

In-Field-Labeling-HMI für automatische Klassifizierung bei der Pflanzen- und Erntegutcharakterisierung mittels bildgebender Sensordaten

Wolfram Strothmann, Vadim Tsukor, Arno Ruckelshausen

Competence Center of Applied Agricultural Engineering COALA
Hochschule Osnabrück
Albrechtstraße 30
49076 Osnabrück
w.strothmann@hs-osnabrueck.de

Abstract: Im praktischen Feldeinsatz aufgenommene Daten bildgebender Sensorensysteme unterliegen in der Regel erheblichen, schwer vorherzusagenden Schwankungen. Diese führen häufig zu Problemen beim Feldeinsatz von Bildverarbeitungssystemen und erfordern vielfach eine Anpassung der Bildverarbeitung an die jeweilige Feldsituation. Hierbei tritt allerdings das Problem auf, dass unerfahrene, landwirtschaftliche Nutzer meist nicht in der Lage sind komplexe Bildverarbeitungsalgorithmen zu parametrisieren. Deshalb ist ein schnelles und einfaches Verfahren zur Anpassung der Bildverarbeitung an die jeweilige Feldsituation erforderlich, welches durch die hier vorgestellte Infrastruktur aus Markierungstool, Bild- und Metadatenverwaltung sowie pixelbasiertem Klassifizierer ermöglicht wird.

1 Einleitung

Im Feldeinsatz aufgenommene Sensordaten bildgebender optischer Systeme unterliegen häufig erheblichen Schwankungen [HR01]. Diese können durch verschiedenste Faktoren verursacht werden, beispielsweise durch die lokalen Feldbedingungen (z.B. Bodenart, Versorgungszustand, Sorte), Witterungseinflüsse (z.B. Feuchtigkeit, Fremdlicht) oder Einsatzbedingungen (z.B. Bewegungsgeschwindigkeit, Vibrationen). Vor allem in ihrer Gesamtheit sind diese Faktoren sehr schwer vorherzusagen, weshalb die durch sie verursachten Schwankungen zu Problemen beim Feldeinsatz von Bildverarbeitungsverfahren führen. In vielen Fällen wird die Problematik durch die Einführung komplexer Parametersätze angegangen. Diese erfordern aber meist eine Anpassung der Parameter an die jeweilige Feldsituation [BRT09]. Allerdings sind praktische, landwirtschaftliche Anwender, insbesondere unerfahrene Kräfte, in der Regel nicht in der Lage, komplexe Bildverarbeitungsalgorithmen zu parametrisieren. Eine einfache und schnelle Möglich-

keit, mittels derer auch ein nicht algorithmisch geschulter Anwender das Bildverarbeitungssystem an die jeweilige Feldsituation anpassen kann, ist daher erforderlich.

2 Material und Methoden

Die hier vorgestellte Infrastruktur aus einem Markierungstool, Bild- und Metadatenverwaltung sowie pixelbasiertem Klassifizierer erlaubt eine parameterfreie, d. h. einfache, flexible und schnelle Anpassung der automatischen Klassifizierung im Feld. Hierbei kann der Nutzer signifikante Stellen in live aufgenommenen Bilddaten auf dem Feld markieren und seine Markierungen frei festzulegenden Objektgruppen zuweisen. Aus diesen Bild- und Labeldaten kann dann sehr schnell ein Pixelklassifizierer generiert werden, der weitere aufgenommene Bilder unmittelbar automatisch klassifiziert.

