

1. Daný je nerekurzívny program (a)
 $p(X, Y, Z) \leftarrow a(X), a(Y), a(Z).$
 $?- p(0, Y, Y).$

Kde $a()$ je EDB predikát.

1. Optimalizujte:
 - b. jednoduchou mágiou. (1b)
 $p(X,Y,Z) \leftarrow magp(X),a(X),a(Y),a(Z).$
 $magp(0).$
 - c. Zovšeobecnenou mágiou. (1b)
 $p(X,Y,Z) \leftarrow magp(X,Y,Z),a(X),a(Y),a(Z).$
 $magp(0,Y,Y).$
- Špecializujte rektifikáciou (dosadením). (1b)
 $p0(Y) \leftarrow a(0),a(Y).$
2. Úvahou porovnajte výpočtovú náročnosť štyroch programov pôvodného neoptimalizovaného programu a vzniklých programov b, c, d. (3b)

Pôvodný program a počíta $\prod_Y(\sigma_{(X=0 \wedge Z=Y)}(a \times \prod_{Y \rightarrow X} a \times \prod_{Z \rightarrow X} a))$ tak, že najprv vypočíta kartézku mocninu a v zátvorke a potom urobí selekciu. Zložitosť výpočtu je $O(|a|^3)$.

Jednoduchý magický program b počíta $\prod_Y((\sigma_{(X=0)} a) \times (\sigma_{(Z=Y)}(\prod_{Y \rightarrow X} a \times \prod_{Z \rightarrow X} a)))$. Výpočet $\sigma_{(X=0)} a$ sa dá urobiť v lineárnom čase (možno aj lepšie) a výsledok je jediná hodnota (true alebo false). Ak je true musíme ešte vypočítať duhu časť výrazu $(\sigma_{(Z=Y)}(\prod_{Y \rightarrow X} a \times \prod_{Z \rightarrow X} a))$, ktorá je kvadratická Zložitosť výpočtu je $O(|a|^2)$.

Zovšeobecnený magický program c počíta $\prod_Y(magp \bowtie a \bowtie (\prod_{Y \rightarrow X} a) \bowtie (\prod_{Z \rightarrow X} a))$. Pozor. Joiny sú unifikáčné (podľa unifikácie a nie podľa rovnosti). Výpočet postupne obsahuje 1, 1, $|a|$, $|a|$ trojíc. Pri dobrej implementácii joinu výpočet prebehne v lineárnom čase.

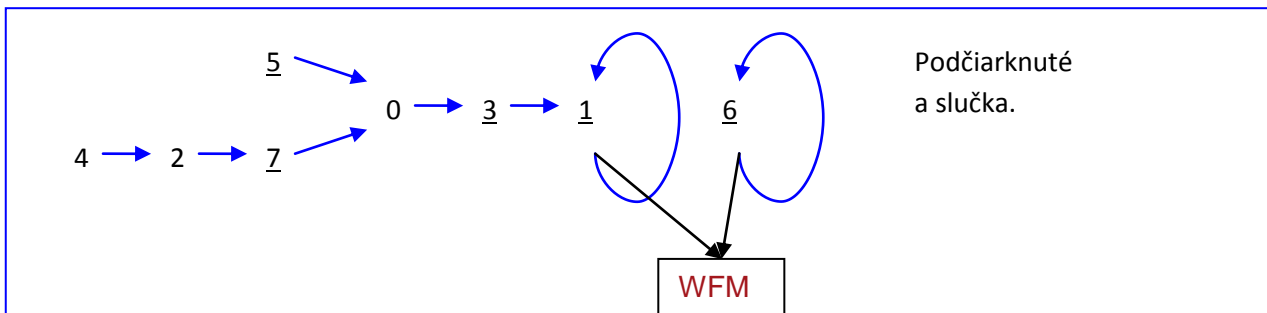
Rektifikovaný dotaz d počíta $\prod_Y((\sigma_{(X=0)} a) \times \prod_{Y \rightarrow X} a)$. Jednoducho povedané if $a(0)$ then a, to je zrejme lineárny program. Vyžaduje najviac dva „scany“ relácie a.

2. Daný je propozicionálny program:

$p \leftarrow q, \neg r.$
 $r \leftarrow \neg p.$
 $q \leftarrow \neg r.$

Interpretujte ohodnotenia premenných p,q,r binárne, v tomto poradí ako čísla (0-7).

