

Entwurf und Implementierung eines sensorenbasierenden Rubik-Würfels als Lernspiel

Masterstudium:
Informatikmanagement

Martin Leonhartsberger-Schrott

Technische Universität Wien
Institut für Softwaretechnik und Interaktive Systeme
Arbeitsbereich: Information & Software Engineering
Betreuer: Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gerald Futschek

Wussten Sie, dass der Rubik-Würfel laut Kombinatorik 43.252.003.274.489.856.000 legale Permutationen besitzt? Und dass man mit einer derartigen Menge an Würfeln die gesamte Erdoberfläche abdecken kann, und zwar 275 mal?

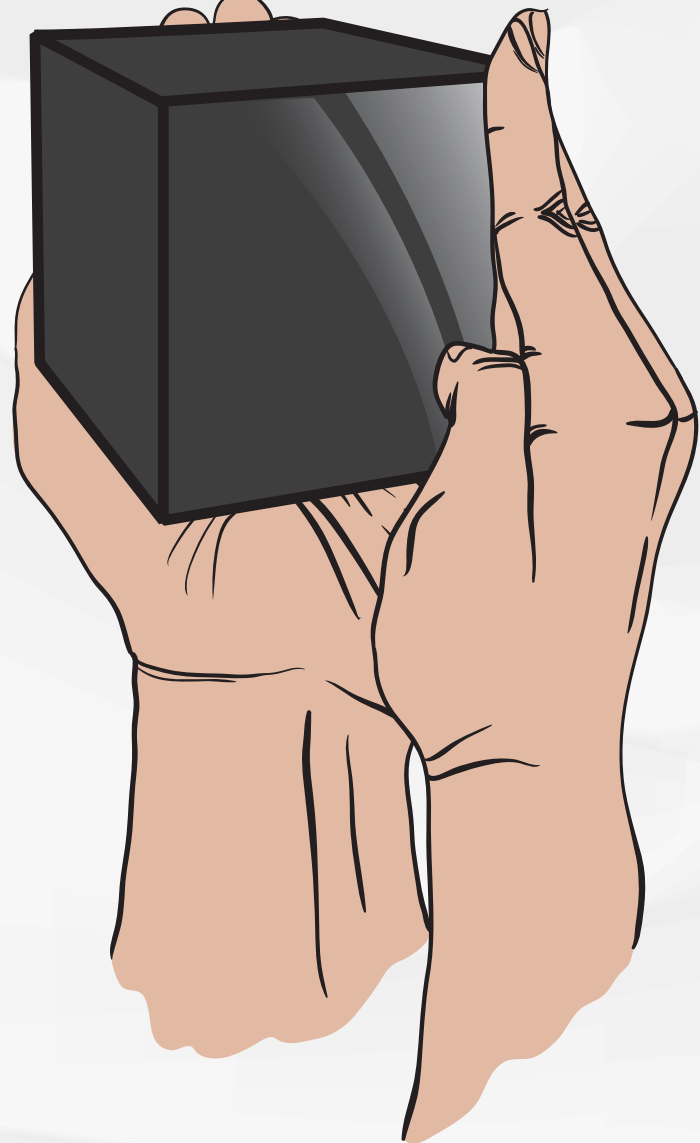
Wussten Sie, dass der Rubik-Würfel 1974 von Ernő Rubik erfunden wurde und dass bereits 350 Millionen Exemplare des Würfels verkauft worden sind?

