

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FILOZOFICKÁ FAKULTA

KATEDRA SOCIOLOGIE, ANDRAGOGIKY A KULTURNÍ ANTROPOLOGIE

Využití umělé inteligence v sociologii

Bakalářská práce

Obor studia: Sociologie

Autor: Maciej Smugala

Vedoucí práce: prof. PhDr. Dušan Lužný, Dr.

Olomouc 2017

Prohlašuji, že jsem bakalářskou diplomovou práci na téma Využití umělé inteligence v sociologii vypracoval samostatně a uvedl v ní veškerou literaturu a ostatní zdroje, které jsem použil.

V Olomouci dne.

Podpis

Anotace

Jméno a příjmení:	<i>Maciej Smugala</i>
Katedra:	Katedra sociologie, andragogiky a kulturní antropologie
Obor studia:	<i>Sociologie – Andragogika</i>
Obor obhajoby práce:	<i>sociologie</i>
Vedoucí práce:	prof. PhDr. Dušan Lužný, Dr.
Rok obhajoby:	<i>2017</i>

Název práce:	Využití umělé inteligence v sociologii
Anotace práce:	Rok 2016 se v mnoha oblastech označuje jako rok umělé inteligence. Mělo by tomu tak být i u sociologie? Cílem této práce je vytvoření souhrnu tvrzení podporujících tématiku důležitosti a relevance využití umělé inteligence jako nástroje v sociologii. Tohoto cíle dosahuje na základě přehledové studie textů věnujících se této tématice. Ukazuje se, že nejvýznamnějším nástrojem ve zpracované literatuře je multiagentní systémy a využití umělé inteligence překrývá většinu oblastí sociologie.
Klíčová slova:	Umělá inteligence, sociologie, multiagentní modelování, neuronové sítě
Title of Thesis:	Use of artificial intelligence in sociology
Annotation:	2016 is in many areas known as the year of artificial intelligence. Should it be the same with sociology? The aim of this theses is creating summary of claims supporting topic of importance and relevancy of the use of artificial intelligence as a tool in sociology. This goal is achieved with a literature review on this topic. It shows that the most important tool considered in the chosen literature are multiagent systems and that the use of artificial intelligence covers most areas of sociology.
Keywords:	Artificial intelligence, sociology, multiagent modelling, neural networks
Názvy příloh vázaných v práci:	
Počet literatury a zdrojů:	39
Rozsah práce:	43 s. (63 203 znaků s mezerami)

Obsah

Úvod.....	6
I. Umělá inteligence.....	9
1. Definice.....	11
a. Myslet lidsky.....	11
b. Myslet racionálně.....	11
c. Jednat lidsky.....	12
d. Jednat racionálně.....	13
II. Možnosti využití v sociologii.....	14
1. Multiagentní modelování.....	16
a. Historie a základní přehled.....	16
b. Legitimizace multiagentního modelování pro sociologickou teorii.....	17
c. Sociální interakce s autonomními agenty.....	19
2. Neuronové sítě.....	22
a. Trocha historie.....	22
b. Chybující neuronová síť.....	23
3. Role umělé inteligence v sociologickém teoretizování.....	25
4. Porovnání s rokem 1996.....	27
III. Souhrn tvrzení.....	32
1. Klasifikace textů.....	32
2. Přehled tvrzení podporujících důležitost a relevanci využití umělé inteligence jako nástroje v sociologii.....	33
a. Multiagentní modelování.....	34
b. Neuronové sítě.....	35

c.	Rozvoj sociologických teorií.....	35
d.	Další oblasti	36
	Závěr	37
	Literatura a zdroje	40

Úvod

Rok 2016 se v mnoha oblastech označuje jako rok umělé inteligence. Ta pomáhá ve zdravotnictví, kde vyvíjí potenciální léky (Wallach, Dzamba, & Heifets, 2015), řídí automobily za běžného provozu a americké společnosti s ní dokonce experimentují při navrhování zákonů (Sullivan, 2017), aby se vyhnuli nejasnostem a kolizím s jinými nařízeními. Využíváme ji na denní bázi a možná si to ani neuvědomujeme. Umělá inteligence svádí boj proti nevyžádané poště (SPAM) a zároveň se neustále učí novým taktikám, které se na nás spammeři pokouší užívat.

Tato tematika mě osobně zaujala z několika důvodů. Prvním je mé střední technické vzdělání a základy programování, zejména proto mám k výpočetním technologiím velmi blízko. S tím se pojí i úzus psát odborné texty v množném čísle, ve kterém je tento text psán. Druhým byl článek věnovaný současným možnostem umělé inteligence (Urban, 2015). A třetím byly příspěvky PhDr. Mgr. Františka Kalvase, Ph.D. na páté a šesté olomoucké podzimní sociologické konferenci, věnované simulacím pomocí multiagentních systémů. Jak se k umělé inteligenci staví sociologie?

V českých sociologických textech se vyskytují články o konkrétních oblastech – například o multiagentním modelování (Kalvas, 2015, str. 72), ale takto shrnující text chybí¹. Zatímco ve světě je textů věnujících se umělé inteligenci bezpočet, další množství se jich věnuje využití informačních technologií v sociologii, tak minimum jich hovoří o potenciálu, či využití umělé inteligence v sociologii. Za zmínku stojí článek Kathleen M. Carley z roku 1996, který shrnuje dosavadní poznání na kvalitních 22 stranách plných odkazů a myšlenek, jemuž se budeme dále věnovat ve druhé kapitole. Touto prací

¹ Nebyl nalezen během úvodní rešerše ani v průběhu psaní práce.

chceme upozornit na to, že technologie od 90. let pokročila výrazně kupředu a sociologie by měla věnovat zvýšenou pozornost možnostem, které jí přináší.

Tato práce se věnuje tématice umělé inteligence v sociologii v širším slova smyslu. Do oblasti umělé inteligence jsou proto zahrnuty různé techniky i metody, které mohou a nemusí vést k úspěšnému vytvoření takzvané umělé superinteligence (kterou známe z populární literatury, či kinematografie). Širší rámec je zvolen z toho důvodu, že všechny tyto oblasti mohou v různém měřítku a různých směrech přispět sociologii. A vzhledem ke specifičnosti daného tématu by další zúžení vedlo k nedostatku relevantních zdrojů. Z druhé strany je na sociologii pohlíženo jednak z hlediska tvorby a ověřování teorií, tak z pohledu simulací, konkrétně pomocí multiagentního modelování a neuronových sítí.

Cílem této práce je souhrn tvrzení podporujících důležitost a relevanci využití umělé inteligence jako nástroje v sociologii na základě přehledové studie dosavadních poznatků v této oblasti, která následně klasifikuje jednotlivé sociologické texty této studie, dle paradigmat umělé inteligence uvedených Russellem a Norvigem (2010)².

Rešerše, vzhledem ke specifičnosti a odbornosti tématu, probíhala převážně přes Portál elektronických informačních zdrojů UP, konkrétně servery JSTORE.org; annualreviews.org, researchgate.net a ebscohost.com, pomocí klíčových slov, nebo jak by řekla Šanderová pomocí rešeršních dotazů (2014): „artificial intelligence; sociology; social; multiagent, neural network...“ v angličtině, protože jak vyplynulo z úvodní rešerše, českých zdrojů je v současné době nedostatek. Následoval výběr dle relevance k sociologii a cíli práce. Časově byly dotazy specifikovány od 90. let po současnost, až na několik málo starších výjimek z důvodu jejich relevanci a aktuálnosti.

² Cíl práce byl na základě úvodní rešerše specifikován a mírně upraven od původního znění.

Samozřejmostí byla i kontrola důvěryhodnosti autora, a to pomocí vyhledání jeho biografických údajů a citováním jinými autory. Nejednalo se však o odbornou kontrolu, jelikož sloužila pouze pro vyloučení irelevantních textů.

I. Umělá inteligence

V této kapitole vymezíme pojem umělé inteligence. Ta je jako taková velmi širokým tématem, a proto se zaměříme pouze na základní pochopení tohoto pojmu a čtyř paradigmat myšlení, které budou dále sloužit pro klasifikaci sociologických textů. Přesto, že je vědění okolo umělé inteligence jednou z nejprogresivnějších sfér současného poznání a širokou veřejností může být vnímána jako příliš složitá pro pochopení, pokusíme se k ní přistupovat z čistě principiálního hlediska, tak, aby byla přístupnější i běžnému sociologickému čtenáři bez technického vzdělání.

Přesto, že se o umělé inteligenci začalo mluvit výrazně až v poslední době, její zrod se datuje již do léta roku 1956, kdy John McCarthy a jeho další kolegové zorganizovali dvouměsíční workshop v Dartmouth pro výzkumníky zabývající se teorií automatů, neuronových sítí a studiem inteligence (Russell & Norvig, 2010, str. 17).

