

Entwicklung eines auf semantischer Technologie basierenden Analysesystems zur Überwachung der Wasserversorgung von landwirtschaftlichen Nutzflächen

Wilfried Wöber¹, Supper Georg¹, Christian Aschauer¹, Andreas Gronauer¹,
Dana Tomic, Sandra Hörmann

¹ Institut für Landtechnik
Universität für Bodenkultur
Gregor-Mendel-Straße 33
1180 Wien, Österreich
wilfried.woeber@boku.ac.at
tomic@FTW.at
sandra.hoermann@josephinum.at

Abstract: Eine ressourcenschonende Bewässerung von Nutzpflanzen wird durch den Klimawandel in den nächsten Jahren immer größere Bedeutung gewinnen. Eine Möglichkeit, das für Pflanzen zur Verfügung stehende Wasserpotential beurteilen zu können, ist die Nutzung von klimatischen Faktoren und Computermodellen. In diesem Beitrag wird die Entwicklung eines auf dem Forschungsprojekt *agriOpenLink* basierten Softwaresystems zur Abschätzung der Evapotranspiration auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche beschrieben. Der Fokus dieses Berichts liegt auf dem Softwareframework, welches auf semantischer Technologie basiert und formalisiertes landwirtschaftliches Wissen sowie Computermodelle zur Abschätzung der Evapotranspiration beinhaltet. Es werden erste experimentelle Ergebnisse diskutiert und die semantische Technologie bezüglich praktischer Nutzung evaluiert.

1 Einführung

Der Klimawandel wird immer häufiger als Grund für den vermehrten Wasserverbrauch für die Bewirtschaftung von landwirtschaftlichen Nutzflächen genannt [PJK11, p. 63]. Die Entwicklung eines Systems zur Planung von Beregnungsprozessen wird daher immer wichtiger. In diesem Beitrag wird die noch laufende Entwicklung eines solchen Systems beschrieben. Dabei bildet das Framework *agriOpenLink* [To14, Wö14] die Basis.

Dieser Beitrag ist folgendermaßen gegliedert. Kapitel 2 beschreibt die verwendeten Computermodelle zur Berechnung des pflanzenverfügbaren Wassers und das entwickelte Softwarekonstrukt. Kapitel 3 diskutiert erste Ergebnisse und evaluiert die Technologie. Kapitel 4 fasst einerseits diesen Beitrag zusammen und gibt andererseits einen Überblick über weiteres Vorgehen.

2 Materialien und Methoden

Die Analyse der Wasserbewegung in Böden bzw. die Abschätzung des pflanzenverfügbaren Wassers ist längst kein innovativer Ansatz mehr [B110, Pa10, PJK11]. So wird in [Zo14] die wetterbasierte Berechnung der Evapotranspiration beschrieben. In Verknüpfung mit dem Vegetationsstatus lässt sich mittels Korrekturfaktoren [AF03] die tatsächliche Evapotranspiration und somit die zur Verfügung stehende Wassermenge berechnen. Mit Hilfe dieser Evapotranspiration kann in Verbindung mit einer einmaligen Feuchtigkeitsmessung und einer klimatischen Wasserbilanz [AF03, B110] das pflanzenverfügbare Wasser geschätzt werden.

Der hier beschriebene Prozess lässt erahnen, dass die Einbindung verschiedener Modelle und Parameter die Abschätzung des pflanzenverfügbaren Wassers exakter gestalten kann. Daher ist das Verlangen nach einem flexiblen Softwaresystem hoch. Ein solches System wird im Forschungsprojekt *agriOpenLink* [To14, Wö14] entwickelt. *agriOpenLink* basiert auf semantischer Technologie und erlaubt dynamisches Einbinden von Geräten, Modellen und anderen Informationsquellen. *agriOpenLink* dient als Kommunikations- und Diagnoserückgrat, welches Informationen in einer Wissensbasis [RN12 p. 250] ablegt, Informationen der Wissensbasis hinzufügt und durch logische Verknüpfungen Klassifizierungen durchführt. Dadurch kann Wissen generiert werden.

