

# Rubik's Cube

## Netværk og Algoritmer

A215

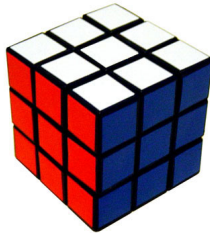
Aalborg Universitet

22. juni 2010

- ▶ Ungarn
- ▶ 1944
- ▶ Ingeniør

# Rubik's Terningen

- ▶ 27 cubies
- ▶ 6 faces
- ▶ 9 facelets

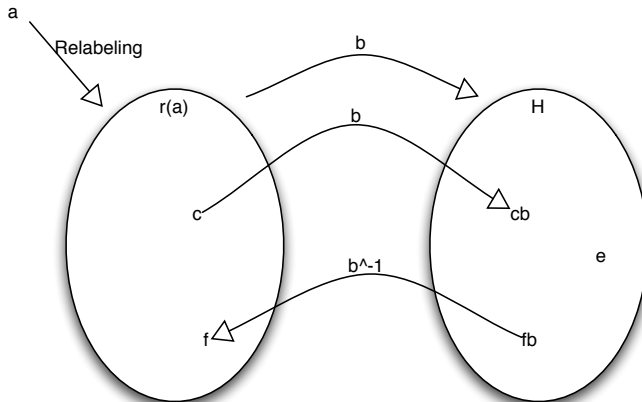


- ▶ How have the upper and lower bounds of the Rubik's Cube progressed and how have they been proven?
- ▶ How efficient is Kociemba's optimal solver compared to beginner's algorithm and how can this be tested?

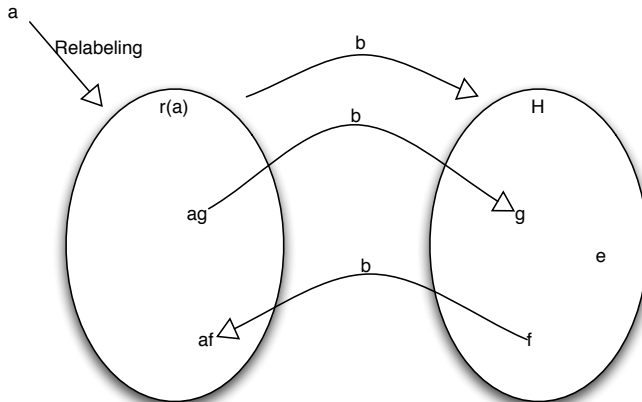


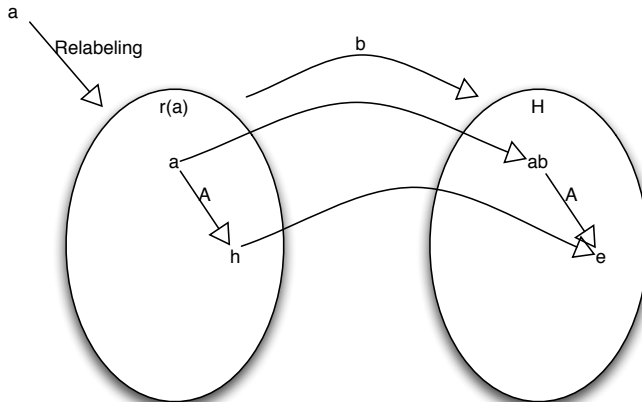
- ▶ Gruppe definition
  - ▶ (*set, operator*)
- ▶ Rubik's gruppen
  - ▶  $M_1 * M_2 \in G$
  - ▶ Tomt move:  $e * M = M$
  - ▶ Invers move:  $M$  og  $M'$
  - ▶ Associative lov:  $(M_1 * M_2) * M_3 = M_1 * (M_2 * M_3)$
- ▶ Undergruppe

- ▶ Den øvre grænse
  - ▶ 22
  - ▶ Rokicki's set solver
- ▶ Den nedre grænse
  - ▶ 20
  - ▶ Super flip
- ▶ Fremtiden

