

Motivation

Die zunehmende Tendenz, logistische Planungsvorgänge zu automatisieren, erfordert eine verbesserte Überwachung der Transportkette. Dies schließt Informationen über Temperatur und anderen Umwelteinflüssen ein. Vorhersagen von Abweichungen des Qualitätszustandes der Ware sind wichtige Zusatzinformationen zur Optimierung der Transportplanung und Lagerhaltung. Der Intelligente Container kann dies durch den Einsatz modernster IuK-Technologien gewährleisten und geht als autonomes Transportüberwachungssystem weit über die Möglichkeiten heutiger Telemetrie- und Fernüberwachungssysteme hinaus.



Demonstrator des Intelligenen Containers (Maßstab 1:8)

Systemkonzept

Der „Intelligente Container“ passt sich automatisch an die Überwachungsanforderungen seiner Ladung an. Ein dynamisches Qualitätsmodell bewertet die Auswirkungen von Abweichungen gegenüber den optimalen Transportbedingungen. Dieses Modell ist Teil einer elektronischen Repräsentation der Ware, die auf Konzepten aus dem Bereich der intelligenten Softwareagenten basiert. Auf einem passiven RFID-Tag gespeicherte Adressinformationen geben an, auf welchem System sich zur Zeit die virtuelle Warenrepräsentation befindet. Nachdem der Agent auf das lokale System übertragen worden ist, setzt er dort die Überwachung der Ware fort. Falls hierbei ein Risiko für Qualitätsanforderungen oder Termintreue erkannt wird, nimmt das System Kontakt zu Routen- und Transportplanungsinstanzen auf, um notwendige Reaktionen abzustimmen.

Drahtlose Sensornetze

Das Sensornetz kann sich eigenständig organisieren. Neue Sensorknoten werden automatisch erkannt und zum Netzwerk hinzugefügt. Ebenso wird der Ausfall von Knoten des Netzes (z.B. leere Batterie, Überschreitung der Funkreichweite etc.) durch eine Umorganisation der Netzwerktopologie kompensiert.

Für die Kommunikation innerhalb des Sensornetzes ist der Sicherheitsaspekt besonders wichtig. Daher muss der Zugang zu den Sensordaten Nichtberechtigten verwehrt sein. Hierzu werden neuartige Authentifizierungsmechanismen eingesetzt. Um eine höhere Zuverlässigkeit der Messwerte zu erreichen, werden Sensorelbsttests, Plausibilitätsbetrachtungen und Querabgleiche über das Sensornetz in das System integriert.

Da die Sensorknoten batteriebetrieben sind, wird bei der Entwicklung großes Augenmerk auf die Energieeffizienz gelegt. Knoten, die momentan nicht benötigt werden, werden durch ein intelligentes Power Management System deaktiviert, um Energie einzusparen. Somit wird die Lebensdauer des Gesamtsystems erhöht.

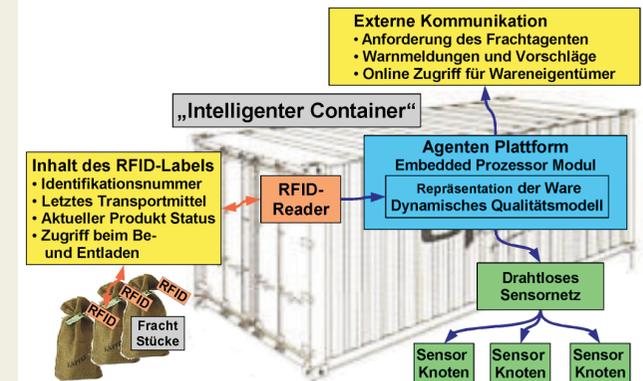


Sensorische Überwachung und Dynamische Qualitätsmodelle

Als Beispiel für ein dynamisches Qualitätsmodell wurden seit langem bekannte Konzepte wie z.B. „Shelf Life“ um dynamische Temperaturverläufe erweitert. Andere Einflussfaktoren wie z.B. Luftfeuchtigkeit und atmosphärische Zusammensetzung werden zukünftig ebenso berücksichtigt. Voruntersuchungen haben gezeigt, dass hierbei insbesondere das gasförmige Hormon Ethylen von Bedeutung ist, aber am Markt verfügbare Sensoren nicht über eine notwendige Auflösung verfügen, um z.B. den Reifegrad von Obst und Gemüse überwachen zu können. Somit sind auf diesem Gebiet weitere Forschungsaktivitäten notwendig.