Prototyp

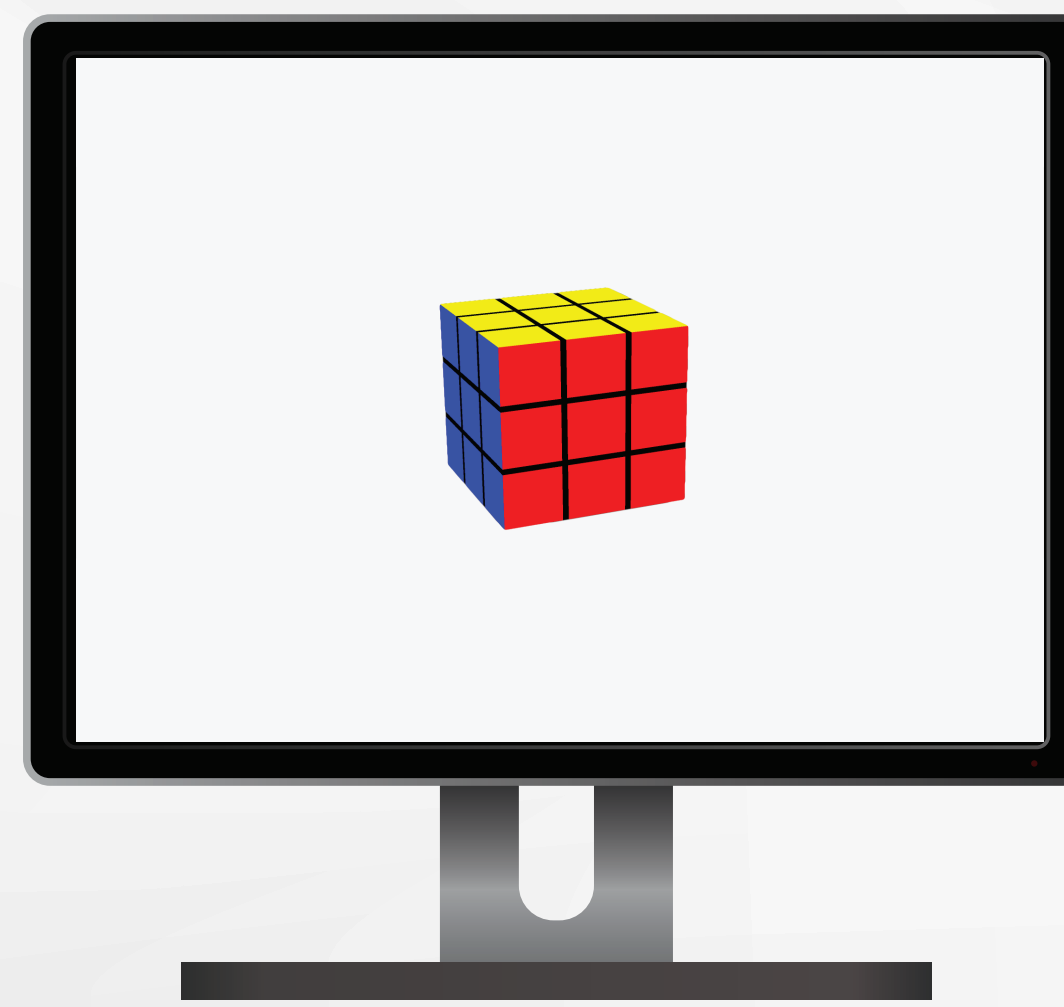
Gebaut wurde ein würfelförmiges Eingabegerät, das unter Verwendung mehrerer Sensoren und Aktoren dem/der AnwenderIn erlaubt, einen virtuellen Rubik-Würfel möglichst realistisch zu manipulieren.

Ein Arduino-Mikrocontroller dient als Steuerzentrale des Prototyps, er liest die Sensoren aus – pro Achse jeweils ein Gyroskop und ein Accelerometer, außerdem ein druckempfindlicher Button – und steuert die Aktoren: einen kleinen Vibrationsmotor und einen Buzzer.

Übertragung der Messergebnisse



Eingabegerät mit Gyroskop und Accelerometer



Computer mit Lernsoftware

Ziele und Fragen

Das primäre Ziel der Arbeit war der Entwurf und die Implementierung einer interaktiven, sensorenbasierenden Version des Rubik-Würfels und deren Einbettung in eine didaktisch wertvolle Software. Hierfür wurde ein Prototyp gebaut und eine passende Lernsoftware geschrieben.

