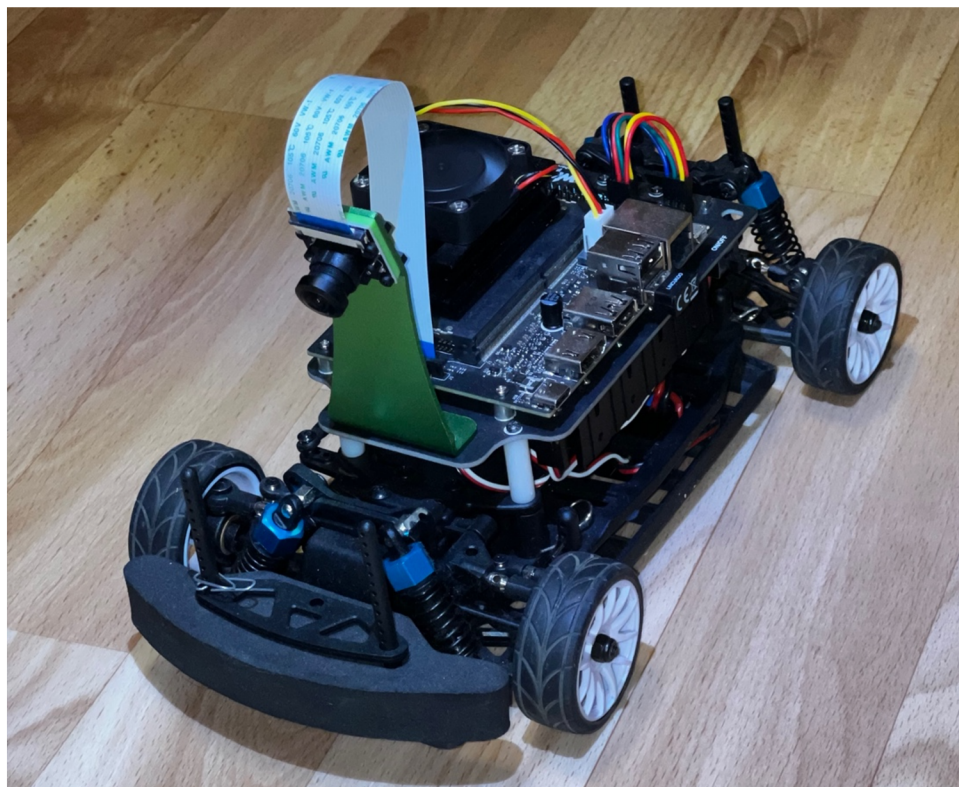
Didaktické pomůcky:

Pro tuto výukovou úlohu jsou potřebné následující didaktické pomůcky:

- a) Waveshare JetRacer (Pro)
- b) NVIDIA Jetson Nano s nainstalovaným vývojovým prostředím
- c) Replika závodního okruhu
- d) Kamera pro pohyb na závodním okruhu
- e) Dokumentace k závodnímu autu
- f) Výukové materiály

Cíle výukové úlohy:

Cílem výukové úlohy zaměřené na autonomní řízení je seznámit žáky se základními technologiemi a principy a nabídnout jim praktické zkušenosti s programováním a ovládáním autonomních vozidel. Důraz je kladen především na rozvoj kritického myšlení, schopnosti řešení problémů a na spolupráci v týmu.



Obrázek 22: Závodní auto Waveshare JetRacer Pro [vlastní zpracování]

5 Výsledky a diskuse

Z analýzy výsledků provedeného pedagogického výzkumu vyplývá, že výuku umělé inteligence v oborech vycházejících z rámcového vzdělávacího programu 18-20-M/01 Informační technologie realizuje minimum středních odborných škol v České republice. Většina škol, které realizují výuku umělé inteligence, nepoužívá v těchto hodinách jednodeskové počítače. Výukové úlohy pro umělou inteligenci, které již existují, ve většině případů nabízejí pouze tvorbu modelu a následné vyhodnocení, nikoliv však jeho reálnou aplikaci či nasazení. To v mnoha případech může být trochu obtížnější a pro žáky ve většině případů těžko představitelné a pochopitelné. Z toho důvodu může mít používání jednodeskových počítačů, robotů, stavebnic a podobných zařízení v praktické výuce velký vliv na pocity a zážitky z výuky umělé inteligence. Otázka implementace jednodeskových počítačů do výukových úloh je tedy velmi aktuální. Školy, které nemají potřebný hardware, mohou zvážit pořízení a integraci těchto počítačů.

