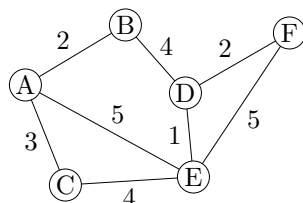


UMJETNA INTELIGENCIJA — 1. kolokvij

17. 11. 2014.

1. Pronađite put od čvora A (početno stanje) do čvora F (cilj) u grafu na slici (10)



sljedećim algoritmima neusmjerenog pretraživanja:

- pretraživanjem u dubinu (DFS),
- pretraživanjem u širinu (BFS),
- pretraživanjem jednolike cijene (cijene grana su označene na slici).

Za svaki od ovih algoritama ukratko opišite njegova svojstva u pogledu potpunosti, optimalnosti, vremenske i prostorne složenosti, te navedite koja struktura podataka se koristi za pamćenje otvorenih čvorova. Koje su prednosti i mane DFS-a?

Za konkretni problem, u slučaju kad imamo više mogućih čvorova za proširenje u danom trenutku, struktura podataka se organizira tako da uvijek proširujemo čvor s manjim imenom. Treba izbjegavati vraćanje u već posjećena stanja.

Pregledno, u obliku tablice, napišite koji čvor se trenutno proširuje, izgled strukture podataka za otvorene čvorove i stanje liste posjećениh čvorova. Na kraju navedite nađeni put.

2. Promatramo problem “uređenja palačinki”: pred konobarom je stog od n palačinki, koje su sve međusobno različitih veličina i nalaze se jedna na drugoj. Konobar može naopačke okrenuti “blok” od **najgornjih** k palačinki, tako da njihov međusobni poredak postaje obratan od prethodnog. Broj okrenutih palačinki može biti između 2 i n (okretanje jedne palačinke ništa ne mijenja — ne razlikujemo gornju i donju stranu palačinke). **Cijena jednog okretanja “bloka” od k palačinki jednaka je k .** Cilj konobara je poredati palačinke od najmanje (na vrhu) do najveće (na dnu), tj. sortirati ih uzlazno od vrha prema dnu. Funkcija “sljedbenik” (succ) opisuje sve moguće rezultate jednog okreta.

- Formulirajte ovaj problem kao problem pretraživanja, s tim da polazno stanje može biti bilo koja zadana permutacija. Nacrtajte prostor svih mogućih stanja za $n = 3$, označite ciljno stanje i cijene “grana” između susjednih stanja.

U nastavku zadatka promatramo usmjereno ili informirano pretraživanje strategijom “najbolji prvi” u ovom problemu. Teorijska pitanja:

- Što su značenja funkcija f , g i h u algoritmima tog tipa i na što se svode ovi algoritmi ako uzmemo $g = 0$ odnosno, $h = 0$, u svakom mogućem argumentu ovih funkcija?

OKRENITE OVAJ LIST!

- (c) Što znači da je heuristika h **dopustiva**?
- (d) Što znači da je heuristika h **konzistentna** i koje to veze ima s A^* algoritmom?
- (e) Što znači da jedna heuristika **dominira** nad drugom, tj. da je **bolje** informirana? Koja “heuristika” je najbolje informirana, uz uvjet da je pripadni A^* algoritam optimalan?

Za problem palačinki promatramo sljedeće dvije heuristike:

- (1) $h_1 =$ **broj** palačinki koje **nisu** na pravom mjestu,
- (2) $h_2 =$ za **jedan manje** od **veličine najgornje** palačinke (veličine brojimo od jedan za najmanju palačinku).

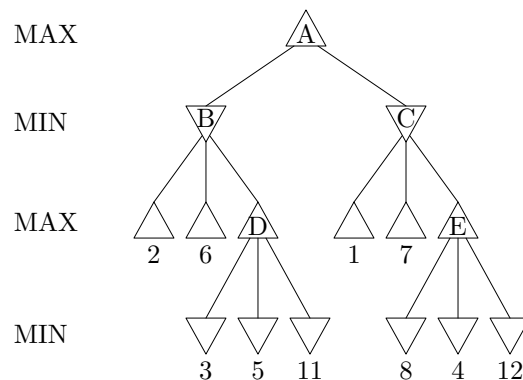
Jesu li sljedeće heuristike **dopustive** (ukratko argumentirajte odgovor):

$$h_1, \quad h_2, \quad h_1 + h_2, \quad \max(h_1, h_2) ?$$

Je li neka od heuristika h_1, h_2 **konzistentna** (ukratko argumentirajte odgovor)?

