

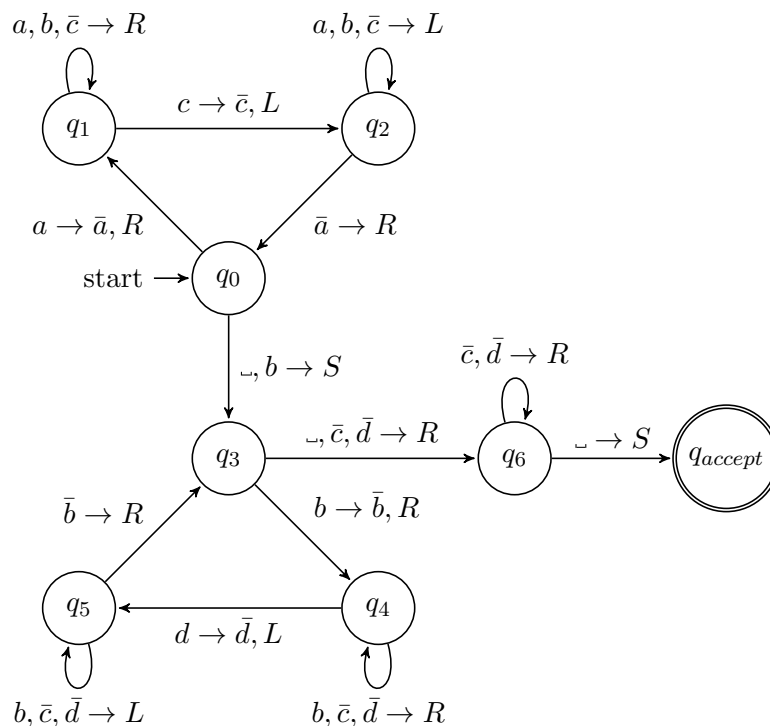
## 582206 Laskennan mallit, syksy 2012

### 8. harjoitusten malliratkaisut

Juhana Laurinharju ja Jani Rahkola

Moninauhaisissa koneissa  $S$ -siirtymä eli siirtymä missä ei nauha päätä siirretä mihinkään on usein hyödyllinen. Koska tämä ominaisuus ei muuta Turing-koneen kielentunnistusominaisuuksia, voit vapaasti käyttää tätä ominaisuutta ratkaisuisasi.

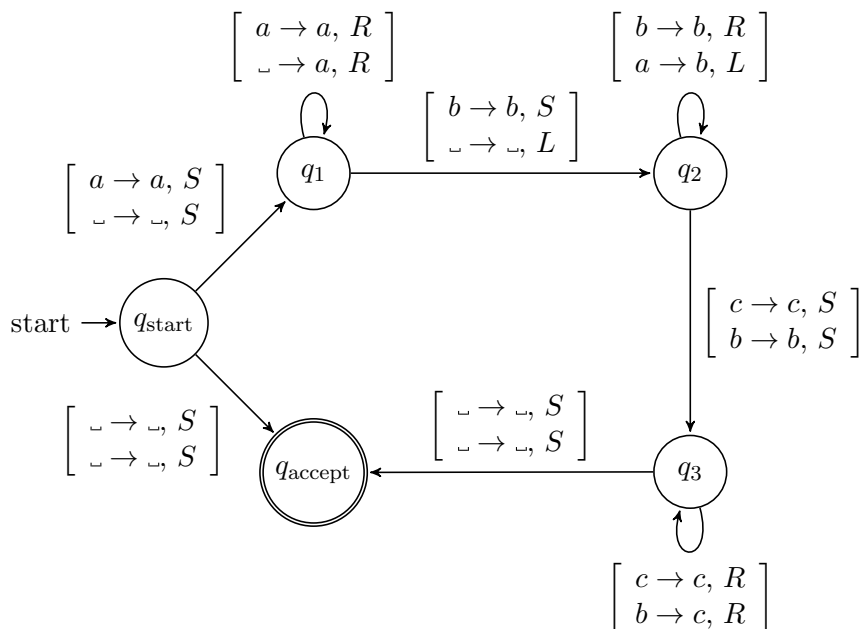
1. Tehtävässä tarkastellaan Jyrkin luentojen sivuilla 230 ja 241 esitettyjä determinististä ja epädeterminististä Turingin konetta kielelle  $\{ww \mid w \in \{0,1\}^*\}$ . Koneiden kaavioesitykset on myös annettu seuraavalla sivulla.
  - (a) Esitä Jyrkin luentojen sivun 230 deterministisen Turingin koneen laskenta (ts. tilanteiden jono) syötteellä 001001.
  - (b) Esitä Jyrkin luentojen sivun 241 epädeterministiselle Turingin koneelle yksi hyväksyvä ja yksi hylkäävä laskenta syötteellä 001001.
2. Esitä tilakaaviona kielen  $\{a^i b^j c^i d^j \mid i, j \in \mathbb{N}\}$  tunnistava deterministinen yksinauhainen Turingin kone.



