



Universität Hamburg
Fakultät für Mathematik,
Informatik und Naturwissenschaften
Department Informatik

ENTWICKLUNG EINER JAVA SIMULATIONSUMGEBUNG FÜR LEGO MINDSTORMS NXT ROBOTER

Masterarbeit zur Erlangung des akademischen Grades Master of Education
im Studiengang Lehramt an Gymnasien M.Ed.

Pamina Maria Berg

Hamburg, den 14. Dezember 2015

Erstgutachter

Dr. Guido Gryczan

Zweitgutachter

Jun.-Prof. Dr. Maria Knobelsdorf

Betreuer

Fredrik Winkler

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	1
2	Ausgangssituation	3
2.1	Das LEGO Mindstorms NXT System	3
2.2	Die Arbeit mit LEGO-Robotern im Unterricht	4
2.2.1	Verankerung im Bildungsplan	4
2.3	Bisher verfügbare Softwarelösungen	4
2.3.1	LEGO Mindstorms NXT	4
2.3.2	Enchanting	4
2.3.3	BlueJ	4
2.4	leJOS	4
3	Anforderungen an die Neuimplementierung	5
3.1	Schülerperspektive	6
3.2	Lehrkraft	6
3.3	Erweiterbarkeit	7
4	Entwickelte Software	8
4.1	Beschreibung der Software	8
4.2	Softwarearchitektur	8
5	Zusammenfassung und Ausblick	9

KAPITEL 1

EINLEITUNG

Die Arbeit mit Robotern bereichert den Informatikunterricht und das Nachmittagsprogramm vieler Schulen seit Jahren. Auf spielerische Art und Weise sollen Schülerinnen und Schüler (im Folgenden SuS abgekürzt) mit einfachen Konstrukten der objektorientierten Programmierung umzugehen lernen. Dies geschieht zum einen mit Drag-and-Drop Softwareangeboten wie das standardmäßig mit ausgelieferte NXT Mindstorms Tool , oder auch Enchanting. Zum anderen bietet sich ab der Mittelstufe (Klasse 7 – 10) die Arbeit mit BlueJ zur Erstellung erster selbstgeschriebener Programme an. Hierzu kann eine BlueJ Extension genutzt werden, die mit der Java Virtual Machine leJOS NXJ für NXT Robotern arbeitet.

Referenz:NXT
Software
Referenz: En-
chanting

Doch immer wieder stoßen Lehrkräfte in den Schulen auf Hardwareprobleme jeglicher Art, wie zum Beispiel das Fehlen von einer ausreichenden Anzahl an Robotern im Unterricht oder auch fehlende Firmwareupdates oder defekte Sensoren.

Auch ist das Zusammen- und wieder Auseinanderbauen der Roboter ein Aufwand, der nicht für den alltäglichen Unterricht geeignet sind. Um kleine Aufgaben mit Java zu lösen, wie zum Beispiel das Fahren einer S-Kurve oder das Anhalten einem bestimmten Punkt, muss bisher immer erst der Roboter gestartet, der Code in BlueJ verfasst, auf den Roboter übertragen und dieser dann zu einem geeignete Parcours gebracht werden.

Um diese Probleme zu umgehen und den Einstieg in die objektorientierte Programmierung über die Benutzung von LEGO Mindstorm Robotern zu ermöglichen, soll im Rahmen dieser Masterarbeit eine Simulationsumgebung für die Arbeit mit LEGO Mindstorms NXT Roboter entstehen.

Referenz

KAPITEL 2

AUSGANGSSITUATION

2.1. Das LEGO Mindstorms NXT System

Die ersten computergesteuerten LEGO Produkte wurden bereits 1986 veröffentlicht. In einer Zusammenarbeit von LEGO Education und dem Massachusetts Institute of Technology (MIT) wurde LEGO TC LOGO entwickelt. Dies war eine spezielle Abwandlung der Programmiersprache LOGO, mit der zusammengesetzte LEGO-Modelle gesteuert werden konnten [Rol14].

Die Entwicklung eines programmierbaren LEGO-Steins begann 1988 und erreichte ihren Höhepunkt mit der Vorstellung des ersten MINDSTORMS Systems im Januar 1998, bei der der LEGO MINDSTORMS RCX Intelligent Brick, ein Microcomputer und somit das Kernstück des RCX-Systems, und das Robotics Invention System im Museum of Modern Art in London vorgestellt wurden.