Hlavní překážka bránící školám ve výuce umělé inteligence je chybějící téma nebo předmět ve školním vzdělávacím programu. Sice se jedná o nejčastěji zmiňovanou překážku, nicméně pro školy je to v podstatě překážka minimální, protože každý učitel nebo i daná škola to mají šanci ovlivnit (pokud chtějí). Druhou nejčastěji zmiňovanou překážkou byla personální situace na škole, kde školám chybí kvalifikovaný učitel. Tento problém je řešitelný podstatně hůř a je to také jeden z problémů, jenž provází školy už delší dobu. Mladí lidé odcházejí do praxe a málokdy se v průběhu produktivního věku vrací zpět do školského systému. Příčinami mohou být nízká finanční odměna a psychická náročnost učitelské profese, kde nezřídka dochází k tzv. syndromu vyhoření. Pro nekvalifikovaného učitele s nedostatečnými zkušenostmi může být velkým problémem vytvářet výukové materiály a úlohy pro umělou inteligenci, které by byly kvalitní (v rámci nepřímé pedagogické činnosti). Z toho důvodu by bylo vhodné (alespoň do začátku) poskytnout školám připravené materiály pro výuku umělé inteligence pro praktická cvičení. Z daného pohledu by mohla nějaká další závěrečná práce volně navazovat na tuto práci z hlediska vytvoření výukových úloh či materiálů pro vybrané oblasti umělé inteligence, jejichž potřebu mimo jiné dotazník také potvrdil.

Analýza rámcového vzdělávacího programu 18-20-M/01 Informační technologie ukázala, že se téma umělé inteligence v něm vůbec nevyskytuje. Důvodem může být neaktuálnost vzdělávacího programu. Vzdělávací program od svého vzniku v roce 2008 prošel několika revizemi, avšak ty se týkaly obecných témat společných pro všechny obory středního odborného vzdělávání. Revize byly provedeny v oblastech ekonomiky, matematiky, ICT nebo informačního vzdělávání, kdy změny spočívaly pouze v úpravě vyučovaných témat. V rámci aktuálního vývoje a rozvoje oboru informačních technologií (a umělé inteligence) je nutné, aby byla provedena koncepční změna, která by byla schopná reagovat na podněty a potřeby trhu práce. Cílem rámcového vzdělávacího programu je určit nejnutnější minimum pro dané zaměření, které je nutné obsahově zapracovat do školního vzdělávacího programu. Některé školy však tyto programy sestavují „tradičním“ přístupem, kdy do něj zapracují pouze to nutné minimum. Návrhy na úpravu RVP se zabývala koncepční analytická studie, která navrhuje, aby úpravy RVP reflektovaly neustálý vývoj v oboru IT tak, „*aby absolvent byl schopen těmto výzvam čelit a zároveň byl na trhu práce uplatnitelný*“ [74]. Je tedy nutné vytvořit návaznost potřeb trhu práce na národní soustavu kvalifikací, provádět celkové aktualizace a revize RVP a také pomáhat školám tyto inovační změny zapracovat do ŠVP.

Střední průmyslová škola na Proseku vyučuje dva obory vycházející z RVP 18-20-M/01 Informační technologie: Vývoj aplikací a Správa sítí a IT bezpečnost. O možnosti zaměření dle specializace žáků v tomto RVP se zmiňuje i koncepční analytická studie [74], nicméně ta vyšla až rok poté, co na SPŠ na Proseku nabytí platnosti tento koncept rozdělených ŠVP dle zaměření specializace. Ukazuje tím, že jsou školy schopné v adekvátní době reflektovat aktuální potřeby trhu práce. U dílčích úprav ŠVP je nutné počítat s jistou periodou vydávání a také životním cyklem jednoho vzdělávacího plánu, který obvykle trvá 4 roky. Z tohoto důvodu není možné reagovat na aktuální potřeby trhu práce rychleji.

