

Direkt ins Ziel

Beim Verfahren von Kranlasten entstehen Pendelbewegungen, die ein schnelles und treffsicheres Absetzen erschweren. Bisherige Konzepte dem entgegenzuwirken sind zwar wirksam aber komplex und teuer. Eine elegante und kostengünstige Softwarelösung hingegen ist nun für die B&R-Entwicklungsumgebung Automation Studio verfügbar.

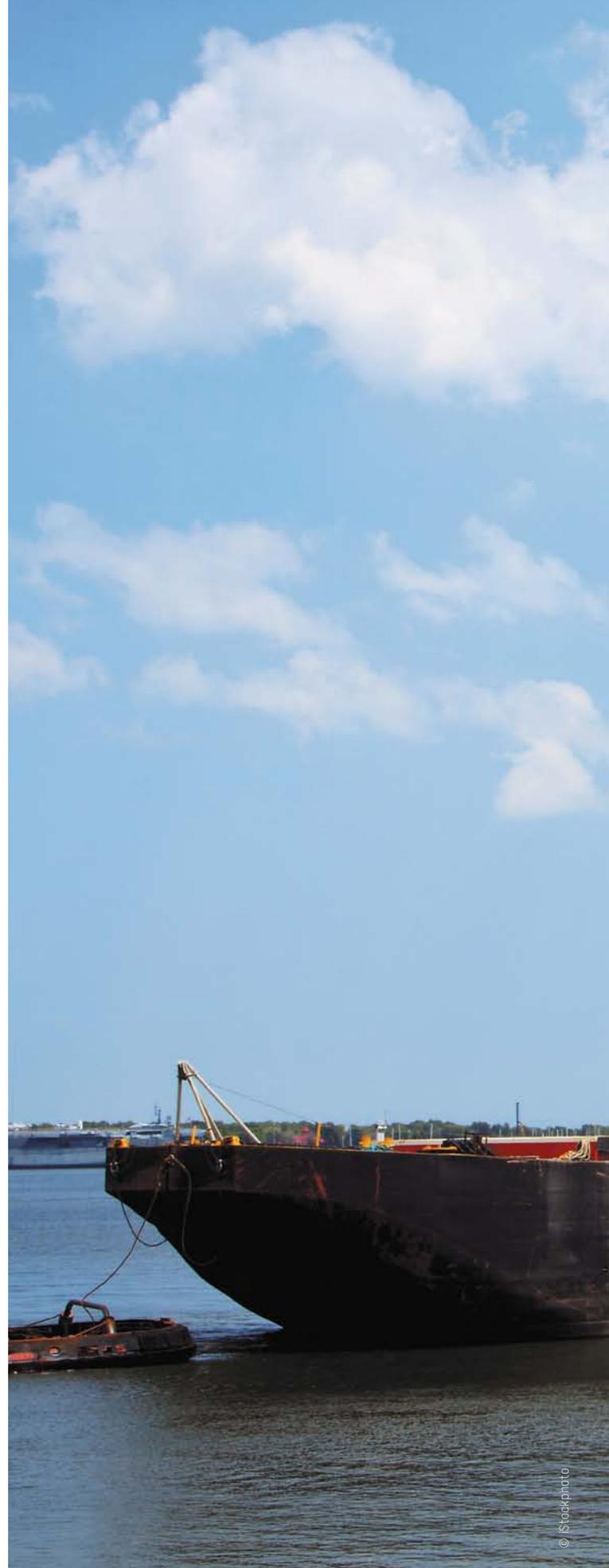


In der Produktionshalle wie am Containerumschlagplatz herrscht hoher Zeitdruck. Unproduktive Nebenzeiten gilt es deshalb zu reduzieren. Die Lösung: die Transportzeiten zwischen Produktionsschritten sowie beim Be-, Ent- und Umladen verkürzen. Zugleich steigen die Anforderungen, die Last präzise abzusetzen, denn Ungenauigkeiten könnten sowohl die Last als auch das Ziel beschädigen.

Bei Kränen hängt die zu bewegende Last an Seilen und stellt daher ein Pendel dar, das mit jedem Beschleunigungs- und Bremsvorgang einen neuen Schwingungsimpuls erhält. Im Freien kommt noch der Einfluss des Windes hinzu. Im Produktionsprozess darauf zu warten, dass die Last ausgependelt ist, kommt nicht in Frage. Ebenso wenig soll der Lauf verlangsamt werden, was zwar die Pendelbewegung verringern würde, aber auch mehr Zeit kostet.

