

Forside

Introduktion

Ernö Rubik

Rubik's Terningen

Problem

Formulering

Programoversigt

Gruppe Teori

Grænser

Den Øvre Grænse

Den Nedre Grænse

Fremtiden

Begynderens

Algoritme

Kociemba's

Optimale Løser

Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

Rubik's Cube

Netværk og Algoritmer

A215

Aalborg Universitet

23. juni 2010

- ▶ Ungarn
- ▶ 1944
- ▶ Ingeniør
- ▶ Patent i 1977

Forside

Introduktion

Ernö Rubik

Rubik's Terningen

Problem

Formulering

Programoversigt

Gruppe Teori

Grænser

Den Øvre Grænse

Den Nedre Grænse

Fremtiden

Begynderens

Algoritme

Kociemba's

Optimale Løser

Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

A215

Forside

Introduktion

Ernö Rubik

Rubik's Terningen

Problem

Formulering

Programoversigt

Gruppe Teori

Grænser

Begynderens

Algorithme

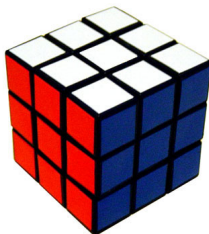
Kociemba's

Optimale Løser

Demonstration

Resultater

Konklusion



Problem Formulering

Forside

Introduktion

Ernő Rubik

Rubik's Terningen

**Problem
Formulering**

Programoversigt

Gruppe Teori

Grænser

Den Øvre Grænse

Den Nedre Grænse

Fremtiden

Begynderens
Algoritme

Kociemba's
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

Introduktion

Problem Formulering

Gruppe Teori

Grænser

Begynderens Algoritme

Kociemba's Optimale Løser

Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Rubik's Cube

A215

Forside

Introduktion

Ernö Rubik
Rubik's Terningen

Problem
Formulering

Programoversigt

Gruppe Teori

Grænser

Den Øvre Grænse
Den Nedre Grænse
Fremtiden

Begynderens
Algoritme

Kociemba's
Optimale Løser

Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

- ▶ Gruppe definition
 - ▶ (*set, operator*)
- ▶ Rubik's grupper
 - ▶ $M_1 * M_2 \in G$
 - ▶ 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

Forside

Introduktion

Ernö Rubik

Rubik's Terningen

Problem

Formulering

Programoversigt

Gruppe Teori

Grænser

Den Øvre Grænse

Den Nedre Grænse

Fremtiden

Begynderens

Algoritme

Kociemba's

Optimale Løser

Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

Den Øvre Grænse

Rubik's Cube

A215

Forside

Introduktion

Ernö Rubik

Rubik's Terningen

Problem

Formulering

Programoversigt

Gruppe Teori

Grænser

Den Øvre Grænse

Den Nedre Grænse

Fremtiden

Begynderens

Algoritme

Kociemba's

Optimale Løser

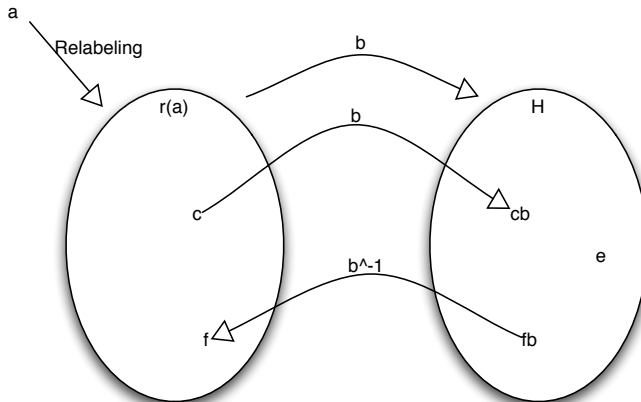
Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling



Forside

Introduktion

Ernö Rubik

Rubik's Terningen

Problem

Formulering

Programoversigt

Gruppe Teori

Grænser

Den Øvre Grænse

Den Nedre Grænse

Fremtiden

Begynderens

Algoritme

Kociemba's

Optimale Løser

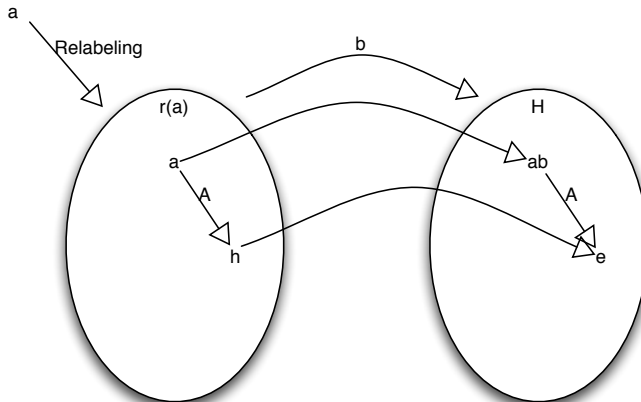
Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling



Forside

Introduktion

Ernö Rubik

Rubik's Terningen

Problem

Formulering

Programoversigt

Gruppe Teori

Grænser

Den Øvre Grænse

Den Nedre Grænse

Fremtiden

Begynderens

Algoritme

Kociemba's

Optimale Løser

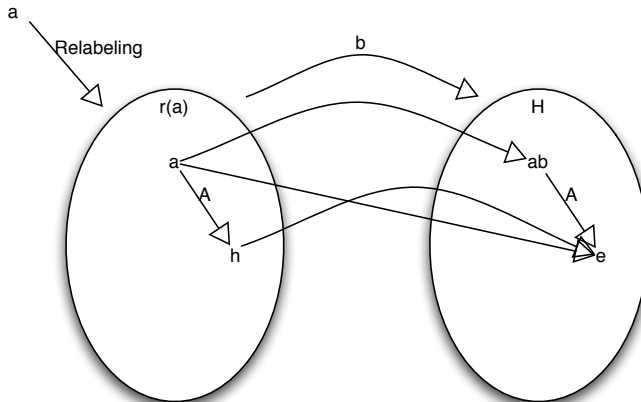
Demonstration

Resultater

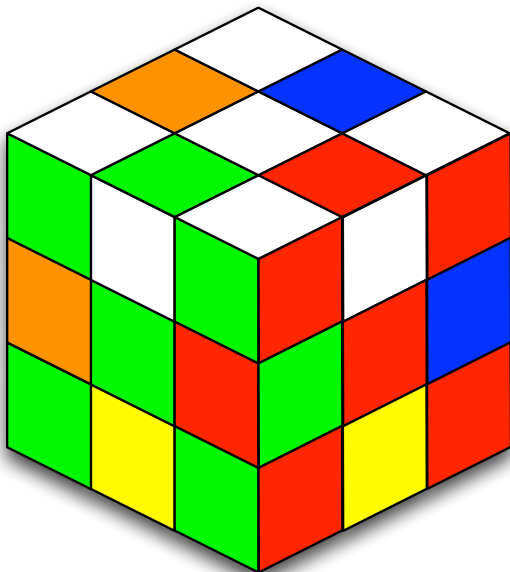
Konklusion

Procesanalyse

Opsamling



Den Nedre Grænse



Rubik's Cube

A215

Forside

Introduktion

Ernö Rubik

Rubik's Terningen

Problem

Formulering

Programoversigt

Gruppe Teori

Grænser

Den Øvre Grænse

Den Nedre Grænse

Fremtiden

Begynderens

Algoritme

Kociemba's

Optimale Løser

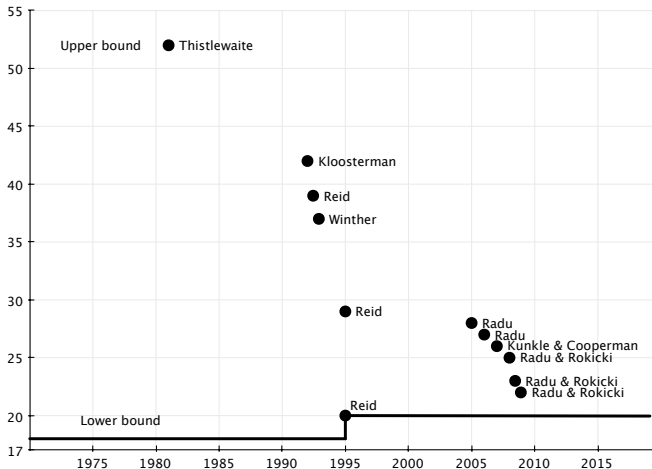
Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling



Begynderens Algoritme

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

Forside

Introduktion

Ernö Rubik

Rubik's Terningen

Problem

Formulering

Programoversigt

Gruppe Teori

Grænser

Den Øvre Grænse

Den Nedre Grænse

Fremtiden

**Begynderens
Algoritme**

Kociemba's

Optimale Løser

Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

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

Forside

Introduktion

Ernö Rubik

Rubik's Terningen

Problem

Formulering

Programoversigt

Gruppe Teori

Grænser

Den Øvre Grænse

Den Nedre Grænse

Fremtiden

Begynderens

Algoritme

Kociemba's
Optimale Løser

Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

Demonstration

Rubik's Cube

A215

Forside

Introduktion

Ernö Rubik

Rubik's Terningen

Problem

Formulering

Programoversigt

Gruppe Teori

Grænser

Den Øvre Grænse

Den Nedre Grænse

Fremtiden

Begynderens

Algoritme

Kociemba's

Optimale Løser

Demonstration

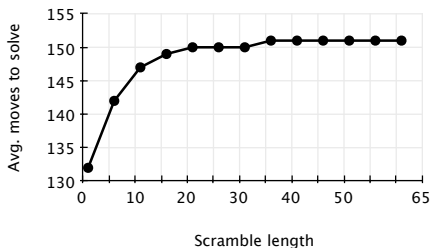
Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

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



Forside

Introduktion

Ernö Rubik

Rubik's Terningen

Problem

Formulering

Programoversigt

Gruppe Teori

Grænser

Den Øvre Grænse

Den Nedre Grænse

Fremtiden

Begynderens

Algoritme

Kociemba's

Optimale Løser

Demonstration

Resultater

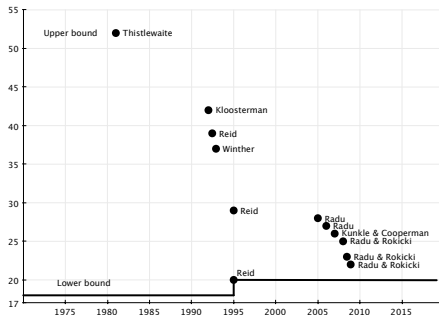
Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

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

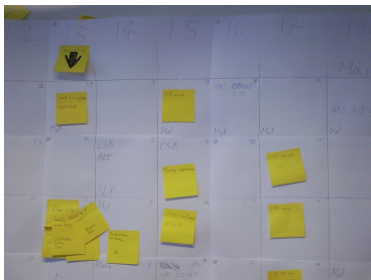
- ▶ How have the upper and lower bounds of the Rubik's Cube progressed and how have they been proven?
 - ▶ Den øvre grænse er bevist med Rokicki's set solver.
 - ▶ Den nedre grænse bevist ved test.



- ▶ 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

Procesanalyse

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



Forside

Introduktion

Ernö Rubik
Rubik's Terningen

Problem

Formulering

Programoversigt

Gruppe Teori

Grænser

Den Øvre Grænse
Den Nedre Grænse
Fremtiden

Begynderens

Algoritme

Kociemba's
Optimale Løser

Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling

Opsamling

Introduktion

Problem Formulering

Gruppe Teori

Grænser

Begynderens Algoritme

Kociemba's Optimale Løser

Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Rubik's Cube

A215

Forside

Introduktion

Ernö Rubik
Rubik's Terningen

Problem
Formulering

Programoversigt

Gruppe Teori

Grænser

Den Øvre Grænse
Den Nedre Grænse
Fremtiden

Begynderens
Algoritme

Kociemba's
Optimale Løser

Demonstration

Resultater

Konklusion

Procesanalyse

Opsamling