

**UNIVERZITA JANA AMOSE KOMENSKÉHO  
PRAHA**

**BAKALÁŘSKÉ KOMBINOVANÉ STUDIUM**

**2017-2018**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Sylva Navrátilová**

**Příklady využití umělé inteligence ve vzdělávání:  
inteligentní výukové systémy a pedagogičtí agenti**

**Praha 2018**

**Vedoucí bakalářské práce: Mgr. et Mgr. Beseda Jan, Ph.D.**

**JAN AMOS KOMENSKY UNIVERSITY PRAGUE**

BACHELOR COMBINED STUDIES

2017-2018

**BACHELOR THESIS**

**Sylva Navrátilová**

**Examples of Artificial Intelligence in Education:  
Intelligent Tutoring Systems and Pedagogical Agents**

Prague 2018

The Bachelor Thesis Work Supervisor: Mgr. et Mgr. Beseda Jan,  
Ph.D

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je mým původním autorským dílem, které jsem vypracovala samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpala, v práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použitých zdrojů.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v univerzitní knihovně.

V Praze dne

Sylva Navrátilová

## **Poděkování**

Děkuji Mgr. et Mgr. Janu Besedovi, Ph.D.za odborné vedení, pomoc a rady při zpracování této práce.

## **Anotace**

Tato bakalářská práce se zabývá tématem umělé inteligence ve vzdělávání. Cílem je popsat možnosti jejího využití a prozkoumat dvě oblasti: inteligentní výukové systémy a pedagogické agenty. Celá práce je složena z teoretických východisek, které se objevují především v zahraničních zdrojích. Díky tomu může obohatit české prostředí, které se oproti světu tímto tématem nezabývá v takové míře. Skládá se ze sedmi kapitol, první část obsahuje definici a historii umělé inteligence. Část druhá se soustředí na hlavní témata cíle. Je zde vytvořena S.W.O.T. analýza, popsán aktuální stav a trendy a provedena komparace inteligentních výukových systémů s reálným učebním prostředím.

## **Klíčová slova**

Historie umělé inteligence, inteligentní výukové systémy, pedagogičtí agenti, techniky umělé inteligence, umělá inteligence, umělá inteligence ve vzdělávání

## **Annotation**

This bachelor thesis deals with the topic of artificial intelligence in education. The aim is to describe the possibilities of its use and explore two areas: intelligent tutoring systems and pedagogical agents. The whole thesis is composed of the theoretical bases that appear mainly in foreign sources. Thanks to this, it can enrich the Czech environment, which does not deal on a scale like the world. It consists of seven chapters, the first part contains the definition and history of artificial intelligence. Part two focuses on the main topics of the target. S.W.O.T. analyze, describe the current state and trends, and compare intelligent learning systems with a real learning environment.

## **Keywords**

Artificial Intelligence, Artificial Intelligence in Education, Artificial Intelligence Techniques, History of Artificial Intelligence, Intelligent Tutoring Systems, Pedagogical Agents

<b>ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>1FILOZOFIE UMĚLÉ INTELIGENCE.....</b>	<b>11</b>
1.1Podstata umělé inteligence.....	13
1.2 Definice umělé inteligence.....	14
1.3Hlavní postoje .....	16
<b>2HISTORIE A VÝVOJ UMĚLÉ INTELIGENCE.....</b>	<b>18</b>
2.1Mytologie.....	19
2.2První inteligentní stroje.....	19
2.320. století.....	20
2.4Současnost.....	22
<b>3TECHNIKY UMĚLÉ INTELIGENCE.....</b>	<b>23</b>
3.1Bayesovské sítě.....	23
3.2Umělé neuronové sítě.....	24
3.3Strojové učení.....	25
3.4Dolování z dat.....	26
<b>4UMĚLÁ INTELIGENCE VE VZDĚLÁVÁNÍ.....</b>	<b>28</b>
4.1Role umělé inteligence ve vzdělávání.....	28
4.2Institucionalizace využívání umělé inteligence ve vzdělávání.....	30
<b>5INTELIGENTNÍ VÝUKOVÉ SYSTÉMY.....</b>	<b>32</b>
5.1Architektura ICAI.....	34
5.1.1Dělení na stupně.....	35
5.1.2Principy.....	37
5.2Druhy používaných technik.....	38
5.3Oblasti využití inteligentních výukových systémů.....	39
5.4Příklady inteligentních výukových systémů.....	40
5.5S.W.O.T. analýza .....	42
5.5.1Silné stránky.....	42
5.5.2Slabé stránky.....	43

5.5.3Příležitosti.....	44
5.5.4Hrozby.....	44
5.6Aktuální stav a trendy.....	45
<b>6PEDAGOGIČTÍ AGENTI.....</b>	<b>46</b>
6.1Vlivy pedagogických agentů.....	47
6.2Role pedagogických agentů.....	48
6.2.1Autoritativní typ pedagogických agentů.....	48
6.2.1.1Motivátor.....	49
6.2.1.2Expert.....	50
6.2.1.3Mentor.....	50
6.2.2Neautoritativní typ pedagogických agentů.....	51
6.3S.W.O.T. Analýza.....	52
6.3.1Silné stránky.....	52
6.3.2Slabé stránky .....	54
6.3.3Příležitosti.....	55
6.3.4Hrozby.....	55
6.4Aktuální stav a trendy.....	56
<b>7KOMPARACE.....</b>	<b>58</b>
<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>60</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....</b>	<b>61</b>
<b>SEZNAM ZKRATEK.....</b>	<b>70</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ.....</b>	<b>71</b>



## ÚVOD

Tato práce s názvem "Příklady využití umělé inteligence ve vzdělávání: inteligentní výukové systémy a pedagogičtí agenti" se zabývá tématem vzdělávání pomocí počítačových aplikací. Díky stále rozšiřujícímu se vývoji počítačové techniky ve všech směrech, se tato disciplína dostala i do vzdělávání a neustále v tomto oboru roste. Každým okamžikem přibývá ve světě umělé inteligence nových nápadů, výzkumů a realizací. Proto je dobré tomuto tématu věnovat větší pozornost a být v obraze ohledně technologie, která může ovlivňovat člověka i na poli vzdělávání.

Anglický název pro umělou inteligenci ve vzdělávání je artificial intelligence in education, zkráceně AI in education. Ve velkých a vyspělých zemích je tomuto tématu věnováno větší pozornosti, než je tomu v českém prostředí. Jsou tam neustále vyvíjeny nové aplikace a zlepšují se ty starší. V České republice se potom k těmto softwarům dostáváme hlavně díky překladu obsahu do našeho jazyka. Proto zatím v našem prostředí není tolik zmínek o tomto tématu a informace lze najít především v zahraničních zdrojích. To je důvodem, proč je v této práci čerpáno především ze zahraničních publikací. Cílem je tuto problematiku blíže přiblížit a popsat možnosti využití umělé inteligence ve vzdělávání. Jsou zde blíže prozkoumány dvě oblasti, inteligentní výukové systémy a pedagogičtí agenti. Jelikož je práce složena z mnoha informací a čerpá z teoretických východisek, nemá praktickou část. Je zde však vytvořena analýza zmiňovaných dvou oblastí a komparace počítačových výukových systémů.

Struktura práce je následující. Nejdříve představuje umělou inteligenci jako takovou, vysvětluje samotný pojem, podstatu, definici a hlavní postoje, které jsou k umělé inteligenci zaujímány. Dále se zabývá historií, která sahá až do mytologie. Tímto je poukázáno na úplné základy prvních myšlenek o možnosti existence umělé inteligence. K lepšímu pochopení fungování umělé inteligence

ve vzdělávání jsou zde uvedeny její techniky. Ve druhé části se už práce věnuje jejímu základnímu tématu, tedy integraci umělé inteligence do vzdělávání. Je zde kapitola o mezinárodní konferenci o počítačovém vzdělávání, která toto téma drží nejvíce v popředí a představují se zde pravidelně nové technologie a nápady pro využití. Dále se v ní objevují dvě již zmiňovaná zkoumaná témata, inteligentní výukové systémy a pedagogičtí agenti. Popsány jsou jejich využití, příklady, vlivy a role. Součástí obou kapitol je S.W.A.T analýza a podkapitola o aktuálním stavu a současných trendech. To vše zakončuje komparace, kde dochází ke srovnání účinnosti inteligentních výukových systémů proti reálné výuce s lidským učitelem.

V práci nelze nalézt žádné detailní odborné popisy fungování jednotlivých technik a aplikací. Jejím přínosem by mělo být spíše přiblížit tuto problematiku všem, kdo na toto téma narazí. Ať už se jedná o učitele, studenty, anebo lidi, kteří se například chystají absolvovat nějaký e-learningový kurz.

# 1 FILOZOFIE UMĚLÉ INTELIGENCE

Z hlediska analýzy jazyka je nejprve nutné vymezit dva slovní pojmy. Pojem "umělý" a "intelligence".

Umělé věci obklopují člověka ze všech stran. Na straně jedné jsou lidé obyvateli přirozeného světa. Na straně druhé obývají svět, do kterého svými výtvary přinášejí neustále něco nového, co je nepřirozené, tedy umělé. V nejširším slova smyslu proto nelze obecně určit ostrou hranici mezi slovy přirozený a umělý. I přesto, že něco bylo vytvořeno uměle, takové věci nutně nedáváme hned přívlastek umělá. Neříkáme např. umělé brýle nebo umělý obal. Vždyť přece člověk pouze použil něco z přirozeného světa a vytvořil umělou věc. Předpoklad je ale takový, že člověk má vždy nějaký vědomý záměr. Je to představa tvůrce o tom, jak má umělý předmět vypadat, jaké má mít funkce a hlavně co má nahradit. V obecném slova smyslu ani nemusí výtvar vykazovat znaky umělosti, např. uměle vytvořené jezero může být nerozeznatelné od přirozeného. Je tedy potom na subjektivním posouzení, v jaké míře byl splněn původní záměr. (Bostrom, 2017)

O umělém rozhodování, vnímání, myšlení a dalších činnostech platí totéž. Jde tu však o dvě různé věci. Jednak něco dělat, a jednak někoho přimět něco dělat. Rozdílnost obou věcí je nutné mít na paměti, když tvrdíme o něčem, že je to umělé.

Jsou zde tři podmínky, které by měly být splněny, pokud chceme o něčem tvrdit, že je to umělé. První je, že by měla existovat nějaká věc, která je přirozená a umělá věc ji pouze duplikuje (myšlení, rozhodování). Druhá podmínka spočívá v tom, že zde existuje lidský záměr k vytvoření duplikátu přirozené věci. Ve třetí podmínce už by mělo dojít k provedení realizace původního záměru. (Havel, 1999)

Některé živé organismy mají vlastnost, která jim v přírodě poskytuje mimořádné postavení. Tou vlastností je inteligence. Její vznik prošel dlouhým vývojem. Dnes mohou některé živé organismy díky inteligenci efektivně reagovat na prostředí a jeho složité projevy ve svůj prospěch. S rozvojem techniky je člověkem často kladena otázka, zda můžeme přisuzovat přívlastek inteligentní i u uměle vytvořeným systémům. Alan Turing v roce 1950 omezil problém definování inteligence na jednoduchou otázku o konverzaci. Tvrdí, že pokud stroj může odpovědět na jakoukoli otázku, která mu byla položena, a to pomocí stejných slov, jako by to obyčejný člověk dělal, pak bychom tento stroj mohli nazvat inteligentní. (Mařík, Štěpánková a Lažanský, 1993)

Pod pojmem inteligence si většina lidí představí všeobecnou schopnost rozumět, plánovat, řešit problémy, myslet abstraktně, pochopit složité myšlenky, rychle se učit a poučit se ze zkušeností. Pojem nezahrnuje pouze učení se skrz knihy, nebo úspěšné zvládnutí všech zkoušek. Odráží hlavně schopnost zachytit a pochopit okolí, dělat věci smysluplně a správně vyhodnotit, jak a co udělat.