Pendelbewegungen gezielt entgegenwirken

So genannte Anti-Sway-Systeme sollen der Pendelbewegung entgegenwirken. Dabei handelt es sich traditionell um Vorrichtungen, die mittels Gegenzug die Pendelbewegungen dämpfen. Zum Einsatz kommen zusätzliche Seilwinden, die hydraulisch gesteuert werden. Solche Lösungen setzen jedoch der Dynamik enge Grenzen. Zudem sind sie kostspielig beziehungsweise wartungsintensiv.

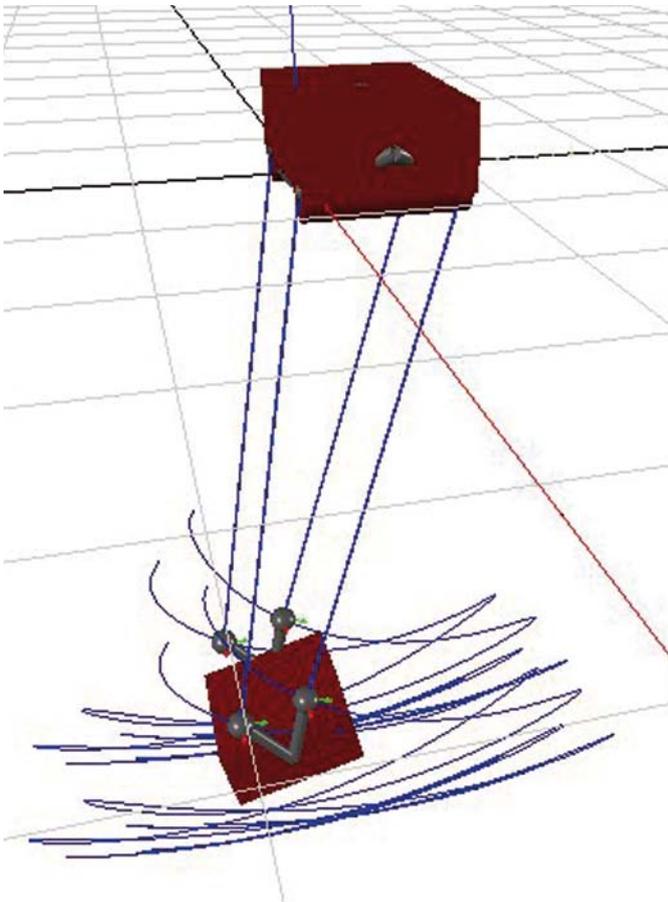






»Mit der von mir entwickelten Lösung können Anwender der Entwicklungsumgebung Automation Studio von B&R rasch, einfach und ohne vertiefte Mathematikkenntnisse schwingungsarme Seilförderanwendungen entwickeln.«

Dr. Gernot Grabmair, Prof. für Elektro- und Regelungstechnik und Einzelunternehmer.



Beim Regelungskonzept von Dr. Gernot Grabmair ermöglicht die systematische Reduktion des nichtlinearen mathematischen Systemmodells die wahlweise Verwendung der Laufkatzensgeschwindigkeit als Stellgröße.

Alternativ könnten gezielte gegenläufige Bewegungen der Kranbrücke, der Laufkatze und der Haupt-Seilwinde selbst den Pendelbewegungen entgegenwirken.

Viele Ansätze für elektronisches Anti-Sway sind jedoch nur eingeschränkt anwendbar. Eines davon ist zum Beispiel das Input-Shaping, das weitgehend auf kleine Auslenkungen und annähernd konstante Seillängen beschränkt ist. Es basiert auf dem Prinzip, die Eigenschwingung einer Last zu kürzen, indem sie mit impulsartigen Bewegungen überlagert wird.

Der Bahnkurven-Folgeregler hingegen beeinflusst die Sollbewegung der Krankatze und damit den Sollwinkel der Last für beliebige vorgegebene Bewegungsprofile. Diese reglerbasierten Ansätze geben als Stellgröße jedoch üblicherweise Motormomente vor und verhindern dadurch den Einsatz von bereits im Motorsteuergerät integrierten Geschwindigkeitsreglern oder ändern unerwünschterweise zusätzlich die Seillänge, was zu erheblichen Verlustleistungen führt.

