

(lõplikud) AUTOMAADID

"Finite State Machine" — FSM

"Automation"

abstraktne automaat A on 5 komponendiga kooslus:

$$A = \{ S, I, O, \delta, \lambda \}$$

abstraktne automaat on mingi reaalse automaadi **kirjeldus**.

Teda võib pidada (mingi reaalselt võimaliku automaadi) *matemaatiliseks mudeliks*.

abstraktne automaat (ehk automaadi kirjeldus) koosneb

3 hulgast ja 2 funktsioonist:

S — olekute hulk

I — sisendtähtede hulk (*sisendalfabeet*)

O — väljundtähtede hulk (*väljundalfabeet*)

δ — üleminekufunktsioon

λ — väljundfunktsioon

"lõplik automaat" (*finite state machine*) — olekute arv / hulk S on **lõplik**.
(automaadil on *lõplik arv* olekuid)

Kõik reaalselt eksisteerivad automaadid on *lõplikud*.

(*lõpmatu* olekute hulgaga automaat on ainult teoreetiline ja meid ei huvita)

Töötamise ajal automaat liigub sisendtähtede toimel oma **olekute** vahel ja väljastab seejuures **väljundtähti**.

üleminekufunktsioon δ määrab, kuidas automaat liigub oma olekute vahel. Järgmine olek oleneb praegusest olekust ja saabuvast sisendtähest:
sisendtähe toimel automaat astub praegusest olekust ära mujale oma olekusse

väljundfunktsioon λ määrab, kuidas automaat väljastab **väljundtähti** ehk kirjeldab kõikvõimalikud väljundreaktsioonid, **mida** automaat oma töötamise ajal väljastab ja **millal** väljastab.

Mealy' ja Moore'i automaat

Mealy' automaat ja *Moore'i automaat* erinevad (ainult) väljundtähtede genereerimise poolest.

Mealy' automaat väljastab mingi väljundtähe oma igal olekutevahelisel üleminekul.

Mealy' automaadi väljund oleneb ta töötamise sammudel seega kahest asjaolust:

praegusest olekust ja (selles olekus viibimise ajal) saabuvast sisendtähest:

$$\lambda: S \times I \rightarrow O$$

Moore'i automaat väljastab igas oma olekus olles mingit väljundtähte:

$$\lambda: S \rightarrow O$$

Moore'i automaadi väljund oleneb seega ainult automaadi olekust (kusjuures pole oluline, kuidas automaat sattus sellesse olekusse).

Abstraktne automaat on määratud (esitatud), kui on teada tema kõik 5 komponenti.

Järgnevalt on esitatud mingi suvaline Mealy' automaat, millel on

3 olekut, 4 sisendtähte ja 2 väljundtähte:

$$S = \{ 1, 2, 3 \}$$

$$I = \{ a, b, c, d \}$$

$$O = \{ x, y \}$$

Üleminekufunktsioon δ ja väljundfunktsioon λ on eelistatuim esitada tabelitena:

$S \setminus I$	a	b	c	d
1	2	2	3	1
2	1	2	1	2
3	3	2	1	2

δ :

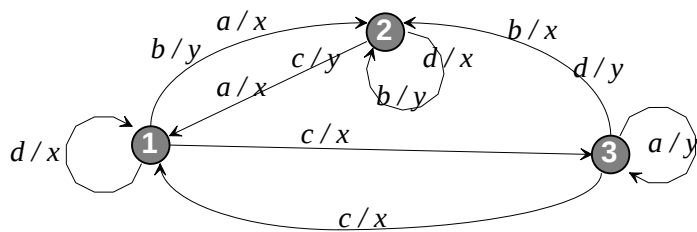
$S \setminus I$	a	b	c	d
1	x	y	x	x
2	x	y	y	x
3	y	x	x	y

λ :

see eelnev näiteautomaat on siinkohal esitatud kontekstivabalt, s.t. pole teada ega pole oluline mida kasulikku tegevust see automaat teeb

automaadi ESITUS GRAAFINA

Teine hea ülevaatlikkusega automaadi esitusviis on **graaf** :



sama Mealy' automaadi graafesitus

automaadi HULKADE KODEERIMINE

Automaadi realiseerimisel digitaalseadmena esitavad tema olekuid, sisendtähti ja väljundtähti **kahendkoodid**.

