

Toolchain zur ANSI-C Programmierung des Lego Mindstorms EV3 in der Hochschullehre

Simón Rodriguez Perez¹, Ahmad Fatoum² und Jörg Abke¹

Abstract: Der LEGO Roboter Mindstorms EV3 sollte in die Informatik Veranstaltung im Studiengang Mechatronik integriert werden, um den Studierenden einen praktischen Einblick zu geben und die Motivation zu erhöhen. Gelehrt werden soll dabei die Programmiersprache C mit der Entwicklungsplattform Eclipse. Da es bisher keine Möglichkeit gab, den Roboter in ANSI-C zu programmieren, wurde mit der Entwicklung einer eigenen Toolchain begonnen. Diese wird nachfolgend genauer erläutert und im Rahmen der Demonstration vorgestellt.

Keywords: C-Programmierung, Eclipse, EV3, LEGO Mindstorms, Plug-in.

1 Einleitung

Erfahrungen der Informatikdozenten an der Hochschule Aschaffenburg zeigen, dass Informatik aufgrund seiner Abstraktheit nicht die beliebteste Disziplin im Studiengang Mechatronik ist. Die Präferenzen der Studierenden liegen laut den Dozierenden eher beim Thema Maschinenbau. Ziel war es, die Motivation in der Informatiklehre zu erhöhen und einen größeren Anreiz zu schaffen. Umgesetzt werden soll dies mit dem LEGO Mindstorms EV3, welcher die Probleme der Informatik greifbarer macht und ihnen eine mechanische Komponente verleiht. In diversen Veröffentlichungen werden bereits die Vorteile eines solchen Einsatz in der Lehre erläutert. Beispiele hierfür sind [BCD99, De09, Me96, Pr02]. Auf dieser Grundlage wurde an der Hochschule Aschaffenburg ein Konzept zur Verbesserung der Informatiklehre mittels Integration des LEGO Roboters entwickelt [Ro15]. Dazu war es notwendig, auch eine entsprechende technische Lösung zu entwickeln.

Bei der Auswahl der Programmiersprache wurde auf das IEEE Spectrum Ranking [Ca15] zurückgegriffen. Dieses zeigt, dass C eine der verbreitetsten Programmiersprachen ist. Als Vorteile werden die Geschwindigkeit und Flexibilität der Software genannt. Besonders für Embedded Programming, welches Bestandteil in höheren Semestern ist, eignet sich diese Sprache sehr gut. Aufgrund dessen wurde entschieden ANSI-C in der Lehre zu nutzen.

Im Folgenden wird die Toolchain erläutert, welche eine Programmierung des LEGO Roboters in ANSI-C ermöglicht.

¹ Hochschule Aschaffenburg, Fakultät Ingenieurwissenschaften, Würzburger Str. 45, 63743 Aschaffenburg, {simon.rodriguez-perez, joerg.abke}@h-ab.de

² Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Fakultät für Informatik, 76128 Karlsruhe, ahmad.fatoum@a3f.at

2 Entwicklung

Bisher existierten nur Möglichkeiten, den EV3 Roboter in C-Dialekten mit begrenztem Sprachumfang oder diversen anderen Programmiersprachen als C zu programmieren. Da jedoch ANSI-C gelehrt werden soll, war es nötig eine eigene Toolchain zu entwickeln. Als Entwicklungsumgebung wird hierbei Eclipse genutzt, da dieses Tool auch in der Industrie häufig verwendet wird und ein Open Source Produkt ist.

Für die Toolchain wurden das Plug-in, das Application Programming Interface (API) und der Uploader neu entwickelt. Als API wurde die API von John Hansen [Ha13] genutzt. Diese war zu Entwicklungsbeginn die vollständigste API zur C Programmierung. Da es hier noch nicht möglich war, die Sensoren auszulesen, wurde die API mit einer Sensor-API [Ze13] kombiniert und weiterentwickelt.

In Tabelle 1 sind alle umgesetzten Komponenten mit kurzen Erläuterungen dargestellt.

Komponenten	Beschreibung
API	Ansteuern der Motoren Auslesen der Sensoren Zugriff auf Buttons und LED Beschreiben des Displays Einfach zu benutzen
Plug-in	Projekt Template einbinden API und Uploader einbinden Dateisystem anzeigen Wenige und einfache Einstellungen
Compiler	Cross Compiler für EV3 - CodeSourcery Package
Uploader	Betriebssystemunabhängig Kommunikation via Wi-Fi, USB und Bluetooth mit EV3 Nutzung der Standard-Firmware von LEGO

Tab. 1: Anforderungen der EV3 Toolchain

Abbildung 1 zeigt das Zusammenspiel zwischen den einzelnen Komponenten der Toolchain. Weiterhin ist dargestellt wie die ausführbaren Dateien (ELF) und die Starterdatei (.rbf) erzeugt und übertragen werden.

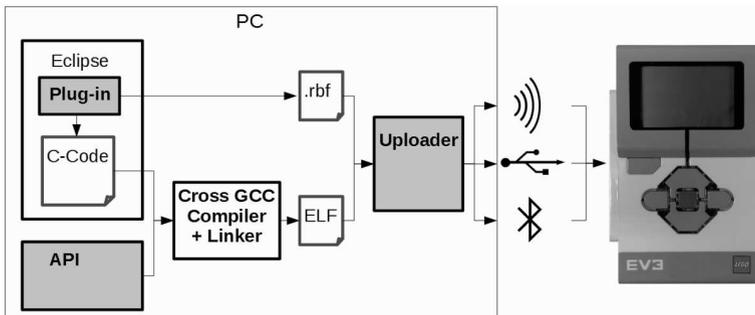


Abb. 1: Funktionsweise der Toolchain (grau sind die selbst entwickelten Komponenten)

3 Zusammenfassung

Mit Hilfe der vorgestellten Toolchain³ ist es nun möglich, den LEGO Mindstorms EV3 mittels Eclipse in ANSI-C zu programmieren und vollständig auf alle Komponenten des Roboters zuzugreifen. Zudem wurde die Erstellung und Übertragung der benötigten Dateien einfach gehalten, sodass der Roboter leicht in Lehr-/Lernkonzepte integriert werden kann.

Im Rahmen der Demonstration wird das Plug-in mit der API genauer erläutert werden. Weiterhin gibt es die Möglichkeit das Plug-in direkt auszuprobieren, um die Verwendung zu testen.

Danksagung

Die präsentierte Arbeit ist Teil des Projektes EVELIN und wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert (Förderkennzeichen: 01PL12022B). Die Autoren sind verantwortlich für den Inhalt dieser Veröffentlichung.

Literaturverzeichnis

- [BCD99] Beer, R. D.; Chiel, H. J.; Drushel, R. F.: Using Autonomous Robotics to Teach Science and Engineering. *Communications of the ACM* 1999, 42(16):85–92, 1999. <http://eilat.sci.brooklyn.cuny.edu/WorldComp09/WorldComp09Paper.pdf>, Stand: 27.01.2016.
- [Ca15] The Top Programming Languages 2015, <http://spectrum.ieee.org/computing/software/the-2015-top-ten-programming-languages>, Stand: 27.01.2016.
- [De09] Delman, A.; Goetz, L.; Langsam, Y.; Raphan, T.: Development of a System for Teaching C/C++ Using Robots and Open Source Software in a CS1 Course. *WORLDCOMP'09*, 2009. <http://eilat.sci.brooklyn.cuny.edu/WorldComp09/WorldComp09Paper.pdf>, Stand: 27.01.2016.
- [Ha13] BrixCC test releases: EV3-API, http://bricxcc.sourceforge.net/test_releases/, Stand: 23.03.2016.
- [Me96] Meeden, L.: Using Robots as an Introduction to Computer Science. 1996 Proceedings of FLAIRS-9 The Ninth, S. 473–477, 1996.
- [Pr02] Price, B. A.; Hirst, A.; Johnson, J.; Petre, M.; Richards, M.: Using Robotics for Teaching Computing, Science, and Engineering at a Distance. *International Conference Computers and Advanced in Education CATE 2002*, 2002. <http://mcs.open.ac.uk/bp5/papers/CATE2002-Cancun/2002CATE-Mexico-RobotTeamwork.pdf>, Stand: 27.01.2016.
- [Ro15] Rodriguez Perez, Simón; Gold-Veerkamp, Carolin; Abke, Jörg; Borgeest, Kai: A new didactic method for programming in C for freshmen students using LEGO mindstorms EV3. In: 2015 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL). S. 911–914, 2015.
- [Ze13] ev3sensor: Basic C API for reading sensors with Lego Mindstorms EV3, <https://github.com/carstenz/ev3sensor>, Stand: 23.03.2016.

³ Open Source unter: www.h-ab.de/c4ev3