

Entwicklung eines serviceorientierten Informationssystems für Phänotypisierungsmessungen im Freiland

Benjamin Bruns¹ und Tobias Blechmann²

Abstract: Die Vielzahl der verfügbaren Messmethoden und Sensorplattformen in der Feldphänotypisierung als auch das Fehlen von Standards im Bereich der Messdatenverwaltung und der experimentellen Planung bzw. Ausführung führte zur Entwicklung des flexiblen Auftrags- und Informationssystem FuRIOS. Für eine hohe Interoperabilität und einfache spätere Nutzung freier GIS-Clients wurden verbreitete OGC-Standards (Open Geospatial Consortium) verwendet. FuRIOS verfügt über drei Subsysteme zur Verwaltung von Messaufträgen, zur Erfassung von Experimentalergebnissen und zur Bereitstellung von Objektgeometrien und verwendet dabei nur quelloffene Softwarekomponenten. Anhand eines vordefinierten Testszenarios auf Basis eines UAV-gestützten RGB-Kamerasystems (IBG-2 Fieldcopter) wurde das System im Feld erfolgreich validiert. Zukünftig ist die Anbindung weiterer Sensorplattformen des IBG-2 geplant.

Keywords: Informationssystem, Sensor Web Enablement, OWS, SOA, Phänotypisierung

1 Motivation und Anforderungen an FuRIOS

Ein zentrales Ziel im Bereich der Feldphänotypisierung ist es durch eine detaillierte Erfassung des Entwicklungsprozesses angebaute Pflanzen und einer möglichst genauen Ertragsbewertung mit Techniken der Pflanzenphänotypisierung (vgl. [TS09]) effizientere Methoden für die Nutzung landwirtschaftlicher Flächen zu entwickeln.

Trotz erheblicher Entwicklungen im Bereich neuer Sensor- und Trägersysteme ist den Autoren kein etabliertes standardisiertes Austauschformat für erhobene Daten oder ein quelloffenes Auftrags- bzw. Experimentalverwaltungssystem für diese Domäne bekannt. Vor diesem Hintergrund wurde das Informationssystem FuRIOS (Field Robot tasking and Observation Service) entwickelt. FuRIOS ermöglicht die genaue geographische Beschreibung von Untersuchungsobjekten und Messergebnissen als auch die Definition und Verwaltung von Aufträgen für die (voll-)automatische Bearbeitung durch (mobile) Messsysteme im Freiland. Als Webdienst integriert in das Informationssystem PhenO-MIS ([Sc13]) ist sogar die experimentelle Verfolgung und Bonitierung von Pflanzenbeständen möglich. Neben der zentralen Aufgabe der Planung und Verwaltung von Messaufträgen und Messdaten im Freiland war auch eine konsequente Verwendung einer serviceorientierten Architektur (SOA) und eine hohe Interoperabilität durch die Verwendung anerkannter OGC-Standards gefordert. Nichtfunktionale Anforderungen waren eine gute Adaptierbarkeit an neuartige Observationen bzw. Sensoren und eine

¹ IBG-2: Pflanzenwissenschaften, Forschungszentrum Jülich GmbH, 52425 Jülich, b.brun@fz-juelich.de

² IBG-2: Pflanzenwissenschaften, Forschungszentrum Jülich GmbH, 52425 Jülich, t.blechmann@fz-juelich.de

gute Konfigurierbarkeit von Auftragsbeschreibungen.

2 Grundlagen und Aspekte bei der Entwicklung von FuRIOS

Zentrales Ziel der SWE-Initiative (Sensor Web Enablement, [Bo07]) ist es, etablierte OGC-Webservices zur Verwaltung georeferenzierter Daten (wie WFS, WMS, WCS) für die spezifischen Anwendungen von Sensornetzwerken zu öffnen und sensorbezogene Standards zu etablieren. Wichtige Standards sind zu einem der Sensor Observation Service (SOS), zum anderen der Sensor Planning Service (SPS). Ersterer dient der Echtzeitabfrage von Observationen und Beschreibungen von Sensoren (in SensorML) und definiert auch ein Austauschformat für Messwerte (Observations&Measurements). Letzterer ermöglicht die Durchführung bzw. Planung (Auftragsbearbeitung) von Sensormessungen als auch die Abfrage verfügbarer Sensoren und ihrer Fähigkeiten.