Kõigi 3 hulga kõik elemendid tuleb seega **2ndkodeerida** — määrata iga oleku ja iga sisendtähe ja iga väljundtähe esindajaks üks (selle tähestiku ulatuses unikaalne) **kahendkood**.

Aparatuurselt realiseeritud automaadis hoitakse tema olekut salvestavat 2ndkoodi (olekukoodi) *elementaarsetes mälulementides* — **trigerites**.

Iga *triger* salvestab olekukoodi ühe 2ndjärgu (ühe *biti*).

Sisendtäht saabub ja **väljundtäht väljastatakse** realiseeritud automaadis samuti 2ndkoodina.

Sisendkoodi ega **väljundkoodi** ennast automaadis kuhugi mällu ei salvestata.

Loogikaskeemid automaadi koosseisus

üleminekufunktsioon ja *väljundfunktsioon* realiseeritakse **loogikaskeemidena**.

Üleminekufunktsioon δ leiab jooksva olekukoodi ja saabuva sisendi põhjal uue olekukoodi.

Kui automaadi trigeritesse on leitud / salvestatud uus *olekukood*, siis automaat ongi seeläbi "liikunud" uude olekusse.

Automaadi uus olek sõltub seega alati kahest asjast (paarist) :

praegusest olekust ja saabunud sisendist / **sisendmõjutusest**.

Uue olekukoodi iga üksik 2ndjark arvutatakse eraldi oma loogikafunktsiooniga ja salvestatakse ühte trigerisse.

Mealy' automaadi *väljundfunktsioon* λ leiab jooksva olekukoodi ja saabuva sisendi põhjal väljundkoodi.

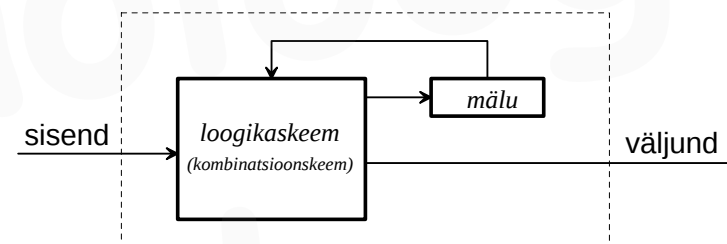
Seega oleneb Mealy' automaadi väljund samast kahest asjast (paarist): **praegusest olekust** ja saabunud sisendist / **sisendmõjutusest**.

Moore'i automaadi väljundfunktsioon λ leiab väljundkoodi ainult jooksva olekukoodi põhjal (kuna Moore'i automaadi väljund oleneb ainult olekust).

Väljundkoodi iga üksik 2ndjark arvutatakse eraldi oma loogikafunktsiooniga. (üks loogikafunktsioon väljundkoodi iga üksiku 2ndjärgu jaoks)

Kui automaadi hulga **S I O** on juba 2ndkodeeritud (ehk abstraktsetele olekutele, sisendtähtedele ja väljundtähtedele on omistatud unikaalsed 2ndkoodid) siis automaat ei ole enam *abstraktne*.

Automaadi aparatuurne realisatsioon osutub seega **mäluga loogikaskeemiks**:



Automaat "teab" midagi oma minevikust, kombinatsioonskeem mitte.

Automaat mäletab minevikku "olekute abil" — iga konkr. *olek* tähendab mingit kindlat minevikku.

Mida rohkem / kaugemale peab automaat mäletama oma töötamise minevikku, seda rohkem peab talle olema planeeritud erinevaid olekuid (ehk seda suurem on hulk **S**)