Předmět vytvořený v kapitole 4.4 byl primárně navržen pro potřeby SPŠ na Proseku, lze však použít jako podklad i pro ostatní školy, které chtějí téma umělé inteligence implementovat do vlastních učebních osnov. Autor v práci také navrhl ukázkou dvou výukových úloh, které lze v rámci výuky aplikovat. Je však nutné, aby je pedagog v rámci své nepřímé pedagogické činnosti (přípravy na výuku) rozpracoval podle aktuálních podmínek dané školy.

6 Závěr

Závěr diplomové práce potvrzuje, že výzkum byl úspěšně dokončen a cíle práce byly naplněny. V rámci literární rešerše byly přezkoumány a zhodnoceny relevantní zdroje v oblasti zkoumaného tématu. Teoretická část se podrobně zabývala úvodem do umělé inteligence, technickým popisem jednodeskového počítače Jetson Nano a společností, jež zařízení vyrábí. Dále se zabývala systémem vzdělávání na středních odborných školách v České republice, způsoby vzdělávání v oblasti umělé inteligence a vývojovými nástroji pro vývoj modelů umělé inteligence.

V praktické části byl na základě aktuálních potřeb proveden pedagogický výzkum pomocí dotazníkového šetření, který umožnil získat důležité poznatky a informace o současné situaci v dané oblasti. Následně byla provedena analýza rámcového vzdělávacího programu 18-20-M/01 Informační technologie z pohledu výuky umělé inteligence a z něj vycházejícího školního vzdělávacího programu Vývoj aplikací na Střední průmyslové škole na Proseku platného od roku 2019 a 2021.

Na základě syntézy zjištěných poznatků byly charakterizovány možnosti zapojení počítače Jetson Nano do výuky umělé inteligence. V rámci kapitoly byla diskutována možnost nahrazení jednodeskového počítače Raspberry Pi právě tímto počítačem. V návaznosti byly vytvořeny vzorové úlohy pro výuku v daných oblastech. Cílem návrhu těchto úloh bylo inovovat výuku pomocí nových a moderních materiálů a metod, které by mohly přinést více zážitků a motivace žákům. Tyto materiály a metody se při pilotní výuce ukázaly jako účinné nástroje pro zlepšení procesů a kvality učení v dané oblasti.

Celkově lze tedy konstatovat, že diplomová práce byla úspěšná a přinesla cenné poznatky a nástroje pro další rozvoj v oblasti zkoumaného tématu. Výsledky práce mohou sloužit jako podklad pro budoucí výzkumy v této oblasti.

7 Seznam použitých zdrojů

- [1] V. Mařík, O. Štěpánková, J. Lažanský a kolektiv, Umělá inteligence, Praha: Academia, 2013.
- [2] R. Barták, Co je nového v umělé inteligenci?, Praha: Nová beseda, z.s., 2017.
- [3] F. Chollet, Deep learning v jazyku Python, 1. vydání editor, Praha: Grada, 2019.
- [4] M. Minsky, Computation: Finite and Infinite Machines, Englewood Cliffs: Prentice-Hall, inc., 1967.
- [5] E. Rich a K. Knight, Artificial Intelligence, New York: McGraw Hill, Inc., 1991.
- [6] Z. Kotek a V. Mařík, Metody rozpoznávání a jejich aplikace, Praha: Academia, 1983.
- [7] G. Oppy a D. Dowe, „The Turing Test,“ Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2021. [Online]. Available: <https://plato.stanford.edu/entries/turing-test>. [Přístup získán 5. 10. 2022].
- [8] K. LaCurts, „Criticisms of the Turing Test and Why You Should Ignore (Most of) Them,“ [Online]. Available: <https://people.csail.mit.edu/katrina/papers/6893.pdf>. [Přístup získán 5. 10. 2022].
- [9] J. Copeland, „The Turing Test,“ 2000. [Online]. Available: http://www.alanturing.net/turing_archive/pages/Reference%20Articles/TheTuringTest.html.
- [10] J. R. Searle, Minds, brains, and programs, Cambridge University Press, 1980.
- [11] Institut biostatistiky a analýz Lékařské fakulty Masarykovy univerzity, „Koncept umělé neuronové sítě,“ [Online]. Available: <https://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=analyza-a-hodnoceni-biologickych-dat--umela-inteligence--neuronove-site-jednotlivy-neuron--uvod-do-neuronovych-siti--koncept-umele-neuronove-site>. [Přístup získán 2022].
- [12] „NVIDIA HISTORY: A Timeline of Innovation,“ [Online]. Available: <https://www.nvidia.com/en-us/about-nvidia/corporate-timeline/>. [Přístup získán 1. 11. 2022].