Automaatti koostuu kolmesta osasta. Tilasta  $q_0$  lähtevässä silmukassa tarkistetaan, että  $c$  merkkejä on vähintään yhtä monta kuin  $a$  merkkejä. Tilasta  $q_3$  lähtevässä silmukassa puolestaan tarkistetaan, että  $d$  merkkejä on vähintään yhtä monta kuin  $b$  merkkejä. Tämä tehdään merkitsemällä käsitelty  $a$ -merkki (vastaavasti  $b$ -merkki) viivalla, etsimällä seuraava merkitsemätön  $c$ -merkki (vastaavasti  $d$ -merkki) ja merkitsemällä sekin. Jos näin tehtäessä  $c$  tai  $d$  merkit loppuivat kesken, siirrytään virhetilaan (jota ei selvyiden vuoksi piirretty kuvaan).

Lopuksi tarkistetaan, että yhtään  $c$  tai  $d$  merkkiä ei jäänyt merkkaamatta. Tämä tehdään aloittamalla viimeisestä  $b$ -merkkiä seuraavasta merkistä, ja sallimalla vain merkattuja  $c$  ja  $d$  merkkejä. Kun koko syöte on luettu, siirrytään hyväksyväan tilaan.

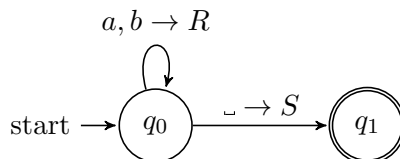
3. Esitä tilakaaviona kaksinauhainen Turingin kone, joka tunnistaa kielen  $\{a^n b^n c^n \mid n \in \mathbb{N}\}$ . Sopiva tapa merkitä kaksinauhaisen koneen siirtymä  $\delta(r, a_1, a_2) = (s, b_1, b_2, D_1, D_2)$  on esim.



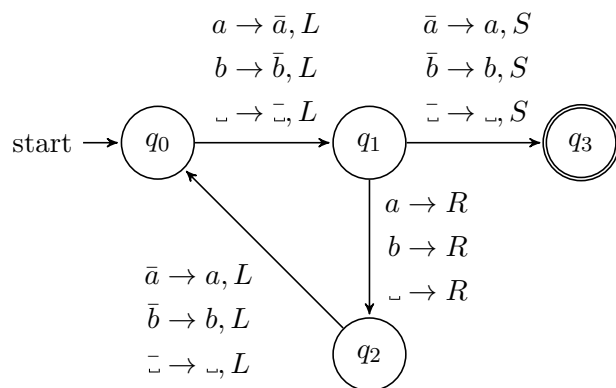
Idea tässä Turingin koneessa on seuraava:

- 1) kopioi kaikki  $a$ -merkit toiselle nauhalle
  - 2) Jokaisen  $b$ -merkin kohdalla korvataan toisella nauhalla yksi  $a$ -merkki  $b$ -merkillä. Tämä tehdään toisella nauhalla lopusta alkuun päin.
  - 3) Jos toisella nauhalla on vielä  $a$ -merkkejä jäljellä, hylätään.
  - 4) Jokaisen  $c$ -merkin kohdalla korvataan toisen nauhan  $b$ -merkki  $c$ -merkillä. Nyt toisella nauhalla liikutaan taas alusta loppuun päin.
  - 5) Jos toisella nauhalla on nyt viimeinen  $b$  korvattu  $c$ :llä, niin hyväksytään. Muuten hylätään.
4. Merkkijono-operaatioita. Olkoon syöteakkosto  $\{a, b\}$

