

Echtzeit-Windows Teamwork bringt Roboter auf Trab

Kuka-Roboter im Einsatz
bei der Karosserie-Montage in der
Automobilproduktion

Windows ist kein Echtzeit-Betriebssystem und VxWorks ist kein Betriebssystem für Büroanwendungen. Trotzdem können beide sehr gut zusammenarbeiten. Das stellt Kuka seit Jahren bei seinen Robotersteuerungen unter Beweis. Dabei sorgen beide Betriebssysteme auf handelsüblichen Büro-PCs für reibungslose Abläufe ohne Echtzeit-Kompromisse.



Bereits Anfang der 90er Jahre waren PCs bei hoher Verarbeitungsleistung sehr preiswert. Sie galten aber noch nicht als professionell, weil der technische Aufbau nicht den industriellen Anforderungen entsprach und weil für industrielle Anwendungen keine Software vorhanden war. Um dies zu ändern, überwand die amerikanischen Automobilhersteller ihr Konkurrenzdenken und verfassten gemeinsam eine Art Befreiungsmanifest. Das OMAC-Papier (Open, Modular Architecture Control) vom 13.12.1994 erzeugte ein großes Echo und erteilte der PC-Technik den Ritterschlag in der Automatisierungstechnik. Beflügelt von diesem Beschluss stellten LP-Elektronik (jetzt Kuka Controls) und Kuka-Roboter ihre geplante Entwicklung zügig fertig, so dass man bereits 1996 Roboter mit PC-Steuerung vorstellen konnte.

Allerdings reicht ein PC mit Windows noch nicht aus, um einen Roboter schnell, präzise und ausfallsicher zu steuern. Diesen Teil übernimmt VxWorks, das Echtzeit-Betriebssystem von Wind River. Damit die Echtzeit-Aufgaben zuverlässig ablaufen können, musste die Zusammenarbeit beider Betriebssysteme im gleichen Rechner organisiert werden.

Friedliche Koexistenz

Für den Roboter-Betrieb benötigt man ein 'echtes' Echtzeit-Betriebssystem. Pseudo-Echtzeit-Systeme mit verändertem Windows oder Erweiterungen bringen nämlich nicht die benötigte Leistung. Ein System mit einem Rechner je Betriebssystem oder mit Spezial-Hardware wäre bei den erforderlichen Stückzahlen jedoch zu teuer. Deswegen entschied sich Kuka 1993 für VxWorks. Schon

damals hatte es nämlich die benötigten Eigenschaften und die entsprechende Marktreife. Es verfügt über eine komplette und vielfältige Sammlung an Software-Werkzeugen, Treibern und unterstützender Software bis hin zu Anwendungs-Software. Kürzlich wurde das Software-Angebot von Wind River neu strukturiert und in vier Plattform-Bereiche eingeordnet, innerhalb derer die Teile wie Bausteine ineinander greifen. So kann der Anwender die für seine Anwendung benötigten Teile herausgreifen und zielgerecht zusammensetzen.

Normalerweise monopolisiert Windows den Rechner, kann also z. B. nicht für die Abarbeitung von Interrupts von VxWorks-Tasks unterbro-

Heinrich Munz ist Strategic Product Manager bei der Kuka Roboter GmbH und Matthias Volz ist Field Engineering Manager bei der Wind River GmbH



Die Entwicklungsumgebung Tornado enthält das Echtzeitbetriebssystem VxWorks sowie ein komplettes Set an Embedded-Entwicklungstools, Vernetzungskomponenten und Middleware

chen werden. Verständlicherweise haben Echtzeit-Prozesse in der Robotersteuerung jedoch bei der Verarbeitung Vorrang vor Verwaltungs- und Darstellungsaufgaben. Deswegen bekommt Windows (bisher Win 95, jetzt XP) nur dann CPU-Zeit und -Ressourcen, wenn keine Echtzeit-Prozesse oder -Tasks ablaufen.

Unterbrechung gewünscht

Die beiden Betriebssysteme kommunizieren nicht über eine proprietäre Schnittstelle, sondern über ein internes TCP/IP. Durch diese Modularität lassen sich die beiden Betriebssysteme bei Bedarf ohne große Probleme physikalisch trennen und auf separaten Rechnern einsetzen. In der Ein-Prozessor-Variante werden die TCP/IP-Daten über einen 'Shared-Memory'-Bereich schnell und direkt im Hauptspeicher ausgetauscht. TCP/IP über Ethernet ist

natürlich ebenfalls vorhanden. So können die Roboter mit anderen Robotern und mit Leit-Rechnern im industrie-üblichen Standard kommunizieren.

