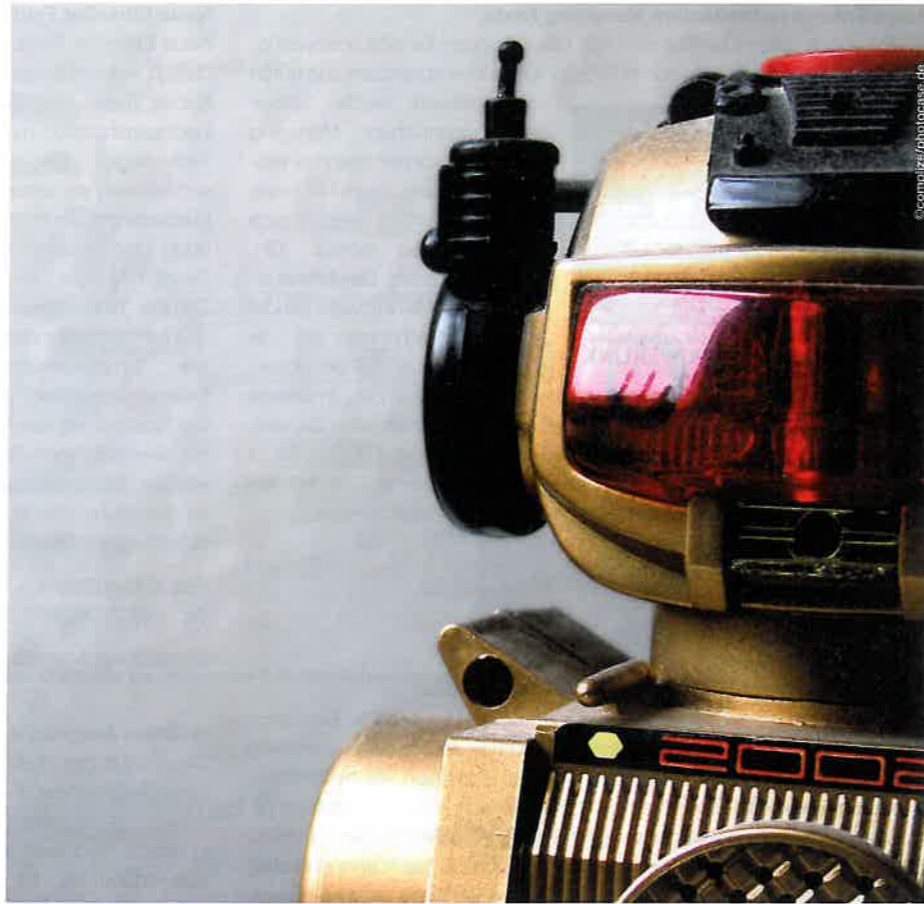




Gernot Gebhard,
Fraunhofer-Institut,
IPA, Stuttgart
„Das Angebot an
Hardware- und
Software-Produkten,
die auf die Anforderun-
gen der mobilen
Robotik zugeschnitten
sind, ist relativ klein.“



Matthias Bengel,
Fraunhofer-Institut,
IPA, Stuttgart
„Durch die Buskoppler
werden die Daten von
anderen Schnittstel-
lenprotokollen in das
EtherCat-Protokoll
gekapselt, so dass
eine einheitliche Sicht
auf die Daten
entsteht.“



Die kleinen Helfer

EtherCat für mobile Roboter

Aufgrund des noch kleinen Marktes ist das Angebot an Hardware- und Software-Produkten, die auf die Anforderungen der mobilen Robotik zugeschnitten sind, relativ klein. Abhilfe schafft hier das Verwenden von etablierten Standardkomponenten aus der industriellen Automatisierungstechnik. Dadurch wird deren Potential wie Einsparungen, Performance, Robustheit usw. auch für die Servicerobotik verfügbar.

