

# Kræsjkurs INF235



Steinar Simonnes og Carina Seidel

Institutt for Informatikk  
Universitetet i Bergen

22 Mai 2024

# Kræsjkurs!



Steinar Simonnes og Carina Seidel

Institutt for Informatikk  
Universitetet i Bergen

22 Mai 2024

## Automatateori

- Deterministisk automata
- Ikke-deterministisk automata
- Pushdownautomataer
- Turingmaskiner

## Formelle språk

- Regulære språk
- Kontekstfrie språk
- Kontekstsensitive språk
- Grammatikk

## Avgjørbarhet

- Semi-avgjørbarhet
- Halteproblemet

## Avgjørbarhet

- Semi-avgjørbarhet
- Halteproblemet

## Kompleksitet

- Klassene P og NP
- Turingreduksjoner
- NP-Kompletthet
- Minnekompleksitet

## Alt det andre

- $\exists^P$  og  $\forall^P$
- $\Sigma^P$  og  $\Pi^P$
- Det generaliserte halteproblemet

## Hvordan programmere en kaffemaskin?

Eksempel på bruksprosess,  
når brukeren velger

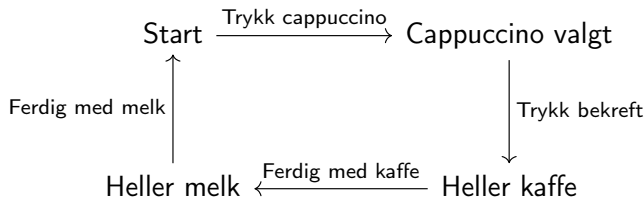
Cappuccino:

1. Bruker velger Cappuccino
2. Bruker bekrefter valget
3. Maskin heller oppi kaffe
4. Maskin heller oppi melk
5. Tilbake til start

## Hvordan programmere en kaffemaskin?

Eksempel på bruksprosess,  
når brukeren velger  
Cappuccino:

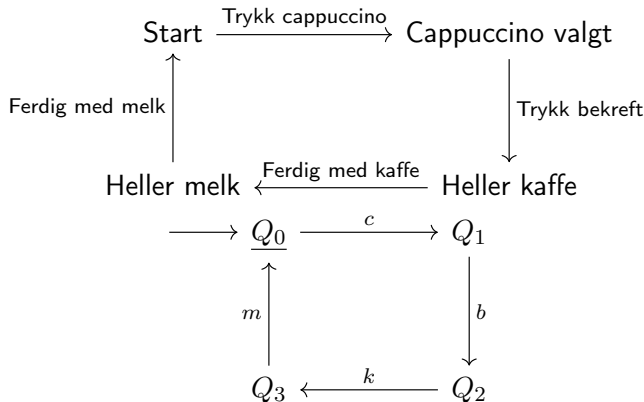
1. Bruker velger Cappuccino
2. Bruker bekrefter valget
3. Maskin heller oppi kaffe
4. Maskin heller oppi melk
5. Tilbake til start



# Hvordan programmere en kaffemaskin?

Eksempel på bruksprosess,  
når brukeren velger  
Cappuccino:

1. Bruker velger Cappuccino
2. Bruker bekrefter valget
3. Maskin heller oppi kaffe
4. Maskin heller oppi melk
5. Tilbake til start



## Definition (Deterministisk Endelig Tilstandsmaskin / DFA)

En Deterministisk Endelig Tilstandsmaskin  $M$  er en 5-tupplel  $M := (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ , der

- $Q$  er et sett tilstander
- $\Sigma$  er et 'alfabet' av gyldige karakterer
- $\delta : Q \times \Sigma \rightarrow Q$  er en funksjon som regner ut neste tilstand
- $q_0$  er starttilstanden
- $F \subseteq Q$  er et sett 'ønskede' tilstander

## Definition (Deterministisk Endelig Tilstandsmaskin / DFA)

En Deterministisk Endelig Tilstandsmaskin  $M$  er en 5-tupel  $M := (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ , der

- $Q$  er et sett tilstander
- $\Sigma$  er et 'alfabet' av gyldige karakterer
- $\delta : Q \times \Sigma \rightarrow Q$  er en funksjon som regner ut neste tilstand
- $q_0$  er starttilstanden
- $F \subseteq Q$  er et sett 'ønskede' tilstander

Kaffemaskinen vår:

$K := (Q, \Sigma, \delta, Q_0, F)$ , der

$Q := \{Q_0, Q_1, Q_2, Q_3\}$

$\Sigma := \{c, b, k, m\}$

$F := \{Q_0\}$

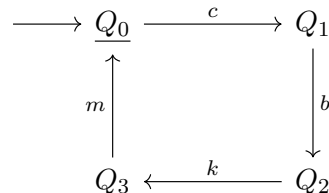
$$\delta(Q_0, c) = Q_1$$

$$\delta(Q_1, b) = Q_2$$

$$\delta(Q_2, k) = Q_3$$

$$\delta(Q_3, m) = Q_0$$

$$\delta(\_, \_) = \perp$$





## Språket til en DFA

Vi trenger en mer formell definisjon for hva vi mener med et 'gyldig' input til en DFA.