## **1.1 Podstata umělé inteligence**

Co si lze představit pod pojmem "umělá inteligence"? Je možné, že v budoucnu zcela převezme umělá inteligence roli člověka? Nebo bude vždy dělat pouze to, na co je naprogramována člověkem v roli autonomního robota? Umělá inteligence je neživý stroj. Přitom každá inteligence souvisí s vědomím. Uvědomění si významu věci v reálném světě. Inteligence vnímá věc jako součást celku, o kterém má nějaký pojem. Sama o sobě nemůže existovat, projevuje se jako vlastnost či schopnost nějakého subjektu. Když není subjekt, není ani inteligence. Pokud má tedy inteligence o věcech nějaké vědomí, musí toto vědomí mít i o sobě samé. Uvědomuje si samu sebe jako věc, která byla obdařena inteligencí. Proto má inteligentní subjekt zájem o zachování vlastního já. Toto je podstata inteligence. Je to hlavně ale podstatou živé bytosti. Inteligentní subjekt ale zároveň postupně nachází i své nepřátele a současně se proti nim začíná aktivizovat. Pokud toto platí pro živou inteligentní formu, lze toto očekávat i od umělé inteligence? (Bostrom, 2017)

Obecná definice života jako takového je, život vyžaduje nějakou míru složitosti. To souvisí s výrazem "emergence" (objevit se). Všechny živé organismy se vyznačují tím, že mohou nejen inteligentně reagovat, ale také se rozmnožovat. Někdy mají jejich potomci ještě složitější strukturu, než oni sami. Umělý život a jeho vývoj je v porovnání s tímto vývojem opakem. Většinou se využívá složitějších struktur k tvorbě těch jednodušších (od velkého počítače k malému inteligentnímu mobilu). (Zelinka, 2003)

## 1.2 Definice umělé inteligence

Definice umělé inteligence je několik. Například z tzv. Turingova imitačního testu vychází definice 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." (Minsky, 1967)

Z této definice vyplývá, že úlohy řešené umělou inteligencí jsou natolik složité, že i kdyby je řešil člověk, musel by uplatnit svou inteligenci. V úlohách, které jsou jednodušší, lze pouhým přebíráním a vyhodnocováním různých variant dospět k řešení. V úlohách složitějších takový postup nejsou schopné zvládnout ani superrychlé počítače. Kdo řeší úlohy, a bude postupovat "inteligentně", bude pouze hledat nějaké nadějně varianty. Varianty, které dostatečnou šanci neposkytují, prostě vynechá. Řešení se jeví více inteligentnější podle toho, čím více takových variant vynechá. Tento mechanismus je založen na využití znalostí. Využíváním znalostí se snaží řešit úlohy i umělá inteligence. (Minsky, 1967)

Další známou definicí umělé inteligence je Kotkova definice. Ta určuje především dílčí úlohy, které do umělé inteligence spadají. Mezi ně patří například logika, strojové učení, plánování, rozpoznávání, neuronové sítě, atd. (Kotek, Mařík a Zdráhal, 1983)

Stručnou definici sestavila Richová: " Umělá inteligence se zabývá tím, jak počítačově řešit úlohy, které dnes zatím zvládají lidé lépe." (Rich a Knight, 1991)

Z tohoto vymezení umělé inteligence vyplývá, že se bude její těžiště posouvat a měnit v průběhu doby. Obsah je tedy vázán na aktuální stav. Nevýhodou definice je to, že zde nejsou vymezené úlohy, jaké je třeba řešit, ale které neumí řešit počítač ani člověk. (Rich a Knight, 1991)

Obecná definice umělé inteligence je především subjektivní záležitost. To je charakteristické především pro začátečníky v tomto oboru. Umělá inteligence by měla zahrnovat:

- hraní her (stroj by měl být schopen hrát i složité hry, např. šachy)
- expertní systémy (stroj by měl umět činit správná rozhodnutí v reálné situaci, např. strategické rozhodování na burze, lékařská diagnóza)
- zpracování hlasu (stroj by měl zvládnout zpracovat hlas, rozumět mu a správně zareagovat na zprávu)
- neuronové sítě (simulace činnosti biologických neuronových sítí pomocí speciálních matematických algoritmů a tím napodobit inteligenci v daném úkolu)
- robotiku (autonomní jednotky, které dokáží komunikovat se svým okolím).

Umělá inteligence by měla zahrnovat tyto komplexní schopnosti:

- schopnost práce s abstrakcí (symboly, vztahy a koncepty)
- adaptabilita (učit se z vlastních zkušeností)
- přizpůsobivost novým podmínkám tak, aby byl problém vyřešen co nejlépe.

(Zelinka, 2003)

### 1.3 Hlavní postoje

K umělé inteligenci jsou ve vědě zaujímány různé postoje. Patří mezi ně například Turing a jeho "zdvořilá úmluva" nebo argument čínského pokoje. Tyto dva postoje si jako příklad rozebereme blíže.

Turingův test byl vyvinutý v roce 1950 Alanem Turingem. Turing testoval schopnosti stroje vykazovat inteligentní chování, které by bylo rovnocenné a nerozpoznatelné od chování člověka. Navrhl, že člověk bude posuzovat rozhovory mezi člověkem a strojem. Bude si vědom toho, že jeden z partnerů je stroj. Tento rozhovor byl omezen pouze na textovou komunikaci, tzn. pomocí klávesnice počítače a obrazovky. Výsledek nemá za úkol hodnotit slova jako řeč. Pokud hodnotitel v rozhovoru nerozpozná, zda komunikuje člověk či stroj, pak stroj testem prošel. Tento test Turing uvedl ve své práci *Computing Machinery and Intelligence* na univerzitě v Manchesteru. Pokládal zde základní otázku, zda mohou stroje myslet. (Mařík, Štěpánková a Lažanský, 1993)



V roce 1980 byl představen v časopise *The Behavioral and Brain Sciences* tzv. myšlenkový experiment čínského pokoje. Autorem byl John R. Searle, který se zabýval umělou inteligencí a snažil se vyvrátit teorii, kterou zastával Turingův test. Searle rozděluje umělou inteligenci na slabou (umělá inteligence bere počítač jako pomocnou sílu k prozkoumání lidské mysli) a silnou (umělá inteligence disponuje, rozumí a chápe kognitivní stavy). Searle v experimentu čínského pokoje popisuje muže, který dostal jako úkol spojovat čínské znaky podle návodu. Na otázky dokázal muž odpovídat správně, ale čínštině nerozuměl. Manipulace se týkala totiž pouze symbolů. Z tohoto experimentu bylo vyvozeno, že stroj nedokáže porozumět jazyku tak jako lidé, neboť postrádají sémantiku. (Searle, 1994)

Dále mezi hlavní filozofické postoje umělé inteligence patří Dartmouthův návrh (tvrdí, že jakýkoliv prvek inteligence může být úplně přesně popsán do takové míry, že stroj bude schopný ho simulovat), hypotéza Newella a Simona (která proces nalézání řešení připodobňuje k orientaci v prostoru nebo Hobbesův mechanismus (tvrzení, že rozum není nic víc, než pouhé počítání). (Mařík, Štěpánková a Lažanský, 1993)

## 2 HISTORIE A VÝVOJ UMĚLÉ INTELIGENCE

O vybudování nějakých strojů, které by byly schopné vykazovat takový stupeň inteligence jako lidé, se snažilo lidstvo už od pradávna. Představa o "stroji", který by zastoupil jakoukoliv práci, je stará stejně jako celá naše civilizace. Lidé pouze nevěděli, jak tuto inteligentní věc označit. Pojem "stroj" se objevil o mnoho později. (Zelinka, 2003)

Po vzniku zemědělství se velikost lidské populace stále zvětšovala. Se zvětšováním počtu lidí přibýlo i více myšlenek a specializací na různé obory, které byly více či méně spjaty s umělou inteligencí. Tím dále rostla i ekonomická produktivita a kapacity technologie. Dalším významným ovlivněním umělé inteligence byla průmyslová revoluce.

Konkrétní začátek umělé inteligence, jak jí známe dnes, se datuje ale až od 20. století. Prováděly se různé studie a testy, které se snažili dokázat či vyvrátit schopnost stroje být stejně či více inteligentní, než sám člověk. Společně na těchto projektech spolupracovali nejrůznější matematici, elektrotechnici, lingvisté, neurologové, psychologové a filozofové.

Zajímavé předpovědi k sobě přilákaly i velké finanční investice, i když se nejdříve nedostavily takové výsledky, jaké se očekávaly. Až v těchto posledních 25 letech se vědci více přiblížili k realizaci všech možných postupů a snů, které zde byli již od počátku myšlenek o umělé inteligenci. (Bostrom, 2017)

## 2.1 Mytologie

Nejznámějším předchůdcem umělé inteligentní bytosti je tzv. "homunkulus", v překladu toto slovo znamená "človíček". Tento pojem znamenal uměle vytvořenou bytost bez duše. Ve své fyzické podobě je homunkulus jako živočich, který je podřízený lidskému stvořiteli. Výroba takového tvora zahrnovala hnojící procesy, použití lidské krve, atd. Nejznámější homunkulus je Golem. Údajně byl zhotoven z hlíny rabínem Jehudou Lowem ben Becalélem. Po nějakou dobu dokázal plnit i komplikované příkazy. Podle legendy Golem existoval v 16. století a roku 1593 byl zničen. V historii středověku se dále také objevuje zmínka o Vatikánské mechanické hlavě, která uměla konverzovat a odpovídat na dotazy. Papež jménem Gerbert z Arillacu, si ji údajně dovezl z Indie. Hlava fungovala na principu počtu dvou cifer. Jiná legenda vypráví také o mechanické hlavě patřící Albertu Velikému, která dokázala zodpovědět i filozofické otázky. (Zelinka, 2003)

Nejstarší pověst o umělé bytosti pochází z antického Řecka. Vypráví o sestrojení automatických měchů, které bylo možno ovládat myšlenkou (v dnešní době bychom to chápali jako telepatii). Dále byly v Řecku dle legendy vyrobeny dvě umělé ženy, které pomáhaly Héfaistovi s chůzí tak, že ho při ní podpíraly. Jiným inteligentním objektem byl i měděný Talós, který měl za úkol ochraňovat krétské království. (Bostrom, 2017)

## 2.2 První inteligentní stroje

V roce 1652 se začaly objevovat už skutečně inteligentnější stroje, které byly schopné provádět složitější matematické operace (např. primitivní sčítací

stroj). Za zmínku stojí i Leonardo da Vinci, který se také snažil zrekonstruovat umělé bytosti. Prvním skutečným robotem byl hráč na flétnu, kterého sestrojil Jaquesde Vaucanson, který byl představen akademii věd ve Francii. Z 18. století pochází "Kulibinovo vejce", které po natažení spustí divadelní představení trvající několik minut. I když ho lze pozorovat jen pod lupou, představuje vrchol mechanických automatů založených na ozubených kolech a pružinách. (Zelinka, 2003)

### **2.3 20. století**

Po skončení 1. světové války se začaly objevovat elektromechanické loutky, které v sobě měly zabudovanou gramofonovou desku a dokázaly mluvit. Některé zvládly i hýbat končetinami. Ty nejdokonalejší dokonce připalovali i cigaretu. Dále stojí za zmínku robot jménem Occult, výtvar Američana Whitmana. Ten měl za úkol likvidaci ostatních drátů a dalších překážek. (Zelinka, 2003)

Od druhé poloviny 20. století se téma umělé inteligence začalo brát skutečně vážně. Za zmínku stojí známý matematik a filozof Norbert Wiener, který se ještě před začátkem 50. let věnoval tématům jako je kybernetika (dokonce je i spoluautorem tohoto slovního výrazu), teorie pravděpodobnosti a náhodným procesům. Dodnes je jeden z náhodných procesů pojmenován jako "Wienerův bílý šum". (Třípól, 2014) Významný byl i rok 1950, kdy A. Turing provedl a formuloval známý test a vyvrátil řadu argumentů proti inteligentním strojům. V tomto období své přesvědčení vyjádřil i John von Neumann. Tvrdil, že v blízké době dosáhnou počítače intelektuálních schopností člověka a postupně je budou i přesahovat. V roce 1956 byla zorganizována Johnem McCarthym malá konference, kde se sešli odborníci na mentální schopnosti

lidí a strojů. Byla zde diskutována domněnka, že jakýkoliv příznak inteligence může být simulován strojem. Byl také kladen důraz na myšlenku, že počítače mohou pracovat se symboly úplně stejně jako pracují s čísly. Tak vznikla nová vědní disciplína, která dostala jméno "umělá inteligence". (Mařík, Štěpánková a Lažanský, 1993)

Po dalších zhruba 50 let procházel tento obor obdobiami povyku a očekávání, ale i zklamání a nezdarů. Například se zde objevil systém zvaný "Logický teoretik", který obsahoval spis Principa Mathematica. Ten vyvrátil názor, že stroje mohou pracovat pouze na numerickém principu. Prokázal, že některé stroje mohou provádět dedukce a používat logiku. Dále robot jménem Shakey demonstroval, že je možné propojit vnímání s logickým myšlením a posléze toto využít k plánování či ke kontrole fyzické činnosti. V 70. letech vznikla robotická ruka, která se dokázala ve světě, který simuloval geometrické kostky řídit různými pokyny a odpovídat na otázky v angličtině. Dokonce se objevila i umělá inteligence vyprávějící vtipy. (Zelinka, 2003)

