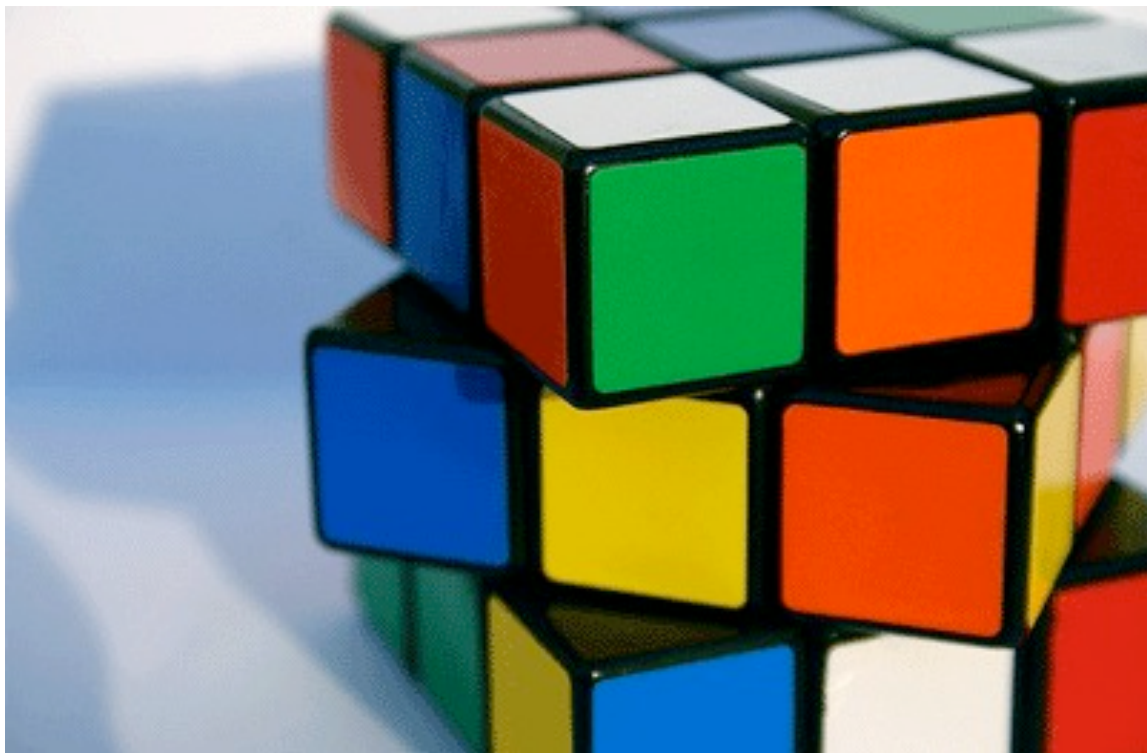

Rubik's Cube

Informatikprojekt

Selim Öksüz & Noëlle Rosenberg
Hochschule für Technik Zürich • June 2, 2011



Inhaltsverzeichnis



Einleitung	4
Der Rubik's Cube	5
<i>Ein bisschen Geschichte</i>	5
<i>Rund um den Aufbau des Cubes</i>	6
<i>Wir nehmen den Rubik's Cube noch genauer unter die Lupe</i>	6
Wir lösen den rubik's Cube	8
<i>Begriffe</i>	8
<i>Programmstruktur</i>	9
<i>Übersicht</i>	10
<i>Model</i>	10
<i>Cube</i>	10
<i>Cubie</i>	10
<i>Controller</i>	10
<i>View</i>	10
Algorithmen	11
<i>Die sieben Schritte zur Lösung des Rubik's Cubes</i>	11
<i>1. Schritt: Mache ein Kreuz in der Top Surface</i>	11
<i>2. Schritt: Platziere die Eck-Cubies der Top Surface</i>	11
<i>3. Schritt: Positioniere die Kanten-Cubies der mittleren Cubie-Reihe</i>	12
Selim Öksüz & Noëlle Rosenberg	2

