



Západočeská univerzita v Plzni
Katedra informatiky a výpočetní techniky
Univerzitní 8
306 14 Plzeň
Česká republika

Experimentální model systému zpracování jazyka a řeči v mozku

Rigorózní práce

Petr Kratochvíl

Technická zpráva č. DCSE/TR-2013-7
Září, 2013

Distribuce: veřejná

Technická zpráva č. DCSE/TR-2013-7
Září, 2013

Experimentální model systému zpracování jazyka a řeči v mozku

Petr Kratochvíl

Abstrakt

Autor tohoto dokumentu v něm popisuje svoji práci patřící do oblasti obecné umělé inteligence, anglicky „Artificial General Intelligence“ (AGI). Tato oblast je zde definována. Je rozebrána i motivace, proč se touto oblastí zabývat. Stručně řečeno se jedná o umělou inteligenci, která nemá předprogramovaná pravidla jako např. šachový program a zároveň zpracovává a ukládá znalosti v univerzálním formátu nezávislém na prostředí, ze kterého přijímá znalosti a jádro této umělé inteligence zůstává pro různá prostředí naprogramované stejně. Je zde popsán návrh simulátoru s obecně fungující umělou inteligencí běžící na běžném počítači, který dále obsahuje prostředí, metodu pro ukládání a metodu pro aplikaci naučených znalostí.

Copies of this report are available on
<http://www.kiv.zcu.cz/publications/>
or by surface mail on request sent to the following address:

University of West Bohemia in Pilsen
Department of Computer Science and Engineering
Univerzitní 8
30614 Pilsen
Czech Republic

Copyright © 2013 University of West Bohemia in Pilsen, Czech Republic

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji Doc. Dr. Ing. Janě Klečkové ze Západočeské Univerzity v Plzni za vedení v doktorském studiu. Děkuji také absolventovi doktorského studia Ing. Petrovi Maulemu, Ph.D. a doktorandce Mgr. Světlaně Machové ze Západočeské Univerzity v Plzni za cenné rady, kontrolu překladů a celkovou podporu v mém studiu.

OBSAH

1	Úvod	6
2	Artificial General Intelligence	9
2.1	Definice	9
2.2	Motivace	10
2.2.1	Vývoj umělé inteligence	10
2.2.2	Raymond Kurzweil	10
2.2.3	Výkon hardware	11
3	Simulátor	13
4	Virtuální prostředí	15
4.1	Novamente	15
4.1.1	OpenCogBot	16
4.1.2	OpenPetBrain	16
4.2	Navržená virtuální prostředí	18
5	Datová struktura	20
5.1	Sémantické sítě	20
5.2	Sémantické neuronové sítě	21
5.3	Conceptual Dependency	22
5.4	Rámce	22
5.5	Scénáře	23
5.6	Použitá datová struktura	24
6	Vyhledávání znalostí	27
6.1	Spreading Activation	27
6.2	Texai	29
6.3	Navržená metoda	29
7	Editor	30
8	Možné aplikace v praxi	31
8.1	Roboti	31
8.2	Počítačová hra	31
8.3	Komunikace v přirozeném jazyce	32
8.4	Diář aneb inteligentní osobní asistent	32
8.5	Robot ve skutečném světě	32

9	Schopnosti	34
9.1	Návrh podle Goertzela	34
9.2	Navržené schopnosti	34
10	Závěr	39
10.1	Souhrn	39
10.2	Cíle doktorské práce	40
	Literatura	41

1 ÚVOD

Název tématu dizertační práce autora, která bude sepsána na závěr jeho studia, zní: „Experimentální model systému zpracování jazyka a řeči v mozku.“ Pod tento název patří několik vědních oblastí. Minimálně analýza řeči, syntéza řeči a umělá inteligence, která zpracovává zanalyzovanou řeč a je zdrojem pro syntézu řeči. Každá z těchto oblastí je velmi rozsáhlá a proto si autor této práce vybral jen jednu z nich a to umělou inteligenci jejímž vstupem jsou události včetně textové interakce v daném prostředí a výstupem jsou akce včetně textových interakcí v daném prostředí.

Tato oblast je zde pojata jako návrh autonomní simulace, ve které budou probíhat děje napodobující zpracování slov v lidském mozku po jejich sémantické stránce. Jakým způsobem zpracovávat slova tak, aby byl výsledek ať už v kterékoliv podobě podobný výsledku, který by vzešel od lidského mozku? Autor se domnívá, že musí být splněny tyto podmínky:

1. Simulace bude mimo jiné ukládat slova.
2. Simulace musí probíhat tak, aby „chápala“ význam slov, která bude mít uložená. Pokud chce člověk „chápat“ význam nějakého slova, potřebuje mít toto slovo nebo více slov asociovaných přímo či nepřímo s objekty či událostmi v prostředí, ve kterém existuje. Z toho vyplývá, že aby simulace „chápala“ významy slov a nepoužívala je jen např. na statistickém základu. K tomu potřebuje mít jako svoji součást prostředí, které obsahuje objekty a také události, jenž se postupně odehrávají v čase. Pro lepší představu si řekněme, že bychom již od narození neměli funkční ani jeden ze svých pěti smyslů. Přišli bychom tedy o jakýkoliv kontakt s naším prostředím. Dejme tomu, že by se přesto podařilo nějakým způsobem textově s námi komunikovat. Dokázali bychom pochopit význam slova „židle“? Ptali bychom se, co je to „sedět“, „gravitace“, „směr“, „dolů“. Proto se autor domnívá že provázání naučených slov s prostředím které tedy musí existovat je nezbytné. Celá simulace se tedy bude skládat z jádra simulace kam se budou ukládat a zpracovávat slova a k nim asociované znalosti. Dále se skládá z uměle vytvořeného prostředí, z metody ukládající slova a objekty a události prostředí do jádra. A také z metody, která naopak generuje události vztažené k objektům z prostředí a je schopna simulovat zpracování slov.
3. Úkolem jádra simulace bude ukládání a zpracování slov a to musí fungovat obecně. Dalo by se říci, že se bude jednat o obecný znalostní systém. Tento systém by měl být použitelný beze změny v různých prostředích. Lidský mozek je také schopen projevovat svoji inteligenci v různých prostředích s různými

specifickými pravidly pro ta prostředí, ať se jedná o šachovnici, počítačovou hru, burzu nebo jiné autonomní prostředí. Pokud chceme simulovat, jak lidský mozek zpracovává slova, pak musíme simulaci vyvinout tak, aby nebyla vázána pouze na jedno určité prostředí. Tato simulace zpracovávání slov je zároveň určitým projevem inteligence, kterou vytvoříme uměle, bude se tudíž v této simulaci jednat o tzv. „umělou inteligenci“. Protože jádro simulace nebude pevně vytvořeno pro jedno určité prostředí, ale bude navrženo obecně a to nezávisle na prostředí, bude se jednat o „obecnou umělou inteligenci“. Správný název však zní „silná umělá inteligence“ neboli anglicky „Strong Artificial Intelligence“ nebo též je nejčastěji používaný název v angličtině „Artificial General Intelligence“ (AGI), který bude nadále v této práci používán, protože je v současné době užíván v požadovaném smyslu nejčastěji. V další kapitole se budeme zabývat AGI více.

Souhrnem řečeno chce autor vyvinout aplikaci simulující zpracování jazyka a řeči v mozku, jejíž součástí bude jádro simulace a jedno nebo více prostředí. Tato prostředí budou v této vývojové fázi pro jednoduchost virtuální, tj. bude se jednat o 2D virtuální prostor, šachovnici apod. zobrazenou na obrazovce a ne o snímání obrazu kamerami, zvuku mikrofonem a generování odpovědí do reproduktorů.

Jádro, tvořené znalostním systémem, se bude skládat z:

1. datového modelu, do kterého budou znalosti ukládány;
2. metody ukládání znalostí z prostředí;
3. metody aplikující znalosti v prostředí.

Jedno nebo později více virtuálních prostředí, na která budou znalosti v jádře navázány, se bude skládat z:

1. objektů specifických pro dané prostředí;
2. událostí probíhajících v čase, které budou zaznamenávány do jádra simulace;
3. akcí prováděných v čase, které budou generované v jádře simulace.

Všechny tyto součásti je potřeba navrhnout, resp. již jsou z velké části navrženy, viz dále. Množina možných událostí a akcí bude tvořit rozhraní specifické pro dané prostředí. Autor klade důraz na obecnost. Podobnou simulaci popisují i autoři článku [3]. Pro lepší názornost byl vytvořen obr. 3.1 v kapitole 3.

Zpracování řeči se též týká vědních oblastí jako je analýza řeči a syntéza řeči. Ty v uplynulých letech dosáhly velkého pokroku (viz [2]) a v současné době se řeší již ne zcela základní problémy. Řeší se např. analýza řeči zaznamenané v prostředí

s vyskytující se šumem nebo též optimalizace pomocí umělé neuronové sítě nebo genetických algoritmů, viz [11]. Již ale problém zpracování jazyka v podobě v paměti uložených textových vět je natolik komplexní problém, že se autor rozhodl zaměřit jen na zpracování již rozpoznávaných textů a také výstupem jsou jenom texty. Pro rozsáhlost této problematiky se autor nezabývá analýzou a syntézou řeči.

2 ARTIFICIAL GENERAL INTELLIGENCE

„Artificial General Intelligence“, též „Strong AI“ nebo česky „Silná Umělá Inteligence“ je termín, pro který není snadné najít definici, jelikož se jedná o vědní oblast, která je relativně nová. Např. v České republice uznávané databázi odborných publikací Web of Knowledge s placeným přístupem nalezneme k datu 13. 1. 2013 celkem 36 publikací obsahujících v názvu nebo v textu za sebou slova „Artificial General Intelligence“, kde nejstarší publikace je z roku 2006. Na klíčová slova „Artificial Intelligence“ však nalezneme dokonce 39 publikací namátkově z roku 1980 nebo také dokonce 320 publikací z roku 1990. Též v jiných databázích publikací nebo po poradě s odborníky snadno zjistíme, že AGI je opravdu nově vzniklou oblastí výzkumu, ve které začaly být vydávány hodnotné publikace teprve kolem roku 2006. Je proto obtížné získat určité přesné informace o AGI, např. definici AGI.