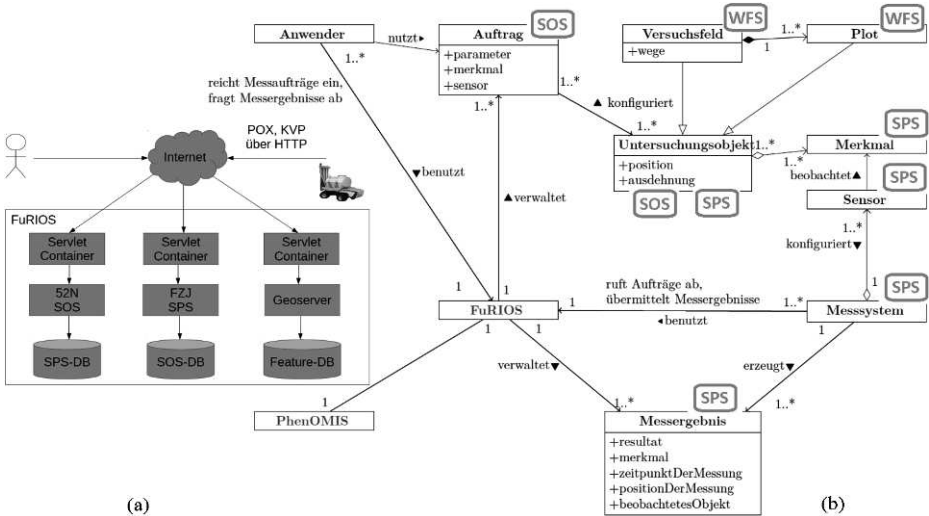


Abb. 1 (a) / (b): Verteilungsstruktur (links, (a)) und fachliche Sicht (rechts, (b)) des FuRIOS-Prototypen inkl. beteiligter Server- und Persistierungskomponenten

Für SOS und SPS existieren verschiedene freie Implementierungen. Aufgrund ihrer hohen Konformität zum SOS-2.0- und SPS-2.0-Standard wurde der Java-Code der 52°N-Initiative verwendet (<http://52north.org/communities/sensorweb/>). Zentrale Komponenten in der Java API for XML Web Services konformen Architektur waren SpringSource Spring 4.1 (IoC-Container), Apache XMLBeans 2.6 (XML-Datenbindung), JBoss Hibernate 4.3 (OR-Mapper) und Tomcat 7 (Servlet-Container).

Es galt bei der Verwendung der Referenzimplementierungen die in Abb. 1 (b) dargestellten grundlegenden Konzepte der Feldphänotypisierung auf die generischen Klassen der OGC-Standards abzubilden. Die Rollen der konzeptuellen Klassen und ihre logische

Zuordnung zu einem FuRIOS-Subsystem ist ebenso dargestellt. Für die SPS-Komponenten zeigte sich, dass Erweiterungen jenseits des Standards notwendig waren, um der geforderten Adaptierbarkeit an neuartige Observationen als auch einer zeitlichen Planung und nachträglichen Aktualisierung von Messaufträgen nachzukommen. Diese wurden über OGC-konforme XML-Dokumente formal spezifiziert und lassen sich per XML-Datenbindung direkt an zu erweiternden OGC-Java-Basisklassen binden ([B114]).

Abb. 1 (a) zeigt die physische Verteilungsebene von FuRIOS und dessen drei Subsysteme: Messaufträge (SPS), Experimentalergebnisse (SOS), Objektgeometrien (GeoServer). Gemäß der SOA-Architektur bieten sie ihre Dienste eigenständig als Webservice (POX- oder KVP-Bindung über HTTP) an und verwenden dabei eine eigene Tomcat-Instanz und PostgreSQL-Datenbank (v9.3 mit PostGIS als Feature-DB). Zur Verwaltung der Objektgeometrien bzw. Ermöglichen ortsbezogener Sensor- oder Auftragsabfragen wurde der freie OpenGeo GeoServer (v2.7, PostGIS-kompatibel) ausgewählt. Hier konnte direkt ein fertiges und freies Produkt eingesetzt werden, das u.a. eine WMS- (Web Map Service) und eine WFS-konforme (Web Feature Service) Schnittstelle zum Abruf georeferenzierter Landkarten bzw. Vektordaten anbietet.

3 Ergebnisse und Validierung

Der entwickelte, noch funktional reduzierte FuRIOS-Prototyp wurde anhand eines prototypischen Testszenarios mit einem UAV-gestützten RGB-Kamerasystem (IBG-2 Fielddooper, s. Abb. 2) auf einem Gerste-Versuchsfeld erfolgreich validiert. Die Testfälle prüften zentrale Funktionen des Auftrags- und Messdatenmanagements als auch die OGC-Standardkonformität der SPS-Erweiterungen. Ersteres geschah durch Modultests, Letzteres durch automatisierte Integrationstests in einer Jenkins-basierten Build-Pipeline.