<i>4. Schritt: Mache ein Kreuz in der Bottom Surface</i>	12
<i>5. Schritt: Drehe die Farben der Kanten-Cubies an die richtige Position</i>	12
<i>6. Schritt: Positioniere die Eck-Cubies der Bottom Surface</i>	12
<i>7. Schritt: Drehe die Farben der Eck-Cubies an die richtige Position</i>	13
Graphical User Interface	14
Literaturverzeichnis	15

EINLEITUNG

Schon mancher hat sich stundenlang mit ihm beschäftigt, sich mit ihm herumgeschlagen, ihn gedreht, gewendet und geschraubt. Viele Nerven beim verzweifelten Versuch, alle gleichfarbigen Viereckchen auf die korrekte Ebene zu bringen gebraucht und ihn dann schlussendlich doch müde und erschöpft in der hintersten Schubladenecke verstaut.



Genau, die Rede ist vom Rubik's Cube!

Wie funktioniert er denn nun wirklich? Welcher bzw. welche Algorithmen stecken hinter diesem magischen Zauberwürfel?

Diesen Fragen wollen wir in unserem Informatikprojekt und damit in der folgenden Dokumentation nachgehen.

DER RUBIK'S CUBE

Ein bisschen Geschichte

Der Rubik's Cube ist ein dreidimensionales, mechanisches Geduldspiel. Er wurde im Jahre 1975 von dem ungarischen Bauingenieur und Architekten Ernő Rubik erfunden und sollte den damaligen Studenten Rubik's die Möglichkeit geben, ihr räumliches Denkvermögen zu trainieren.

Schon bald gewann der Zauberwürfel an weltweiter Beliebtheit von Gross und Klein und wurde 1980 gar mit dem Sonderpreis *Bestes Solitärspiel* des Kritikerpreises *Spiel des Jahres* ausgezeichnet.



Rund um den Aufbau des Cubes

Der Rubik's Cube setzt sich aus 26 Würfelchen zusammen, welche in der richtigen Position die sechs verschiedenen farbigen Seiten des Cubes ergeben.

Alle sechs Seiten können mit dem, sowie gegen den Uhrzeigersinn rotiert werden. Der Zauberwürfel lässt sich also ebenenweise vertikal, sowie horizontal, gegen den, sowie mit dem Uhrzeigersinn drehen.

Wir nehmen den Rubik's Cube noch genauer unter die Lupe

Folgende Elemente werden ersichtlich:

Das Achsenkreuz

Das Achsenkreuz ist das Herzstück des Rubik's Cubes.

Die sechs Zentrums-Würfelchen sind fix miteinander verbunden. Daher besitzen sie konstruktionsbedingt immer dieselbe relative Lage zueinander und bestimmen somit, welche Farben aneinandergrenzen müssen.



Die Eck-Würfelchen



Diese acht Würfelchen verbinden je drei angrenzende Flächen in den Ecken des Rubik's Cubes miteinander.

Die Kanten-Würfelchen



Die Zwölf Kanten-Würfelchen verbinden je zwei angrenzende Flächen in den Kantenmitten des Rubik's Cubes miteinander.

WIR LÖSEN DEN RUBIK'S CUBE

Nun wirds spannend. Und technisch!

Im folgenden Kapitel werden wir uns mit der Implementierung der komplexen Lösung eines Zauberwürfels auseinandersetzen.

Begriffe

Sie werden nun auf viele Rubik's Cube spezifische Begriffe stossen.

Damit die Verwirrung nicht allzu gross wird, sind diese im Folgenden in einer Begriffsübersicht aufgelistet:

Begriff	Beschreibung
Cube	Der eigentliche Rubik's Cube, bzw. Zauberwürfel.
Cubie	Eines der 26 Würfelchen, aus welchen der Cube zusammengesetzt ist.
Surface	Eine der sechs Oberflächen des Cubes
Top	Die obere Surface des Cubes
Front	Die von vorne her betrachtete Surface des Cubes
Bottom	Die untere Surface des Cubes
Left	Die linke Surface des Cubes
Right	Die rechte Surface des Cubes
Back	Die hintere Surface des Cubes
Rotation	Die Rotation beschreibt eine der Möglichkeiten, den Cube ebenenweise zu drehen bzw. zu rotieren. Jede Surface lässt sich horizontal, sowie vertikal, gegen den und mit dem Uhrzeigersinn drehen.

