

Selbststeuerung

Intelligente Pakete finden eigenständig ihren Weg

Von Dr. Michael Freitag und Ernesto Morales Kluge

Autonome logistische Objekte, die sich selbständig durch ein logistisches Netzwerk steuern - diese Vision rückt angesichts der rasanten Entwicklung von Informations- und Kommunikationstechnologien in greifbare Nähe. Der Bremer Sonderforschungsbereich 637 (SFB 637) „Selbststeuerung logistischer Prozesse“ beschäftigt sich seit Januar 2004 vor allem mit grundsätzlichen Fragen zur Selbststeuerung in der Produktions- und Transportlogistik sowie deren Modellierungsansätzen und den Umgebungsbedingungen hierfür. Von Selbststeuerung wird gesprochen, wenn der Dezentralitätsgrad die Ebene des physischen Materialflusses erreicht, das heißt die einzelnen logistischen Objekte wie das Transportgut und die Ladungsträger, aber auch die Transportsysteme selbstständig Steuerungsentscheidungen treffen.

Innerhalb eines technischen Teilprojekts des SFB 637 wird zu diesem Zweck eine zentrale Applikations- und Demonstrationsplattform realisiert. Das Ziel dieser Plattform besteht zum einen in der anschaulichen Demonstration von logistischen Selbststeuerungskonzepten und zum anderen in der Erprobung neu entwickelter Methoden in einem überschaubaren und „fassbaren“ Rahmen. Die Umsetzung der logistischen Szenarien erfolgt in der Maschinenhalle des Bremer Instituts für Betriebstechnik und angewandte Arbeitswissenschaft (BIBA). Für die technische Umsetzung kommen dabei aktuelle Informations- und Kommunikationstechnologien wie beispielsweise RFID und WLAN zum Einsatz. Vor dem Hintergrund dynamischer Märkte und immer komplexerer logistischer Netzwerke stoßen heute Planungs- und Steuerungssysteme der Logistik immer häufiger an ihre Grenzen. Eine Lösung bietet die Selbststeuerung logistischer Prozesse, bei der das einzelne Transportgut mithilfe neuer Informations- und Kommunikationstechnologien wie z.B. RFID, Sensornetzwerken oder drahtloser Kommunikation Intelligenz erhält und damit in der Lage ist, seinen Weg durch logistische Netzwerke dezentral und autonom zu steuern.

„In naher Zukunft werden wir Technologien haben, mit denen Container und sogar einzelne Pakete „intelligent“ gemacht werden können. Diese Intelligenz können die Transportgüter dann nutzen, um selbständig den Weg zu ihrem Ziel zu planen und zu steuern“, erklärt Professor Otthein Herzog, Sprecher des SFB 637. Professor Bernd Scholz-Reiter, Leiter des BIBA, ergänzt: „Für die Produktionslogistik wäre es sogar denkbar, dass die Rohmaterialien wissen, dass aus ihnen bestimmte Produkte hergestellt werden, und sie sich den entsprechenden Maschinen und Arbeitsgängen selbst zuordnen.“

Dezentralität und Autonomie sind maßgeblich

Die logistische Selbststeuerung beinhaltet zwei wesentliche Konzepte: Dezentralität und Autonomie. Der Grad der Dezentralität gibt an, auf welcher Systemebene Steuerungsentscheidungen getroffen werden. Der Grad der Autonomie bestimmt, wie viele Entscheidungsmöglichkeiten das einzelne logistische Objekt hat, und wie es dazu kommt. Voraussetzung ist eine gewisse Intelligenz, die durch IuK-Technologien realisiert wird. Die Basistechnologien sind Identifikation, Sensorik, Ortung, Kommunikation und dezentrale Datenverarbeitungskapazität.

Die Ausprägung von Dezentralität und Autonomie bestimmen den Grad der Selbststeuerung. Dieser hängt entscheidend vom betrachteten logistischen System ab. Allgemein kann man jedoch sagen, dass sich logistische Prozesse immer innerhalb zentral vorgegebener Randbedingungen bewegen werden. Aufgabe der Forschung ist es, für bestimmte logistische Szenarien vorzugeben, welcher Grad der Selbststeuerung sinnvoll und effizient ist. Erste Ergebnisse für die Bereiche Produktions- und Transportlogistik wurden im Bremer SFB 637 erarbeitet. Der viel zitierte Paradigmenwechsel von der Fremd- zur Selbststeuerung wird sich in der logistischen Praxis dann eher als Koexistenz beider Steuerungsansätze darstellen. Vor dem Hintergrund der technologischen Entwicklungen zum Ubiquitous Computing und zum Internet der Dinge ist aber davon auszugehen, dass sich die Selbststeuerung logistischer Prozesse mehr und mehr durchsetzen wird.

Auto-Terminal im Modellmaßstab

Verschiedene Demonstratoren wurden im Rahmen des SFB 637 entwickelt, um die logistische Selbststeuerung praktisch erlebbar zu machen. Einer dieser Demonstratoren bildet logistische Prozesse innerhalb und zwischen den Terminals des Automobillogistikers E. H. Harms ab. Die Auto-Terminals sind für technische Bearbeitung, Lagerung und Umschlag von Fahrzeugen ausgestattet. Für den Demonstrator ist entsprechend auf dem Boden der Werkhalle des BIBA ein Transportnetz mit Knoten (Bearbeitungsstationen innerhalb eines Standortes) und Kanten (Straßennetz) markiert. Der Transport der Personenkraftwagen zwischen den Standorten erfolgt mit ferngesteuerten Modellen von Autotransportern, die den E. H. Harms Freight Linern nachempfunden wurden. Die Intelligenz sowohl der Autotransporter als auch der zu transportierenden Personenkraftwagen wird mit PDAs und entsprechender Software realisiert.