- [13] A. Tilley, „The New Intel: How Nvidia Went From Powering Video Games To Revolutionizing Artificial Intelligence,“ 30 listopad 2016. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/sites/aarontilley/2016/11/30/nvidia-deep-learning-ai-intel/>. [Přístup získán 1. 11. 2022].
- [14] „NVIDIA Logo and Brand Guidelines,“ [Online]. Available: <https://www.nvidia.com/en-us/about-nvidia/legal-info/logo-brand-usage/>. [Přístup získán 12. 12. 2022].
- [15] „Advanced AI Embedded Systems,“ [Online]. Available: <https://www.nvidia.com/en-us/autonomous-machines/embedded-systems/>. [Přístup získán 1. 11. 2022].
- [16] NVIDIA Developer, „Jetson Modules,“ [Online]. Available: <https://developer.nvidia.com/embedded/jetson-modules>. [Přístup získán 1. 11. 2022].
- [17] AAEON, „BOXER-8221AI,“ [Online]. Available: <https://www.aaeon.com/en/p/nvidia-jetson-nano-embedded-box-pc-boxer-8221ai>. [Přístup získán 10. 11. 2022].
- [18] NVIDIA Developer, „Jetson Nano Developer Kit,“ [Online]. Available: <https://developer.nvidia.com/embedded/jetson-nano-developer-kit>. [Přístup získán 1. 11. 2022].
- [19] J.-L. Aufranc, „NVIDIA Introduces \$99 Jetson Nano Developer Kit,“ 19. 3. 2019. [Online]. Available: <https://www.cnx-software.com/2019/03/19/nvidia-jetson-nano-developer-kit/>. [Přístup získán 1. 11. 2022].
- [20] A. Kumar, „How to Use GPIO Pins on Jetson Nano Developer Kit,“ 23. 6. 2020. [Online]. Available: <https://maker.pro/nvidia-jetson/tutorial/how-to-use-gpio-pins-on-jetson-nano-developer-kit>. [Přístup získán 8. 12. 2022].
- [21] NVIDIA Developer, „Jetson FAQ,“ [Online]. Available: <https://developer.nvidia.com/embedded/faq>. [Přístup získán 10. 12. 2022].
- [22] prlawrence, „Jetson Nano and Jetson Xavier announcements,“ 1. 11. 2022. [Online]. Available: <https://forums.developer.nvidia.com/t/jetson-nano-and-jetson-xavier-announcements/232520>. [Přístup získán 10. 12. 2022].