Um die Realität in dem Softwaresystem abzubilden, müssen landwirtschaftliches Wissen und die Realität selbst digitalisiert werden. Wissen kann durch Techniken der künstlichen Intelligenz, den sogenannten Ontologien, formal beschrieben werden. Ontologien [Ca97, St11] enthalten Klassen- und Datenstrukturen von Domänen sowie logische Verknüpfungen. Diese logischen Verknüpfungen können Instanzen einer Klasse anhand von Datenelementen einer Subklasse zuordnen. Dieser Prozess wird als „Klassifizierung“ bezeichnet. Nutzflächen können zum Beispiel als Instanzen einer Klasse **Boden** dargestellt werden. Um die Evapotranspiration einer Instanz schätzen zu können, müssten Instanzen der Klasse **Boden** mit zur Verfügung stehenden Informationen „befüllt“ werden. Dies geschieht in *agriOpenLink* durch die Verwendung eines im Projekt entwickelten semantischen Web-Service Framework welches auf SADI Web-Services aufsetzt [To14b, Wi10]. Solche Services sind definiert durch ihre OWL Eingangs- und Ausgangsklassen. So ist in diesem Fall ein Service, welches Wetterinformationen einer Instanz anhängt, beschrieben durch die Eingangsklasse **Boden** und der Ausgangsklasse **Boden_BefülltMitWetter**. Das Ergebnis dieses Services kann durch ein weiteres Service zur Berechnung der Evapotranspiration weitergegeben werden. Dieses Service kann beispielsweise durch die Eingangsklasse **Boden_BefülltMitWetter** und der Ausgangsklasse **Boden_HatEvapotranspiration** beschrieben werden. Die Verknüpfung von mehreren SADI Services wird als „workflow“ bezeichnet [VMW10, Wi10].

Durch die Nutzung von SPARQL [WC314] und der in *agriOpenLink* implementierten Diagnose-Engine, welche das SHARE Framework [VMW10, Wi10] integriert, ist die autonome und dynamische Erzeugung von Datenanalyse- sowie Steuerungsworkflows möglich. Die Erzeugung des workflows basiert auf einer in SPARQL definierten Abfrage. Vereinfacht ausgedrückt kann das System nach allen Instanzen in der

Wissensbasis suchen, welche einer in der Ontologie definierten Klasse angehören (z.B.: eine Bodenfläche mit einer Evapotranspiration größer als 10 mm). Das System verwendet die in der Ontologie definierte Klassenhierarchie und erzeugt autonom einen workflow um alle Instanzen der Wissensbasis auf Zugehörigkeit zu der in der Abfrage definierten Klasse zu prüfen. Diese autonome Erzeugung des workflows führt zu einer erheblichen Erleichterung der Einbindung neuer Informationen. Neues Wissen muss lediglich in der Ontologie definiert und in Form von SADI Services registriert werden.

3 Ergebnisse und Evaluierung

Bestehende Modelle zur Berechnung der Evapotranspiration sowie eine klimatische Wasserbilanz wurden bereits in *agriOpenLink* integriert. Zur Berechnung der Evapotranspiration wurde die Penman-Monteith Methode verwendet [Zo14]. Die benötigten Wetterdaten wurden durch die ZAMG [Za14] zur Verfügung gestellt. Die entwickelte Ontologie beschreibt die vorhandenen Wetterdaten, eine Klassenhierarchie sowie logische Beziehungen zwischen den Klassen. Erste Ergebnisse liegen bereits vor. So wurde die Evapotranspiration mit der beschriebenen Methode auf Basis von einerseits stündlichen Wetterdaten und andererseits über den Tag gemittelten Wetterdaten berechnet. Die durch die Mittelung verlorenen Extremwerte der Wetterdaten zeigten in diesen Experimenten die Vorteile der stündlichen Berechnung der Evapotranspiration.

In dieser Arbeit wird die semantische Technologie für eine „Verknüpfung“ von Messdaten mit Modellen und logische Klassifizierung für die Erkennung von Subklassen verwendet. So kann eine Bodenfläche in die Klassen **Boden_Trocken** bzw. **Boden_Feucht** klassifiziert werden. Durch die Verwendung von semantischer Technologie werden allerdings auch die Nachteile der logischen Klassifizierung in Kauf genommen. Diese Nachteile basieren vor allem auf Datenunsicherheiten und sogenannten theoretischen und praktischen Unsicherheiten [RN12]. Sind komplexe Entscheidungen zu treffen, sind probabilistische Modelle [Ca97, RN12] vorzuziehen.