Kombinierter Ansatz verspricht Erfolg

»Wir haben einen Ansatz umgesetzt, bei dem es sich im Wesentlichen um eine Kombination des Bahnkurvenfolge-Regelungskonzepts mit wahlweiser Sensorunterstützung handelt«, sagt Prof. Dr. Gernot Grabmair. »Durch Vorgabe der Sollgeschwindigkeit beziehungsweise -beschleunigung und durch wahlweise Verwendung von Moment, Kraft oder Geschwindigkeit als Stellgrößen haben wir eine hinreichend glatte Regelung der Bahnkurven auch bei variabler Seillänge erreicht.«

Das Regelungskonzept wurde durch Modellierung der Last am Seil oder an Seilen mit variabler Länge und durch Modellierung des mechanischen Teils der Dynamik von Krankatze, Portal und Antrieben erstellt.

Eine systematische Reduktion des nichtlinearen mathematischen Systemmodells ermöglicht wahlweise die Verwendung der Laufkatzensgeschwindigkeit als Stellgröße. Dabei befreien portorientierte Modellierungstools davon, Differentialgleichungen für das Simulationsmodell herleiten zu müssen. Bei Verwendung eines symbolischen Pakets wie MapleSim bleiben diese für weitere Analysen verfügbar.

Ressourcenschonend modellieren

»Heutige portorientierte Modellierungswerkzeuge wie Simulink, MapleSim oder das an der FH Wels für den Einsatz im Bereich



Bei Kränen hängt die zu bewegende Last an Seilen und stellt daher ein Pendel dar, das mit jedem Beschleunigungs- und Bremsvorgang einen neuen Schwingungsimpuls erhält. Anti-Sway-Konzepte versuchen dem entgegenzuwirken.

industrieller Steuerungen und eingebetteter System weiterentwickelte lizenzfreie Scilab/XCos gestatten die ressourcenschonende Modellierung, Überprüfung und Optimierung von Steuerung und Regelung für Aufgaben wie die Schwingungsunterdrückung bei Kränen«, sagt Grabmair. »Da wäre es ein Verschwenken von Effizienz, würde man in der Programmierung die zugrunde liegende Mathematik jedesmal neu algorithmisch nachvollziehen.«

Die Möglichkeit zur flexiblen Programmierung von B&R-Automatisierungssystemen in Automation Studio unter Verwendung der weitverbreiteten Programmiersprache C ermöglicht die Einbindung etlicher Modellierungs- und Simulationstools. Aus deren Modelldaten kann automatisch C-Code generiert und an Automation Studio übergeben werden.

Besonders komfortabel ist die Übergabe bereits im Fall von Simulink gelöst, für das seit geraumer Zeit ein eigenes Automation Studio Target Modul existiert. Eine ähnlich komfortable Anbindung ist seit Mitte 2012 für MapleSim verfügbar. Damit kann die Durchgängigkeit der Entwicklungsarbeit bis zum Test der Anwendung unter Verwendung der tatsächlichen Zielhardware und eines echtzeitfähig

simulierten Streckenmodells bis zur Emulation (Hardware in the Loop) reichen. Diese Möglichkeit, aus dem Simulationssystem direkt auf die Steuerung zuzugreifen, bringt neben dem Generieren des Quellcodes und der automatischen Einbindung in AS-Projekte auch für die Inbetriebnahme bedeutende Erleichterungen.

Die Produktivität um das Fünffache erhöhen

In Tests für Feinpositionierbewegungen konnte mit der vorgestellten Lösung die Produktivität nachweislich bis zum Fünffachen erhöht werden. Vor allem Anwendungen in der Intralogistik bergen ein erhebliches Verbesserungspotential. Einige Funktionen stehen Anwendern von Automation Studio bereits als Funktionsblöcke zur Verfügung, etwa das schwingungsberuhigte Verfahren der Laufkatze und der Multi-rate-Beobachter zur Einbindung langsam abtastender Sensoren.

»So steht diese Entwicklung allen B&R-Kunden in leicht anwendbarer Form kostengünstig und mit professioneller Unterstützung für die Inbetriebnahme zur Verfügung«, freut sich Grabmair. »Rasch, einfach und ohne vertiefte Mathematikkenntnisse können sie schwingungsarme Seilförderanwendungen entwickeln.« ←