

Kooperative Roboter im studentischen Softwarepraktikum

Prof. Dr. Edgar Nett, Dipl.-Ing. Manuela Kanneberg

Institut für Verteilte Systeme (IVS)
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Universitätsplatz 2
39106 Magdeburg
nett@ivs.cs.uni-magdeburg.de
kanneberg@ivs.cs.uni-magdeburg.de

Abstract: Die Arbeitsgruppe Echtzeitsysteme und Kommunikation an der Fakultät für Informatik der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg nutzt die Attraktivität von Roboterbaukästen, um Studentinnen und Studenten an die Problematik kooperierender, mobiler Computersysteme/eingebetteter Systeme heranzuführen. Die Fähigkeit zu kooperieren und Probleme im Team zu lösen, macht mobile autonome Systeme beträchtlich effizienter und verbessert die Einsatzmöglichkeiten in vielen Anwendungsgebieten. Gleiches gilt übrigens für Studierende. Der Beitrag beschreibt Konzept und Inhalte eines Softwarepraktikums, das am Institut für Verteilte Systeme seit 2000 für Informatikstudenten im Grundstudium angeboten wird.

1 Einleitung

Computersysteme interagieren in einem immer stärkeren Maße mit ihrer Umgebung. Sie erfassen Aspekte und Informationen der realen Welt, verarbeiten sie und wirken mit ihren Ergebnissen direkt auf die reale Welt zurück. Dabei sind sie zunehmend mobil, ebenso wie die Systeme mit denen sie interagieren. Ziel der wissenschaftlichen Arbeiten im Bereich "Echtzeitsysteme und Kommunikation" ist es, fehlertolerante, dynamische Planungsverfahren, sowie Kommunikations-Technologien und Protokolle für verteilte und mobile Echtzeitanwendungen zu erforschen, zu bewerten und in realen Anwendungen zu erproben. Eine Aufgabe der universitären Lehre ist es, Studierende an die Mitwirkung bei diesen Forschungsarbeiten heranzuführen. Roboterbaukästen stellen im Vergleich zu „richtigen“ Forschungsplattformen eine relativ preiswerte und leicht zu beschaffende Alternative dar, um die notwendigen Fähigkeiten an realen Objekten zu trainieren. Am IVS werden dazu Roboterbaukästen von LEGO - das Mindstorms Robotics Invention System - eingesetzt, das seit Ende 1998 in den USA und seit Ende 1999 auch in Europa angeboten wird. Die Entscheidung für dieses System basierte vor allem auf zwei Gründen: die robuste Verarbeitung der elektronischen Komponenten und die eingebaute Infrarot-Kommunikation, die verteilte und kooperative Szenarien mit mehreren Robotern erlaubt. [GK01] [Ka01]

2 Das studentische Softwarepraktikum

Jedes Jahr im Sommersemester schreibt das IVS für Studierende im Grundstudium einen Wettbewerb aus, dessen Aufgabe im Rahmen des Softwarepraktikums (3 Semesterwochenstunden) zu lösen ist. Die Teilnehmer (max. 15) des Softwarepraktikums bearbeiten in kleinen Gruppen (2-4) eine kooperative Aufgabenstellung für je ein Roboterduo. Jede Gruppe erhält zwei Roboterbaukästen und konstruiert ihre einzigartigen Roboter. Die Wahl der Programmierumgebung war teilweise freigestellt (NQC, brickOS). Seit 2 Jahren wird die Java-Umgebung LeJOS verwendet, da diese Sprache auch bei den praktischen Übungen zur Grundlagenvorlesung „Algorithmen und Datenstrukturen“ verwendet wird. Am Schluss des Semesters präsentieren die Gruppen in einer Abschlussveranstaltung ihre Ergebnisse in einem Gesamtszenario. Außerdem hält jede Gruppe einen Vortrag über ihre Lösung und erstellt eine HTML-Präsentation. Die Ergebnisse der Jahre 2000 bis 2004 sind im Internet nachzulesen. [L1] Exemplarisch wird im Folgenden eine Aufgabe näher beschrieben. Dabei soll deutlich werden, welche Fähigkeiten die Studierenden durch diese Form des Praktikums erwerben bzw. entwickeln.

2.1 Aufgabe: Kooperatives Wettrennen

Die Aufgabe lautete: Möglichst schnelles Abfahren einer Linie gesteuert durch optisches Abtasten der Markierung und Führen eines „blinden“ Partner-Roboters über Infrarot-Kommunikation. Sieger ist die Gruppe, deren Roboterteam in kürzester Zeit im Ziel ist. Es bildeten sich 4 Gruppen mit 3-4 Teammitgliedern. Ausgestattet mit den Roboterbaukästen ging es gleich an die Lösung von Teilaufgaben, die dazu dienen, eine schnelle Einarbeitung zu motivieren und auf die Bewältigung der Wettbewerbsaufgabe hinzuführen (z.B. schnelle Geradeausfahrt mit 180°-Wende an einer Wand, Abfahren einer Linie mit einem Lichtsensor). In Form einer ersten Zwischenpräsentation mit Folien diskutierten die Gruppen zur Halbzeit die aufgetretenen Probleme und Ergebnisse, die Rahmenbedingungen für die Wettbewerbsaufgabe und erste Lösungsideen. Bei der Abschlusspräsentation wurde dann deutlich, wie stark sich die Präsentationsfähigkeit im Vergleich zur Zwischenpräsentation verbessert hatte. Der Nutzen der Präsentation wurde von den Teams in den Abschluss-Dokumentationen immer positiv bewertet: *„Die Präsentationen stellten für uns eine Möglichkeit dar, vor fachkundigem Publikum die Lösungen vorzustellen und durch anschließende Diskussion konstruktiv Meinungen auszutauschen und neue Anregungen zu erhalten.“*

Die Gruppen arbeiteten individuell und trafen sich einmal wöchentlich im Labor. Dadurch konnte ein Großteil der Lösungen anderer Gruppen jederzeit begutachtet werden. Ein reger Meinungs- und Wissensaustausch erfolgte. So wurden Ideen von Anderen aufgegriffen und für eigene Modelle modifiziert.

Jede Gruppe konstruierte zwei Fahrzeuge: ein Führungsfahrzeug und einen Verfolger. Das führende Fahrzeug ist mit einem oder zwei Lichtsensoren zur Liniensuche ausgestattet. Per Infrarotschnittstelle werden die Daten über die Lenkbewegungen und den zurückgelegten Weg vom ersten auf den zweiten Roboter übertragen.

Der Konstruktionsaufwand wird leicht unterschätzt. Er beträgt mindestens 50 % der investierten Zeit. Nach den ersten Erfahrungen mit der Hardware und Fragen wie:

- Welcher Antrieb ist präzise und schnell?
- Hält die Konstruktion Beschleunigungen und kleinen Karambolagen stand?
- Wie können die unterschiedlichen Motorkennlinien kompensiert werden?
- Welche Bauweise ist günstig für Kurvenfahrten?
- Was ist der günstigste Abstand für den Lichtsensor?

wurden meist völlig neue Konstruktionen notwendig. Weitere Probleme mit der Hardware resultieren aus:

- dem Einfluss des Ladezustands der Batterien auf die Motorleistung und
- dem großen Einfluss des Umgebungslichtes auf die Messung der Lichtsensoren.

Aus Sicht der Studierenden konnte durch das Softwarepraktikum ein Bezug zu folgenden Themen aus der Technischen Informatik hergestellt werden: Kommunikation über Infrarot, Erstellen von Kommunikationsprotokollen (mit Handshaking), Übertragungssicherung und Checksummen. Interessante Lernaspekte boten sich besonders bei der Einarbeitung in NQC und legOS und beim Cross-Compiling von C-Source für den Hitachi, womit die Studierenden erste Einblicke in die Programmierung von eingebetteten Systemen gewannen.

2.2 Weitere Aufgabenstellungen

2001 – Im Labyrinth

Bauen Sie zwei autonome Roboter mit Hilfe des Lego Mindstorms Robotics Invention System, die durch ein gegebenes Labyrinth finden, wobei der eine nach Finden des Ziels dem anderen den kürzesten Weg dorthin mitteilen soll. Sieger ist die Gruppe, deren zwei Roboter das gegebene Labyrinth in kürzester Zeit bewältigen.

2002 - Verteiltes System mit Transportfunktion und Odometrie

Zu konstruieren und programmieren sind ein oder zwei Roboter. Es soll sich um ein verteiltes System handeln mit zwei RCX- Komponenten. Diese teilen sich die Aufgaben wie folgt: ein RCX sucht die Dose, benötigt also einen effizienten Suchalgorithmus und die Fähigkeit die Dose zu erkennen (Lichtsensor) und der zweite RCX hat den Auftrag, die Dose zu greifen, festzuhalten und wieder abzusetzen.

2004 - Roboter wechsel dich

Ein Roboter fährt auf dem Kreis, die anderen stehen zufällig verteilt in den Depots. Einige Depots sind leer. Der Roboter im Kreis wählt zufällig ein Depot aus, fährt hinein und überprüft mittels Tastsensor, ob dieses belegt ist. Findet er einen Roboter, kommunizieren beide und tauschen die Rollen.

3 Bedeutung für die Ausbildung

Mit dem Ziel des Verständnisses der Hard- und Software autonomer Roboter und der Entwicklung eigener Roboter-Steuerungen werden bei dieser Form des Softwarepraktikums folgende Kompetenzen trainiert: [KN04]

Fachliche Kompetenz

- hardwarenahe Programmierung
- praktische Kenntnisse zur Sensorik, Aktorik und Infrarot-Datenübertragung
- Bedeutung von Konstruktion und Design
- Auseinandersetzung mit der Lösungsvielfalt einer realen Aufgabe
- Anerkennen der Praxis als ultimatives Bewertungskriterium

Soziale Kompetenz

- Wille zur Problemlösung auch bei unvollständigem Problemwissen
- Aufgabenverteilung im Team und teamübergreifend
- Bereitschaft zur Verantwortung
- Fähigkeit zur Diskussion seiner Ideen und zur Präsentation seiner Lösung

Bei der Planung des Gesamtszenarios für den Wettbewerb müssen insbesondere folgende Teilaufgaben von den Gruppen gelöst werden:

- Erarbeitung einer Lösungsstrategie
- Entwurf des Roboterdesigns
- Modellierung des Systemverhaltens
- Entwurf und Implementierung der Robotersteuerung
- Test und Dokumentation

Die Wettbewerbssituation wirkt motivierend. Die Beziehung zwischen Motivation und Lernen ist immer wechselseitig: Motivation ist Voraussetzung aber auch Ergebnis von Lernprozessen. Erfolg beim Lernen kann über Motivationsverstärkung die Lernleistung deutlich erhöhen. Die Gestaltung der Aufgabenstellung in Form eines Team-Wettbewerbs hatte die folgenden positiven Nebeneffekte:

- Es entstand eine hohe Variantenvielfalt der Lösungen und mechanischen Konstruktionen.
- Die Lösungen mussten sich auch unter Praxisbedingungen bewähren und mit anderen messen.
- Jeder kann sich entsprechend seinen Talenten und Kenntnissen mit bestimmten Schwerpunkten im Team einbringen und am Erfolg und Spaß teilhaben.

Die erworbenen Kenntnisse, Fähigkeiten und Erfahrungen stellen Kompetenzen dar, wie sie heute verstärkt von der Wirtschaft gefordert werden, darunter auch Softskills.

4 Resümee

Am Institut für Verteilte Systeme der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg werden seit fünf Jahren Roboterbaukästen in der Ausbildung eingesetzt, um den Studierenden im Grundstudium das Verständnis komplexer dynamischer Systeme zu erleichtern. Die Konstruktion und Programmierung von Robotern mit Baukästen wie dem LEGO Mindstorms Robotics Invention System ist aber auch sehr gut geeignet, andere Lernende an Informatik, Technik und Robotik heranzuführen. Roboter lassen sich nutzen, um Interesse zu wecken, Technikfeindlichkeit abzubauen, Verständnis für technische Systeme zu fördern und entsprechende Kenntnisse und Fähigkeiten zu vermitteln. Schließlich wird durch die Möglichkeit zur kreativen Gestaltung der Roboter das Selbstvertrauen gestärkt. Dies gilt für alle Altersgruppen und jeden Bildungsstand, und insbesondere auch für Mädchen und Frauen. Dazu wurde u.a. in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Autonome intelligente Systeme im Bundesprojekt „Roberta - Mädchen erobern Roboter“ ein genderspezifischer, anwendungsorientierter Ansatz für Mädchen entwickelt. [L2] [MPT04] Im Rahmen der Landesinitiative „Future Jobs For Girls“ fließen die Erfahrungen in die Gestaltung von Girls-Technik-Clubs ein [L3]. Positive Erfahrungen gibt es auch mit dem Einsatz in der Hochbegabtenförderung.

Literaturverzeichnis

- [GK01] Gergeleit, M.; Kanneberg, M.: Mindstorms Tournament-A Hands-on Introduction to Cooperative Robotics. In Proceedings of the Workshop on Edutainment Robots 2000. GMD Report 129, S. 13-14, 2001.
- [Ka01] Kanneberg, M.: Erfahrungen mit dem LEGO Mindstorms RIS im studentischen Softwarepraktikum und mit Schülerinnen aus Gymnasien. GMD Report 128, S. 83-92, 2001.
- [MPT04] Müllerburg, M.; Petersen, U.; Theidig, G.: Mit Robotern spielend lernen: Das Projekt Roberta. In ROBOTIK 2004. VDI Berichte Nr. 1841, S. 393 – 400, 2004.
- [KN04] Kanneberg, M.; Nett, E. : Roboter in der Ausbildung, III. Internationale Maschinenbaukonferenz COMEC 2004, 09.-11.11.2004, Santa Clara, Cuba .
- [L1] <http://www-ivs.cs.uni-magdeburg.de/EuK/lehre/sopras/index.shtml>
Die Ergebnisse der Softwarepraktika am IVS
- [L2] <http://www.roberta-home.de>
Roberta-Projekt: „Mädchen erobern Roboter“
- [L3] <http://www.double-step.de>
Ein Mentoring-Programm zur Motivation von Mädchen und jungen Frauen für zukunftsorientierte Berufe