Bereits zwei Monate nach Verkaufsstart wurde die FIRST LEGO League (FLL) gegründet – eine Zusammenarbeit zwischen LEGO und FIRST (For Inspiration and Recognition of Science and Technology), die den Grundstein für die heute noch bestehende Wettbewerbsliga legte [Rol14].

Die Vorstellung und der Verkaufsstart der Nachfolge-Roboter des RCX-Systems, den LEGO MINDSTORMS NXT Robotern, fand im August 2006 statt. Diese damals neu entwickelten Roboter sind auch, dank eines Updates in 2009, fast zehn Jahre später noch in den Schulen und Universitäten zu finden. Im April 2005 fand die erste FLL Weltmeisterschaft in Atlanta, Georgia, statt und bis heute bieten die Weltmeisterschaften einen

Anlaufpunkt für Jugendliche auf der ganzen Welt, die ihr Können und ihre Roboter auf die Probe stellen wollen [Lego].

2.2. Die Arbeit mit LEGO-Robotern im Unterricht

Die Arbeit mit Robotern im Unterricht bringt ein hohes Motivationspotential mit sich [Sto01, S.5].

2.2.1. Verankerung im Bildungsplan

2.3. Bisher verfügbare Softwarelösungen

In diesem Kapitel wird nun eine Auswahl von verfügbaren und im Unterricht getesteten Softwarelösungen zur Programmierung der NXT Roboter vorgestellt.

2.3.1. LEGO Mindstorms NXT

2.3.2. Enchanting

2.3.3. BlueJ

2.4. leJOS

leJOS ist eine kleine Java Virtual Machine und stellt alle Klassen der NXJ API zu Verfügung, mithilfe derer Lego Mindstorms NXT Roboter in Java programmiert werden können [leJOS].

KAPITEL 3

ANFORDERUNGEN AN DIE NEUIMPLEMENTIERUNG

Nicht nur in der Schule, sondern insbesondere in der Wissenschaft spielt Simulation in der Robotik eine wichtige Rolle [Her12, S.13]. Die Anforderungen, die an die wissenschaftlichen Simulationsumgebungen der Robotik gestellt werden, fassen HERTZBERG, LINGEMANN und NÜCHTER wie folgt zusammen:

- *„Die Umgebung muss hinreichend gut simuliert sein. Die Simulation einer Flughafenterminalhalle muss zum Beispiel „zufällig“ umherlaufende Fluggäste mit Gepäck und Transportkarren umfassen.*
- *Der Roboter in seiner Funktionalität muss hinreichend gut simuliert sein. Das betrifft seine Aktionen wie auch seine Sensorik.*
- *Relevante Ungenauigkeit technischer Sensoren und Effektoren muss abgebildet werden. Kann zum Beispiel im realen Bild einer Kamera auf dem Roboter ein Orientierungspunkt im Gegenlicht der Fensterfront unsichtbar werden, muss die Simulation diesen Effekt reproduzieren.*
- *Die „Wahrheit“ im Simulator ist tabu! Natürlich ist im Simulator der Zustand jedes simulierten Objekts präzise bekannt, einschließlich der Position, Richtung und Geschwindigkeit des Roboters. Die Roboterkontrollsoftware darf hierauf nicht zugreifen, um Information über die Umgebung zu erhalten – das geht nur über die simulierten Sensoren. (Für die externe Bewertung des Roboterhaltens ist der*

Vergleich zwischen der Wahrheit im Simulator und der Information in der Roboterkontrollsoftware aber erlaubt.)

- *Der Simulator sollte für den simulierten Roboter die identische Schnittstelle wie der reale Roboter zwischen Roboterkontrollsoftware einerseits und Robotersensorik und -aktuatorik andererseits verwenden; die Roboterkontrollsoftware soll also code-identisch für den realen oder den simulierten Roboter verwendet werden.“*

[Her12, S.14]

In den folgenden beiden Unterkapiteln werden nun die Anforderungen an die Neuimplementierung des Simulator-Prototyps für LEGO Mindstorms NXT Roboter aus Sicht der Schüler und der Lehrer dargestellt, sowie Parallelen und Unterschiede zu den oben dargestellten herausgearbeitet.