Častokrát vyšlo najevo, že úspěšné metody, které byly předvedeny na příkladech, lze obtížně přenést na náročnější a obtížnější problémy v širším slova smyslu. Na začátku 80. let přišlo Japonsko s projektem počítačových systémů páté generace. Cílem tohoto projektu bylo překonat ty nejlepší umělé inteligence té doby. K dosažení tohoto cíle byla vytvořena architektura masivně paralelních systémů sloužící jako platforma pro umělou inteligenci. Rozhodnutí Japonska investovat do umělé inteligence přimělo další státy napodobit ho a udělat to samé. (Mařík, Štěpánková a Lažanský, 1993)

V 90. letech se začaly objevovat nové techniky, jako neuronové sítě a genetické algoritmy. V kombinaci se s už více výkonnými počítači, které byly dostupnější tvořit inženýrům takové neuronové sítě, které obsahovaly praktické a užitečné aplikace. Na svět vykoukl i tzv. "bayesovský agent", který využívá informací, které má k dispozici tím nejlepším možným způsobem. K různým

pokrokům došlo také díky formálním objevům, ke kterým se dospělo původně v jiných oborech. (Bostrom, 2017)

## **2.4 Současnost**

V současnosti existují i takové umělé inteligence, které dokážou překonat inteligenci lidí. Umělá inteligence se nyní používá už ve všemožných oblastech. Mezi nám známá zařízení, která využívají umělou inteligenci jsou různé doporučovací systémy, klinické systémy pro podporu rozhodování, robotičtí uklízeči, domácí mazlíčci, záchranní roboti, navigační zařízení a mnoho dalších. Dále známe také moderní programy na rozpoznávání řeči (na trhu se začínají objevovat i zvukové automatické překladače), osobní digitální asistenti, atd. Dnes se velmi rozmáhá i technologie rozpoznání obličeje. Tyto systémy jsou používány dokonce i na automatizovaných hraničních přechodech. USA zmiňovanou technologii používá při zpracování žádostí o víza. Důležitým prostředím, kde se ve velké míře umělá inteligence objevuje, jsou globální finanční trhy. Pro obchodování na burze se zde používají automatizované systémy. (Bostrom, 2017)

## 3      **TECHNIKY UMĚLÉ INTELIGENCE**

Většina technologií využívá širokou škálu metodik, z nichž ne všechny se považují za umělou inteligenci. Rozlišování mezi nimi může být složité a často se překrývá. Zatímco inženýři a výzkumní pracovníci potřebují dokonale znát i ty nejmenší rozdíly mezi různými technickými přístupy, vedoucí firmy či učitelé by se měli soustředit na konečný cíl a skutečné výsledky. Tato kapitola představuje techniky umělé inteligence, mezi které patří bayesovské sítě, umělé neuronové sítě, strojové učení a dolování z dat. Popisy těchto technik jsou v publikacích, ze kterých je v této kapitole čerpáno velmi podrobné. Vzhledem ke složitosti fungování jednotlivých technik jsou v této práci techniky umělé inteligence popsány stručně se snahou o snadné porozumění textu i pro osoby, které nejsou vůbec z oboru a toto téma je zajímavé hlavně ze stránky vzdělávání.

### **3.1    Bayesovské sítě**

Bayesovské sítě se řadí do skupiny, kam patří pravděpodobnostní grafové modely. Ty jsou schopny vytvořit modelaci problémů, kde je nutné pracovat s informacemi, které nejsou jisté, ale tzv. vágní. Bayesovské sítě jsou úspěšně používány v mnoha oblastech. Díky jejich schopnosti efektivního provádění výpočtů s velkým počtem veličin zároveň pomáhají lidem lépe porozumět různým modelovým případům. Dobře srozumitelná reprezentace nezávislosti mezi různými veličinami pomocí acyklických grafů dosahuje vysoké úspěšnosti. (Finn, 2001)

Bayesovské sítě nám mohou poskytnout odpovědi na různé otázky týkající se např. velikosti podmíněné pravděpodobnosti za daných hodnot, jaké informace by mohly pomoci rozhodnout, na kterých proměnných je nejvíce závislý výsledek nebo jaká je ta nejpravděpodobnější příčina nějakého pozorovaného vztahu. (Hložek, 2016)

Síť funguje tak, že je tvořena orientovanými vazbami propojující páry uzlů. Pokud vazbu naznačuje šipka, která směřuje z uzlu X k uzlu Y, je uzel X nadřazený uzlu Y a má na něj přímý vliv. Můžeme tento nadřazený uzel nazvat také "rodičovský". Z tohoto vzorce vyplývá, že příčina je tzv. rodičem efektu. V následně vytvořené typologii v takovém formátu je ke každému z uzlů přiřazena podmíněná pravděpodobnost, která určuje množství efektu rodiče na uzel. (Russell, Norvig a Davis, 2010)

### **3.2 Umělé neuronové sítě**

Pod pojmem neuronová síť se skrývá algoritmus, jehož vzorem je lidský mozek a jeho činnost. V mozku se nachází vzájemně propletené buňky, tzv. neurony, které spolu pomocí elektrických impulzů komunikují. Od vzniku počítačů tyto procesy lidé napodobují. Snaží se o vytvoření algoritmu, který bude fungovat po vzoru činnosti lidského mozku. Ve srovnání se standardními typy rozhodovacích algoritmů, podává princip neuronových sítí extrémně dobré výsledky týkající se rozhodovacích a analytických systémů. Schopnost učit se je hlavní předností neuronové sítě. Síť je schopna si zapamatovat kombinace, které vedly k určitému výstupu a následně se potom obrátit na svoji paměť u vstupů nových. Využívá zde i své zkušenosti odhadnout nový výsledek. V tomto procesu dochází ke zevšeobecnování, neboli generalizaci. Je



to vlastně dovednost, která umožňuje správně zareagovat i na takové vstupy, které se nepřizpůsobily k trénovacím datům a přesto z nich zvládne vyvodit obecné závěry o nabízených datech. (StatSoft, 2013)

Jelikož se neuronová síť neustále vyvíjí a mění se stav neuronů, rozděluje se do tří dynamik, pomocí kterých následně zvažuje tři režimy práce sítě. Když se jednotlivé dynamiky konkretizují, následně obdržíme odlišné modely neuronových sítí vhodných pro různé třídy úloh a jejich řešení. (Volná, 2008)

- Organizační dynamika – předpokládá převážně pevnou architekturu neuronové sítě (nemění se v čase). Dále se dělí na dva typy: cyklickou a acyklickou síť.
- Aktivní dynamika - při pevné konfiguraci a topologii specifikuje počáteční stav sítě se způsobem jeho změny v čase. Po zavedení programu stavu sítě probíhá vlastní výpočet.
- Adaptivní dynamika - neuronová síť organizuje sama tréninkové vzory do shluků a odhaluje jejich vlastnosti.

### **3.3 Strojové učení**

Úkolem počítačových programů ve strojovém učení je odvozovat znalostní pojmy z předložených příkladů i protipříkladů. Tato úloha se konkrétně jmenuje učení z příkladů, a v posledních letech jí byla věnována zvýšená pozornost. Smysl učení je, že program zvládne z příkladů odvodit sám popisy, pojmy a definice. Po svém naučení je posléze schopen provádět klasifikace. V takovýchto programech lze hledat perspektivní aplikace v počítačovém vidění,

v tvorbě pro expertní systémy či v porozumění přirozenému jazyku. Charakteristické rysy strojového učení jsou využívání znalostí, aplikace moderních poznatků z nestandardních logik nebo práce se strukturovanými a symbolickými proměnnými. Úspěšnou zkouškou prošly také algoritmy, které byly inspirovány biologickými systémy. Strojové učení a jeho využití spočívá v doplňování klasických metod získávání znalostí. V těchto metodách se expert snaží formulovat pravidla ve spolupráci se znalostním inženýrem, kde dále dochází k expertově demonstraci některých postupů a pojmů na příkladech. Tento expert může pomoci učícímu se mechanismu díky dodání výchozích znalostí pro učení. (Mařík, Štěpánková a Lažanský, 1993)

Rozdělení strojového učení je obvykle na dva způsoby. Jedná se o učení s učitelem a učení bez učitele. Učení s učitelem spočívá v tom, že učícímu se programu jsou předkládány požadované výstupy a vzorové příklady. Když je učení dokončeno, je potom program schopný zařadit neznámé vstupy do různě stanovených kategorií. Příkladem může být třeba identifikace obličeje z fotografie. Učení bez učitele je odlišné tím, že program nemá k dispozici žádné znalosti o tom, jak by jeho výstup měl vypadat a nemá tento výstup s čím porovnat. Tento program má za úkol automaticky odvodit strukturu dat tak, že data shlukuje do skupin na základě jim podobných vlastností. (Volná, 2008)

### **3.4 Dolování z dat**

Další technika umělé inteligence se v originále nazývá data mining. V českém překladu můžeme nahradit výrazem dolování dat, jak uvádí například Systém online, 2018. Dalším výkladem anglického spojení data mining je

dolování z dat. Tento výraz používá Berka, 2008. V této práci je použit výraz dolování z dat (technika spočívá v dolování dat z dat).

Dolování z dat kombinuje poznatky ze statistiky, databázových systémů a umělé inteligence. Tyto metody řeší aktuální záležitosti, které se pojí s obrovským množstvím dat vyprodukovaným společností za celou dobu využívání informačních technologií. Se stále rozšiřujícím se využíváním a používáním těchto technologií množství dat neustále narůstá. Metody vytěžování dat mají za cíl odhalit v souborech skryté informace a posléze je využít k dalším účelům. Uplatňují se jak v komerční, tak ve výzkumné sféře.

Některé oblasti získávání dat: (Systém online, 2018)

- služby (booking letenek/jízdenek/pobytů, objednávání zásilek, atd.)
- telekomunikace (informace o poloze mobilního telefonu, telefonním provozu a jeho platbách, atd.)
- bankovníctví (informace o žádostech o úvěry, historii splátek, bankovních transakcích, atd.)
- pojišťovnictví (pojistky a jejich registrace, plnění pojistného, atd.)
- státní správa (daňová přiznání, žádosti o sociální podporu, atd.)
- koncový prodej (data ze zákaznických karet, registračních pokladen, atd.)
- zdravotnictví (informace pro zdravotní pojišťovny, zdravotní záznamy, atd.)

## 4 UMĚLÁ INTELIGENCE VE VZDĚLÁVÁNÍ

Díky nejrůznějším sci-fi filmům, předpovědím futurologů a postupným zlepšováním různých technologií nedělala umělá inteligence žádné velké bláznivé vlny ve společnosti. V mnoha ohledech se tiše stala všudypřítomným společníkem ve spoustě aspektech našeho každodenního života. Od inteligentních senzorů, které nám pomáhají pořídit dokonalé fotografie, přes automatické parkovací funkce v autě, až k někdy frustrujícím osobním asistentům ve smartphonech, je umělá inteligence všude kolem nás po celou dobu. Dalším místem, kde je umělá inteligence připravena udělat velké změny (a částečně se tak již stalo), je oblast vzdělávání.

Umělá inteligence ve vzdělávání neznamena, že musíme vidět humanoidní roboty, kteří v příštích desetiletích působí jako učitelé. Existuje zde již mnoho projektů, které využívají počítačové inteligence, aby pomohly studentům a učitelům zjednodušit vzdělávací proces jako takový.

### 4.1 Role umělé inteligence ve vzdělávání

Možností, jak efektivně využít umělou inteligenci ve vzdělávání je spousta. Zde jsou uvedeny některé příklady využití: (Teachthought, 2018)

- Automatické třídění - umělá inteligence může automatizovat základní aktivity ve vzdělávání, jako je například třídění. Nyní je možné, aby

učitelé automatizovali třídění téměř všech druhů testů, i těch s více volbami.

- Vzdělávací software může být přizpůsoben potřebám studentů - uplatnění větší úrovně individualizovaného učení. Tyto systémy reagují na potřeby studenta, kladou větší důraz na některé témata, opakují věci, které studenti nezvládli, a obecně pomáhají studentům pracovat svým vlastním tempem.
- Mohou poukázat na místa, kde by se vyučování mělo zlepšit - učitelé si nemusí vždy uvědomovat mezery ve svých přednáškách a vzdělávacích materiálech. Tento typ systému pomáhá vyplnit mezery ve vysvětlení, které mohou nastat, a pomáhá zajistit, aby všichni studenti stavěli stejný koncepční základ.
- Studenti by mohli získat další podporu od učitelů umělé inteligence - takové programy mohou naučit studenty základům, ale zatím nejsou ideální pro to, aby pomohly studentům učit se myšlení a kreativitu na vysokém stupni, v čemž spočívá výhoda učitelů z našeho "reálného" světa.
- Programy zaměřené na AI mohou poskytnout studentům a pedagogům užitečnou zpětnou vazbu - umělá inteligence může nejen pomáhat učitelům a studentům při vytváření vyučování přizpůsobených jejich potřebám, ale také může poskytnout zpětnou vazbu jak dospět k úspěšnému celku. Některé školy, zejména ty, které nabízejí online studium, využívají tyto systémy ke sledování pokroku studentů a upozornění profesorů na případné problémy s výkonem studenta.
- Inteligentní shromažďování dat - provádí změny, jak vysoké školy komunikují s potenciálními a současnými studenty. Od náboru až po pomoc studentům při výběru nejlepších oborů, kurzů a přednášek

přispívají inteligentní počítačové systémy k tomu, aby vzdělávání bylo více přizpůsobeno studentským potřebám a cílům.