2.1 Datenverwaltung

Zur Datenverwaltung wird das ImageMap-Framework genutzt [SKT13]. Dieses erlaubt es Bilddaten zusammen mit Markierungsdaten und Metainformationen abzuspeichern, wobei als Backend für die Speicherung eine Datenbankanbindung oder XML-basierte Serialisierung möglich sind. Das ImageMap-Framework kann für beliebige Bilddaten eingesetzt werden. Das ImageMap-Framework erlaubt es hierbei beliebige Markierungen – auch unverbundene Bildsegmente (z. B. bei Überlappungen) - zu speichern und diese mit Objekten zu verknüpfen. Dies wird ermöglicht, indem über das Originalbild eine ImageMap-Matrix als Overlay gelegt wird, bei der jeder Pixel ID-basierte Informationen enthält: Der 8-Bit Pixel enthält zum einen in einem Bit die Information, ob der Pixel durch einen Algorithmus zugeordnet wurde (bzw. ein Standardwert ist) oder ob er durch die Markierung eines Anwenders einem Objekt zugeordnet wurde. Zum anderen ist in den folgenden 7 Bit die ID des jeweiligen Objektes, dem der Pixel zugeordnet ist, kodiert. Auf diese Weise lassen sich pro Bild alle Pixel unabhängig voneinander bis zu 126 verschiedenen Objekten zuweisen [SKT13]. Weiterhin können die Objekte beliebigen Objektgruppen zugewiesen werden. Die Festlegung dieser Objektgruppen, in die im Folgenden klassifiziert wird, ist dabei zur Laufzeit möglich. Für das ImageMap-Framework waren bereits aus vorangegangenen Arbeiten ein Web-basiertes Frontend für den Einsatz auf Internet-Servern und ein App-basiertes Frontend für den Einsatz auf Android-basierten mobilen Endgeräten vorhanden. Für die Anwendung des Rübenzustandsschätzer [TSW14] wurde weiterhin ein Qt-basiertes Frontend umgesetzt, um den Standalone-Einsatz in PC-Anwendungen zu ermöglichen.

2.2 Klassifizierung

Für die Klassifizierung wurde ein Pixelklassifizierer entwickelt, der auf Basis eines Naive Bayes-Classifiers und Parameterhistogrammen arbeitet [SMR12]. Während der Trainingsphase erstellt der Klassifizierer Farbwerthistogramme der markierten Regionen

pro Objektgruppe und Bildkanal. Anschließend während der automatischen Klassifizierung, werden die bedingten Wahrscheinlichkeiten für jeden Pixel zu einer Objektgruppe zu gehören unter der Bedingung seines Pixelwertes pro Bildkanal erfasst und die bedingten Wahrscheinlichkeiten aller Bildkanäle mittels des Bayes-Filters fusioniert. Der Pixelklassifizierer kann N-Kanal-Bilder beliebiger numerischer Datentypen verarbeiten, ist somit nicht auf RGB-Farbbilder (3-Kanal-UInt8) festgelegt.

2.3 Systemaufbau

Die hier vorgestellte Infrastruktur nutzt das ImageMap-Framework mit dem Qt-basierten Frontend und XML-basiertem Backend zur Labeldatenerzeugung und -verwaltung. Der Klassifizierer ist in einer Bildverarbeitungs pipeline integriert. Er kann hier mit den Labeldaten aus dem ImageMap-Framework trainiert werden und dann einen Stream von Bildern klassifizieren. Zur Kommunikation der einzelnen Module miteinander und mit dem Kameratreiber wird die Middleware ROS (Robot Operating System)[QCG09] eingesetzt. Bei der Bildverarbeitung wird die Bibliothek OpenCV genutzt [Br00].

3 Ergebnisse

Die vorgestellte, flexible Klassifizierungsinfrastruktur wurde erfolgreich am Beispiel der Klassifizierung der Oberflächen von Rüben bei der Reinigungsqualitätskontrolle auf einem Rübenvollernter unter Feldbedingungen getestet (Rübenzustandsschätzer) [Ts14].

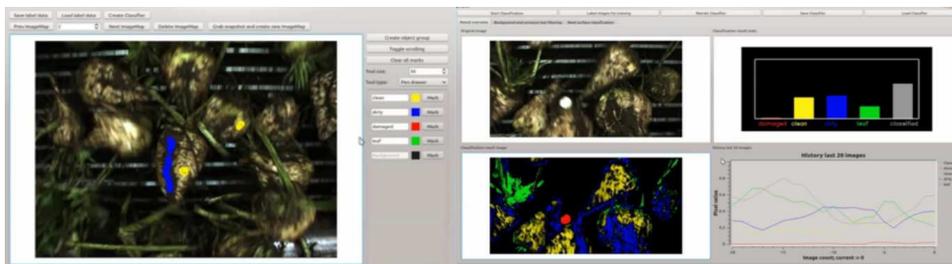


Abbildung 1: Ansichten des Rübenzustandsschätzers (links: Labeling-Ansicht; rechts: Ansicht während der automatischen Klassifizierung)