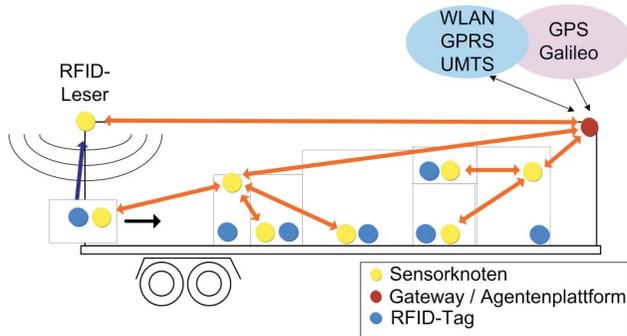
Dynamische Verknüpfung der Systemkomponenten

Durch das hier dargestellte Konzept ist es nicht notwendig, die Ware selbst mit teurer Hardware wie Sensoren, Prozessor-einheiten oder größerem Speicher auszustatten. Basierend auf Daten, die auf einem handelsüblichen RFID-Tag gespeichert sind, stellt das Frachtstück eine dynamische Verknüpfung zu seiner Umgebung her, um deren Dienste und Sensoren zu nutzen. Warenbegleitende Informationen werden durch die Kommunikationsinfrastruktur übertragen. Durch Verlagerung der Kosten auf langfristige Investitionen in Lager- und Transportsysteme kann eine umfassende Transportüberwachung bei geringsten Kosten je Frachtstück realisiert werden.



■ Technische Realisierung

Im Rahmen des durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) unterstützten Sonderforschungsbereiches 637 wurde das hier vorgestellte autonome Transportüberwachungssystem als wichtiges Element einer selbststeuernden Lieferkette entwickelt. Sämtliche im Frachtbrief enthaltene Assistenzprogramme können auf einem kostengünstigen Prozessormodul ausgeführt werden. Unser Prototyp im verkleinerten Maßstab ist mit einer dynamische Routen- und Transportplanung verknüpft. Die Kommunikation kann, je nach Verfügbarkeit, über verschiedene mobile Netze (z.B. WLAN, GPRS oder UMTS) erfolgen.



■ Anwendung der Selbststeuerung

Der Intelligente Container ermöglicht eine vollständig selbststeuernde Transportplanung. Entscheidungen werden aufgrund einer Bewertung der Außenwelt (Verkehrs- und Marktinformationen) und der Innenwelt (auf die Ware einwirkende Umwelteinflüsse) getroffen. Durch lokale Vorverarbeitung im Transportmittel werden das Daten volumen und die Kosten für die mobile Kommunikation reduziert.

Durch Verzicht auf zentrale Steuerung und Verlagerung der Prozesse an den Ort der Informationsentstehung ist das System sehr robust gegenüber dem Ausfall einzelner Rechner oder Kommunikationsverbindungen. Eine lückenlose Überwachung von Lebensmitteltransporten kann daher - wie vom Gesetzgeber gefordert - gewährleistet werden.

■ Projektteam

■ Projektleiter

Prof. Dr.-Ing. Walter Lang
Prof. Dr.-Ing. Rainer Laur

■ Mitarbeiter

Christian Behrens, M.Sc.
Javier Antunez Congil
Darren Gould, M.Sc.
Dipl.-Ing. Reiner Jedermann
Michael Lüders
Dipl.-Ing. Adam Sklorz
Dipl.-Ing. Detmar Westphal

■ Kontakt

Microsystems Center Bremen - Universität Bremen
Dipl.-Ing. Olaf Lassek
Telefon: +49-421-218-7364
Fax: +49-421-218-2479
E-Mail: lassek@mcb.uni-bremen.de
Homepage: <http://www.mcb.uni-bremen.de>

Sonderforschungsbereich 637
Selbststeuernde Logistische Prozesse -
Ein Paradigmenwechsel und seine Grenzen
E-Mail: sfb637@uni-bremen.de
Homepage: <http://www.sfb637.uni-bremen.de>



Der Intelligente Container

Anwendung von RFID und Sensortechnologie für autonome Transportüberwachung

Selbststeuernde Logistische Prozesse
Ein Paradigmenwechsel und seine Grenzen



Sonderforschungsbereich

637