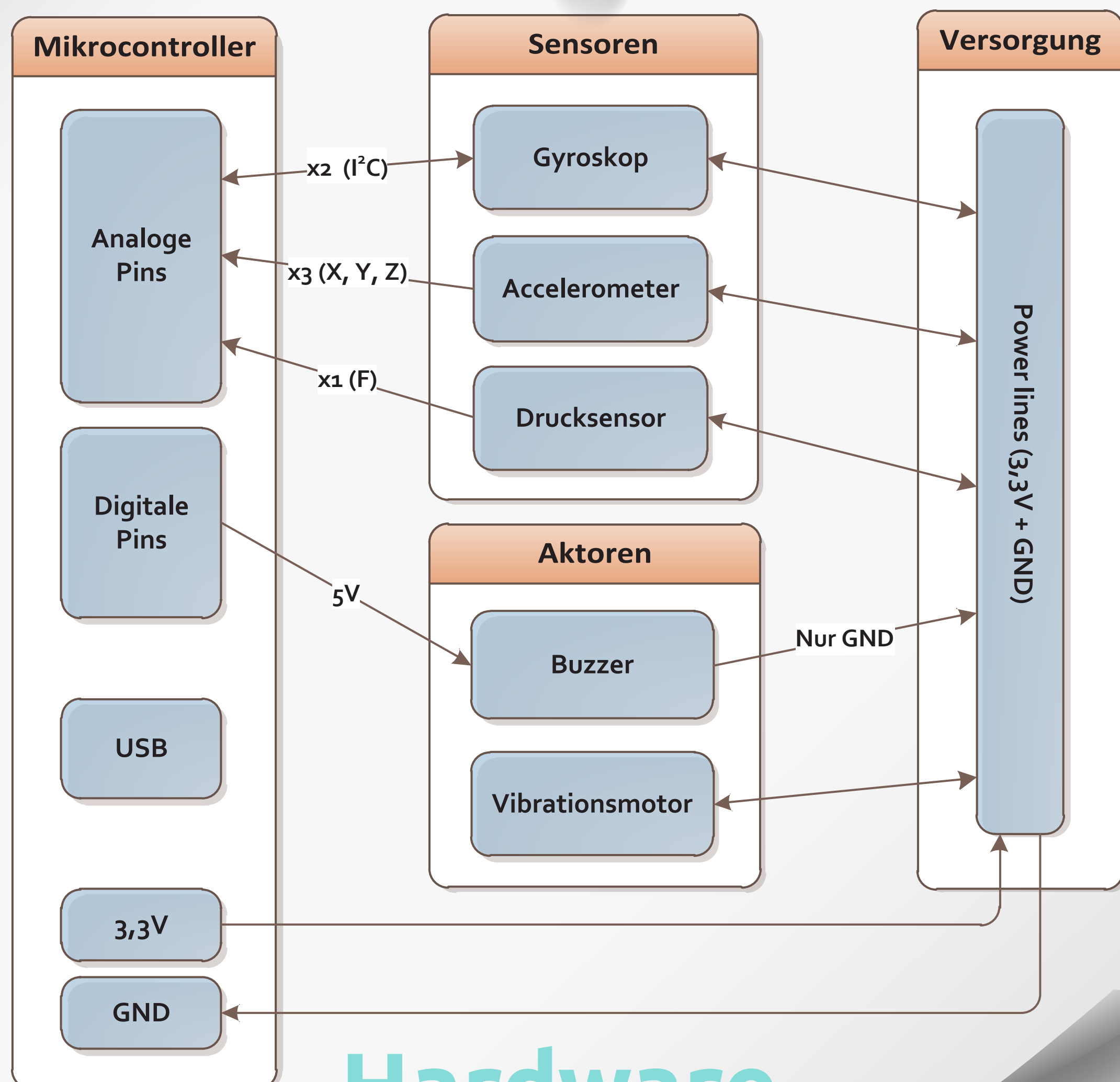
Diese Fragen wurden unter anderem in der Arbeit beantwortet: Welche Technik steckt in dem Prototypen? Welche didaktischen Prinzipien bilden die Grundlage der Lernsoftware? Wie sehen konkrete Unterrichtsszenarien aus? Wie kann das System evaluiert werden?

Software

Erstellt wurde eine den Prototypen ergänzende Lernsoftware, welche die eingehenden Daten des Eingabegerätes interpretiert und dadurch – als Grundfunktion – die Bedienung der Repräsentation des Würfels ermöglicht.

Auf den didaktischen Aspekt wurde besonderes Augenmerk gelegt. Die Software berücksichtigt bestimmte didaktischen Prinzipien und Konzepte (zum Beispiel Minimalismus und taktiles Feedback), außerdem wird argumentiert, warum der Rubik-Würfel seinen Platz im Unterricht finden sollte, und welche Vorteile die neu entwickelte sensorische Variante für diesen Einsatzzweck bieten kann.

Wussten Sie, dass erst im Jahr 2010 gezeigt wurde, dass jegliche Konfiguration des Rubik-Würfels in maximal 20 Zügen gelöst werden kann?



Hardware

Ergebnis

Das entworfene Lernsystem bietet einen einsatzfähigen, mittels neuartigem Eingabesystem manipulierbaren virtuellen Rubik-Würfel. Zusätzlich wurden zwei Unterrichtsszenarien vorgestellt, in denen es konkret eingesetzt werden kann. Für die Zukunft sind einige Verbesserungsmöglichkeiten denkbar: Zum Beispiel wäre eine Verkleinerung des Eingabegerätes wünschenswert.

Evaluation

Zwei entwickelte Unterrichtsszenarien argumentieren die praktische Einsetzbarkeit und Relevanz des implementierten Systems. Das erste Szenario wurde für 8 bis 10-Jährige entwickelt, die gerade den geometrischen Körper „Würfel“ kennenlernen. Das zweite Szenario vertieft erworbenes Wissen der Kombinatorik durch Erforschen der Permutationsanzahl des Rubik-Würfels.

Zusätzlich wurde die Lauffähigkeit des Lernsystems auf älterer Hardware evaluiert, da gerade in Schulen nicht immer aktuelle Computer verfügbar sind.

Wussten Sie, dass der Rubik-Würfel als mathematische Gruppe beschrieben werden kann und dass seine legalen Konfigurationen nur einen von zwölf Orbits bilden?