3.1. Schülerperspektive

Da es sich bei der Simulationsumgebung um einen Prototypen handelt, der möglicherweise schon ab der fünften, regelmäßig aber ab der siebten Klasse eingesetzt werden soll, steht ein Augenmerk ganz besonders im Fokus: die Einfachheit. Sowohl in der Bedienung des Simulators als auch im Aussehen sollten klare und leicht erkennbare Strukturen vorherrschen.

3.2. Lehrkraft

Für Lehrkräfte ist es erfahrungsgemäß wichtig, dass die Simulationsumgebung alle essentiellen Bausteine in der Programmierung zur Verfügung stellt. Hierzu gehört das Austesten des Fahrens mithilfe einer Schleife, sowie der verschiedenen Sensoren. Hierzu sollte es eine Auswahl an verschiedenen Parcours geben, damit der Fokus bei jedem Parcours auf einer einzigen Sache liegt. Sollen etwa die angebauten Lichtsensoren getestet werden, so bietet es sich an, den Parcours einfach aus einem weißen Hintergrund und einer schwarzen Linie, die entweder senkrecht in der Nähe des Roboters platziert ist, oder als S-Kurve eine Teilstrecke des realen Labyrinths darstellt, bestehen zu lassen.

Des weiteren ist es wichtig, dass sich Lehrerinnen und Lehrer schnell in die Simulationsumgebung einarbeiten können, um bei Fragen der SuS sofort Hilfe leisten zu können.

3.3. Erweiterbarkeit

KAPITEL 4

ENTWICKELTE SOFTWARE

4.1. Beschreibung der Software

4.2. Softwarearchitektur

KAPITEL 5

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

LITERATURVERZEICHNIS

- [Abe01] Michael Abend. "Robotik und Sensorik. Darstellungsschwerpunkt: Selbständige Entwicklung „unscharfer“ Algorithmen zur räumlichen Orientierung (unter Verwendung des LEGO-Mindstorms-Systems)", *Schriftliche Prüfungsarbeit zur zweiten Staatsprüfung für das Amt des Studienrats*, Berlin, 2001
- [Her12] Joachim Hertzberg, Kai Lingemann, Andreas Nüchter. *Mobile Roboter. Eine Einführung aus Sicht der Informatik*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012
- [Hub07] Peter Hubwieser. *Didaktik der Informatik*, 3. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007
- [Lego] o.V. URL: <http://www.lego.com/en-us/mindstorms/history>, Abgerufen am 06.11.2015, LEGO, 2015
- [leJOS] o.V. URL: <http://www.lejos.org/nxj.php>, Abgerufen am 14.12.2015, leJOS Java for Lego Mindstorms, 2015
- [Nie99] Jürg Nievergelt. *Roboter programmieren ein Kinderspiel. Bewegt sich auch etwas in der Allgemeinbildung?*, Informatik-Spektrum 22:5, S. 364–375, 1999
- [Rol14] Mark Rollins. *Beginning LEGO MINDSTORMS EV3*, Apress, Berkeley, CA, 2014
- [Sch04] Rafael Schreiber. "Der Einsatz von LEGO-Mindstorms im Informatikunterricht der 11. Klasse der Leonard-Bernstein-Oberschule. Sicherung und Transfer grundlegender algorithmischer Strukturen in NQC.", *Schriftliche Prüfungsarbeit im Rahmen der zweiten Staatsprüfung für das Amt des Studienrats*, Berlin, 2004

- [Sto01] Matthias Stolt. Roboter im Informatikunterricht", 2001
- [Wag05] Oliver Wagner. LEGO Roboter im Informatikunterricht. Eine Untersuchung zum Einsatz des LEGO-Mindstorms-Systems zur Steigerung des Kooperationsvermögens im Informatikunterricht eines Grundkurses (12. Jahrgang, 2. Lernjahr) der Otto-Nagel-Oberschule (Gymnasium)", *Schriftliche Prüfungsarbeit im Rahmen der zweiten Staatsprüfung für das Amt des Studienrats*, Berlin, 2005

"Hiermit versichere ich, dass ich die Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel – insbesondere keine im Quellenverzeichnis nicht benannten Internet-Quellen – benutzt habe, die Arbeit vorher nicht in einem anderen Prüfungsverfahren eingereicht habe und die eingereichte schriftliche Fassung der auf dem elektronischen Speichermedium entspricht."

Hamburg, 14. Dezember 2015

.....
Pamina Maria Berg