

Anbindung von ISOBUS-Geräten an ein online Precision Farming System

Franz Kraatz, Frank Nordemann, Ralf Tönjes

Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik
Hochschule Osnabrück
Albrechtstr. 30
49076 Osnabrück
{f.kraatz, f.nordemann, r.toenjes}@hs-osnabrueck.de

Abstract: Die Nutzung von Sensorsystemen bei der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung eines Schlags steigert den Ertrag sowie die Wirtschaftlichkeit des Pflanzenanbaus. Dennoch tragen weitere Faktoren zur optimalen Nährstoffversorgung einer Pflanze bei, als sie von solch einem lokal arbeitenden System erfasst werden. Um die Effizienz dieser Precision Farming Systeme auszubauen ist der nächste, hier erfolgreich durchgeführte Schritt die Anbindung der mobilen Landmaschine über das Internet an eine regionsübergreifende Datenanalyseplattform und die Ausführung zeitkritischer Optimierungsfunktionen auf der Landmaschine.

1 Anforderungen an effizientes Precision Farming

Für die teilflächenspezifische Bewirtschaftung des Schlags (Precision Farming) werden neben Applikationskarten, in denen z.B. Ausbringungsmengen von Produkten je Teilfläche hinterlegt sind, Sensorsysteme eingesetzt. Das Ziel ist eine an die Standortgegebenheiten angepasste Nährstoffversorgung der Pflanze sicherzustellen. Erfasste Daten, z.B. Ertrags- und Bodendaten, dienen den vor der Anwendung durchgeführten Analysen. Die Phasen Datenerfassung, -analyse und -anwendung bilden einen Precision Farming Regelkreis. Der Regelkreis kann durch die vorhandene Technik abgebildet, aber nicht ausreichend automatisiert werden. So ist der Datenaustausch zwischen Landmaschine und Analysesystem vielfach nur manuell möglich, eine Aktualisierung der Daten auf der Landmaschine zur Laufzeit einer Anwendung fehlt. Letzteres ist z.B. bei unzureichendem Vorrat des Düngers und dem damit verbundenen Produktwechsel notwendig.

Zur Effizienzsteigerung soll eine Datenanalyseplattform (online Precision Farming System, oPFS) die im Regelkreis erfassten Daten regionsübergreifend analysieren und Anwendungsberechnungen durchführen. Ziel des ISOCOM-Forschungsprojekts [IS14] ist es, Mechanismen zu schaffen, um ISOBUS-Geräte [IS07] auf der Landmaschine über das Internet mobil an dieses System anzubinden und Bestandteile des oPFS für zeitkritische Berechnungen zur Landmaschine zu verschieben. Ein kontinuierlicher Anpassungsprozess der Daten auf der Landmaschine durch den Regelkreis soll die optimale Nährstoffversorgung auch bei Änderungen der Anwendung gewährleisten.

2 Systemarchitektur der ISOBUS-Anbindung

Das oPFS bietet die für die Datenanalyse, -berechnung und -verwaltung notwendigen Ressourcen. Durch den mobilen Einsatz eines Landmaschinengespanns muss die Anbindung an das oPFS über ein flächendeckendes Mobilfunknetz erfolgen. Trotz der kontinuierlich steigenden Netzabdeckung gibt es weiterhin Gebiete mit schlechter oder unterbrochener Mobilfunkverbindung. Aus diesem Grund muss die Anbindung der ISOBUS-Geräte auch zwischenzeitliche Verbindungsausfälle kompensieren.

Des Weiteren lassen sich nicht alle Berechnungen auf dem oPFS durchführen, da die Verzögerungen durch die zusätzlichen Übertragungszeiten zwischen Landmaschine und oPFS für die zeitnahe Verarbeitung zu groß sind. Zur Einhaltung dieser Zeitanforderung und Kompensation von Verbindungsausfällen stellt das ISOCOM Projekt Mechanismen für lokale Teilberechnungen auf der Landmaschine bereit. Da das oPFS die Algorithmen auf Basis der gesammelten Daten kontinuierlich optimiert, garantieren Aktualisierungsmechanismen die Verwendung der aktuellsten Algorithmen auf der Landmaschine.

2.1 Sensor- und Aktoreinbindung auf der Landmaschine

Die Einbindung von Sensoren und Aktoren auf der Landmaschine erfolgt über den ISOBUS mittels ECUs (Electronic Control Unit, Abbildung 1). Als zentrales Bindeglied zwischen ISOBUS und oPFS dient ein TC (Task-Controller) mit erweitertem Kommunikationsmodul im ISOBUS-Terminal. Eine Unterscheidung ist bei den in der Landtechnik verfügbaren Sensoren zu treffen. Einfache Sensoren (Abbildung 2a) stellen aufbereitete Daten zur weiteren Verarbeitung dem oPFS bereit. Intelligente Sensoren (Abbildung 2b) besitzen dagegen eigene Algorithmen und sind mit den vom oPFS bereitgestellten Daten in der Lage, den Aktor direkt mittels Peer-Control zu steuern. Bei der intelligenten Ausführung kann das oPFS jedoch keinen Einfluss auf die im Sensor verwendeten Algorithmen nehmen.

