Kertausta 1. kurssikokeeseen

1. kurssikoe on to 22.10. klo 9–12 salissa A111 (tai CK112).

Koealueena johdanto ja säännölliset kielet

- luentokalvot 1–131 ja nämä kertauskalvot
- harjoitukset 1–6
- Sipser, luvut 0 ja 1

Edellisvuosien 1. kurssikokeet ovat hyvää harjoitusmateriaalia.

Henkilökohtaista lisäohjausta tarjolla koeviikolla ennen koetta
(aika ja paikka ilmoitetaan myöhemmin)

- Kysy epäselväksi jääneitä asioita esim. luennoilta tai laskareista.
- Mieti kysymyksesi etukäteen!

Kertausta: Kielet

Kieli L on

- joukko merkkijonoja: $L \subseteq \Sigma^*$ eli $L \in \mathcal{P}(\Sigma^*)$
- *päätösongelman* (kyllä/ei-ongelman) esitys: ne merkkijonot, joiden ollessa syötteenä vastauksen pitäisi olla kyllä.

Kieliluokka on joukko kieliä, joilla on tietty ominaisuus.

Toistaiseksi olemme tutustuneet *säännöllisten kielten luokkaan*.

Kertausta: Säännölliset kielet 1

Kieli on *säännöllinen*, jos ja vain jos

- se voidaan tunnistaa *DFA*:lla (määritelmä)
- se voidaan tunnistaa *NFA*:lla
- se voidaan esittää *säännöllisellä lausekkeella*.

Säännöllisten kielten luokka on *suljettu*

- yhdisteen, konkatenaation ja tähti-operaation suhteen sekä
- leikkauksen, komplementin ja käänteisoperaation suhteen.

Kertausta: Säännölliset kielet 2

Kieli voidaan osoittaa *säännölliseksi*

- *antamalla* DFA, NFA tai säännöllinen lauseke tai
- *sulkeumaominaisuuksien* avulla: esim. jos A ja B ovat säännöllisiä, niin myös $A \cap B$ on säännöllinen.

Kieli voidaan osoittaa *ei-säännölliseksi*

- *osoittamalla*, että sen tunnistavaa DFA:ta tai NFA:ta tai sitä esittävää säännöllistä lauseketta *ei ole olemassa*
- *pumppauslemman* perusteella osoittamalla kieli *ei-pumppautuvaksi*
- *sulkeumaominaisuuksien* avulla: esim. jos A on säännöllinen ja $A \cap B$ on ei-säännöllinen, niin B on ei-säännöllinen.

Kertausta: Pumppauslemma

Kieli L on *pumppautuva*, jos

> **on olemassa** sellainen p, että
> **kaikilla** sellaisilla $s \in L$, että $|s| \geq p$,
> **on olemassa** jako $s = xyz$, jolla
> 1. $xy^iz \in L$ kaikilla $i \in \mathbb{N}$,
> 2. $|y| > 0$ ja
> 3. $|xy| \leq p$.

Pumppauslemma: Jokainen säännöllinen kieli on pumppautuva.

Kieli L on *ei-pumppautuva* ja siis *ei-säännöllinen*, jos

> **kaikilla** p
> **on olemassa** sellainen $s \in A$, että $|s| \geq p$ ja
> **kaikilla** jaoilla $s = xyz$ jokin ehdoista (1)–(3) jää toteutumatta.

On olemassa kieliä, jotka ovat pumppautuvia mutta ei-säännöllisiä.

Kertausta: Äärellinen automaatti 1

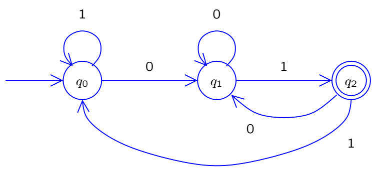
Äärellinen automaatti M

- on yksikertainen *laskentalaite*, jolla on syötteen pituudesta riippumaton *vakiomäärä muistia*
- *hyväksyy* tai *hylkää* merkkijonon
- *tunnistaa* (täsmälleen yhden) kielen $L(M)$
- voi olla *deterministinen* (DFA) tai *epädeterministinen* (NFA)

Kertausta: Äärellinen automaatti 2

Äärellisen automaatin esittäminen

- formaali esitys: $(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$
- tilakaavio:



Laskenta syötteellä w

- formaalisti: *tilajono* $(r_0, \ldots, r_m) \in Q^{m+1}$ ja jono $(w_1, \ldots, w_m) \in \Sigma^n/\Sigma_\varepsilon^m$, joilla $w = w_1 \cdots w_m$, $r_0 = q_0$ ja $r_i = / \in \delta(r_{i-1}, w_i)$ kaikilla $i \in 1, \ldots, m$. Laskenta on hyväksyvä, jos $r_m \in F$.
- epäformaalimmin, kun $w = 10011101$

$$q_0 \xrightarrow{1} q_0 \xrightarrow{0} q_1 \xrightarrow{0} q_1 \xrightarrow{1} q_2 \xrightarrow{1} q_0 \xrightarrow{0} q_1 \xrightarrow{1} q_2$$

Kertausta: DFA ja NFA

DFA	NFA
deterministinen	epädeterministinen
$\delta(q, a) \in Q$	$\delta(q, a) \subseteq Q$
ei ε-siirtymiä	ε-siirtymiä
aina täsmälleen yksi laskenta	nolla, yksi tai monta laskentaa (laskentapuu)
hyväksyy, jos *ainoa* laskenta päättyy hyväksyvään tilaan	hyväksyy, jos *jokin* laskenta päättyy hyväksyvään tilaan
muunnos NFA:ksi triviaali	muunnos DFA:ksi mahdollinen, mutta tilojen määrä voi kasvaa eksponentiaalisesti

Kertausta: Säännölliset lausekkeet

Säännöllinen lauseke R

- *esittää* (tai kuvaa) kielen $L(R)$.
- on *kaava*, joka kertoo, kuinka kieli voidaan muodostaa operaatioiden $\cup$, $\circ$ ja * avulla perusosista $\emptyset$, ε ja $a \in \Sigma$.

Kertausta: Muunnoksia

Kieli voidaan kuvata

- *sanallisesti*: "0:lla alkavat aakkoston $\{0,1\}$ jonot"
- *joukkona*: $\{0w \mid w \in \{0,1\}^*\}$
- muodostettuna *operaatioilla* muista kielistä: $\{0\} \circ \{0,1\}^*$
- *DFA*:na, *NFA*:na tai *säännöllisenä lausekkeena* (jos se on säännöllinen).

Seuraaviin muunnoksiin kuvaustapojen välillä on olemassa mekaaninen algoritmi:

- säännöllinen lauseke $\longrightarrow$ NFA
- NFA $\longrightarrow$ DFA
- DFA $\longrightarrow$ säännöllinen lauseke
- DFA:t + operaatiot $\cap$, $\overline{}$ ja $^{\mathcal{R}}$ $\longrightarrow$ DFA

Sanallisen kuvauksen ja joukkoesityksen muunnoksiin ei ole yleispätevää algoritmia.