

**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 ratkaisupapereidesi 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 yhteydetömän kielen yhdiste on yhteydetön.
  - (c) Kahden yhteydetömän 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 yhteydetömällä kieliopilla.
  - (g) Turingin koneiden pysähtymisongelma on ratkeava.
  - (h) Jokaisen rekursiivisesti numeroituvan kielen komplementti on rekursiivisesti numeroituva.

2. Minkä seuraavista kielistä kuvaa yhteydetön kielioppi

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

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

*1 piste*

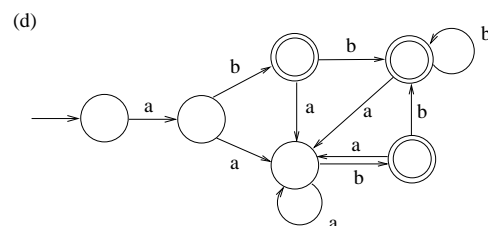
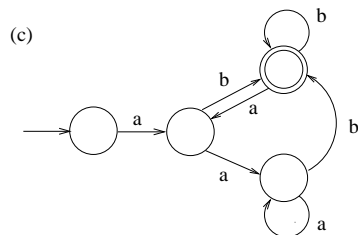
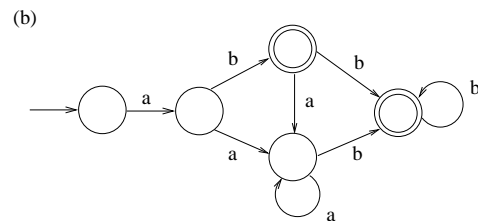
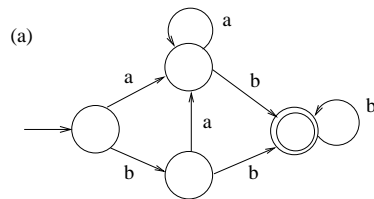
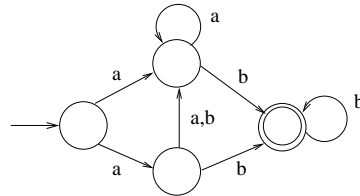
3. Mikä seuraavista säännöllisistä lausekkeista kuvaa kielen

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

- (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  $G = \{ S \rightarrow ASb \mid AS \mid \varepsilon, A \rightarrow aA \mid \varepsilon \}$ . Luettele seuraavien väitteiden osalta järjestyksessä, onko kukin niistä *tos* (*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**

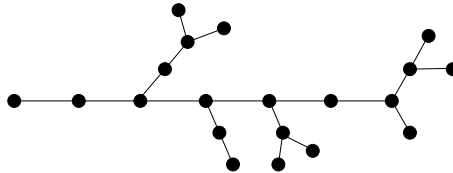
**II Osa**

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 alisaniaisen 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

$$\{P \# x \mid \text{C-ohjelma } P \text{ jää ikuisen silmukkaan syötteellä } x\}$$

ei ole rekursiivisesti numeroituva. 5p.

*Kukin tehtävä 5 p., yhteensä 20 p.*

*Molemmat osat yhteensä 30 p.*