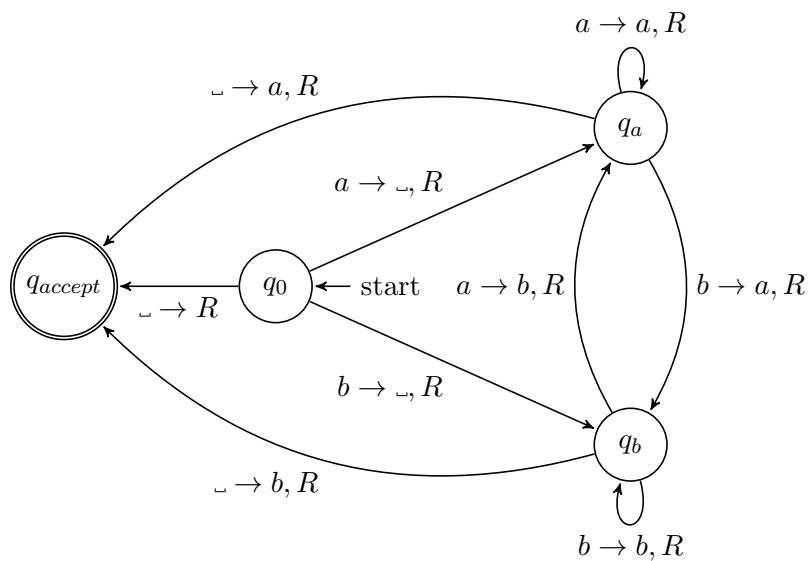
- (a) Esitä tilakaaviona Turing-kone, mikä siirtää lukupään nauhan loppuun eli syötteen oikealle puolelle.



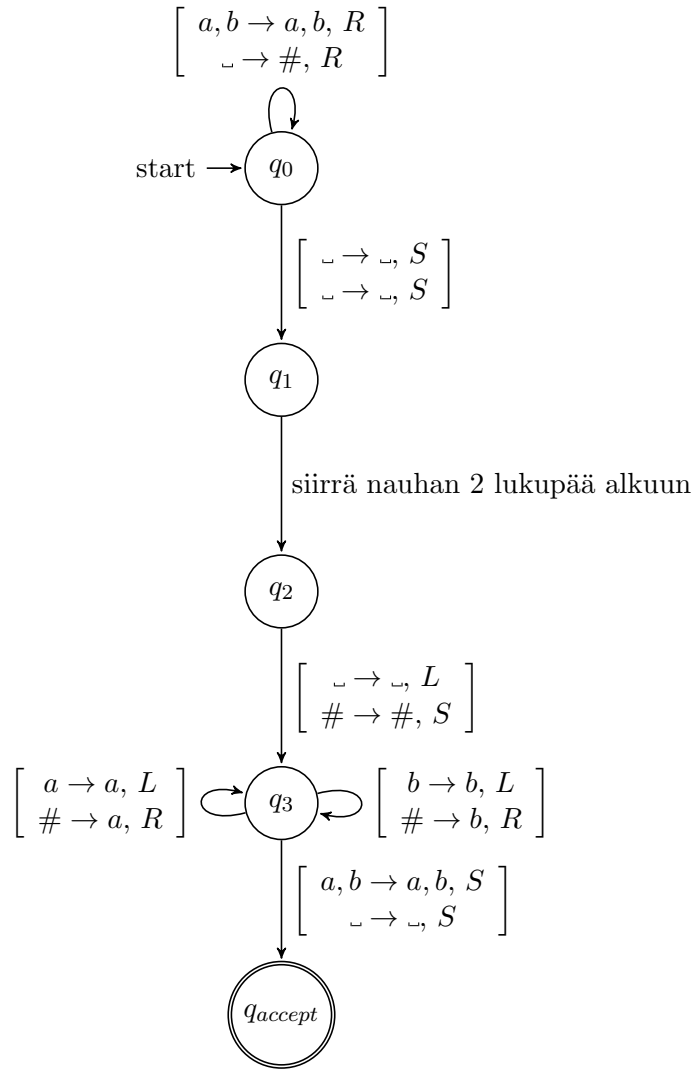
- (b) Esitä tilakaaviona Turing-kone, mikä siirtää lukupään nauhan alkuun eli vasempaan laitaan.



