



Open Mind Common Sense

Michal Cukr



PB016 ÚVOD DO UMĚLÉ INTELIGENCE

FAKULTA INFORMATIKY, MASARYKOVA UNIVERZITA

Prosinec 2012

Obsah

Úvod do problematiky zpracování „zdravého rozumu“ [1].....	3
Projekt Open Mind Common Sense [3].....	3
ConceptNet a nástroje strojového učení [3][4]	4
Vývoj a řešení návrhu OMCS	5
OMCS [5]	5
Předchůdce Open Mind.....	6
Jazykové mutace OMCS a jejich velikost [6].....	6
Řešení problému „zdravého rozumu“	7
Common sense – problém ohromné rozmanitosti a rozsahu [7].....	8
Rozmanitost.....	8
Rozsah [1]	8
Další obtíže	9
Kde se OMCS využívá?	9
Závěr	12

Úvod do problematiky zpracování „zdravého rozumu“ [1]

Navzdory tomu, že výzkum v oblasti umělé inteligence probíhá už řadu let, již přes půl století, [2] nepodařilo se dosud ani přiblížit tomu, aby počítač uvažoval alespoň jako průměrný člověk.

Jistěže počítače jsou schopné mnoha významných i důležitých věcí, z nichž některé využíváme každý den. Ať už se jedná o řešení komplikovaných logických problémů a jejich koordinace nebo o asistenci inženýrům při konstruování složitých strojů, taktéž některé z nich jsou neporazitelnými světovými šachovými mistry.

Ale umět popsat jednoduchý obrázek, odpovídat na základní otázky týkající se vyprávěného dětského příběhu a další podobně lidsky triviální úkoly, které zvládá i několikaleté dítě, jsou pro stroje nepředstavitelným problémem. I když se objevují náznaky úspěchů.

Zdá se, že problém netkví ani tak v nápadech a přístupu jak napsat program, který by tyto problémy řešil, jako v nedostatečné znalosti lidí – nás samotných.

Existují programy, které mohou z příznaků diagnostikovat nemoci, analyzovat a opravit problémy v kosmické lodi, naplánovat nejlepší cestu autem či přepsat řeč do textu. Každá z těchto technologií je tvořená odlišným přístupem a metodou, tak aby mohla co nejlépe plnit daný úkol.

Ten skutečný problém spočívá právě ve „zdravém rozumu“. Počítače neví, jak vypadá typické lidské chování nebo čeho všeho jsme schopní. Ony neznají vzorce lidského chování, místa kde trávíme svůj čas a typy našich vzájemných vztahů. Nic nechápou o našich nadějích, obavách, o pojmech jako je láska, nenávisť. Nezažívají pocity, neprožívají emoce a všechno to, co podmiňuje naše chování.



Marvin Minsky (1927)

Jedna z největších současných autorit v oblasti umělé inteligence. V roce 1969 obdržel jako první Turingovu cenu právě za umělou inteligenci. Autor mnoha knih mimo jiné *Perceptrons*, která se zabývá analýzou neuronových sítí, či *The Society of Mind*, kde se zabývá problémem, proč je tak těžké předat počítači „zdravý rozum“.

Marvin Minsky. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001– [cit. 2012-12-03]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Marvin_Minsky

Projekt Open Mind Common Sense [3]

Projekt do češtiny přeložitelný přibližně jako *Objektivní zdravý rozum*, zkráceně v anglickém originálu OMCS, je projektem umělé inteligence vyvíjeným od září 1999 na Massachusettském technologickém institutu v laboratoři umělé inteligence (Media Lab) v americkém městě Cambridge. Mezi hlavní autory patří Push Singh, Catherine Havasi a Marvin Minsky.

Hlavním cílem je předat počítači základní znalosti o tomto světě (tzv. common sense [CS] v češtině „selský/zdravý rozum“). Tyto znalosti nabývá z databáze tvrzení, kterou vytváří přes web *open-mind.media.mit.edu* tisíce dobrovolníků. Každý kdo se (zadarmo) zaregistruje, může začít přidávat informace o našem světě.

Většina softwaru OMCS stojí na třech vzájemně propojených pilířích: korpusu přirozeného jazyka, sémantické síti **ConceptNet** tvořené z tohoto korpusu a maticově založené reprezentaci ConceptNetu – **AnalogySpace** –, která dokáže vyvozovat nové znalosti, použitím redukce rozměrnosti.

