

Entwicklung einer Multi-Plattform-Benutzerschicht zur tätigkeitsbegleitenden Verwaltung von Phänotypisierungsexperimenten und Pflanzenbestandsdaten

Benjamin Bruns, Hanno Scharr, Florian Schmidt

IBG-2: Pflanzenwissenschaften
Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich
b.bruns@fz-juelich.de
h.scharr@fz-juelich.de
schmidt2@iai.uni-bonn.de

Abstract: Die Vielzahl an verfügbaren Mess- und Analysemethoden im Bereich der Phänotypisierung und verwandter Disziplinen der Pflanzenwissenschaften produziert einen stetig wachsenden, oft heterogenen Bestand an Experimentaldaten. Neben der Schwierigkeit eine hierfür geeignete Verwaltungs- und Datenzugriffsplattform bereitzustellen, besteht auch ein zentrales Problem in der ergonomischen Abfrage und oft nur semiautomatisch möglichen Erfassung und Zuordnung solcher Daten. Hierzu schlagen wir eine Architektur einer service-orientierten Multi-Plattform-Benutzerschicht auf Basis des PhenOMIS-Frameworks vor. Dies ermöglicht eine schnelle Anbindung verschiedener (mobiler) Endgeräte zur tätigkeitsnahen Eingabe, Zuordnung und Abfrage von Experimentaldaten, ohne dabei einen signifikanten Mehraufwand durch die Verwendung unterschiedlicher Plattformen und Endgeräte zu generieren.

1 Einführung und Anforderungen an die PhenOMIS-Benutzerschicht

Phänotypisierung ist die Analyse pflanzlicher Eigenschaften als Reaktion auf unterschiedliche Umweltbedingungen ([EL09]). Sie wird als entscheidender Faktor für den Wissenstransfer von Pflanzenphysiologie und Genomforschung in die Züchtung und landwirtschaftliche Praxis angesehen ([TS09]). Eine Vielzahl (>100, [L+13]) spezieller Auswertungssysteme ist allein im Bereich der bildbasierten Pflanzenanalyse verfügbar. Dies resultiert in wachsenden, verteilten und oft heterogenen Datenbeständen. Ohne eine integrierende Datenintegrationsplattform sind vergleichende und übergreifende Auswertungen kaum möglich. Als mögliche Lösung für dieses Problem haben wir das PhenOMIS-System vorgestellt ([S+13]). Dessen Datenintegrationsplattform besitzt eine modulare Architektur auf Webservice-Basis, die durch die Verwendung von Methoden des Data-Space-Modells ([F+05]) schnell und bedarfsgerecht („pay-as-you-go“) an neue Mess- und Auswertesysteme angepasst werden kann.

Von entscheidender Bedeutung für die Akzeptanz eines neuen Systems ist jedoch die Benutzerschnittstelle (Usability). So sollen notwendige Eingaben zur Einbindung neuer Experimente auf ein Minimum reduziert und tätigkeitsbegleitend erfasst werden können. Die Datenabfrage und Aggregation über alle registrierten Systeme soll über eine Fat-Client-Anwendung erfolgen. Für andere Szenarien sollen mobile Anwendungen Zugang ermöglichen. Gleichzeitig soll die Autonomie der Mess- und Auswertungssysteme für eine entkoppelte Versuchsdurchführung erhalten bleiben. Um eine solche ergonomische Multi-Plattform-Benutzerschicht mit einem vertretbaren Umfang an Entwicklungsaufwand zu realisieren, schlagen die Autoren eine Kombination aus einer portablen, komponentenbasierten Anwendungsschicht für zentrale Prozessabläufe und einer gezielten Auswahl von (mobilen) Endgeräten zur tätigkeitsnahen Verwendung vor.

2 Grundlagen und Konzept der Multi-Plattform-Benutzerschicht

PhenOMIS gewährt in der Benutzerschicht Zugriff auf alle Daten einer Pflanze, die während ihres Lebenszyklus erfasst wurden. Dies umfasst manuelle Behandlungen, automatisierte Messungen und Umweltdaten (vgl. Abb.1, [S+13]). Die Datenaggregation erfolgt dabei durch ein zentrales Identitätsmanagement für Pflanzen(-individuen) und Experimente (CoreDB), sowie durch einen zentralen Mapping-Dienst zur Veröffentlichung lokaler Datenbestände (Messstationen).