Nađite heuristiku h_3 (na bazi samo jedne palačinke) koja je dopustiva, konzistentna i **dominira** nad h_1 i h_2 (ukratko argumentirajte odgovor)!

3. Na sljedećoj slici zadano je stablo igre za dva igrača MAX i MIN.
(10)



Ukratko objasnite optimalnu strategiju igre za svakog igrača i napišite rekurzivnu definiciju za minimax vrijednost bilo kojeg čvora.

- (a) Nađite minimaks vrijednosti svih nezavršnih čvorova, garantirani dobitak za MAX i označite optimalne poteze za oba igrača.

U nastavku koristimo minimaks algoritam s α - β podrezivanjem, uz pretpostavku da algoritam na danoj dubini pretražuje čvorove s lijeva udesno, prema slici.

- (b) Za svako “podrezano” (preskočeno) stablo navedite oznaku njegovog korijena ili vrijednost u korijenu (ako je korijen završni čvor), pripadni tip podrezivanja (α ili β) i ukratko objasnite zašto je podrezano.
- (c) Koje vrijednosti igre mogu biti zadane u preskočenim završnim čvorovima, a da podrezivanje ostane isto?

NASTAVAK NA SLJEDEĆEM LISTU!

4. U terminima logike sudova, ukratko opišite što su klauzula, konjunktivna normalna forma (CNF), pravilo rezolucije za klauzule i Hornova klauzula. Kako se koristi pravilo rezolucije za potpuno zaključivanje?

Zadana je sljedeća rečenica kao formula logike sudova:

$$[(Hrana \Rightarrow Zabava) \vee (Piće \Rightarrow Zabava)] \Rightarrow [(Hrana \wedge Piće) \Rightarrow Zabava]$$

- (a) Enumeracijom, tj. provjerom svih mogućnosti, odredite je li ova formula valjana (tautologija), ispunjiva (ali nije valjana), ili je neispunjiva (kontradikcija). Smijete uzeti kraća imena simbola u odgovoru (na pr. H , P , Z).
- (b) Pretvorite lijevu i desnu stranu glavne implikacije (izvan zagrada) u CNF, uz opis svih koraka, i objasnite kako dobiveni rezultati potvrđuju zaključak iz (a).
- (c) Dokažite odgovor na (a) metodom rezolucije opovrgavanjem. Uputa: iskoristite CNF iz (b) za lijevu i desnu stranu, tamo gdje treba.
5. U terminima logike prvog reda (logike predikata), ukratko opišite što je unifikacija dviju rečenica p i q , te kako izgleda pravilo generaliziranog modus ponensa (GMP).

Koje od sljedećih rečenica (formula) su sintaktički i semantički korektni prijevodi za “Svaki pas koji voli nekog od svoje braće je sretan”? Objasnite greške tamo gdje ih ima.

- (1) $\forall x Pas(x) \wedge Voli(x, Brat(x)) \Rightarrow Sretan(x)$.
- (2) $\forall x Pas(x) \wedge (\exists y Brat(y, x) \wedge Voli(x, y)) \Rightarrow Sretan(x)$.
- (3) $\forall x, y Pas(x) \wedge Brat(y, x) \wedge Voli(x, y) \Rightarrow Sretan(x)$.
- (4) $\forall x Pas(x) \wedge (\exists y Brat(y, x) \Rightarrow Voli(x, y)) \Rightarrow Sretan(x)$.
- (5) $\forall x, y Pas(x) \wedge Brat(y, x) \wedge Voli(x, y) \wedge Sretan(x)$.

Uz navedeni aksiom (u nekom od korektnih zapisa), poznate su još i sljedeće činjenice u bazi znanja:

$$Pas(Fifi), \quad Brat(Rex, Fifi), \quad Voli(Fifi, Rex),$$

Metodom ulančavanja unaprijed (FC) dokažite da je $Fifi$ sretan.

6. Bazi znanja iz prethodnog zadatka dodajmo još i sljedeći aksiom

$$\forall x, y Pas(x) \wedge Brat(y, x) \Rightarrow Pas(y).$$

Zapišite ovu bazu znanja u Prologu (pazite na pravila pisanja za atome i varijable). Posebno, kako treba zapisati aksiom iz ovog zadatka, obzirom na to da je poredak premisa **bitan** u Prologu, tako da se izbjegne beskonačna rekurzija u dubinu?

Zatim napišite kako izgledaju sljedeći upiti i što će Prolog odgovoriti na njih:

- (a) Je li $Fifi$ sretan?
- (b) Tko je sve sretan?
- (c) Tko je sve pas?