V oblasti umělé inteligence můžeme mluvit o třech „kalibrech“ či formátech: 1) Specifická umělá inteligence (ANI); 2) Obecná umělá inteligence (AGI); 3) umělá Superinteligence (ASI)³. Specifickou (ANI) někdy nazýváme také Slabá⁴, jedná se o umělou inteligenci specializovanou na jednu oblast – porazit kohokoliv v Šachu, Go, Pokeru, řídit osobní automobil či provést simulaci... Ale zeptejte se jí na cokoli jiného a uspokojivé odpovědi se dozajista nedočkáte. S vývojem tohoto typu inteligence dělá současný výzkum výrazné pokroky, můžeme ji vidět všude kolem nás a je hlavní příčinou popularizace umělé inteligence, zejména pak v posledním desetiletí. Dále Obecná (AGI), někdy také Silná⁵ umělá inteligence označuje počítač, který je *inteligentní* jako

³ V originále: Artificial Narrow Inteligence; Artificial General Inteligence; Artificial Sueperinteligence.

⁴ V originále: Weak.

⁵ V originále: Strong.

lidé ve všech oblastech. Stroj, který je schopen nahradit člověka v jakékoliv intelektuální činnosti. Na cestě k této inteligenci nás čeká ještě mnoho překážek. Třetím formátem je umělá Superinteligence (Urban, 2015), (ASI) kterou Nick Bostrom (1998), přední myslitel v oblasti umělé inteligence a filozof z Oxfordu, definuje jako „intelekt, který je mnohem chytřejší než nejlepší lidské mozky prakticky v každém odvětví, dokonce i ve vědecké tvořivosti, obecných znalostech a sociálních dovednostech“. Pro sociologii vidíme dopady na všech třech úrovních, a to jak z hlediska nástroje pro výzkum, tak z hlediska dopadů na společnost, které sociologie může zkoumat – dopady, které podle Urbana můžeme, nebo nemusíme přežít, ale tak jako tak, všechno změní. Že jsou takové představy ještě vzdálenou budoucností a pouhým science fiction? V roce 2013 provedli Vincent C. Müller a Nick Bostrom průzkum mezi stovkami expertů na umělou inteligenci a zeptali se jich na následující otázku: „Pro účely této otázky předpokládejte, že lidský vědecký pokrok pokračuje bez výrazného narušení. Do jakého roku byste předpokládali (10% / 50% / 90%) pravděpodobnost objevení HLMI⁶“ (Müller & Bostrom, 2014)? Mediány odpovědí byly: optimistický rok (10% pravděpodobnost): 2022; realistický rok (50% pravděpodobnost): 2040 a pesimistický rok (90% pravděpodobnost): 2075. Podobné odhady se vyskytují napříč průzkumy.

⁶ V originále: Define a ‘high-level machine intelligence’ (HLMI) as one that can carry out most human professions at least as well as a typical human. (V kontextu této práce, bychom použili AGI).

1. Definice

Umělou inteligenci v nejširším slova smyslu můžeme definovat jako „... studium agentů, kteří přijímají vjemy z prostředí a vykonávají akce. Každý takový agent zahrnuje funkci, která určuje odpovídající akci na sekvenci vjemů“ (Russell & Norvig, 2010, str. viii). Pokud máme mluvit o využití v sociologii a pracovat s jejími poznatky, je třeba analyzovat i přístupy k umělé inteligenci jako takové. Paradigmata a s tím spojené specifitější definice můžeme dle požadavků na umělou inteligenci rozdělit do čtyř kvadrantů pomocí dvou dimenzí – *myšlenkových procesů* a *usuzování vs. jednání* a *lidské* (měřeno podobností s lidským chováním) vs. *racionální* (měřeno správností na základě dostupných informací) (Russell & Norvig, 2010). Tyto čtyři kvadranty dále rozvádíme.

a. Myslet lidsky

„Vzrušující nová snaha naučit počítače přemýšlet ... stroje s myslí v plném a doslovném smyslu“ (Haugeland, 1985).

Přístup kognitivního modelování. Pokud chceme o nějakém stroji říci, že přemýšlí jako člověk, musíme nějakým způsobem určit, jak lidé přemýšlí. Toho lze dosáhnout jedním ze tří způsobů: skrze introspekci; skrze psychologické experimenty; a skrze sledování mozkové aktivity. Jakmile získáme dostatečně přesnou teorii, budeme schopni ji vyjádřit v podobě počítačového programu. A pokud jeho vstupní a výstupní chování bude odpovídat tomu lidskému, můžeme tvrdit, že některé z vnitřních mechanismů odpovídají těm lidským. Toto pole můžeme označit jako interdisciplinární, jelikož propojuje počítačové modelování umělé inteligence a (prozatím) experimentální techniky psychologie (Russell & Norvig, 2010).

b. Myslet racionálně

„Studium duševních schopností skrze použití počítačových modelů“ (Charniak & McDermott, 1985).

Tento směr navazuje na myšlenky Aristotela. Již v roce 1965 existovaly počítačové programy schopné vyřešit jakýkoliv řešitelný problém popsany logickou notací. Tato tzv. logicistická tradice doufá ve vytvoření inteligentních systémů. Zde však nastávají dva zásadní problémy: za první není snadné transformovat neformální znalosti do formálních termínů požadovaných logickou notací, obzvláště pokud mluvíme o znalostech s menší než 100% jistotou; za druhé je velký rozdíl mezi principiálním a praktickým řešením. Již při několika stovkách relevantních faktů může dojít k vyčerpání výpočetních možností (Russell & Norvig, 2010). Tuto překážku můžeme vidět v různých oblastech počítačových věd – není problém něco vypočítat, ale vypočítat to dostatečně rychle (Arora & Barak, 2009).

c. Jednat lidsky

„Umění tvorby strojů, které vykonávají funkce vyžadující inteligenci, pokud jsou vykonávané lidmi“ (Kurzweil, 1990).

Toto paradigma nejlépe vystihuje Turingův test, navržený Alanem Turingem (1950). Jedná se o test, který byl navržen za účelem prokázání funkční umělé inteligence. Samotný test měl probíhat tak, že lidský operátor podává psané otázky, na které druhá strana odpovídá. Počítač v testu uspěje, pokud lidský operátor nepozná, zda je na druhé straně člověk nebo počítač. Aby počítač v testu uspěl musí mít následující schopnosti: přirozené zpracovávání jazyka (aby se s operátorem dorozuměl), reprezentaci znalostí (aby měl z čeho odpovídat), automatické uvažování (aby věděl co odpovědět) a strojové učení (aby se mohl přizpůsobovat novým okolnostem a rozpoznávat vzory). Výzkumníci se ovšem nesnaží primárně o splnění Turingova testu, je to jako by se bratři Wrightové snažili o sestrojení stroje létajícího tak přesně jako holubi, aby ani holubi nepoznali, zda jde o stroj, či jiného holuba (Russell & Norvig, 2010). Přesto by takový přístroj mohl být zajímavým nejen pro sociologii, ať už jako nástroj s dokonalou sebereflexí, ale i jako dokonalý

pozorovatel. To jsou však pouhé představy, týkající se do velké míry také etických otázek, na které bude společnost hledat odpovědi pravděpodobně až ve vzdálené budoucnosti (nebo dříve?).

d. Jednat racionálně

„Výpočetní inteligence je studium designu inteligentních agentů“ (Poole, Mackworth, & Goebel, 1998).

Přístup racionálních agentů. Agentem rozumíme něco, co koná—jedná. Ovšem my od něj jako od počítačového agenta vyžadujeme ještě o něco více: fungovat samostatně; vnímat své okolí, vytrvat delší časový úsek, přizpůsobovat se změnám a vytvářet i dosahovat cílů. Jako racionální agent, pak jedná tak, aby dosahoval nejlepšího možného výsledku. Toto zaměření má dvě výhody oproti ostatním přístupům: za prvé je obecnější, než [Myslet racionálně](#), protože správné závěry jsou pouze jedním z možných mechanismů racionality; a za druhé je přístupnější pro vědecký rozvoj než přístupy založené na lidském chování, či lidském myšlení. Standard racionality je matematicky velmi dobře definován a zcela obecný – oproti tomu lidské chování je specifické pro jedno konkrétní prostředí a jeho definice je spíše sumou všeho, co lidé dělají (Russell & Norvig, 2010). Z tohoto důvodu se mnoho výzkumů umělé inteligence zaměřuje spíše na racionální jednání než na to lidské.