ConceptNet a nástroje strojového učení [3][4]

Mnohojazyčná (přes 70 jazyků včetně češtiny) sémantická síť ConceptNet je založena na informacích/tvrzeních z OMCS. Představit si ji můžeme jako hypergraf, jehož tvrzení mohou být zobrazeny jako hrany uzlů, které jsou koncepty (slova a fráze) přes predikáty – uzly.

Např.

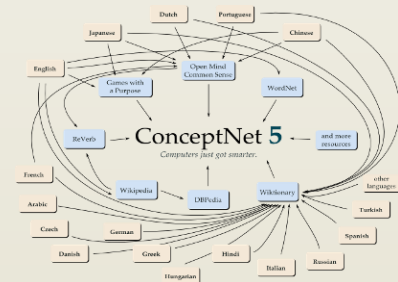
car – <i>IsA</i> → vehicle	saxophone – <i>UsedFor</i> → jazz
<i>car is a type of vehicle</i>	<i>saxophone is used for jazz</i>

Každá hrana se sestává z mnoha položek: ID (unikátní hash pro každou hranu), URI (vyjádření tvrzení), rel (URI predikátu), start (první argument tvrzení), end (druhý argument tvrzení), weight (hodnota hrana – standardně 1, avšak může nabývat vyšších i záporných hodnot), ...

Věta: *car is a type of vehicle* (nadřazená relace, kdy něco [arg1] je něčím [arg2])

car = první argument vehicle = druhý argument
 IsA (is a type of) = predikát (ten spojuje oba argumenty)

Informace v ConceptNetu mohou být použity jako základ pro algoritmy strojového učení. Reprezentace nazvaná AnalogySpace používá singulární rozklad ke generování a reprezentaci vzorců ve znalostech ConceptNetu způsobem, který může být použit v aplikacích umělé inteligence. Pro výkon strojového učení v Pythonu se používá nástroj **Divisi**.



ConceptNet 5

Sémantická síť obsahující velké množství faktů, které by počítač měl vědět o světě, zejména při porozumění psanému textu. Je budován z uzlů tvořených koncepty ve formě slov nebo krátkých frází přirozeného jazyka označenými vzájemnými vztahy. Tohoto počítač může využít při vyhledávání lepších informací. Znalosti jsou získávány z mnoha zdrojů: Wikipedie (přes nástroje DBpedia a ReVerb), z anglického Wiki slovníku obsahujícího synonyma a antonyma, z WordNetu a projektu Verbosity. ConceptNet 5 je pod nekomerční licencí Creative Commons. Vývoj vede Rob Speer.

ConceptNet 5. *ConceptNet 5* [online]. 2012 [cit. 2012-12-06]. Dostupné z: <http://conceptnet5.media.mit.edu/>



Everything2

Webový projekt, který sdružuje komunitu čtenářů a pisatelů, kteří chtějí o čemkoli psát nebo sdílet svoji zpětnou vazbu s ostatními. E2 je pokračující verzí Everything1, který byl spuštěn v březnu 1998. Během jeho existence se na něm nashromáždilo téměř půl milionů příspěvků různého charakteru. Projekty běží na open source Everything Engine založeném na Perlu.

Everything2. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-12-04]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Everything2>

AnalogySpace tedy potvrzuje nebo zpochybňuje existující znalosti. Ohodnocením jakéhokoli tvrzení rozhodne o tom, zda je tvrzení správné, je podporováno dalšími tvrzeními, anebo je sporné a je nutné jej nechat zkontrolovat člověkem. Toho se využívá k identifikaci špatných tvrzení jako „Kniha chutná dobře.“ (syntakticky správně vystavěná věta, avšak sémanticky nesmyslná).

Vývoj a řešení návrhu OMCS

“Every ordinary person has the common sense we want to give our machines.”

Už v počátcích vývoje projektu se počítalo, že hlavní rozšiřovací silou databáze faktů bude tzv. human computing (lidská výpočetní síla). Proto bylo OMCS na podzim roku 2000 (rok po svém vzniku) umístěno na internet, aby se na jeho tvorbě mohl podílet jakýkoli zájemce.

Původní verze Open Mind CS byla ovlivněna webovým projektem Everything2 a zároveň představovala jakési minimalistické rozhraní inspirované Googlem.

