Teknillinen korkeakoulu
Tietojenkäsittelyteorian laboratorio
Pekka Orponen, puh. (451)5246

T-79.148 Tietojenkäsittelyteorian perusteet (2 ov)
Tentti ma 12.8.2002 klo 12–15

Merkitse jokaiseen vastauspaperiin:
- Nimi, koulutusohjelma, opintokirjan numero
- Teksti: "T-79.148 Tietojenkäsittelyteorian perusteet 12.8.2002"

Tentti jakautuu kahteen osaan. Tentin hyväksyttävään suoritukseen vaaditaan:
1. Ensimmäisestä osasta (5 tehtävää á 1–4 p.) vähintään 5/10 pistettä.
2. Riittävän korkea molempien osien yhteispistemäärä.

I Osa
Kirjoita näiden tehtävien ratkaisurivit oheiselle erilliselle vastauslomakkeelle. **Merkitse tunnistustietosi myös tähän lomakkeeseen,** mutta älä tee siihen mitään muita merkintöjä. Muista palauttaa lomake yhdessä II osan ratkaisupapereittesi kanssa!

1. Luettele seuraavien väitteiden osalta järjestyksessä, onko kukin niistä *tosi (T)* vai *epätosi (E)*? (Kukin oikea vastaus $\frac{1}{2}$ pistettä.) *4 pistettä*

   (a) Jokainen säännöllisen lausekkeen kuvaama kieli voidaan tunnistaa deterministisellä äärellisellä automaatilla.

   (b) Kahden yhteydettömän kielen yhdiste on yhteydetön.

   (c) Kahden yhteydettömän kielen leikkaus on säännöllinen.

   (d) Deterministisillä pinoautomaateilla voidaan tunnistaa ei-säännöllisiä kieliä.

   (e) Jokainen yhteydetön kieli voidaan tunnistaa deterministisellä Turingin koneella.

   (f) Jokainen rekursiivisesti numeroituva kieli voidaan tuottaa yhteydettömällä kieliopilla.

   (g) Turingin koneiden pysähtymisongelma on ratkeava.

   (h) Jokaisen rekursiivisesti numeroituvan kielen komplementti on rekursiivisesti numeroituva.

2. Minkä seuraavista kielistä kuvaa yhteydetön kielioppi

$$S \to aSb \mid bSa \mid aaSb \mid bSaa \mid SS \mid a \mid b \mid \varepsilon?$$

   (a) $(a \cup b)^*$

   (b) $\{w \in \{a,b\}^* \mid w$ sisältää vähintään yhtä monta a:ta kuin b:tä$\}$

   (c) $\{w \in \{a,b\}^* \mid w$ sisältää vähintään yhtä monta a:ta kuin b:tä, mutta enintään kaksinkertaisen määrän$\}$

1 piste

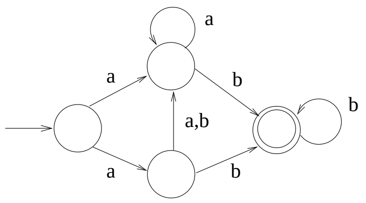
3. Mikä seuraavista säännöllisistä lausekkeista kuvaa kielen

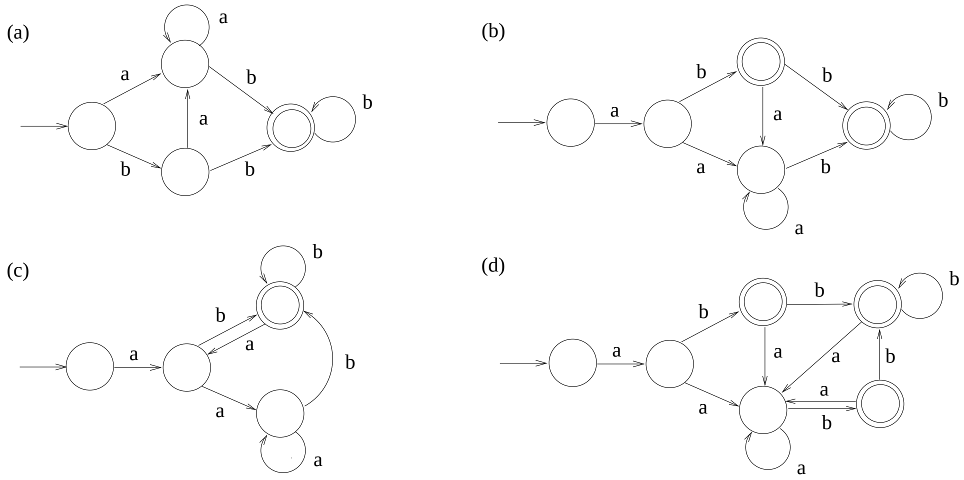
$$L = \{w \in \{0,1\}^* \mid w \text{ ei sisällä osajonoa } 111\}?$$