## **4.2 Institutionalizace využívání umělé inteligence ve vzdělávání**

Mezinárodní společnost AIED pořádá od roku 1989 Konferenci umělé inteligence ve vzdělávání, která se uskutečňuje jednou za dva roky vždy na jiném místě. V minulosti konference proběhla například v Le Mans ve Francii, Sydney nebo v Los Angeles. V roce 2017 proběhla na Filipínách. Je jednou z nejdůležitějších fór pro reportování nejlepšího mezinárodního výzkumu v oblasti umělé inteligence ve vzdělávání. Konference poskytují příležitost pro výměnu informací a námětů týkajících se souvisejícího výzkumu, vývoje a aplikací. Členové společnosti dostávají snížené registrační sazby pro konference AIED.

V červnu letošního roku 2018 pořádá AIED společně s Mezinárodní konferencí věd o učení (ICLS) akci s názvem "Festival učení". Festival se uskuteční v Londýně ve Velké Británii. AIED 2018 se bude zabývat nejnovějšími trendy a pokroky umělé inteligence. V řešení bude, jak tyto pokroky mohou ovlivnit lidské učení v různých měřících a souvislostech. Tématem letošní konference je překlenutí chování a výpočetní techniky a hluboké učení lidí a strojů. (Artificial Intelligence in Education Conference Series, 2018)

Mezinárodní žurnál umělé inteligence ve vzdělávání IJAIED (International Journal of Artificial Intelligence in Education) publikuje články zabývající se

aplikací umělé inteligence na vzdělávání. Jeho cílem je pomáhat při vývoji návrhů počítačových učebních systémů. IJAIED má velmi široký pojem rozsahu umělé inteligence a počítačového systému učení. Pokrytí se vztahuje na studijní prostředí, které jsou založené na bayesovských a statistické metodách, kognitivních nástrojích pro učení, počítačových jazykových učení, vzdělávací robotice, nástrojích pro správu a integraci kurikula a další. (Artificial Intelligence in Education Conference Series, 2018)

## 5 INTELIGENTNÍ VÝUKOVÉ SYSTÉMY

Inteligentní výukové systémy (ITS) jsou systémy, jejichž cílem je poskytnout studentům okamžitou a jim přizpůsobenou výuku nebo zpětnou vazbu, obvykle bez nutnosti zásahu učitele. Mají společný cíl umožnit učení smysluplným a efektivním způsobem pomocí různých výpočetních technologií. Snaží se především poskytnout každému studentovi přístup ke kvalitnímu vzdělávání. Existuje mnoho příkladů takových systémů, které se používají jak ve formálním vzdělávání, tak v profesionálním prostředí, ve kterém prokázaly své schopnosti a omezení. Mezi inteligentním doučováním, kognitivními teoriemi výuky a designem existuje těsný vztah. Tyto inteligentní systémy se obvykle snaží replikovat prokázané přínosy individuálního doučování v kontextech, kde by studenti jinak měli přístup k výuce jednoho nebo více učitelů (např. přednášky v učebnách), nebo vůbec žádného učitele (např. domácí úkoly). ITS modelují psychologické stavy studentů, stejně jako jejich předchozí znalosti, které personalizují výuku pro ně. Vzhledem k tomu, že s nimi studenti komunikují, programy shromažďují údaje o tom, jak se studenti přiblíží každému problému, když jsou např. frustrováni, a tak dále. Systém se vyvíjí v reakci na lidi, kteří ho používají, aby zlepšili své ponaučení a hodnocení. (VanLehn, 2011)

Od konce 60. let se objevilo mnoho nových projektů CAI (Computer-Assisted Instruction), které stavěly na pokroku v oblasti výpočetní techniky. Vytvoření programovacího jazyka Algol v roce 1958 umožnilo mnoha školám a univerzitám začít rozvíjet programy CAI. Hlavní vývojáři a různé agentury v USA financovaly vývoj těchto projektů. (Chambers, 1983) Časné implementace ve vzdělávání byly zaměřené na programovanou výuku a strukturu založenou na počítačovém systému vstupů a výstupů. V roce 1967 byl vytvořen programovací jazyk Logo zaměřený na vzdělávání. Dalším



výukovým systémem byl systém Plato, vzdělávací terminál s displeji, animacemi a dotykovými ovládacími prvky, které mohly ukládat a dodávat velké množství dat. Dále byla v rámci CAI v mnoha zemích zahájena řada dalších projektů. Prvním inteligentním výukovým systémem jako takovým byl systém SCHOLAR, který představil v roce 1970 J. Carbonell. Objevila se nová perspektiva zaměřená na používání počítačů pro inteligentní koučování studentů nazývaných Inteligentní počítačová asistovaná instrukce nebo Inteligentní výukové systémy (ITS). ITS čerpala z práce v kognitivní psychologii, informatice a zvláště v umělé inteligenci. V tomto okamžiku došlo k posunu v oblasti výzkumu umělé inteligence, neboť systémy se přesunuly z logického zaměření –na systém založený na znalostech - systémy by mohly činit inteligentní rozhodnutí na základě předchozích znalostí (Buchanan a Keohane, 2006). Další výzkumníci začaly prezentovat analogické uvažování a zpracování jazyka. Tyto změny se zaměřením na znalosti dále velmi ovlivňovaly to, jak mohou být počítače používány při výuce.

- CAI (Computer Aided Instruction) - návrhář určí a předdefinuje instrukci a student jí musí sledovat. Za předpokladu, že student dosáhne určitého bodu v dialogu se dochází k závěru, že ovládá pojmy, které byly dříve uvedené. Chybí zde však větší působnost na studenta a proces je nudný a zdlouhavý.
- ICAI (Intelligent Computer Aided Instruction) - jedná se o učení, které je řízené učícím se. Student podle své hypotézy sleduje studovanou látku a prostředí ho povzbuzuje v prověřování dané hypotézy. Dochází zde ke zvýšení pohodlnosti a zábavy z učení se. (Parízková, ©1991)

## 5.1 Architektura ICAI

System pracuje tak, že si nejdříve vytvoří osnovu výuky, dále podle reakce studenta zvládne zvolit vhodnou osnovu na základě poznatků o pedagogovi a studentovi, dokáže získat nové vědomosti a poskytuje výukové nástroje, které umí reagovat na individuálnost poznatků.

Dělí se podle druhu poznatků: (Parízková, 1991)

- Oblast poznávání

Jedná se o množinu vědomostí, které by si měl žák osvojit. Z nich by pak následně systém měl generovat otázky, úlohy, vysvětlení, sady úloh a všechna možná řešení včetně mezikroků. Poznátky mohou být faktické nebo strategické. Pod tuto oblast spadá modul expertizy (vědní disciplína, kterou se student zaobírá).

- Poznátky o chování studenta

Učitel by se měl opírat o vědomosti, které student má, pochopit studentovo pohled na věc a do určité míry se mu přizpůsobit. Do této kategorie patří dva modely. Overlay model zobrazuje to, co student ovládá. Model chyb poukazuje na chybné úkony a omyly. Tento modul studenta úzce souvisí s psychologii a kognitivními vědami.

- Tutoriální poznatky

Pojednávají o tom, jak učit. Do forem působení patří průvodcovství studiem, vysvětlování, usměrňování, upozorňování na chyby, motivace, a další. Jedná se o modul vzdělávání, čerpá z didaktiky a pedagogické psychologie.

- Poznátky o komunikaci

Do této oblasti spadá přirozený jazyk, výkonnost (počítač dokáže formulovat data během chvilky), bohatost (více způsobů vyjádření totožné myšlenky), sebevzdělávání, využití animace a grafiky, a jiné. K těmto poznatkům se řadí modul diskusních poznatků. Zabývá se lingvistikou a interakcí člověka s počítačem.

### **5.1.1 Dělení na stupně**

Kromě rozporu mezi ITS architekturami, z nichž každá zdůrazňuje jiné prvky, je vývoj inteligentních výukových systémů skoro totožný jako u jakéhokoli procesu výuky. Corbett a kol. (1997) shrnul návrh a vývoj ITS jako sestávající ze čtyř stupňů:

#### **1) Hodnocení potřeb**

Je společné jakémukoli procesu výuky, zejména vývoji softwaru. To zahrnuje analýzu studentů a konzultace s odborníky na předměty. Tento první krok je součástí rozvoje oblasti odborných znalostí studentů. Cílem je stanovení cílů učení a načrtnutí obecného plánu učebních osnov. Je nezbytné, aby počítačové koncepty vytvořily novou strukturu učebních osnov tím, že definují úkol obecně a pochopí možné chování studenta, který se úkolem zabývá. Při tom musí být řešeny tři zásadní dimenze:

- pravděpodobnost, že student může řešit problémy
- čas potřebný k dosažení této úrovně výkonu
- pravděpodobnost, že student tyto znalosti aktivně využije v budoucnu

Kromě toho je třeba posoudit vstupní charakteristiky učitelů a studentů, jako jsou předchozí znalosti, protože obě skupiny budou uživateli systému.

## **2) Analýza kognitivních úkolů**

Je detailním přístupem k programování expertních systémů s cílem vytvořit platný výpočetní model požadovaných znalostí pro řešení problémů. Hlavní postupy pro vývoj doménového modelu zahrnují:

- rozhovory s experty domény
- vedení protokolových studií s odborníky domény
- vedení studií s nováčky
- pozorování výuky a učení chování

Pozorování skutečných on-line interakcí mezi učiteli a studenty poskytuje informace týkající se procesů používaných při řešení problémů, což je užitečné pro budování dialogu nebo interaktivity v systémech doučování.

## **3) Počáteční implementace tutora**

Zahrnuje vytvoření prostředí pro řešení problémů, které umožní a podporuje autentický učební proces. Tato fáze je následována řadou hodnotících aktivit jako finální fáze, která je opět podobná jakémukoli projektu vývoje softwaru.

## **4) Celkové hodnocení**

Zahrnuje:

- pilotní studie, které potvrzují základní využitelnost a dopad na vzdělávání
- formativní hodnocení probíhajícího systému

- parametrické studie, které zkoumají účinnost systémových prvků
- souhrnná hodnocení efektu závěrečného učitele (míra učení a asymptotické úrovně dosažení)

### 5.1.2 Principy

Koedinger a Corbett, (1997) zpracovali osm principů pro inteligentní tutor design, které zdůraznily jeden obecný princip, který se řídí inteligentním tutorovým designem: inteligentní školící systém by měl umožnit studentovi pracovat na úspěšném ukončení řešení problému.

- představa kompetence studentů jako výrobní sady
- komunikace cílové struktury, která je základem řešení problému
- poskytnutí instrukce v kontextu řešení problémů
- podpora abstraktního chápání znalostí při řešení problémů
- minimalizace zatížení pracovní paměti
- poskytnutí okamžité zpětné vazby
- přizpůsobit rozsah instrukcí pro učení
- usnadnit postupné přiblížení cílové dovednosti

## 5.2 Druhy používaných technik

Wenger, (2014) uvádí tři druhy používaných technik inteligentních výukových systémů:

- Mentální model

Každý člověk si vytváří v mysli svůj obraz o světě - mentální model. Tento obraz nevytváří kopii venkovního světa, ale pouze subjektivní vnímání. V inteligentních systémech jsou informace také uloženy v nějaké struktuře, která je mentálnímu modelu podobná. Model může být dle vyjádření vztahů buď kvantitativní (schopnost vyhledávání v sítích), nebo kvalitativní (příčinná událost mezi událostmi).

- Rámcově-orientovaný systém

Učivo se ukládá do rámců, kde větvená struktura určuje předpokládané odpovědi studenta. Neočekávané otázky a odpovědi od studentů je nutné v takovém případě brát v úvahu. Každý rámec obsahuje několik informací o tom, co je možné v dané situaci očekávat, jak postupovat při nesplnění očekávání a jaké jsou možnosti použití pro daný rámec.

- Sokratovská metoda

Tato metoda vychází z analýzy přirozeného dialogu. Využívá stanovená pravidla pro kladení otázek podle odpovědi studenta tak, aby ho systém mohl postupně dovést k objevování principů a vlastnímu zdůvodňování. Hlavní úlohou systému je zformulování všeobecných principů na základě jednotlivých případů. Systém dále také kontroluje platnost studentových hypotéz. Tento model je založený na fungování pravidel formální logiky.