2.1 Definice

Jelikož se jedná o relativně novou oblast, můžeme narazit na více definic, které se vzájemně nevylučují. Dle [18] se jedná o „schopnost provádět obecné inteligentní akce“. Přímo definicí AGI se zabývá článek [26], jehož abstrakt však začíná po překladu do češtiny větou: „Obecná umělá inteligence (AGI) nemá pevnou definici, ale každý věří, že ji pozná, jakmile bude objevena.“

Pro lepší představu je však vhodnější použít definici na stránce „About Us“ na [7], kterou autor této práce přeložil z angličtiny do češtiny následovně:

Obecná umělá inteligence (AGI) má tyto vlastnosti:

1. Jádro systému AGI pracuje stejným způsobem v každé aplikaci.
2. Nemá předprogramovaná pravidla.
3. Zpracovávaná data jsou v univerzálním formátu.
4. Specifické rozhraní konvertuje data do tohoto univerzálního formátu.

2.2 Motivace

2.2.1 Vývoj umělé inteligence

Žijeme v době, ve které nás úspěšně poráží počítačem řízení soupeři v počítačových hrách. Ať už se jedná o ty akční nebo třeba o šachový program, hrají počítačem řízení soupeři tyto hry na mistrovské úrovni. Přitom se projevují určitou inteligencí, která je ale omezená jen na určitou oblast a tak se například šachový program nedokáže naučit hrát dámu natož aby nám radil třeba jak máme uvařit dobrou večeři. Opakem je AGI, kde se z podstaty slova „General“ aneb v češtině „obecný“ jedná o umělou inteligenci, která je schopná se učit v co největším množství různých prostředí. Taková umělá inteligence zatím příliš rozšířená není, protože AGI je relativně novým tématem, jak již bylo výše napsáno. To nám poskytuje výbornou příležitost pro nový hodnotný přínos vědě.

2.2.2 Raymond Kurzweil

„Kurzweil believes that we’re approaching a moment when computers will become intelligent, and not just intelligent but more intelligent than humans. When that happens, humanity — our bodies, our minds, our civilization — will be completely and irreversibly transformed. He believes that this moment is not only inevitable but imminent. According to his calculations, the end of human civilization as we know it is about 35 years away.“

– Vědecký magazín Time, 7. února 2011 [12]

Raymond Kurzweil, zmíněný v této citaci, je vizionář uznávaný Billem Gatesem, spoluzakladatelem společnosti Microsoft. Sám Bill Gates o něm prohlásil, že „Raymond Kurzweil je nejlepší na světě v predikci budoucnosti.“[13]

Můžeme si myslet, že zlomový bod, kdy umělá inteligence dosáhne inteligenční úrovně člověka nastane za uvedených 35 let. Můžeme si myslet, že tento bod nastane za delší dobu, třeba až za 350 let. Můžeme si myslet, že se tentokrát Raymond Kurzweil mýlí a že umělá inteligence nikdy nedosáhne úrovně inteligence člověka. Ovšem položme si otázku, co by v tom bránilo? Zatím můžeme sledovat vývoj inteligence od prvních pokusů až po například virtuálního asistenta Siri, který nám umožňuje ovládat chytrý telefon iPhone od firmy Apple hlasem. Můžeme též sledovat vývoj počítačového hardwaru. Zastaví se vývoj umělé inteligence nebo hardwaru dříve,

než počítač dosáhne inteligence člověka? Nebo bude vývoj obojího pokračovat dostatečně dlouho až ke Kurzweilem zmíněné přeměně naší civilizace a my nyní máme jedinečnou příležitost být součástí vývoje vedoucího k tomuto evolučnímu zlomu?

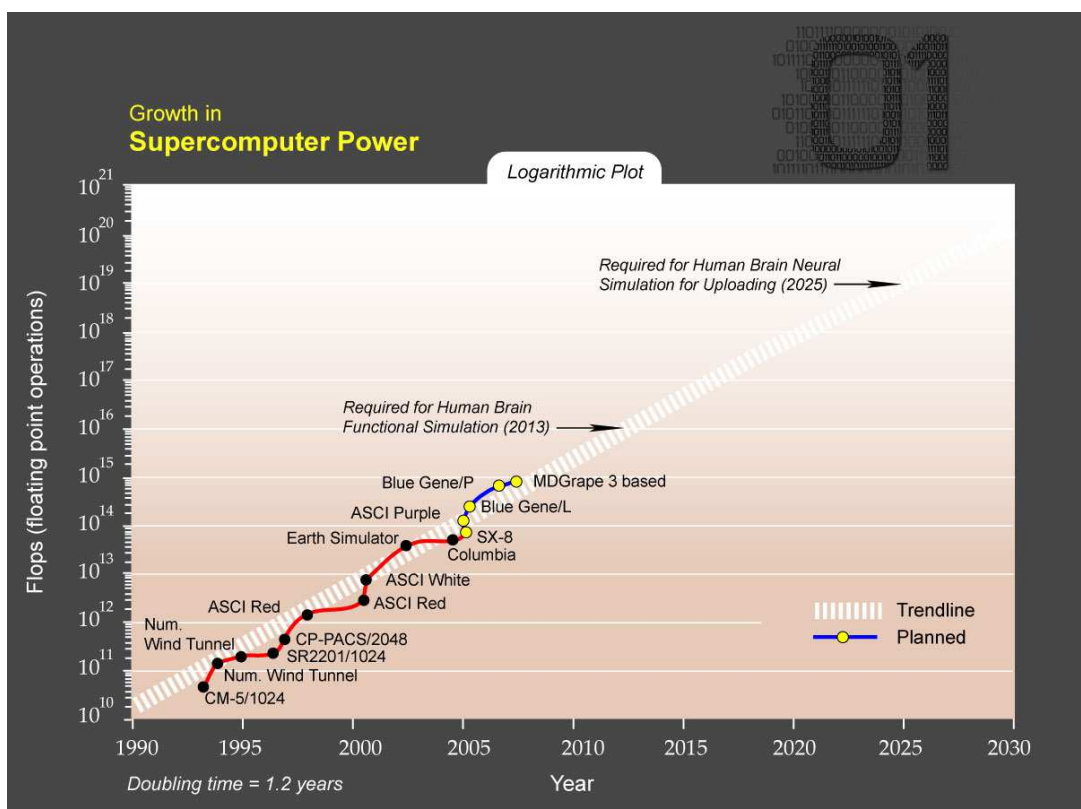
Tato kapitola se nazývá „Motivace“ a proto si dovolí výše uvedené otázky ponechat bez odpovědi, kterou by totiž bylo nemožné exaktně dokázat. Účelem této kapitoly je jen demonstrovat, proč má smysl se AGI zabývat.

2.2.3 Výkon hardware

„Kdy bude výkon nejvýkonnějšího počítače na světě dostatečný pro simulaci lidského mozku?“

Lidský mozek se skládá z přibližně 10^{11} neuronů a 10^{15} až $5 \cdot 10^{15}$ synapsí mezi neurony [4]. Odhadovaná výpočetní síla lidského mozku, založená na modelu jednoduchého přepínání je kolem 10^{14} aktualizací stavů neuronů za sekundu [21]. Raymond Kurzweil přijal jako výkon odpovídající lidskému mozku výkon 10^{16} výpočtů za sekundu (cps) [16]. Vývoj hardware nejvýkonnějšího počítače na světě zachycuje Raymond Kurzweil na obr. 2.1.

Jak vidíme, dle odhadu Raymonda Kurzweila bude při současném trendu vývoje hardwaru k dispozici dostatečný výkon pro funkční simulaci v roce 2013 a pro neuronovou simulaci přesné kopie skutečného mozku v roce 2025. Tento odhad je zde použit zejména jako motivace, takže pokud mu nevěříte, nevadí. Pokud jste tomuto alespoň trochu uvěřili, pak více informací o Kurzweilově vizi budoucnosti naleznete v jeho knížce [15].



Obr. 2.1: Historie a predikce budoucího vývoje výpočetní síly nejvýkonnějšího počítače na světě podle odhadu Raymonda Kurzweila, převzato z jeho knihy [15]

3 SIMULÁTOR

Je stanoveno následující tvrzení: Aby umělá inteligence dokázala určitou elementární znalost správně použít při textové komunikaci, musí být tato znalost definována jinými znalostmi nebo atomickými předdefinovanými znalostmi. Následuje celkový popis systému založeného na tomto tvrzení.

