

Einsatz einer SBRIO zur Steuerung eines Rescue-Roboters für den RoboCup 2009

DI(FH) Raimund Edlinger
Forschungsassistent/Automatisierungstechnik
Fakultät für Technik und Umweltwissenschaften
FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH
Stelzhamerstraße 23
A-4600 Wels
Tel.: +43 (0)7242 72811-4410
Fax.: +43 (0)7242 72811-94410
E-Mail: raimund.edlinger@fh-wels.at
Web: <http://www.fh-ooe.at/campus-wels/>

Kurzfassung

Die vorgestellte Forschungsarbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung eines Roboters mittels Kettenantrieb, der auch in schwierigstem Gelände autonom operieren kann. Für diese multidisziplinäre Aufgabe ist eine verteilte Systemarchitektur implementiert worden, mit Schwerpunkt sowohl auf die optimale interne Kommunikation der Komponenten im Roboter, als auch eine sichere Verbindung nach außen hin, über WLAN.

Ein weiteres Ziel ist die Teilnahme an dem internationalen Roboterwettbewerb „RoboCup“, der dieses Jahr in Graz statt gefunden hat. Bei der Rescue Real Robot Liga werden reale Bedingungen nachgestellt, bei der die autonomen Roboter schwierigen und unstrukturierten Szenarien ausgesetzt sind. Durch diese sehr anspruchsvolle Aufgabenstellung, hat man sich zum Ziel gesetzt, einen speziellen Roboter (Bild Bild Bild Bild Bild 1:) für Erkundungsfahrten, Sicherheitsanwendungen und Katastropheneinsätze zu entwickeln. Vor allem sind intelligente Steuerprogramme eine grundlegende Herausforderung in diesem Arbeitsgebiet. Der Roboter wird von einem Single-Board-RIO-9642 von National Instruments gesteuert, das sich aufgrund der Flexibilität des Systems, robusten und modularen Einplatinenlösung und der geringen Abmessungen hervorragend für diese Anwendung eignet.

Abstract

The introduced research project deals with the development of a robot with chain drive which can also operate in the most difficult area autonomously. This requires a digital controller unit. For this robot the Single Board RIO from National Instruments is used. It is a modular controlling system which is monitoring the sensor data, controlling the actuators and execute the main tasks for planning and navigation of the robot via WLAN.

The RoboCup Rescue League is a competition where autonomous robots navigate through an arena with different level of difficulty such as uneven underground, obstacles and stairs. According to those requirements the development of the robots is very complex and combines multiple disciplines such as mechanical engineering, electrical engineering and programming. The RoboCup Rescue League requires the highest demands on the motor and sensory abilities of the robots. The robot is developed specially for the use in the field of security and emergency application. The preliminary aim is to build an autonomous robot which is able to drive through an unstructured environment and search for victims. The robot is controlled by a SINGLE-BOARD-RIO-9642 of *National Instruments* which is suited on account of the flexibility of the system, robust and modular and the low dimensions.

Einleitung

Bei diesem Wettbewerb müssen die Roboter autonom und teilweise von einem Operator gesteuert in einem Parcours verletzte Personen finden, dabei eine Karte des Kurses anfertigen und gefundene Personen in diese Karte einzeichnen. Dieser Wettbewerb stellt eine gute Möglichkeit dar, um Roboter für den Einsatz zur Unterstützung von Hilfskräften zu entwickeln und auch zu testen. Um ein solches System einerseits für den Wettkampf bestens zu rüsten und andererseits auch effizient für den realen Einsatz zu gestalten, sind eine Reihe von Sensoren notwendig.



Bild 1: Rescue Roboter der FH OÖ, Campus Wels [2]

RoboCup Rescue League

Der RoboCup stellt einen der größten Wettbewerbe weltweit für autonome und intelligente Roboter dar. Der Wettbewerb ist in die folgend angeführten Disziplinen unterteilt.

- RoboCup Soccer
- RoboCup Rescue
- RoboCup@Home
- RoboCup Junior

Ziel des RoboCup Rescue League Wettbewerbes ist es, Technologien zu entwickeln, welche die Einsatzkräfte in Katastrophensituationen, wie zum Beispiel Erdbeben unterstützen. Dabei ist dieser Bewerb wiederum in zwei verschiedene Disziplinen unterteilt, die Simulation League und die Real Rescue League.

- Simulation League: Bei der _Simulation League_ besteht die

Aufgabe darin, eine Simulationssoftware bzw. Algorithmen zu erstellen, um simulierte Einsatzkräfte zu leiten, sowie wichtige Daten aufzuzeichnen und den Einsatzkräften zur Verfügung zu stellen.