Begriff	Beschreibung
TR / TL	Abkürzungen, welche für die Beschreibung der Algorithmen verwendet werden. Sie beschreiben, welche Surface in welche Richtung gedreht (rotiert) wird. TR steht hierbei für Top Right, TL für Top Left. FR/ FL => Front Right/ Front Left BoR/ BoL => Bottom Right/ Bottom Left LR/ LL => Left Right/ Left Left RR/ RL => Right Left/ Right Right BaR/ BaL => Back Right/ Back Left
FR / FL	
BoR / BoL	
LR/ LL	
RR/ RL	
BaR / BaL	

Programmstruktur

Sehr wichtig ist, eine passende Datenstruktur zu finden, was nicht so einfach war, wie zu Beginn des Projektes angenommen.

Es gibt zwei verschiedene Möglichkeiten, einen Rubik's Cube zu betrachten.

1. Man betrachtet den Cube als Zusammensetzung der sechs Flächen (Surfaces) Top, Front, Bottom, Left, Right und Back, welche matrizenförmig aufgebaut sind (3x3 Matrix) und welche dann korrekt miteinander verknüpft die Form des dreidimensionalen Würfels ergeben. Bei jeder Rotation einer Surface des Cubes werden die Farben der 9 Sub-Flächen der betroffenen Surfaces jeweils neu gesetzt. Dieser Ansatz beruht auf der Vektor- und Matrizen-Rechnung.
2. Die zweite Möglichkeit ist, den Cube als Zusammensetzung seiner 26 Cubies zu betrachten, welche in Eck-, Kanten- und Zentrums-Cubies unterteilt werden. Dieser Ansatz entspricht einem objekt orientierten Ansatz. Bei der Rotation einer Surface, erhalten die betroffenen Cubies dann ihren neuen Platz im Cube.

Wir haben uns für den zweiten, vielleicht auch etwas moderneren, objekt orientierten Ansatz entschieden.

Übersicht

=> hier ein Klassendiagrammli (mit Cube, Cubie und Solver)

Model

Cube

Die Klasse Cube stellt den eigentlichen Rubik's Cube dar. Der Cube besteht aus seinen 26 Cubies, welche alle eine bestimmte koordinaten Position im Cube einnehmen. Jeweils 9 Cubies zusammengefasst ergeben die sechs Surfaces, Top, Front, Bottom, Left, Right und Back des Cubes. Man kann den Cube drehen und von einer beliebigen Seite (Surface) her betrachten. Auch ist es möglich ihn ebenenweise (surfaceweise) zu rotieren.

Cubie

Die Cubie Instanzen stellen die Würfelchen, aus welchen der Cube aufgebaut ist dar. Sie besitzen alle einen bestimmten Typ, Eck-, Kanten- oder Zentrums-Cubie. Jeder Cubie besitzt eine, zwei oder drei Oberflächenfarben. Zentrums-Cubies haben eine, Kanten-Cubies zwei und Eck-Cubies drei farbige Oberflächen.

Cubies wissen an welcher koordinaten Position sie sich im Cube befinden. Ihr eigenes Koordinatensystem benötigen sie, um ihre Oberflächenfarbe (nach Rotationen) richtig setzen zu können.

Controller

Die CubeSolver Klasse stellt den Controller dar, welcher fähig ist, einen Cube zu lösen.

View

Die View entspricht dem User Interface.

Wir werden im Kapitel Graphical User Interface genau darauf eingehen.

ALGORITHMEN

Um einen beliebigen Cube lösen zu können, benötigt unser CubeSolver verschiedene Algorithmen. In diesem Kapitel werden diese Algorithmen nun genauer beschrieben und erklärt.

Die sieben Schritte zur Lösung des Rubik's Cubes

Es gibt verschiedene Wege den Rubik's Cube zu lösen, wir haben uns für einen entschieden, bei dem es sieben Hauptschritte zu vollziehen gibt.