1. Čísla, ktoré sú modelom uvedeného programu podčiarknite ! (1b)
2. Nakreslite graf taký, že hrana $i \rightarrow j$, ak $GLT(i) = j$! (GLT znamená Gelfond Lifschitzovu transformáciu.) (2b)
3. Ako v zostrojenom v bode 2 poznáme stabilné modely ? (1b)
4. Zostrojte „well-founded“ model ! Ako by ste ho umiestnili vo vyššie uvedenom grafe? (2b)



Vysvetlenie:

Všetky uvedené predikáty sú intenzionálne. EDB je prázdna. Ohodnotenie IDB predikátov je modelom, ak uvedené implikácie sú pravdivé. Implikácia (pravidlo) je pravdivá, ak neplatí antecedent (telo, pravá strana), alebo ak platí konzekvent (hlava, ľavá strana). Množina formúl má význam konjunkcie. Celý propozicionálny program je ekvivaletný formule $pq \vee r$. Modely pri „big endian“ kódovaní su nepárne čísla a 6.

GLT(m): Vyškrtneme všetky pravidlá, ktorých pravá strana obsahuje v modeli nepravdivý predikát.

Vyškrtneme všetky v modeli pravdivé predikáty z pravých zo všetkých pravých strán. Pr. GLT(0): Prvé pravidlo vyškrtneme – q je nepravdivé. $\neg p$ a $\neg r$ sú pravdivé, tak ich vyškrtneme. Zostane r. a q. Teda GLT(0) = 3.

Model m je stabilný, ak $GLT(m) = m$.

Well-founded model nie je model (je trojhodnotový). Nedá sa popísať binárnym číslom. Platí v ňom to, čo platí v prieniku stabilných modelov. Teda, v danom prípade nič. Všetko je unknown.

3. Zistite vzťahy pohltenia medzi každou dvojicou nasledujúcich dotazov:

$$Q_1: p(X, Y) \leftarrow a(X, Z), a(Z, Y), X \neq Z.$$

$$Q_2: p(X, Y) \leftarrow a(X, Z), a(Z, Y), Y \neq Z.$$

$$Q_3: p(X, Y) \leftarrow a(X, A), a(B, Y), (X \neq A), (Y \neq B).$$

Jeden bod za každú správnu odpoveď.

Najjednoduchšie je dotaz rektifikovať a použiť Gupta – Zhang – Ozsoyogluov test. Aby sme mohli porovnať všetky dotazy naraz pomenujeme si v nich voľné premenné rovnako.

$$Q_1: p(X, Y) \leftarrow a(X, A), a(B, Y), A=B \wedge X \neq A.$$

$$Q_2: p(X, Y) \leftarrow a(X, A), a(B, Y), A=B \wedge Y \neq B.$$

$$Q_3: p(X, Y) \leftarrow a(X, A), a(B, Y), X \neq A \wedge Y \neq B.$$

Medzi nearitmetickými predikátmi každej dvojice dotazov existuje práve jeden pohlcujúci homomorfizmus.

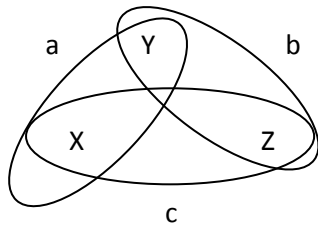
Stačí otestovať vyplývanie medzi aritmetickými predikátmi. Ani jeden zo žiadneho iného nevyplýva. Dôsledok neplatí žiaden vzťah containmentu.

Úloha sa dá riešiť aj pracným hľadaním protipríkladov na každé pohltenie. V tom prípade, ale neuspejeme, keď nejaké pohltenie platí.

4. Daný je cyklický dotaz

$$q(X, Y, Z) \leftarrow a(X, Y), b(Y, Z), c(Z, X).$$

1. Nakreslite hypergraf dotazu a optimalizujte dotaz priamo Wong-Youssefiho algoritmom.(2b)



Odtrhneme postupne hrany a, b. Výsledný plán:

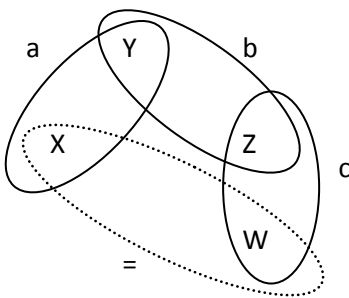
$$b = b \times a$$

$$c = c \times a$$

$$c = c \times b$$

$$q = a \bowtie b \bowtie c$$

2. Upravte dotaz (hypergraf) na tvar „ $q(X, Y, Z) \leftarrow a(X, Y), b(Y, Z), c(Z, W), W = X.$ “ a upravený dotaz optimalizujte Wong-Youssefiho algoritmom. (2b)



Odstránime selekčnú hranu = (táto „selekcia“ generuje semijoiny, takže má rovnakú prioritu ako odstránenie relačnej hrany b. (Prírodné je začať hranou b. Vygenerujú sa semijoiny $a = a \times b$, $c = c \times b$. Potom odstrániť selekčnú hranu. Graf sa rozpadne na dve komponenty. Pri výpočte využijeme, že selekcia na rovnosť z kartézského súčinu dostaneme $q = b \bowtie a \bowtie c$. Program je asi menej efektívny. Menej semijoinových redukcií.)