- [23] NVIDIA Developer, „Jetson Product Lifecycle,“ [Online]. Available: <https://developer.nvidia.com/embedded/lifecycle>. [Přístup získán 10. 12. 2022].
- [24] T. K. Hao, „Nvidia Jetson Nano Developer Kit A02 vs B01 vs 2GB,“ 14. 10. 2020. [Online]. Available: <https://tutorial.cytron.io/2020/10/14/nvidia-jetson-nano-developer-kit-a02-vs-b01-vs-2gb/>. [Přístup získán 10. 12. 2022].
- [25] NVIDIA Developer, „Jetson Linux,“ [Online]. Available: <https://developer.nvidia.com/embedded/jetson-linux>. [Přístup získán 13. 11. 2022].
- [26] Code Inside Out, „Understand Linux for Tegra (L4T) system package,“ 4. 6. 2022. [Online]. Available: <https://www.codeinsideout.com/blog/jetson/linux-for-tegra/>. [Přístup získán 13. 11. 2022].
- [27] suhash, „Jetson Software Roadmap for 2H-2021 and 2022,“ 12. 5. 2021. [Online]. Available: <https://forums.developer.nvidia.com/t/jetson-software-roadmap-for-2h-2021-and-2022/177721>. [Přístup získán 14. 1. 2023].
- [28] suhash, „Jetson Software Roadmap for 2023,“ 6. 1. 2023. [Online]. Available: <https://forums.developer.nvidia.com/t/jetson-software-roadmap-for-2023/238889>. [Přístup získán 14. 1. 2023].
- [29] NVIDIA Developer, „JetPack SDK,“ [Online]. Available: <https://developer.nvidia.com/embedded/jetpack>. [Přístup získán 15. 11. 2022].
- [30] Code Inside Out, „NVIDIA Jetson,“ 7. 5. 2022. [Online]. Available: <https://www.codeinsideout.com/blog/jetson/>. [Přístup získán 16. 11. 2022].
- [31] D. Franklin, „Jetson Nano Brings AI Computing to Everyone,“ 18. 3. 2019. [Online]. Available: <https://developer.nvidia.com/blog/jetson-nano-ai-computing/>. [Přístup získán 16. 11. 2022].
- [32] NVIDIA Developer, „Jetson Software,“ [Online]. Available: <https://developer.nvidia.com/embedded/develop/software>. [Přístup získán 30. 11. 2022].
- [33] NVIDIA Developer, „Buy the Latest Jetson Products,“ [Online]. Available: https://developer.nvidia.com/buy-jetson?product=jetson_nano&location=CZ. [Přístup získán 30. 11. 2023].

- [34] jla, „Čipová krize jen tak neskončí. Jejich průměrná zásoba se smrškla na pět dní
Zdroj: https://www.idnes.cz/ekonomika/zahranicni/krize-nedostatek-cipu-zasoby-problemy-usa-biden-2022.A220126_120151_eko-zahranicni_jla,” 26. 1. 2022.
[Online]. Available: https://www.idnes.cz/ekonomika/zahranicni/krize-nedostatek-cipu-zasoby-problemy-usa-biden-2022.A220126_120151_eko-zahranicni_jla.
[Přístup získán 10. 12. 2022].
- [35] J. Rovenský, „Čipová krize: Příležitost i varování,“ Institut pro politiku a společnost, Praha, 2022.
- [36] rpishop.cz, „NVIDIA Jetson Nano Developer Kit, verze B01, originál,“ [Online]. Available: <https://rpishop.cz/nvidia/1636-nvidia-jetson-nano-developer-kit-verze-b01.html>. [Přístup získán 20. 1. 2023].
- [37] D. Olžbut, „Využití Raspberry Pi pro výuku informatických předmětů na středních průmyslových školách,“ Česká zemědělská univerzita, Praha, 2021.
- [38] Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, *Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání 18-20-M/01 Informační technologie*, Praha, 2020.
- [39] „Zákon č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon),“ 24. 9. 2004. [Online]. Available: <https://www.msmt.cz/file/54079/download/>.
- [40] A. Vališová, H. Kasíková a M. Bureš, *Pedagogika pro učitele*, 2. vydání editor, Praha: Grada, 2011.
- [41] J. P. Kašparová, *Metodika tvorby školních vzdělávacích programů SOŠ a SOU*, Praha: Národní ústav pro vzdělávání, školské poradenské zařízení a zařízení pro další vzdělávání pedagogických pracovníků.
- [42] J. Fryč, Z. Matušková, P. Katzová, K. Kovář, J. Beran, I. Valachová, L. Seifert, M. Běťáková, F. Hrdlička a kolektiv, *Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2030+*, Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2020.
- [43] NVIDIA, „NVIDIA Deep Learning Institute,“ [Online]. Available: <https://www.nvidia.com/en-us/training/>.
- [44] Google, „Codelabs,“ [Online]. Available: <https://codelabs.developers.google.com/>.
[Přístup získán 10. 1. 2023].

