

Automatisierter Kartenmischer

Erik Borowski, Elektromobilität
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Zusammenfassung—Im Zuge des LEGO-Praktikums 2022 an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg sollten auch in diesem Jahr die Studierenden eine automatisierte Maschine, die eine sinnvolle Funktion ausführt, mithilfe des LEGO-Mindstorms-NXT Set und MATLAB programmieren und entwickeln. Für dieses Projekt sollte eine Maschine, die auf Grundlage der gegebenen technischen Voraussetzungen eine unmittelbar nützliche Funktion im Alltag bietet entworfen werden. Die Wahl fiel auf einen automatisierten Kartenmischer, der zwei separate Stapel an Karten auf unterschiedliche Weise durchmischen kann. Im Folgenden wird die Entstehung des Projektes von der ursprünglichen Idee und Konzeption über die tatsächliche Entwicklung bis hin zum endgültigen Ergebnis erläutert.

Schlagwörter—Automatisierung, Kartenmischer, Zufallsalgorithmus, Lego Mindstorms NXT, MATLAB

I. EINLEITUNG

Die Automatisierung des Alltags ist weit fortgeschritten und zieht sich vom öffentlichen Sektor bis in kleinste private Anwendungsgebiete hindurch. Wichtige, anstrengende oder auch einfach lästige Aufgaben sollen bestenfalls nicht mehr durch Menschenhand, sondern durch intelligente, automatisierte und vorallem zuverlässige Maschinen vollführt werden. Dies beginnt bei großen Themengebieten wie beispielsweise der Medizin, im Verkehrsbereich oder der Logistik von großen Wirtschaftsunternehmen und endet im eigenen Heim bei einfachen Haushaltsgeräten, die von einem Großteil der Menschheit benutzt als selbstverständlich angesehen werden. Ein automatischer Kartenmischer, der den in Abbildung 1 dargestellten Vorgang ausführt, ist in diesem Fall ein gutes Beispiel für die fortschreitende Automatisierung noch so kleiner und individueller Aufgaben. Die Anforderungen an den Kartenmischer, der in diesem Projekt entwickelt werden sollte, lagen darin, die Karten eines beliebigen Kartenstapels zuverlässig zu durchmischen und dies auf unterschiedliche Weisen realisieren zu können.

II. VORBETRACHTUNGEN

Als Vorbild und Orientierung dienten bereits existierende Kartenmischer, die zumeist durch einen einfachen Mechanismus die Karten durchmischen. Ausgehend davon, sollte dieser herkömmliche Mechanismus durch weitere Möglichkeiten erweitert werden, um die Karten auf andere Weise zu mischen.

A. Allgemeine Funktionsweise eines Kartenmischers

Der einfachste Weg des automatisierten Mischens von Karten schien darin, die Karten wie beim herkömmlichen Mischen von Hand in zwei Stapel zu unterteilen und gleichzeitig mit selben Tempo zu durchmischen. Dafür müssen die Karten der



Abbildung 1. Vorgang des Kartenmischens von Hand [1]

beiden Stapel mit gleichem Tempo und zur selben Zeit in ein gemeinsames Fach transportiert werden, in dem dann der neue durchmischte Stapel liegt.

B. Erweiterung der Funktionsweise

1) *Manuelle Auswahl*: Mithilfe der manuellen Auswahl sollte der Anwender mithilfe von Tastern selbst bestimmen, ob Karten von Stapel 1 oder Stapel 2 Karten ausgewählt werden und beliebig zwischen den Stapeln wechseln können, um die Karten nach Belieben zu Durchmischen.

2) *Zufallsalgorithmus*: Mithilfe des Zufallsalgorithmus sollte nacheinander immer einer der Stapel angesteuert werden, von dem dann eine Karte in das gemeinsame Fach transportiert werden sollte. Eine Funktion, die zufällig entweder eine 1 (für Stapel 1) oder eine 2 (für Stapel 2) ausgibt, dann eine Karte vom jeweiligen Stapel auswählt und sich dann wiederholt bis alle Karten im gemeinsamen Fach liegen, sollte das Verhalten realisieren.