### 5.3 Oblasti využití inteligentních výukových systémů

Některé z oblastí využití ITS:

- Zpracování přirozeného jazyka – dialog

Inteligentní tutoringové systémy jsou méně schopné než lidské učitelé v oblasti dialogu a zpětné vazby. Například reálný učitel dokáže rozpoznat afektivní stav studenta a potenciálně přizpůsobit reakce na tato vnímání. Takoví učitelé mají tedy schopnost porozumět osobnímu tónu hlasu v rámci dialogu a interpretovat to tak, aby poskytovali neustálou zpětnou vazbu prostřednictvím probíhajícího dialogu. Inteligentní doučovací systémy jsou nyní vyvíjeny, aby se pokusily simulovat přirozené konverzace. Pro získání plných zkušeností s dialogem existuje mnoho různých oblastí, ve kterých musí být počítač naprogramován, včetně schopnosti porozumět tónu, inflexi, řeči těla, výrazu obličeje a pak na ně reagovat. Dialog v systému ITS lze použít k zadávání konkrétních otázek, které pomáhají studentům vést a získávat informace a zároveň umožňují studentům vytvářet vlastní znalosti. (Graesser a VanLehn, 2001) Rozvoj sofistikovanějšího dialogu v rámci inteligentních systémů se soustředí na některé současné výzkumy, částečně s cílem řešit omezení a vytvořit konstruktivnější přístup k ITS. Navíc některé současné výzkumy se zaměřují na modelování povahy a účinků různých výrazů běžně používaných v rámci dialogu lidských lektorů a studentů, s cílem budovat důvěru a vztah, které mají pozitivní dopad na vzdělávání studentů. (Graesser, 2005)

- Sociální a emoční zpracování

Rostoucí práce s ITS zvažuje úlohu ovlivnění učení s cílem rozvíjet inteligentní doučovací systémy, které mohou interpretovat a přizpůsobit se různým emočním stavům. Lidé nepoužívají pouze kognitivní procesy učení, ale

také důležitou roli hrají emoční procesy, kterými procházejí. Například studenti se učí lépe, když mají určitou míru nerovnováhy (frustrace). To motivovalo vývojáře k tomu, aby začaly produkovat a zkoumat vytváření inteligentních doučovacích systémů, které mohou interpretovat emoční proces jednotlivce. ITS se mohou vyvíjet tak, aby četly výrazy jednotlivce a jiné známky ovlivnění v pokusu nalézt optimální stav pro učení. V tomto ohledu se zde objevuje mnoho komplikací, jelikož je zde vždy více faktorů, které ovlivňují aktuální stav studenta. Aby ITS mohly být efektivní při interpretaci emočních stavů, mohou po studentovi vyžadovat multimodální přístup (tón, výraz obličeje atd.). Tyto myšlenky vytvořily nové pole v rámci inteligentních systémů (ITS), které souvisí se systémem Affective Tutoring Systems (ATS). Jedním příkladem ITS, který se týká vlivu, je Gaze Tutor, který byl vyvinut pro sledování pohybu očí studentů a určuje, zda se nudí nebo rozptýlí. (D-Mello a Graesser, 2011)

## 5.4 Příklady inteligentních výukových systémů

Inteligentních výukových systémů je nespočet. Tyto systémy můžeme najít v mnoha odvětvích, jako je např. zdravotnictví, informatika, výuka cizích jazyků, apod. Zároveň nabízí studentům nejrůznější techniky učení, které mezi sebou kombinuje, střídá a přizpůsobuje potřebám studenta. Zde jsou uvedeny některé příklady inteligentních výukových systémů:

- Practical Algebra Tutor (PAT)

Byl vyvinut na Univerzitě Carnegie Mellon. Zapojuje studenty do učebních problematik a používá moderní algebraické nástroje, aby zapojil studenty do řešení problémů a sdílení výsledků. Cílem PAT je využít znalosti a



každodenní zkušenosti studentů s matematikou za účelem podpory jejich růstu. Úspěch PAT je dobře zdokumentován v Miami-Dade County Public Schools, a to jak z hlediska statistických (studentských výsledků), tak z emoční perspektivy (zpětná vazba studentů a instruktorů). (Shneyderman, 2001)

- SQL-Tutor

Je prvním učitelem – vyvinutým skupinou Intelligent Computer Tutoring Group (ICTG) na univerzitě v Canterbury na Novém Zélandu. SQL-Tutor učí studenty, jak načíst data z databází. (Mitrovic, 2003)

- COLLECT-UML

Je vyučujícím, který podporuje dvojice studentů spolupracujících ve třídách. Tutor poskytuje zpětnou vazbu na úrovni správných odpovědí i vzájemné spolupráce. (Baghaei a Mitrovic, 2007)

- Matematický tutor

Matematický tutor pomáhá studentům řešit problematiku pomocí zlomků, desetinných míst a procent. Zatímco student pokračuje v práci, tutor současně poskytuje studentům další podklady. Následné informace, které jsou vybrány, jsou založeny na schopnostech studentů a odhaduje se požadovaný čas, ve kterém má student problém vyřešit. (Beal, Beck & Woolf, 1998)

- Teacher eTeacher

Inteligentní agent, který podporuje personalizovanou e-learningovou pomoc. Vytváří studentské profily při sledování výkonu studentů v online kurzech. Aplikace eTeacher pak využívá informace z výkonu studenta, aby

navrhla personalizované kurzy, které jim pomohou učit se. –(Schiaffino a kol., 2008)

- ZOSMAT

Byl navržen tak, aby odpovídal všem potřebám skutečné učebny. Sleduje a vede studenta v různých fázích procesu učení. Jedná se o ITS zaměřené na studenty. Zaznamenává pokrok ve studiu učení studenta a změny na základě úsilí studenta. ZOSMAT může být použit buď pro individuální učení, nebo v reálném prostředí učebny spolu s vedením lidského učitele. (Keles a kol., 2009)

## **5.5 S.W.O.T. analýza**

Zde jsou uvedeny silné a slabé stránky inteligentních výukových systémů spolu s příležitostmi a hrozbami, které se v rámci S.W.O.T. analýzy nabízejí.

### **5.5.1 Silné stránky**

#### **Obohacení běžné výuky**

ITS obsahují spojenou konceptualizaci obsahu, který má být vyučován, dále toho, co učitel dělá a čemu student nerozumí, a způsob doručování informací, který přizpůsobuje příslušné pokyny. Systémy ještě nejsou vyvinuty natolik, aby se staly hlavním proudem pro běžné vzdělávání, ale měly by přesto

poskytnout obohacení běžného vyučování a pomáhat studentům seznamovat se nejen s novým učivem, ale i s novými technologiemi. (Ferster, 2017)

### **Možnost větší efektivity ITS**

Navzdory nedostatečné viditelnosti inteligentních výukových systémů v reálném světě (mimo výzkumu univerzitních výzkumných laboratoří) existuje množství výzkumů, které naznačují, že inteligentní doučovací systémy mohou dosáhnout výrazného zvýšení učení studentů nad tradiční výukou ve třídě. Například společnost Carnegie Learning Corporation informovala o tom, že studenti, kteří používají svého Algebra I Tutor, měli o 85% lepší hodnocení dovedností při řešení problémů, 14% lepší hodnocení na základní matematické dovednosti a o 30% lepší hodnocení na celkových posudcích, než studenti, kteří ho nepoužili. (Carnegie Learning, 2015)

### **5.5.2 Slabé stránky**

#### **Vysoké náklady**

Snad nejdůležitější překážkou, kterou je potřeba překonat, jsou potíže s tvorbou výukových programů. Většina systémů má jejich obsah složitě zakódovaný do softwaru ITS, který musí provádět kvalifikovaní programátoři za velké náklady. To také znamená, že instruktoři a další odborníci z oboru nemají možnost se přímo podílet na vývoji částí obsahu systémů.

#### **Obtížná diagnostika špatných odpovědí**

Problém diagnostiky špatných odpovědí je mimořádně obtížný, časově náročný a nákladný problém, který je třeba vyřešit. Vyžaduje náročné ruční

spojení velkého počtu možných chybných odpovědí s konkrétními nápravnými pokyny.

### **5.5.3 Příležitosti**

#### **Nová data**

Systémy e-learningu mají schopnost zaznamenávat velké množství dat, které vzniká při používání těchto systémů studenty. Čím déle budou tyto systémy používány, tím více dat bude prozkoumáno a zaneseno do programů. Jedná se především o komunikaci se studenty, jejich učení se a chování. Díky tomu se mohou systémy neustále zlepšovat a porovnávat se současným stavem.

### **5.5.4 Hrozby**

#### **Sdílení informací**

Při používání počítačů, mobilních telefonů a nejrůznějších technologií jsou o nás shromažďována data, mnohdy bez našeho vědomí. Myšlenka, že člověk o sobě bude poskytovat ještě další data ohledně toho, jak se učí, jaké má výsledky a jakým způsobem komunikuje může mnohým potenciálním uživatelům ITS navodit pocit nesoukromí a pro člověka to může být velký zásah do jeho soukromého života.

## 5.6 Aktuální stav a trendy

Během rychlého rozšiřování počítačového prostředí, vznikaly nové teorie výuky zaměřené na elektronické a distribuované učení. Oblasti, které používají ITS, zahrnují například zpracování přirozeného jazyka a sociální a emoční výpočty, viz. kapitola 5.3. Navíc byly tyto oblasti kombinovány s jinými technologiemi, jako jsou multimédia, objektově orientované systémy, modelování, simulace a statistiky. (Graesser, 2005)

V posledních letech se ITS začaly vyvíjet tak, aby zahrnovaly řadu praktických aplikací. Rozšířily se v mnoha kritických a složitých kognitivních oblastech. Inteligentní výukové systémy zaujímají místo v rámci formálního vzdělávání a také našly své uplatnění v oblasti podnikového vzdělávání a organizačního učení. Systém nabízí studentům řadu výhod, jako je individualizované učení, okamžitá zpětná vazba a flexibilita v čase a prostoru. Zatímco inteligentní doučovací systémy se vyvinuly z výzkumu v oblasti kognitivní psychologie a umělé inteligence, v současné době existuje mnoho aplikací ve vzdělávání a v organizacích. Inteligentní doučovací systémy lze nalézt v online prostředích nebo v tradičních počítačových třídách, stejně jako v učebnách na univerzitách. Existuje celá řada programů, které se zaměřují na matematiku, ale aplikace lze nalézt ve zdravotnických vědách, získávání jazyků a dalších oblastech formálního učení. (VanLehn, 2011)

Zprávy o zlepšení porozumění, angažovanosti, postojů, motivaci a výsledcích studentů přispěly k trvalému zájmu o investice a výzkum těchto systémů. Personalizovaná povaha inteligentních doučovacích systémů poskytuje pedagogům příležitost vytvořit individuální programy. V rámci vzdělávání existuje spousta inteligentních doučovacích systémů, úplný seznam neexistuje, ale několik níže uvedených vlivnějších programů je uvedeno v kapitole 5.4.

## 6 PEDAGOGIČTÍ AGENTI

Počátky pedagogických agentů (intelligent virtual agents, interactive animated pedagogical agents, believable pedagogical agents) spadají do sedmdesátých let. Jako vše, co je spjaté s umělou inteligencí, i v tomto odvětví se od té doby udála řada pokroků. V současnosti pedagogičtí agenti nesou určité životní znaky, které se používají v elektronických učebních prostředích. Disponují lidskými emocemi jako jsou řeč a emoce, které dokáží koordinovat gesty a pohledy. Studenti s nimi mohou komunikovat a vést smysluplné rozhovory. Používají se od předškolního až po univerzitní vzdělávání. Jejich využití je ve vzdělávacích programech, kde slouží v různých pomocných úlohách, jakou jsou například virtuální trenéři v různých oblastech nebo informační průvodci. Jsou využíváni v mnoho odvětvích, jako je koučování, poradenství, doučování, modelování a demonstrace. Také slouží jako společníci, kteří motivují a povzbuzují žáky. (Kim a Baylor, 2006)

Pedagogičtí agenti jsou určeni k podpoře učení a výuky v moderním elektronickém vyučování. Jsou schopni přizpůsobovat se individuálním potřebám žáka. Mohou být také využiti k vedení studentů pro jejich zapojení do učebních aktivit. Takový bohatý systém vyžaduje příspěvky z řady oblastí jako je, počítačová věda, výukový design a psychologie. Tyto oblasti přispěly k hlubšímu pochopení toho, jak virtuální znaky mohou být efektivně využity ve vzdělávání. (Baylor, 2009)

## 6.1 Vlivy pedagogických agentů

Ohledně pozitivních i negativních vlivů pedagogických agentů na kvalitu učení bylo vytvořeno spousta teorií ve formě principů a efektů.

