

Vermittlung informationstechnischer Inhalte mit Hilfe von LEGO Mindstorms und LeJOS

Robotics Research Lab
Department of Computer Science
University of Kaiserslautern

25.06.2009



Inhalt

- Einleitung
 - Motivation
 - Angebote für Schulen
- LeJos
 - Einführung in LeJOS
 - Gegenüberstellung mit NXT-G
 - Bibliotheken und Erweiterungen für LeJOS
 - Anwendungsbeispiel
- Praxis
 - Einsatz von LeJOS in der Schule
 - Wissensvermittlung und Motivation



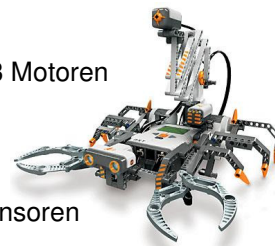
Einleitung – Motivation

- Zielsetzung:
 - Vermittlung von informationstechnischen Inhalten und Entwicklungsabläufen
 - Begeisterung für Informatik steigern
 - Interesse an technischem Studium wecken
 - Vermittlung von wissenschaftlichem Arbeiten
- Grundlagen:
 - LEGO-Mindstorms-Roboter als Motivation
 - Für viele Schüler bekannte ‚Hardware‘
 - Gute Wissensvermittlung unterschiedlicher Ingenieursdisziplinen
 - Vielfältige Erweiterungsmöglichkeiten



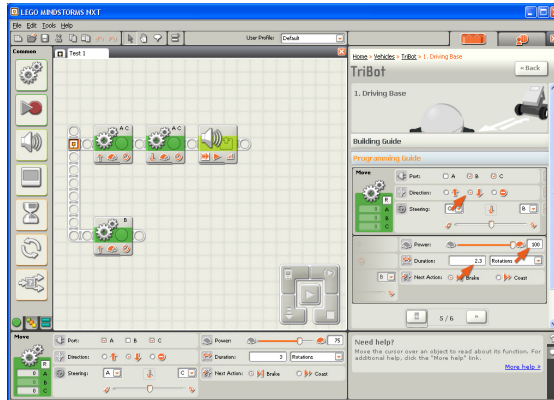
Einleitung – LEGO Mindstorms

- LEGO Mindstorms NXT
 - Programmierbarer Baustein (NXT)
 - Anschlüssen für bis zu 4 Sensoren und 3 Motoren
 - USB- und Bluetooth-Verbindung
 - 4 Sensoren: Ultraschallsensor, Taster, Helligkeitssensor, Geräuschsensor
 - 3 Servomotoren mit integrierten Rotationssensoren
 - > 500 LEGO-Technik-Elemente
 - Erweiterungen:
 - GPS, RFID-Sensor, Kompass, Beschleunigungs- und Lagesensor, Kamera, Temperatursensor
 - ~40 weitere Vernier-Sensoren



Einleitung – LEGO Mindstorms

- LEGO NXT-G
 - grafische Programmierumgebung für LEGO Mindstorms
 - vorgefertigte Programmbausteine zum „zusammenklicken“

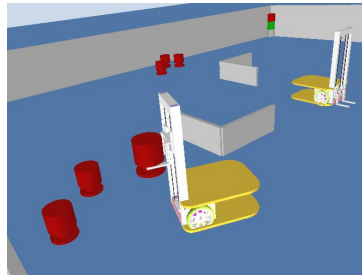


Einleitung – Angebote für Schulen

- Kostenlose Ausleihe für Unterricht/AGs/Projekte
 - LEGO-Mindstorms NXT-Kästen
 - Laptops
 - Ladegeräte
 - Kursmaterial
- Mittelstufenkurse an der TU Kaiserslautern mit LEGO Mindstorms
 - Einfache, grafische Programmierung (NXT-G)
 - Keine Informatik-Vorkenntnisse notwendig
 - Intuitive Bedienung und Verwendung der Sensoren und Motoren
 - Selbsterklärende Programmiererelemente (Schleifen u.Ä.)
 - Verwendung von LeJOS (Java) für Schüler mit Vorkenntnissen

Einleitung – Angebote für Schulen

- Oberstufenkurse in 3D-Simulation
 - Komplexe forschungsnahe Entwicklungsumgebung
 - Simulierte Gabelstapler-Roboter
 - Programmierung in C/C++
 - Schrittweise Entwicklung eines komplexen Steuerungsprogramms
- Vorteile für Schüler
 - Kontakt zu Hochschule
 - Stand der Forschung kennen lernen
 - Individuelle Anpassung an Leistungsstand und Vorkenntnisse



Einleitung – Wettbewerb

- Robotik-Wettbewerb am Tag der Informatik
 - 30. Oktober 2009
 - Kostenlose Teilnahme für Schülerteams
 - Zwei Aufgaben für autonome LEGO-Roboter:
 - Schnelles Finden des Ausgangs eines unbekanntes Labyrinths, dabei farbige Felder erkennen, ggf. Weg von den Feldern zum Ausgang merken
 - Schnelles Finden des Ausgangs eines unbekanntes Labyrinths mit darin enthaltenen Zyklen
 - Zusätzliche Preise für das beste Roboter-Design (Konstruktion und Programmierung)

Einleitung – Buchveröffentlichung

- LEGO Mindstorms NXT – Robotik, Algorithmen, Programmiersprachen
 - Informationstechnische Grundlagen
 - Sensorik und Aktuatorik von LEGO Mindstorms
 - Begleitende Aufgaben und Sensor-Experimente
 - Grafische Programmierung mit NXT-G
 - Einführung in Java und objektorientierte Progr.
 - Textuelle Programmierung mit LeJOS/Java
 - Ausführliche Beispiele und weiterführende Aufgaben
 - CD-Rom mit Programmen, Treibern und Lösungen
- erscheint Anfang 2010 im Springer-Verlag



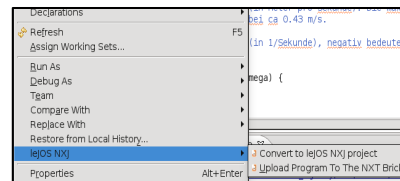
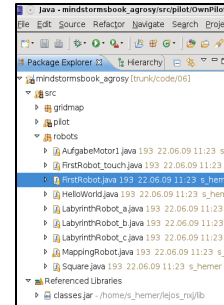
LeJOS – Einführung

- Was ist LeJOS?
 - LeJOS steht für die Kombination aus: Lego, Java und Operation System
 - LeJOS ist eine Java-Virtual-Machine-Portierung für den NXT
 - Kern ist eine Firmwareersetzung, die die eigentlich JVM darstellt
 - Programmierung erfolgt am PC mit Java
 - Um die Programmierung zu vereinfachen gibt es Bibliotheken sowohl für Motoren und Sensoren als auch für höhere Ebenen
 - Diverse Hilfsprogramme (Kompilieren, Hochladen, Firmwareersetzung, Debugkonsole, ...)



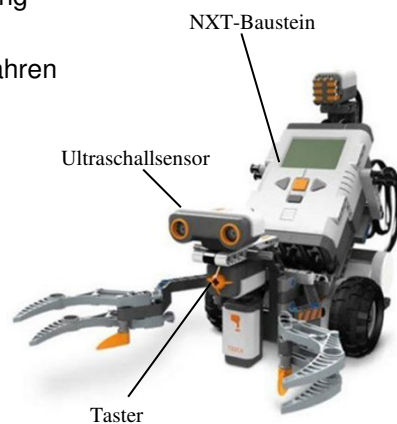
LeJOS – Einführung

- Wie wird es verwendet?
 - Ersetzen der Lego-Firmware mit LeJOS-Hilfsprogramm
 - Neue Firmware bietet NXT-Menü ähnlich der Originalfirmware (Programmauswahl, Einstellungen, etc.)
 - Java Programmierung am PC mit Editoren wie bspw. Eclipse-IDE
 - spezielles Eclipse-Plugin erleichtert das Kompilieren und Hochladen



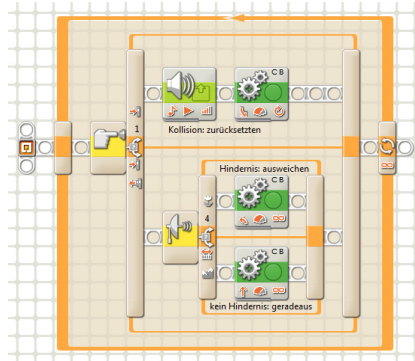
LeJOS – Beispiel: Hindernisausweichen

- Roboter mit Differentialantrieb
- Ultraschallsensor zur Entfernungsmessung (~5 bis 250 cm)
- Tastsensor zur Kollisionserkennung
- Aufgaben:
 - Roboter soll (zufällig) umherfahren
 - Roboter muss Hindernisse erkennen und wegleiten
 - Roboter muss Kollisionen erkennen und zurückweichen



LeJOS – Beispiel: Hindernisausweichen

- Lösung in NXT-G
 - Globale Schleife zur Wiederholung des Programms
 - Verschachtelte Verzweigungen für Reaktion auf Taster und Ultraschallsensor
 - Vielfältige Parameter-einstellungen für jeden Programmblock (s.u.)



LeJOS – Beispiel: Hindernisausweichen

- Lösung in Java/LeJOS

```
package robots;

import lejos.navigation.TachoPilot;
import lejos.nxt.Button;
import lejos.nxt.ButtonListener;
import lejos.nxt.LCD;
import lejos.nxt.Motor;
import lejos.nxt.SensorPort;
import lejos.nxt.SoundSensor;
import lejos.nxt.TouchSensor;
import lejos.nxt.UltrasonicSensor;

/**
 * Vergleich NXT-G - LeJOS für Vortrag Lehrerfortbildung
 *
 * @author Steffen Hemer
 */
public class Compare {

    // Roboterkonfiguration
    public static TachoPilot pilot = new TachoPilot(5.6f, 11.2f, Motor.A,
        Motor.B);
    public static TouchSensor touchSensor = new TouchSensor(SensorPort.S1);
    public static UltrasonicSensor sonicSensor = new UltrasonicSensor(
        SensorPort.S2);
    public static SoundSensor soundSensor = new SoundSensor(SensorPort.S3,
        false);
}
```

```

/**
 * @param args
 */
public static void main(String[] args) throws Exception {

    // Listener, um das Programm zu jeder Zeit zu stoppen - sollte in jedem
    // LeJos-Programm vorhanden sein
    Button.ESCAPE.addListener(new ButtonListener() {

        // Programm startet hier
        sonicSensor.continuous();

        // Sensorstatus-Variablen
        boolean sensorPressed = false;
        boolean minDistReached = false;

        final int MINDISTANCE = 40;

        while (true) {
            while (!sensorPressed && !minDistReached) {
                sensorPressed = touchSensor.isPressed();
                minDistReached = sonicSensor.getDistance() <= MINDISTANCE;
                pilot.forward();
            }
            pilot.stop();
            if (minDistReached) {
                pilot.turn(0, 45);
            } else {
                pilot.travel(-20);
                pilot.turn(0, -45);
            }
            sensorPressed = false;
            minDistReached = false;
        }
    }
}

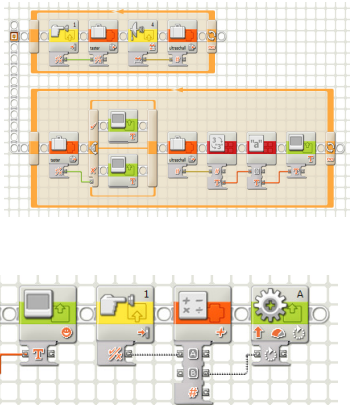
```

IRLAB
THE ROBOTICS RESEARCH LAB

LEGO Mindstorms NXT in der Schule

LeJOS – Funktionen

- Vorteile gegenüber NXT-G
 - arithmetische Operationen (z.B. ++, %)
 - Übersicht bei komplexeren Berechnungen mit vielen Variablen
 - Arrays, Listen (dynamisch)
 - Umfangreiche Mathebibliothek (Sinus/Cosinusfunktion, etc.)
 - Einstieg in Java bzw. textuelles Programmieren mit einer objektorientierten Sprache



IRLAB
THE ROBOTICS RESEARCH LAB

LEGO Mindstorms NXT in der Schule

LeJOS – Funktionen

- Bibliotheken
 - Standardbibliotheken für Motoren, Sensoren, Tasten, LCD
 - Bibliotheken für nahezu alle Zusatzsensoren
 - Fortbewegungs-Bibliotheken mit integrierter Kinematik- und Odometrieberechnung
 - Lokalisation mittels Monte-Carlo-Algorithmen (indeterministische, wahrscheinlichkeitsbasierte Algorithmen)
 - Subsumption (Verhaltensbasierte Steuerung)
 - Kommunikation, Fernsteuerung
 - Basisbibliotheken zur einfachen Erweiterung (i²C)
 - uvm.

LeJOS – Möglichkeiten mit LeJOS

- Anwendungsbeispiel
 - Odometrie / Kartenerstellung

Praxis – Einbindung in Lehrplan

- Grundfach
 - Algorithmisches Problemlösen
 - Algorithmen entwickeln und implementieren
 - Algorithmische Grundstrukturen beherrschen
 - Software-Entwicklung
 - Software-Entwicklungsprozesse systematisch durchführen
 - Additum: Ein Software-Entwicklungs-Projekt organisieren
- Leistungsfach
 - Algorithmen und Datenstrukturen
 - Algorithmische Grundstrukturen beherrschen
 - Algorithmen entwickeln und implementieren
 - Software-Entwicklung
 - Qualitätsmerkmale für Software kennen und beachten
 - Software-Entwicklungsprozesse systematisch durchführen
 - Ein Software-Entwicklungs-Projekt organisieren

Praxis – Bisherige Erfahrungen

- AG: Robotik
 - Ziele:
 - Grundverständnis und Interesse wecken
 - Teilnahme an Wettbewerben
 - FLL; IRC (Rockenhausen)
 - Klasse 5/6
 - Nutzung der Lego-Programmierungsumgebung
- BLL / Facharbeit
 - 4 Lego Roboter mittels Wii-Fernbedienungen steuern
 - Eclipse Programmierungsumgebung (Sprache: Java)
 - Fertige Bluetooth-Schnittstelle vorhanden