

Entwicklung und Standardisierung einer herstellerübergreifenden drahtlosen Kommunikation im Forschungsprojekt iGreen

Development of standardized and independent manufacture wireless communication in the area of the research project iGreen

Dipl.-Ing. (FH) Axel Meyer, Dr.-Ing. Georg Kormann, John Deere ETIC, Kaiserslautern
Dr.- Ing. Christian Rusch, Dr. Hans-Peter Grothaus, CLAAS Selbstfahrende Erntemaschinen, Harsewinkel

Abstract

Within the iGreen research project the Machine Connector was developed. It allows exchanging data between machines and from machines to the Internet as well as transferring machine status information from the ISOBUS. Furthermore task controller documentation data and fleet configurations are possible.

The outcome of this research project will be reused as a part of an upcoming standard for wireless communication in agriculture. The standard will cover the physical aspects for several wireless communication applications as well as the application layer. Therefore all layers of the OSI transport model need to be standardized for the specific use case.

1. Einleitung und Stand der Technik

Im Rahmen des Forschungsprojektes iGreen[1] wird in der Arbeitsgruppe (AG) „Machine Connector“ an einer herstellerübergreifenden drahtlosen Kommunikation gearbeitet. Hierbei werden die Maschinen direkt miteinander sowie mit einem Backend, dem Hof-PC, mobilen Endgeräten und der Umgebung vernetzt. Der für die herstellerübergreifende Kommunikation in der Landwirtschaft etablierte ISOBUS umfasst nur die drahtgebundenen CAN-Bus Kommunikation und die Ablage der Dokumentation als ISOXML-Datei.

Die drahtlose Kommunikation für Telematik-Anwendungen ist bisher nur proprietär durch die jeweiligen Hersteller umgesetzt. Lösungen zur Funkkommunikation zwischen Fahrzeugen auf dem Feld sind ebenfalls proprietär vorhanden. Eine herstellerübergreifende Standardisierung wird im iGreen angestrebt, befindet sich jedoch noch am Anfang. In anderen Branchen wie der Flugzeugindustrie gibt es bereits Standards. Die Automobilindustrie entwickelt zur Zeit Standards für die herstellerübergreifende Kommunikation, um z.B. Kollisionen zu vermeiden.

2. Arbeitsgruppe „Machine Connector“

Der iGreen Machine Connector umfasst und spezifiziert eine interne Datenbank und ein Software-Modul, welche dafür verantwortlich sind, ein Fahrzeug mit dem iGreen-Netzwerk zu verbinden. Auf jedem Fahrzeug, welches mit der iGreen-Infrastruktur verbunden werden soll, wird ein Embedded Computer oder Fahrzeugterminal installiert, das mit dem Maschinen-Bus (ISOBUS[2] / CAN-Bus) verbunden ist, um Sensorinformationen bereitzustellen. Die Sensorinformationen und sonstigen Nachrichten vom CAN-Bus werden in die Datenbank gespeichert in einem Format, welches an die SPN's und DDI's aus der SAE J 1939[3] und der ISO 11783 Norm[2] angelehnt ist.

Die verwendete Datenbank, Apache CouchDB[4], gehört zu der Gruppe der NoSQL (Not only SQL) Datenbanken. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie keine vordefinierte Tabellenstruktur erfordern, sondern dass die Informationen als allgemeine Dokumente im JSON[5] Format in der Datenbank abgelegt werden können. Dies hat den Vorteil, dass sich das System flexibel an verschiedene Herstelleranforderungen anpassen lässt und es für zukünftige Erweiterungen gerüstet ist, ohne eine Rückwärtskompatibilität zu verlieren. Der Zugriff auf die Datenbank erfolgt mit Hilfe der standardisierten REST-HTTP Schnittstelle. Es ermöglicht eine hohe Kompatibilität und eine einfache Implementierung in verschiedenste Systeme und Programmiersprache.

Die Datenbank stellt eine integrierte Replikationsroutine zur Verfügung, welche die Datenbankinstanzen der Netzwerkteilnehmer auf der lokalen Datenbank bereitstellt. Diese Technik ermöglicht es, Datenbankabfragen und -änderungen durchzuführen, auch wenn gerade keine Funkverbindung zur Verfügung steht. Dies erlaubt, Mesh-Netzwerke zwischen Fahrzeugen aufzubauen, ohne ein echtes Mesh-Netzwerk Protokoll zu verwenden, wodurch sich auch „Store carry forward“[6]-Szenarien realisieren lassen.