- [45] R. Fabisiak, „What Is Kaggle - The Best Platform for Machine Learning in 2022,“ 10. 3. 2022. [Online]. Available: <https://www.blog.duomly.com/what-is-kaggle-the-best-platform-for-machine-learning/>. [Přístup získán 10. 1. 2023].
- [46] M. Pandey, „Can a Data Scientist Survive off of Kaggle Prizes?,“ 12 9. 2022. [Online]. Available: <https://analyticsindiamag.com/can-a-data-scientist-survive-off-of-kaggle-prizes/>. [Přístup získán 10. 1. 2023].
- [47] „Elements of AI,“ [Online]. Available: <https://www.elementsofai.cz/>.
- [48] „O nás – prg.ai,“ [Online]. Available: <https://prg.ai/o-nas/> .
- [49] „Machine Learning College,“ [Online]. Available: <https://www.mlcollege.com/>.
- [50] MHMP, „Praha podporuje výchovu budoucích odborníků na umělou inteligenci,“ 5. 8. 2021. [Online]. Available: https://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/zivot_v_praze/skolstvi/praha_podporuje_vychovu_budoucich.html.
- [51] D. Vykydalová, „Jiří Materna: Česko se může stát líhní AI odborníků. Když začneme se vzděláváním brzy,“ 9. 8. 2022. [Online]. Available: <https://prg.ai/jiri-materna-letni-skola-ai/>.
- [52] S. Ogunleke, „Why Is Python Popular for Data Science?,“ 14. 1. 2022. [Online]. Available: <https://www.makeuseof.com/why-is-python-popular-for-data-science/>. [Přístup získán 28. 12. 2022].
- [53] B. K, „Everything You Need To Know About Jupyter Notebooks,“ 22. 12. 2020. [Online]. Available: <https://towardsdatascience.com/everything-you-need-to-know-about-jupyter-notebooks-10770719952b>. [Přístup získán 28. 12. 2022].
- [54] A. Rogozhnikov, „Jupyter (IPython) notebooks features,“ 10. 9. 2016. [Online]. Available: <https://arogozhnikov.github.io/2016/09/10/jupyter-features.html>. [Přístup získán 28. 12. 2022].
- [55] A. C. Cornell, „Google Colaboratory Introduction,“ 2018. [Online]. Available: https://aguaclara.github.io/aguaclara_tutorial/colab/colab-introduction.html. [Přístup získán 28. 12. 2022].
- [56] T. C. Pessoa, R. Medeiros a T. Nepomuceno, „Performance Analysis of Google Colaboratory as a Tool for Accelerating Deep Learning Applications,“ 2018.

- [Online]. Available:
https://www.researchgate.net/publication/328158184_Performance_Analysis_of_Google_Colaboratory_as_a_Tool_for_Accelerating_Deep_Learning_Applications.
[Přístup získán 28. 12. 2022].
- [57] JetBrains, „DataSpell: The IDE for Professional Data Scientists,“ [Online]. Available: <https://www.jetbrains.com/dataspell/>.
- [58] S. Agrawal, „Introduction to Pandas,“ 31. 12. 2020. [Online]. Available: <https://medium.com/analytics-vidhya/introduction-to-pandas-90b75a5c2278>.
[Přístup získán 18. 12. 2022].
- [59] Geeks for geeks, „Python | Pandas DataFrame,“ 10. 1. 2019. [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/python-pandas-dataframe/>. [Přístup získán 18. 12. 2022].
- [60] F. Day, „Why Every Data Scientist Should Know Matplotlib,“ 28. 1. 2022. [Online]. Available: <https://www.nobledesktop.com/classes-near-me/blog/why-learn-matplotlib-for-data-science>. [Přístup získán 10. 1. 2023].
- [61] matplotlib, [Online]. Available: <https://matplotlib.org/>. [Přístup získán 22. 1. 2023].
- [62] NumPy Developers, „User Guide - What is NumPy?,“ [Online]. Available: <https://numpy.org/doc/stable/user/whatisnumpy.html>. [Přístup získán 22. 1. 2023].
- [63] „What is NumPy,“ [Online]. Available: <https://www.pythontutorial.net/python-numpy/what-is-numpy/>. [Přístup získán 22. 1. 2023].
- [64] scikit-learn developers, „scikit-learn - Getting Started,“ [Online]. Available: https://scikit-learn.org/stable/getting_started.html. [Přístup získán 22. 1. 2023].
- [65] „Why TensorFlow,“ [Online]. Available: <https://www.tensorflow.org/about>. [Přístup získán 30. 1. 2023].
- [66] P. Sharma, „Training Neural Network with Keras and basics of Deep Learning,“ 3. 11. 2021. [Online]. Available: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/11/training-neural-network-with-keras-and-basics-of-deep-learning/>. [Přístup získán 30. 1. 2023].
- [67] S. Shetty, „What is PyTorch and how does it work?,“ 18. 9. 2018. [Online]. Available: <https://hub.packtpub.com/what-is-pytorch-and-how-does-it-work/>.