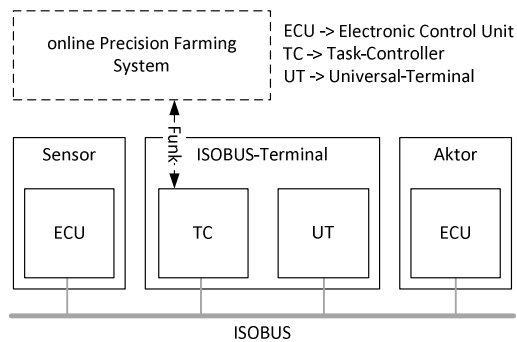


Abbildung 1: Systemarchitektur

Die Einbindung von Sensoren und Aktoren auf der Landmaschine erfolgt über den ISOBUS mittels ECUs (Electronic Control Unit, Abbildung 1). Als zentrales Bindeglied zwischen ISOBUS und oPFS dient ein TC (Task-Controller) mit erweitertem Kommunikationsmodul im ISOBUS-Terminal. Eine Unterscheidung ist bei den in der Landtechnik verfügbaren Sensoren zu treffen. Einfache Sensoren (Abbildung 2a) stellen aufbereitete Daten zur weiteren Verarbeitung dem oPFS bereit. Intelligente Sensoren (Abbildung 2b) besitzen dagegen eigene Algorithmen und sind mit den vom oPFS bereitgestellten Daten in der Lage, den Aktor direkt mittels Peer-Control zu steuern. Bei der intelligenten Ausführung kann das oPFS jedoch keinen Einfluss auf die im Sensor verwendeten Algorithmen nehmen.

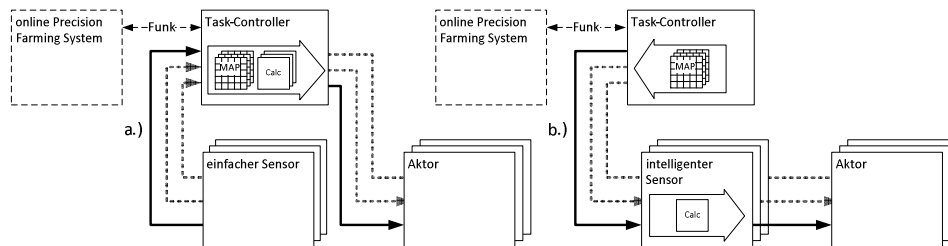


Abbildung 2: Kommunikationsbeziehungen der ISOBUS-Geräte

Die Kombination von Sensoren und die Erfassung von Sensorwerten sind bei intelligenten Sensoren nur eingeschränkt möglich, da Hersteller ihre Systeme geschlossen gestalten. Einfache Sensoren ermöglichen die Kombination von Sensoren in einem Anwendungsprozess und die zentrale Algorithmen- und Datenverwaltung im TC mit Erfassung der Messwerte. Wegen dieser Flexibilität wird dieser Typ favorisiert. Dennoch werden beide Varianten unterstützt. Für die Konfiguration der ISOBUS-Kommunikation fehlen im ISOBUS geometrische Information wie eine automatisch erfasste Anbauposition.

2.2 Online Datenaustausch

Die Anbindung der Landmaschine an das oPFS erfolgt über Mobilfunk. Die in ländlichen Bereichen oft eingeschränkte Übertragungsrate erfordert eine Optimierung der Datenübertragung. Damit ein sicherer Zugriff erfolgt, wird ein virtuelles privates Netzwerk mit OpenVPN [Op14] aufgebaut. Der Datenaustausch wird autorisiert und über eine verschlüsselte TLS-Verbindung durchgeführt. OpenVPN bietet zudem den Datenkompressionsalgorithmus Lempel-Ziv-Oberhumer (LZO). Um Übertragungen redundanter Daten zu vermeiden, werden die erfassten Punktdaten zu polygonbasierten Daten zusammengefasst. Die Neuberechneten Teilbereiche der Applikationskarten werden zur Landmaschine übertragen und mit der alten Applikationskarte zusammengeführt. Der ISOBUS sieht keine Aktualisierung der Auftragsdaten zur Anwendungszeit vor. Im eingesetzten TC werden die Auftragsdaten durch einen parallelen Datenbankzugriff aktualisiert und stehen ohne Unterbrechung in der Anwendung zur Verfügung.