V prvotní verzi přispívali především do databáze odborníci zkušeni uživatelé. Vložení samotného tvrzení končila participace uživatele na průběhu vytváření CS. Všechny další kontroly – pravdivost, důležitost a obecnost – prováděli autoři projektu. I díky malému počtu zapojených lidí do projektu nebyl problém, v případě nutnosti manuálně vyřadit uživatele, kteří záměrně vkládali problémové výroky.

OMCS [5]

Kvůli úspěšné první verzi bylo vytvořeno OMCS 2, které již počítalo a bylo připraveno na zapojení široké veřejnosti. Zohlednila se i zpětná vazba uživatelů předcházející verze. Ta se týkala především organizace databáze a jejího jednoduššího procházení.

Problém „poctivosti“ uživatelů, na kterém se zakládá každý projekt tvořený metodou crowd-sourcing (zapojení veřejnosti do projektu), kdy by manuální kontrola jednotlivých tvrzení byla již časově velmi náročná, se vyřešil možností hodnotit jednotlivá tvrzení.

Uživatelé mohou ohodnotit kladně či záporně tvrzení. Vytváří se statistika pravděpodobnosti výskytu daných slov v daném spojení, a když systém vytvoří své tvrzení, u kterého se při

porovnání se statistikou nalezne velmi malá pravděpodobnosti výskytu, systém přešlo takové tvrzení k další revizi.

Další snad ještě významnější změnou bylo, že dříve mohli přispěvatelé vkládat volně strukturované věty, což se ukázalo jako problém. Obzvláště při syntaktické analýze, kdy všechna tvrzení nebyla syntakticky korektní. Současná verze oproti dřívější povoluje vkládání tvrzení pouze přes předpřipravené strukturované formy, kterých je celkově 20.

Předchůdce Open Mind

Ani v době svého vzniku před více než deseti lety, nebyl OMCS jediným projektem snažícím se zpracovat „zdravý rozum“. Touto problematikou se již dlouhodobě, avšak komerčně, zabýval projekt Cyc vyvíjený už od osmdesátých let americkou firmou Microelectronics and Computer Consortium.

Nicméně kromě komerčnosti se Open Mind od Cyc diferencuje v zaměření na veřejnost. Její databázi může tvořit kdokoli na rozdíl od Cycorp, kde se vývojem databáze zabývá pouze specializovaný tým lidí.

Dalším výrazným rozdílem je použití běžného jazyka. Cyc kvůli snadnějšímu počítačovému zpracování pracuje s vědomostmi v CycL, v precizním a složitém jazyce, ve kterém je možné uvádět fakta jasně a jednoznačně. Naopak v OMCS bylo rozhodnuto, že učení nového jazyka CycL by pro internetové uživatele bylo obtížné, a tak by ztratili motivaci podílet se na projektu. Používání běžného jazyka sice vyžaduje jednodušší verzi jazyka, ale je to jediný způsob jak připustit k budování projektu širokou veřejnost.

Nyní vývoj vede Catherine Havasi (oddělení Digital Intuition = digitální intuice), společně se na něm dále podílí Rob Speer, Marvin Minsky a další.

Jazykové mutace OMCS a jejich velikost [6]

Od vzniku projektu bylo od více než 15 000 lidí nashromážděno přes milion anglických tvrzení. Asi třetinový počet výroků má čínština, třetím a posledním jazykem přesahující hranici 100 000 je portugalština. Ostatní jazykové verze mají povětšinou pouze několik tisíc či jen stovek tvrzení.



Cyc projekt

Projekt umělé inteligence shromažďující common sense za účelem vytvoření počítače jednajícího jako člověk. Projekt byl spuštěn již v roce 1984 a je vyvíjen Microelectronics and Computer Consortium (MCC), jednou z největších společností počítačového průmyslu v USA. Poslední verze obsahuje téměř 5 milionů tvrzení, a je tak největší světovou kompletní databází všeobecného vědění. Jedná se o komerční projekt, jehož část OpenCyc obsahující přes 2 miliony faktů je volně šiřitelná (nyní ve verzi 4).

Zejména dříve byl velmi kritizován, dokonce jako jedna z nejkontroverznějších snah v historii umělé inteligence. Cyc používá Google, IBM, ... Zároveň se Cyc využívá v analyzování: lékařských výzkumů, finančnictví či protiteroristického boje.

