

Slovenská technická univerzita

Fakulta informatiky a informačných technológií

Ilkovičova 3, 842 19 Bratislava 4

Umelá inteligencia

Dopredný produkčný systém

Vypracoval: Jozef Varga

Cvičiaci: Mgr. Irina Malkin Ondik, PhD.

Ak. rok: 2017/2018

Zadanie

Úlohou je vytvoriť jednoduchý dopredný produkčný systém, s prípadnými rozšíreniami, napríklad o kladenie otázok používateľovi alebo vyhodnocovanie matematických výrazov. Produkčný systém patrí medzi znalostné systémy, teda medzi systémy, ktoré so svojimi údajmi narábajú ako so znalosťami. Znalosti vyjadrujú nielen informácie o nejakom objekte, ale aj súvislosti medzi objektami, vlastnosti zvolených problémov a spôsoby hľadania ich riešenia. Znalostný systém je teda v najjednoduchšom prípade dvojica - program, ktorý dokáže všeobecne manipulovať so znalosťami a báza znalostí, ktorá opisuje problém a vzťahy, ktoré tam platia. Znalosti majú definovanú nejakú štruktúru a spôsob narábania s touto štruktúrou - to sa nazýva formalizmus reprezentácie znalostí. Program vie pracovať s týmto formalizmom, ale nesmie byť závislý od toho, aké znalosti spracováva, inak by to už nebol systém, kde riešenie úlohy je dané použitými údajmi. Produkčný systém na základe odvodzovacieho pravidla *modus ponens* (pravidlo odlúčenia) odvodzuje zo známych faktov a produkčných pravidiel nové fakty. Ak systém nemá dostatok vstupných údajov, môže klásť používateľovi otázky.

Produkčný systém ako program nepozná konkrétne pravidlá ani fakty! Pozná len formalizmus, v tomto prípade štruktúru pravidiel a faktov a spôsob ich spracovania. Pozná akcie (pridaj, vymaž, ...), ktoré sa môžu vykonávať, lebo tie patria do opisu formalizmu.

Opis riešenia a použitý algoritmus

Na začiatku môj program otvorí súbory fakty.txt a pravidla.txt. Následne uloží informácie do LinkedListov. V programe využívam 4 LinkedListy a to na mená, podmienky, akcie a fakty. Následne sa spustí hlavný algoritmus. Ten pozostáva z cyklu, ktorý sa vykonáva, pokiaľ akékoľvek pravidlo niečo pridalo, vymazalo, alebo vypísalo. V tom cykle sa vždy prejdú všetky pravidlá a na každé pravidlo sa zavolá rekurzívna funkcia. Táto funkcia vyberie prvú podmienku pravidla a porovná ju s každým faktom, ktorý do daného okamihu má uložený. Ak nenájde nič, skončí. Avšak ak nájde zhodu, zavolá sa znova, no pri volaní upraví pravidlo ktoré má a to tak, že odstráni z neho použitú podmienku (tým bude prvá podmienka tá nasledujúca). Úprava je iba v rámci funkcie. Podmienky odstraňuje pokiaľ ich je viac ako 2. Ak sa dostane do stavu, že podmienka je iba jedna, znamená to že všetky podmienky pravidla sú splnené a vykoná sa akcia. Pri úprave pravidla taktiež uložíme hodnoty zistených premenných. Tie zistíme pri porovnávaní faktu s podmienkou. Pri porovnávaní kontrolujeme najskôr či podmienka a fakt má rovnaký počet slov. Potom kontrolujeme premenné ?X, ?Y, ?Z. Ak naša podmienka na i-tom mieste obsahuje ?X a mi premennú X máme prázdnu, uložíme si hodnotu i-teho miesta vo fakte. To ale vykonáme len vtedy, ak všetky ostatné miesta okrem miest premenných v podmienke a fakte zhodujú. Ak ale hodnota X nie je prázdna, namiesto ?X dosadíme hodnotu X a pri kontrole jej miesto berieme taktiež do úvahy. To urobíme pre všetky premenné.