Eine Anforderung an den iGreen Machine Connector ist, dass Daten von anderen Fahrzeugen und des Farmmanagementsystems verfügbar sind, auch wenn keine Mobilfunk- oder andere Drahtlosverbindung im Feld verfügbar ist. Der entgegengesetzte Kommunikationsweg ist genauso wichtig; wenn das Fahrzeug „Offline“ ist, müssen die Daten lokal zwischengespeichert und bei nächster Gelegenheit verschickt werden. Eine weitere Anforderung ist die bereits genannte „Store carry forward“-Datenübertragung, um z.B. Daten vom Mähdrescher drahtlos auf den Abfuhr-Traktor zu übertragen, der die Daten zwischenspeichert und auf dem Hof während des Abladens drahtlos an einen zentralen Server übermittelt. So können die Daten ohne kostenintensive Mobilfunkverbindung oder in Gegenden, in denen kein zuverlässiger Empfang gewährleistet ist, transportiert werden. Der Aufbau eines beispielhaften iGreen Maschinennetzwerks ist in der Abbildung 1 dargestellt.

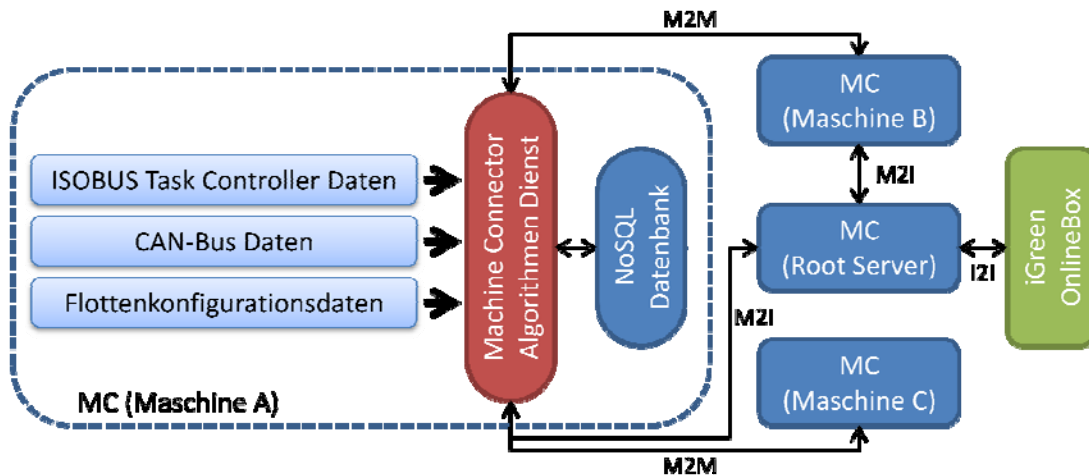


Abbildung 1: Aufbau iGreen Maschinennetzwerk

Die Vernetzung der beteiligten Prozesspartner erfolgt über eine beliebige Funkschnittstelle, welche TCP/IP unterstützt. Vorzugsweise wird WLAN verwendet, da dies kostenfrei zur Verfügung steht und eine hohe Datenübertragungsrate bietet. Steht keine WLAN-Verbindung zur Verfügung, kann alternativ eine GPRS-Verbindung genutzt werden.

Der iGreen Machine Connector definiert drei verschiedenen Datentypen: Dokumentations-, Echtzeit- und Konfigurationsdaten. Die Echtzeitdaten werden verwendet, um Maschinen-Statusinformationen (z.B. GPS-Position und Kraftstoffverbrauch) vom ISOBUS zur Verfügung zu stellen. Dokumentationsdaten umfassen Auftragsinformationen und Aufzeichnungen des Arbeitsprozesses im ISOXML-Format. Der Unterschied zwischen den Echtzeit-Statusinformationen und den Dokumentationsdaten liegt darin, dass die Dokumentation einen Anfangs- und Endzeitpunkt hat und den kompletten Prozess abbildet. Die Statusinformationen beinhalten immer nur die letzten Werte eines Sensors vom ISOBUS. Die Konfigurationsdaten beschreiben die Flottenkonfiguration im iGreen-Netzwerk, wie sich die Fahrzeuge untereinander erreichen können und die Zugriffsrechte der jeweiligen Teilnehmer. Diese Konfigurationsdaten werden automatisch über das iGreen Machine Connector Netzwerk verteilt und aktualisiert.