Tato práce se zaměřuje na návrh:

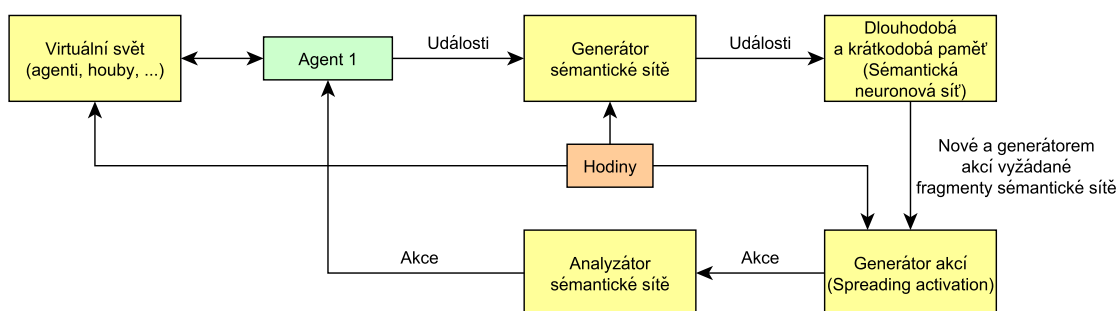
1. Autonomního simulačního programu, který bude obsahovat virtuální prostředí, datový model a implementované metody zpracovávající znalosti, které se vyskytují v tomto systému.
2. Virtuálního prostředí, ve kterém se nachází objekty, které generují události, kterých je jen několik typů, kde jeden z těchto typů je zaslání textové zprávy od objektu k objektu.
3. Datového modelu co nejvíce podobného svojí strukturou lidskému mozku, z čehož mimo jiné vyplývá, že musí být možné do tohoto datového modelu ukládat nejrůznější druhy informací a to textové i netextové.
4. Metody ukládání navržených událostí z výše zmíněného virtuálního prostředí do navrženého datového modelu. V případě přidání dalších typů událostí do systému, musí být možné tuto metodu vhodně rozšířit.
5. Metody generující akce pro určitý objekt ve virtuálním světě tak, že budou co nejlépe napodobovat lidské chování. Opět je navrženo jen několik málo typů akcí, kde jeden z těchto typů je zaslání textové zprávy od objektu k objektu.
6. Způsobu otestování úspěšnosti dosažení cíle simulovat lidské chování. Toto bude testováno statistickým vyhodnocením shodnosti chování navrženého systému s očekávaným lidským chováním v určitých předdefinovaných situacích.

V současné době jsou jednotlivé části této celé simulace blízko k dokončení. Zároveň s dokončováním probíhá i jejich spojení v jeden celek. V současné době je součástí simulace jen jedno virtuální prostředí reprezentované 2D prostorem ohraničeným čtvercem. Konec konců těžiště práce je zatím v chápání významu slov, ne např. v orientaci v prostoru. Níže jsou uvedeny i ukázky jednotlivých částí celé simulace.

Simulátor je kombinací ukládání scénářů (kapitola 5.5) do sémantické neuro-nové sítě (kapitola 5.2), kde k vyhledávání znalostí je použit algoritmus spreading activation (kapitola 6.1). Asi nejpodobnějším způsobem je ukládání znalostí řešeno

v případě Conceptual Dependency (kapitola 5.3).

Na obrázku 3.1 je znázorněný tok dat v simulátoru. Agent 1, aneb Agent řízený naší obecnou umělou inteligencí (AGI), se nachází v prostředí tvořeném virtuálním světem. Přijímá z prostředí události, které jsou dále propagovány do generátoru sémantické neuronové sítě (SNS), který je ukládá do SNS v podobě nových uzlů a hran. Pokud je AGI požádána o vygenerování vlastní akce, je spuštěn na SNS algoritmus spreading activation, jehož výsledkem je posloupnost množin aktivovaných uzlů, která je dále dekódována na jednotlivé akce, které pak Agent 1 ve svém prostředí začne provádět.



Obr. 3.1: Schéma navrženého simulátoru

4 VIRTUÁLNÍ PROSTŘEDÍ

Bylo by velice užitečné, kdyby navržený znalostní systém uměl zpracovávat informace, s kterými se lidi denně setkávají, ať už na internetu, ve svém diáři a nebo v jiném zdroji informací. Tato metoda však dává přednost schopnosti učit se nové znalosti, včetně nových slov, před zpracováním na základě pevně stanovené množiny znalostí. Je založena na tvrzení, že v zájmu univerzálnosti použití je lepší když systém „chápe“ význam znalostí než aby je zpracovával např. na základě statistiky. Aby systém znalosti skutečně „chápal“, musí je mít definované jinými znalostmi nebo návazností na objekty, události a akce v prostředí. Je dána přednost chování podobného tomu lidskému před ukládáním znalostí, které nelze snadno definovat. Z toho vyplývá, že navržené prostředí musí být jednoduché, aby nebylo příliš těžké systém naučit základní znalosti jako například slova a jejich význam. Protože pokud ho nenaučíme slova, vymyslí si svoje vlastní, kterým ale pak nebudeme muset rozumět. Díky tomu je mimo jiné možné systém naučit texty složené z vět např. v anglickém jazyce a tím předejít tomu, aby si systém sám vymýšlel nová slova. Systém však musí být připraven na snadnou záměnu prostředí za složitější.

4.1 Novamente

Novamente LLC je společnost v USA, která se dle jejich internetových stránek [19] zabývá následujícím:

1. konzultace o umělé inteligenci (AI);
2. analýza dat na základě AI;
3. výzkumné projekty z oblasti AGI.

Firma se od roku 2001 zabývá vývojem a aplikací AI a AGI. Skládá se z přibližně 10 členného týmu a je vedena odborníkem na AI a AGI, který se jmenuje Ben Goertzel. Výsledkem veřejného výzkumu této společnosti je mimo jiné AI framework nazvaný OpenCog. OpenCog je opensource AI framework a je popsán v [14]. Z něj vychází některé další dále zmíněné projekty, též pod vedením Bena Goertzela.

Autor této práce, kterou nyní čtete, si dává za cíl vytvoření něčeho podobného jako jsou níže zmíněné OpenCogBot nebo OpenPetBrain s tím rozdílem, že z časových důvodů se soustředí čistě jen na jádro AGI. Ostatní funkce, jako je např. vizualizace virtuálního světa nebo modularita, budou pojaty co nejjed-

nodušším způsobem, např. 2D vizualizace místo 3D. Autor se také pokusí přejmout z těchto projektů co nejvíce hotové práce, pokud to bude možné. Též omezit některé funkce, např. typy paměti.

4.1.1 OpenCogBot

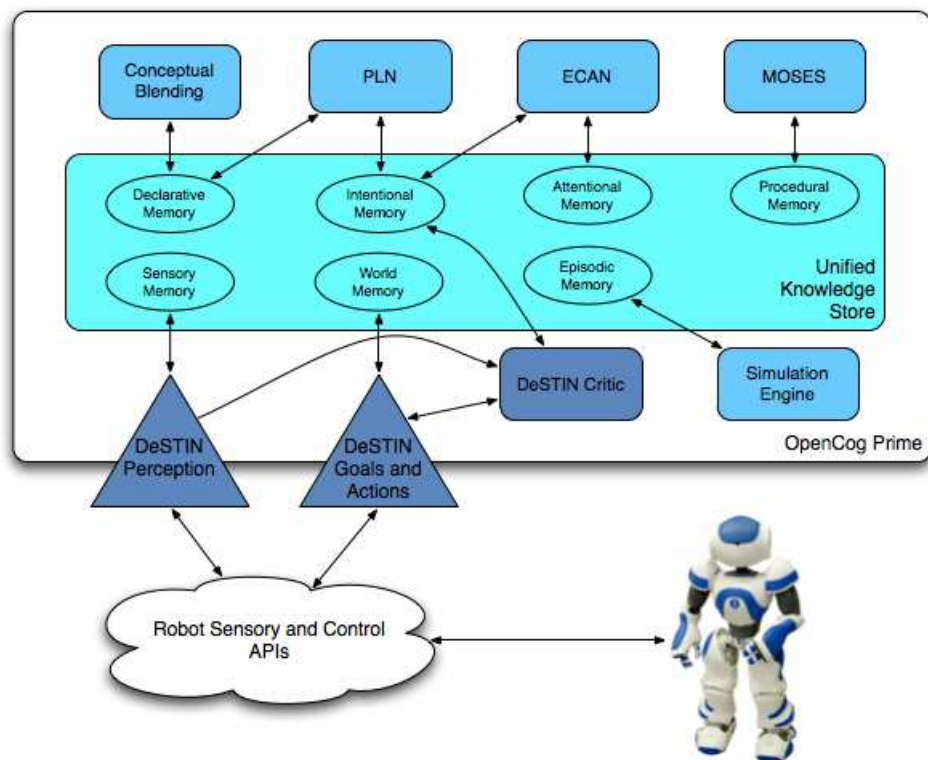
Z OpenCog vychází např. OpenCogBot, což je interaktivní kognitivní architektura, která sjednocuje OpenCog se systémem hierarchické temporální paměti. Více informací o OpenCogBot lze nalézt v [9].

OpenCogBot je interaktivní kognitivní architektura pro obecnou umělou inteligenci (AGI) podobnou lidem včetně úrovně této inteligence. V současné době je ve vývoji. Vzniká integrací frameworku OpenCogPrime pro rozpoznávání, jazyk a učení na vysoké úrovni inteligence s hierarchickou temporální pamětí pro nízkou úrovníovou percepci a akce. Hlavním principem této architektury je „kognitivní synergie“, kde rozdílné komponenty jsou specificky integrované takovým způsobem, aby si navzájem kompenzovaly slabiny škálovatelnosti. Aktuální předběžná implementace této architektury řídí robota Nao a je popsána v [9], kde je také srovnána s předchozím projektem OpenCogPrime, který je použit k ovládání agentů ve virtuálních světech a také jsou tam popsány plány jak učit robota Nao v „robotí školce“. Výukou robotů se zabývá [10]. Architektura OpenCogBot je na obr. 4.1. Samotný robot Nao, který byl vyvinut firmou Aldebaran robotics, je vyobrazen na obr. 4.2.