$$a = a \times \prod_{X=W, Z} c$$

$$c = c \times \prod_{W=X, Y} a$$

Formálne $res = \sigma_{X=W}(res(G - XW))$, ale selekciiu sme už urobili v preprocessingu: $res(G) = res(G - XW)$
Odstránime relačnú hranu a, lebo bola zredukovaná:

$$b = b \times a$$

$$res(G) = a \bowtie res(G - XW - a)$$

Odstránime relačnú hranu b, lebo bola zredukovaná zredukovanou reláciou a:

$$c = c \times b$$

$$res(G) = a \bowtie b \bowtie res(G - XW - a - b)$$

Nakoniec odstránime relačnú hranu c:

$$res(G) = a \bowtie b \bowtie c$$

Výsledný plán:

$$a = a \times \prod_{X \rightarrow W, Z} c$$

$$c = c \times \prod_{W \rightarrow X, Y} a$$

$$b = b \times a$$

$$c = c \times b$$

$$q = a \bowtie b \bowtie c$$

3. V upravenom dotaze z úlohy b. najskôr ignorujte selekciu $W = X$, optimalizujte Yannakakisovým algoritmom a na výsledok aplikujte selekčnú podmienku. (2b)

Úplný reduktor získame postupným odtrhnutím relačných hrán a, b, c. Výsledný plán:

$$b = b \times a$$

$$c = c \times b$$

$$b = b \times c$$

$$a = a \times b$$

$$q = \sigma_{X=W}(a \bowtie b \bowtie c)$$

5. Distribuovaný databázový systém s 3 uzlami N_1, N_2, N_3 používa základnú verziu 3-fázového commit protokolu (bez majoritného pravidla). Predpokladáme, že súčasný výpadok všetkých troch uzlov nikdy nenastane. Beží „commit“ transakcie, ktorej sa zúčastňujú všetky tri uzly a N_1 je koordinátorom.

1. Čo je dôležitejšie pre správne fungovanie protokolu. Spoľahlivosť uzlov alebo spoľahlivosť liniek? Zdôvodnite. Uveďte konkrétny scenár a vysvetlite, prečo sa chová nekorektne. (1b)

Dôležitejší je predpoklad spoľahlivých komunikačných liniek. Ak sú linky spoľahlivé, tak 3-fázový commit protokol funguje vždy korektne.

Ak uvažujeme nespoľahlivé linky, môže sa stať toto:

N_1 pošle správu o hlasovaní, všetky hlasy sú YES. N_1 pošle správy PRE-COMMIT participantom N_2 a N_3 . N_3 dostane správu PRE-COMMIT. Lenže výpadok linky medzi N_1 a N_2 spôsobí, že N_2 tento výpadok detekuje ako výpadok N_1 . Vzápätí vypadnú aj ostatné linky. Vtedy N_2 aj N_3 nezávisle spustia voľbu nového koordinátora a zistia, že sami sú jedinými kandidátmi. N_2 rozhodne ABORT, lebo správu PRE-COMMIT nedostal. N_3 rozhodne COMMIT, lebo správu PRE-COMMIT dostal. Dve rôzne rozhodnutia nie sú prípustné.

2. Popíšte scenár, ktorý vedie k zablokovaniu protokolu t.j. čakaniu a obnovu vypadnutých uzlov. (2b)

V prípade spoľahlivých liniek sa 3-fázový protokol nikdy nezablokuje. V prípade nespoľahlivých liniek je nekorektný. Majoritné pravidlo ho urobí korektným, ale môže sa zablokovať, ak sa sieť rozpadne na komponenty také, že v žiadnej nie je „živá“ majorita všetkých účastníkov transakcie.

3. Predpokladáme spoľahlivosť komunikačných liniek. Koordinátor N_1 rozoslal správu VOTE. Obdržal YES od uzlov N_2 a N_3 . Následne N_1 rozoslal PRE-COMMIT a obdržal ACK od uzla N_2 . Môže za týchto okolností byť transakcia abortovaná? Ak áno uveďte scenár, ktorý končí abortom, alebo vysvetlite prečo taký scenár neexistuje. (2b)

Áno. Vypadne N_1 skôr ako poslal pre-commit N_3 a vypadne aj N_2 . N_3 sa zvolí koordinátorom a keďže nemá pre-commit, abortuje. Je to trochu umelé. N_1 skoro iste stihne poslať pre-commit N_3 , skôr ako obdrží ACK od N_2 .