(c) Esitä tilakaaviona Turing-kone, mikä siirtää syötteensä yhdellä paikalla oikealle.



(d) Esitä tilakaaviona Turing-kone, mikä kääntää syötteensä toisin päin.



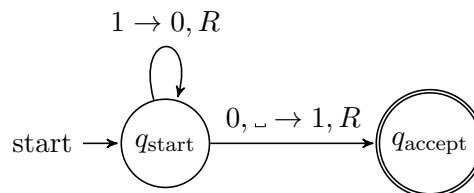
Aluksi siirrytään syötteen sisältävällä ensimmäisellä nauhalla syötteen jälkeiseen tyhjään merkkiin. Samalla kirjoitetaan toiselle nauhalle syötteen pituutta vastaava määrä # merkkejä. Seuraavaksi siirretään toisen nauhan lukupää nauhan alkuun ja tämän jälkeen kopioidaan syöte ensimmäiseltä nauhalta lopusta alkuun toiselle nauhalle. Tämä kääntää syötteen. Toiselle nauhalle kirjoitetut #-merkit kertovat milloin kopiointi lopetetaan.

5. Laskentoa Turing-koneella. Olkoon syöte aakkosto  $\{0, 1\}$ .

(a) Esitä tilakaaviona Turing-kone, mikä kasvattaa yhdellä syötteenään saamaansa binäärilukua.

Binäärilukua voi kasvattaa yhdellä seuraavasti:

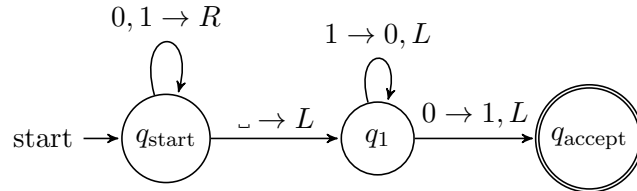
- 1) lähde liikkeelle vähiten merkitsevistä bitistä
- 2) muuta jokainen matkalla vastaan tuleva ykkönen nolaksi
- 3) muuta ensimmäinen nolla ykköseksi ja lopeta
  - i. Oleta että binääriluvun vähiten merkitsevät bitit ovat nauhan alussa.



Automaatti noudattaa yllä kuvattua ideaa. Vähiten merkitsevät ykköset muutetaan nolliksi kunnes tulee vastaan nolla, joka muutetaan ykköseksi. Jos luvussa ei ole nolliä, lisätään loppuun yksi ykkösen.