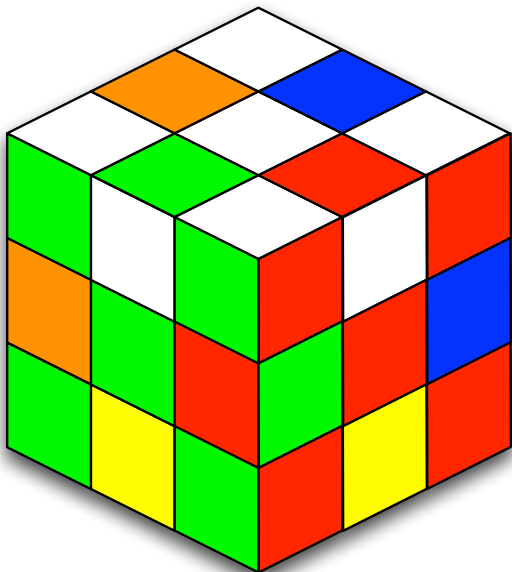


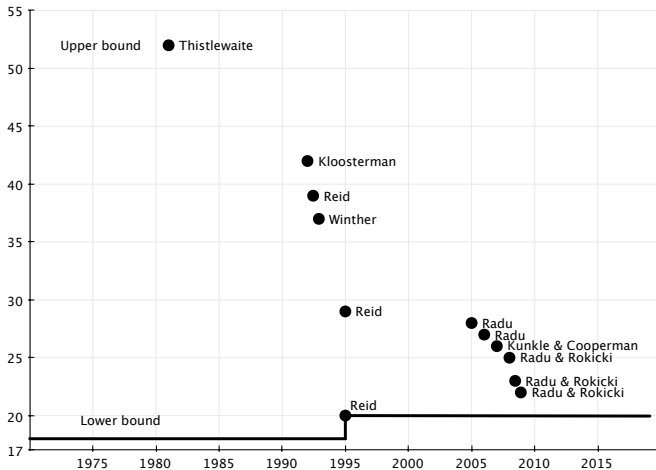






# Den Nedre Grænse





- ▶ Funktionalitet
- ▶ Implementeringen
  - ▶ Ikke analyserende
  - ▶ Lineær eksekvering
- ▶ Effektivisering
  - ▶ Flere algoritmer
  - ▶ Forskellige udgangspunkter

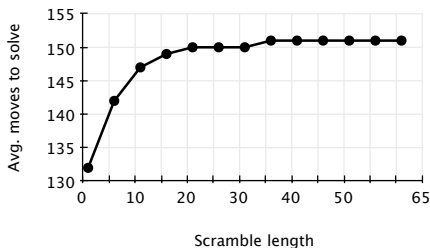
- ▶ Funktionalitet
  - ▶ Undergruppen H
  - ▶ Bredde først søge algoritme
- ▶ Problemstillinger ved implementeringen
  - ▶ Langsom
  - ▶ Manglende opslag
- ▶ Effektivisering
  - ▶ Flere H'er
  - ▶ Nogle opslag

# Demonstration

Rubik's Cube

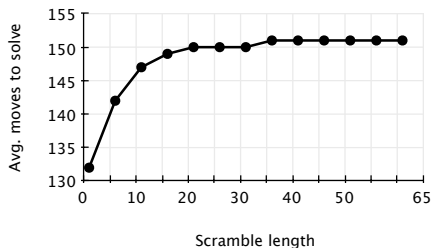
A215

- ▶ Begynderens algoritme
  - ▶ 10.000.000 løste terninger
  - ▶ 50 scrambles per terning
  - ▶ 152 træk i gennemsnit
  - ▶ Løsning på under et millisekund

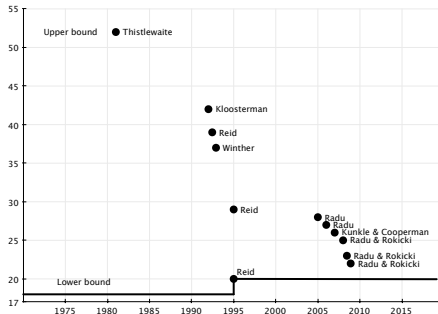




- ▶ Kociemba's optimal solver
  - ▶ Altid optimal løsning (jf. den øvre grænse)
  - ▶ Lang tid for hver løsning
  - ▶ Altid løsning inden for 18 millioner år



- ▶ How have the upper and lower bounds of the Rubik's Cube progressed and how have they been proven?
  - ▶ Den øvre grænse er bevist med Rokicki's set solver.
  - ▶ Den nedre grænse bevist ved test.



- ▶ How efficient is Kociemba's optimal solver compared to beginner's algorithm and how can this be tested?
  - ▶ Twist-wise
    - ▶ Begynderens bruger i snit 151 træk
    - ▶ Kociemba's bruger altid under 22 træk
  - ▶ Time-wise
    - ▶  $1,2 \cdot 10^{18}$
  - ▶ Computer tests

- ▶ Projektplanlægning
  - ▶ Gruppesarbejde
  - ▶ To mands grupper
- ▶ Rettelser løbende
- ▶ Samarbejde med vejleder
- ▶ Læringsmål