II. Možnosti využití v sociologii

V této kapitole se zaměříme na základní oblasti využití principů, metod a technik umělé inteligence v sociologii. V úvodu se seznámíme s využitím umělé inteligence při modelování a simulování sociálních jevů a teorií. V první části se blíže podíváme na multiagentní modelování (v literatuře také: modelování s inteligentními agenty⁷ (Brent & Thompson, *Sociology: Modeling social interaction with autonomous agents*, 1999), multiagentní systémy⁸ (Sawyer, 2003), simulace založené na agentech⁹ (Epstein & Axtell, 1996)). Krátce poznáme jeho historický vývoj a základní možnosti využití v sociologii a poté shrneme několik textů souvisejících s tématem. A v druhé části stejným způsobem analyzujeme neuronové sítě. Třetí část se zabývá rolí a přínosy umělé inteligence v sociologickém teoretizování. Poslední část jsme věnovali článku Kathleen Carley – Umělá inteligence v sociologii¹⁰ (1996), jelikož se věnuje prakticky stejnému tématu jako tato práce, jen byla sepsána před 21 lety a nabízí tak možnost posoudit pokrok během tohoto období.

Asi první, co běžného čtenáře napadne po seznámení se s konceptem umělé inteligence v kontextu využití pro sociologii jsou počítačové simulace. Použití počítačových simulací v sociálních vědách je poměrně mladou oblastí, první myšlenky se objevují v 60. letech, ale široké pozornosti se jí dostává až v letech 90. (Gilbert & Troitzsch, 2005). Simulace nám prezentují zcela nové obzory vnímání sociálních a ekonomických procesů, založených na principu vzniku komplexního chování z relativně jednoduchých aktivit (Simon, 1996). A právě díky schopnosti člověka vytvářet komplexnější umělou inteligenci, což jde

⁷ V originále: modeling with autonomous agents.

⁸ V originále: multiagent systems.

⁹ V originále: agent-based simulations.

¹⁰ V originále: Artificial Intelligence Within Sociology.

ruku v ruce s rostoucím výpočetním výkonem, se zvyšují možnosti simulovat komplexnější chování. Což nás přivádí k dalšímu tématu – teorie komplexity.

Pro zjednodušené vysvětlení teorie komplexity se nejprve podíváme na první část této kapitoly, která s ní úzce souvisí, a to na multiagentní modelování. To je mimo jiné založeno na principu programování agentů (relativně) jednoduchými pravidly. Pozorování chování všech agentů dohromady se však ukazuje jako velmi komplexní disciplína. Na rozdíl od běžných metod sociálních simulací, které jsou většinou založené na předpokladu lineárních vztahů mezi proměnnými. Jinými slovy, vliv závislých proměnných je proporčně odpovídající součtu nezávislých proměnných (Gilbert & Troitzsch, 2005). Což nás přivádí zpět k teorii komplexity, která, stejně tak jako mohou multiagentní systémy, pracuje se nelineárními systémy – jakým je například naše společnost (Krčková, 2013). Pro příklad lineárního a zároveň nelineárního systému si představte stálý, klidný proud písku, který se sype z trubky na rovnou plochu a hromadí se na pyramidu. Zatímco tvar pyramidy a úhel její strany, jsou předvídatelné (lineární) – tak občasné sesuvy písku po stranách, jejich načasování, lokace a rozměry jsou nepředvídatelné, protože se jedná o nelineární systém – podobně jako se může sesypat akciový trh (Gilbert & Troitzsch, 2005).

1. Multiagentní modelování

a. Historie a základní přehled

Ještě v roce 2003 Sawyer řekl o multiagentním modelování, že se jedná o „novou technologii počítačových simulací, která se v poslední době stále více používá k popisu a vysvětlení sociologických fenoménů“ (2003, str. 325). Avšak autorem jednoho z nejstarších konceptů modelování založeného na agentech byl Thomas Schelling již v roce 1971. Používal sice pouze papír a tužku (Schelling, 1971), ale konceptuálně jeho modely odpovídaly přístupu **racionálních agentů**. Naopak neaktuálnější poznatky byly sdíleny spolu s vědci z různých oborů využívajících multiagentního modelování na konferenci Agent Cultures and Zombielands v červnu roku 2016 na univerzitě v Leuphaně (Li Vigni, 2017).

Do tématu multiagentního modelování čtenáře uvádí v přehledném textu Krčková: „Možnosti využití multiagentního modelování jsou poměrně široké, pokrývají téměř všechny oblasti v současné sociologii založené na různých paradigmatech“ (2013, str. 174). Můžeme identifikovat čtyři základní kategorie aplikace multiagentních modelů. Jednak slouží k testování sociologické teorie, kdy je důležité správně přenést teorii do modelu. Dále může sloužit naopak k využití modelu k budování nebo zdokonalování sociologické teorie. Za třetí lze pomocí modelů prognostikovat, a to díky možnosti simulace různých variant vývoje systému. A v poslední řadě můžeme multiagentní model použít k analýze a odhadu dopadů vnějších zásahů do sociálního systému (Mathias, 2010, stránky 33–34).

Konkrétnější využití tohoto přístupu můžeme nalézt v šesti základních oblastech: 1) základní procesy v sociálních systémech (např. altruismus, epidemiologie, kolektivní identita, komunikace a kooperace, násilí a pomsta, symbolická interakce, vyjednávání atd.); 2) individuální a sociální strategie jednání; 3) dynamiku behaviorálních procesů, interakcí, postojů a názorů; 4)

řízení a kontrolu (kritický management, kolektivní paměť atd.); 5) vznik a dynamiku sítí a skupin (formování skupin, mezi skupinové konflikty atd.); 6) dynamiku kultury a jazyka (kulturní diference, kulturní transmise, evoluce jazyka atd.) (Schenk, 2011, stránky 31–32).

V komunitě věnující se multiagentním systémům, můžeme identifikovat dvě části spektra podle toho, jak pracují s agenty. Na jedné straně jsou kognitivní a na straně druhé reaktivní agenti. Kognitivní agent má víru o stavu prostředí, znalosti a plány jednání a vědomosti o tom, jaké bude mít jejich jednání důsledky nejen na prostředí, ale také ostatní agenty. Má výslovné cíle a je schopen přemýšlení o tom, jak svých cílů dosáhnout – proto jsou také známí jako deliberativní či inteligentní agenti. Na rozdíl od kognitivních agentů, reaktivní agenti neobsahují vnitřní reprezentaci světa, prostředí ani ostatních agentů. Místo toho jsou poháněni jednoduchými pravidly podmíněného jednání (stimul-reakce), kdy podmínky určuje konkrétní stav okolního prostředí agenta. Jsou také označováni jako behaviorální, protože reagují přímo na stimuly z okolního prostředí bez další interpretace (Krčková, 2013; Mathias, 2010; Schenk, 2011).

b. Legitimizace multiagentního modelování pro sociologickou teorii

Sawyer ve svém textu *Artificial Societies*, používá termínu 'umělé společnosti' pro označení sociálních simulací využívajících multiagentního modelování a popisuje tuto technologii v kontrastu s dalšími možnostmi sociálních simulací (Sawyer, 2003, str. 325). Cílem jeho textu je „demonstrovat, že umělé společnosti jsou ve stavu, kdy mohou informovat sociologickou teorii“ (Sawyer, 2003, str. 353), čímž dává první světlo naděje pro naplnění cíle této práce. Nejprve představuje historii a definici multiagentního modelování a rozvíjí své myšlenky, že multiagentní modelování má co říct v oblasti současných diskuzí o mikro-makro pojetí sociologických teorií, zaměřením se na tři základní aspekty tohoto propojení: vznik makro fenoménů

z individuálního jednání, sociální příčinnost z makro na mikro a dialektika mezi emergencí a sociální příčinností¹¹ (Sawyer, 2003, str. 325).

Dále mluví o tom, proč umělé společnosti neposkytují absolutní podporu ani jednomu sociologickému extrému (individualismus proti strukturalismu). A to tak, že vznikem makroskopických struktur v mikro modelech jednotlivých aktérů a výskytem jakési 'sociální příčiny' i v takovýchto modelech, umělé společnosti demonstrují možnou metodologicky individualistickou pozici. Pokud se makro strukturální fenomén objeví v simulaci pouze individuálních agentů a jejich interakcí, pak toto naznačuje, že sociologická teorie může být schopna pokračovat i bez explicitního modelování na makro úrovni. Tyto ukázky podle Sawyera poskytují podporu metodologickému individualismu racionální volby a modelům teorie her. Na druhou stranu, neposkytují jednoznačnou podporu pro metodologický individualismus, protože několik umělých společností naopak podporuje argumentaci strukturálních sociologů, že síť struktur má kauzální následky na individuální jednání. A navíc problematika vyčíslitelnosti může ve výsledku ukázat, že absolutní metodologicky individualistický přístup je nemožný. Myšlenku uzavírá tím, že umělé společnosti mohou sloužit jako nástroj pro rozvoj teorií zástupců obou směrů (Sawyer, 2003). Jako takové mohou být vnímány „jako naplnění hybridních sociálních teorií: teorií, které se snaží smířit s působením jednotlivce, subjektivitou a interpretací a na druhé straně s fenomény struktury a sítě“ (Sawyer, 2003, str. 354).

