

Rubik's Cube

Netværk og Algoritmer

A215

Aalborg Universitet

23. juni 2010

Rubik's Cube

Forside

Introduktion

Problemformulering

Programoversigt

Gruppeteori

Grænses

Begynderalgoritmen

Kociembas
Optimale Løser

Demonstration

Konklusion

Opsamling

-

Rubik's Cube

Forside

Introduktion

Problemformulering

Programoversigt

Gruppeteori

Grænser

Begynderalgoritmen

Kociembas
Optimale Løser

Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

-
- A 3x3x3 Rubik's cube is shown from an isometric perspective. The top face is white, the front face is red, and the right face is blue. The cube is composed of 27 smaller cubes, with the outer layer being visible. The edges and corners are clearly defined by black lines.

- ▶ Fællesskaber
 - ▶ Time-wise
 - ▶ Twist-wise
- ▶ Algoritmer
 - ▶ Begynder algoritmen
 - ▶ Kociemba's optimale løser

Forside

Introduktion

Problemformulering

Programoversigt

Gruppeteori

Grænser

Begynderalgoritmen

Kociembas
Optimale Løser

Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

- ▶ 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?

Programoversigt

- ▶ Gruppeteori
- ▶ Grænser
- ▶ Begynderalgoritmen
- ▶ Kociembas optimale løser
- ▶ Demonstration
- ▶ Resultater
- ▶ Konklusion
- ▶ Procesanalyse

Forside

Introduktion

Problemformulering

Programoversigt

Gruppeteori

Grænser

Begynderalgoritmen

Kociembas
Optimale Løser

Demonstration

Resultater

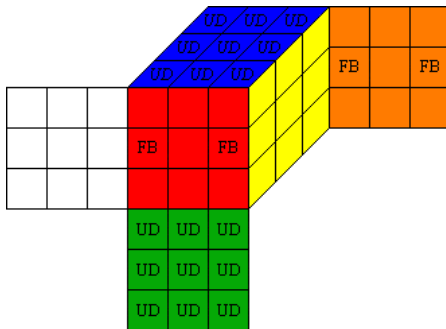
Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

- ▶ 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
 - ▶ H-gruppen
 - ▶ Alle cubies har korrekt orientation
 - ▶ Cubies i midterlag
 - ▶ Lukket under: "U, U', U2, D, D', D2, R2, L2, F2, B2"



Forside

Introduktion

Problemformulering

Programoversigt

Gruppeteori

Grænser

Begynderalgoritmen

Kociembas
Optimale Løser

Demonstration

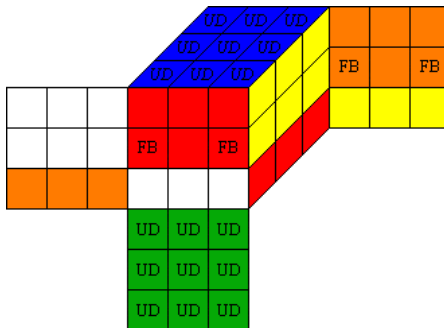
Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

- ▶ Undergruppe
 - ▶ H-gruppen
 - ▶ Alle cubies har korrekt orientation
 - ▶ Cubies i midterlag
 - ▶ Lukket under: "U, U', U2, D, D', D2, R2, L2, F2, B2"



Forside

Introduktion

Problemformulering

Programoversigt

Gruppeteori

Grænser

Begynderalgoritmen

Kociembas
Optimale Løser

Demonstration

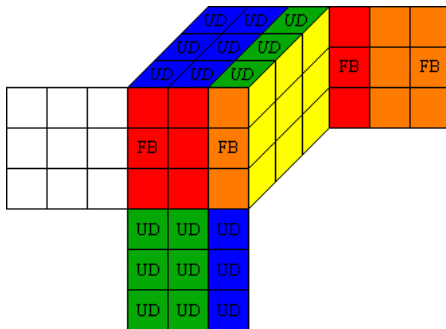
Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

- ▶ Undergruppe
 - ▶ H-gruppen
 - ▶ Alle cubies har korrekt orientation
 - ▶ Cubies i midterlag
 - ▶ Lukket under: "U, U', U2, D, D', D2, R2, L2, F2, B2"