- [68] A. Choudhury, „Why Is OpenCV Gaining Prominence?“, 10. 6. 2020. [Online]. Available: <https://analyticsindiamag.com/why-is-opencv-gaining-prominence/>. [Přístup získán 30. 1. 2023].
- [69] Střední průmyslová škola na Proseku, „ŠVP: Vývoj aplikací (18-20-M/01 Informační technologie)“, 2019. [Online]. Available: http://www.sps-prosek.cz/soubory/obory/SVP_2019/WEB/6_SVP_SW_2019.pdf.
- [70] Střední průmyslová škola na Proseku, „ŠVP: Vývoj aplikací (18-20-M/01 Informační technologie)“, 2021. [Online]. Available: http://www.sps-prosek.cz/soubory/obory/SVP_2021/WEB/6_SVP_SW_2021.pdf.
- [71] „rpishop.cz“, [Online]. Available: <https://rpishop.cz/>. [Přístup získán 19. 2. 2023].
- [72] A. Kurniawan, Administering NVIDIA Jetson Nano. In: IoT Projects with NVIDIA Jetson Nano, Apress L. P. , 2020.
- [73] NVIDIA-AI-IOT, „Jetbot GitHub“, [Online]. Available: <https://github.com/NVIDIA-AI-IOT/jetbot>.
- [74] J. Nosek a P. Spousta, KONCEPČNÍ ANALYTICKÁ STUDIE pro skupinu 18 – Informační technologie, Praha: NÚV, 2017.
- [75] K. Honeycutt, „Machiavelli, Niccolò | Internet Encyclopedia of Philosophy“, [Online]. Available: <https://iep.utm.edu/machiave/>. [Přístup získán 1. 10. 2022].
- [76] J. Skalková, Úvod do metodologie a metod pedagogického výzkumu, Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1985.

8 Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratek

8.1 Seznam obrázků

Obrázek 1: Umělá inteligence, strojové učení a hluboké učení [3]	3
Obrázek 2: Náčrt průběhu Turingova testu [9]	6
Obrázek 3: Paradigma strojového učení [3]	8
Obrázek 4: Uspořádání neuronů do vrstev u dopředné neuronové sítě [11]	9
Obrázek 5: Logo společnosti NVIDIA [14]	10
Obrázek 6: Výpočetní modul Jetson Nano [15].....	11
Obrázek 7: Vývojářská sada Jetson Nano 4GB [18]	12
Obrázek 8: Popis součástí vývojářské sady Jetson Nano 4GB [18]	13
Obrázek 9: Architektura nástrojů pro vývoj AI řešení [32].....	16
Obrázek 10: Maximální dosažené vzdělání účastníků soutěží na portálu Kaggle [46]	24
Obrázek 11: Rozcestník vzdělávacího kurzu [47]	25
Obrázek 12: Vývojové prostředí Jupyter Notebook [54].....	27
Obrázek 13: Vývojové prostředí Google Colaboratory [55]	28
Obrázek 14: Vývojové prostředí JetBrains DataSpell [57]	29
Obrázek 15: Datová struktura DataFrame [59].....	30
Obrázek 16: Koláčový graf s detailem ve sloupcovém grafu [61]	31
Obrázek 17: Vektor, matice a multidimenzionální pole [63]	32
Obrázek 18: Strom algoritmů knihovny Scikit-learn [64].....	33
Obrázek 19: Srovnání rozdílů mezi frameworky TensorFlow a Keras [66].....	34
Obrázek 20: Detekce objektů ve videu [68]	35
Obrázek 21: Robotická stavebnice NVIDIA Jetbot [73]	64
Obrázek 22: Závodní auto Waveshare JetRacer Pro [vlastní zpracování].....	66