Eine weitere Einschränkung des hier vorgestellten Softwarekonstrukts ist die statische Betrachtung des Bodens. Der Einfluss des Bodens und der Pflanzen werden lediglich durch Korrekturfaktoren berücksichtigt. Diese Problematik könnte durch die Einbindung komplexerer Sensoren, Modelle sowie statistischer Lernmethoden [RN12] allerdings behoben werden. So konnte bereits in ersten Experimenten der Pflanzenkorrekturfaktor durch statistische Lernmethoden berechnet werden.

4 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Bericht wird die Anwendung vom semantischen Framework *agriOpenLink* zur Berechnung der Evapotranspiration von Nutzflächen diskutiert. Das entwickelte Softwaresystem definiert eine Reihe von SADI Web-Services, um physikalische Größen der digitalisierten Realität zuzuordnen. Basierend auf der dynamischen Erzeugung eines

workflows ist eine flexible Verwendung unterschiedlicher Modelle und Prozessinformationen möglich.

Die nächsten Schritte sind der Aufbau von Experimenten zur Evaluierung des Systems, die Einbindung und Evaluierung verschiedener Evapotranspirationsmodelle sowie die Nutzung probabilistischer Modelle zur Berechnung von Korrekturfaktoren. Ziel ist ein Empfehlungssystem zu erstellen, welches autonom Berechnungsaufgaben erzeugt.

Danksagung

Das Projekt wird von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) im Rahmen des Programms "IKT der Zukunft" teilgefördert.

Zudem möchten wir uns an dieser Stelle bei der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) [Za14] zur Bereitstellung der benötigten Wetterdaten bedanken.

Literaturverzeichnis

- [AF03] Aguila, M.; Francisco, M.: Entwicklung eines vollautomatischen Bewässerungsregelungssystems für den Freilandgemüsebau. Grauer, Stuttgart, 2003.
- [B110] Blume, H.P. et.al.: Lehrbuch der Bodenkunde. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2010.
- [Ca97] Cawsey, A.: The Essence of Artificial Intelligence, Prentice Hall Europe, 1997.
- [Pa10] Paschold, P.J.: Bewässerung im Gartenbau, Stuttgart, 2010; S. 81-116.
- [PJK11] Patt, H.; Jürging, P.; Kraus, W.: Naturnaher Wasserbau - Entwicklung und Gestaltung. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, 2011.
- [RN12] Russel, S.; Norvig, P.: Künstliche Intelligenz. Pearson Studium, München, 2012.
- [Sa14] SADI, SADI, (online) <http://sadiframework.org> (letzter Zugriff: 29.8.2014).
- [St11] Stuckenschmidt, H.: Ontologien: Konzepte, Technologien und Anwendungen (Informatik im Fokus), Springer, Berlin Heidelberg, 2011.
- [To14] Tomic, D. et.al: Semantische Technologien für Produktionsprozessinnovationen in der Landwirtschaft. In: e&i Elektrotechnik und Informationstechnik, 2014.
- [To14b] Tomic, D., et- al: agriOpenLink: Semantic services for adaptive processes in livestock farming, International Conference of Agricultural Engineering, AgEng 2014, Zürich.
- [VMW10] Vandervalk, B.; McCarthy, L.; Wilkinson, M.: SHARE & the Semantic Web - This Time it's Personal!. In: Proceedings of the 7th International Workshop on OWL: Experiences and Directions (OWLED 2010), 2010.
- [WC314] WC3, SPARQL Query Language for RDF, (online) <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/> (letzter Zugriff: 29.8.2014).
- [Wi10] Wilkinson, D.M. et.al.: SADI, SHARE, and the in silico scientific method: Proceedings of the 11th Annual Bioinformatics Open Source Conference (BOSC), 2010.
- [Wö14] Wöber, W. et al.: agriOpenLink: Adaptive Agricultural Processes via Open Interfaces and Linked Services. In: Referate der 34. GIL-Jahrestagung - IT-Standards in der Agrar- und Ernährungswirtschaft, Fokus: Risiko- und Krisenmanagement, Bonn, 2014; S. 157-160.
- [Za14] ZAMG: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, (online) <http://www.zamg.ac.at> (letzter Zugriff: 28.8.2014).
- [Zo14] Zotarelli, L. et.al.: Step by Step Calculation of the Penman-Monteith Evapotranspiration (FAO-56 Method), (online) <http://edis.ifas.ufl.edu/ae459> (letzter Zugriff: 28.8.2014).