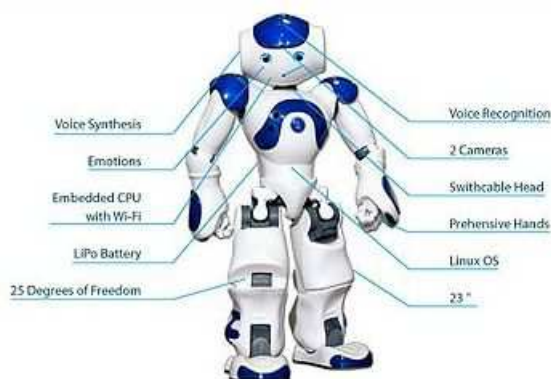
4.1.2 OpenPetBrain

Další existující variantou OpenCog též popsanou v [9] je OpenPetBrain, jehož ukázka je na obr. 4.3. OpenPetBrain má být zjednodušenou verzí OpenCogBot a má za úkol demonstrovat různé relevantní funkcionality, včetně následujících:

1. učení se novému chování na základě imitace a upevnění zkušeností;
2. reakce na příkazy a otázky v přirozeném jazyce odpovídajícími akcemi a odpověďmi v přirozeném jazyce;
3. spontánní průzkum virtuálního světa;
4. zapamatování zkušeností a jejich použití k budoucímu učení a jazykovým interakcím.



Obr. 4.1: Diagram vysoko-úrovňové architektury OpenCogBot, který je převzatý z [9] a taktéž v této publikaci i detailně popsany



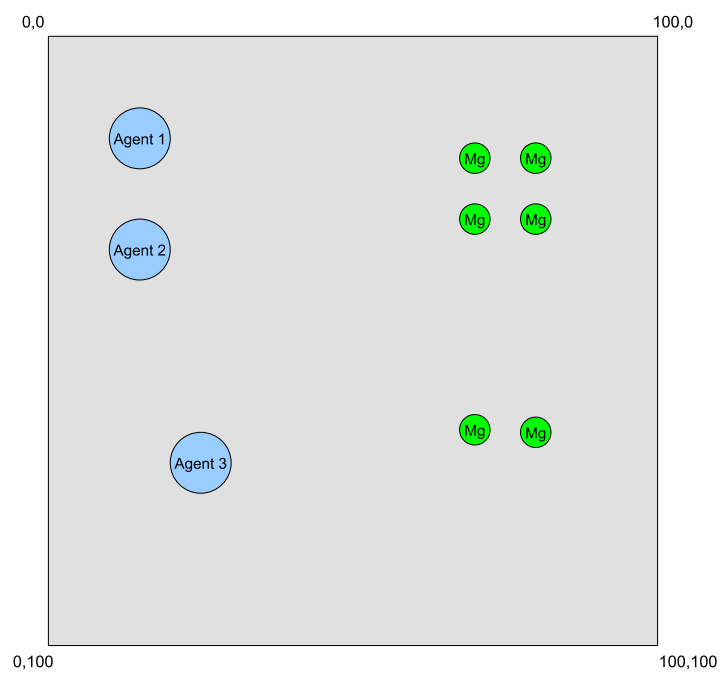
Obr. 4.2: Robot Nao od firmy Aldebaran robotics použitý v projektech OpenCogPrime a OpenCogBot



Obr. 4.3: Ukázka virtuálního prostředí OpenPetBrain

4.2 Navržená virtuální prostředí

Navržené prostředí je pro jednoduchost virtuální svět, který se skládá z mapy o rozměrech 100×100 bodů, které si lze představit třeba jako virtuální metry. Tato mapa obsahuje objekty. Ukázka vizualizace takového virtuálního světa je na obrázku 4.4.



Obr. 4.4: Navržené 2D prostředí

5 DATOVÁ STRUKTURA

Autorova práce se zabývá tím, jak nejlépe počítačem ukládat, získávat a uchovávat znalosti pro napodobení zpracování jazyka a řeči v lidském mozku. Jaké jsou další způsoby uchovávání a zpracování dat, které jsou již známé a podobné navrženému, který bude dále popsán? Zde jsou kvůli relevanci a rozsahu práce uvedeny jen ty znalostní systémy, které souvisí s navrženým simulátorem v kapitole 3.

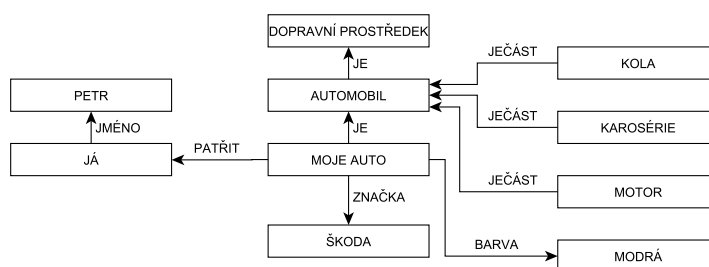
Následující znalostní systémy jsou zde uvedeny pro srovnání či jako výchozí systémy pro náš simulátor a to kvůli následujícím společným vlastnostem s autorovou prací:

1. Sémantické sítě ... na navržený datový model pro ukládání znalostí lze hledět i jako na sémantickou síť.
2. Sémantické neuronové sítě ... při vybavování znalostí je využito propagace akčního potenciálu.
3. Conceptual Dependency ... jedná se o ukládání příběhů nezávisle na prostředí.
4. Rámce ... jedná se o ukládání příběhů nezávisle na prostředí.
5. Scénáře ... jedná se o ukládání příběhů nezávisle na prostředí.

5.1 Sémantické sítě

V [20] jsou sémantické sítě popsány takto:

V sémantických sítích je znalost reprezentována jako síť uzlů spojených hranami. Uzly přitom představují jednotlivá individua, tj. předměty, jevy, činnosti ap. a hrany označují relace (vztahy) mezi takovými individui. Sémantická síť je tedy graficky reprezentována orientovaným grafem. Ukázka sémantické sítě převzatá z [20] je na obr. 5.1.



Obr. 5.1: Ukázka sémantické sítě

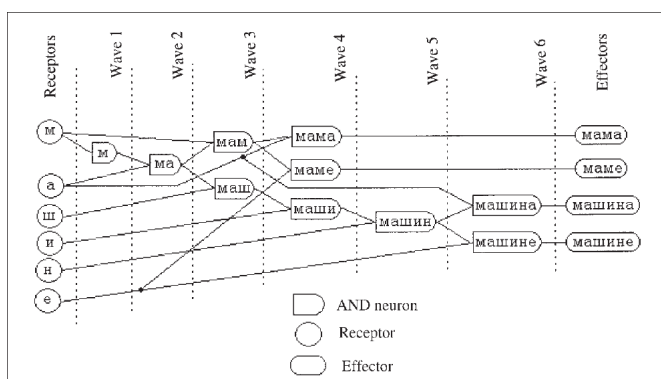
5.2 Sémantické neuronové sítě

Sémantické neuronové sítě jsou založeny na John von Neumannových neuronových sítích [17] a Nikolai Amosovových M-sítích [1].

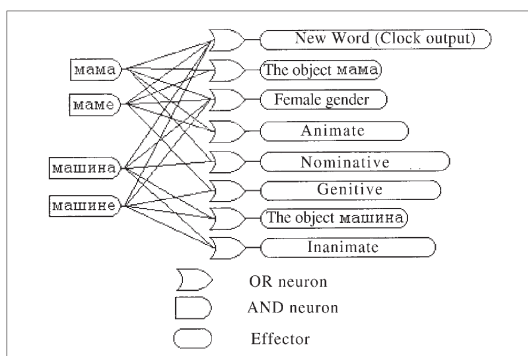
Shuklin D. ve svém článku [5] uvádí přehled o sémantických sítích a uvádí nový typ sítě, tzv. *sémantickou neuronovou síť*. Tato síť podle [25] nemá na rozdíl od John von Neumannových neuronových sítích omezení pro:

- topologii;
- synchronizaci – synchronizace u neuronové sítě probíhá pomocí taktů, ale v sémantické neuronové síti mohou neurony v každé podsíti této sítě provádět svoji synchronizaci pomocí jiných taktů než zbytek sítě;
- přenos v síti – mohou být sítí přenášeny libovolné typy informací.

Popis principu sémantických neuronových sítí tak, jak je navrhl Shuklin D., lze nalézt v [23]. Nalezneme tam například ukázkou detekce slov z výchozích písmen, viz obr. 5.2 nebo ukázkou klasifikace slov, viz obr. 5.3. Aplikaci sémantických neuronových sítí lze nalézt např. v [24].



Obr. 5.2: Ukázkou detekce slov z výchozích písmen převzatá z [23]

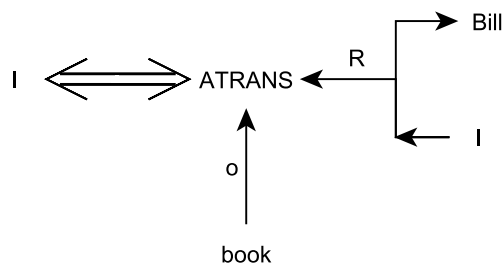


Obr. 5.3: Ukázkou klasifikace slov převzatá z [23]

5.3 Conceptual Dependency

Teorii s názvem Conceptual Dependency poprvé zveřejnil v roce 1969 Roger C. Schank ve spolupráci s L. Teslerem v [22]. V rámci této teorie byl zveřejněn model, jehož cílem je schopnost ukládat význam textu v přirozeném jazyce způsobem nezávislým na použitém přirozeném jazyce. Tento model se skládá z následujících čtyř typů primitiv:

1. Objekty z reálného světa (mohou mít atributy),
2. akce z reálného světa (mohou mít atributy),
3. časy,
4. místa.

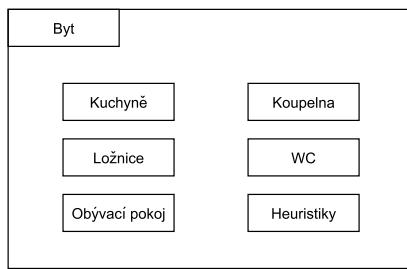


Obr. 5.4: Význam věty „Dal jsem Billovi knížku.“ uložený v Conceptual Dependency modelu

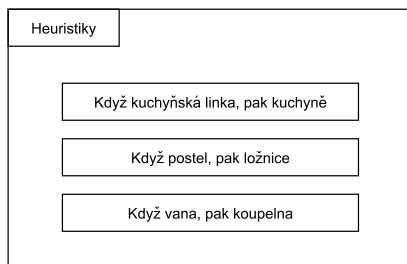
Ukázka uložené znalosti v Conceptual Dependency modelu reprezentované větou v přirozeném jazyce „Dal jsem Billovi knížku.“ je na obrázku 5.4.