Jako nedostatek umělých společností potřebných pro jejich větší relevanci sociologické teorii, uvádí potřebu simulace dynamicky přímo modelovat vznikající makro prvky systému v průběhu samotné simulace, aby se mohl projevit a vzniknout již zmiňovaný makroskopický fenomén. Ten by přímo

¹¹ V originále: micro-to-macro emergence, macro-to-micro social causation, and the dialectic between emergence and social causation.

vedl ke generování výpočetní struktury, která by byla přidána do modelu a vnímána jako interní reprezentace sociálních agentů (Sawyer, 2003). Tento nedostatek je však pouhou technickou nedokonalostí a je otázkou prostředků jej vyřešit.

Umělé společnosti podle Sawyera nabízí sociologické teorii několik výhod. Obzvláště vyhovují axiomatickým, dobře rozvinutým a formálním teoriím. Díky své podstatě dovolují automaticky a systematicky odvozovat implikace teorií a mohou tak sociologickým teoriím nabídnout standardy konzistence a ucelenosti (Sawyer, 2003).

Sawyerův text je ke klasifikaci k paradigmatu umělé inteligence asi nejobtížnější. Přesto, že mluví o logické příčinnosti a multiagentní systémy se běžně řadí k **racionálnímu jednání**, tak uvádí i možnosti využití v hybridních sociologických teoriích, které mohou inklinovat i k jiným paradigmatům. Hlavní protiváhou je jeho využití konceptu umělých společností, které sebou přináší prvky **lidského jednání** a snahu o simulaci fungování společnosti.

c. Sociální interakce s autonomními agenty

V úvodu představují Brent a Thompson několik definic agentů, které se na rozdíl od těch námi uvedených zaměřují spíše na softwarové¹² hledisko. Definuje inteligentního softwarového agenta, jako „počítačový program schopný jednat ve jméně uživatele a vykonávat tak úkoly uživatelem delegované“ (Brent & Thompson, 1999, str. 313). A jako hlavní požadavky na takový systém uvádí *situovanost*, *autonomii*, *přizpůsobivost* a *sociabilitu*. Tyto požadavky dále vysvětluje.

„*Situovanost* znamená, že agent musí vnímat alespoň některé aspekty svého prostředí a mít na něj nějaký vliv. *Autonomie* vyžaduje, aby měl agent kontrolu nad svými vlastními činy a vnitřními stavy a byl schopen jednat v prostředí

¹² Ve smyslu počítačových programů.

bez lidského zásahu. *Přizpůsobivost* požaduje, aby byl agent schopen flexibilně reagovat na změny v jeho prostředí, aby se učil zkušeností a přebíral iniciativu vykonáváním úkolů zaměřených na cíle, když je to zrovna vhodné. Čím inteligentnější agent je, tím přizpůsobivější je a tím jednodušeji může zadávat náročné požadavky, které agent úspěšně přeloží na odpovídající pod úkoly. *Sociabilita* požaduje agentovu schopnost interakce s lidmi či jinými agenty na úrovni rovného s rovným¹³ (Brent & Thompson, 1999, stránky 313–314).

Při naplnění těchto požadavků, nabízí multiagentní modelování fascinující strategii pro modelování lidských sociálních interakcí, protože společně s lidmi sdílí následující charakteristiky: každý agent má nekompletní informace o možnostech řešení problému čili omezený pohled; neexistuje systém globální kontroly; data jsou decentralizovaná a výpočty jsou asynchronní (Brent & Thompson, 1999). Z toho vyplývá mimo jiné i to, že jednou z mnoha aplikací multiagentního modelování je modelování omezené racionality (Simon, 1957), kdy můžeme jednotlivé aktéry modelovat jako separátní agenty a dovolit jim interagovat s ostatními agenty, abychom simulovali sociální interakci (Brent & Thompson, 1999).

Jedním z praktických využití takovýchto simulací je naplňování dříve zmíněného požadavku sociability. Konkrétně interakce na úrovni člověk – počítač (zde si můžeme všimnout překryvu s paradigmatem [lidského jednání](#)). Tato oblast je velmi důležitá pro zpřístupnění (nejen) technologie umělé inteligence široké veřejnosti (Brent & Thompson, 1999). Při interakci s počítačovým softwarem máme dvě (tři) možnosti: komunikovat své požadavky v jazyce počítače, kterým jsou jedničky a nuly (případně se naučit programovat v jazyce, který zajistí překlad automaticky – to však vyžaduje znalost programovacího jazyka), nebo naučit počítač porozumět našim

¹³ V originále: peer-to-peer manner.

požadavkům, a to není tak jednoduché. Jistě tento princip pochopí každý, kdo se učil vyhledávat relevantní informace pomocí internetového vyhledávače v dřívějších dobách internetu, než nám s tím začala pomáhat umělá inteligence (Metz, 2016). Abychom se ale vrátili k využití v sociologii, není nereálná představa kdy sociologům pomáhá s dotazováním respondentů umělá inteligence, která rozumí požadavkům výzkumu a zároveň dokáže analyzovat odpovědi respondentů v reálném čase a generovat tak nové otázky v kontextu výzkumného záměru (viz. například (Mladeníc & Grobelnik, 2013)). Na druhou stranu lze využití v sociologii chápat i obráceně, kdy poznatky sociologů mohou pomoci při rozvíjení modelů sociálních interakcí – konkrétně také konceptem sociálních rolí (Brent & Thompson, 1999).

Brent a Thompson nám předložili požadavky na sociální agenty a ukázali, že pro potřeby sociologie nepotřebujeme dokonalé, ale spíše dokonale nedokonalou umělou inteligenci. Na tuto myšlenku navazuje v další části Bainbridge.

2. Neuronové sítě

V této kapitole se zaměříme na druhý typ simulace, který ještě významněji využívá pokroku v oblasti umělé inteligence – neuronové sítě. Jedná se (v určitém smyslu) o simulaci biologických nervových systémů (Bainbridge, a další, 1994). Backpropagation (zpětná propagace) je typ učení neuronových sítí – systém, který učíme reagovat požadovaným způsobem na trénovaná data a poté je použit k analyzování jiných dat stejného typu. V průběhu tréninku se síti postupně předkládají sady vstupních a výstupních dat (vektorů). V každém kroku je předložen jeden vektor. Na základě vnitřních výpočtů, vydá síť odpověď. Ta je porovnána s požadovaným výstupním vektorem a jakýkoliv rozdíl mezi těmito dvěma je považován za chybu. Tato chyba je zpětně propagována skrze síť a při tom upravuje její hodnoty zvané váhy, nebo síly propojení, takovým způsobem, aby při příštím výpočtu se stejným vstupním vektorem byla chyba menší. Neuronové sítě nám umožňují vymodelovat jakoukoliv spojitou funkci – a aplikováním na kvantitativní data, lze přesnost neuronových sítí uspokojivě porovnávat s klasičtějšími technikami analýzy dat, jako je například vícenásobná regresní analýza (Bainbridge, 1995). Neuronových sítí je vícero typů, ale žádný z dostupných textů nevyužívá jiný, proto je v této práci nebudeme vysvětlovat (přesto však nabízejí další možnosti pro rozvoj sociologie).

a. Trocha historie

Počátky neuronových sítí můžeme najít již v roce 1943, kdy McCulloch a Pittse představili jednoduchý model neuronu – jehož hodnoty byly $-1;0;1$ tzv. bipolární systém. Zároveň dokázali, že i takto jednoduchý model, dokáže počítat s libovolnou aritmetikou či funkcí. Roku 1957 Rosenblatt zobecnil tento model na perceptron, který dokázal počítat s reálnými čísly. (Šíma & Neruda, 1996). Učící se algoritmus zpětné propagace byl poprvé objeven v roce 1969 Brysonem a Ho, ale zapomenut a znovuobjeven a rozšířen až během 80. let

(Russell & Norvig, 2010). A byl použit v systému NETtalk vyvinutým Sejnowskim a Rosenbergem, který byl schopen konvertovat anglicky psaný text na mluvený, a to bez pomoci nepřehledného množství lingvistických pravidel, jako tomu bylo u jeho předchůdců (Šíma & Neruda, 1996).

b. Chybující neuronová síť

V prvním textu představujícím neuronové síť v kontextu sociologie, píše William Bainbridge o jejich využití a ilustruje fungování na příkladu simulace známé teorie předsudků Gordona Allpota. "Potřebujeme umělou mysl, schopnou rozlišovat kategorie lidí s jistou tendencí příliš zjednodušovat. Poté jí představíme vysoké množství stimulačních osob, z nichž některé se budou chovat nepříjemným způsobem" (Bainbridge, 1995, str. 180). Pak už jen stačí zjistit, zda příliš zobecňuje a reaguje negativně i na osoby z kategorií, ve kterých nebyli žádní jedinci se špatným chováním. Právě takový algoritmus, který se naučí rozeznávat různé vzory a zároveň bude dělat zajímavé chyby nazývá minimálně inteligentní neuronové zařízení – MYSL¹⁴. (Bainbridge, 1995). Dále představíme, jak Bainbridgeova simulace probíhala.