Das oPFS verbessert kontinuierlich eingesetzte Daten und Algorithmen. Ebenso entstehen neue Anwendungen, z.B. die teilflächenspezifische Ausbringung von Pflanzenschutz. Um neue Anwendungen mit unbekanntem Parametern nutzbar zu machen, wird der Zugriff mit den standardisierten Web-Schnittstellen Web Feature Service [Vr14] und Web Processing Service [Sc07] des Open Geospatial Consortium [OG14] realisiert. Die Landmaschine stellt lediglich eine Umgebung zur Schnittstellenabfrage und Algorithmenausführung bereit. Für den optimierten Aktualisierungsprozess der verschobenen Daten und Algorithmen kapselt das oPFS Wissen in Algorithmenbausteine. Hierdurch ist die Aktualisierung einzelner Bausteine möglich und ein Verbindungsausfall kann mit einem temporären, lokalen Betrieb kompensiert werden.

3 Ergebnisse von Labor- und Feldtests

Das vorgestellte System wurde prototypisch realisiert und in Labor-/Feldtests verifiziert. Zunächst wurden Mobilfunkverbindungen in unterschiedlichen Netzen analysiert, gemittelte Durchsätze auf ländlicher Fläche zeigt Tabelle 1 a). OpenVPN erzielt unabhängig von der Funktechnologie (2G/3G) und der Netzabdeckung höhere Durchsätze. Grund ist die LZO-Komprimierung, die die Datengröße der übertragenen Daten effektiv minimiert. Die eigentliche Übertragungsrate der Verbindung ändert sich nicht. Kartendaten weisen eine Größenordnung von ca. 2 Mbyte je Hektar auf. Entsprechend den Feldtestergebnissen ist das Kartenformat (Shape/XML, Polygon/Raster) vernachlässigbar, da sich alle Formate stark komprimieren lassen (Ausgangsgröße ca. 1/3 - 1/10).

a)	<u>Funktechnologien</u>	<u>VPN</u>	<u>Durchsatz</u>	b)	<u>Messung</u>	<u>Durchsatz</u>
	HSDPA (3G)	aus	843,3 kBit/s		1	1.692 kBit/s
	HSDPA (3G)	an	2.352 kBit/s		2	2.026 kBit/s
	EDGE (2.5G)	aus	87,1 kBit/s		3	2.606 kBit/s
	EDGE (2.5G)	an	450 kBit/s		4	3.087 kBit/s

Tabelle 1: a) Durchsatzmessungen im Mobilfunk und b) adaptive LZO-Kompression

Labortests haben zudem die adaptive Arbeitsweise der LZO-Komprimierung verdeutlicht. Das Verfahren überprüft die zu übertragenden Daten und konfiguriert die Komprimierung anhand dieser. So steigt der Durchsatz in Tabelle 1 b) mit jeder Übertragungsmessung zum maximalen Komprimierungsfaktor an. Die Datenrate ist für die Übertragung komprimierter Karten ausreichend. Weiterhin erlaubte der erweiterte TC erstmals in einem Feldtest die Aktualisierung der Applikationskarte und/oder der Algorithmen zur Laufzeit der Anwendung. Ebenso konnten neue im oPFS erstellte Anwendungen direkt im Anschluss über die Schnittstellen auf der Landmaschine verwendet werden. Die vom oPFS auf die Landmaschine verschobenen Algorithmen garantieren auch bei unterbrochener Mobilfunkverbindung eine Ausführung der Anwendung.

4 Fazit

Die online Anbindung von ISOBUS-Geräten mit Sensorsystemen an ein oPFS ist der nächste Schritt für die teilflächenspezifische Bearbeitung in der Landwirtschaft. Neue Anwendungen können durch den dynamischen und flexiblen Aufbau des Systems zu jeder Zeit im oPFS eingebunden werden und stehen anschließend direkt auf der Landmaschine zur Verfügung. Das so gewonnene Wissen kann im oPFS wiederum anonymisiert für eine regionsübergreifende Analyse und Optimierung verwendet werden. Die Aktualisierung von Auftragsdaten und Algorithmen zur Laufzeit der Anwendung wird durch dieses System erstmals unterstützt. Die Ergebnisse der Feldtests zeigen den positiven Einfluss des Komprimierungsalgorithmus auf die effektive Übertragungsrate der mobilen Anbindung und das Optimierungspotenzial beim Austausch von Applikationskarten über eine eingeschränkte Verbindung. Ebenso werden Algorithmen und Applikationskarten erfolgreich zur Laufzeit der Anwendung auf die Landmaschine verschoben und in den Verarbeitungsprozess eingebunden.

5 Literaturverzeichnis

- [IS14] ISOCom – Precision Farming in the Remote Control Loop. <https://www.ecs.hs-osnabrueck.de/36967.html> (Zugriff am 08.12.14)
- [IS07] ISOBUS: ISO11783 Part 1-14 Tractors and machinery for agriculture and forestry – Serial control and communications data network. 2007
- [Op14] OpenVPN. <https://openvpn.net/index.php/open-source.html> (Zugriff am 05.12.2014)
- [Vr14] Vretanos, P: OGC Web Feature Service 2.0 Interface Standard. 10.07.2014
- [Sc07] Schut, P: OpenGIS Web Processing Service. 08.06.2007
- [OG14] OGC: Open Geospatial Consortium. <http://www.opengeospatial.org/> (Zugriff am 06.12.2014)