5.4 Rámce

Rámce byly navrženy M. Minským z MIT jako způsob reprezentace velkého množství znalostí obecného významu. Každý rámec popisuje určitý objekt množinou jeho specifických vlastností. Tyto vlastnosti jsou faktickými i procedurálními znalostmi a jsou uloženy do tzv. *slotů*, viz obrázek 5.5. Každý tento slot může být definován vlastním rámcem, viz např. rámec na obrázku 5.6 definující známá heuristická pravidla, která lze použít v bytě z předchozího obrázku. Více informací o rámcích lze získat z mnoha publikací, např. z [20].



Obr. 5.5: Příklad rámce popisujícího místnosti v bytě



Obr. 5.6: Příklad rámce obsahujícího heuristická pravidla

5.5 Scénáře

V [20] jsou scénáře popsány následovně:

Scénář je znalostní struktura, která popisuje stereotypní posloupnosti událostí, jenž probíhají v určité příčinné souvislosti. Podobně jako rámec, tak i scénář sestává ze souboru slotů, které popisují individuální hlediska každé dílčí úlohy. Sloty nesou informace o tom, jaké druhy hodnot mají samy obsahovat a též co udělat, když tyto hodnoty jsou nedostupné. Z tohoto hlediska je přístup obdobný jako u reprezentace znalostí rámci. Ve struktuře scénáře mají jednotlivé sloty svůj specifický význam.

Názorná ukázka scénáře převzatá z [20] je na obrázku 5.7.

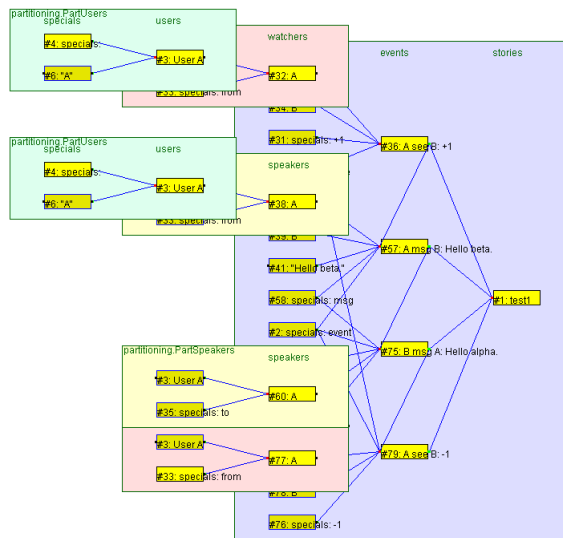
Objekty:	ordinace (OR) zubařské křeslo (ZK) světlo (SL) vrtačka (VR) kleště (K) zub (Z) strach (ST) ústní dutina (ÚD) plomba (PL)	Scéna 1: VSTUP DO ORDINACE P vstupuje do OR S vybízí k usazení do ZK P hledá ZK P usedá do ZK
Role:	pacient (P) lékař (L) sestra (S)	Scéna 2: REVIZE ÚSTNÍ DUTINY L nastavuje ZK L vybízí k přístupu do ÚD P otvírá ÚD L zaměřuje SL L prohlíží ÚD P ukazuje Z
Operace:	ukazuje otvírá vrtá	Scéna 3: OŠETŘENÍ : :
Vstupní podmínky:	P má nemocný Z P nařiká : :	Scéna 4: ODCHOD P vstává ze ZK L instruuje P S objednává P P děkuje L P opouští OR
Výsledky:	P má ošetřený Z nebo P chybí Z P nenařiká	

Obr. 5.7: Ukázka scénáře, kvůli jeho rozsahu je vynechán obsah scény 3

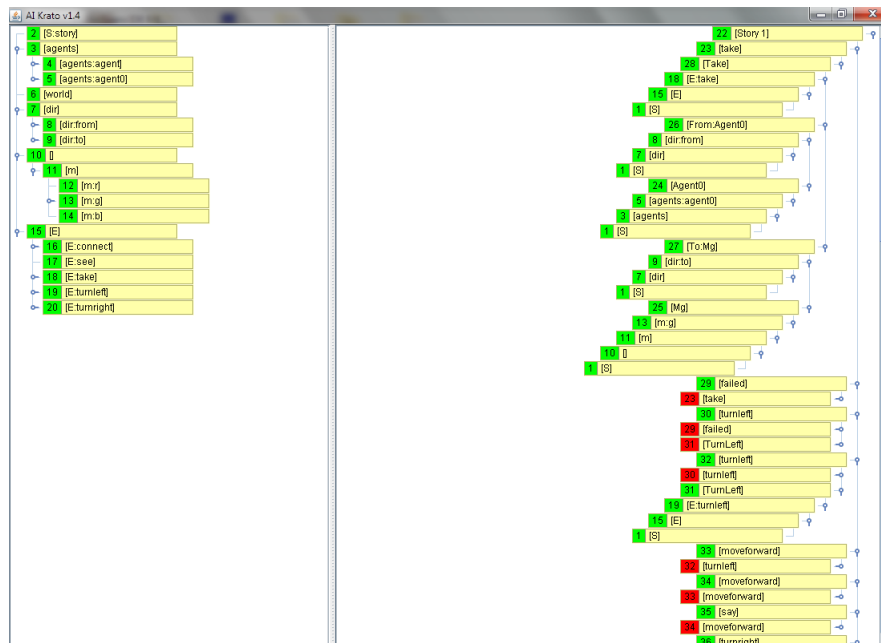
5.6 Použitá datová struktura

Použitou datovou strukturou je sémantická síť, do které jsou znalosti ukládány velmi specifickým způsobem, aby co nejvíce splňovaly pravidlo, že každá znalost je definována jinými znalostmi nebo atomickými uzly, představujícími objekty, události nebo vlastnosti v prostředí. Jedná se zároveň o orientovaný graf, kde orientace hran určuje, který uzel definuje který jiný uzel. Ukázky starší a aktuální verze vizualizace takové sítě jsou na obr. 5.8 a 5.9.

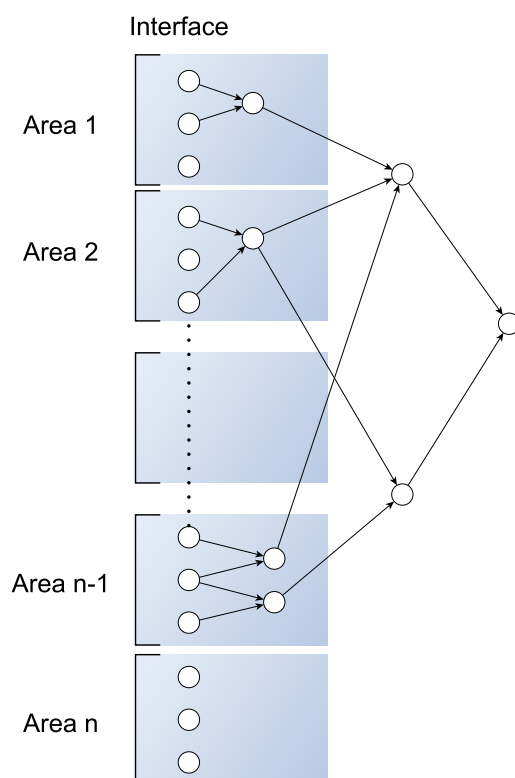
Jelikož v lidském mozku se nachází různé funkce v různých částech mozku, je otázkou, zda by bylo dobré i tento fakt napodobit rozdělením sémantické sítě na podsítě podle oblasti významu uzlů. Autor této práce si myslí, že ano. Proto uzly tvořící rozhraní s prostředím jsou rozděleny do oblastí podle typu interakce v prostředí. Tyto oblasti závisí na prostředí a může to být oblast čísel, směrů, barev atd., viz ukázka naznačených oblastí na obr. 5.10. Toto rozdělení neodpovídá přesně lidskému mozku, protože se jedná o jiné prostředí, než je reálný svět.



Obr. 5.8: Původní verze vizualizace sémantické sítě použité k ukládání znalostí, přehlednější, ale příliš náročná na vizuální prostor



Obr. 5.9: Nová verze vizualizace sémantické sítě použité k ukládání znalostí, méně přehledná, ale méně náročná na zobrazovací prostor a umožňuje obvyklou navigaci ve stromové struktuře



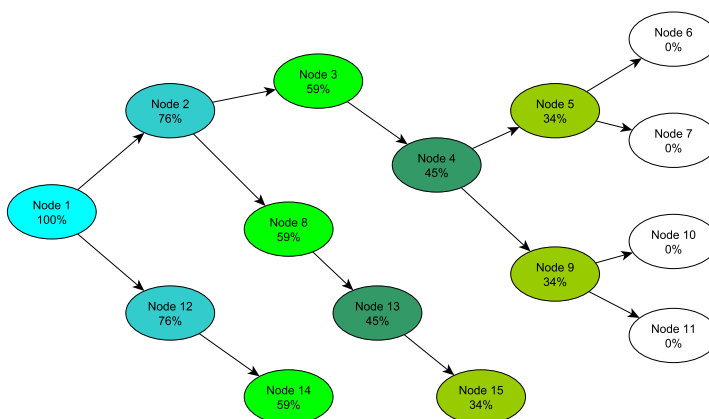
Obr. 5.10: Ukázka znázorňující rozdělení uzlů rozhraní a uzlů nimi definovanými do oblastí

6 VYHLEDÁVÁNÍ ZNALOSTÍ

6.1 Spreading Activation

Existují různé metody vyhledávání znalostí v různých typech datových úložišť. V současné době je mimo jiné populární problematika vyhledávání znalostí na internetu, aneb problém tzv. „sémantického webu“. Tyto populární metody však zde nejsou popsány, protože v navržené metodě jsou informace uloženy v již popsané tzv. „sémantické neuronové síti“, jejíž struktura je značně odlišná. Z metod určených k získání znalostí z tohoto typu sítě byla vybrána metoda s názvem „spreading activation“.