C. Hard- und Software zur Umsetzung

1) *LEGO-Mindstorms-NXT*: Für die Hardware und mechanische Funktionsweise stellte das LEGO-Mindstorms-NXT-Set die Grundlage dar. Neben den einfachen Bausteinen zur Konstruktion standen verschiedene Sensoren wie z. B. Farb-, Licht- oder Ultraschallsensoren und Motoren zur Verfügung, die über den NXT-Stein angesteuert werden (s. Abb. 2). Für den Kartenmischer wurden Tastsensoren verwendet, die dem Anwender ermöglichen bestimmte Funktionen zu starten und zu stoppen. Außerdem wurden zwei Motoren verwendet, um die Karten zu bewegen.



Abbildung 2. NXT-Stein, Motoren und Sensoren [2]

2) *MATLAB und RWTH Aachen Toolbox*: Die Programmierung des NXT-Bausteins erfolgte mithilfe der numerischen Rechen- und Programmierungssoftware MATLAB von MathWorks und der von der RWTH Aachen entwickelten Toolbox [3], die es ermöglicht, den NXT-Stein innerhalb der Matlabumgebung zu programmieren und darüber die Motoren und Sensoren anzusprechen.

III. KONZEPT UND REALISIERUNG

A. Mechanische Konstruktion

Der prinzipielle Aufbau des Kartenmischers (s. Abb. 3) besteht aus zwei Fächern für die beiden Kartenstapel die gegenüber voneinander liegen. Zwischen diesen Fächern befindet sich etwas tiefer das Fach für den gemeinsamen, gemischten Stapel. Dieses Fach lässt sich nachdem der Mischvorgang beendet ist, mit dem neuen Stapel hinausnehmen. Die Motoren sind genauso wie drei Tastsensoren mit dem NXT-Stein verbunden.

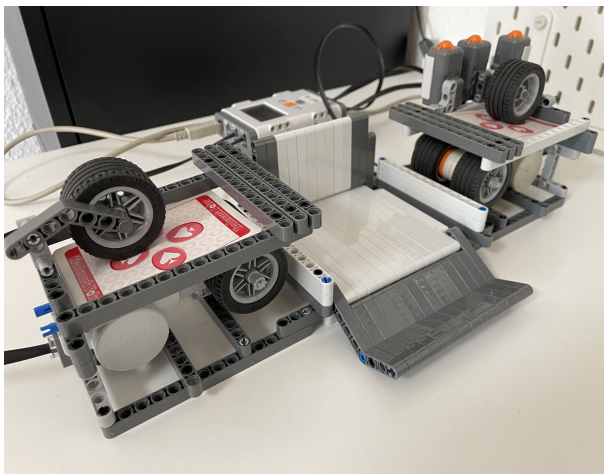


Abbildung 3. Ansicht des gesamten Kartenmischer

Unter den beiden Fächern für die ursprünglichen Kartenstapel befindet sich jeweils ein Motor, an denen sich Räder befinden, und über den Fächern ein Rad als Gewicht, welches auf den Kartenstapel drückt (s. Abb. 4).

Die Räder, die vom Motor in Rotation gebracht werden, liegen direkt an der untersten Karte des Stapels an und sorgen dafür, dass diese in das gemeinsame Fach in die Mitte bewegt werden. Das Gewicht welches von oben auf den Kartenstapel wirkt, sorgt dafür, dass die Karten enger aneinander gepresst werden. Dadurch verbessert sich die Haftung der Räder unter dem Kartenstapel und der Mischvorgang kann besser und vor allem selektiver stattfinden. Liegen die Karten nämlich zu locker auf den Rädern auf, werden sehr große Teile des Stapels und teilweise sogar fast der ganze Stapel auf einmal in das mittlere Fach bewegt. Dementsprechend würde dann nur ein sehr mangelhafter Mischvorgang entstehen.