Auftragsvergabe nach Auslastung

Innerhalb des laufenden Szenarios senden die intelligenten Personenkraftwagen Transportaufträge und Bearbeitungsanfragen aus, die von den Lastkraftwagen und den entsprechenden Bearbeitungsstationen an den Standorten empfangen und verarbeitet werden. Hier wird überprüft, ob sie noch über ausreichende Kapazität verfügen und sich an einem geeigneten Standort befinden, um den Auftrag anzunehmen.

logistischer Prozesse



Lkw mit Entscheidungskompetenz: Die Vision von sich selbst steuernden Prozessen wird im SFB 637 modellhaft aufgebaut und durchgespielt.

Charakteristisch für die Harms-Prozesse ist die Vereinigung von produktionslogistischen Bestandteilen mit transportlogistischen Aspekten. Neben dem reinen Transport der Personenkraftwagen ist somit auch deren Bearbeitung ein wichtiger Bestandteil der Wertschöpfung. In dieses Szenario wurden ausgewählte Bearbeitungsschritte wie Wachsen/Entwachsen, Lackieren und mechanische Prozesse integriert. Die Personenkraftwagen haben dabei die Aufgabe, innerhalb einer gegebenen Zeit ihre Arbeitsschritte zu durchlaufen, um dann fertig bearbeitet zwecks Weitertransports in dem Zwischenlager deponiert zu werden. Die Lastkraftwagen müssen versuchen, Leerfahrten oder eine nicht erreichte Auslastung der Ladekapazität zu vermeiden.

Verknüpfung von Objektivität und Kontext

Essentiell für die Realisierung von selbststeuernden Prozessen innerhalb der Automobillogistik sind die Verfügbarkeit von Informationen über Zustände, Standorte, Umgebungsbedingungen und Kapazitäten sowie die gegenseitige Zuordnung dieser Informationen. Die RFID-Technologie hat sich in diesem Umfeld als die beste Wahl herausgestellt, um einen Bezug der Identität eines Objektes zu seinem Kontext herzustellen. Durch die Erkennung an den Bearbeitungsstationen sowie auf wichtigen Streckenabschnitten innerhalb des Demonstrators ist eine Ortbarkeit der Personenkraftwagen und Lastkraftwagen möglich. Neben der Identität sind auf dem RFID-Chip wichtige Informationen hinterlegt, die eine Aussage über die Reihenfolge, Anzahl und Art der Bearbeitungsschritte sowie über Termine der einzelnen Personenkraftwagen machen. Eingesetzt wurde hier ein UHF-System, um größere Lese- und Schreibreichweiten zu erhalten und eine erhöhte Flexibilität bei der Installation zu erzielen.

Intelligenter Container

Ein weiterer Demonstrator innerhalb des SFB 637 ist der „Intelligente Container“. Kernstück ist das Modell eines Lastkraftwagen-Aufliegers inklusive Container im Maßstab 1:16. Die Intelligenz des Containers wird realisiert durch einen RFID-Reader, mit dem der Beladevorgang überwacht wird, ein drahtloses Sensornetzwerk zur Kontrolle kritischer Frachtparameter, eine Prozessoreinheit sowie ein Kommunikationsmodul, mit dem die Verbindung in externe Datennetze ermöglicht wird. Das Gesamtsystem konfiguriert sich während des Beladevorgangs selbst.

Software-Agenten beheben Störungen

Aktuell ist der „Intelligente Container“ in ein Szenario eingebunden, bei dem frischer Fisch von Bremerhaven nach Frankfurt transportiert wird. Dieser Prozess beginnt mit der Eingabe eines elektronischen Frachtbriefes, der über eine Wissensbasis von einem beliebigen Standort jederzeit abgefragt werden kann. Um auch eine Echtzeit-Ortung demonstrieren zu können, fährt ein zweites Lastkraftwagen-Modell auf einem Straßennetz in der Werkhalle und übermittelt seine Standortdaten direkt an die Software-Agenten.

Im weiteren Verlauf kommt es zu unterschiedlichen internen und externen Störungen. Diese werden vom intelligenten Container erkannt und lösen Entscheidungsprozesse in und zwischen den Software-Agenten aus. Ziel ist die Wiederherstellung eines akzeptablen Zustandes oder die Um- oder Neuplanung des Transportes. Der aktuelle Standort des Containers, der Zustand der Fracht sowie die Entscheidungsprozesse der Agenten lassen sich beim Demonstrator über einen Monitoringstand beobachten.

Mit dem „intelligenten Container“ lassen sich sehr anschaulich Möglichkeiten aufzeigen, die die Implementierung der Selbststeuerung in reale logistische Szenarien mit sich bringen. Einerseits zeigt sich, inwiefern neue Konzepte tatsächlich sinnvoll sind, und andererseits lassen sich Lücken und Schwächen identifizieren, die bis dahin als solche nicht wahrgenommen wurden. Die Vision dabei ist, dass mit der voranschreitenden Miniaturisierung eine Integration in geometrische Dimensionen heutiger RFID-Chips möglich wird.



Dr.-Ing. Michael Freitag ist seit Januar 2004 Geschäftsführer des Sonderforschungsbereichs 637 „Selbststeuerung logistischer Prozesse“ an der Universität Bremen. Vor dieser Zeit war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am BIBA tätig.
fmt@biba.uni-bremen.de



Dipl.-Wi.-Ing. Ernesto Morales Kluge ist seit 2002 wissenschaftlicher Mitarbeiter am BIBA.
mer@biba.uni-bremen.de