

Izračunavanje na riječima

Rečnik - to je čitav svijet poredan po azbučnom redosljedu.

Anatol Frans

4. Post-Tjuringov program

Sada ćemo proučavati još jedan programski jezik za rad sa riječima, Post-Tjuringov jezik T. Za razliku od jezika S_n , ovdje nema varijabli. Svi podaci se nalaze na jednoj linearnoj traci. Možemo zamisliti da je traka izdijeljena na polja tako da svako polje može da sadrži jedan simbol (Slika 4.1).



Slika 4.1. Post-Tjuringova traka

Traka je beskonačna sa obje strane. Pri svakom koraku izvršavanja programa, samo jedan od simbola na traci može biti prepoznat. Možemo da zamislimo da traka prolazi kroz uređaj, sličan magnetofonu, ili da po njoj "skakuće" robot koji se uvijek nalazi na nekom polju. U Tabeli 4.2 prikazane su instrukcije T jezika.

Tabela 4.2. Instrukcije Post-Tjuringovog jezika T

Instrukcij a	Interpretacija
PRINT σ	Zamijeni simbol na polju koje se ispituje simbolom σ
IF σ GOTO L	Ako se na polju koje se ispituje nalazi simbol σ , nastavi sa instrukcijom koja ima labelu L, inače nastavi sa sljedećom instrukcijom.
RIGHT	Pomjeri se za jedno polje udesno.
LEFT	Pomjeri se za jedno polje ulijevo.

Post-Tjuringov jezik T igrao je fundamentalnu ulogu u razvoju računara.

Tjuringova analiza bazirala se na načinu na koji ljudi vrše izračunavanja olovkom i papirom. Tjuring je rezonovao da se ne gubi ništa na opštosti, ukoliko osoba koja vrši proračun koristi jednodimenzionalnu papirnu traku, umjesto dvodimenzionalnog lista papira.. Takva osoba zapravo posmatra simbole, briše ih i piše. Takođe, možemo smatrati da simbole posmatra jedan po jedan, ko i da pri ispitivanju ide redom od jednog do drugog simbola (naprijed i nazad). Kako ćemo pokazati, bio je u pravu.

Pretpostavimo da je jezik T definisan sa azbukom $A = \{s_1, \dots, s_n\}$. Dodaćemo još jedan simbol koji ćemo označiti sa s_1 , ili B (kao blanko znak). Smatraćemo da se na traci uvijek nalazi konačan skup polja na kojima se nalaze simboli azbuke A, a da se na svim ostalim poljima nalazi znak B (blanko). Polje koje se trenutno ispituje označićemo sa .

Na primjer,

...B s₁ s₂ B s₂ s₁ B...

prikazuje traku na kojoj se nalazi zapis $s_1 s_2 B s_2 s_1$, sa blanko poljima sa lijeve i desne strane, a trenutno se ispituje polje koje sadrži simbol s_2 . Pod konfiguracijom trake podrazumijevaćemo sadržaj trake i oznaku polja koje se trenutno ispituje.

Sada, da bismo izračunali neku parcijalnu funkciju $f(x_1, \dots, x_m)$ sa m varijabli čije su vrijednosti iz A^* , potrebno je da na traku, kao ulazne vrijednosti upišemo m riječi x_1, \dots, x_m . Tako će početna konfiguracija trake biti:

B x₁ B x₂ B ... B x_m.

Tako su ulazne varijable razdvojene blanko simbolom i prvi simbol koji se ispituje je odmah ispred x_1 .

Evo jednog jednostavnog primjera Post-Tjuringovog programa.

```
PRINT s1
LEFT
PRINT s2
LEFT
```

Ako počne sa ulazom x program završava sa $s_1 s_2 x$.

Slijedi nešto komplikovaniji program, u kojem se koristi azbuka $\{s_1, s_2, s_3\}$, a koji za dati ulaz x završava sa izlazom $x s_1, s_1$.

```
[A] RIGHT
IF s1 GOTO A
IF s2 GOTO A
IF s3 GOTO A
```

```

    PRINT s1
    RIGHT
    PRINT s1
[C]  LEFT
    IF s1 GOTO C
    IF s2 GOTO C
    IF s3 GOTO C

```

U sljedećem primjeru azbuka je $\{s_1, s_2\}$, a program za dati ulaz briše (zamjenjuje ih sa B) sve simbole s_2 , koji se nalaze u x .

```

[C]  RIGHT
    IF B GO TO E
    IF s2 GOTO A
    IF s1 GOTO C
[A]  PRINT B
    IF B GOTO C

```

Na kraju, daćemo primjer programa koji izračunava funkciju sa azbukom $\{s_1\}$. Međutim program koristi, tokom rada, i simbole B i M. Simbol M je marker kojim se označava ("markira") simbol koji se kopira. Za zadati ulaz x program završava rad sa izlazom $x B x$, odnosno kopira x .

```

[A]  RIGHT
    IF B GOTO E
    PRINT M
[B]  RIGHT
    IF s1 GOTO B
[C]  RIGHT
    IF s1 GOTO C
    PRINT s1
[D]  LEFT
    IF s1 GOTO D
    IF B GOTO D
    PRINT s1
    IF s1 GOTO A

```

Završićemo ovo poglavlje sa jos nekim definicijama. Neka je $f(x_1, \dots, x_m)$ m -arna parcijalna funkcija na azbuci $\{s_1, \dots, s_n\}$. Tada se za program Π u jeziku T kaže da izračunava funkciju f ako kada program startuje sa konfiguracijom:

B x_1 B ... B x_m

i završava rad ako i samo ako je $f(x_1, \dots, x_m)$ definisano, a pri završetku na traci možemo pročitati $f(x_1, \dots, x_m)$, ignorišući sve simbole koji nijesu iz azbuke $\{s_1, \dots, s_n\}$ (ignorišu se svi markeri i blanko simboli). U samom programu dozvoljeno je korišćenje i simbola koji nijesu u azbuci $\{s_1, \dots, s_n\}$.

Za neki program Π kažemo da funkciju f izračunava striktno, ako su ispunjena i sljedeća dva uslova:

1. Nijedna instrukcija programa ne koristi simbole osim simbola iz skupa $\{s_1, \dots, s_n\} \cup B$.
2. Kada program završi rad konfiguracija na traci je oblika:
...B B B B y B B ...

pri čemu y ne sadrži blanko simbole.

Tako, ako Π striktno izračunava f , izlaz je u uzastopnim poljima trake.

Vježbe

1. Konstruisati Post-Tjuringov program koji striktno izračunava funkciju $f(x) = x^R$.