3. Feldtests

In einem Feldtest im Oktober 2011 wurde der iGreen Machine Connector experimentell getestet, um technische Verbesserungen durchzuführen und den Kundennutzen zu veranschaulichen. Das iGreen Maschine Connector Konzept und den entsprechenden Applikationen kann in vielen Anwendungsfällen die Logistik in der Landwirtschaft optimieren. Es gibt jedoch einige prädestinierte Anwendungen, bei denen der Kundennutzen besonders hoch ist, da mehrere Fahrzeuge bei der Arbeit involviert sind und aufeinander abgestimmt

werden müssen, was im Arbeitseinsatz bisher über Absprachen per Mobiltelefon oder Funkgerät durchgeführt wurde. Hierzu gehören alle Ernteprozesse mit dem Feldhäcksler, da dieser i.d.R. über keinen eigenen Vorratsbehälter verfügt und so direkt auf Transportfahrzeuge angewiesen ist.

Ein weiteres Beispiel ist der Ernteprozess mit dem Mähdescher. Er verfügt zwar über einen Körnerspeicher, jedoch müssen die Transportfahrzeuge regelmäßig zu dem Erntefahrzeug fahren. Der Feldtest wurde im Herbst 2011 während der Körnermaisernte durchgeführt.

Das iGreen Projekt hat den Anspruch herstellerübergreifend zu funktionieren. Aus diesem Grund wurde parallel mit einem CLAAS und einem John Deere Mähdescher auf einem Schlag während des Feldtests geerntet. Für den Abtransport des Erntegutes kam ein John Deere Traktor mit Abschiebewagen zum Einsatz. Auf allen Fahrzeugen waren Prototypen-Terminals des jeweiligen Herstellers mit iGreen Machine Connector montiert. Die Abbildung 2 zeigt den Aufbau und die Kommunikationsstruktur, welche im Feldtest getestet wurde.

Abbildung 2: Aufbau des iGreen Machine Connector Feldtests

Die beiden Mähdescher konnten per WiFi miteinander kommunizieren oder alternativ direkt per GPRS die Daten mit der zentralen Datenbank im Internet replizieren. Der Traktor verfügte nur über eine WiFi Verbindung, um die Daten auf dem eigenen Terminal zu visualisieren und bei der Fahrt zur Hofstelle über dem dortigen WiFi Access Point mit der zentralen Datenbank während des Entladens zu replizieren.

Am Bildschirm des Traktors konnte der Fahrer den Korntankfüllstand und die GPS-Position beider Mähdescher sehen, um zu entscheiden, zu welchen der beiden Mähdescher er als

nächstes zum Überladen fahren muss. Auch die jeweilige Kornfeuchtigkeit wird auf den Terminals der beiden Mähdrescher visualisiert. Die Visualisierung der relevanten Prozessdaten kann zur Optimierung der Logistik und des Ernte eingesetzt werden.

4. Standardisierung der Funkkommunikation

Um eine herstellerübergreifende drahtlose Kommunikation zu ermöglichen, müssen die verwendeten Kommunikationsmechanismen spezifiziert und standardisiert werden. Analog zum ISOBUS Standard ISO 11783 sollte hier auf vorhandene Kommunikationsstandards aufgebaut werden. Im Gegensatz zur ISO 11783 kann jedoch Funkkommunikation nicht auf einem einzigen Kommunikationsstandard basieren. Um derzeitige und zukünftige Anforderungen an die drahtlose Kommunikation in der Landwirtschaft zu erfüllen, müssen mehrere Kommunikationsstandards kombiniert werden.

Die unterschiedlichen Anforderungen ergeben sich aus den jeweiligen Anwendungen, wie z.B. Teleservice, „Maschine steuert Maschine“, Online Taskmanagement, Logistikanwendungen, Austausch von Prozessdaten auf dem Feld usw.