(a) $(\varepsilon \cup 1 \cup 11)(00^*(\varepsilon \cup 1 \cup 11))^*$
(b) $(0^*(10 \cup 110 \cup 01 \cup 011)0^*)^*$
(c) $(0^*(1 \cup 11)0)^*(\varepsilon \cup 1 \cup 11)$
(d) $(0^* \cup 10^* \cup 110^*)^*(\varepsilon \cup 1 \cup 11)$

1 piste

4. Mikä seuraavista deterministisistä äärellisistä automaateista on ekvivalentti (so. tunnistaa saman kielen) oheisen epädeterministisen automaatin kanssa?





2 pistettä

5. Tarkastellaan kielioppia $G = \{\ S \to ASb \mid AS \mid \varepsilon, \quad A \to aA \mid \varepsilon\ \}$. Luettele seuraavien väitteiden osalta järjestyksessä, onko kukin niistä *tosi (T)* vai *epätosi (E)*? (Kukin oikea vastaus $\frac{1}{2}$ pistettä.) *2 pistettä*

(a) Merkkijono $ababb$ kuuluu kieliopin G tuottamaan kieleen.
(b) Jokainen muotoa $a^m b^n$, $m \geq n \geq 0$, oleva merkkijono kuuluu kieliopin G tuottamaan kieleen.
(c) Kielioppi G on moniselitteinen.
(d) Kieliopin G tuottama kieli on säännöllinen.

Yhteensä 10 pistettä

Teknillinen korkeakoulu
Tietojenkäsittelyteorian laboratorio
Pekka Orponen, puh. (451)5246

T-79.148 Tietojenkäsittelyteorian perusteet (2 ov)
Tentti ma 12.8.2002 klo 12–15

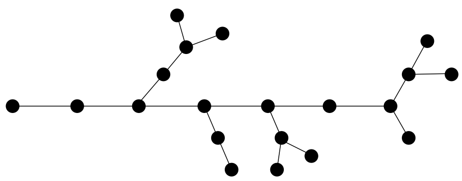
II Osa

1. (a) Laadi deterministinen äärellinen automaatti, joka tutkii, sisältääkö annettu binäärijono vähintään kahteen kertaan osajonon 11; osajonot voivat mennä päällekkäin. Automaatin tulee siis esimerkiksi hyväksyä jonot 01100110 ja 00111 ja hylätä jonot 11 ja 1101. *3p.*

   (b) Kuvaa (a)-kohdan automaatin tunnistama kieli säännöllisenä lausekkeena. *2p.*

2. Onko kieli
$$L = \{0^m 1^n \mid m \leq n\}$$
(a) säännöllinen, (b) yhteydetön mutta ei säännöllinen, (c) rekursiivinen mutta ei yhteydetön, (d) ei-rekursiivinen? Perustele vastauksesi *täsmällisesti.* (Perustelematon vastaus 0 pistettä.) *5p.*

3. *Saniainen* muodostuu rungosta ja sen vasemmalle ja oikealle puolelle juurtuvista alisaniaisista. Esimerkiksi seuraava on saniainen:



Saniainen voidaan kuvata merkkijonona, jossa kutakin rungon yksikköjaksoa merkitään r:llä, ja kunkin alisaniaisen kuvaus kirjataan sen juurtumiskohtaan sulkumerkeissä, joita edeltää v tai o sen mukaan, sijoittuuko alisaniainen rungon vasemmalle vai oikealle puolelle. Esimerkiksi edellisen saniaisen merkkijonoesitys on:
$$rrv(rrv(r)o(r))ro(rr)ro(rv(r)o(r))rrv(ro(r)r)o(r).$$
Laadi saniaismerkkijonojen rakenteen kuvaava yhteydetön kielioppi. *5p.*

4. Olkoon $A \subseteq \Sigma^*$ jokin merkkijonojoukko. Osoita, että jos sekä A että sen komplementti $\bar{A} = \Sigma^* - A$ ovat rekursiivisesti numeroituvia, niin A on rekursiivinen. Päättele tästä, että joukko
$$\{\ P\#x \mid \text{C-ohjelma } P \text{ jää ikuiseen silmukkaan syötteellä } x\ \}$$
ei ole rekursiivisesti numeroituva. *5p.*

Kukin tehtävä 5 p., yhteensä 20 p.

Molemmat osat yhteensä 30 p.