

582206 Laskennan mallit

Erilliskoe 09.04.2010 klo 16–20

Vastuuhenkilö: Juha Kärkkäinen

Kirjoita jokaiseen vastauspaperiin täydellinen nimesi, nimikirjoituksesi ja opiskelijanumerosi tai henkilötunnukseksi sekä kurssin nimi ja kokeen päivämäärä.

1. [6+6 pistettä] Esitä seuraaville aakkoston $\{a, b\}$ kielille säännöllinen lauseke, (deterministinen tai epädeterministinen) äärellinen automaatti ja yhteydetön kielioppi.

- (a) Kieli koostuu kaikista merkkijonoista, joiden pituus *ei* ole kaksi.
(b) Kieli koostuu kaikista vähintään kolmen merkin pituisista merkkijonoista, joiden toinen ja viimeinen merkki ovat samat.

2. [6+6 pistettä] Olkoon aakkosto $\{a, b\}$.

- (a) Muodosta säännöllisestä lausekkeesta

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

epädeterministinen äärellinen automaatti.

- (b) Muunna (a)-kohdassa saamasi epädeterministinen automaatti deterministiseksi.

Käytä kummassakin kohdassa kurssilla esitettyä menetelmää. Menetelmiä ei tarvitse selostaa eikä välivaiheita antaa, kunhan lopputuloksesta selvästi näkee, että se on saatu asianmukaisella menetelmällä.

3. [8+4 pistettä] Määritellään aakkoston $\{0, 1\}$ *tähdettömät säännölliset lausekkeet* seuraavasti:

- ε , 0 ja 1 ovat tähdettömiä säännöllisiä lausekkeita.
- Jos A ja B ovat tähdettömiä säännöllisiä lausekkeita, niin myös $A \circ B$ ja $A \cup B$ ovat.
- Jos A on tähdetön säännöllinen lauseke, niin myös (A) on.
- Ei ole muita tähdettömiä säännöllisiä lausekkeita.

Tähdettömät säännölliset lausekkeet siis muodostavat kielen aakkostossa $\{\varepsilon, 0, 1, (,), \circ, \cup\}$.

- (a) Esitä kielelle yhteydetön kielioppi. Täysiin pisteisiin vaaditaan, että kielioppi on yksiselitteinen.

- (b) Anna kielioppisi mukainen jäsennyyspuu ja vasen johto merkkijonolle $(0 \circ 1 \cup 0) \cup 1$.

4. [6+6 pistettä] Kahden kielen $A \in \Sigma^*$ ja $B \in \Sigma^*$ symmetrinen erotus on kieli

$$A \ominus B = \{w \in A \cup B \mid w \notin A \cap B\}.$$

Toisin sanoen $w \in A \ominus B$, jos w kuuluu täsmälleen yhteen kielistä A ja B .

- (a) Jos tiedetään, että kielet A ja B ovat säännöllisiä, voidaanko päätellä, että $A \ominus B$ on säännöllinen?
(b) Jos tiedetään, että kielet A ja B ovat yhteydettömiä, voidaanko päätellä, että $A \ominus B$ on yhteydetön?

Perustele vastauksesi. Voit käyttää mitä tahansa kurssilla todistettuja tuloksia.

5. [12 pistettä] Mikä on Churchin-Turing teesi? Millaisia perusteluja sille voidaan esittää? Mitä seuraamuksia teesillä on tietojenkäsittelyn tutkimukselle?

English on the other side

582206 Models of Computation

Separate Exam, 09 April 2010 at 16–20

Examiner: Juha Kärkkäinen

Please write on each sheet: your name, signature, student number or identity number, course name, and exam date.

- [6+6 points] For both of the following languages over the alphabet $\{a, b\}$, give a regular expression, a (deterministic or nondeterministic) finite automaton *and* a context-free grammar.
 - The language consists of all strings, whose length is *not* two.
 - The language consists of all strings of length at least three where the second and last character are the same.
- [6+6 points] Let $\{a, b\}$ be the alphabet.
 - Transform the regular expression

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

into an equivalent nondeterministic finite automaton.

- Transform the the nondeterministic automaton of part (a) into an equivalent deterministic finite automaton.

In both parts, use the constructions described in the course book. You don't have to describe the constructions or give any intermediate steps as long as the final answer is clearly a result of the proper construction.

- [8+4 points] Define a *starless regular expression* over the alphabet $\{0, 1\}$ as follows:
 - ε , 0 and 1 are starless regular expressions.
 - If A and B are starless regular expressions, then so are $A \circ B$ and $A \cup B$.
 - If A is a starless regular expression, then so is (A) .
 - There are no other starless regular expressions.

Thus the starless regular expressions form a language over the alphabet $\{\varepsilon, 0, 1, (,), \circ, \cup\}$.

- Give a context-free grammar for the language. For full points, the grammar must be unambiguous.
 - Give a parse tree and a leftmost derivation in your grammar for the string $(0 \circ 1 \cup 0) \cup 1$.
- [6+6 points] The symmetric difference of two languages $A \in \Sigma^*$ and $B \in \Sigma^*$ is the language

$$A \oplus B = \{w \in A \cup B \mid w \notin A \cap B\} .$$

In other words, $w \in A \oplus B$ if w belongs to exactly one of the languages A and B .

- If we know that A and B are regular, can we conclude that $A \oplus B$ is regular?
- If we know that A and B are context-free, can we conclude that $A \oplus B$ is context-free?

Justify your answers. You may use any results from the book.

- [12 points] What is the Church–Turing thesis? What arguments are given to support the thesis? What implications does the thesis have for the research in computer science?

Suomeksi kääntöpuolella