Ukážka funkcionality našej rekurzívnej funkcie:

Premenné:

X = null;

Y = null;

Z = null;

Fakty:

manzelia Peter Eva

Peter je rodic Jano

Pravidlo:

Meno: DruhyRodic1

AK ?X je rodic

?Y,manzelia ?X ?Z

POTOM pridaj ?Z je

rodic ?Y

Podľa algoritmu zoberieme prvú podmienku (*?X je rodic ?Y*) a porovnáme ju s faktami. Pri porovnaní berieme do úvahy najskôr počet slov ktorý v tomto fakte nie je zhodný s podmienkou. Takže prvý fakt nám nevyhovuje takže prejdeme na nasledujúci. V Ďalšom fakte (*Peter je rodic Jano*) je počet slov rovnaký takže skontrolujeme premenné. Tým že sú všetky nulové, ich miesta neberieme do úvahy. Naše porovnanie je tým pádom rovnaké (porovnáваме „je rodic“ s „je rodic“) a do ?X si uložíme hodnotu Peter a do ?Y Jano. Zavoláme opäť funkciu akurát po vymazaní prvej podmienky budeme fakty porovnávať s druhou podmienkou (*Y,manzelia ?X ?Z*). Teraz už prvý fakt je dĺžkou vhodný a porovnanie po dosadení premenných vyzerá nasledovne: „*manzelia Peter Eva*“ = „*manzelia Peter Eva*“. Tým že je porovnanie úspešné a všetky podmienky sme prešli vieme povedať že pravidlo je platné a vykonáme akciu.

Vykonanie akcie prebieha tak, že sa do vzoru/textu akcie doplnia premenné (ak tam sú) a následne, ak je akcia vymazanie alebo pridanie, skontrolujeme všetky fakty, či daný fakt tam už náhodou neexistuje. Ak tam existuje, tak ho pri vymazávaní vymažeme. Pri pridávaní nám to len indikuje že daný záznam tam už je a my sme na nič nové neprišli. Ak sa tam ale nenachádza môžeme nový záznam (fakt) do LinkedListu zapísať. Pri správe len vypíšeme daný text do terminálu. Vykonávanie akcie je taktiež ako rekurentná funkcia ktorá odoberá akcie a stále vykonáva prvú akciu ktorá tam v pravidle je, podobne ako pri podmienkach, nakoľko akcií v jednom pravidle môže byť viacero. Vždy keď sa niečo pridá vymaže alebo vypíše, dá to signál hlavnému cyklu že sa musia prejsť všetky pravidlá ešte raz.

Reprezentácia znalostí

Fakty

Fakt zodpovedá výroku - ak ho systém obsahuje, považuje ho za pravdivý; ak ho neobsahuje, systém ho považuje za nepravdivý. Fakty neobsahujú premenné žiadne premenné.

Fakty sa na začiatku riešenia nachádzajú v báze faktov ktorá je uložená v súbore „fakty.txt“.

Každý fakt je reprezentovaný v novom riadku vid' nasledujúce 3 fakty:

Peter je rodic Vlado

manzelia Peter Eva

Vlado je rodic Maria

Podmienka

Podmienka je konjunkciou elementárnych podmienok, to znamená, že podmienka pravidla je splnená, ak sú splnené všetky elementárne podmienky a nenastal konflikt v žiadnej premennej.

Elementárna podmienka je buď vzorom faktu ale obsahuje premenné vid' nasledujúce 2 podmienky:

?X je rodic ?Y

manzelia ?X ?Z

alebo existuje aj špeciálna podmienka

<> ?Y ?Z

ktorá sa rozpozná na základe tvaru.

Elementárna podmienka je splnená, ak sa zhoduje s niektorým faktom. Ak je to špeciálna podmienka, tak musí byť splnený ňou definovaný vzťah. Horeuvedená špeciálna podmienka je splnená, ak sa hodnota ?Y nezhoduje s hodnotou ?Z. Špeciálne podmienky sa vyhodnocujú nakoniec, keď sú už hodnoty všetkých premenných známe.