### Definition (Transitiv Tillukning / Transitive Closure)

$$\delta^* : Q \times \Sigma^* \rightarrow Q$$

$$\delta^*(q, \epsilon) = q$$

$$\delta^*(q, w_1 w_2 \dots w_n) = \delta^*(\delta(q, w_1), w_2 w_3 \dots w_n)$$

## Språket til en DFA

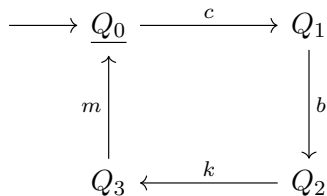
Vi trenger en mer formell definisjon for hva vi mener med et 'gyldig' input til en DFA.

### Definition (Transitiv Tillukning / Transitive Closure)

$$\delta^* : Q \times \Sigma^* \rightarrow Q$$

$$\delta^*(q, \epsilon) = q$$

$$\delta^*(q, w_1 w_2 \dots w_n) = \delta^*(\delta(q, w_1), w_2 w_3 \dots w_n)$$



Eksempler:

$$\delta^*(Q_0, "cbkm")$$

## Språket til en DFA

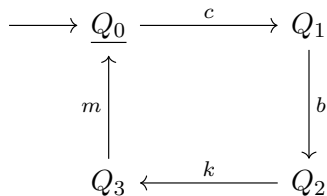
Vi trenger en mer formell definisjon for hva vi mener med et 'gyldig' input til en DFA.

### Definition (Transitiv Tillukning / Transitive Closure)

$$\delta^* : Q \times \Sigma^* \rightarrow Q$$

$$\delta^*(q, \epsilon) = q$$

$$\delta^*(q, w_1 w_2 \dots w_n) = \delta^*(\delta(q, w_1), w_2 w_3 \dots w_n)$$



Eksempler:

$$\delta^*(Q_0, "cbkm") = Q_0 \checkmark$$

## Språket til en DFA

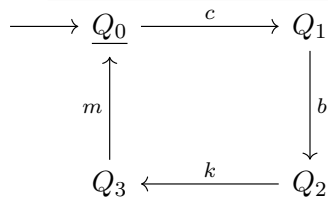
Vi trenger en mer formell definisjon for hva vi mener med et 'gyldig' input til en DFA.

### Definition (Transitiv Tillukning / Transitive Closure)

$$\delta^* : Q \times \Sigma^* \rightarrow Q$$

$$\delta^*(q, \epsilon) = q$$

$$\delta^*(q, w_1 w_2 \dots w_n) = \delta^*(\delta(q, w_1), w_2 w_3 \dots w_n)$$



Eksempler:

$$\delta^*(Q_0, "cbkm") = Q_0 \checkmark$$

$$\delta^*(Q_0, "cbkmc bkm")$$

## Språket til en DFA

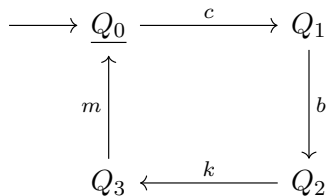
Vi trenger en mer formell definisjon for hva vi mener med et 'gyldig' input til en DFA.

### Definition (Transitiv Tillukning / Transitive Closure)

$$\delta^* : Q \times \Sigma^* \rightarrow Q$$

$$\delta^*(q, \epsilon) = q$$

$$\delta^*(q, w_1 w_2 \dots w_n) = \delta^*(\delta(q, w_1), w_2 w_3 \dots w_n)$$



Eksempler:

$$\delta^*(Q_0, "cbkm") = Q_0 \checkmark$$

$$\delta^*(Q_0, "cbkmc bkm") = Q_0 \checkmark$$

## Språket til en DFA

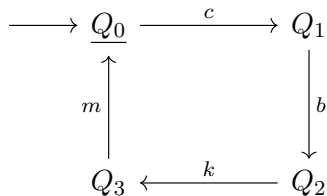
Vi trenger en mer formell definisjon for hva vi mener med et 'gyldig' input til en DFA.