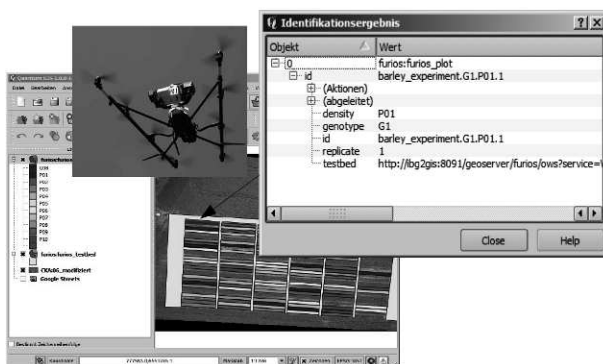


Abb. 2: QGIS-Darstellung des überflogenen Versuchsfelds mit Plotattributen gemäß der OWS-basierten FuRIOS-Schemata

Die Interoperabilität mit OGC-konformen GIS-Tools für georeferenzierte Benutzerabfragen (s. Abb. 2) geschah außerhalb der Build-Pipeline durch Alpha- und Beta-Tests

am IBG-2. Gleichermaßen wurde die Anbindung als PhenOMIS-Messstation ([Sc13]) zur Assoziation von Klimadaten und agronomischer Behandlungen getestet. Das SPS-Subsystem wurde nach einem CI-Ansatz (Continuous Integration) in Jenkins entwickelt, um dessen Funktionalität durch stetige Testerweiterungen agil zu entwickeln. Maßgeblich war auch das Design nach dem IoC-Prinzip (Inversion of Control) und dessen Umsetzung mit dem Spring IoC-Container. So konnten u.a. Mock-Objekte einfach zur Auflösung von Abhängigkeiten und isolierten Modultests eingesetzt werden.

4 Fazit und Ausblick

Der implementierte Prototyp des FuRIOS-Systems wurde anhand des skizzierten Test-szenarios erfolgreich validiert. Hierbei wurden u.a. die aufgenommenen (Überflugs-)Daten und abgeleitete Daten über die SPS- und SOS-Schnittstellen von FuRIOS automatisch erfasst, verarbeitet und einem geografischen-, pflanzlichen- und aufgabenbasierten Kontext zugeordnet. Durch den integrierten WFS-Service konnten die georeferenzierten Experimentaldaten erfolgreich mit freien GIS-Tools (u.a. QGIS) abgefragt und überprüft werden. Sämtliche Subsysteme von FuRIOS basieren auf frei verfügbarer und quelloffener Software. Über formal spezifizierte, maschinenlesbare Extension Points konnten die einzelnen OGC-Dienste bzw. FuRIOS-Subsysteme schnell an die spezifischen Anforderungen der Feldphänotypisierung angepasst werden.

Im Moment lässt sich der FuRIOS-Prototyp nur von versierten Anwendern komfortabel nutzen. Zur Konfiguration des Systems sind Kenntnisse der Auftragsbeschreibungssprache (SPS-Dialekt) nötig. Eine anwenderfreundliche grafische Oberfläche mit Auftragsvorlagen für verschiedene Sensorplattformen soll dieses Problem lösen. Für komplexere raum- und zeitvariable Szenarien, wie z.B. räumliche Abfragen auf multidimensionalen Daten, ist es angedacht eine WCS-Schnittstelle (Web Coverage Service) in FuRIOS zu integrieren. Ein weiteres wichtiges Ziel ist die Unterstützung weiterer Sensorplattformen. Ein anwendungsnahes Testszenario (Machbarkeitsnachweis) für eine noch nicht fertiggestellte UGV-Plattform zur kameragestützten Bonitierung und Erfassung phytopathologischer Parameter im Feld wurde bereits erfolgreich durchlaufen.

Literaturverzeichnis

- [Bo07] Botts, M.; Percivall, G.; Reed, C.; Davidson, J.: OGC Sensor Web Enablement: Overview And High Level Architecture, DWG White Paper (OGC 07-165), 2007.
- [Bl14] Blechmann, T.: Entwicklung eines serviceorientierten Auftragssystems für Phänotypisierungsmessungen im Freiland, Masterarbeit FH Aachen, 2014.
- [Sc13] Schmidt, F. et. al.: A Distributed Information System For Managing Phenotyping Mass Data, Referate der 33. GIL-Jahrestagung, Potsdam, 2013.
- [TS09] Tardieu, F.; Schurr, U.: White Paper on Plant Phenotyping, EPSO Workshop, 2009.