Cyc. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001– [cit. 2012-12-03]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Cyc>

ResearchCyc [online]. [cit. 2012-12-05]. Dostupné z: <http://researchcyc.cyc.com/>

Celkově má nyní OMCS 10 jazykových mutací – převážně velké světové jazyky – mezi nimi, se svými cca 14 miliony mluvčími, se vyjímá maďarština. Naopak zcela chybí německá, ruská či arabská verze. Snahou je rozšířit projekt do co nejvíce jazyků, aby byl obecně aplikovatelný, a ne jen úzce spojený s několika jazyky.

Řešení problému „zdravého rozumu“

Oproti problémům umělé inteligence s jasným cílem (transkripce řeči, hraní anglické dámy, ...), které využívají pouze jednu nebo nanejvýš několik typů metod a zpracování, je „zdravý rozum“ úlohou komplexní. Její zvládnutí vyžaduje obrovské množství dovedností.

Jinak řečeno předávání „zdravého rozumu“ počítači je zcela odlišným úkolem od tradičních výzkumů v umělé inteligenci. Místo práce se znalostmi z pouhé jediné oblasti (návrh elektrických obvodů, hraní šachů) musíme dát počítači široké spektrum informací z velmi navzájem odlišných oblastí: fyzické vědomosti o tom jak se předměty chovají, sociální vědomosti o tom jak lidé reagují, sensorické znalosti o tom jak věci vypadají a chutnají, psychické vědomosti o tom jak lidé přemýšlejí atd.

Nad tento úkol každé takové tvrzení vyžaduje vlastní specializovanou metodu zpracování. Určitě by měl být odlišný přístup k tvrzení: *Rifle jsou často modrého odstínu. X Když fouká, tráva se ohýbá.* Tedy při řešení problému „zdravého rozumu“ nedominuje vytváření jednotlivých metod zpracovávající konkrétní problémy, ale řeší se problém vytvoření systému pojímajícího mnoho typů znalostí a mnoho způsobů pohledů na ně a jejich zpracování. Tímto vystávají tak dva zásadní problémy:

1. Jak předat strojovému „zdravému rozumu“ miliony jednotlivin běžného lidského vědění získaného během našeho dětství? Pro nás je zřejmé že:

Každá osoba je mladší než matka této osoby.

Řezník pravděpodobně není vegetariánem.

Lidé nemají rádi opakované vyrušování.

Když držíš nůž za čepel, může se o něj pořezat.

Takových faktů, znalostí a zákonitostí o tomto světě, známe miliony a je pravděpodobné, že v mozku jsou reprezentovány několika různými způsoby.

2. Mít dostatečnou kapacitu pro vyvozování ze „zdravého rozumu“. Umět „tento“ rozum využít k řešení různých dennodenních problémů, malých i velkých. Mít databázi milionů faktů není postačující, i když nutnou podmínkou ano. Musí se využít roz-

manité techniky zpracování, plánování, vysvětlování, předpovídání. Několik příkladů, nad kterými v těchto souvislostech přemýšlíme:

Když máš problém, vzpomeneš si na dřívější situaci, kdy jsi řešil něco podobného.

Když vneseš žalobu, předvídáš, co se bude dít dál.

Když se ti něco nepodaří, zamyslíš se nad tím, jak bys to mohl udělat jinak.

Tyto a další výpovědi jsou typem znalostí ne o vnější struktuře světa, ale o jeho vnitřních souvislostech. Toto je jakási schopnost o způsobech používání dalších druhů vědomostí a metod organizace, získávání a používání takových vědomostí.

Common sense – problém ohromné rozmanitosti a rozsahu [7]

Rozmanitost

Jak bylo v předchozí kapitole nastíněno, k uchopení zdravého rozumu nepotřebujeme pouze mnoho typů reprezentací, ale potřebujeme i mnoho typů znalostí. Aby počítač mohl zvládat širokou škálu problémů, které lidé řeší, potřebuje vědomosti velmi rozličného charakteru: prostorové, fyzické, sociální, hmatové, emocionální, tělesné, ekonomické atd. Pro příklad se můžeme podívat na větu:

Honza byl se Zuzkou v kině na filmu.

(prostorové) Honza seděl blízko Zuzky, když se dívali na film.

(ekonomické) Honza se Zuzkou museli utratit nějaké peníze za lístky.

(sociální) Honza a Zuzka se navzájem znají, pravděpodobně jsou kamarádi.