### Definition (Transitiv Tillukning / Transitive Closure)

$$\delta^* : Q \times \Sigma^* \rightarrow Q$$

$$\delta^*(q, \epsilon) = q$$

$$\delta^*(q, w_1 w_2 \dots w_n) = \delta^*(\delta(q, w_1), w_2 w_3 \dots w_n)$$



Eksempler:

$$\delta^*(Q_0, "cbkm") = Q_0 \checkmark$$

$$\delta^*(Q_0, "cbkmc bkm") = Q_0 \checkmark$$

$$\delta^*(Q_0, "cb")$$

## Språket til en DFA

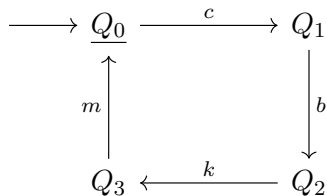
Vi trenger en mer formell definisjon for hva vi mener med et 'gyldig' input til en DFA.

### Definition (Transitiv Tillukning / Transitive Closure)

$$\delta^* : Q \times \Sigma^* \rightarrow Q$$

$$\delta^*(q, \epsilon) = q$$

$$\delta^*(q, w_1 w_2 \dots w_n) = \delta^*(\delta(q, w_1), w_2 w_3 \dots w_n)$$



Eksempler:

$$\delta^*(Q_0, "cbkm") = Q_0 \checkmark$$

$$\delta^*(Q_0, "cbkmc bkm") = Q_0 \checkmark$$

$$\delta^*(Q_0, "cb") = Q_2 \times$$

## Språket til en DFA

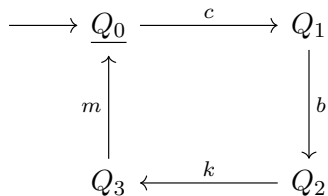
Vi trenger en mer formell definisjon for hva vi mener med et 'gyldig' input til en DFA.

### Definition (Transitiv Tillukning / Transitive Closure)

$$\delta^* : Q \times \Sigma^* \rightarrow Q$$

$$\delta^*(q, \epsilon) = q$$

$$\delta^*(q, w_1 w_2 \dots w_n) = \delta^*(\delta(q, w_1), w_2 w_3 \dots w_n)$$



Eksempler:

$$\delta^*(Q_0, "cbkm") = Q_0 \checkmark$$

$$\delta^*(Q_0, "cbkmc bkm") = Q_0 \checkmark$$

$$\delta^*(Q_0, "cb") = Q_2 \times$$

$$\delta^*(Q_0, "cbkc")$$



## Språket til en DFA

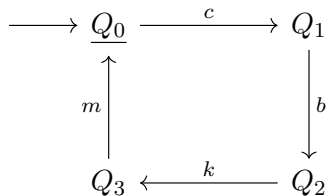
Vi trenger en mer formell definisjon for hva vi mener med et 'gyldig' input til en DFA.

### Definition (Transitiv Tillukning / Transitive Closure)

$$\delta^* : Q \times \Sigma^* \rightarrow Q$$

$$\delta^*(q, \epsilon) = q$$

$$\delta^*(q, w_1 w_2 \dots w_n) = \delta^*(\delta(q, w_1), w_2 w_3 \dots w_n)$$



Eksempler:

$$\delta^*(Q_0, "cbkm") = Q_0 \checkmark$$

$$\delta^*(Q_0, "cbkmc bkm") = Q_0 \checkmark$$

$$\delta^*(Q_0, "cb") = Q_2 \times$$

$$\delta^*(Q_0, "cbkc") = \perp \times$$

## Språket til en DFA

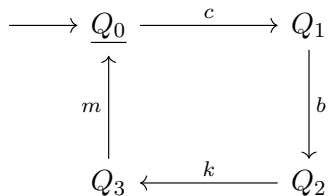
Vi trenger en mer formell definisjon for hva vi mener med et 'gyldig' input til en DFA.

### Definition (Transitiv Tillukning / Transitive Closure)

$$\delta^* : Q \times \Sigma^* \rightarrow Q$$

$$\delta^*(q, \epsilon) = q$$

$$\delta^*(q, w_1 w_2 \dots w_n) = \delta^*(\delta(q, w_1), w_2 w_3 \dots w_n)$$



Eksempler:

$$\delta^*(Q_0, "cbkm") = Q_0 \checkmark$$

$$\delta^*(Q_0, "cbkmc bkm") = Q_0 \checkmark$$

$$\delta^*(Q_0, "cb") = Q_2 \times$$

$$\delta^*(Q_0, "cbkc") = \perp \times$$

Språket til kaffemaskinen:  
 $L(K) = \{(cbkm)^n \mid n \in \mathbb{N}\}$

















































