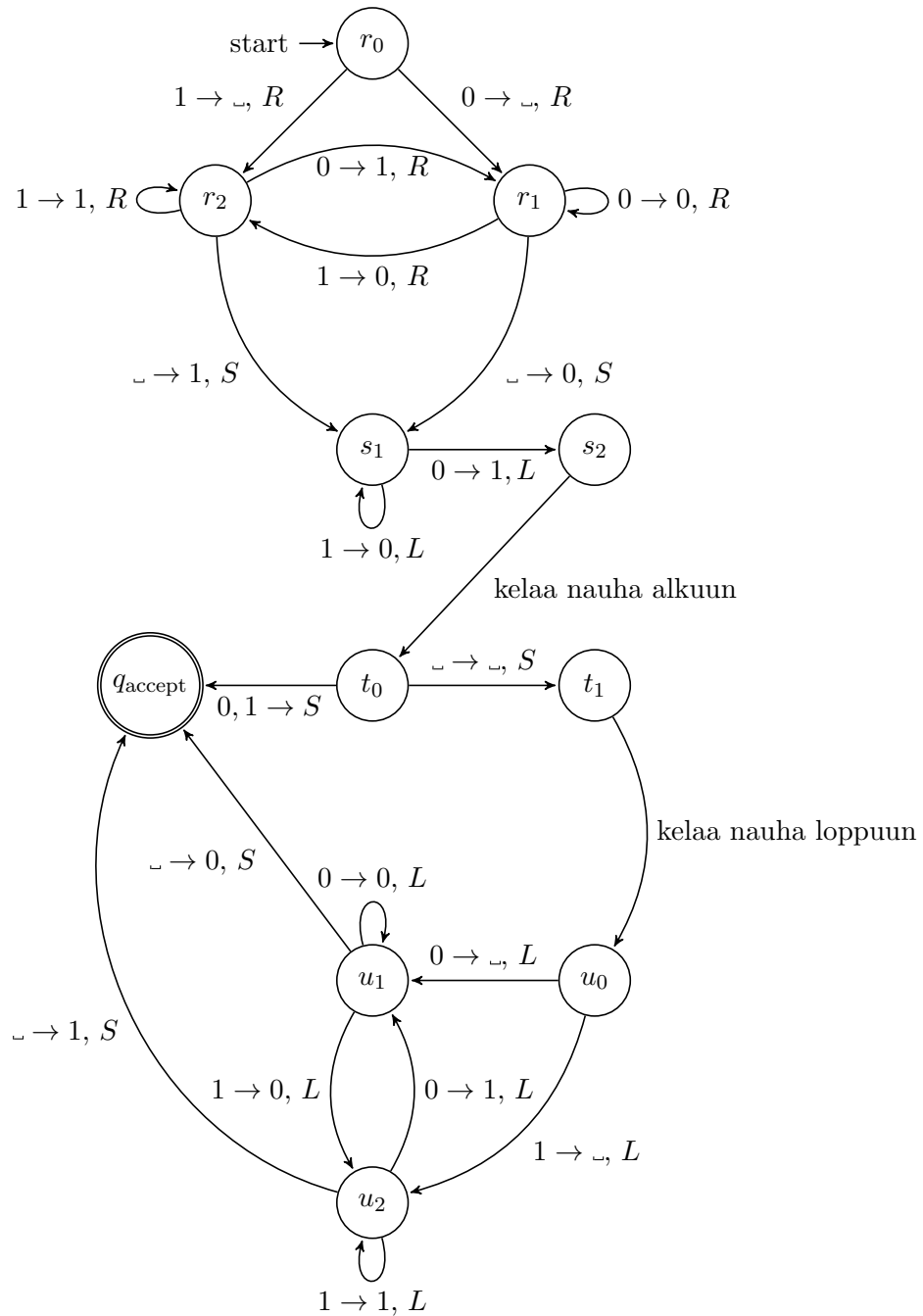
- ii. Oleta että binääriluvun vähiten merkitsevät bitit ovat nauhan lopussa.

Ensimmäinen idea olisi kelata nauha loppuun ja toimia sen jälkeen kuten äsken, mutta päinvastaiseen suuntaan.



Tässä tulee kuitenkin ongelmaksi tapaus, jossa luvussa on pelkkiä ykkösiä, jolloin lukua pitäisi pidentää.

Korjataan Turingin konetta seuraavasti. Siirretään ensin kaikkia alkioita oikealle yhden askeleen verran ja jätetään nauhan alkuun tyhjä merkki. Tämän jälkeen voidaan toimia kuten äsken ja tarvittaessa siirtää lopuksi alkioita nauhalla yhden askeleen vasemmalle.



(b) Esitä tilakaaviona Turing-kone, mikä vähentää yhdellä syötteenään saamaansa binäärilukua.

(c) Esitä tilakaaviona kolminauhainen Turing-kone, mikä saa kahdella ensimmäisellä nauhalla yhden binääriluvun kullakin, ja joka laskee kolmannelle nauhalle syötelukujen summan.

6. Esitä tilakaaviona kolminauhainen Turing-kone, mikä saa yhdellä nauhalla syötteenä binääriluvun ja kirjoittaa toiselle nauhalle binäärilukua vastaavan määrän kirjainta  $a$ . Kolmatta nauhaa voit käyttää jos tarvitset (onkohan tää liian vaikea...).
7. Esitä tilakaaviona kolminauhainen Turing-kone, mikä saa kahdella ensimmäisellä nauhalla yhden binääriluvun kullakin, ja joka laskee kolmannen nauhan avulla syötelukujen kertolaskun (onkohan

tää liian vaikea...).