(hmatové) Honza a jeho sedadlo byly v kontaktu, když se díval na film.

(tělesné) Tělo Zuzany bylo během filmu v sedavé poloze.

Rozsah [1]

Různé výzkumy dospěly převážně k podobnému číslu udávajícímu objem našeho „zdravého rozumu“. Jedná se o stovky miliónů tvrzení. I z tohoto důvodu se přistoupilo k využití crowd-sourcingu.

Někteří sice namítají, že na vytvoření „lidského“ systému majícího vlastní rozum, ideou je „robotí dítě“, není potřeba, aby počítač všem tvrzením porozuměl a uměl s nimi pracovat, ☺ to se v průběhu shromažďování a procesu učení naučí sám.

Avšak autoři projektu OMCS zastávají spíše názor průkopníka umělé inteligence Johna McCarthyho: *In order for a program to be capable of learning something, it must first be capable of being told it* (do češtiny přeložitelné jako: *Aby byl počítač schopen se něco naučit, musí být schopen nejdříve o tom mluvit.*) Tedy pokud chceme vytvářet „zdravý rozum“, počítač by se měl naučit přemýšlet tak jako my.

Další obtíže

Mezi další problémy, které je nutné počítat při porozumění „zdravému rozumu“, ale jejichž uspokojivé řešení zatím není na obzoru, patří: kontext (ten se zásadně začal řešit v posledních letech), výjimky, spojování příběhů, vypracování tolerance a další.

Kde se OMCS využívá?

MAKEBELIEVE [8]

Interaktivní nástroj na generování příběhů využívající databáze „zdravého rozumu“ OMCS a Cyc. Po vložení úvodní věty MAKEBELIEVE vygeneruje 5–20 dalších vět tvořící jako celek krátký příběh. Tvoření má pět fází:

1. Vložení úvodní věty.
2. Analyzování věty do slovesně-předmětové struktury, zařazení inicializujících událostí do „příčinného bloku“.
3. Zařazení výsledných událostí do „výsledného bloku“, generace celého řetězce událostí.
4. Po každém kroku inference, jsou části příběhu modifikovány analogickými nebo syntaktickými částmi z lexikálního sémantického zdroje. To zajišťuje logiku příběhu.
5. V případě, kdy je odvozovací řetězec kompletně spojený, může uživatel navázat vložním další věty do příběhu.

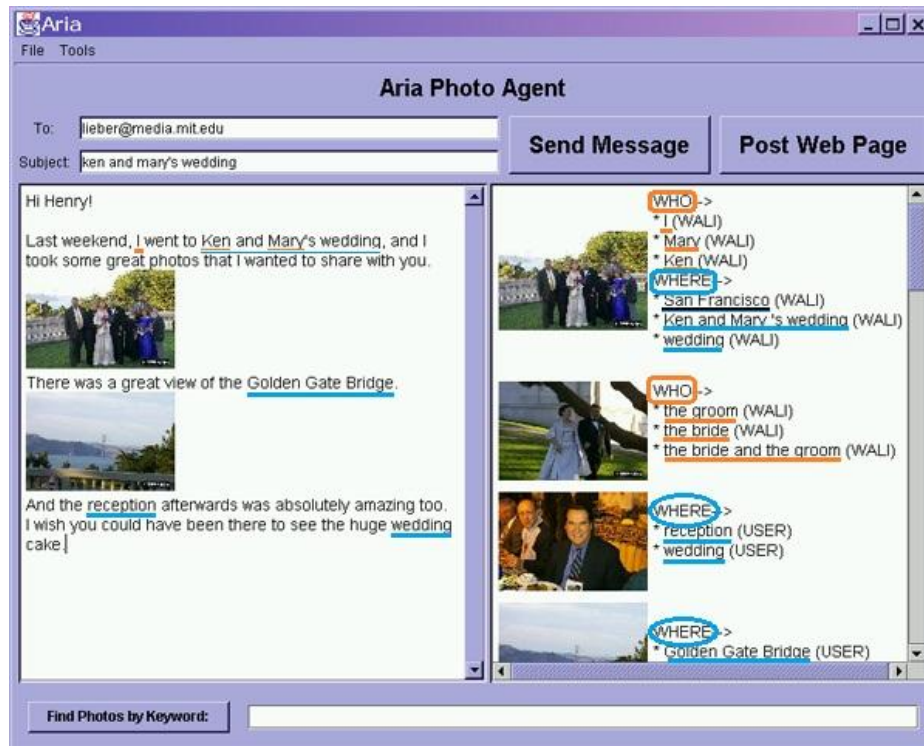
Příběh se skládá z velmi jednoduchých vět, které převážně vychází z věty zdrojové.