Všechny simulované osoby rozdělil podle čtyř kategorií: Třída (chudý/bohatý); Stáří (mladý/starý); Etnická skupina (Valon/Vlám); Pohlaví (muž/žena). Každé osobě přiřadil výše zmíněnou MYSL, z nichž některým nastavil tendenci chovat se k neprospěchu svých komunikačních partnerů. V průběhu interakcí se každá MYSL snažila najít způsob kategorizace druhých, která by minimalizovala interakci s nevýhodnými partnery. „Předsudky by byly reprezentovány suboptimálními řešeními, které by mohly být i přesto úspěšné – ve smyslu, že by vedly k relativně prospěšným volbám partnerů“ (Bainbridge, 1995, str. 181). V textu následuje dlouhý a podrobný

¹⁴ V originále: MIND – Minimal Intelligent Neural Device.

návod jakým způsobem je síť naprogramována a jak funguje, ale cíl této práce neleží v rámci informačních technologií, proto se mu nebudeme dále věnovat.

Neuronové sítě podle Bainbridge poskytují nástroj pro mnoho různých sociologických témat, například pro objevování kognitivních teorií rasismu. Hlavní výhodu vidí v možnosti poskytovat různá řešení stejného problému – jak ty optimální, tak i stále úspěšná, ale suboptimální a může tak velmi dobře napodobit lidské poznání. Dále díky schopnosti učit se a dynamicky pracovat s chybou, zdůrazňuje vhodnost tohoto nástroje pro reprezentaci lidského učení, rozhodování a sociálních interakcí v počítačovém modelování (Bainbridge, 1995). K tomu napomáhá i Bainbridgeova kombinace s multiagentním modelováním, protože jednotlivé neuronové sítě fungují jako agenti a mohou tak spolu komunikovat a vzájemně se ovlivňovat – stejně tak, jak je to u lidské interakce. To by mohlo podle Bainbridge dojít i tak daleko, že by interakce MYSLÍ (MINDs) díky „... různým úspěšným strategiím v populaci, mohla zapříčinit vznik subkultur, které by byly potenciálně vzájemně hostilní“ (Bainbridge, 1995, str. 191). Z toho můžeme jasně usuzovat, že se svou snahou o chybující agenty a vznik subkultur, Bainbridge přiklání k paradigmatu [lidského jednání](#).

3. Role umělé inteligence v sociologickém teoretizování

Tato kapitola se věnuje článku Edwarda Brenta – *Is There a Role for Artificial Intelligence in Sociological Theorizing?* (1988). Brent nejdříve čtenáře seznámí s pojmem umělé inteligence, jejími vlastnostmi a odlišuje ji od ostatních výpočetních přístupů jeho doby. Poté představuje několik pokusů o začlenění strategií programování umělé inteligence do konstrukce sociologických teorií a ukazuje tak variaci možných přínosů pro sociologické teoretizování. V závěru uvádí možné vyhlídky do budoucnosti této oblasti.

Brent si stěžuje, že velká část aplikací výpočetního výkonu pro sociologii je v jeho době využívána převážně k automatizaci relativně mechanických úkolů a není snahy o abstraktnější a teoretičtější úkoly, jako konceptualizace a logický rozvoj teorií. Jeho článek se zaměřuje právě na výjimky tohoto pravidla (Brent, 1988, str. 158) a právě proto je pro nás zajímavý.

Umělou inteligenci definuje jako: „specialitu počítačových věd se snahou o naprogramování počítačů, aby vykonávaly úkoly kdysi zdánlivě vykonatelné pouze myslícími lidskými bytostmi“ (Brent, 1988, str. 159). Tato definice je v kontextu ostatních prací zde uvedených vcelku vágní, ale zato jasně určuje Brentovo paradigma do **lidského jednání**. Jako nejdůležitější prvek programování umělé inteligence uvádí, že je významně založena na symbolickém uvažování oproti matematickému přístupu a využívá znalostních struktur k zastoupení složitých vztahů mezi rozličnými koncepty. Ve vztahu k sociologii zdůrazňuje dvě pod oblasti, které se mu zdají jako nejrelevantnější k současné sociologii, a to expertní systémy a zpracování¹⁵ přirozeného jazyka (Brent, 1988). O obojím píšeme podrobněji v další kapitole, a proto je na tomto místě nebudeme dále rozebírat.

¹⁵ V originále: understanding, ale v dnešní době se pro stejný význam používá processing

Brent na uvedených pracích ilustruje několik různých přínosů pro sociologické teoretizování. Za prvé se lze pokoušet o vysvětlení sociálních fenoménů pomocí konceptů umělé inteligence, jako jsou rozličné typy znalostních struktur. Za druhé k rozvoji prvotních teoretických tvrzení založených na datech, mohou pomáhat indukční expertní systémy a poskytovat tak základy pro sociologickou teorii. Třetím přínosem umělé inteligence, jsou méně omezující a vhodnější prostředky k rozvoji formálních teorií, než je tomu u matematického a statistického modelování. Poskytují tak sociologům příležitosti ke kontrole logické koherenci s existujícími teoriemi a rozvíjet a rozšiřovat existující modely a teorie (Brent, 1988).

Brent svůj text zakončuje toužebným pohledem do budoucnosti: „Vidíme první náznaky toho, že by se počítače mohly chovat méně jako úředníci a více jako kolegové. Vyhlídkou (zároveň svůdnou jako i děsivou) určitého bodu v budoucnosti je, že by se mohli chovat jako mentoři“ (Brent, 1988, str. 164). Současný stav umělé inteligence v různých oblastech nasvědčuje tomu, že úroveň kolegiality již dosáhla. A Brent patří k těm, kteří položili základy na této cestě v sociologii.

4. Porovnání s rokem 1996

V této kapitole je zpracován článek K. Carley – Artificial Intelligence Within Sociology (1996), na základě jeho struktury a tvrzení je porovnáván se současnými poznatky a ukazuje proměny v této oblasti za poslední dvě desetiletí. Není to však vždy možné, protože velká část zdrojů dnes citovaných a nalezených během naší rešerše je starší než tento text, ale pokud je to jen možné, je použit novější text k argumentaci, potvrzení, či aktualizaci Carleyových tvrzení. Článek Carleyové byl zpřístupněn až po vypracování předchozích kapitol, a tak neovlivnil výběr výše zpracovaných textů. Důležité je také zmínit, že tato kapitola je delší než předchozí – a to z důvodu vyšší relevanci k cíli práce. Na tomto místě bychom také rádi upozornili čtenáře, že Carleyová se ve svém textu odkazuje na mnoho výzkumů a odborných publikací a může tak sloužit pro nalezení další relevantní literatury z období největšího rozvoje výpočetních technologií v sociologii (80. a 90. léta).

Článek je rozdělen do oblastí, ve kterých podle Carleyové vstupuje umělá inteligence, ale i výpočetní technika obecně, do způsobu, jakým sociologové zkoumají. „Tyto oblasti zahrnují textovou analýzu, analýzu sítí, expertní systémy, emoce a multiagentní modely“ (Carley, 1996, str. 4). „R. Collins (1992) tvrdí, že umělé inteligence nemůžeme skutečně dosáhnout, bez pomoci sociologů...“ (Carley, 1996, str. 3). Jak jsme zmínili již v úvodu, záleží na tom, o jaké inteligenci budeme mluvit. Pokud se jedná o umělou inteligenci postavenou na neuronových sítích, pak žádné sociologické znalosti nepotřebujeme a síť tak stačí naučit se společenským normám, stejně jako to učíme děti – jen mnohem rychleji, efektivněji a účinněji – pomocí pozorování. Stačí, když jí budeme dávat zpětnou vazbu, jaké výsledky chování jsou správné (Urban, 2015). Samozřejmě je to otázkou úhlu pohledu, protože jak jsme zmínili u textu Brenta a Thompsona (1999), existují oblasti umělé

inteligence, které by se bez pomoci a základů poskytujících sociologie, rozhodně neobešly.