- Persona effect - přítomnost živého charakteru v interaktivním vzdělávací prostředí může mít výrazný pozitivní i negativní vliv na vnímání studenta, jeho náladu a na samotné učení. (K. H. Kipp a M. Kipp, 2010)
- Sociálně-kognitivní teorie - efektivní využití pedagogických agentů je ztvárnění agenta jako "sociální model", který zvyšuje motivaci a postoje žáků. Díky tomu mohou studenti čelit výzvám, angažovat se a vytrvat v učení. Proto má ztvárnění těchto agentů velkou hodnotu. Sociální modelování ilustruje, jak přítomnost a role ostatních (v tomto případě antropomorfního pedagogického agenta) může ovlivnit vlastní soběstačnost, sociální a intelektuální fungování. Sociální modelování se vztahuje k psychologickým změnám v chování, které vyplývají z pozorování ostatních v sociálních kontextech. Přes zkušenosti anebo sociální interakce studenti získají odborné znalosti prostřednictvím sociálních modelů. (Kim a Baylor, 2006)
- Social agency theory – lze navrhnout takové vzdělávací prostředí, které by u studentů vyvolávalo pocit, že vztah, který s počítačem mají, je sociálně založený. Předpoklad je, že sociální vazby mohou nastartovat sociální interakci, díky které dojde k většímu zapojení studentů v hledání různých souvislostí v rámci učení se. Díky tomu se učivo mohou lépe naučit. Na toto téma bylo provedeno několik studií, které ale měly protichůdné výsledky. (Domagk, 2010)

## 6.2 Role pedagogických agentů

Obecně se doporučuje, aby pedagogický pracovník měl znaky lidské osobnosti, které mohou lépe simulovat sociální kontexty a podporovat studenta v interakci s ním. Stejně tak jsou agenti často navrženy takovým způsobem, aby reprezentovaly různé lidské instruktáže. Například agenti pojmenovaní Steve a Adele, vyvinutí Johnsonem (2015), odborníkem na námořní inženýrství a lékařskou diagnostiku. Tito agenti sledovali výkony studentů, aby poskytovali adaptivní zpětnou vazbu a ukázali odborné znalosti v této oblasti. Byli navrženi tak, aby zapojili studenty do dialogu. To vedlo k vyzdvihnutí jejich mylných představ a podpoře hlubších úvah. Dále také Kim a Baylor (2006) efektivně simulovaly agenti jako odborníky, motivátory a mentory, kteří poskytli žákovi relevantní informace profesionálním způsobem. Zapůsobili na ně slovním přesvědčením a povzbuzením s důrazem na afektivní vztah se studentem. Motivace studenta a interakce s ním je velmi důležitá ke správné funkci pedagogického agenta. Z výše uvedeného lze vyvodit dva základní typy rolí pedagogických agentů - autoritativní a neautoritativní. Mezi autoritativní typy patří takoví agenti, kteří v systému vystupují nejčastěji jako vyučující. Do neautoritativních typů nejčastěji patří tzv. společníci. (Chou, Chan a Lin, 2003)

### 6.2.1 Autoritativní typ pedagogických agentů

Úkolem autoritativních agentů je simulace skutečného vyučujícího. Výzkum založený na socio-kognitivní teorii, potvrdil, že agenti skutečně dokáží vyučující úspěšně simulovat. V rámci tohoto výzkumu byly navrženy tři základní role s jejich specifickým vzhledem, hlasem, výrazy, apod. (Baylor, 2009)



Obrázek 1: Vzhled autoritativních pedagogických agentů



Motivátor

Expert

Mentor

(Zdroj: Baylor, 2009)

### **6.2.1.1 Motivátor**

Návrh motivátora byl založen na výzkumu sociálního modelování, který se zabývá vnímáním žáků, což je nedílnou součástí motivace studentů. Atribut podobnosti mezi žákem a sociálním modelem významně ovlivňuje sebeovládání žáků. Jinými slovy, učení a motivace jsou zlepšeny, když studující pozorují společenský model stejného věku. Dále také slovní povzbuzení pro podpoření toho, kdo provádí úkol, zvyšuje studentům sebevědomí. Byl tedy zkonstruován motivující agent s podobným obrazem náhodně oblečeného studenta v cca dvaceti letech. Důvodem takového vzhledu bylo, že naše cílová populace se skládala především z vysokoškolských studentů. Vzhledem k tomu, že gesta pedagogických činitelů mohou mít silné motivační účinky, gesta agentů byla expresivní a vysoce animovaná. Motivátoři mluví nadšeně a energicky, někdy používají hovorové výrazy. Není prezentován jako nejlépe informovaný, ale jako účastník, který navrhl své vlastní nápady a slovně povzbuzoval žáka, aby zvládl dané úkoly. Tím, že

klade otázky, podněcuje studenty, aby uvažovali o svém myšlení. Vyjadřuje také emoce, které se běžně vyskytují ve studiu, jako je frustrace, zmatenost a potěšení. Není tedy vždy pozitivní a podpůrný, ale tím modeluje strategie zvládnání celého procesu. (Kim a Baylor, 2006)

### **6.2.1.2 Expert**

Návrh Experta byl založen na výzkumu, který ukazuje, že rozvoj odborných znalostí u lidí vyžaduje roky vědomé praxe. Experti vykazují rozsáhlé znalosti a mají lepší výkon než je průměr. Tito agenti také mají jistotu a stabilitu ve svém výkonu a studujícího emocionálně nijak nestimulují. Na základě toho byl vytvořen agent, který vytváří obraz čtyřicetiletého profesora. Jeho animace byla omezena na minimální gesta, mluva je formální a profesionální s důrazem na autoritu řeči. Být emocionálně oddělen od studentů, je hlavní funkce experta. Jeho hlavním úkolem je poskytovat přesné a stručné informace. (Baylor, 2009)

### **6.2.1.3 Mentor**

Ideální lidský mentor neposkytuje pouze informace, ale spíše jakýsi návod pro studující k překlenutí propasti mezi současnou a požadovanou úrovní dovedností. (Driscoll, 2000) Počítačový mentor by tedy neměl být přímo autoritářskou postavou, ale spíše vedoucím nebo trenérem s pokročilými zkušenostmi a znalostmi, díky kterým je schopen s žáky spolupracovat k dosažení cílů. Proto by měl agent jako mentor ukazovat žákovi jeho kompetence a současně rozvíjet společenský vztah k motivování žáka. V důsledku toho návrh mentora zahrnoval obraz, který byl méně formální než je expert, ale starší než motivátor. Mentorská gesta jsou navržena tak, aby byla

totožná s motivátorem. Zahrnují i emocionální výrazy. Jeho hlas je přátelský a přístupný, ale profesionálnější a sebejistější než hlas motivátora. Funkčnost mentora zahrnuje vlastnosti experta i motivátora. (Baylor, 2009)

### **6.2.2 Neautoritativní typ pedagogických agentů**

Rozvoj inteligentních doučovacích systémů je již dlouho zaměřen na aplikaci umělé inteligence do vzdělávání. Nový druh inteligentních učebních prostředků aplikuje pedagogické agenty do companion learning systémů (CLS), kde se agent se nazývá společník (companion, colearner, simulated nebo artificial student). Tento systém byl vyvinut v návaznosti na autoritativní pedagogické agenty. Na rozdíl od inteligentního doučovacího systému, ve kterém počítač napodobuje inteligentního učitele, společník systému učení přijímá dvě role. Jednu jako inteligentní učitel a další jako učící se společník. Vzhledem ke stále většímu zájmu o výzkum pedagogických agentů a dalších technologií se i tomuto tématu doprovázejícího společníka dostává větší pozornosti. Tyto programy řeší problémy, které vznikají z různých hledisek. S ohledem na budoucí prostředí, je společník učení nově definován pro aplikaci na široké spektrum vzdělávacích agentů. (Johnson, 2015)

V prvních CLS byli prezentovány tři role společníků: (Chou, Chan a Lin, 2003)

- Společník jako konkurent – agent konkuruje studentovi, pracují každý samostatně a následně dojde k porovnání jejich prací.
- Společník jako inspirátor – vždy pracuje pouze jeden, buď společník anebo student, navzájem se při práci pozorují a inspirují se jeden od druhého, tím dochází k tzv. zprostředkovanému učení.
- Společník jako spolupracovník – společník a student spolu spolupracují a zároveň nesou oba odpovědnost za jejich výslednou práci.

V rámci CLS byl také ještě vyvinut koncept learning by teaching, kde student učí společníka. (Chou, Chan a Lin, 2003)

V poslední době se začaly objevovat také simulace, které se hodí zejména pro nacvičování různých lidských dovedností, např. při učení se cizího jazyka. Tyto interaktivní simulace se nazývají virtuální role-play. Jak už název napovídá, studenti a agenti mají za úkol ztvárňovat podobně dané role jako ve skutečnosti a tím získávají další znalosti. (Johnson, 2015)

### **6.3 S.W.O.T. Analýza**

S.W.O.T. analýza vytvořená na základě určení silných a slabých stránek pedagogických agentů, jejich příležitostí a hrozeb.

#### **6.3.1 Silné stránky**

##### **Sociální interakce**

Pedagogický agent vytváří prostředí, které napodobuje společenskou interakci mezi lidmi, která chybí v elektronickém učebním prostoru. (Kim and Baylor, 2006)

##### **Pedagogický agent jako skutečný vyučující**

Použití animovaného pedagogického agenta s verbálními a neverbálními rysy podporuje zpracování informací, protože studenti přirozeně vnímají proces učení jako společenský a více se angažují do celého procesu učení se. Animovaný agent pomáhá vytvářet pozitivní učební prostředí zmíněné výše. (Kim and Baylor, 2006)

## **Individuální přístup**

Kromě vytváření pozitivního učebního prostředí mohou pedagogičtí pracovníci umožnit učitelům poskytnutí individuální výuky pro studenty, která je přizpůsobena vzdělávacím schopnostem, míře učení a potřebám studenta. Pedagogičtí agenti dokáží přizpůsobit učivo dle individuální potřeby a určit učební cesty pro studenty. Mohou vysvětlovat obsah alternativním způsobem, přeformulovat ho a poskytovat diagramy, animace a text, který podporuje individuální styl učení. Na rozdíl od internetového vyhledávání, kde studenti musí informace leckdy pracně formulovat, aby vyhledali přesně to, co hledají, s pedagogickými agenty mohou položit otázky a získat cílené odpovědi podobné tomu, co by dostali od svého učitele ve třídě. (Baylor, 2009)

## **Jistější vystupování**

Někteří studenti se s počítačovým učitelem chovají pohodlněji než s reálným vyučujícím v učebně, což může mít za následek, že studenti položí otázky pedagogickým agentům, na které by se jinak ve třídě nezeptali. Tato interakce mezi studenty a pedagogickými agenty může snížit u některých studentů obavy z pokládání otázek jak před učitelem, tak před ostatními studenty.

## **Dostupnost**

Pedagogičtí agenti jsou vždy k dispozici, a tak neomezují dobu, kterou má reálný učitel k dispozici, aby pomáhali jednotlivým studentům v běžné třídě. Zpětná vazba a koučování poskytované pedagogickými pracovníky mohou být včasné a okamžité umožňující studentům pracovat efektivně v prostředí mimo třídu.

## **Neomezenost oprav**

Na rozdíl od lidí mohou pedagogičtí agenti poskytnout neomezené množství oprav, podněcování ke správným odpovědím a zpětných vazeb.

### **6.3.2 Slabé stránky**

#### **Individuální preference studentů**

Ne všichni studenti mají prospěch z elektronických učebních pomůcek nebo vyhledávají elektronické pedagogické pracovníky. Stejně jako někteří učitelé a žáci si tzv. nesednou, některým studentům se ani s pedagogickým agentem neparuje dobře. Může jim vadit vzhled nebo stereotypní odpovědi agenta. Jiní mohou zjistit, že pedagogický zprostředkovatel nedodrží jejich učební styl a potřeby, a místo toho preferuje informace poskytované v jiném formátu. Toto zvyšuje výzvy při návrhu agentů a snižuje jejich účinnost u některých studentů. (Yu, Brown a Billett, 2007)

#### **Složitost vývoje**

Kvůli složitosti návrhů pedagogických agentů vyžaduje vývoj kurzů a školení pomocí pedagogických pracovníků značné náklady, čas a dovednosti. Učitelé ve třídách obvykle neumějí dostatečně rozvíjet své animované pedagogické agenty, aby uspokojily potřeby jednotlivých studentů. (Choi a Clark, 2007)

#### **Programové omezení**

Pedagogičtí agenti jsou omezeni programováním a nemohou nahradit skutečného učitele nebo mentora. Zatímco pokusy o programování neverbálního chování mohou být učiněny pedagogickými činiteli, obvykle jsou tyto situace jednoduché a někdy nevhodné. Na rozdíl od skutečného učitele, který může posoudit, kolik zpětné vazby a poradenství je pro daného studenta vhodné, pedagogičtí agenti poukazují studentům na jejich chyby a snižují individuální úvahu studentů. (Baylor, 2009)

### **6.3.3 Příležitosti**

#### **Využívání pedagogických agentů vede k jejich zlepšování**

Neustálým zdokonalováním všeho, čeho se umělá inteligence týká, dochází i k zlepšování programování pedagogických agentů. Díky různým studiím, využíváním agentů a učením se z chyb člověk může vyvíjet stále lepší pedagogické pracovníky. Čím více studentů a pedagogů bude s naprogramovanými učiteli pracovat, tím více informací bude poskytnuto k tomu, aby v tomto oboru docházelo k neustálému zlepšování a tudíž k větší efektivitě působení pedagogických agentů. V budoucnu tedy díky tomu mohou být zúženy nebo vymazány některé ze slabých stránek agentů. Zároveň bude agenty využívat stále více lidí a vzdělávání bude ještě přístupnější a rozsáhlejší.