- Real Rescue League: Bei der *_Real Rescue League_* besteht die Anforderung an die Teams, einen Roboter zu entwickeln, der die Einsatzkräfte bei einem möglichen Einsatzszenario unterstützt. Beim Wettbewerb muss der Roboter einen Parcours durchqueren und verletzte Personen lokalisieren. Wird eine simulierte verletzte Person lokalisiert, werden dafür Punkte vergeben. Während der Fahrt, in der so genannten Arena, muss eine Karte der Umgebung bzw. des Kurses angefertigt werden, in die etwaige verletzte Personen oder potentielle Gefahrenherde eingezeichnet werden. Der Parcours ist in drei verschiedene Zonen unterteilt (Gelb, Orange, Rot, siehe 0) [1], wobei jede Zone einen eigenen Schwierigkeitsgrad darstellt. Im roten und orangen Teil des Kurses dürfen die Roboter von einem sog. Operator gesteuert werden. In der gelben Zone können nur Punkte gesammelt werden, wenn der Roboter den Parcours vollkommen eigenständig absolviert. Die einzelnen Zonen sind mit verschiedenen Hindernissen aufgebaut, wie zum Beispiel Stoppelfelder, Stufen und Tunnel, wodurch eine enorme Anforderung an die mechanische Konstruktion gestellt wird. In den folgenden Abbildungen sind die verschiedenen Zonen des Parcours sowie einige der zu überwindenden Hindernisse ersichtlich:



Bild 2: Gelbe Arena [6]



Bild 3: Orange Arena [6]



Bild 4: Rote Arena [6]

Realisierung der Ansteuerung mit LabVIEW

Vor allem sind intelligente Steuerprogramme eine grundlegende Herausforderung in diesem Arbeitsgebiet. Der Roboter wird von einem NI-Single-Board-RIO (NI-SBRIO) [3] von *National Instruments* gesteuert, siehe Bild 5: das einen Embedded-Echtzeitprozessor, einen leistungsstarken FPGA sowie integrierte Analog- und Digital-I/O auf einer einzigen Karte umfasst. Aufgrund der offenen Embedded-Architektur, geringen Abmessungen, extremen Robustheit und Flexibilität des Systems, hat sich diese Hardware als sehr benutzerfreundliche Hardware-Plattform für die Entwicklung des Roboters bewährt.

Neben dem Bewegungsapparat beinhaltet der Rescue-Roboter ein Bildverarbeitungssystem, eine Entfernungsmessung und eine drahtlose Kommunikation, die notwendig sind, damit der Roboter auch in der Lage ist, ohne Teleoperator aktiv zu sein. Zwei Fire-Wire-Kameras in Kombination eines Bildverarbeitungssystems (NI Compact Vision CVS) ermöglichen es, Objekte zu lokalisieren.

Für die Wegplanung und Kartenerstellung wird ein Laser Range Finder (*Hokuyo* UBG-LX04, [4]) verwendet, der bei ungewisser Umgebung fundamentale Erkenntnisse für die Kartenerstellung (Mapping) geben kann. Die gewonnenen Informationen sollen soweit verarbeitet und optimiert werden, damit eine Raumkarte der Umgebung erstellt werden kann und diese die räumlichen Gegebenheiten als Grundrissdarstellung widerspiegelt. Diese Obliegenheit ist auch unter der Bezeichnung SLAM (Simultaneous Localization and Mapping Problem) bekannt.

Für die Wegplanung wird zusätzlich noch ein Positionserkennungssystem (IMU) verwendet, das die Position des Roboters in einem drei-dimensionalen kartesischen Koordinatensystem sowie die Lage des Roboters wider gibt. Die IMU (Inertial Measurement Unit) ist eine inertielle Messeinheit der Firma *Xsens* [5], die aus drei Beschleunigungssensoren, drei Drehratensensoren und drei Magnetfeldsensoren besteht. Mit den Drehratensensoren und den Magnetfeldsensoren liefert diese Messeinheit eine driftfreie Lage im

Raum. Dies erreicht der Sensor durch das ständige Referenzieren an das Erdmagnetfeld. Mit Hilfe eines integrierten Kalman-Filters liefert der Sensor bereits kalibrierte Daten.

