

Abduktívny inferenčný nástroj  
založený na efektívnom C++  
DL reasoneri  
*Drahomír Mrózek*

Školiteľ: RNDr. Martin Homola, PhD.

Konzultant: Mgr. Júlia Pukancová

# Abdukcia

Snažíme sa nájsť pravdepodobnú príčinu, ktorá spôsobila pozorovanú skutočnosť.

Príklad<sup>[7]</sup>:

- Všetky fazule z tohto vreca sú biele. (pravidlo)
- Tieto fazule sú biele. (pozorovanie)
- Tieto fazule sú z tohto vreca. (odvodená príčina)

# Abdukcia – formálne

- Používame deskripčnú logiku.
- **K** – Báza znalostí.
- **O** – Pozorovanie.
- Hľadáme také **H**, aby  $\mathbf{K} \cup \mathbf{H} \models \mathbf{O}$ .

# Abdukcia – formálne

- Hľadáme také  $H$ , aby  $K \cup H \models O$ .
- Podmienky pre  $H$ :
  - $H$  je konzistentné s  $K$ .
  - $H$  je relevantné ku  $K$  (neplatí  $H \models O$ ).
  - $H$  je vysvetľujúce (neplatí  $K \models O$ ).
- Navyše zo všetkých možných  $H$  hľadáme také, ktoré je syntakticky minimálne (Ak  $A \subseteq B$ , tak  $A$  je syntakticky menšie).

# Cieľ práce

- Návrh a vývoj abduktívneho systému pre deskripčné logiky založený na existujúcom reasoneri s dôrazom na optimalizačné techniky a efektívnosť.
- Rozhodli sme sa vyvinúť tento nástroj v c++ s pomocou reasoneru Konclude.

# Algoritmus

- Dá sa riešiť rôznymi prístupmi, napríklad prekladom do prvorádovej logiky<sup>[5]</sup>.
- Vybrali sme si použiť priamy, modelový prístup, bez prekladu do iných formalizmov<sup>[1,2,3]</sup>.
- Existuje implementácia priameho prístupu<sup>[1]</sup> v jave, pracujúca s reasonerom Pellet<sup>[6]</sup>.
  - Chceme použiť rýchlejší jazyk (c++) a reasoner, a implementovať ďalšie optimalizácie.

# Fungovanie vybraného algoritmu

- Máme dané  $K$ ,  $O$ , hľadáme  $H$ .
- $K \cup H \models O$  je redukovateľné na  $K \cup H \cup \{\neg O\}$
- Hľadáme všetky modely  $K \cup \{\neg O\}$
- Hľadáme  $H$  pre ktoré neexistuje model  $K \cup H \cup \{\neg O\}$  ( $H$  je hitting set – obsahuje z každého modelu  $K \cup \{\neg O\}$  negáciu aspoň jedného prvku)
- Potom  $H$  je vysvetlením  $O$ .

# Validácia

- Praktická:
  - Testovať časovú zložitosť nástroja pre rôzne ontológie a pozorovania.
  - Zmerať zlepšenie výkonu jednotlivých optimalizácií.
  - Používať benchmarky Du et al<sup>[8]</sup>.
- Teoretická:
  - Dokázať zdravosť a úplnosť algoritmu pre každú novú optimalizáciu.



# Konclude

- Veľmi efektívny reasoner pre deskripčnú logiku SROIQV.
- Open-source, v c++ používajúc framework Qt.
- Budeme ho v našom algoritme používať na hľadanie konzistentných modelov.

# Doterajšia práca

- Oboznámil som sa s programom Protege – na tvorbu a preklad ontológií.
- Získal prehľad v súčasnom stave problematiky abdukcie a logických reasonerov.
- Skúmal zdrojový kód Konclude, komunikoval s vývojárom.
- Vytvoril čiastočnú implementáciu algoritmu z článku<sup>[1]</sup>.

# Moja súčasná implementácia

- Napísaná v Jave s použitím OWL API.
- Odstraňovanie zlých hitting set kandidátov čo najskôr.
- Pozorovanie a vysvetlenie vo forme concept (class) attribution axiémov.
- OWL API → reasoner agnostic.

# Najbližšia práca

- Testovať túto implementáciu pre rôzne reasoneri – porovnávať.
- Rozšíriť túto implementáciu.
- Preložiť aby priamo komunikovala s reasonerom (pravdepodobne Konclude) bez OWL API

# Články

*[1] Júlia Pukancová, Martin Homola -  
**Tableau-Based ABox Abduction for  
Description Logics** (to appear in DL2017)*

- Opisuje algoritmus pre deskripčnú logiku ALCHO ktorý plánujem používať pri mojej práci.
- Zachytáva aj teoretickú charakterizáciu algoritmu – zdravosť a úplnosť.

# Články

*[2] Ken Halland, Katarina Britz - **ABox abduction in ALC using a DL tableau**, SAICSIT 2012, pages 51-58*

- Navrhne abdukčný algoritmus na deskriptívnej logike ALC, z pomerne teoretického uhla pohľadu.
- Navrhne vytvoriť vlastný tableau algoritmus – my preferujeme použiť existujúci reasoner.

# Články

*[3]Raymond Reiter - A Theory of Diagnosis from First Principles, Journal Artificial Intelligence, Volume 32 Issue 1, April 1987, pages 57 - 95*

- Všeobecný pohľad na logickú abdukciu, pre rôzne logické systémy, s dôrazom na prvorádovú logiku.
- Opisuje algoritmus, ktorého myšlienku (hitting set) používajú v článkoch [1,2]

# Články

*[4] Andreas Steigmüllera, Thorsten Liebigb, Birte Glimma - **Konclude: System Description**, Web Semantics, Volume 27-28, Issue null, pages 78-85*

- Opisuje fungovanie aplikácie Konclude a porovnáva jeho výkon s inými reasonermi.



# Články

[5]Szymon Klarman, Ulle Endriss, and Stefan Schlobach. **ABox abduction in the description logic ALC**. *Journal of Automated Reasoning*, 46(1):43–80, 2011

[6]Evren Sirin, Bijan Parsia, Bernardo Cuenca Grau, Aditya Kalyanpur, and Yarden Katz. **Pellet: A practical OWL-DL reasoner**. *Web Semantics: science, services and agents on the World Wide Web*, 5(2):51–53, 2007.

[7]Charles S Peirce. **Deduction, induction, and hypothesis**. *Popular science monthly*, 13:470–482, 1878.

# Články

- [8]Du, Jianfeng, et al. **"Towards Practical ABox Abduction in Large OWL DL Ontologies."** AAAI. 2011.

# Články

- [8]Du, Jianfeng, et al. **"Towards Practical ABox Abduction in Large OWL DL Ontologies."** AAAI. 2011.

**THANK YOU  
FOR YOUR  
ATTENTION**