Příklad: *John became very lazy at work. John lost his job. John decided to get drunk. He started to commit crimes. John went to prison. He experienced bruises. John cried. He looked at himself differently.* (Přibližný překlad do češtiny: *Jan se stal velmi líným v práci. Jan ztratil svoji práci. Rozhodl se začít pít. Začal páchat zločiny. Dostal se do vězení. Zažil utrpení. Křičel. Podíval se na sebe odlišně.*)

ARIA (Annotation and Retrieval Integration Agent) [9]

Nástroj, který dokáže vyhledat k danému textu fotku. V praxi při psaní mailů či webových stránek vám nabízí nejvhodnější obrázky, které by se mohly k textu hodit. Aby bylo možné pracovat s fotkami, musí k nim být přidány základní informace: kdo/co/kde/kdy – implicitně

získáno z časové informace pořízení fotky. Podle těchto klíčových informací pak systém nabízí k napsanému textu nejvhodnější fotografii.



(Barevně podtržené jsou klíčové informace patřící k sobě.)

Těžiště tohoto projektu vychází z tří bodů: zlepšování schopností automatické anotace skrz sémantické (povědomí o světě) porozumění textu, tvoření fotek získáváním více robustnější databáze „zdravého rozumu“ OMCS, vytvořit sémantické souvislosti mezi vytvářeným textem a anotacemi (např.: spojení „nevěsta“ a „svatba“).

GOOSE (goal-oriented search engine) [10]

Nástroj pro inteligentní vyhledávání, který obsahuje databázi tvrzení „zdravého rozumu“, díky které dokáže lépe porozumět dotazu v přirozeném jazyce. Tvrzeními jsou např.: „Když je tvůj domácí mazlíček nemocný, vezmi jej k veterináři.“

Ve skutečnosti však obsahuje dvě úrovně CS. První jsou právě tvrzení z OMCS a druhou jsou informace o internetu: např.: „Novinky.cz jsou zpravodajský portál.“

Při požadavku: „Chci online najít lidi, kteří mají rádi filmy.“ si nástroj uvědomuje následující:

Filmy jsou typem zálib, které člověk může mít. (znalost z OMCS)

Lidé mohou psát o svých zálibách na svých stránkách. (znalost z OMCS/o internetu)

Osobní stránky mohou začínat „my homepage (moje stránka)“. (znalost o internetu)

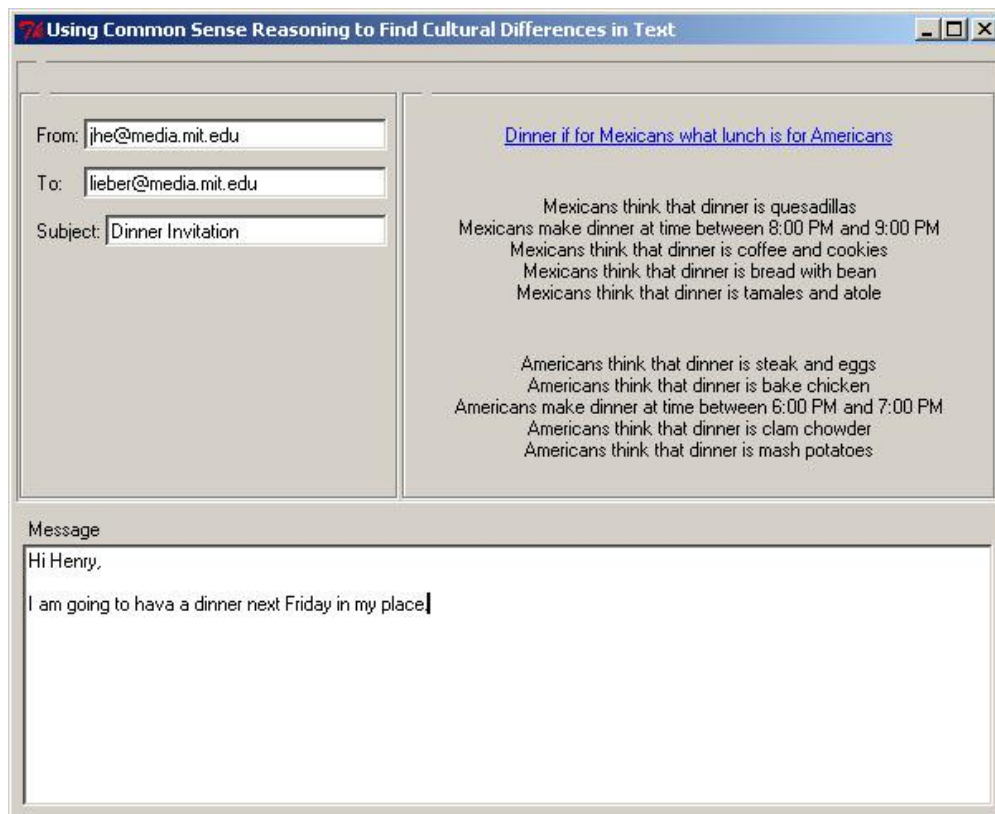
Klíčová slova vyhledávání budou *my homepage + záliby + filmy*.