Forside

Introduktion

Problemformulering

Programoversigt

Gruppeteori

Grænser

Begynderalgoritmen

Kociembas
Optimale Løser

Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

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

Forside

Introduktion

Problemformulering

Programoversigt

Gruppeteori

Grænser

Begynderalgoritmen

Kociembas

Optimale Løser

Demonstration

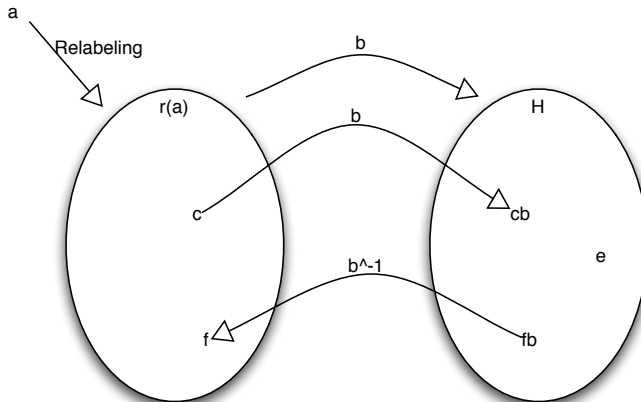
Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

Den Øvre Grænse



Forside

Introduktion

Problemformulering

Programoversigt

Gruppeteori

Grænser

Begynderalgoritmen

Kociembas
Optimale Løser

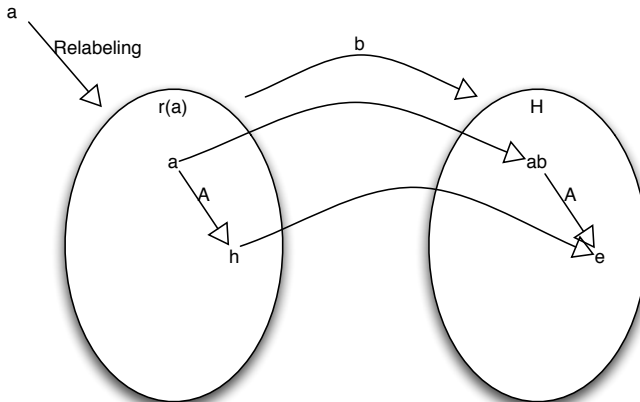
Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling



Forside

Introduktion

Problemformulering

Programoversigt

Gruppeteori

Grænser

Begynderalgoritmen

Kociembas
Optimale Løser

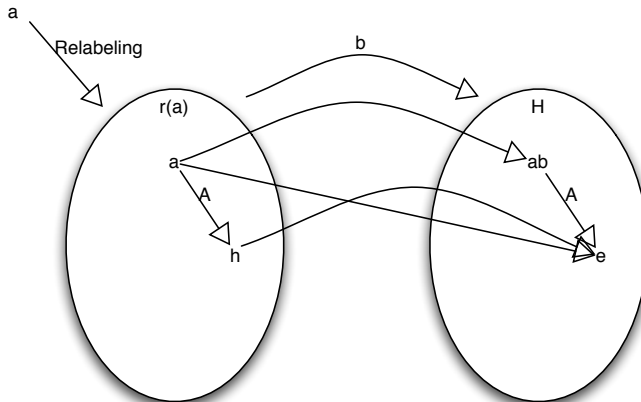
Demonstration

Resultater

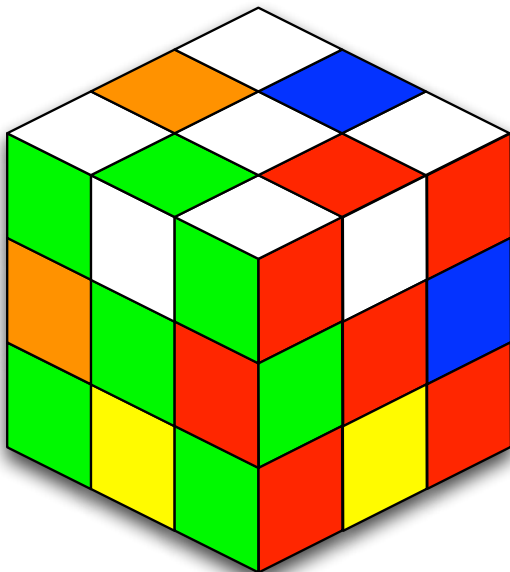
Konklusion

Procesanalyse

Opsamling



Den Nedre Grænse



Rubik's Cube

A215

Forside

Introduktion

Problemformulering

Programoversigt

Gruppeteori

Grænser

Begynderalgoritmen

Kociembas
Optimale Løser

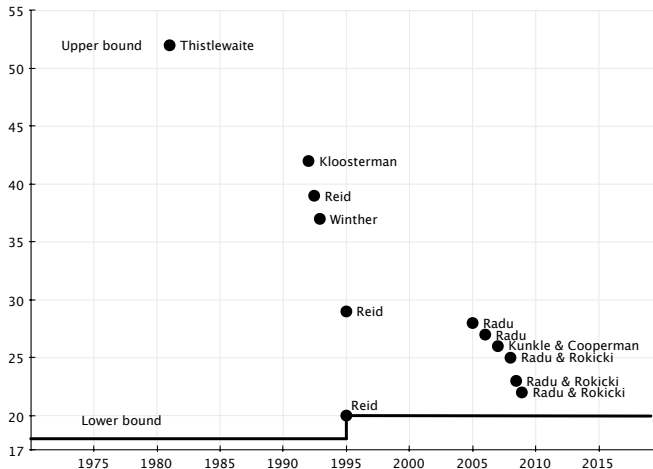
Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling



Forside

Introduktion

Problemformulering

Programoversigt

Gruppeteori

Grænser

Begynderalgoritmen

Kociembas

Optimale Løser

Demonstration

Resultater

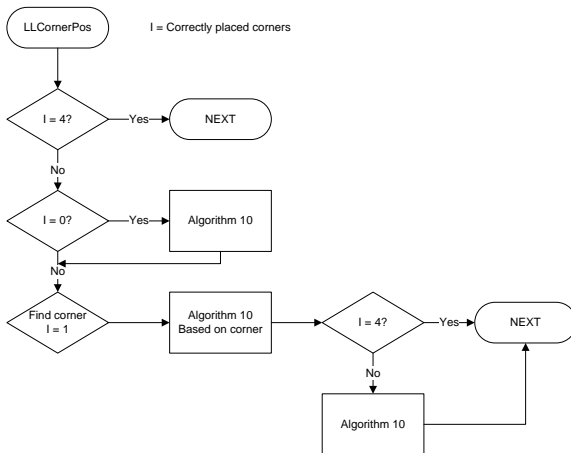
Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

Begynderalgoritmen

- Funktionalitet
 - Opdelt i 5 trin



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

Forside

Introduktion

Problemformulering

Programoversigt

Gruppeteori

Grænser

Begynderalgoritmen

Kociembas

Optimale Løser

Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

Forside

Introduktion

Problemformulering

Programoversigt

Gruppeteori

Grænser

Begynderalgoritmen

Kociembas
Optimize Løser

Demonstration

Resultater

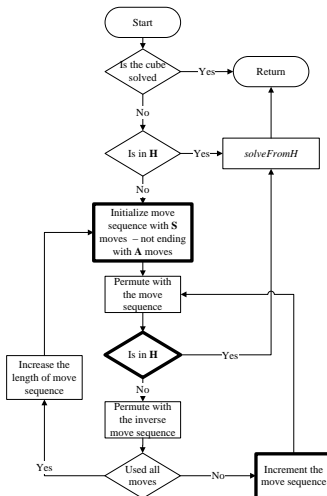
Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

► Funktionalitet

- Undergruppen H
- Bredde først søge algoritme



Kociembas Optimale Løser

Rubik's Cube

A215

Forside

Introduktion

Problemformulering

Programoversigt

Gruppeteori

Grænser

Begynderalgoritmen

Kociembas
Optimale Løser

Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

- ▶ Problemstillinger ved implementeringen
 - ▶ Manglende opslag
 - ▶ Langsom
- ▶ Effektivisering
 - ▶ Flere H'er
 - ▶ Nogle opslag

