Seminarthemen (1)

Informationsverarbeitung in der Robotik: Frameworks

Thema 1: Robot Operating System (ROS)

Eingebettete Systeme sind integraler Bestandteil des sie umschließenden Systems und eng mit Sensoren und Aktoren verbunden. Bei der Realisierung mobiler Robotersysteme entstehen schnell komplexe Systeme, die sich mit komponentenbasierten und modellgetriebenen Architekturen (Methoden des Software-Engineering) beherrschen lassen.

Geben Sie einen überblick über das Framework Robot Operating System (ROS). Gehen Sie dabei auf die Architektur und die Methodik der Entwicklung von Robotik-Anwendungen ein.

Literatur:

- Martinez, A.; Fernández, E.: Learning ROS for Robotics Programming
- Goebel, P.: ROS by Example, Vol. 1 und 2, lulu.com, 2015

Seminarthemen (2)

Bewegungsalgorithmen für Humanoide Roboter

Thema 2: Die ZMP-Steuerung

Bei der Steuerung zweibeinigen Laufrobotern ist es wichtig, in gewissem Maße eine Balance herzustellen, die das Umfallen des Roboters verhindert. Beim Gehen sind jedoch auch Beschleunigungen notwendig, die das System aus dem Gleichgewicht bringen können. Um eine Laufsteuerung unter diesen Bedingungen zu ermöglichen, wurde des Konzept des Nullmomentpunktes (Zero Moment Point) entwickelt. Geben Sie eine Einführung zu diesem Verfahren.

Literatur

- Human and Machine Locomotion. Morecki, A., Waldron, K.J.
- Modeling, Simulation and Optimization of Bipedal Walking. Mombaur, K., Berns, K.
- Myronov, O.: Konstruktion eines zweibeinigen Laufroboters mit Sensor-, Aktor- und Steuerungskomponenten. Diplomarbeit. Hochschule Mannheim, 2006

Seminarthemen (3)

Informationsverarbeitung in der Robotik: Mensch und Maschine

Thema 3: Sprachverarbeitung als Bedieninterface

Sprachverarbeitung ist inzwischen im Kontext einiger Betriebssysteme unkompliziert verfügbar, jedoch auf eine Serververbindung angewiesen. Es gibt aber auch die Möglichkeit, eigene Server aufzusetzen, die sogar für eingebettete Systeme geeignet sind.

Stellen Sie aktuelle Lösungen vor und zeigen Sie, wie man beispielsweise mittels VoiceXML Dialoge definieren kann und wo Herausforderungen liegen, eine möglichst natürliche Kommunikation zu realisieren.

Literatur:

- E.-G. Schukat-Talamazzini: Automatische Spracherkennung
- Beispiele für Spracherkenner und –generatoren: Sphinx, Festival, Loquendo, EML Transcription Server
- Hegenbart S.: Spracherkennung im Kontext Robocup@home. Mannheim, 2013

Seminarthemen (4)

Informationsverarbeitung in der Robotik: Planung

Thema 4: Bewegungsplanung mit Moveit und OpenRave

Autonome Mobile Roboter müssen in komplexen Umgebungen agieren. Erschwerend kommt hinzu, dass die Umgebung eines Roboters Veränderungen unterliegt (Menschen, andere Roboter). Es ist daher notwendig, beispielsweise einen Manipulator so zu bewegen, dass eine Greifaufgabe ohne Kollision mit Hindernissen in der Umgebung ausgeführt werden kann. Hierzu existieren bereits Planungswerkzeuge, die auch für schwierige Situationen Lösungen finden. Geben Sie einen Überblick über den aktuellen Stand der Bewegungsplanung insbesondere in Bezug auf Moveit und Openrave

Literatur:

- Rosen Diankov and James Kuffner: OpenRAVE: A Planning Architecture for Autonomous Robotics, tech. report CMU-RI-TR-08-34, Robotics Institute, Carnegie Mellon University, July, 2008.
- Chitta, S.; Sucan, I.; Cousins, S.: Moveit!, Robotics & Automation Magazine, IEEE, 2012, Vol. 19, Issue 1, pp. 18 - 19

Seminarthemen (5)

Informationsverarbeitung in der Robotik: Planung

Thema 5: Kollisionsvermeidung und Bewegungsplanung

Kollisionsvermeidung und spielt bei mobilen Robotern, bei Mensch-Roboter-Kollaboration, 3D-Spielen und Autonomen Fahrzeugen eine große Rolle.

Beispielsweise soll ein Roboterarm, welcher sich im Rahmen seines Freiheitsgrades im Raum bewegen kann, mittels eines externen Trackingsystems so gesteuert werden, dass es zu keinen Personen- oder Sachschäden kommt. Finden Sie Ansätze welches dieses Problem lösen können.

Ein anderes Beispiel bestünde darin, dass ein sich bewegender Roboter anderen Robotern ausweichen muss und trotzdem sein Ziel erreicht.

Literatur:

- Lavalle, S. M.; Kuffner, J. J. Jr. : Rapidly-Exploring Random Trees: Progress and Prospects. Algorithmic and Computational Robotics: New Directions, 2000, pp. 293--308

Seminarthemen (6)

Verfahren

Thema 6: Mensch-Roboter-Kollaboration

Hochautomatisierte Produktion mit Hilfe von Robotern ist seit Jahrzehnten bekannt. Für kleine Produktionsmengen müssen neue Verfahren gefunden werden, die das Programmieren von Robotern effizient machen und bei denen Mensch und Roboter zusammenarbeiten. Hierbei spielen die Erkennung des Menschen, die Erkennung von Gesten und Augmented Reality eine wichtige Rolle.

Geben Sie anhand aktueller Veröffentlichungen einen Überblick über den Stand der Forschung und arbeiten Sie Herausforderungen für die Informatik heraus.

Literatur

- wird noch gegeben

Seminarthemen (7)

Informationsverarbeitung in der Robotik: Planung

Thema 7: Laufplaner

Mehrbeinige und insbesondere sechsbeinige Laufroboter sollen in der Lage sein, unstrukturiertes Gelände zu bewältigen. Hierzu kann man grundsätzlich zwischen regulären Laufmustern (z.B. Dreifußgang), reaktiven Laufmustern (z.B. Stabheuschrecke) und geplanten Laufmustern unterscheiden.
Recherchieren Sie den Stand der Forschung zur Erzeugung von Laufmustern, die auch für schwieriges Gelände eine Lösung bieten.

Literatur / Links

- Wird noch gegeben

Seminarthemen (8)

Informationsverarbeitung in der Robotik: Perception

Thema 8: Wo bin ich?

Inertialnavigation, xGPS, Odometrie und Multilateration sind bekannte Verfahren aus Robotik, Navigationssystemen und tollen Apps auf unserem Handy. Nicht zuletzt sind diese Verfahren auch für das Autonome Fahren wichtig.

Recherchieren Sie die Funktionsweise verschiedener Lokalisierungsverfahren und vergleichen Sie diese bezüglich Genauigkeit und Funktionsweise. Ein Einblick in die zugrundeliegenden Verfahren zur Positionsberechnung sollte nicht fehlen.

Literatur

- Borenstein, Everett, Feng: Where am I? Sensors and Methods for Mobile Robot Positioning. University of Michigan, 1996

Seminarthemen (9)

Informationsverarbeitung in der Robotik: Perception

Thema 9: Das SLAM-Problem

Roboter bewegen sich in einer ihnen zunächst unbekannten Umgebung. Zur Navigation müssen sie diese kartieren und später ggf. aktualisieren. Gleichzeitig müssen die bereits vorhandenen Karten zur Navigation genutzt werden. Diese Technik ist unter Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) bekannt. Geben Sie eine Einführung in die hierfür verwendeten Methoden. Gehen Sie insbesondere auf Partikel-Filter (Monte-Carlo-Lokalisierung), Scan-Matching bzw. Probabilistische Ansätze ein (mehre Themen).

Literatur

- Sebastian Thrun, Wolfram Burgard, Dieter Fox: Probabilistic Robotics (Intelligent Robotics and Autonomous Agents). The Mit Press, 2005
- Siciliano, Khatib: Handbook of Robotics, Springer Verlag, 2008

Seminarthemen (10)

Informationsverarbeitung in der Robotik: Perception

Thema 10: Point Cloud Library (PCL)

3D-Bildsensoren wie Kinect, Stereokamaeras und Laserscanner liefern Bildpunkte mit 3D-Koordinaten. Mit deren Hilfe kann man Objekte im Raum klassifizieren. Um mit den Punktwolken zu arbeiten, benötigt man entsprechende Datenformate, auf die sich Bibliotheksfunktionen Datenbereitsteller und –nutzer beziehen können.

Stellen Sie das Konzept der Point Cloud Library vor sowie einige darauf basierende Anwendungen. Gehen Sie dabei auch auf NARF und ORB Features ein.

Literatur

- Rusu, R. B.; Cousins, S.: 3D is here: Point Cloud Library (PCL).
- Aaron Klein: Feature based 3D Object Recognition and Localization in Point Clouds
- Neri Marschik: Recognition of basic shapes in 3D point clouds using a Kinect sensor

Seminarthemen (11)

Informationsverarbeitung in der Robotik: Perception

Thema 11: Objekterkennung mittels PCL

3D-Bildsensoren wie Kinect, Stereokamaeras und Laserscanner liefern Bildpunkte mit 3D-Koordinaten. Mit deren Hilfe kann man Objekte im Raum klassifizieren. Um mit den Punktwolken zu arbeiten, benötigt man entsprechende Datenformate, auf die sich Bibliotheksfunktionen Datenbereitsteller und –nutzer beziehen können.

Stellen Sie die Methodik der Objekterkennung mittels FPFH und SHOT im Detail vor und diskutieren Sie mögliche Ansätze zur Beschleunigung der Verfahren.

Literatur

- Rusu, R. B.; Cousins, S.: 3D is here: Point Cloud Library (PCL).
- Aaron Klein: Feature based 3D Object Recognition and Localization in Point Clouds
- Neri Marschik: Recognition of basic shapes in 3D point clouds using a Kinect sensor

Seminarthemen (12)

Sensorik und Bildverarbeitung

Thema 12: Rekonstruktion dreidimensionaler Umgebungsmerkmale mittels Stereobildverarbeitung und anderer Verfahren

Die Rekonstruktion räumlicher Objekte ist wichtig für aktuelle Anwendungen wie Virtual Reality, Augmented Reality, Mobile Roboter oder Autonomes Fahren.

Eine Möglichkeit zur Gewinnung solcher Informationen besteht darin, mit Hilfe von zwei oder mehr Kameras räumliche Koordinaten von Objekten zu ermitteln, während andere Methoden beispielsweise Lichtschnittverfahren nutzen. Geben Sie einen Überblick über Verfahren.

Literatur

- Klette, R.; Schlüns, K. “Computer Vision – Räumliche Information aus digitalen Bildern”; Vieweg Technik Verlag; 1996
- Frahm, J.-M.; Pollefeys, M.; Lazebnik, S.; Clipp, B.; Gallup, D.; Raguram, R.; Changchang Wu: Fast robust reconstruction of large-scale environments; 2010 44th Annual Conference on Information Sciences and Systems (CISS), 2010; pp. 1-6

Seminarthemen (13)

Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen

Thema 13: Deep Learning

Deep Learning (strukturiertes lernen, hierarchisches Lernen) ist ein Verfahren des Maschinellen Lernens, das in letzter Zeit enorme Fortschritte gemacht hat. Dabei wird versucht, High-Level-Abstraktionen auf Basis mehrerer Verarbeitungsebenen zu erzielen. Anwendungsfelder sind beispielsweise computer vision, automatic speech recognition, natural language processing und audio recognition.

(Es sind auch Vorträge zu anderen Lernverfahren, beispielsweise Support Vector Machines, möglich)

Literatur

- Automatic speech recognition : a deep learning approach / by Dong Yu, Li Deng. – Springer
- Autonomous Robotics and Deep Learning / by Vishnu Nath, Stephen E. Levinson. - Springer

Seminarthemen (14)

Echtzeitsysteme

Thema 14: Echtzeitsysteme

Zur Steuerung von technischen Prozessen ist es wichtig, dass der steuernde Rechner innerhalb einer definierten Zeit basierend auf Sensorinformationen Steuerbefehle bereitstellt. Diese Notwendigkeit wird durch sogenannte Echtzeitsysteme erfüllt.

Geben Sie einen vergleichenden Überblick über aktuelle Entwicklungen zu Echtzeit-Systemen, insbesondere Echtzeit-Erweiterungen für Linux. Gehen sie besonders auf die Echtzeit-Erweiterung Xenomai ein.

Literatur

- Zöbel, D.: Echtzeirtsysteme: Grundlagen der Planung. Springer, 2008
- Liu, J. W. S.: Real-Time Systems.

Seminarthemen (15)

Rechnerarchitektur

Thema 15: Cross-Entwicklung: Cross-Compiler

Einen Linux-Kernel oder ein größeres Software-Framework auf einem Raspberry Pi oder einem EV3 zu übersetzen ist eine sehr zeitraubende Angelegenheit. Besser ist, hierfür einen Cross-Compiler auf einem ordentlichen Rechner zu bemühen. Hierfür benötigt man einen Cross-Compiler, der die Zielplattform möglichst optimal unterstützt. Um das zu erreichen, muss man den Compiler so übersetzen, dass er die Hardware-Komponenten des Zielprozessors möglichst vollständig unterstützt (z.B. Floating-Point-Support).

Arbeiten Sie die notwendige Vorgehensweise heraus und recherchieren Sie die notwendigen Compileroptionen am Beispiel von Zielsystemen wie Raspberry PI, Lego EV3, Lego NXT und Arduino.

Literatur

- Dokumentationen der jeweiligen Produkthersteller
- Prozessordokumentationen, Compiler-Manuals (GCC)

Seminarthemen (16)

Rechnerarchitektur

Thema 16: Cross-Entwicklung: Entwicklungsumgebung

Für einen effizienten Übersetzungsvorgang sorgt ein Cross-Compiler. Zum Testen und Debuggen benötigt am einen Emulator oder eine echte Zielhardware.

Stellen Sie die notwendigen Werkzeuge und die Vorgehensweise vor, um eine Entwicklungsumgebung mit Emulator (z.B. für Raspberry Pi) bzw. Zielsystem mit JTAG-Interface. Stellen sie ferner dar, wie der GNU-Debugger des Entwicklungs-Rechners zum Testen eingebunden werden kann.

Literatur

- Bachfeld, D.: Aller Anfang ist leicht - Emulierter Raspberry Pi unter Windows. C‘t Magazin für Computertechnik, 07/2014, Seite 160

Seminarthemen (17)

Rechnerarchitektur

Thema 17: Das beste aus zwei Welten: FPGA mit ARM9

Mit FPGAs kann man sich eigene komplexe Logiken bis hin zu Prozessoren bauen. Oft wäre aber eine Kombination mit einem echten Prozessor wünschenswert, so dass man nur Spezialoperationen auslagern muss oder für einen echten Prozessor spezielle Ein-Ausgabe-Schnittstellen hinzufügen kann. Mit der Zynq-7000-Falilie von Xilinx (bzw. Altera Cyclone V SX) hat man einen Cortex A9 in einen FPGA zur Verfügung, so dass man Linux Linux benutzen kann.

Stellen Sie das System bezüglich Prozessor, FPGA, der jeweiligen Programmierung verschiedener Applikationsbeispiele vor.

Literatur

- http://www.xilinx.com/products/silicon-devices/soc/zynq-7000.html
- C.Recht: Konfigurierbares Ein-/Ausgabeinterface mit FPGA und PCI-Express-Anbindung. Bachelor Thesis, Mannheim, 2011

Seminarthemen (18)

Rechnerarchitektur

Thema 18: Hochleistungsrechnen für KI

Nichts ist schneller als Hardware. Ein gewöhnlicher Prozessor ist aber oft zu langsam für Deep Learning. Da viele ähnliche Rechenoperationen ausgeführt werden und parallel berechenbar sind, bieten sich speziell angepasste Rechnerarchitekturen an. Prädestiniert hierfür sind beispielsweise FPGA und Grafikkarten der Kepler-Architektur. Recherchieren Sie in diesem Kontext aktuelle Entwicklungen und vergleichen Sie Vor- und Nachteile.

Literatur

- http://www.xilinx.com/products/silicon-devices/soc/zynq-7000.html
- C.Recht: Konfigurierbares Ein-/Ausgabeinterface mit FPGA und PCI-Express-Anbindung. Bachelor Thesis, Mannheim, 2011
- Dokumentationen der hersteller

Seminarthemen (19)

Verfahren

Thema 19: 3D-Druck

3D-Druck gibt es seit mehr als 20 Jahren, damals firmierte diese Technologie noch unter Rapid Prototyping. Ausgelaufene Patente und neue Konzepte führen zu immer neuen Realisierungen.

Geben Sie einen Überblick über aktuelle Technologien und verwendeten Materialien sowie über den Workflow bei der Erstellung von 3D-Druckobjekten.

Literatur

- Andreas Gebhardt: Rapid Prototyping - Werkzeuge für die schnelle Produktentstehung. 2. Auflage. Hanser Verlag, München 2002
- Petra Fastermann: 3D-Druck/Rapid Prototyping: Eine Zukunftstechnologie - kompakt erklärt. 1. Auflage. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg 2012
- Wilhelm Meiners: Direktes Selektives Laser Sintern einkomponentiger metallischer Werkstoffe. RWTH Aachen, 1999.

Seminarthemen (20)

Verfahren

Thema 20: Continuous Integration mit Jenkins

Das Arbeiten an und das Ausliefern komplexer Software erfordert oft eine fortlaufende Integration von Komponenten. Diesen Teil der Arbeit kann man mit Jenkins automatisieren.
Recherchieren Sie den Stand der Technik für diese Aufgabe (z.B. auch verwandte Tools) und mögliche Anwendungsszenarien Ein Beispiel hierfür bietet das Entwickeln von Packages unter dem Robot Operating System.

Literatur / Links

- Wird noch gegeben

Seminarthemen (21)

Verfahren

Thema 21: DevOps mit Docker

Stellen Sie sich vor, mehrere Gruppen arbeiten auf einem Roboter an ihren Projekten. Da kann es schnell vorkommen, dass das Anpassen der Systemkonfiguration für ein Projekt schnell zu Problemen bei einem anderen Projekt führen kann.
Es ist zwar möglich, virtuelle Maschinen einzusetzen, jedoch ergeben sich regelmäßig Probleme bei Hardwarezugriffen und der Performanz. Einen Ausweg bieten Container, die leichtgewichtig virtualisieren.
Stellen Sie das Konzept der Container unter Docker vor und Strategien, wie Docker zur Unterstützung mehrerer Arbeitsgruppen auf der gleichen Hardware eingesetzt werden kann.

Literatur / Links

- Wird noch gegeben