Akcie

Akcie produkčného pravidla predstavujú zoznam akcií, ktoré sa aktivujú, ak je pravidlo určené na vykonanie. Pravidlá môžu obsahovať tri základné typy akcií:

PRIDAJ vzor

VYMAZ vzor

SPRAVA text

Akcie majú ako argument vzor, ktorý môže obsahovať len premenné nachádzajúce sa v podmienke. Pretože splnená podmienka má naviazané všetky premenné, nahradia sa aj v akciách premenné konkrétnymi hodnotami a zapisuje, vymazáva, pridáva alebo zobrazuje sa len skutočný fakt (alebo text).

Produkčné pravidlá

Produkčné pravidlá sú uložené v báze pravidiel. Jednoduchý produkčný systém nesmie modifikovať pravidlá počas svojej činnosti.

Pravidlo má tri časti:

- meno
- podmienka
- akcie

Meno je identifikátorom pravidla pre sprehľadnenie pravidiel.

Tvar pravidiel a faktov

V súbore „fakty.txt“ sú pod sebou zapísané fakty oddelené enterom. V súbore sa nesmú nachádzať stringy : „?X“, „?Y“, „?Z“. Fakty sa skladajú z klasickej abecedy bez interpunkčných znamienok. Slová vo fakte sú oddelené medzerou.



```
Peter je rodic Jano
Peter je rodic Vlado
manzelia Peter Eva
Vlado je rodic Maria
Vlado je rodic Viera
muz Peter
muz Jano
muz Vlado
zena Maria
zena Viera
zena Eva
```

Obrázok 1 obsah súboru fakty.txt

V súbore „pravidla.txt“ sú pod sebou zapísané pravidlá ktoré medzi sebou oddeľuje prázdny riadok. Pravidlo sa skladá ako je vyššie spomenuté z mena, podmienky a akcie. Meno sa v súbore zapisuje na prvý riadok pravidla. Zapisujeme ho v tvare:

Meno: „meno pravidla“

Medzi slovom meno a názvom pravidla je jedna medzera.

Podmienky sú zapísané na riadku pod menom v tvare

AK „podmienka1“, „podmienka2“, „podmienka3“ ...

Medzi slovom AK a prvou podmienkou sú 4 medzery. Po medzerách nasledujú podmienky oddelené znakom čiarky. V pravidlách sú povolené len 3 premenné a to : „?X“, „?Y“, „?Z“.

Na riadku pod sa zapisujú akcie. Akcie majú tvar:

POTOM „akcia1“, „akcia2“, „akcia3“ ...

Medzi slovom POTOM a prvou akciou je jedna medzera. Medzi akciami sa nachádza znak čiarky. Akcie majú ako bolo vyššie spomenuté 3 tvary a to:

Správa ktorá sa zapisuje nasledovne:

sprava „ľubovoľný text s nejakými premennými alebo aj bez nich“

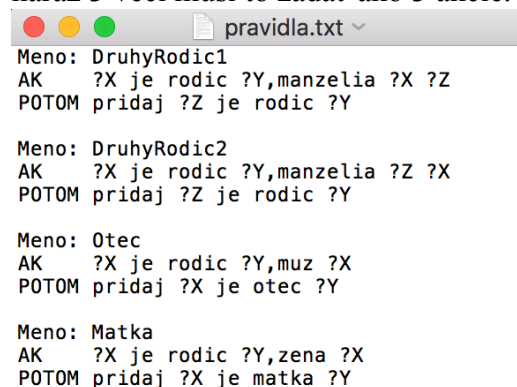
Dalej je to pridaj:

pridaj „vzor pravidla“

alebo vymaž:

vymaz „vzor pravidla“

Ak chce používateľ pridať naraz 3 veci musí to zadať ako 3 akcie.



```
Meno: DruhyRodica1
AK   ?X je rodic ?Y,manzelia ?X ?Z
POTOM pridaj ?Z je rodic ?Y

Meno: DruhyRodica2
AK   ?X je rodic ?Y,manzelia ?Z ?X
POTOM pridaj ?Z je rodic ?Y

Meno: Otec
AK   ?X je rodic ?Y,muz ?X
POTOM pridaj ?X je otec ?Y

Meno: Matka
AK   ?X je rodic ?Y,zena ?X
POTOM pridaj ?X je matka ?Y
```

Obrázok 2 obsah súboru pravidla.txt

Testovania

Svoj program som testoval postupne, najskôr som testoval jednoduché scenáre podľa zadania A, B, C. Neskôr som skúšal aj scenáre, ktoré majú viacero podmienok alebo viacero akcií D, E. Testovanie prebiehalo najskôr postupne. Ako prvé som tam vložil jedno pravidlo a to som skúšal. Tak som vyskúšal všetky typy akcií. Ak všetky vyzeralo byť v poriadku prešiel som ku ukázkovým vstupom A,B,C,D,E.

