

# Harjoituksia Turingin koneista

1. Simuloikaa annetun Turingin koneen toimintaa leikkinä. (Harjoitusten pitäjällä on muutamien erikokoisten koneiden siirtymäkaavioita mukanaan.) Mikäli ryhmässä on tarpeeksi opiskelijoita, voivat koneet kilpailla keskenään kielen tunnistuksessa. Kukin opiskelija vastaa yhtä tilaa, käy suorittamassa nauhalle tarvittavan kirjoitusoperaation, siirtää nauhapäätä ja antaa kontrollin oikealle seuraajatilalle. Hyväksyvä tai hylkäävä lopputila raportoi tunnistuksen tuloksesta. (Yksi piste kaikille leikkiin osallistujille!)
2. Laadi standardimallinen Turingin kone, joka tunnistaa kielen  $\{ww^R \mid w \in \{a, b\}^*\}$ .
3. Laadi standardimallinen Turingin kone, joka muuntaa merkkijonon  $w$  merkkijonoksi  $ww^R$  ( $w \in \{a, b\}^*$ ).
4. Laadi standardimallinen Turingin kone, joka tunnistaa kielen  $\{w \in \{a, b\}^* \mid w \text{ sisältää yhtä monta } a\text{:ta ja } b\text{:tä}\}$ . Huom!  $a$ :t ja  $b$ :t saavat esiintyä missä tahansa järjestyksessä. Esim. merkkijonot  $abab$  ja  $bbaaba$  kuuluvat kieleen.
5. Laadi standardimallinen Turingin kone, joka vähentää ykkösen syötteenä annetusta binääriluvusta. Ts. kokonaisluku  $n$  annetaan binäärimuodossa merkkijonona  $x$ , jossa eniten merkitsevät bitit ovat vasemmalla ja vähiten merkitsevät oikealla. Jos  $n > 0$ , kone korvaa  $x$ :n luvun  $n - 1$  binääriesityksellä. Jos  $n = 0$ , koneen nauha jää entiselleen.
6. Tarkastellaan seuraavaa epädeterminististä Turingin konetta:  
 $M = (\{q_0, q_1, q_2, q_f\}, \{0, 1\}, \{0, 1\}, \delta, q_0, q_f, q_{no})$ , jonka siirtymäfuntio on määritelty seuraavasti:  
$$\delta(q_0, 0) = \{q_0, 1, R\}, (q_1, 1, R)\}$$
$$\delta(q_1, 1) = \{q_2, 0, L\}$$
$$\delta(q_2, 1) = \{q_0, 1, R\}$$
$$\delta(q_1, <) = \{q_f, <, R\}$$

Mitä kone tekee? Vihje: simuloi koneen toimintaa erilaisilla bittijonoilla. (Haluessasi voit käyttää JFLAP:ia apunasi.)
7. Laadi epädeterministinen Turingin kone, joka tunnistaa kielen  $\{ww \mid w \in \{a, b\}^*\}$ .

8. Saadaanko yhdistetyt luvut tunnistavasta epädeterministisestä Turingin koneesta TEST\_COMPOSITE (ks. luentokalvot 5.3.3, kuva 5.11) alkulukutestin suorittava kone vaihtamalla sen hyväksyvä ja hylkäävä lopputila keskenään? Perustele vastauksesi!
9. Kuva (epäformaalisti) epädeterministinen Turingin kone, joka tunnistaa seuraavan kielen: Kielen sanat ovat muotoa  $w_1\#w_2\#\dots\#w_n$  millä tahansa  $n$  siten että kaikilla  $i$   $w_i \in \{a, b\}^*$  ja jollain  $j$   $w_j$  on luvun  $j$  binääriesitys. Huom! Hyödynnä epädeterminismia mahdollisimman paljon, ts. suosi konetta, jonka polut haarautuvat usein, mutta yksittäiset haarat ovat lyhyitä. (Kone arvaa oikean polun epädeterministisesti.)