1. Schritt: Mache ein Kreuz in der Top Surface

Hierfür müssen die vier Kanten-Cubies der Top Surface des Würfels an die korrekte Position verschoben werden, sodass ein Kreuz entsteht.

D.h. Wir suchen ein Kanten-Cubie nach dem anderen und positionieren es an der richtigen Kanten-Position der Top Surface. Um anschliessend Kanten-Cubies, deren Farben noch verkehrt herum in der Position liegen, in die richtige Stellung zu drehen, verwenden wir den folgenden Algorithmus genau ein mal:

FR RL BoL RR FR FR

=> Foto! Cube mit Top Kreuz

2. Schritt: Platziere die Eck-Cubies der Top Surface

Nun werden die Eck-Cubies mit den entsprechenden Farben gesucht und in die jeweiligen Eckpositionen der Top Surface platziert.

D.h. Wir suchen ein Eck-Cubie nach dem anderen und positionieren es an der richtigen Ecken-Position der Top Surface, ohne das zuvor gemachte Kreuz zu zerstören. Um anschliessend Eck-Cubies, deren Farben noch verkehrt herum in der Position liegen, in die richtige Stellung zu drehen, verwenden wir den folgenden Algorithmus solange, bis die Farben in der richtigen Stellung liegen:

RL BoL RR BoR

Die Top Surface ist nun gelöst und wenn wir die angrenzenden Surfaces betrachten, erkennen wir ein "T" auf jeder Seite.

=> Foto! Cube mit gelöster Top Surface und noch eins mit den "T"s

3. Schritt: Positioniere die Kanten-Cubies der mittleren Cubie-Reihe

Die Kanten-Cubies werden nun an die richtigen Positionen neben den "T"s gebracht. Natürlich wieder ohne das zuvor Gelöste zu zerstören. Dazu muss der Cube zuerst um 180° in vertikaler Richtung gedreht werden.

D.h. Wir stellen den Cube also zuerst auf den Kopf, sodass wir die "T"s nun verkehrt sehen.

Nun suchen wir ein Kanten-Cubie nach dem anderen (von der Front her betrachtet das rechte Cubie) und platzieren es immer zuerst (wieder von der Front her betrachtet) in der oberen Kanten-Position. Nur dann können wir den folgenden Algorithmus anwenden um den Cubie von der oberen Kanten-Position in die rechte Kanten-Position neben dem "T" zu verschieben.

TR RR TL RL TL FL TR FR

Alle an die Top Surface grenzenden Flächen (Surfaces) haben nun zwei korrekt gelöste Reihen.

=> Foto! Cube mit den zwei gelösten Reihen

4. Schritt: Mache ein Kreuz in der Bottom Surface

Nun werden die vier Kanten-Cubies der Bottom Surface an die korrekten Positionen verschoben. Die Farben dürfen noch falsch herum liegen, in diesem Schritt werden die Cubies nur an die richtige Position im Cube gebracht.

D.h. Wir müssen zuerst drei Fälle unterscheiden, bevor wir den folgenden Algorithmus anwenden können.

FR RR TR RL TL FL

=> Bild!

5. Schritt: Drehe die Farben der Kanten-Cubies an die richtige Position

Drehe die Kanten-Cubies, um nun auch noch die Farben an der korrekten Position zu haben, sodass das Kreuz auf der Bottom Surface ersichtlich wird.

RR TR RL TR RR T₁₈₀ RL TR

=> Bild!

6. Schritt: Positioniere die Eck-Cubies der Bottom Surface

Positioniere die Eck-Cubies an die korrekte Position. Die Farben dürfen falsch herum sein.

TR RR TL LL TR RL TL LR

=> Bild!

7. Schritt: Drehe die Farben der Eck-Cubies an die richtige Position

Kehre die Ecken-Cubies, sodass die Farben richtig herum in den Eck-Positionen liegen.

Wieder *RL BoL RR BoR*

=> Bild!

GRAPHICAL USER INTERFACE

LITERATURVERZEICHNIS

Wikipedia Zauberwürfel (2011)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Zauberwürfel>