Dnešní „inteligentní vyhledávače“ jako WolframAlpha, Duck Duck Go, YossarianLives! (vyhledávání metafor) či Google Knowledge Graph, jsou vyvíjené teprve několik let. Sám světový gigant vyvíjí Knowledge Graph teprve od roku 2010, [11] a to přestože ten, komu se podaří vytvořit opravdu vyhledávač, který plně porozumí zadání vyhledávání a nalezne velmi přesně odpovídající odpovědi, získá obrovský vliv a význam ve světě internetu.

Nalezení kulturních rozdílů v textu [12]

To, co nám připadá jako přirozené, se v jednotlivých kulturách liší, a kvůli tomu často dochází k různým nedorozuměním, vytvořil se nástroj, který by tyto rozdíly měl odhalit.

Po detekování míst, kde mohou vyvstávat kulturní rozdíly, vypíše informace o nich. Kromě samotné databáze OMCS využívá i dvou (prozatím) menších databází, které obsahují právě informace o kultuře daných zemí – USA (OMCSNet.US) a Mexika (OMCSNet.MX).



Systém komunikující s pacientem (I'm listening) [13]

„Lékařský“ program využívající „zdravý rozum“ z databází ConceptNet a OMCS, který dokáže pokládáním otázek získat informace o pacientově diagnóze a částečně ji tak analyzovat. Nenahradí samotného doktora, ale šetří jeho čas a zároveň může být pro pacienta příjemnějším prostředím. Jedná se o grafický program, jehož strukturu zajišťuje oddcast.com, o „inteligenci“ se pak starají již zmíněné databáze.

Další projekty využívající Open Mind Common Sense jsou i s názornými ukázkami (obrázky, videa) na <http://agents.media.mit.edu/projects.html>.

Závěr

Cílem této práce bylo přiblížit českému čtenáři projekt Open Mind Common Sense vyvíjený na Massachusettském technologickém institutu. Dále aspoň zhruba popsat problém zpracování „zdravého rozumu“ počítačem. Ukázat největší problémy při zpracovávání a představit dosavadní metody řešení a projekty, které databáze OMCS využívají.

Naučit počítač přemýšlet přirozeně „selsky“, tak jak to denně dělá každý člověk, je problém nejen enormně velkého rozsahu, ale také práce, jejíž uspokojivý výsledek je zatím v nedohlednu – jinak řečeno „běh na neznámo dlouhou trať“.

Dozajista se tu otvírá možnost pro každého, zejména z řad inženýrů zabývajících se zpracováním přirozeného jazyka nebo počítačových lingvistů, zapojit se do tohoto problému a třeba i jednou stanout u vytvoření „robotího dítěte“. Projekt má určitě čím zaujmout díky svému širokému rozpětí.

Případní zájemci mohou naleznout mnoho dalších textů zabývajících se touto problematikou nebo týkajících se OMCS například na: <http://web.media.mit.edu/~push/OMCS-Research.html>, <http://aitopics.net/CommonSense#singh> a samozřejmě samotném webu projektu. (Pozn. Nejvíce informací je v angličtině, žádné dostupné informace o OMCS dosud v češtině neexistují.)