#### **Popularita**

Stále více lidí se zajímá o moderní technologie a chce je využívat. Umělá inteligence nás obklopuje ze všech stran čím dál tím více a lidé si na ní snadno zvykají. Díky větší dostupnosti pedagogických agentů a zkušeností druhých je přirozené, že si tuto formu vzdělávání bude chtít vyzkoušet více lidí. Tím se zvedne poptávka a pedagogičtí agenti se mohou stát úplně běžně používanou věcí.

### **6.3.4 Hrozby**

#### **Smyslové přetížení**

Pedagogičtí agenti působí pouze v elektronickém prostředí, kde se studenti soustředí pouze na obrazovku počítače. Při učení mohou být informace prezentovány mnoha způsoby, například jako obrázky, videa nebo text. Mezitím ještě student sleduje animovaného agenta, který postupem času

opakuje stejná slova a student se z těchto všech vjemů přestává soustředit na výuku. V takových případech může dojít k přetížení paměti studenta, které vede ke zhoršení kvality učení se. (Clark a Choi, 2007)

### **Ztráta lidské interakce**

I přes snahu programátorů o vytvoření agentů, kteří budou klást důraz na individuální přístup ke studentům, nemohou agenti nikdy skutečně nahradit reálného učitele. Každý člověk se narodí jako originál a agenti budou s lidmi jednat vždy jen podle toho, jak jsou nastaveni. Lidský učitel je na jiné emocionální úrovni a tudíž více citlivý k žákům, než agent. Když by student ztratil úplný kontakt s učitelem a pracoval jen s pedagogickými agenty, což se v budoucnosti může stát, došlo by dle mého názoru k tomu, že by pak student přestal vnímat určité přirozené autority učitele. Pokud by tento systém byl aplikován už od počátku školních let žáků, mohli by mít potom tito lidé potíže s vnímáním svých nadřízených v práci a obecně i s lidmi v běžném životě. Takový člověk by byl zvyklý, že ho učí pouze elektronický učitel a bylo pro něj těžší respektovat a přijímat zkušenosti a poučení od starších.

## **6.4 Aktuální stav a trendy**

Vzhledem k pokroku ve vývoji počítačových učitelů, vědci věnují větší pozornost účinnosti konkrétních detailů samotných agentů. Například vyšla zpráva o otázkách souvisejících s navrhováním pedagogických agentů. Veletsianos a Russel (2014) poznamenali, že při vývoji agentů v různých učebních prostředích musíme zvážit problémy týkající se návrhu agenta. Výzkumníci navíc vytvořili podmínky použití modelu, které byly použity k hodnocení účinnosti asistentů, řešící rozsah poznatků z literatury. Kromě toho byla provedena řada analýz, která zkoumala kontext, ve kterém došlo k učení,



jakož i účinnost učitelů v těchto kontextech (Schroeder a Adesope, 2014). Na základě těchto výsledků výzkumu je zřejmé, že agenti s konkrétními charakteristikami mohou být efektivní pro učení různých studentů. Proto je zásadní, abychom i nadále zkoumali dopad pedagogických agentů v různých prostředích, abychom zajistili, že v každém druhu vzdělávacího prostředí budou implementovány ti nejúčinnější agenti. (Veletsianos a Russell, 2014)

Aby mohli být pedagogičtí agenti standardní součástí e-learningových aplikací, které designéři vyvíjejí, je potřeba neustále vyvíjet další nástroje, jež mohou umožnit snadnější vývoj agentů. Díky tomu se bude využívání pedagogických agentů stále rozšiřovat. (Johnson, 2015)

## 7 KOMPARACE

Posouzení účinnosti programů ITS je problematické. Systémy se značně liší v oblasti designu, implementace a vzdělávacího zaměření. Když jsou používány ve třídě, systém je využíván nejen pro studenty, ale i pro učitele. Toto použití může z řady důvodů vytvářet překážky účinného hodnocení, nejvíce kvůli zásahu učitele v učení studentů. Učitelé mají často možnost vložit nové problémy do systému nebo upravit učební osnovy. Navíc často komunikují se studenty, během výuky s ITS. To může ovlivnit jejich učení se softwarem. (např. během individuální počítačové výuky nebo během přednášek v učebně spadajících mezi laboratorní seance). (Baker, 2016)

Školy mohou být kritizovány jako "továrny", ale roboti nebudou v nejbližší době nahrazovat lidské učitele. Přesto to neznamena, že uměle inteligentní systémy nebudou přeměňovat vzdělání právě tak, jak mění různé oblasti a praktiky od způsobu, jakým např. onkologové diagnostikují rakovinu a nebo právníci analyzují případy. Systémy inteligentního doučování (pro hodnocení a vzdělávání v oblasti znalostí), se začínají rozšiřovat ve vzdělávání a experti tvrdí, že učitelé potřebují neustále nová školení o používání a fungování těchto systémů. Nejde jen o využívání systémů v učebnách, ale také o to připravit studenty na kariéru v oblastech stále více technologicky integrovaných. (Baker, 2016)

Povaha a kvalita zpětné vazby mezi učiteli a studenty v dané třídě během používání inteligentních výukových systémů může být důležitým prostředníkem pro celkové zlepšení procesu učení se. Navíc při přítomnosti reálného učitele může student kdykoliv požádat o radu či pomoc. Zároveň má i učitel více času na sledování procesu učení se studentů a to mu může dopomoci k jejich přesnějšimu hodnocení. (International Journal of Artificial Intelligence in Education., 2018)

Navzdory složitým vlastnostem inteligentních výukových systémů se řada studií pokoušela měřit jejich celkovou účinnost, často porovnáním ITS s lidským lektorem. Hodnocení prvních systémů v roce 1995 ukázalo, že efektivnější ve všech směrech je vyučování s reálným učitelem. (Koedinger a kol., 1997) Kurt VanLehn, (2011) zjistil, že v moderních ITS neexistuje žádný statistický rozdíl v efektivnosti mezi odbornými individuálními lektory pro výuku člověka a inteligentními systémy. Některé jednotlivé ITS byly dokonce hodnoceny pozitivněji než výuka s učitelem. Studie Algebra Cognitive Tutor zjistila, že studenti využívající ITS překonali studenty, kteří byli učení v učebně učitelem. (Koedinger a kol., 1997) Následné studie ukázaly, že tyto výsledky byly zvláště výrazné u studentů ze speciálního vzdělávání, a z nízkopříjmového zázemí. (Plango, 2014)

Novější analýza naznačuje, že ITS mohou překročit účinnost jak CAI, tak i lidských učitelů, zvláště pokud jsou měřeny specifickými testy, narozdíl od standardizovaných testů. Studenti, kteří absolvovali inteligentní počítačové doučování, překonali studenty z konvenčních tříd v 92% z kontrolovaných hodnocení. Zlepšení výkonnosti bylo natolik velké, že bylo považováno za podstatné pro 78% studií. (Kulik a Fletcher, 2016)

## ZÁVĚR

Při psaní této práce byl kladen důraz na srozumitelnost popisu všech kapitol. Nešlo zde o detailní popisy fungování umělé inteligence a její technologií, ale o zpracování informací takovým způsobem, aby tomu rozuměl každý, kdo tuto bakalářskou práci otevře. Odkazy na publikace obsahují mnoho odborných popisů v detailech, které si v rámci zájmu může každý vyhledat. Celou oblast umělé inteligence ve vzdělání nelze v takovém rozsahu srozumitelně zpracovat, proto jsou zde popsány dvě techniky umělé inteligence ve vzdělávání, inteligentní výukové systémy a pedagogičtí agenti. I tyto dvě oblasti by se daly ještě nekonečně rozvíjet a zkoumat, hlavním měřítkem v této práci je obecně pochopit danou problematiku a toto bylo důležitým aspektem při realizaci. Doplnění těchto dvou aplikací o S.W.O.T. analýzu pomáhá čtenáři více přiblížit tyto témata v širším kontextu. Silné a slabé stránky ukazují, jakým směrem by se v budoucnu mohla umělá inteligence ve vzdělávání ubírat. Aktuální stav a trendy poukazuje na současnost využívání umělé inteligence ve vzdělávání.

Cíl práce byl dosažen studiem především zahraniční literatury, díky které se zpracovaný obsah mohl dostat i do českého prostředí. Představuje jakýsi úvodní náhled na toto téma a může pomoci při dalším studiu. Podnětem pro další zkoumání této široké oblasti by mohl být výběr jednoho příkladu ve vzdělávání a jeho detailnější popis. Zajímavý by byl i rozbor problematiky z pohledu učitele a studenta.

# SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

## Seznam použitých českých zdrojů

BERKA, Petr. *Dobývání znalostí z databází*. Praha: Academia, 2003. ISBN 80-200-1062-9

BÍLA, Jiří. *Umělá inteligence a neuronové sítě v aplikacích*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 1995. ISBN 80-01-01275-1.

BOSTROM, Nick. *Superinteligence: až budou stroje chytřejší než lidé*. Přeložil Jan PETŘÍČEK. 1. Praha: Prostor, 2017. ISBN 978-80-7260-353-4.

KOTEK Z., MAŘÍK V., ZDRÁHAL Z.: *Metody rozpoznávání a umělá inteligence*, ČSVTS FE VŠSE, 1983.

MAŘÍK V., ŠTĚPÁNKOVÁ O. a LAŽANSKÝ J. *Umělá inteligence (1)*. Praha: Akademie věd České republiky, 1993. ISBN 80-200-0496-3.

PETŘÍČEK. Praha: Prostor, 2017. Obzor (Prostor). ISBN 978-80-7260-353-4.

SEARLE, John R. *Mysl, mozek a věda*. Přeložil Marek NEKULA. Praha: Mladá fronta, 1994. Váhy (Mladá fronta). ISBN 8020405097.

## Seznam použitých zahraničních zdrojů

RUSSELL, Stuart J., Peter NORVIG a Ernest DAVIS. *Artificial intelligence: a modern approach*. 3rd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2010. ISBN 978-0-13-604259-4.

WENGER, Etienne. *Artificial Intelligence and Tutoring Systems: Computational and Cognitive Approaches to the Communication of Knowledge*. 95 First Street, Los Altos, CA 94022: Morgan Kaufmann, 2014. ISBN 978-1483207681.