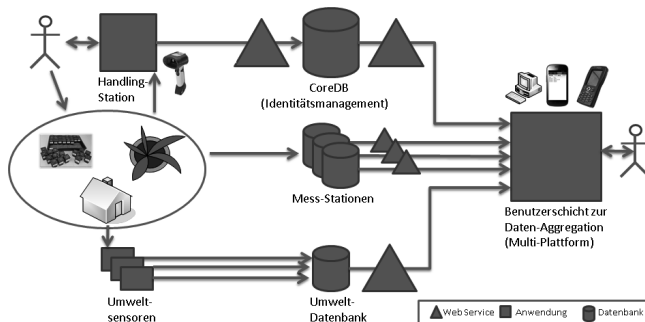


Abb.1: Datenflüsse und Verantwortlichkeiten im PhenOMIS-Informationssystem

Unabhängig vom angebotenen Funktionsumfang auf dem jeweiligen Endgerät besteht die Notwendigkeit (lokale) pflanzenbezogene Daten an CoreDB-Identitäten zu binden bzw. abzufragen. Diese Funktionalität wird in Form von Webservices angeboten, die plattformunabhängig genutzt werden können und die Benutzerschicht verschlanken. Dafür müssen sowohl Messstationen, Stationen für manuelle Behandlungen (Handling-Station) sowie Sensordatensysteme (Umweltdatenbank) einem konzeptionellen Modell („CoreModel“) über vorgeschaltete Wrapper-Services genügen. Abb. 2 zeigt diese Mediator-Wrapper-Architektur beispielhaft für Messstationsfall. Angewandt auf alle Datenquellen ist so ein minimales Begriffssystem geschaffen, das es erlaubt, über einen zentralen Mapping-Dienst („Identity-Service“) Relationen zwischen allen Entitäten systemübergreifend zu definieren und abzufragen. Für komplexere semantische Beziehungen jenseits dieses Modells ist es über die jeweilige Introspektionsschnittstelle („SourceEx-

plorer“) möglich, eine XML-basierte Beschreibung einer Datenquelle abzurufen, deren Konzepte über UCK- bzw. OID-Identifikatoren ([F+05], [S+07]) zu verknüpfen und damit abrufbar zu machen.

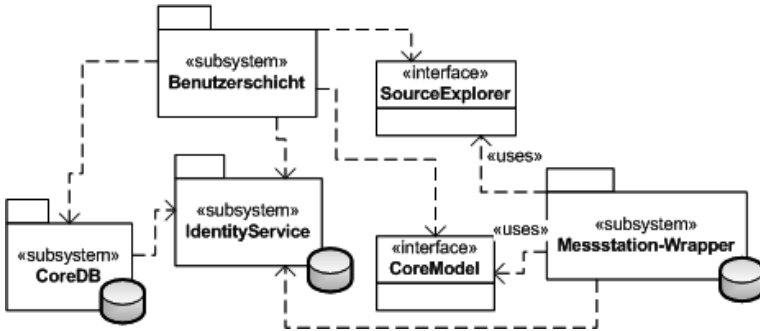


Abb.2: PhenOMIS-Architektur zur Einbindung und Abfrage von Messstationen

3 Realisierung der Multi-Plattform-Benutzerschicht

Datenzugriff- und Mappingdienste wurden als plattformunabhängige SOAP-Webdienste (JAX-WS) im Java-Framework „Apache CXF“ implementiert. Für ressourcenschwächere Endgeräte wurde eine schlankere, auf „CoreModel“-Dienste reduzierte REST-Bindung (JAX-RS) implementiert. Alle gewählten Endgeräte (Tablet, Handheld, PC) stellen eine (eingeschränkte) Java-Laufzeitumgebung (JVM) bereit. So konnte zur weiteren Verschlankeung der Benutzerschnittstelle eine portable Klassenbibliothek „PhenomisOrm“ entwickelt werden, die auf Basis des DTO-Musters (data transfer object) die Verwendung der PhenOMIS-Zugriffsdienste vereinfacht und direkt Methoden für typische Abfrage- und Mappingszenarien mitbringt. Die Entwicklung einer Anwendung für ein bestimmtes Endgerät beschränkt sich auf die Erstellung einer anwendungsfallabhängigen Präsentationsschicht (View) mittels geeigneter GUI-Designer. Konkret wurde hier der integrierte GUI-Builder in Netbeans 7.3 (Fat-Client), der „Oracles Scene Builder“ für JavaFX 2.0 (Handheld) und der GUI-Editor des ADT-Eclipse-Plugins (Android-Plattform, ADT v23.0) verwendet. Die Entwicklungsaufwand der zugehörige Steuerungsschicht (Controller) ist durch die „PhenomisOrm“-Methoden meist gering. Durch umfassende Auszeichnung von Untersuchungsobjekten und Messsystemen mit PhenOMIS-Identitäten auf Barcodes, deren Erfassung und kontextsensitive anwendungsseitige Interpretation wurde die tätigkeitsnahe Verwendung mobiler Endgeräte ermöglicht.