Hierbei werden die Rübenpixel in Bildern einer RGB-Kamera in die Gruppen "Verschmutzt", "Sauber" und "Beschädigt" klassifiziert. Die Verhältnisse der Pixelsummen dieser Gruppen geben dann einen Anhaltspunkt, ob die Reinigungseinheit des Vollernters korrekt eingestellt wurde. Durch die Markierung signifikanter, sauberer/verschmutzter/beschädigter Stellen in einzelnen Beispielbildern, kann dabei ein Anwender die Bildverarbeitung schnell und einfach auf die jeweiligen Feldbedingungen anpassen, ohne dabei Details der Bildverarbeitung zu kennen. Optional ist das Hinzufügen weiterer Gruppen zur Laufzeit möglich, bspw. wenn evtl. mitgefördertes

Blattmaterial separat klassifiziert werden soll. Durch die pixelweise Klassifizierung geben bereits kleinflächige Markierungen für den Klassifizierer eine große Anzahl von Trainingsbeispielen. Durch die schnelle und einfache Trainierbarkeit mit Felddaten vor Ort, lässt sich der Klassifizierer hochaktuell halten und kann daher die Robustheit eines des menschlichen Auges gegen situationsbedingte Schwankungen für sich nutzen.

4 Diskussion

Aufgrund der erfolgreichen Tests unter verschiedenen Feldbedingungen bei der Rübenzustandsschätzung und des sehr flexiblen Aufbaus, sowohl bzgl. der zu klassifizierenden Gruppen, als auch der hinsichtlich des Typs der Bilddaten, ist geplant die Systeme in Kürze für weitere Anwendungen zu testen, beispielsweise für die Klassifikation von Bilddaten von Pflanzen oder die Klassifikation von Objekten in Sensordaten eines "Multiwavelength Laser Line Profile Sensing" Systems [SRH14].

Danksagung

Die vorgestellten Arbeiten fanden im Rahmen der Projekte RemoteFarming.1 (gefördert durch BMEL/BLE) und SmartBot (gefördert durch EU Interreg EDR und Euregio) statt.

Literaturverzeichnis

- [Br00] Bradski, G.: The OpenCV library. Dr. Dobb's Journal 25 (11), 2000, S. 122-125.
- [BRT09] Burgos-Artizzu, X. P., Ribeiro, A., Tellaeché, A., Pajares, G., Fernández-Quintanilla, C.: Improving weed pressure assessment using digital images from an experience-based reasoning approach. Computers and Electronics in Agriculture 65 (2), 2009, S.176-185.
- [HR01] Hemming, J., Rath, T.: Computer-vision-based weed identification under field conditions using controlled lighting. Journal of Agricultural Engineering Research, 78 (3), 2001, S.223–243.
- [QCG09] Quigley, M., Conley, K., Gerkey, B., Faust, J., Foote, T.B., Leibs J., Wheeler, R., Ng, A.Y.: ROS: an open-source Robot Operating System, in: ICRA workshop on Open-Source Software, 2009.
- [SMR12] Strothmann, W., Morisse, K., Ruckelshausen, A.: Smartphone-basierte Bildverarbeitung zur Erfassung der Querverteilungsgenauigkeit von Zentrifugaldüngerstreuern, Bornimer Agrartechnische Berichte, Heft 78, 2012, S. 124-132.
- [SKT13] Strothmann, W., Kielhorn, A., Tsukor, V., Trautz, D., Ruckelshausen, A.: Interactive Image Segmentation for Model Adaption and Decision Support; 9th European Conference on Precision Agriculture, Book of Posters, 2013, S.95-96.
- [SRH14] Strothmann, W., Ruckelshausen, A., Hertzberg, J.: Multiwavelength laser line profile sensing for agricultural crop characterization, Proc. SPIE 9141, Optical Sensing and Detection III, 91411K (May 15, 2014); doi:10.1117/12.2052009.
- [TSW14] Tsukor, V., Strothmann, W., Wunder, E., Schwamm, W., Ruckelshausen, A.: Cost efficient surface condition determination system for sugar beets for a harvester cleaning control using an industrial RGB camera, 18th World Congress of CIGR, CIGR2014, Beijing, China, Sept.16-19, 2014, paper book.