Spreading activation je metoda k prohledávání neuronových sítí, sémantických sítí a asociativních sítí. Nechtě v jedné z těchto sítí mají uzly skalární číslo označující jejich váhu nebo přesněji „míru aktivačního potenciálu“. Pak Spreading activation je metodou určující způsob propagace těchto aktivačních potenciálů mezi uzly spojenými hranami. Ukázka sítě, ve které byl nejprve uzel 1 aktivován na 100% předem dané konstantní hodnoty a ostatní na 0% a pak byla použita metoda Spreading Activation, je na obrázku 6.1.



Obr. 6.1: Příklad aktivace uzlů v orientovaném grafu po použití metody Spreading activation

Popis algoritmu

Nechtě je dán orientovaný graf $G = (N, E)$ definovaný množinou uzlů $N = \{n_1, \dots, n_k\}$ a množinou hran $E = \{e_1, \dots, e_m\}$. Nechtě každý uzel má svoji aktivační

hodnotu a_i , která je bez újmy na obecnosti reálným číslem z intervalu $\langle 0; 1 \rangle$. Necht' každá hrana má váhu $w_{i,j}$, která je bez újmy na obecnosti také reálným číslem z intervalu $\langle 0; 1 \rangle$.

Parametry:

1. předem dána je budící úroveň F , která je také reálným číslem z intervalu $\langle 0; 1 \rangle$;
2. předem dán je útlumový faktor D , který je bez újmy na obecnosti také reálným číslem z intervalu $\langle 0; 1 \rangle$.

Kroky algoritmu:

1. Nejprve jsou všechny aktivační hodnoty a_i nastaveny na hodnotu 0 a všechny uzly n_i označeny jako nevybuzené.
2. Pro jeden nebo více výchozích uzlů je změněna aktivační hodnota na výchozí hodnotu, zpravidla je to hodnota 1.
3. Pro každý nevybuzený uzel n_i v grafu mající svoji aktivační hodnotu $a_i > F$ se provedou právě jednou následující kroky:
 - (a) pro každou hranu $e_{i,j}$ spojující uzel n_i na začátku hrany s uzlem n_j na konci hrany upravíme takto aktivační hodnotu: $a'_j = a_i + (a_i \cdot w_{i,j} \cdot D)$, kde a'_j značí novou aktivační hodnotu.
 - (b) Pokud je $a_j > 1$, pak bude nastaveno $a'_j = 1$. A naopak – pokud je $a_j < 0$, pak bude nastaveno $a'_j = 0$.
4. Pokud platí alespoň jedna z následujících podmínek, potom algoritmus v tomto kroku končí:
 - (a) na konci iterace mají všechny uzly $a_i \leq F$;
 - (b) existuje alespoň jeden uzel, ke kterému byla přenesena aktivační hodnota z více než jednoho výchozího uzlu.
5. Každý uzel n_i se označí jako vybuzený, pokud je označen jako nevybuzený a zároveň na začátku iterace byla jeho $a_i > F$.
6. Přejde se na krok 3.

Pokud byl v kroku 1 počet výchozích uzlů větší než 1, tak některé variace tohoto algoritmu umožňují pro každý uzel n_i rozlišit, ze kterého výchozího uzlu a kterou cestou se do uzlu n_i aktivační hodnota přenesla.

Některé variace výše popsaného algoritmu umožňují opakované buzení uzlů a přenos aktivační hodnoty ve smyčkách, ukončení algoritmu až při stabilních aktivačních hodnotách všech uzlů s tolerancí Δ nebo ukončení při dosažení určitého počtu iterací.

6.2 Texai

Texai je nadějný projekt, jehož cílem je vytvořit program, který je schopen textově komunikovat s uživatelem v přirozeném jazyce. Program funguje na principu metody spreading activation. V rámci tohoto projektu již vznikla rozsáhlá databáze slov.

Bohužel poslední zveřejněné soubory projektu Texai nesly datum z roku 2008, takže je těžké o vývoji tohoto projektu od roku 2008 něco říci, což ještě ztěžuje fakt že v srpnu roku 2010 byly internetové stránky projektu Texai zrušeny. Vedoucí projektu Stephen L. Reed na dotaz ohledně stavu projektu odpověděl, že projekt byl pouze stažen z internetu z důvodu, aby bylo možné jeho práci později patentovat. Lze se tedy domnívat, že vhodné použití metody spreading activation na sémantická data může vést až k patentům.

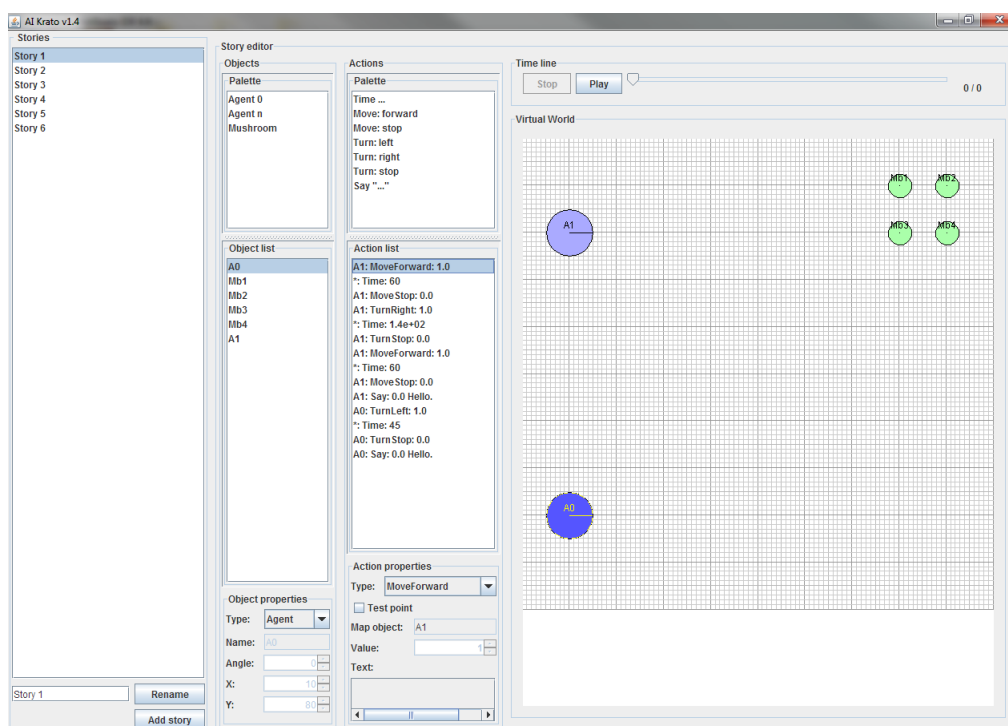
6.3 Navržená metoda

Vyhledávání znalostí bude probíhat metodou založenou na již dříve popsané metodě Spreading Activation. Bude se tedy jednat o šíření akčního potenciálu v síti v iteracích.

7 EDITOR

Na obrázku 7.1 je ukázka editoru *příběhů*. V každém příběhu lze nastavit počáteční podmínky a pak akce u kterých lze nastavit v jaký čas je který agent vygeneroval.

V rámci této práce je každý příběh vztažen k určitému prostředí a je definován chronologicky seřazenou posloupností událostí, které nastaly v daném prostředí a množinou objektů, které se v příběhu vyskytují.



Obr. 7.1: Editor příběhů v jeho aktuální verzi

8 MOŽNÉ APLIKACE V PRAXI

Autor svoji práci zamýšlí vytvořit datový model pro AGI. Ten má být součástí jádra, které lze použít pro různá prostředí. Pro praxi užitečné implementace různých prostředí jsou zamýšleny jako práce navazující na autorovu práci patřící pod základní výzkum. Níže jsou uvedena možná využití v praxi. Pokud to bude časově možné nebo pokud to dokonce bude nutné, pokusí se o implementaci některého prostředí z reálného světa i sám autor.

8.1 Roboti

Dnes již není neobvyklé, že mezi univerzitami hraná soutěžní hra s roboty vypadá tak, že v reálném světě je vyhrazen prázdný prostor, do kterého jsou umístěni počítačem řízení roboti určité univerzity nebo více univerzit. Jejich úkolem je samostatně splnit určitý cíl – např. hrát fotbal, tj. dát robotům druhého týmu co nejvíce gólů do branky a zároveň svoji branku co nejvíce bránit. Variace těchto her mohou být různé.

Nebylo by však zajímavé umožnit robotům zasílat mezi sebou textové zprávy v přirozeném jazyce, či v pokročilejší verzi dokonce nechat roboty akusticky komunikovat v přirozeném jazyce? Dokázali by si pomáhat při plnění úkolů? Motivací by robotům byla šance na úspěšnější splnění cíle, pokud by spolupracovali a výměna informací by jim byla umožněna právě jen textově nebo akusticky. K používání výhradně přirozeného jazyka by je nutil fakt, že jelikož by byl přirozený jazyk použit v trénovacích datech, neznali by roboti jiný způsob jak přenést informaci jinému robotovi, než v přirozeném jazyce.

8.2 Počítačová hra

Jak již systém svojí strukturou napovídá, mohl by být použit v počítačové hře, ve které je také virtuální svět a jedna nebo více umělých virtuálních bytostí ovládaných počítačem. Mělo by být možné připravit množinu trénovacích příběhů, které by tyto bytosti naučily reagovat na podněty alespoň v takové míře, ve které je to u daného stylu hry běžné. Avšak díky použití této metody by bytosti měly být schopné používat své znalosti i v podobných ale shodných situacích s natrénovanými

a také by mohly být schopné se v průběhu hry učit a tyto znalosti v kombinaci s natrénovanými od autorů hry, dále používat.

8.3 Komunikace v přirozeném jazyce

Syntéza lidské řeči počítačem, je již v dnešní době možná. Ale jak je na tom analýza řeči? Počítač může odhadnout kontext z ostatních slov v diskuzi na základě statistických metod. Nebo se může snažit rozpoznat vyřčený text bez chápání kontextu. Dejme tomu, že jsou z mluvené řeči rozpoznána jednotlivá slova ve větě. Dejme tomu, že u každého slova je rozpoznáno více variant které slovo to mohlo být. Každá varianta je ohodnocena pravděpodobností jak dalece je právě ona správná a to čistě jen na základě analýzy zvuku. Jak pak vybírat správné varianty slov? Statistickými metodami? Nebylo by ještě přesnější, kdyby správná slova vybírala AGI, podobně jako člověk, který mluvčího špatně slyší a tak si musí slova téměř domýšlet?

8.4 Diář aneb inteligentní osobní asistent

Z určitého úhlu pohledu je i osobní diář virtuální svět. Platí pro něj reálný čas, obsahuje naplánované akce, které se týkají určitých míst a určitých osob. Nebylo by zajímavé, kdyby s uživatelem diáře přímo komunikovala umělá inteligence (AI), nahlížející do jeho diáře? Něco takového již funguje. Prodává ji firma Apple ve svých produktech pod názvem funkce „Siri“ a je to velmi populární funkce. Nepomáhá uživateli jen při používání diáře, ale je jeho osobním asistentem. Můžeme se také domnívat, že lze naprogramovat mnohem hodnotnějšího umělého pomocníka, pokud k tomu použijeme obecnou umělou inteligenci.

8.5 Robot ve skutečném světě

Proč robota omezovat na určitý vyhrazený téměř prázdný prostor, když již existují roboti, kteří se dokáží vyhýbat překážkám a rozpoznávat určité objekty, třeba i lidské obličej. Tvrdit, že díky této práci bude jednou vytvořen robot, který bude vzhledem a také chováním blízce napodobovat člověka, by bylo velmi odvážné. Avšak jestli takovýto robot jednou vznikne, bude řízen obecnou umělou inteligencí. V této práci je návrh jedné varianty datového modelu, způsobu učení a způsobu aplikace

znalostí obecné umělé inteligence. Až bude jednou takovýto robot vznikat, bude zřejmě jeho umělá inteligence postavena na jednom z těchto modelů. O to více má smysl se touto problematikou zabývat.

9 SCHOPNOSTI

9.1 Návrh podle Goertzela

Návrhem schopností pro AGI se též zabývá [8]. V tabulce 9.1 jsou uvedeny typy inteligence, jejich aspekty a testování podle [6], převzaté z [8]. Tabulka 9.2, převzatá též z tohoto návrhu, ukazuje navržené testy pro typy inteligence z tabulky 9.1. Texty v tabulkách jsou přeloženy z původního anglického do českého jazyka.

Jak je patrné, tak napodobení inteligence a chování člověka v rozsahu schopností uvedených v těchto tabulkách je značně netriviální úkol. Avšak pokud jsou stanoveny podstatně jednodušěji implementovatelné schopnosti a těchto schopností je menší počet, mohl by to být již úkol realizovatelný v rámci této práce. Právě proto jsou navrženy jednodušší výše uvedené schopnosti a tyto tabulky jsou zde uvedené pouze pro srovnání s obdobnou prací. Postup vývoje AGI jak ve výše zmíněné práci, tak i v této práci, zahrnuje následující kroky:

1. návrh schopností, jejichž dosažení bude cílem;
2. návrh testů, kterými bude zjištěno, zda určené schopnosti byly dosaženy.

Tyto kroky jsou zahrnuty i v autorově práci. Některé schopnosti byly v této kapitole popsány, jiné mohou být ještě přidány. Později budou vytvořeny testovací příběhy ověřující ovládání implementovaných schopností. Hlavním cílem je realizovat tyto schopnosti se zachováním principu AGI aneb společného jádra AGI pro různá prostředí.

9.2 Navržené schopnosti

V již popsaném virtuálním prostředí bude simulováno lidské chování natrénováním sémantické neuronové sítě. Níže uvedené schopnosti pro jejich rozsah pravděpodobně nebudou ve finální verzi obsaženy všechny, ale bude jich obsaženo co nejvíce. Tyto schopnosti mají pomoci demonstrovat chování podobné člověku. Též lze najít podstatně komplexnější a rozsáhlejší návrh schopností pro podobný projekt v [8].

Typy Inteligence	Aspekty
Lingvistika	slova a jazyk psaný i mluvený; udržení, interpretace a vyjádření myšlenek a informací jazykem, porozumění vztahu mezi komunikací a významem
Logika – Matematika	logické myšlení, detekce vzorů, vědecké uvažování a dedukce; analýza problémů, provádění matematických výpočtů, porozumění vztahu mezi příčinou a následkem vedoucím k hmatatelným výsledkům
Hudba	hudební schopnosti, povědomí, ocenění a použití zvuku; rozpoznávání tónových a rytmických vzorů, porozumění vztahu mezi zvukem a pocitem
Tělesně – Kinestetické	ovládání tělesných pohybů, manuální zručnost, fyzická hbitost a rovnováha; oko a tělesná koordinace
Prostorově – Vizuelní	vizuální a prostorová percepce; interpretace a vytváření obrázků; výtvarná představivost a vyjadřování; porozumění vztahu mezi obrázkem a významem, a mezi prostorem a efektem
Mezilidské vztahy	percepce citů ostatních lidí; vztahy k ostatním; interpretace chování a komunikace; porozumění vztahu mezi lidmi a jejich situacemi

Tab. 9.1: Typy inteligence, aspekty a testování podle [6], převzaté z [8]

Typy Inteligence	Test
Lingvistika	zápis množiny instrukcí; mluvení na objekt; úprava a psaní díla nebo práce; zápis řeči; komentování události; aplikace pozitivního nebo negativního „spínu“ k příběhu
Logika – Matematika	provádět aritmetické výpočty; vytvořit proces na měření něčeho; analyzovat, jak pracuje stroj; vytvořit proces; navrhnout strategii k dosažení cíle; posoudit hodnotu nabídky
Hudba	zahrát hudební dílo; zazpívat píseň; zkritizovat hudební dílo; učít někoho hrát na hudební nástroj
Tělesně – Kinestetické	žonglování; demonstrace sportovních technik; překlopení pivního tácku; pantomimou něco vyjádřit; nadhazovat palačinky; létat s papírovým drakem
Prostorově – Vizuální	navrhnout kostým; interpretovat kresbu; navrhnout uspořádání místnosti; vytvořit firemní logo; navrhnout budovu; zabalit kufr nebo kufr auto
Mezilidské vztahy	interpretovat nálady z obličejových výrazů; demonstrovat city jazykem těla; cílené působení na city ostatních; učít nebo obhajovat jiného

Tab. 9.2: Úkoly pro hodnocení prototypické inteligence uvedené v tabulce 9.1, převzaté z [8]

Základní doplňování příběhů

1. Naučené příběhy uložené v sémantické síti reprezentují určité zkušenosti, kterých lze využívat v nových příbězích, pokud je od umělé inteligence očekávána reakce. Jedná se o napodobení chování člověka, který se v určité situaci zachová na základě znalosti podobných situací.
2. Navržená AI bude umět najít souvislost mezi aktuálně se odehrávajícím příběhem a nalezeným již naučeným odpovídajícím podobným příběhem.
3. Navržená AI bude umět najít souvislost s aktuálně se odehrávaným příběhem a s více než jedním nalezeným odpovídajícím již naučeným podobným příběhem. Bude tedy schopna využívat znalostí s více příběhů najednou.

Logika

1. Navržená AI bude umět rozlišovat klad a zápor. Např. zda je k nějakému objektu v prostředí dobré nebo naopak špatné se přibližovat apod.

Matematika

1. Navržená AI bude umět rozlišovat počet objektů.
2. Navržená AI bude do jisté míry umět rozlišovat celá čísla a porovnávat je mezi sebou.
3. Navržená AI bude umět průběžně optimalizovat svoji sémantickou neuronovou síť.
4. Navržená AI bude umět propojovat vhodnými vazbami spolu související uzly. To pak při generování akcí pomůže k efektivnějšímu vyhledávání souvisejících příběhů k příběhu, který se právě odehrává.

Sociální cítění

1. Důraz bude kladen též na interakci agentů. Agenti budou umět spolu spolupracovat a také rozlišovat, zda mají určitému agentovi důvěřovat nebo nikoliv, zřejmě na základě dřívějších příběhů ve kterých tento agent figuruje.
2. Agenti budou umět spolupracovat ve skupinách. Spolupráce bude spočívat především ve výměně cenných informací formou textu v jazyce pro lidi přirozeném.

Gramatika (textová komunikace)

1. Agent bude umět rozlišovat různé agenty a objekty dle jejich jmen, resp. názvů.
2. Agent bude umět rozlišovat jednotné a množné číslo.
3. Agent bude umět rozlišovat jazyky a komunikovat s jinými agenty jazykem, který odpovídá textům, jež od nich přijal.
4. Tj. nejen je chápat, ale také je používat při komunikaci (např. "Hello C, B is our friend.").

Fuzzy logika

1. Agent se bude umět rozhodovat i když správné rozhodnutí nebude možné na základě logiky určit.
2. Agent bude do jisté míry schopen pochopit i zkomolenou textovou zprávu překlapy.
3. Bylo by dobré implementovat hodnocení důvěry u ostatních agentů a to tak, aby se mohla postupem času měnit. Nebo aby byla rozlišována na základě kontextu, např. „Agent AAA lže ohledně rozmístění potravy, ale jinak má pravdu.“

Předávání informací

Předávání informací bude probíhat způsoby:

1. přenesení informace bez vyzvání,
2. položení a zodpovězení otázky,
3. vyprávěním příběhů.

10 ZÁVĚR

V této práci byl popsán současný stav a návrh metody k tématu „Experimentální model systému zpracování jazyka a řeči v mozku.“ Také bylo stanoveno následující tvrzení: Aby umělá inteligence dokázala určitou elementární znalost správně použít při textové komunikaci, musí být tato znalost definována jinými znalostmi nebo atomickými předdefinovanými znalostmi. Tato práce si dává za cíl otestovat novou experimentální cestu k vytvoření jádra obecné umělé inteligence napodobující svojí univerzalitou lidský mozek.

10.1 Souhrn

Autor tohoto dokumentu v něm popisuje svoji práci patřící do oblasti obecné umělé inteligence, anglicky „Artificial General Intelligence“ (AGI). Tato oblast je zde definována. Je zde i uvedena motivace, proč se touto oblastí zabývat. Stručně řečeno se jedná o umělou inteligenci, která nemá předprogramovaná pravidla jako např. šachový program, zpracovává a ukládá znalosti v univerzálním formátu nezávislém na prostředí, ze kterého přijímá znalosti a jádro této umělé inteligence zůstává pro různá prostředí naprogramované stejně. Podobně jako lidský mozek, který se dokáže naučit mnoho dovedností v mnoha oblastech, aniž by je měl nějakým způsobem vrozené. Například jsme schopni se naučit hrát šachy, hrát na klavír, programovat, hrát počítačové hry nebo jet na kole i když jsme v době svého narození nevěděli nic o šachovnici, klavíru, počítači nebo kole. Autor tohoto dokumentu se snaží o vytvoření stejně obecně fungující umělé inteligence běžící na běžném počítači, kvůli které navrhuje celý simulační program, který kromě jádra AGI obsahuje prostředí, metodu pro ukládání a metodu pro aplikaci znalostí.

Tento dokument v jednotlivých kapitolách vysvětluje:

1. téma autorovy práce a proč je toto téma řešitelné právě v oblasti AGI;
2. co to je AGI a proč je AGI v současné době tak důležité;
3. které znalostní systémy s AGI souvisí;
4. komponenty, aktuální stav, možné aplikace v praxi a plánované schopnosti navrženého simulačního programu;
5. tento souhrn v závěru a navržené cíle doktorské práce.

10.2 Cíle doktorské práce

Pro prokázání návrhu a implementace AGI je zde navrženo splnění minimálně následujících cílů:

1. aplikace nebo rozšíření sémantické neuronové sítě nebo podobné datové struktury v oblasti AGI, bude vyvinuta nová metoda pro ukládání znalostí;
2. aplikace nebo rozšíření metody spreading activation v oblasti AGI, bude vyvinuta nová metoda pro získávání znalostí uložených navrženou metodou pro ukládání znalostí;
3. vývoj jednoho nebo více virtuálních prostředí, ve kterých budou navržené metody testovány, mohou to být např. bludiště, šachovnice, inteligentní diář, 2D prostředí s minami, 3D prostor s letadly nebo vrtulníky,

LITERATURA

- [1] Amosov, N.; Basilevs, E.; Kasatkin, A. e. a.: M-Network as Possible Basis for Construction of Heuristic Models. *Cybernetica*, ročník 15, 1972: s. 169–186.
- [2] Batliner, A.; Möbius, B.; Möhler, G.; aj.: Prosodic models, automatic speech understanding, and speech synthesis: towards the common ground. In *EUROSPEECH*, Springer, 2001, s. 2285–2288.
- [3] Deutsch, T.; Kohlhauser, S.; Perner, A.; aj.: Use-Cases For Performance Evaluation of Human-Mind Inspired Control Units. In *IEEE AFRICON 2011*, IEEE, 345 E 47TH ST, NEW YORK, NY 10017 USA: IEEE, 2011, ISBN 978-1-61284-993-5, s. 1–6, IEEE Africon Conference, Livingstone, ZAMBIA, SEP 13-15, 2011.
- [4] Drachman, D. A.: Do we have brain to spare? *Neurology*, ročník 64, č. 12, 2005, doi:10.1212/01.WNL.0000166914.38327.BB.
- [5] Dudar, Z.; Shuklin, D.: Implementation of neurons for semantic neural nets that's understanding texts in natural language. *Radio-electronika i informatika KhTURE*, ročník 4, 2000: s. 89–96.
- [6] Gardner, H.: *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York: Basic Books, 1983.
- [7] Generic AI Ltd, .: Generic AI. [online]. [cit. 5. září 2013]. Dostupné z: <http://www.generic-ai.co.uk/>
- [8] Goertzel, B.; Bugaj, S. V.: AGI Preschool: A framework for evaluating early-stage human-like AGIs. In *Proceedings of the Second Conference on Artificial General Intelligence*, 2009, s. 31–36.
- [9] Goertzel, B.; de Garis, H.; Pennachin, C.; aj.: OpenCogBot: Achieving Generally Intelligent Virtual Agent Control and Humanoid Robotics via Cognitive Synergy. In *Proceedings of ICAI*, ročník 10, Beijing, 2010, s. 1–12.
- [10] Goertzel, B.; Pennachin, C.; Geissweiller, N.; aj.: An Integrative Methodology for Teaching Embodied Non-Linguistic Agents, Applied to Virtual Animals in Second Life. In *Proceedings of the 2008 conference on Artificial General Intelligence 2008: Proceedings of the First AGI Conference*, Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands: IOS Press, 2008, ISBN 978-1-58603-833-5, s. 161–175. [online]. [cit. 5. září 2013]. Dostupné z: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1566174.1566190>

- [11] Grimm, M.; Kroschel, K. (editoři): *Robust Speech Recognition and Understanding*. I-Tech Education and Publishing, 2007, 460 s., doi:10.5772/46211. [online]. [cit. 5. září 2013]. Dostupné z: <http://goo.gl/iMm0F>
- [12] Grossman, L.: 2045: The Year Man Becomes Immortal. *Time Magazine*, February 2011.
- [13] Harding, J.: Interview With Futurist Ray Kurzweil. *The Daily Capitalist*, March 2012. [online]. [cit. 5. září 2013]. Dostupné z: <http://dailycapitalist.com/2012/03/06/interview-with-futurist-ray>
- [14] Hart, D.; Goertzel, B.: OpenCog: A Software Framework for Integrative Artificial General Intelligence. In *ARTIFICIAL GENERAL INTELLIGENCE 2008, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, ročník 171, editace Wang, P and Goertzel, B and Franklin, S, NIEUWE HEMWEG 6B, 1013 BG AMSTERDAM, NETHERLANDS: I O S PRESS, 2008, ISBN 978-1-58603-833-5, ISSN 0922-6389, s. 468–472, 1st Conference on Artificial General Intelligence, Memphis, TN, MAR 01-03, 2008.
- [15] Kurzweil, R.: *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*. Penguin (Non-Classics), 2006, ISBN 0143037889.
- [16] Moravec, H.: When will computer hardware match the human brain? *Journal of Evolution and Technology*, ročník 1, 1998. [online]. [cit. 5. září 2013]. Dostupné z: <http://www.transhumanist.com/volume1/moravec.htm>
- [17] Neumann, J.: *Theory of self-reproducing automata*. University of Illinois press, Urbana and London, 1966, edited and completed by Arthur W. Burks.
- [18] Newell, A.; Simon, H.: Computer Science As Empirical Inquiry - Symbols And Search. *Communications Of The ACM*, ročník 19, č. 3, 1976: s. 113–126, ISSN 0001-0782, doi:{10.1145/360018.360022}.
- [19] Novamente LLC, .: Novamente. [online]. [cit. 5. září 2013]. Dostupné z: <http://wp.novamente.net/>
- [20] Psutka, J.; Kepka, J.: *Umělá inteligence: Reprezentace znalostí*. ZČU - ediční středisko, Západočeská Univerzita v Plzni, 1994.
- [21] Russell, S.; Norvig, P.: *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall Series in Artificial Intelligence, Prentice Hall, 2003, ISBN 9780137903955.

- [22] Schank, C.; Tesler, L.: *A conceptual dependency parser for natural language*. Association for Computational Linguistics Morristown, NJ, USA, 1969.
- [23] Shuklin, D.: The Structure of a Semantic Neural Network Extracting the Meaning From a Text. *Cybernetics and Systems Analysis*, ročník 37, č. 2, 2001: s. 182–186.
- [24] Shuklin, D.: Realization of a Binary Clocked Linear Tree and Its Use for Processing Texts in Natural Languages. *Cybernetics and Systems Analysis*, ročník 38, 2002: s. 503–508, springer New York, ISSN: 1060-0396.
- [25] Shuklin, D.: The further development of semantic neural network models. In *Artificial Intelligence*, 3, Donetsk, "Nauka i obrazovanie", Institute of Artificial Intelligence, Ukraine, 2004, s. 598–606.
- [26] Waser, M. R.: What Is Artificial General Intelligence? Clarifying The Goal For Engineering And Evaluation. In *ARTIFICIAL GENERAL INTELLIGENCE PROCEEDINGS, Advances in Intelligent Systems Research*, ročník 8, editace Goertzel, B and Hitzler, P and Hutter, M, Artificial Gen Intelligence Res Inst; Assoc Adv Artificial Intelligence; Univ Memphis; Enhanced Educ; KurzweilAI Net; Joi Labs; Univ Tennessee, Mach Intelligence Lab; Novamente LLC, 29 AVENUE LAVMIERE, PARIS, 75019, FRANCE: ATLANTIS PRESS, 2009, ISBN 978-90-78677-24-6, ISSN 1951-6851, s. 186–191, 2nd Conference on Artificial General Intelligence, Arlington, VA, MAR 06-09, 2009.