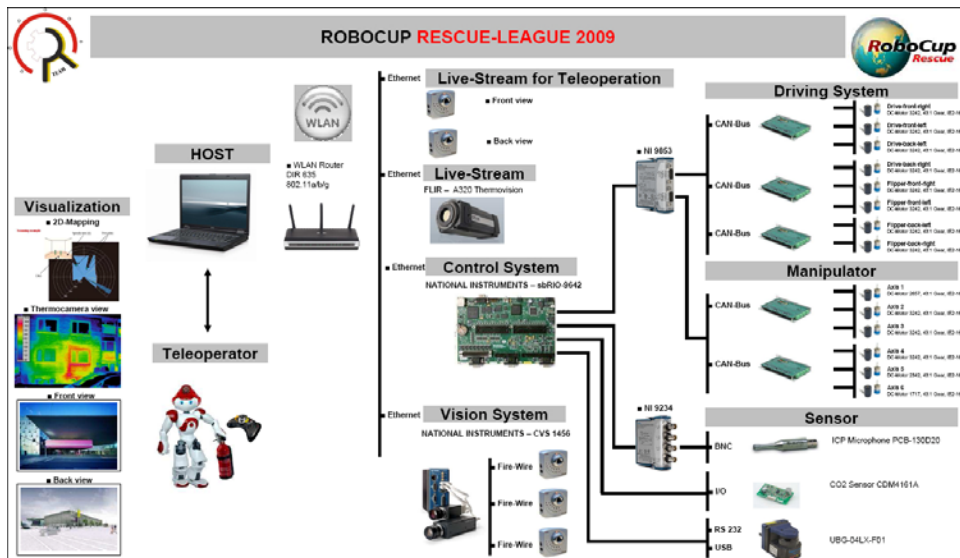


Bild 5: Prinzipieller Systemaufbau

Das Antriebssystem des Rescue-Roboters verfügt über vier aktive Flipper, die jeweils getrennt voneinander angesteuert werden können. Für die Regelung der Motoren hat jeder Motortreiber einen integrierten DSP (Digital Signal Processor). Die einzelnen Motortreiber sind über einen CAN-Bus mit dem Hauptprozessorboard vernetzt.

Das ELMO Motion Control Board beinhaltet drei Whistle servo drives und ist zur Regelung von 3 Achsen gedacht. Das hier verwendete Motion Control Board verfügt über einen Spannungseingangsbereich von 7.5 bis 60 VDC, kann einen Dauerstrom bis zu 10 Ampere liefern und verfügt über verschiedene Regelungsmodi (Strom-, Drehzahl- und Positions-Regelung).

Für die Vernetzung von SBRIO und Motion Control wird CANopen, ein auf CAN basierendes Kommunikationsprotokoll, verwendet. CANopen entspricht dem definierten OSI-Referenzmodell (Open System Interconnection) und basiert auf dem seriellen Bussystem CAN (Controller Area Network), welches im Wesentlichen die Funktionalität der physikalischen Schicht und der Verbindungsschicht abdeckt.

Zusammenfassung und Ausblick

Basierend auf der sehr robusten und modularen Einplatinenlösung mit integriertem Embedded-Echtzeitprozessor, einem leistungsstarken FPGA und grafischen Entwicklungsumgebung von *LabVIEW*, konnte innerhalb kürzester Zeit die Entwicklung eines autonomen Rescue-Roboters beschleunigt werden. Sowohl die Anbindung der Antriebsmotoren, als auch die Datenerfassung verschiedener Sensoren konnte mit der bedienerfreundlichen Entwicklungsumgebung verhältnismäßig einfach integriert werden.

Künftige leistungsfähigere Bildverarbeitungsalgorithmen, etwa um den geometrischen Schwerpunkt oder verbesserte Bild-, Muster- und Kantenerkennung sollen dafür sorgen, dass die Autonomie des Roboters verbessert wird.

Literatur

- [1] Adam Jacoff, Elena Messina, Brian A. Weiss, Satoshi Tadokoro and Yuki Nakagawa, "Test arenas and performance metrics for urban search and rescue robots ", In Proc. of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pages 3396-3403, 2003.
- [2] Robo Racing Team: Homepage. <http://rrt.fh-wels.at> – Online Resource (July 2009)
- [3] National Instruments Ltd.: SBRIO User Guide and Specifications. <http://www.ni.com/pdf/manuals/375052a.pdf> – Online Resource (June 2009)

- [4] Hokuyo Automation CO. Ltd.: LRF UBG-04LX-F01 Specifications.
http://www.hokuyo-aut.jp/02sensor/07scanner/ubg_04lx_f01.html –
Online Resource (June 2009)
- [5] XSens Technologies B.V.: MTi Development Kit
http://www.xsens.com/Static/Documents/UserUpload/Xleaflets/leaflet_MTi.pdf – Online Resource (June 2009)
- [6] NIST: <http://www.isd.mel.nist.gov/projects/USAR/2009/index.htm>,
National Institute of Technology (NIST) - RoboCup Rescue Arena 2009,
(June 2009)
- [7] ELMO: SimplIQ Command Reference,
<http://www.elmomc.com/support/downloads-operating-manuals-main.htm>