

Verpackung

Neue Steuerung bringt Delta-Roboter auf Trab

Produktion Nr. 13, 2003

CH-Beringen (wi). Bei der Steuerung und Regelung seines neuen Pick&Place-Roboters geht der Verpackungsexperte SIG neue Wege. Durch die Kombination aus PID-Regelung und Bahnplanung erreichen die Schweizer eine optimale Positioniergeschwindigkeit.

Als die SIG-Ingenieure mit der Entwicklung eines neuen Pick&Place-Roboters begannen, mussten sie zahlreiche Vorgaben berücksichtigen, auch bei der Steuerung und Regelung. Doch bei der Wahl der Software hatten sie freie Hand. Und das sollte zu einem überraschenden wie überzeugenden Ergebnis führen.

Im Pflichtenheft des neuen Roboters, der Teile bis maximal 1 kg per Bildverarbeitung erkennen und möglichst schnell vom Produktions-Ausstoß auf ein Transportband mit Behältern umladen soll, standen Geschwindigkeit und Flexibilität mit an oberster Stelle. Sehr gut in das Konzept passte der Delta-Roboter, der ursprünglich an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Lausanne entwickelt worden war. Seine Vorteile: kein mitbewegter Antrieb, mit Ar-

men aus Kohlefaser-Kunststoffen sehr leicht, schnell und stabil. Er musste für seinen Einsatz in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie lediglich ‚wasserfest‘ gemacht werden.

Flexibilität war mehrfach gefordert und betraf vor allem die Steuerung mit integrierter Bildverarbeitungssoftware. Zum einen sollte der Anwender möglichst schnell auf verschiedene Formate seiner Produkte umstellen können. Zum anderen sollte der Engineeringaufwand bei SIG

Engpass: Die dreifach kaskadierte PID-Regelung

selbst reduziert werden, der notwendig ist, um den Roboter auf die individuellen Wünsche einzurichten. Last but not least sollten es die Servicetechniker mit nur einer Software für das ganze System zu tun haben.

Das Ergebnis der Überlegungen war hardwareseitig ein handelsüblicher PC mit einem Dual-Pentium-Motherboard. Um die Echtzeitfähigkeit der Bahnplanung sicherzustellen, wählte das SIG-Team als Ergänzung des Betriebssystems MS-Windows NT die RTX-Software von Venture Com. Auch ohne eigenen DSP konnte man eine Übertragungsgenauigkeit von



Der Roboter schafft über 100 ‚Picks‘ pro Minute. Bild: SIG

50 μ s erreichen. Das reicht für einen stabilen Lauf bis zur maximalen Greifergeschwindigkeit von 10 m/s.

An die Grenzen der Positioniergeschwindigkeit stießen die Schweizer mit der dreifach kaskadierten PID-Regelung,

die normalerweise für den Delta-Roboter eingesetzt wird. In Abhängigkeit von der Position des Greifers ändern sich die wirksamen Hebellängen enorm, und damit auch die Last am jeweiligen Motor. Der Zahnstangenantrieb verstärkt diesen Effekt noch, sodass sich das virtuelle Übersetzungsverhältnis vom Werkzeugträger zu den Motoren über den gesamten Arbeitsraum um den Faktor 16 ändert.

Außerdem wirkte sich die Nichtlinearität dort am stärksten aus, wo die Anforderungen an die Positioniergenauigkeit am höchsten sind: am Anfang und Ende des Arbeitsraumes. Und da wird die Regelung aufwändig.

In dieser Sackgasse entdeckten die Schweizer, dass der Delta-Roboter für eine andere Art der Steuerung sehr günstige Voraussetzungen bietet: Das ‚Computed Torque Control Scheme‘, bei dem der Sollwert für den Strom bzw. das Drehmoment berechnet und direkt in den Stromregler eingegeben wird. Da das mathematische Modell der Dynamik des Roboters bereits vorlag, weil es zur Auslegung des Roboters benötigt wurde, wusste man, welche Drehmomente auf die Motoren bei einer bestimmten Bahn theoretisch wirken müssen. Wegen der

Bauweise des Roboters konnte die Reibung vernachlässigt werden.

Die entscheidende Idee war, mit der Berechnung der inversen Kinematik die dynamischen Gleichungen zu lösen und die Soll Drehmomente für eine bestimmte Bewegung für jeden Millisekunden-Schritt direkt in den Stromregler einzuspeisen. Damit

Ein Satz Regelparameter für alle Applikationen

wird im Gegensatz zum kaskadierten PID-Loop der Geschwindigkeits- und Positionsregler nur noch zur Korrektur des Modellfehlers eingesetzt. Und weil der Fehler immer linearer als das Gesamtsystem ist, verringert sich der Regelaufwand entscheidend.

Der Schritt von der inversen Kinematik zur inversen Dynamik lieferte gute Ergebnisse. Neben der jetzt sehr stabilen Roboterbewegung im gesamten Arbeitsbereich konnte das Ziel erreicht werden, mit einem Satz Regelparameter auszukommen: Ein Tuning reicht für alle Applikationen aus. Der neu eingeführte Parameter ‚Produktgewicht‘ kann einfach aus den Formatdaten der Applikation entnommen und in der inversen Dynamik berücksichtigt werden.