„Stále častěji se sociologové ptají na otázky, které jsou odpovídajícím způsobem řešeny použitím technik umělé inteligence a počítačových věd“ (Carley, 1996). Tento trend ve světě pokračuje, ale jak jsme již zmínili v úvodu, jeden z důvodů vzniku této práce byl právě, oproti očekávání, nedostatek takových (využívajících technik umělé inteligence) publikací v českém prostředí. Ale s rozvojem informačních technologií a zaměřením na výzkum a vývoj umělé inteligence, můžeme očekávat i samotný rozvoj sociologie (a možná bychom mu měli jít i vstříc). Carleyová věnuje první kapitolu textové analýze. Předpovídá existenci inteligentních systémů určených k rozboru a kódování textů (Carley, 1996, stránky 4–6). A její předpovědi se dnes již stávají skutečností. O podpoře textové analýzy počítačovými systémy, či jejím nahrazením mluví Čepelák (2012), který představuje jeden z přístupů textové analýzy, metodu zkoumání „spoluvýskytu slov v textu“. Ještě dále ve směru umělé inteligence pokračují Mladeníc a Grobelnik (2013), kteří ukazují ve svém výzkumu, řešené problémy v oblastech jako vizualizace textů, extrakce trojic podmět – přísudek – předmět¹⁶ z anglických textů a jejich další využití například v automatizovaných analýzách otázek a generování adekvátních odpovědí, sumarizace dokumentů a další. Systémy textové analýzy tak dovolí výzkumníkům například analyzovat sociální změny nejen z pohledu použitých slov, ale i v kontextu významu. Díky automatizaci tohoto procesu, budou vědci moci zkoumat mnohem větší množství textu (Carley, 1996).

Zde si dovolíme krátkou vsuvku, jelikož se v následujícím odstavci objevuje pojem expertní systém, který byl dříve pouze zmíněn v textu E. Brenta. Jedná se o „počítačový program, který simuluje rozhodovací činnost expertů při

¹⁶ V originále: Triplets: Subject, verb and object.

řešení složitých, úzce problémově zaměřených úloh ... tedy systém, který nevyužívá znalostí nabytých vlastní činností, ale využívá znalostí (myšlení a rozhodování) špičkových odborníků v dané oblasti“ (Celbová, 1999), tyto znalosti jsou pak označovány jako znalostní báze¹⁷. Jako expertní systémy se občas mylně označují multiagentní modely, jedná se ale o jiný typ dělení, protože expertní systém může využívat i principů neuronových sítí, a naopak multiagentní model nemusí být expertním systémem.

V kapitole věnované expertním systémům, poukazuje na možnosti využití ke generování řešení, zúžení oblastí hledání řešení a k určení klíčových prvků problémů. A zdůrazňuje ohlasy sociálních vědců, že „expertní systémy jsou stejně důležité pro kvalitativní analýzu dat, jako jsou statistické balíčky¹⁸ pro kvantitativní datovou analýzu“ (Carley, 1996, str. 8). Jako ještě důležitější aspekt ukazuje, že ze sociologického hlediska znalostní báze těchto systémů implicitně obsahují normy, víry, preference a postoje expertů, jejichž znalosti jsou zahrnuty. Díky tomu můžeme porovnáním znalostníchází různých expertních systémů ve stejné oblasti porovnávat sociální rozdíly v této oblasti (Carley, 1996). Největší přínos pro teoretické sociology mají expertní systémy přinést v rozvoji teorií.

Sociologické teoretizování¹⁹ zahrnuje vysvětlení, jak komplexně interaguje vícero faktorů ... k ovlivnění sociálního chování a dynamiku podle které se sociální agenti, skupiny, týmy, organizace, společnosti a kultury vyvíjejí a koevolvuují. Zaměření teorie na komplexní nelineární a dynamické systémy, určuje výpočetní analýzu přirozenou metodologickou volbou pro teoretizování (Carley, 2002, str. 69).

Abychom se ještě přiblížili umělé inteligenci, Carleyová zmiňuje analýzu, Rosenblooma a kol. z roku 1991, kognitivní architektury Soar, neboli

¹⁷ V originále: knowledge base.

¹⁸ Ve smyslu programů pro statistickou analýzu dat.

¹⁹ V celé této práci je používán překlad teoretizovat pro anglické theorize.

symbolického systému, ve kterém je veškerá aktivita orientovaná na cíle, díky tomu, že sociální vědění může být kódováno jako řada preferencí o touhách a přípustnosti jednotlivých akcí. Tento systém tak díky svým vlastnostem směřuje k obecné umělé inteligenci (AGI), na rozdíl od většiny expertních systémů, které se specifikují na konkrétní činnosti (ANI) (Carley, 1996). Tato architektura se rozvíjí a používá dodnes a má mnohá další využití (viz. (Laird, 2012)).

Krátce se Carleyová věnuje emocím, ukazuje, že emoce jsou důležitou podmínkou pro agenty, aby mohli být vnímáni jako sociální agenti. Sama odkazuje na počet výzkumů věnovaných emocím a jejich aplikaci, a tento trend pokračuje až dodnes (viz. (Mayer, Caruso, & Salovey, 2016)).

Otázku, jak sociální musí být umělí agenti v umělých sociálních systémech a jak struktura těchto společností interaguje s agentovými možnostmi v ovlivňování krátkodobých a dlouhodobých sociálních změn, nechává nezodpovězenou, ale vyzdvihuje jejich důležitost v pochopení lidského sociálního chování (Carley, 1996). Poukazuje také na dvě větve výzkumu, které naznačují, že zvyšováním realismu agentů – pomocí omezování jejich kognitivních schopností či zvyšováním množství znalostí, kterými umělý agent disponuje – dovoluje sdružením takových agentů postupně projevat chování, které je přirozeně sociální. Avšak pro studium mnoha sociálních fenoménů, není agent schopný produkování veškerého sociálního chování nezbytný (Carley, 1996, stránky 13–14).

V závěrečné diskuzi Carleyová shrnuje, že potenciál pro propojení sociologie a umělé inteligence (případně výpočetních technik obecněji) stále roste. Jako jeden z důležitých přínosů modelování ukazuje v ověření teoretických konceptů a budování teorií. Ale naplnění tohoto potenciálu vyžaduje proškolení sociologů ve výpočetních metodách. Virtuální experimenty srovnává s experimenty s lidmi ve smyslu obtížů při jejich průběhu a

v analyzování výsledků. Čtenáře však uklidňuje faktem, že velmi přínosným výzkumem může být i pouhé zkoumání kánonických úkolů, které mohou přinést podpurný vhled do našeho pochopení společnosti. Přesto je podle ní brzo na závěry, zda zkoumáním sady kánonických úkolů vynikne či naopak nevynikne veškeré sociální chování. Carleyová také na základě závěrů Simona (Simon, 1981), že jakýkoliv fyzický symbolický systém má nezbytné a dostatečné prostředky k inteligentnímu jednání, ukazuje že i když takový agent může být schopen inteligentního jednání, nezaručuje to nezbytně, že je agent schopen jednání sociálního. Jaké kategorie musí takový agent splňovat, aby byl schopen sociálního jednání rozebírá ve své dřívější publikaci. „Pochopení možných kategorií zapříčiní rozvoj sociálních teorií, poskytnutím základního měřítko hodnocení adekvátnosti (sociologické) teorie“ (Carley & Newell, 1994). Přístup Carleyové svým zaměřením na faktické řešení problémů a snahou o logickou koherenci sociologických teorií, inklinuje k paradigmatu umělé inteligence **racionálního myšlení**. Ale výrazným zaměřením se na simulace a modelování obsahuje širší rámec, až k **racionálnímu jednání**.

III. Souhrn tvrzení

V předchozí kapitole jsme představili texty věnující se využití umělé inteligence v sociologii a klasifikovali je dle čtyř paradigmat [Myslet lidsky](#), [Myslet racionálně](#), [Jednat lidsky](#) a [Jednat racionálně](#). V této kapitole na základě výše zpracované přehledové studie třídíme texty podle zmíněných paradigmat a poté uvádíme souhrn tvrzení představených autorů vztahujících se k důležitosti a relevanci využití umělé inteligence jako nástroje v sociologii. Větší část textů nebyla použita k výsledné klasifikaci, ani jim nebyly věnovány zvláštní podkapitoly, rozhodli jsme se tak proto, že tyto texty sloužily spíše podpůrně a nevěnovaly se dostatečně výzkumnému tématu.

1. Klasifikace textů

První paradigma, [lidské myšlení](#), se v našich textech neobjevilo. Tento stav byl však očekávatelný, protože této oblasti se věnuje převážně psychologie, jak již bylo zmíněno při jejím úvodu.

Zato absence článků zastupujících [racionální myšlení](#) již tak očividná nebyla. Může to být způsobeno jednou ze tří variant: nenalezením relevantních článků v rešerši – což může být důsledkem špatné formulace klíčových slov; tendencí články, které by se mohly k tomuto paradigmatu klasifikovat, řadit spíše k racionálnímu jednání, které je obecnější; nebo jednoduše tím, že toto paradigma je příliš specifické pro podporu sociologie.