Die wichtigsten Anforderungen an die Funkstandards sind folgende: Reichweite, Weltweite Verfügbarkeit, Latenzzeiten, Datenrate, Anzahl der Teilnehmer im Netzwerk, Netzwerktopologie (Star, Tree, Mesh) und Kosten der Hardware sowie die Providergebühren.

Eine Austauschbarkeit der Funkstandards kann durch standardisierte Schnittstellen erreicht werden. Das OSI-Schichtenmodell in Abbildung 3 zeigt die Schnittstellen und die verwendeten Standards.

Die meisten etablierten Funkstandards unterstützen die TCP/IP Schnittstellen. Diese modulare Lösung erlaubt einen einfachen Austausch der Funkstandards ohne eine Neuentwicklung der Applikationen. Hierdurch können auf die Entwicklung neuer Kommunikationsstandards und Änderung der Frequenzen sowie der Gesetzgebung schnell reagiert werden. Weiterhin kann eine weltweite Verfügbarkeit erreicht werden, da die zugelassenen Frequenzen und Standards ohne Anpassung der Applikation austauschbar sind.

Es müssen die transport- und anwendungsorientierten Schichten des OSI-Modells[7] spezifiziert und normiert werden. Bei den transportorientierten Schichten (OSI-Schicht 1-4) sollte auf bereits definierte Funkstandards wie z. B. WLAN (Ad-Hoc Modus), LTE, GPRS usw. gesetzt werden. Die Anwendungsebene (OSI-Schicht 5-7) muss die zu verwendende Datenbank und deren Struktur festlegen, sowie die Deklaration der abgelegten Informationen. Hier sollte auf die schon vorhandenen Normen wie beispielsweise die ISO 11783 und die SAE J 1939 aufgebaut werden. Weiterhin müssen Konzepte entwickelt werden, die eine sichere Kommunikation und eine einfache Zugriffs- und Benutzerverwaltung

gewährleisten. Für die Anwendungsebene müssen definierte Schnittstellen zu den herstellerspezifischen Systemen bereitgestellt werden. Es müssen Mechanismen entwickelt und standardisiert werden, die die Funktionssicherheit und die Datenintegrität gewährleisten.

7. Anwendung	Telemetrie / Online Task Management / ...
6. Darstellung	Verschlüsselung / Schnittstellen / ...
5. Sitzung	DDS / CouchDB / SQLite / ...
4. Transport	TCP / UDP / ...
3. Vermittlung	Internet Protokoll (IP)
2. Sicherung	WLAN / GPRS / UMTS / ...
1. Bitübertragung	WLAN / GPRS / UMTS / ...

Abbildung 3: OSI-Schichtenmodell und der verwendeten Standards

5. Ausblick und Zusammenfassung

Der Feldtest zeigte die grundsätzliche Funktionstüchtigkeit des iGreen Machine Connector Konzepts, auch wenn es an gewissen Stellen noch Verbesserungspotential gibt. Dies bezieht sich jedoch auf die Prototypen-Terminals und deren Funkverbindung und nicht auf den grundsätzlichen Ansatz des Konzepts.

Die Ergebnisse der AG Machine Connector werden in die ISO Arbeitsgruppe TC 23/SC 19/WG 5 „Wireless Communication in Agriculture“ eingebracht, um eine standardisierte und herstellerübergreifende Funkkommunikation zu realisieren.

- [1] Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH, DFKI:
<http://www.igreen-projekt.de> (abgerufen am 27. July 2012 15:15 Uhr)
- [2] International Organization for Standardization: Tractors and machinery for agriculture and forestry - Serial control and communications data network-, ISO 11783
- [3] SAE International: Vehicle Application Layer, SAE J 1939-71
- [4] Apache Software Foundation: <http://couchdb.apache.org/> (abgerufen am 27 July 2012 15:20 Uhr)
- [5] Crockford, D.: The application/json Media Type for JavaScript Object Notation (JSON), RFC4627
- [6] Meyer, H. J.; Rusch C.; Ostermeier, R.: Landwirtschaftliches, selbstkonfigurierendes Kommunikationssystem zur Überwachung, Optimierung und Dokumentation von Ernteprozessen; Tagungsband der VDI-MEG Land.Technik 2010
- [7] Zimmermann, H.: OSI Reference Model, IEEE Transactions on Communications, Vol. COMM-28(4), Seite 425, April 1980