
Kuva 7.5: Diagonaalikone $M_D$ pohdiskelee omaa olemassaoloaan. Sen tulisi tunnistaa sellaisten koneiden koodit, jotka eivät hyväksy omaa koodiaan. Miten käy $M_D$:n itsetutkiskelussa, jos sen pitäisi tutkia omaa koodiaan?

Kieltä $D$ vastaava päätösongelma "Hylkääkö annetun koodin $c$ esittämä Turingin kone syötteen $c$?" on siis täysin ratkeamaton (ks. Kuva 7.5).

Jatkossa voimme käyttää hyväksi kielen $D$ ratkeamattomuutta osoittaessamme muita ongelmia ratkeamattomiksi.

## 7.4 Turingin koneen koodaus binäärilukuna

Seuraavaksi laadimme menetelmän, jolla minkä tahansa Turingin koneen voi kuvata binäärilukuna. Haluattessa binääriluku voidaan edelleen muuntaa kokonaisluvuksi. Turingin koneen kuvaamiseksi riittää koodata sen siirtymäfunktio, sillä se kuvaa koko koneen toiminnan.

Tarkastellaan standardimallista Turingin konetta $M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, q_{\text{yes}}, q_{\text{no}})$, jonka syöteaakkosto on $\Sigma = \{0, 1\}$.

Olk. $Q = \{q_0, q_1, \ldots, q_n\}$, missä $q_{\text{yes}} = q_{n-1}$ ja $q_{\text{no}} = q_n$.

$\Gamma \cup \{>, <\} = \{a_0, a_1, \ldots, a_m\}$, missä $a_0 = 0$, $a_1 = 1$, $a_2 = >$ ja $a_3 = <$.

Merk. $\Delta_0 = L$ ja $\Delta_1 = R$.



Määritellään kaikille näille omat koodit, jotta pääsemme koodaamaan siirtymäfunktiota.

Kooditaulu:

| | | |
|---|---|---|
| Tilat | $q_0$ | 0 |
| | $q_1$ | 00 |
| | $q_2$ | 000 |
| | . | . |
| | . | . |
| | . | . |
| | $q_{n-1} = q_{yes}$ | $0^n$ |
| | $q_n = q_{no}$ | $0^{n+1}$ |
| Merkit $\Gamma \cup \{>, <\}$ | 0 | 0 |
| | 1 | 00 |
| | $>$ | 000 |
| | $<$ | 0000 |
| | $a_4$ | $00000 = 0^5$ |
| | $a_5$ | $0^6$ |
| | . | . |
| | . | . |
| | . | . |
| | $a_m$ | $0^{m+1}$ |
| Suunnat | L | 0 |
| | R | 00 |

Jokainen siirtymäfunktion $\delta$ arvoista voidaan nyt koodata seuraavasti:

Säännön $\delta(q_i, a_j) = (q_r, a_s, \Delta_t)$ koodi on

$$c_{ij} = 0^{i+1}10^{j+1}10^{r+1}10^{s+1}10^{t+1}.$$

ts. $c_{ij} = (q_i\text{:n koodi})1(a_j\text{:n koodi})1(q_r\text{:n koodi})1(a_s\text{:n koodi})1(\Delta_t\text{:n koodi})$

Koko koneen $M$ koodi saadaan yhdistämällä kaikkien siirtymäfunktion arvojen koodit yhdeksi binäärijonoksi, käyttäen erotinmerkkeinä 11:tä ja lisäksi kodin alkuun ja lopuun jonot 111.

Koneen $M$ koodi on siis

$$\begin{aligned} c_M &= 111c_{00}11c_{01}11\ldots11c_{0m}11c_{10}11\ldots11c_{1m}11 \\ &\quad \ldots11c_{n-2,0}11\ldots11c_{n-2,m}111. \end{aligned}$$