Der mobile Sicherheitsroboter Secur-O-bot des Fraunhofer IPA wurde zum Überwachen von Gebäuden und Industrieanlagen entwickelt. Die Steuerungssoftware von Secur-O-bot, einer dreirädrigen Plattform mit Differentialantrieb, basiert auf dem Navigationssystem des IPA, das sich schon in den unterschiedlichsten Anwendungen und Umgebungen bewährt hat. Damit sich der Roboter autonom fortbewegen kann, wird die Navigationssoftware mit hochpräzisen Daten des Laserscanners versorgt. Neben diesen Sensoren sind für seine Tätigkeit als Überwachungsroboter noch weitere Sensoren am Roboter verfügbar.

Bisher erhältliche Überwachungsroboter überwachen jeweils nur den von der aktuellen Roboterposition aus „sichtbaren“ Bereich der Umgebung. Um jedoch auch ohne fest instal-

lierte Sensoren eine flächige Überwachung von Anlagen und Gebäuden zu erreichen, setzt der Roboter mit Hilfe eines Zusatzmoduls Sensoren ab. Durch das automatische Ausbringen und Wiederaufnehmen kleiner autarker Sensorsonden durch die mobile Robotereinheit kann die Überwachungsfähigkeit eines einzelnen Secur-O-bot durch jede zusätzliche ausgebrachte Sensorsonde um ein Vielfaches vergrößert werden, ohne die hohen Kosten einer flächendeckenden Festinstallation zu verursachen.

Schnittstellenvielfalt

Die bisherigen mobilen Roboter des IPA wurden anwendungsgetrieben entwickelt, d.h. die anzuschließenden Geräte wurden rein nach Applikationsgesichtspunkten anstatt nach den bereits

vorhandenen Schnittstellen ausgewählt. Da in den verschiedenen Robotern durchaus unterschiedliche Geräte wie bspw. Antriebscontroller und Motoren verbaut sind, gibt es eine Hardwareabstraktionsschicht in der Robotersteuerung. Je nach verwendeter Schnittstelle und Komponente wird das entsprechende Modul selektiert und konfiguriert. Die Robotersteuerung enthält dazu verschiedene Treiberklassen, auf die mittels einer einheitlichen Schnittstelle zugegriffen wird.

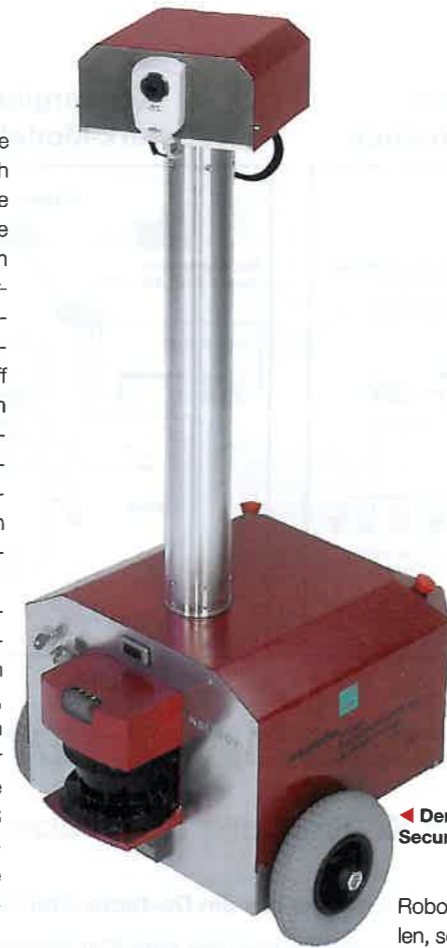
Als Konsequenz kann die Schnittstellenvielfalt in Hardware große Ausmaße annehmen, was dazu führt, dass stets neue Treiberklassen implementiert werden müssen. Die Bibliothek an verfügbaren Treiberklassen wächst also stetig, was auch den Aufwand für die Wartung der Software nach oben schraubt.