### **Seznam použitých internetových zdrojů**

*Artificial Intelligence in Education Conference Series* [online]. Woodhouse Lane, UK: International Journal of Artificial Intelligence in Education., 2018 [cit. 2018-02-07]. Dostupné z: <http://iaied.org/conf/1/>

BAGHAEI, Nilufar a Antonija MITROVIC. *A Constraint-based Collaborative Environment for Learning UML Class Diagrams* [online]. University of Canterbury, New Zealand: Department of Computer Science and Software Engineering, 2007 [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.101.7771&rep=rep1&type=pdf>

BAKER, Ryan. *Using Learning Analytics in Personalized Learning* [online]. Philadelphia, PA: Center on innovations in learning, 2016 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: [http://www.centeril.org/2016handbook/resources/Cover\\_Baker\\_web.pdf](http://www.centeril.org/2016handbook/resources/Cover_Baker_web.pdf)

BAYLOR, Amy L. Promoting motivation with virtual agents and avatars: role of visual presence and appearance. *The royal society: Publishing* [online]. 2 November 2009 [cit. 2018-02-09]. Dostupné z: <http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/364/1535/3559>

Beal, C. R., Beck, J., & Woolf, B. (1998). Impact of intelligent computer instruction on girls' math self concept and beliefs in the value of math. *American Educational Research Association* [online]. Woodhouse Lane, UK:

International Journal of Artificial Intelligence in Education., 1998 [cit. 2018-02-07]. Dostupné z: <http://iaied.org/conf/1/>

BUCHANNAN, Allen a Robert O. KEOHANE. *The Legitimacy of Global Governance Institutions* [online]. 2006 [cit. 2018-02-12]. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1747-7093.2006.00043.x/pdf>

*Carnegie Learning* [online]. Pittsburgh, PA, 2015 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <https://www.carnegielearning.com/why/customer-stories/>

D'MELLO, Sidney a Art GRAESSER. *Elsevier: Dynamics of affective states during complex learning* [online]. 2011, (22) [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959475211000806?via%3Dihub>

DOMAGK, Steffi. Do Pedagogical Agents Facilitate Learner Motivation and Learning Outcomes? *Journal of Media Psychology* [online]. 2010, 22(2), 84-97 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <http://econtent.hogrefe.com/doi/abs/10.1027/1864-1105/a000011>

DRISCOLL, Marcy P. *Psychology of Learning for instruction* [online]. 3rd ed. Florida, USA: Florida State University, 2000 [cit. 2018-02-09]. Dostupné z: [http://ocw.metu.edu.tr/file.php/118/Dris\\_2005.pdf](http://ocw.metu.edu.tr/file.php/118/Dris_2005.pdf)

FERSTER, Bill. *ELearning Industry* [online]. 2017 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <https://elearningindustry.com/intelligent-tutoring-systems-what-happened>

FINN, V. Jensen. *Bayesian networks and decision graphs* [online]. New York, 2001 [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: [https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=37CAgCykQaAC&oi=fnd&pg=PR5&dq=FINN,+V.+Jensen.+Bayesian+networks+and+decision+graphs.++2001.+&ots=fmXsjqBSp3&sig=rRPhDamBMCaN9FmkdRxWo5IfPyw&redir\\_esc=y#v=onepage&q=FINN%2C%20V.%20Jensen.%20Bayesian%20networks%20and%20decision%20graphs.%20%20%202001.&f=false](https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=37CAgCykQaAC&oi=fnd&pg=PR5&dq=FINN,+V.+Jensen.+Bayesian+networks+and+decision+graphs.++2001.+&ots=fmXsjqBSp3&sig=rRPhDamBMCaN9FmkdRxWo5IfPyw&redir_esc=y#v=onepage&q=FINN%2C%20V.%20Jensen.%20Bayesian%20networks%20and%20decision%20graphs.%20%20%202001.&f=false)

GRAESSER, A., P. CHIPMAN, B. C. HAYNES a A. OLNEY. *IEEE Transactions on Education: AutoTutor: an intelligent tutoring system with mixed-initiative dialogue* [online]. NJ, USA: IEEE Press Piscataway, 2005, (48) [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2256039>

GRAESSER, Arthur C. a Kurt VANLEHN. *AI Magazine Volume: Intelligent Tutoring Systems with Conversational Dialogue* [online]. Palo Alto, California, 2001, 4(22) [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <https://www.aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/article/view/1591/1490>

HAVEL, Ivan M. *Přirozené a umělé myšlení jako filosofický problém* [online]. Brno, 1999 [cit. 2017-12-15]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/el/1421/podzim2007/VIKBB18/um/Havel\\_AI98.pdf](https://is.muni.cz/el/1421/podzim2007/VIKBB18/um/Havel_AI98.pdf).

Masarykova univerzita.

HLOŽEK, Bohuslav. *Bayesovské a neuronové sítě* [online]. Brno, 2016 [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=158331](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=158331). Závěrečná práce. Vysoké učení technické v Brně.

CHOI, Sunhee a Richard E. CLARK. *Journal of Educational Computing Research: The Questionable Benefits of Pedagogical Agents: Response to Veletsianos* [online]. California, USA, 2007, 4(36) [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <https://www.learntechlib.org/p/114603/>

CHOU, Chih-Yueh, Tak-Wai CHAN a Chi-Jen LIN. *Redefining the learning companion: the past, present, and future of educational agents* [online]. Chungli, Taiwan: Pergamon, 2003 [cit. 2018-02-09]. Dostupné z: <http://chan.lst.ncu.edu.tw/publications/2003-Chou-rtl.pdf>

*International Journal of Artificial Intelligence in Education: Official Journal of the International AIED Society* [online]. Springer New York, 2018, (28) [cit.



2018-02-14]. ISSN 1560-4306. Dostupné z:  
<https://link.springer.com/journal/40593>

JOHNSON, Lewis. Constructing Virtual Role-Play Simulations. Design Recommendations for Adaptive Intelligent Tutoring Systems: Authoring Tools 3 [online]. Robert Sottolare, 2015, [cit. 2018-02-10]. ISBN 9780989392372. Dostupné z:  
[https://www.researchgate.net/profile/Bob\\_Sottolare/publication/278620644\\_Design\\_Recommendations\\_for\\_Intelligent\\_Tutoring\\_Systems\\_-\\_](https://www.researchgate.net/profile/Bob_Sottolare/publication/278620644_Design_Recommendations_for_Intelligent_Tutoring_Systems_-_)

Keles, A.; Ocak, R.; Keles, A.; Gulcu, A. (2009). "ZOSMAT: Web-based Intelligent Tutoring System for Teaching-Learning Process". *Expert Systems with Applications*. [cit. 2018-02-12]. Dostupné z:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417407005532?via%3DIihub>

KIM, Yanghee a Amy L. BAYLOR. *A Social-Cognitive Framework for Pedagogical Agents as Learning Companions* [online]. Association for Educational Communications and Technology, 2006 [cit. 2018-02-09]. ISBN 540-933-6210. Dostupné z:  
<https://pdfs.semanticscholar.org/9b0d/a46369c4756732c8e1285be2537e8e2272e7.pdf>

KIPP, Kerstin H. a Michael KIPP. *International Conference on Intelligent Virtual Agents: The Persona Zero-Effect: Evaluating Virtual Character Benefits on a Learning Task with Repeated Interactions* [online]. 2010 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-15892-6\\_51](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-15892-6_51)

KOEDINGER, Kenneth R. a Albert CORBETT. *Cognitive Tutors: Technology Bringing Learning Science to the Classroom* [online]. Pittsburgh, 1997, s. 135-168 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.216.4108&rep=rep1&type=pdf>

KOEDINGER, Kenneth R., John R. ANDERSON, William H. HADLEY a Mary A. MARK. "Intelligent Tutoring Goes To School in the Big City" *International Journal of Artificial Intelligence in Education* [online]. Carnegie Mellon University, 1997 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <http://repository.cmu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=hcii>

KULIK, James A. a J. D. FLETCHER. *Effectiveness of Intelligent Tutoring Systems: A Meta-Analytic Review* [online]. Michigan, USA: Aera, 2016 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.3102/0034654315581420>

MINSKY, Marvin L. *Computation: finite and infinite machines* [online]. New Jersey, United States of America: Prentice-Hall, 1967 [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <http://www.cba.mit.edu/events/03.11.ASE/docs/Minsky.pdf>

MITROVIC, Antonija. *An Intelligent SQL Tutor on the Web* [online]. The Netherlands: IOS Press Amsterdam, 2003, (13) [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1434848>

PARÍZKOVÁ, Jana. *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie: Inteligentné počítačové systémy vo výchově a vzdělávání* [online]. Jednota českých matematiků a fyziků, 1991 [cit. 2018-02-07]. Dostupné z: [https://dml.cz/bitstream/handle/10338.dmlcz/139008/PokrokyMFA\\_36-1991-6\\_5.pdf](https://dml.cz/bitstream/handle/10338.dmlcz/139008/PokrokyMFA_36-1991-6_5.pdf)

PAVIOTTI, Gigliola, Pier Guiseppe ROSSI a Dénes ZARKA. *Intelligent tutoring systems: an overview*[online]. Università degli Studi di Macerata, Italy: Pensa MultiMedia Editore s.r.l., 2012 [cit. 2018-02-08]. ISBN 978-88-6760-048-9. Dostupné z: [http://intelligent-tutor.eu/files/2012/11/2012\\_Intelligent\\_Tutoring\\_Systems\\_overview.pdf](http://intelligent-tutor.eu/files/2012/11/2012_Intelligent_Tutoring_Systems_overview.pdf)

PLANGO, G. S. (2014). "The Effects of the Cognitive Tutor Algebra on student attitudes and achievement in a 9th grade Algebra course". [online]. 2014 [cit. 2018-02-06]. Doctoral *dissertation*, Seton Hall University, South Orange, NJ. Dostupné z: <http://scholarship.shu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2738&context=dissertations>

PŮLPÁN, Jaroslav. Dolování dat: Hledání skrytých souvislostí. *Systém online: S přehledem ve světě informačních technologií* [online]. 2001 [cit. 2018-02-06]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/dolovani-dat-aneb-hledani-skrytych-souvislosti.htm>

RICH E., KNIGHT K.: Artificial Intelligence – Second Edition. McGraw Hill, Inc., New York, 1991 [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: <http://202.74.245.22:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/583/artificial-intelligence-by-rich-and-knight.pdf?sequence=1>

SHNEYDERMAN, Alex. *Evaluation od the cognitive tutor algebra I program* [online]. Miami, USA, 2001 [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: <http://oer.dadeschools.net/algebra.pdf>. Miami-Dade County Public Schools.

SCHIAFFINO, Silvia, Patricio GARCIA a Analia AMANDI. *ETeacher: Providing personalized assistance to e-learning students* [online]. Buenos Aires, Argentina, 2008 [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.473.886&rep=rep1&type=pdf>

SCHROEDER, Noah L. a Olusola O. ADESOPE. *Journal of Research on Technology in Education: A Systematic Review of Pedagogical Agents' Persona, Motivation, and Cognitive Load Implications for Learners* [online]. 2014, (46) [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15391523.2014.888265>

*Třípól: e-zin popularizující vědu a techniku* [online]. 2014 [cit. 2018-02-08]. Dostupné z: <http://www.3pol.cz/cz/rubriky/biografie/101-matematik-a-filozof-ktery-ovlivnil-podobu-sveta>

Úvod do neuronových sítí. *StatSoft* [online]. 2013 [cit. 2018-02-01]. Dostupné z: [http://www.statsoft.cz/file1/PDF/newsletter/2013\\_02\\_05\\_StatSoft\\_Neuronove\\_site\\_linky.pdf](http://www.statsoft.cz/file1/PDF/newsletter/2013_02_05_StatSoft_Neuronove_site_linky.pdf)

VANLEHN, KURT. The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems. *Educational Psychologist* [online]. 2011, 46(4), 197-221 [cit. 2018-02-11]. ISSN 00461520. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00461520.2011.611369>

VELETSIANOS, George a Gregory S. RUSSELL. *Handbook of Research on Educational Communications and Technology: Pedagogical Agents* [online]. New York, NY: Springer, 2013 [cit. 2018-02-14]. ISBN 978-1-4614-3185-5. Dostupné z: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4614-3185-5\\_61](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4614-3185-5_61)

VOLNÁ, Eva. *NEURONOVÉ SÍŤE 1*. Druhé vyd., 2008. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2008 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: [http://www1.osu.cz/~volna/Neuronove\\_site\\_skripta.pdf](http://www1.osu.cz/~volna/Neuronove_site_skripta.pdf)

YU, Jian Qing, David J. BROWN a Ellen BILLET. *European Journal of Open, Distance and E-learning: Design of Virtual Tutoring Agents for a Virtual Biology Experiment* [online]. [cit. 2018-02-14]. ISSN 1027-5207. Dostupné z: <http://www.eurodl.org/?p=archives&year=2007&&article=272>

10 Roles For Artificial Intelligence In Education. *Teachthought: We grow teachers* [online]. 2014 [cit. 2018-02-07]. Dostupné z: <https://www.teachthought.com/the-future-of-learning/10-roles-for-artificial-intelligence-in-education/>



## SEZNAM ZKRATEK

AI - Umělá inteligence

AIED - Mezinárodní konference umělé inteligence ve vzdělávání

ICLS - Mezinárodní konference věd o učení

IJAIED - Mezinárodní magazín umělé inteligence ve vzdělávání

ITS - Inteligentní výukové systémy

# SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Vzhled autoritativních pedagogických agentů .....	45
--	----

## **BIBLIOGRAFICKÉ ÚDAJE**

**Jméno autora:** Sylva Navrátilová

**Obor:** Vzdělávání dospělých

**Forma studia:** Kombinovaná

**Název práce:** Příklady využití umělé inteligence ve vzdělávání: inteligentní výukové systémy a pedagogičtí agenti

**Rok:** 2018

**Počet stran textu bez příloh:** 52

**Celkový počet stran příloh:** 0

**Počet titulů českých použitých zdrojů:** 7

**Počet titulů zahraničních použitých zdrojů:** 2

**Počet internetových zdrojů:** 43

**Vedoucí práce:** Mgr. et Mgr. Beseda Jan, Ph.D.