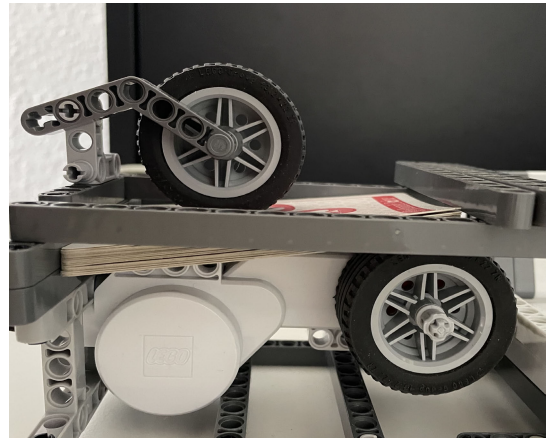


Abbildung 4. Seitliche Detailansicht eines Kartenfachs

B. Programmierung der Mischmechanismen

1) *Gleichzeitiges Aktivieren der Motoren*: Wie bereits erwähnt, soll die Maschine mit drei unterschiedlichen Mechanismen die Karten durchmischen können. In der ersten Variante sorgt das Betätigen eines Tasters, welches einer logischen 1 entspricht, dafür, dass beide Motoren mit selben Tempo aktiviert werden. Durch das Betätigen eines zweiten Tasters können die Motoren zum Stillstand gebracht werden, wenn die Karten durchmischt.

2) *Wechselndes Aktivieren der Motoren*: In der zweiten Variante können die beiden Motoren manuell angesteuert werden. Dadurch kann der Anwender beliebig selbst bestimmen, von welchem Stapel die Karten gezogen werden. Er kann steuern, wie lange der jeweilige Motor aktiviert ist und damit auch die Menge an Karten die vom Stapel gezogen werden sollen. Realisiert wird das durch zwei Taster die, solange sie aktiviert sind, die Motoren aktivieren. Wird der Taster losgelassen, stoppt auch der jeweilige Motor.

3) *Auswahl durch Zufallsalgorithmus*: In der dritten Variante soll ein Zufallsalgorithmus dafür sorgen, dass jeweils zufällig ein Stapel ausgewählt wird, von dem eine Karte in das gemeinsame Fach befördert wird. Dafür wurde mithilfe von MATLAB eine Schleife entwickelt, in der sich wiederholend durch eine Zufallsfunktion die Zahl 1 oder 2 ausgegeben wird. Je nachdem wird dann der Motor unter Stapel 1 oder Stapel 2 aktiviert, um eine Karte davon zu ziehen. Der Vorgang läuft nach Betätigen

des Tasters automatisiert ab. Sind alle Karten im gemeinsamen Fach, kann durch einen weiteren Taster das Programm gestoppt werden. Im Folgenden ist der Programmablaufplan grafisch dargestellt:

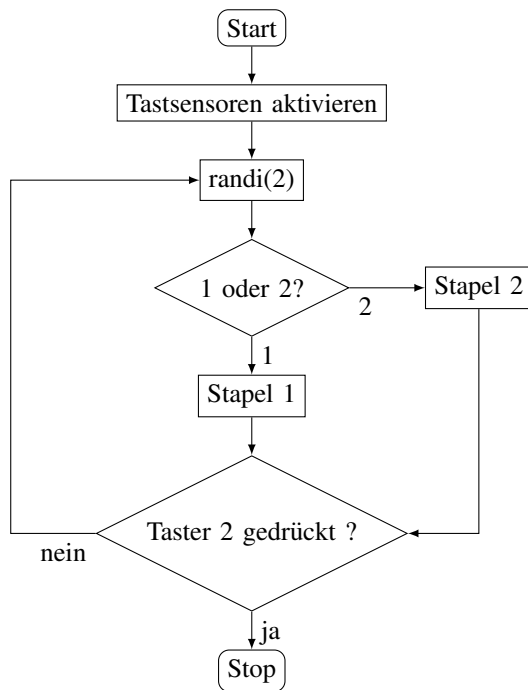


Abbildung 5. Programmablaufplan beim Mischen durch Zufallsgenerator

Dabei stellt die Operation `randi(2)` die Funktion dar, mit der MATLAB für jeden Schleifendurchgang zufällig eine 1 oder 2 ausgibt.