A)

Vstup:

Fakty.txt:

Peter je rodič Jano
Peter je rodič Vlado
manželka Peter Eva
Vlado je rodič Maria
Vlado je rodič Viera
muž Peter
muž Jano
muž Vlado
žena Maria
žena Viera
žena Eva

Pravidla.txt:

Meno: DruhyRodic1

AK ?X je rodič ?Y, manželka ?X ?Z
POTOM pridaj ?Z je rodič ?Y

Meno: DruhyRodic2

AK ?X je rodič ?Y, manželka ?Z ?X
POTOM pridaj ?Z je rodič ?Y

Meno: Otec

AK ?X je rodič ?Y, muž ?X
POTOM pridaj ?X je otec ?Y

Meno: Matka

AK ?X je rodič ?Y, žena ?X
POTOM pridaj ?X je matka ?Y

Meno: Surodenci

AK ?X je rodič ?Y, ?X je rodič ?Z, <> ?Y ?Z
POTOM pridaj ?Y a ?Z sú surodenci

Meno: Brat

AK ?Y a ?Z sú surodenci, muž ?Y
POTOM pridaj ?Y je brat ?Z

Meno: Sestra

AK ?Y a ?Z sú surodenci, žena ?Y
POTOM pridaj ?Y je sestra ?Z

Meno: Stryko

AK ?Y je brat ?Z, ?Z je rodič ?X
POTOM pridaj ?Y je strýko ?X, sprava ?X má strýka

Meno: Test mazania

AK ?Y je strýko ?X, žena ?X
POTOM vymaž žena ?X

Výstup:

Spravy:

Maria má strýka
Viera má strýka

Nové Fakty:

Peter je rodič Jano
Peter je rodič Vlado
manželka Peter Eva
Vlado je rodič Maria
Vlado je rodič Viera
muž Peter
muž Jano
muž Vlado
žena Eva
Eva je rodič Jano
Eva je rodič Vlado
Peter je otec Jano
Peter je otec Vlado
Vlado je otec Maria
Vlado je otec Viera
Eva je matka Jano
Eva je matka Vlado
Jano a Vlado sú surodenci
Vlado a Jano sú surodenci
Maria a Viera sú surodenci
Viera a Maria sú surodenci
Jano je brat Vlado
Vlado je brat Jano
Maria je sestra Viera
Viera je sestra Maria
Jano je strýko Maria
Jano je strýko Viera

B)

Vstup:

fakty.txt:

Alzbeta je rodic Jozef

muz Jozef

manzelia Jozef2 Alzbeta

muz Matus

Jozef2 je rodic Matus

muz Jozef2

pravidla.txt sú rovnaká ako v prípade A

Výstup:

Spravy:

Nove Fakty:

Alzbeta je rodic Jozef

muz Jozef

manzelia Jozef2 Alzbeta

muz Matus

Jozef2 je rodic Matus

muz Jozef2

Alzbeta je rodic Matus

Jozef2 je rodic Jozef

Jozef2 je otec Matus

Jozef2 je otec Jozef

Jozef a Matus su surodenci

Matus a Jozef su surodenci

Jozef je brat Matus

Matus je brat Jozef

C)

Vstup

fakty.txt:

zena Mima

zena Sasa

manzelia Daniela Jaro

Jaro je rodic Sasa

Daniela je rodic Mima

Marian je brat Jaro

muz Marian

Peto je brat Daniela

pravidla.txt sú rovnaká ako v prípade A

Vystup:

Spravy:

Sasa ma stryka

Mima ma stryka

Mima ma stryka

Sasa ma stryka

Nove Fakty:

manzelia Daniela Jaro

Jaro je rodic Sasa

Daniela je rodic Mima

Marian je brat Jaro

muz Marian

Peto je brat Daniela

Jaro je rodic Mima

Daniela je rodic Sasa

Sasa a Mima su surodenci

Mima a Sasa su surodenci

Sasa je sestra Mima

Mima je sestra Sasa

Marian je stryko Sasa

Marian je stryko Mima

Peto je stryko Mima

Peto je stryko Sasa

D)

Vstup

fakty.txt:

aaa je spina

tricko je oblecenie

aaa je na tricko

sss je spina

sss je na tricko

ccc je spina

ddd je spina

nohavice je oblecenie

ccc je na nohavice

aaa je velka

pravidla.txt:

Meno: Oblecenie

AK ?X je spina,?Y je oblecenie,?X je na ?Y

POTOM pridaj vyper ?Y,sprava vyprane ?Y

Meno: Vanis

AK vyper ?Y,?X je na ?Y

POTOM vymaz ?X je na ?Y,pridaj ?X bolo na ?Y,sprava vanis ?Y skvrn sa zbavis (?X)

Meno: Obsahuje

AK ?X je spina,?X bolo na ?Y,?X je velka

POTOM pridaj ?X je problem

Meno: VelaSpin

AK ?X je spina,?Y je spina,<> ?Y ?X,?Z je oblecenie,?X bolo na ?Z,?Y bolo na ?Z POTOM vymaz ?X je spina,vymaz ?Y je spina

Výstup:

Spravy:

vyprane tricko

vyprane nohavice

vanis tricko skvrn sa zbavis (aaa)

vanis tricko skvrn sa zbavis (sss)

vanis nohavice skvrn sa zbavis (

ccc)

Nove Fakty:

tricko je oblecenie

ccc je spina

ddd je spina

nohavice je oblecenie

aaa je velka

vyper tricko

vyper nohavice

aaa bolo na tricko

sss bolo na tricko

aaa je problem

ccc bolo na nohavice

E)

Vstup

fakty.txt

topanka je oblecenie

aaa je spina

tricko je oblecenie

aaa je na tricko

aaa je na nohavice

aaa je na bunda

bunda je oblecenie

sss je spina

sss je na tricko

sss je velka

ccc je spina

ddd je spina

ddd je na topanka

nohavice je oblecenie

ccc je na nohavice

aaa je velka

pravidla.txt sú rovnaká ako v prípade D

Výstup:

Spravy:

vyprane tricko

vyprane bunda

vyprane nohavice

vyprane topanka

vanis tricko skvrn sa zbavis (aaa)

vanis tricko skvrn sa zbavis (sss)

) vanis topanka skvrn sa zbavis (ddd)

vanis bunda skvrn sa zbavis (aaa)

vanis nohavice skvrn sa zbavis (

aaa)

vanis nohavice skvrn sa zbavis (

ccc)

Nove Fakty:

topanka je oblecenie

tricko je oblecenie

bunda je oblecenie

sss je velka

ccc je spina

ddd je spina

nohavice je oblecenie

aaa je velka

vyper tricko

vyper bunda

vyper nohavice

vyper topanka

aaa bolo na tricko

sss bolo na tricko

ddd bolo na topanka

aaa je problem

sss je problem

aaa bolo na bunda

aaa bolo na nohavice

ccc bolo na nohavice

Zhodnotenie

Tento projekt je podľa môjho názoru úspešný a jeho riešenie je dostatočne vyladené. Môj algoritmus bez akýchkoľvek problémov vyriešil aj zložitejšie vstupy s viacerými podmienkami. Možné vylepšenie by bolo pridať ďalšie možnosti akcií, ako napríklad opýtať sa alebo niečo vypočítaj. Taktiež by bolo možné rozšíriť podmienky o nejaké výpočty. Toto zadanie mi dalo nový pohľad na svet algoritmov a uviedlo ma do problematiky dopredných produkčných systémov čo si myslím že v živote ešte tieto vedomosti ešte využijem.