Industrieelektronik an Bord

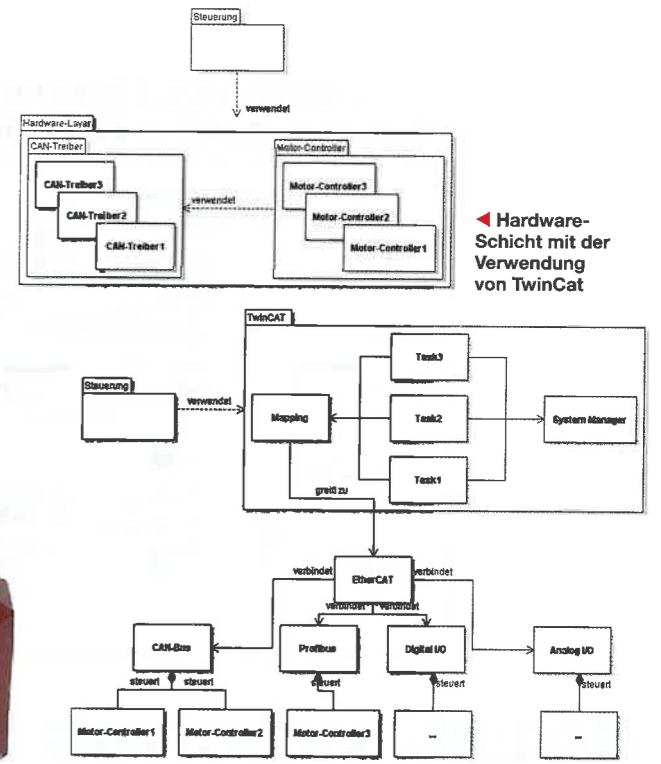
Um die oben angeführten Defizite zu beseitigen, wurde prototypisch der eingangs beschriebene mobile Roboter umgebaut, um für eine Vereinheitlichung der Schnittstellen in Software und Hardware zu sorgen. Der Bordrechner des Roboters wurde durch einen kleinen Industrie-PC der Firma Beckhoff ersetzt. Dabei handelt es sich um einen Rechner auf Basis von Windows XP embedded mit der Erweiterung TwinCat I/O. Die angeschlossenen I/O-Kanäle werden durch einen Echtzeitreiber miteinander in Beziehung gebracht.

TwinCat I/O ermöglicht den zyklischen Datenaustausch von Prozessvariablen auf Task-Ebene. Ein Task ist dabei ein Programmmodul, das innerhalb von TwinCat zyklisch abläuft und eine wie auch immer geartete Aufgabe erfüllt. Typische Tasks sind bspw. eine Soft-SPS und ein NC-Kern. Auf Feldbus-Ebene und Prozessabbildebene können die Variablen online dargestellt werden, um die Inbetriebnahme und Fehlersuche zu erleichtern.

Die Steuerung kommuniziert über EtherCat mit den Erweiterungsklemmen. Diese Klemmen bestehen im Wesentlichen aus digitalen Ein-/Ausgabeports sowie Buskoppeln für andere Bussysteme wie bspw. dem CAN-Bus. Auch andere Schnittstellen wie Profibus, serielle Schnittstellen oder analoge Ein-/Ausgänge sind möglich. Durch die Buskoppler werden die Daten von anderen Schnittstellenprotokollen in das EtherCat-Protokoll gekapselt, so dass eine einheitliche Sicht auf die Daten entsteht. Die Konfiguration der Hardwareschnittstellen erfolgt mit dem System Manager von TwinCat. Die Robotersteuerung greift über das Mapping auf die konfigurierten Prozessdaten zu. Dabei vereinfacht sich die Steuerungsanbindung auf die Verwendung eines automatisch generierten Headerfiles. Wird Hardware geändert, ohne dass sich die Typisierung der Prozessvariablen ändert, so geschieht dies für die Steuerung vollkommen transparent, da die Konfigurationsschritte innerhalb von TwinCat ablaufen. Nur bei Änderungen des Headerfiles ist die Steuerung anzupassen. Dies geschieht im Allgemeinen jedoch nur, wenn zusätzliche Hardware verwendet werden soll, die zum Zeit-