Texty jsme tedy rozdělili do dvou zbývajících skupin – obě upřednostňují dimenzi jednání a liší se v zaměření na lidské či racionální. Do paradigmatu [lidského jednání](#) jsme zařadili text Brenta a Thompsona – [Modeling social interaction with autonomous agents](#), převážně z důvodu jejich důrazu na sociální interakci a požadavek sociability agentů. Ne nutně potvrzuje správnost této klasifikace i Brentův druhý text [Is There a Role for Artificial Intelligence in Sociological Theorizing?](#), který nás přesvědčuje o jeho zařazení

k tomuto paradigmatu svou definicí umělé inteligence pomocí srovnání s myslícími lidskými bytostmi. Poslední text, který jsme zařadili do tohoto paradigmatu je Bainbridgeův [Minimum intelligent neural device](#), hlavně z důvodu jeho snahy o napodobení lidského poznání, učení, rozhodování a sociálních interakcí.

Na pomezí těchto dvou paradigmat leží Sawyerův text [Artificial societies](#), který konkrétně v multiagentních systémech vidí výhody jak z racionálního hlediska, tak si uvědomuje jejich možnosti v simulaci lidského jednání. Mluví o využití u hybridních sociologických teorií, které do jisté míry naplňují obě paradigmatu umělé inteligence.

A na závěr text Carleyové [Artificial intelligence within sociology](#) má asi nejblíže k racionálnímu myšlení díky jejímu důrazu na využití v logické koherenci sociologických teorií, ale jak jsme uvedli při definování [racionálního jednání](#), racionálně správné závěry jsou pouze jedním z možných mechanismů racionality.

2. Přehled tvrzení podporujících důležitost a relevanci využití umělé inteligence jako nástroje v sociologii

V této části uvádíme tvrzení autorů jednotlivých textů podporujících důležitost a relevanci využití umělé inteligence jako nástroje v sociologii. Cílem této práce není dokázání, či prokázání důležitosti a relevance, ale shrnutí tvrzení uvedených autory v textech obsažených v přehledové studii uvedené výše. Pro přehlednost a čtivost následujícího textu často nejsou tvrzení citována, ale parafrázována, přesto byla všechna již dříve zmíněna v přehledové studii a jsou řazena dle pořadí výskytu v textu. Aby nedocházelo k přílišné redundanci, jsou tvrzení často vytržena z kontextu a závěry této kapitoly jsou uvedeny až v Závěru.

a. Multiagentní modelování

Multiagentní modelování se stále více používá k popisu a vysvětlení sociologických fenoménů (Sawyer, 2003).

Multiagentní modelování pokrývá téměř všechny oblasti současné sociologie založené na různých paradigmatech (Krčková, 2013).

Multiagentní modelování může sloužit v následujících oblastech: testování sociologické teorie; budování či zdokonalování sociologické teorie; prognostika; analýza odhadu a dopadů vnějších zásahů do sociálního systému (Mathias, 2010).

Základní oblasti využití multiagentního modelování: 1) základní procesy v sociálních systémech; 2) individuální a sociální strategie jednání; 3) dynamika behaviorálních procesů; 4) řízení a kontrola; 5) vznik a dynamika sítí a skupin; 6) dynamika kultury a jazyka (Schenk, 2011).

Umělé společnosti jsou ve stavu, kdy mohou informovat sociologickou teorii (Sawyer, 2003).

Umělé společnosti mohou být vnímány jako naplnění hybridních sociálních teorií (Sawyer, 2003).

Umělé společnosti obzvláště vyhovují axiomatickým, dobře rozvinutým a formálním teoriím. Díky své podstatě dovolují automaticky a systematicky odvozovat implikace teorií a mohou tak sociologickým teoriím nabídnout standardy konzistence a ucelenosti (Sawyer, 2003).

Multiagentní modelování nabízí fascinující strategii pro modelování lidských sociálních interakcí. S lidmi sdílí následující charakteristiky: každý agent má nekompletní informace o možnostech řešení problému; neexistuje systém globální kontroly; data jsou decentralizovaná a výpočty jsou asynchronní (Brent & Thompson, 1999).

Jednou z mnoha aplikací multiagentního modelování je modelování omezené racionality (Simon, 1957).

Zvyšování realismu agentů, pomocí omezování jejich kognitivních schopností či zvyšování znalostí agenta, dovoluje sdružením takových agentů postupně projevat chování, které je přirozeně sociální (Carley, 1996).

Multiagentní modelování poskytuje pomoc při ověření teoretických konceptů a budování teorií (Carley, 1996).

Pro studium mnoha sociálních fenoménů, není agent schopný produkování veškerého sociálního chování nezbytný (Carley, 1996).

Zkoumání jednotlivých kategorií sociálního agenta poskytne základní měřítko hodnocení adekvátnosti (sociologické) teorie, a to povede k rozvoji sociálních teorií (Carley & Newell, 1994).

b. Neuronové sítě

Neuronové sítě poskytují nástroj schopný vymodelovat jakoukoliv spojitou funkci a v kontextu kvantitativních dat lze jejich přesnost porovnávat s klasickými technikami analýzy dat (Bainbridge, 1995).

Neuronové sítě poskytují nástroj pro mnoho sociologických témat (Bainbridge, 1995).

Neuronové sítě mohou poskytovat jak optimální, tak suboptimální řešení a tím napodobovat lidské poznání (Bainbridge, 1995).

Neuronové sítě díky své schopnosti učit se a dynamicky pracovat s chybou, jsou vhodné pro reprezentaci lidského učení, rozhodování a sociálních interakcí (Bainbridge, 1995).

c. Rozvoj sociologických teorií

Koncepty umělé inteligence mohou sloužit k vysvětlování sociálních fenoménů a k rozvoji prvotních teoretických tvrzení založených na datech a

jsou vhodnější pro rozvoj formálních teorií, než matematické a statistické modelování (Brent, 1988).

Sociologové stále častěji pokládají otázky, které lze adekvátně řešit pomocí umělé inteligence (Carley, 1996).

Díky automatizaci procesu textové analýzy pomocí umělé inteligence budou vědci schopni zkoumat řádově větší množství textu (Carley, 1996).

Zaměření teorie na komplexní nelineární a dynamické systémy, určuje výpočetní analýzu přirozenou metodologickou volbou pro teoretizování (Carley, 1996).

Sociální vědění může být kódováno jako řada preferencí o touhách a přípustnosti jednotlivých akcí (Carley, 1996).

Přes složitost virtuálních experimentů může být velmi přínosným výzkumem i pouhé zkoumání kánonických úkolů, které mohou přinést podporu našemu pochopení společnosti (Carley, 1996).

d. Další oblasti

Expertní systémy nabízí pomoc v generování řešení, zúžení oblastí hledání řešení a k určení klíčových prvků problémů v rámci sociologického teoretizování (Carley, 1996).

Expertní systémy jsou stejně důležité pro kvalitativní analýzu dat, jako jsou statistické balíčky pro kvantitativní analýzu dat (Carley, 1996).

Znalostní báze expertních systémů implicitně obsahují normy, víry, preference a postoje expertů, jejichž znalosti jsou zahrnuty – porovnáním znalostníchází různých systémů ve stejné oblasti můžeme porovnávat sociální rozdíly v této oblasti (Carley, 1996).

Závěr

Cílem této práce byl souhrn tvrzení podporujících důležitost a relevanci využití umělé inteligence jako nástroje v sociologii na základě přehledové studie dosavadních poznatků v této oblasti, která následně klasifikuje jednotlivé sociologické texty této studie, dle paradigmat umělé inteligence uvedených Russellem a Norvigem (2010). Přehledová studie dosavadních poznatků byla vytvořena na základě velkého množství literatury (celkem 39 zdrojů), konkrétně veškeré vyplývající z rešerše. Avšak oproti prvotnímu záměru, text neobsahuje kritickou analýzu tématu, z důvodu nedostatku relevantní literatury. Nedostatek kritických názorů byl velkým překvapením a je pravděpodobně způsoben zaměřením kritiky přímo na umělou inteligenci nebo špatnou volbou rešeršních dotazů. Ze stejného důvodu bylo náročné, až téměř nemožné vyplnit požadavky přehledové studie, jedná se tak spíše jen o kompilát. Velké množství dostupných textů je totiž přímo zaměřeno na obory umělé inteligence, či naopak sociologie a minimum se jich věnuje syntéze těchto oblastí jako tato práce.

V této práci jsou nejdříve stručně představena čtyři paradigmata umělé inteligence podle Russella a Norviga (2010), která jsou použita ke klasifikaci textů a jejich přehled je k dispozici ve třetí kapitole.

Většina prací, které vyvstaly z rešerše se věnuje multiagentnímu modelování, a proto je celá práce výrazně zaměřena právě tímto směrem. Je to pravděpodobně způsobeno popularitou multiagentního modelování mezi sociology.

Klasifikace článků podle paradigmat umělé inteligence, uvedené ve shrnutí tvrzení se neukázalo jako příliš přínosné pro tento typ článků a práce, a tak má jen minimální přínos. Dalším možným postupem na základě tohoto dělení

by mohlo být srovnání prací výzkumníků věnujících se umělé inteligenci a navržení dalšího využití jejich poznatků v kontextu sociologie.