IV. ERGEBNISDISKUSSION

Der fertige Kartenmischer konnte sowohl die Karten in das gemeinsame Fach bewegen, als auch die drei verschiedenen Programme zum Durchmischen der Karten ausführen [4]. Allgemein lagen die Probleme eher in der mechanischen Konstruktion begründet, da die Programmierung des Vorgangs vergleichsweise simpel war und die Funktionen auch wie gewünscht ausführen lassen konnte.

Die erste Variante, in der die Motoren gleichzeitig aktiviert wurden, funktionierte gut und zuverlässig, wie in der Vorbetrachtung angenommen. Das Ergebnis war ein gut durchmischter Stapel im davor vorgesehenen Fach und der Roboter führte dies zuverlässig bei mehreren Durchgängen hintereinander durch. Die zweite Variante, in der die Stapel manuell ausgewählt werden konnten, funktionierte ebenfalls gut.

Die Funktion in der dritten Variante per Zufallsgenerator funktionierte prinzipiell auch gut. Das Problem lag nur darin, dass mechanisch nicht gut genug die Karten angesteuert werden konnten. Das eigentliche Ziel war es immer nur eine Karte pro Schleifendurchgang vom Stapel in das gemeinsame Fach zu ziehen. Teilweise funktionierte das auch gut, aber oft kam es auch dazu, dass mehrere Karten herausgezogen wurden oder auch nur teilweise herausgezogen werden konnten. Ursache dafür ist, dass es nicht möglich war, alleine durch

die mechanische Konstruktion immer nur gezielt eine Karte auszuwählen. Der Einsatz von zusätzlichen Sensoren um das gewünschte Verhalten zu erreichen, war im Rahmen des LEGO-Mindstorms-NXT-Sets nicht möglich.

V. ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Abschließend lässt sich sagen, dass die ursprüngliche Idee des Kartenmischers realisiert werden konnte und auch die verschiedenen Mechanismen zum Durchmischen prinzipiell gut funktionierten. Die bereits erwähnten Probleme waren hauptsächlich durch die mechanischen Gegebenheiten bedingt. Das größte Verbesserungspotential liegt darin, die Karten einzeln auswählen zu können. Dies könnte z.B. mit besseren Sensoren, als sie das LEGO-Mindstorms-NXT-Set, bietet, realisiert werden. Erweiterungsmöglichkeiten der Idee gibt es beim Ausgeben der Karten, sodass diese aus dem gemeinsamen Fach auch automatisiert ausgegeben werden können. Im Idealfall können die Karten dabei auch einzeln ausgewählt werden. Darüber hinaus könnte der Kartenmischer durch einen kompakteren Aufbau mobil gemacht werden, sodass er sich z. B. auf einem Tisch bewegen und die Karten direkt vor den Spielern ausgeben kann.

LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS

- [1] Pixahive: <https://pixahive.com/photo/cards-shuffling/>
- [2] Wikimedia Commons: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lego_Mindstorms_NXT_2.0-_Stein_und_Sensoren.png
- [3] Mathworks: RWTH Aachen Toolbox. <https://de.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/18646-rwth-mindstorms-nxt-toolbox>
- [4] YouTube, Mathias Magdowski, Playlist LEGO-Praktikum 2022, Kartenmischroboter aus dem Lego-Praktikum 2022 an der OVGU Magdeburg mischt Spielkarten: <https://www.youtube.com/watch?v=6MJdsQAHln0>