		Search	Base Info	Timeline	Climate
Date	Type	Value	Unit	Comment	
2011-05-03 08:32:39	measurement	0.3927	Kilogram	manual weighing	
2011-05-03 08:32:03	measurement	0.38650000000000000003	Kilogram	manual weighing	
2011-05-03 08:31:29	measurement	0.38830000000000000003	Kilogram	manual weighing	

Abb.3: „Plant Timeline“-Aggregation auf einem Android-Tablet mit Hauptmenüskizze

Exemplarisch zeigt Abb. 3 einen Ausschnitt des „Plant Timeline“-Modus der Android-APP. Unter direkter Nutzung einer „PlantOrm“-Methode werden hier alle mit einer

Pflanze assoziierten Messungen und Behandlungen chronologisch aufgelistet. Abb. 4 zeigt die Handheld-Anwendung zur tätigkeitsnahen Verwaltung und Annotation (Abb. 4, rechts) eines Experiments mit dem GROWSCREEN-Rhizo ([N+12]) auf Basis der portablen „CoreModel“-Dienste und die Erfassung beteiligter Pflanzen (Abb. 4, Mitte).

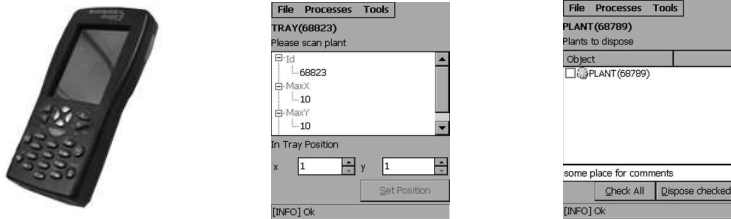


Abb. 4: Mapping und Annotation eines GROWSCREEN-Rhizo-Experiments via Handheld

4 Fazit und Ausblick

In enger Kooperation mit Pilotanwendern wurden verschiedene Anwendungssysteme auf Basis einer portablen Anwendungsschicht innerhalb des PhenOMIS-Systems entwickelt. Eine hohe Benutzerakzeptanz konnte durch die Eliminierung vormals langwieriger manueller Tätigkeiten (Laborbuch, Datenaggregation, ...), wie auch durch die umfassende Abbildung von Anwendungsfällen in eine portable Komponentenschicht und die erst dadurch praktikable Verwendung verschiedener Endgeräte erzielt werden. Der Mehraufwand zur Unterstützung mehrerer Plattformen war durch die service-orientierte Architektur der Anwendungsschicht und einer großen gemeinsamen (Java-) Codebasis in der Zugriffs- und Steuerungsschicht gering. Obwohl das System in der Domäne von Phänotypisierungsexperimenten entstand, ist der Entwicklungsansatz gut auf andere Felder mit (semi-)automatisch erfassten Experimentaldaten und eindeutig identifizierten Untersuchungsobjekten übertragbar. *Danksagung:* PhenOMIS wurde innerhalb des BMBF-Projekts CROP.SENSE.net-D1 entwickelt (Fördernr. 0315531C).

Literaturverzeichnis

- [EL09] Eberius, M., Lima-Guerra, J.: High-Throughput Plant Phenotyping – Data Acquisition, Transformation, and Analysis, *Bioinformatics* 7 (1), 891-278, 2009.
- [F+05] Franklin, M., et. al.: From Databases to Dataspace: A New Abstraction for Information Management, *ACM SIGMOD Record*, Volume 34 Issue 4, 2005.
- [L+13] Lobet, G., et. al.: An online DB for plant image analysis tools, *Plant Methods*, 9:38, 2013
- [N+12] Nagel, K., et. al.: Growscreen-Rhizo is a novel phenotyping robot enabling simultaneous measurements of root and shoot growth for plants grown in soil-filled rhizotrons, *Functional Plant Biology* 39 (11), 891-904, 2012.
- [S+07] Salles, M., et. al.: iTrails: Pay-as-you-go Information Integration in Dataspace, *Proceedings of the 33rd Int. Conference on Very Large Data Bases*, 663-674, 2007.
- [S+13] 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.