Der Überwachungsroboter Secur-O-bot



Hardware-Schicht mit der Verwendung von TwinCat

Auszug aus der Hardware-Schicht in der Robotersteuerung

punkt der Steuerungsentwicklung noch nicht vorgesehen war. Somit ist eine weitere Implementierung von Hardwaretreibern in der Steuerung nicht mehr notwendig. Das Erweiterungsmodul zum Absetzen von Sensorsonden wird Hu-ckepack von der mobilen Plattform mitgeführt. Vor dem Umbau der Hardware wurde das Erweiterungsmodul durch einen Mikrocontroller angesteuert. Nun werden die I/O Eingangsklemmen, die über EtherCat am IPC angeschlossen sind, direkt angesteuert, und die relative teure Anschaltung durch den Mikrocontroller entfällt. Damit ist EtherCat bis hinunter in die Feldebene verfügbar. Durch das Auslagern der I/O über den EtherCat Buskoppler kann der PCI Steckplatz des IPC anderweitig verwendet werden.

Programmierung und Konfiguration

Um auf die Variablen der Bussysteme aus der Robotersteuerung heraus zugreifen zu können, wird bei diesem Ansatz TwinCat I/O verwendet, anstatt direkt einen Treiber für EtherCat einzusetzen. Dazu wird ein weiterer Task in TwinCat angelegt, der zyklisch Variablen liest und schreibt. Diese Variablen bilden die Kommunikation zur Robotersteuerung ab. Schreibt die

Robotersteuerung in diese Variablen, so stehen sie im nächsten Zyklus in TwinCat zur Verfügung und werden auf die entsprechend zugewiesene Variable am Bus geschrieben. Der Lesezugriff erfolgt analog: die Task-Variablen werden zyklisch von TwinCat befüllt, so dass sie im nächsten Zyklus von der Robotersteuerung ausgelesen werden können.

Der eigentliche Clou besteht aus der Verwendung dieser zusätzlichen Task-Variablen. Der einmalige Konfigurationsaufwand enthält zum einen das Anlegen der Task. Dabei werden im wesentlichen Zykluszeit und Priorität festgelegt. Zum anderen werden innerhalb dieser Task Variablen definiert. Für jede Variable muss definiert werden, ob es sich um eine Ausgangs- oder Eingangsvariable handelt, und welchem Datentyp sie entsprechen soll. Innerhalb des System Managers werden diese Variablen mit den Prozessvariablen der Geräte an den Feldbussen verknüpft. Um die Werte an die Robotersteuerung anzubinden, wird aus dieser Task ein Headerfile exportiert, das wiederum in die Robotersteuerung eingebunden wird. Mit Hilfe dieses Headerfiles und einer zusätzlich zu linkenden Bibliothek erfolgt der Zugriff auf die Prozessvariablen. Der Vorteil besteht darin, dass die angeschlossene Hardware über den grafischen System Manager

den Variablen des zusätzlichen Tasks zugeordnet werden kann. Bei veränderter Hardware muss also nur dieser eine Konfigurationsschritt erneut erfolgen, ohne dass die Robotersteuerung selbst davon etwas mitbekommt.

Mehr EtherCat gefordert

Die Antriebscontroller für die Fahrmotoren des Roboters sind aktuell per CAN-Bus an die übergeordnete Software angebunden. Die Regelalgorithmen der Antriebe werden über den Bus im IPC geschlossen und haben dabei dementsprechend hohe Anforderungen an den Bus. Dabei ist festzustellen, dass die Übertragung die Bandbreite des CAN-Buses bis an ihre Grenzen ausreizt. Vor allem bei komplizierteren Kinematiken und damit dementsprechend komplexeren Regelalgorithmen wird klar, dass der CAN-Bus das limitierende Element bezüglich der Zykluszeit ist. Um hier Abhilfe zu schaffen, soll EtherCat zukünftig als Antriebsbus eingesetzt werden.

KONTAKT

Fraunhofer Institut für
Produktionstechnik und
Automatisierung (IPA), Stuttgart
Tel.: +49 711 970 00
Fax: +49 711 970 1399
bengel@ipa.fraunhofer.de
gebhard@ipa.fraunhofer.de
www.ipa.fraunhofer.de