„Selský rozum je moudrost, kterou sdílíme všichni.“ (Jack Trout)



MIT Media Lab (1985)

Meziodvětvová laboratoř na Massachusettském technologickém institutu (MIT) věnující se sblížení technologie, multimédií a designu. Laboratoř má 80 vlastních pracovníků a mnoho dalších externistů a studentů, kteří se taktéž podílejí na práci laboratoře. Pracuje se zde na více než 350 projektech z oblasti neuroinženýrství – jak se děti učí, elektrická auta pro města budoucnosti atd.

MIT Media Lab. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001– [cit. 2012-12-06]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/MIT_Media_Lab

THE MIT MEDIA LAB AT A GLANCE. MIT MEDIA LAB. *MIT Media Lab* [online]. 2012 [cit. 2012-12-10]. Dostupné z: <http://www.media.mit.edu/files/overview.pdf>

Literatura

- [1] SINGH, Push. The Open Mind Common Sense Project. In: *Kurzweil AI Network* [online]. 2002 [cit. 2012-12-02]. Dostupné z: <http://www.kurzweilai.net/the-open-mind-common-sense-project>
- [2] Artificial intelligence: History. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001– [cit. 2012-12-03]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_intelligence
- [3] Open Mind Common Sense. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001– [cit. 2012-12-03]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/OMCS>
- [4] ConceptNet 5. *ConceptNet 5* [online]. 2012 [cit. 2012-12-12]. Dostupné z: <http://conceptnet5.media.mit.edu/>
- [5] SINGH, Push et al. Open Mind Common Sense: Knowledge Acquisition from the General Public. In: *On the Move to Meaningful Internet Systems 2002: CoopIS, DOA, and ODBASE*. Robert Meersman, Zahir Tari. Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2002, 1223–37. ISBN 978-3-540-00106-5.
- [6] COMMONSENSE COMPUTING GROUP. *Open Mind Common Sense* [online]. 2011 [cit. 2012-12-03]. Dostupné z: <http://openmind.media.mit.edu/>
- [7] SINGH, Push et al. Open Mind Common Sense: Knowledge Acquisition from the General Public. In: *On the Move to Meaningful Internet Systems 2002: CoopIS, DOA, and ODBASE*. Robert Meersman, Zahir Tari. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002, s. 15. ISBN 978-3-540-36124-4.
- [8] SINGH, Push a Hugo LIU. MAKEBELIEVE: Using commonsense knowledge to generate stories. In: *Proceedings of the National Conference on Artificial Intelligence*. Edmonton: AAAI Press, 2002, 957–958. Dostupné z: <http://www.aaai.org/Papers/AAAI/2002/AAAI02-146.pdf>
- [9] LIEBERMAN, Henry a Hugo LIU. Adaptive Linking between Text and Photos Using Common Sense Reasoning. In: *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, Second International Conference* [online]. De Bra, Brusilovsky, Conejo. 2002, 2–11 [cit. 2012-12-09]. ISBN 3-540-43737-1. Dostupné z: http://pop.tasteorb.com/_/writing/AH2002-Aria.pdf
- [10] LIEBERMAN, Henry, Hugo LIU a Ted SELKER. GOOSE: A Goal-Oriented Search Engine With Commonsense. In: *A Goal-Oriented Search Engine With Commonsense* [online]. De Bra, Brusilovsky, Conejo. 2002, 253–263 [cit. 2012-12-09]. ISBN 3-540-43737-1. Dostupné z: http://pop.tasteorb.com/_/writing/AH2002-Aria.pdf

[11] BENEŠ, Štěpán. Řekni mi, kdo je nejkrásnější. *Respekt týdeník*. 29. 7. 2012, č. 31. ISSN 1801-1446. Dostupné z: <http://respekt.ihned.cz/c1-56790810-pekni-mi-kdo-je-nejkrasnejsi>

[12] CASSELL, Justine a Dona TVERSKY. The Language of Online Intercultural Community Formation in Junior Summit '98. *Journal of Computer-Mediated Communication*. 2004, roč. 2, č. 10, 1–22. Dostupné z: <http://web.media.mit.edu/~justine/JCMC.Cassell.Tversky.pdf>

[13] I'm Listening: Giving patients the chance to speak. MIT MEDIA LAB. *New Media Medicine* [online]. 2011 [cit. 2012-12-09]. Dostupné z: <http://newmed.media.mit.edu/im-listening>