8.2 Seznam tabulek

Tabulka 1: Popis a rozložení GPIO pinů [20].....	14
Tabulka 2: Srovnání Jetson Nano 2GB a 4GB [24].....	15
Tabulka 3: Rozpis učiva pro vzdělávací oblast Základní programové vybavení [38].....	49
Tabulka 4: Rozpis učiva pro vzdělávací oblast Programování a vývoj aplikací [38].....	50
Tabulka 5: Rozpis učiva v předmětu Gamedesign a grafika [69].....	51
Tabulka 6: Rozpis učiva v předmětu Vývoj aplikací [70].....	52
Tabulka 7: Rozpis učiva [vlastní zpracování].....	55
Tabulka 8: Srovnání parametrů jednodeskových počítačů [71]	57
Tabulka 9: Výsledky výkonnostních testů [31]	58

8.3 Seznam grafů

Graf 1: Přehled počtů navracených dotazníků dle krajů v ČR [vlastní zpracování].....	38
Graf 2: Realizace výuky umělé inteligence v IT oborech [vlastní zpracování].....	39
Graf 3: Realizace teoretické výuky umělé inteligence [vlastní zpracování]	40
Graf 4: Realizace praktické výuky umělé inteligence [vlastní zpracování]	41
Graf 5: Používané programovací jazyky při výuce umělé inteligence [vlastní zpracování]	42
Graf 6: Používané nástroje při výuce umělé inteligence [vlastní zpracování]	43
Graf 7: Hardwarové prostředky používané při výuce umělé inteligence	44
Graf 8: Překážky bránící ve výuce umělé inteligence [vlastní zpracování]	46
Graf 9: Potřeby škol pro realizaci výuky umělé inteligence [vlastní zpracování].....	47

8.4 Seznam použitých zkratek

AI – Artificial Intelligence

API – Application Programming Interface

ARM – Advanced Risc Machine

CPU – Central Processing Unit

CUDA – Compute Unified Device Architecture

ČR – Česká republika

ČVUT – České vysoké učení technické

DC – Direct Current

DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol

DNS – Domain Name Server

FPS – Frame per Second

FTP – File Transfer Protocol

GDPR – General Data Protection Regulation

GFLOP – Billion Floating-point Operations per Second

GPIO – General Purpose Input Output

GPU – Graphics Processing Unit

HDMI – High Definition Multimedia Interface

HTML – HyperText Markup Language

HTTP – HyperText Transfer Protocol

HW – Hardware

IoT – Internet of Things

IQ – Intelligence Quotient

IT – Informační technologie

LED – Light Emitting Diode

LPDDR – Low Power Double Data Rate

MIPI-CSI – Camera Serial Interface

OS – Operační systém

PoE – Power over Ethernet

PWM – Pulse Width Modulation

RAM – Random Access Memory

RVP – Rámcový vzdělávací program
SDK – Software Development Kit
SMTP – Simple Mail Transfer Protocol
SoM – System on Module
SPI – Serial Peripheral Interface
SPŠ – Střední průmyslová škola
SQL – Structured Query Language
SSD – Solid State Drive
SW – Software
ŠVP – Školní vzdělávací program
UART – Universal Asynchronous Receiver-Transmitter
UI – Umělá inteligence
UK – Univerzita Karlova
USB – Universal Serial Bus
WiFi – Wireless Fidelity
WWW – World Wide Web