Na základě tvrzení zpracovaných v této práci, bychom mohli usuzovat, že multiagentní modelování může být využíváno jako nástroj napříč oblastmi sociologie a obohatit tak její metodologii – obzvláště vhodné jsou pro práci s formálními teoriemi. Dále z tvrzení vyplývá, že multiagentní modelování je vhodným nástrojem pro modelování lidské interakce. Na závěr je výhodou těchto systémů, že pro přínos výzkumu mnoha sociálních fenoménů není potřeba dokonalého zvládnutí simulace sociálního chování.

Neuronové sítě představují dle zmiňovaných autorů vhodný nástroj pro kvantitativní analýzu dat, dokáží napodobovat lidské poznání, učení, rozhodování a sociální interakce.

Obecně lze na základě zpracovaných textů o konceptech umělé inteligence říci, že jsou vhodné k vysvětlování sociálních fenoménů, rozvíjení prvotních teoretických tvrzení založených na datech a další rozvoj formálních teorií. Dále také, že mohou nejen sociologům výrazně usnadnit proces textové analýzy. I pouhé zkoumání kánonických úkolů, může podpořit naše pochopení společnosti.

Expertní systémy nabízí pomoc pro kvalitativní analýzu dat, generování, zúžení a určení klíčových prvků řešení problémů. A implicitně obsahují normy, víry, preference a postoje expertů, jejichž znalosti jsou v nich zahrnuty.

Toto téma si zaslouží mnohem více pozornosti, než se mu dostalo v této bakalářské práci. Oblast umělé inteligence se v dnešní zrychlené době s každým dalším měsícem prohlubuje a mění science fiction na science facts. Navíc se jí dostává nepřeborné množství mediální pozornosti, se kterou jde ruku v ruce finanční podpora motivovaná potenciálním výdělkem z nových vynálezů a úspěchů. Média nám předkládají obraz, ve kterém se nacházíme

na sklonku nové éry lidstva – éry umělé inteligence. Značné množství odborníků tato tvrzení potvrzuje, ale mnohem chladněji, než nám média častokrát prezentují. Přesto se věci mění, umělá inteligence přetváří to, jak naše společnost funguje a jaké nástroje máme k dispozici. Sociologie by měla nejen zkoumat jaký vliv a dopad bude mít rozvoj umělé inteligence na naši společnost, ale i využívat její možnosti, které sociologickému zkoumání přináší nepřehledné možnosti, srovnatelné s ostatními obory.

Literatura a zdroje

- Arora, S., & Barak, B. (2009). *Computational Complexity: A Modern Approach*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bainbridge, W. S. (1995). Minimum intelligent neural device: a tool for social simulation. *Journal of Mathematical Sociology*(20), stránky 179–192.
- Bainbridge, W. S., Brent, E., Carley, K., Heise, D., Macy, M., Markovsky, B., & Skvoretz, J. (1. January 1994). Artificial Social Intelligence. *Annual Review of Sociology*(20), stránky 407–436.
- Bostrom, N. (25. October 1998). How long before superintelligence? Získáno 17. Únor 2017, z NickBostrom.com: <http://www.nickbostrom.com/superintelligence.html>
- Brent, E. (Summer 1988). Is There a Role for Artificial Intelligence in Sociological Theorizing? *The American Sociologist*, stránky 158–166.
- Brent, E., & Thompson, A. G. (1999). Sociology: Modeling social interaction with autonomous agents. *Social Science Computer Review*, 17(3), 313–322.
- Carley, K. M. (August 1996). Artificial Intelligence Within Sociology. *Sociological Methods & Research*, 25(1), stránky 3–30.
- Carley, K. M. (2002). Computational Approaches to Sociological Theorizing. V K. M. Carley, *Handbook of Sociological Theory* (stránky 69–83). New York: Kluwer Academic / Plenum Publishers.
- Carley, K. M., & Newell, A. (28. March 1994). The Nature of the social agent. *Journal of Mathematical Sociology*, stránky 221–262.

- Celbová, I. (1999). Úvod do problematiky expertních systémů. Získáno 2. březem 2017, z Ikaros: <https://ikaros.cz/uvod-do-problematiky-expertnich-systemu#1>
- Čepelák, V. (2012). Analýza biografických vyprávění pamětníků s užitím počítačové textové analýzy. Diplomová práce (Mgr.). Praha: Univerzita Karlova, Fakulta sociálních věd, Institut sociologických studií. Katedra sociologie.
- Epstein, J. M., & Axtell, R. (1996). Growing artificial societies: Social science from the bottom up. Washington, D.C.: Brookings Institution Press.
- Gilbert, N. G., & Troitzsch, K. G. (2005). Simulation for the Social Scientist (2.. vyd.). Berkshire: Open University Press.
- Haugeland, J. (1985). Artificial Intelligence: The Very Idea. Cambridge: MIT Press.
- Charniak, E., & McDermott, D. (1985). Introduction to Artificial Intelligence. Boston: Addison-Wesley.
- Kalvas, F. (2015). Multiagentní modelování: Budování modelu segregace krok za krokem. Data a výzkum – SDA Info, 71–102.
- Krčková, A. (2013). Multiagentní modelování v sociologii: úvod do tématu. Data a výzkum – SDA Info, 7(2), stránky 167–186. doi:<http://dx.doi.org/10.13060/23362391.2013.127.2.38>
- Kurzweil, R. (1990). The Age of Intelligent Machines. Cambridge: MIT Press.
- Laird, J. E. (2012). Soar Cognitive Architecture. Cambridge: The MIT Press.
- Li Vigni, F. (2017). Agent Cultures and Zombielands – 23-25 June 2016 Leuphana Conference. Bulletin de Méthodologie Sociologique(133), 71–77. doi:[10.1177/0759106316681086](https://doi.org/10.1177/0759106316681086)

- Mathias, M. (2010). Možnosti využitia multiagentového modelovania v sociológii. *Sociálne a politické analýzy* 4 (1), 19–38.
- Mayer, J. D., Caruso, D. R., & Salovey, P. (October 2016). The Ability Model of Emotional Intelligence: Principles and Updates. *Emotion Review*, 8(4), 290–300.
- Metz, C. (4. February 2016). AI Is Transforming Google Search. The Rest of the Web Is Next. Načteno z WIRED: <https://www.wired.com/2016/02/ai-is-changing-the-technology-behind-google-searches/>
- Mladeníć, D., & Grobelnik, M. (2013). Automatic Text Analysis by Artificial Intelligence. *Informatica*(37), 27–33.
- Müller, V. C., & Bostrom, N. (2014). Future Progress in Artificial Intelligence: A Survey of Expert Opinion. Získáno 23. Únor 2017, z NickBostrom.com: <http://www.nickbostrom.com/papers/survey.pdf>
- Poole, D., Mackworth, A. K., & Goebel, R. (1998). *Computational intelligence, A logical approach*. Oxford University Press.
- Russell, S., & Norvig, P. (2010). *Artificial intelligence: a modern approach*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Sawyer, R. (February 2003). Artificial Societies: Multiagent Systems and the Micro-Macro Link in Sociological Theory. *Sociological methods & research*, 31(3), 325–363.
- Schelling, T. C. (1971). Dynamic models of segregation. *Journal of Mathematical Sociology*, 143–186.
- Schenk, J. (2011). *Metodologické problémy multiagentového modelovania v sociológii*. Bratislava: STIMUL.

- Simon, H. (1957). *Models of man: Social and rational-mathematical essays on rational human behavior in a social*. New York: John Wiley.
- Simon, H. (1981). *The Sciences of the Artificial* (2.. vyd.). MA: MIT Press.
- Simon, H. (1996). *The Sciences of the Artificial* (3.. vyd.). London: MIT Press.
- Sullivan, C. C. (4. January 2017). Can Legal Tech Help Fight Bias in the Legal Field? Získáno 13. Únor 2017, z Legal Robot: <https://www.legalrobot.com/press/2017/01/04/Can-Legal-Tech-Help-Fight-Bias-in-the-Legal-Field/>
- Šanderová, J. (2014). *Jak číst a psát odborný text ve společenských vědách*. Praha: SLON.
- Šíma, J., & Neruda, R. (1996). *Teoretické otázky neuronových sítí*. Praha: Matfyzpress. Načteno z <http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2000/xneudert.html>
- Turing, A. (1. October 1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, LIX(236), stránky 433–460.
- Urban, T. (22. January 2015). *The AI Revolution: The Road to Superintelligence*. Získáno 17. Únor 2017, z Wait but why: <http://waitbutwhy.com/2015/01/artificial-intelligence-revolution-1.html>
- Wallach, I., Dzamba, M., & Heifets, A. (10. October 2015). AtomNet: A Deep Convolutional Neural Network for Bioactivity Prediction in Structure-based Drug Discovery. arXiv.org. Získáno 30. Leden 2017, z <https://arxiv.org/pdf/1510.02855.pdf>