Die bisherige Lösung der damaligen LP-Elektronik beruht auf einer patentierten Elektronik, die sich auf einer Steckkarte (Realtime Accelerator) befindet. Diese hält Windows bei vorliegenden Anforderungen von der Echtzeit-Anwendung (VxWorks) über den NMI (Non-Maskable Interrupt) an und übergibt die Steuerung ohne Verzögerung an VxWorks und deren Echtzeit-Tasks. Die neue Version von VxWin mit Windows XP benötigt die Karte mit dem 'Accelerator' nicht mehr. Sie nutzt Windows-eigene Funktionen, um die Interrupts direkt an VxWorks zu übergeben. Ein gerade aktives Windows kann diese Aktivität nicht blockieren oder bremsen. Diese neue Version (VxWin RT) ist mit der bisherigen (VxWin RTAcc) kompatibel, so dass keine weiteren Anpassungen vorgenommen werden müssen. Der Anwender kann seine bisherigen Programme ohne Änderung auf beiden Systemen einsetzen.

Die Roboter von Kuka werden ausschließlich von PCs mit handelsüblichen Komponenten gesteuert. Der PC ist jedoch so gut eingepackt, dass er immer in industrieller Umgebung arbeiten kann. Die Kühlluft wird nicht nur gezielt an alle 'heißen' Stellen geleitet, sondern auch sehr aufwändig gefiltert. Schließlich geht es in einer Fabrikhalle oft extrem staubig zu. Rechner und vor allem die Festplatte sind vibrations- und stoßfrei gelagert und EMV-geschützt eingebaut. Gehäuse und Einbauhalterungen werden bei Kuka selbst entwickelt und gebaut, so dass sich besondere Kundenanforderungen ohne große Umstände erfüllen lassen. Bei einer Jahresproduktion von derzeit mehr als 7000

Robotern ist dies die wirtschaftlichste Lösung. Ein Compact-PCI-System oder ähnliches wäre zu teuer. Da die Steuerung auf einem Standard-PC basiert, kann man auch die für den Roboter-Betrieb nicht unbedingt erforderlichen Peripherie-Geräte, wie Tastatur, Maus, Floppy oder CD-ROM, unverändert nutzen.

Optimierter Standard

Mit zwei speziell entwickelten PC-Einsteckkarten lässt sich der Roboter-Betrieb optimieren. Diese Karten sind aber für den Betrieb mit VxWin nicht erforderlich. Die Ansteuerung der Leistungselektronik und Rückmeldungen vom Roboter werden in der MFC (Multi-Function Card) gebündelt. Die Verbindung zu den Leistungsschaltern für den Roboter erfolgt über Chips, wie sie auch beim Interbus S zum Einsatz kommen. Kuka nutzt allerdings ein extrem optimiertes, selbst entwickeltes Protokoll. Weitere Schnittstellen an der MFC sind CAN, Ethernet, Digital-E/A und RS232 (V24).

Eine VGA-Karte dient zur Ansteuerung eines üblichen Monitors sowie zur Kommunikation mit dem 'handlichen' Bedienterminal. Zu beachten ist dabei die große Entfernung (bis 100 m) die überbrückt werden muss (mit Standard-VGA sind max. 2 m üblich). Die Übertragung der Bilddaten zum Terminal erfolgt deswegen mit Taxi-Chips. Für die erheblich geringeren Datenraten von der Tastatur am Terminal zurück zum Rechner wird aus Kostengründen eine CAN-Strecke genutzt. Das ergonomisch optimierte Roboter-Bedienterminal KCP enthält ein 8"-Farbdisplay, eine komplette ASCII-Tastatur, Sondertasten und eine 3D-Maus. Diese intuitiv zu bedienende Maus wurde ursprünglich am DLR (früher DFVLR) in Oberpfaffenhofen für den Einsatz und die Simulation in Weltraum-Projekten entwickelt.

Windows ist kein Echtzeit-Betriebssystem und VxWorks ist kein Betriebssystem für Büroanwendungen. Jedes wurde für einen bestimmten Einsatzbereich optimiert. Werden beide entsprechend genutzt, dann entsteht daraus ein leistungsfähiges System. □

KOMPAKT

Für den Einsatz in seinen Roboter-Steuerungen verwendet Kuka Hard- und Software (z. B. PCs, Windows, VxWorks, TCP/IP, CAN) nach Industrie-Standards. Trotz der oft widrigen Umgebungsbedingungen arbeiten die Betriebssysteme reibungslos zusammen. Trotz der Standard-Komponenten hat man in Bezug auf Design, Schnittstellen und Peripherie-Geräte die Qual der Wahl. Das Software-Paket aus Windows, VxWorks und den Modulen für das Zusammenspiel wird unter der Bezeichnung VxWin auch für andere Anwendungen vertrieben.

VxWin
Software-Paket

751