Demonstration

Rubik's Cube

A215

Forside

Introduktion

Problemformulering

Programoversigt

Gruppeteori

Grænser

Begynderalgoritmen

Kociembas

Optimale Løser

Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

Resultater

- ▶ Computertests
- ▶ Begynderalgoritmen
- ▶ Kociemba's optimale løser

Forside

Introduktion

Problemformulering

Programoversigt

Gruppeteori

Grænser

Begynderalgoritmen

Kociembas
Optimale Løser

Demonstration

Resultater

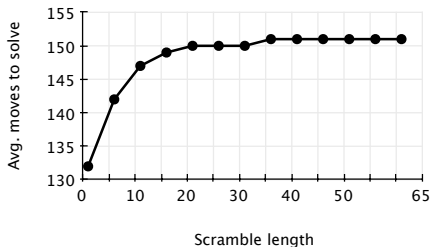
Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

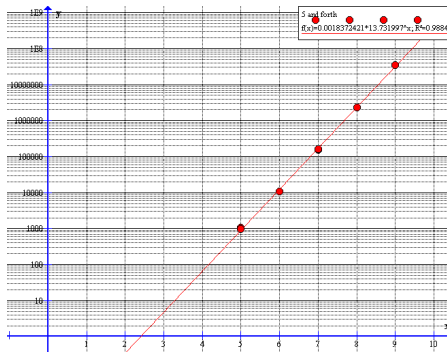
Begynderalgoritmen

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

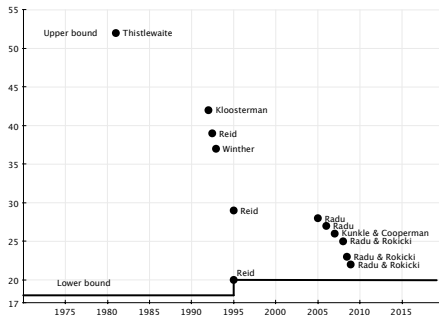


Kociemba's optimal solver

- ▶ Altid optimal løsning
- ▶ Lang tid for hver løsning
 - ▶ Altid løsning inden for 18 millioner år
 - ▶ I H findes altid en løsning inden 256 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.



Forside

Introduktion

Problemformulering

Programoversigt

Gruppeteori

Grænser

Begynderalgoritmen

Kociembas
Optimale Løser

Demonstration

Resultater

Konklusion

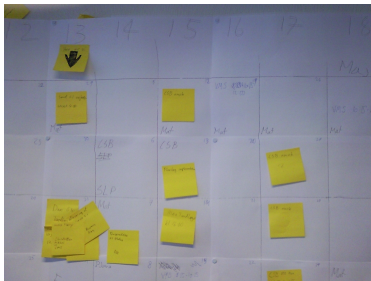
Procesanalyse

Opsamling

- ▶ How efficient is Kociemba's optimal solver compared to beginner's algorithm and how can this be tested?
 - ▶ Twist-wise
 - ▶ Vores begynderalgoritme bruger i snit 151 træk
 - ▶ Vores Kociemba bruger højst 22 træk
 - ▶ Time-wise
 - ▶ Vores begynderalgoritme bruger under 1 ms
 - ▶ Vores Kociemba bruger op til 18 mio. år
 - ▶ Computertests
 - ▶ Computerimplementering af løsningsalgoritmer

Procesanalyse

- ▶ Projektplanlægning
 - ▶ Roller
 - ▶ Kalender
 - ▶ Rettelser løbende
- ▶ Gruppesarbejde
 - ▶ To mands grupper
 - ▶ Mødetid
 - ▶ Fælles Pauser
- ▶ Samarbejde med vejleder
- ▶ Læringsmål



Opsamling

Introduktion

Problemformulering

Gruppeteori

Grænser

Begynderalgoritmen

Kociembas Optimale Løser

Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Rubik's Cube

A215

Forside

Introduktion

Problemformulering

Programoversigt

Gruppeteori

Grænser

Begynderalgoritmen

Kociembas
Optimale Løser

Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling