

# Transferpotential der Informationsfusion für die Agrar- und Ernährungswirtschaft – ausgewählte Beispiele

Josef Heinskill, Wolfgang Koch

Sensordaten- und Informationsfusion (SDF)  
Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie  
(FKIE)  
Fraunhoferstr. 20  
53343 Wachtberg  
Josef.Heinskill@fkie.fraunhofer.de  
Wolfgang.Koch@fkie.fraunhofer.de

**Abstract:** In bestimmten Anwendungen, etwa bei der großräumigen Überwachung des Flugverkehrs, werden umfangreiche Daten und Informationen aus unterschiedlichen Quellen, z.B. Sensoren und Kontextwissen, erfasst und miteinander vernetzt. Auf dieser Basis stehen leistungsfähige Informationssysteme zur Entscheidungsunterstützung zur Verfügung. Auch in der Agrar- und Ernährungswirtschaft werden große Datenmengen erfasst. So sind Ertrag und Qualität der Produkte durch zahlreiche Parameter beeinflusst, die durch geeignete Sensoren erfasst werden können. Durch Know-how-Transfer aus ausgereiften Überwachungstechnischen Problemlösungen ergibt sich nach problemspezifischer Anpassung möglicherweise die Chance, vergleichsweise schnell und zu überschaubaren Kosten robuste Unterstützungssysteme für die Agrar- und Ernährungswirtschaft zu realisieren.

## 1 Einleitung

Der generelle Trend zur Entwicklung leistungsfähiger Sensoren, weitgehend lückenlosen Datenerfassung und Vernetzung unterschiedlicher Informationsquellen führt auch in der Agrar- und Ernährungswirtschaft zur Notwendigkeit, leistungsfähige Informationssysteme zur Entscheidungsunterstützung zu erforschen und für die Praxis zu entwickeln. In Verteidigungsanwendungen, in denen ein besonderer Bedarf an derartiger Unterstützung im Kontext der sogenannten „Vernetzten Operationsführung“ besteht, etwa in zeitkritischen Situationen mit hohem Entscheidungsrisiko oder zur Auswertung massenhaft einströmender Daten, stellen sich die damit verbundenen Fragen schon lange.

In diesem Umfeld hat sich die Informationsfusion als Zweig der Angewandten Informatik etabliert. Die dort entwickelten Verfahren leisten die automatische „Fusion“ von Daten unterschiedlicher, vernetzter Sensoren mit in Datenbanken abgelegtem Kontextwissen und beziehen die Interaktion mit Menschen und ihrem Erfahrungswissen ein. Die zu fusionierenden Daten sind in der Regel ungenau, unvollständig, verfälscht, teilweise

veraltet, schwer zu formalisieren oder manchmal sogar widersprüchlich. Die Herausforderung besteht darin, mit intelligenten Algorithmen auch aus solchen Daten hochwertige Information zu extrahieren. Fusionssysteme sind daher gewissermaßen „kognitive Tools“. Aufgrund der Verfügbarkeit immer preiswerterer Sensor-, Kommunikations-, Navigations- und Informationstechnologie emanzipiert sich die Informationsfusion von ihren wehrtechnischen Ursprüngen und wird zunehmend zur Schlüsseltechnologie in zahlreichen Anwendungen.

## 2 Erkennung von Pflanzenkrankheiten durch Bildauswertung

Zur Ernährung der Menschheit sind sehr große Mengen an Nutzpflanzen wie Reis, Gemüse, Obst erforderlich. Durch den Befall der Pflanzen durch Bakterien, Viren und Pilze u.a. sowie der negativ Einfluss von Umweltparameter wie Feuchtigkeit, Temperatur und Nahrung (Düngung) werden jährlich große Mengen an Nahrungsmitteln zerstört. Lebende Organismen können nicht nur die Pflanzen zerstören, sondern stellen ebenfalls eine ernsthafte Gefahr für die Gesundheit der Menschen dar. Eine frühzeitige Erkennung eines Befalls durch Organismen bzw. Veränderung von Umweltparameter ist unerlässlich für die Sicherstellung der Welternährung.

Der Befall von Pflanzen durch schädliche Organismen ist häufig durch Farbveränderungen der Blätter gekennzeichnet.



Bild 1: Farbliche Veränderung der Blätter durch Befall von Bakterien



Bild 2: Automatische Erkennung der befallenen Flächen (hellblau)

Durch die farblichen Veränderungen der Blätter (siehe Bild 1) erhält man Informationen über den Krankheitszustand der Pflanzen und somit die Möglichkeit frühzeitig Maßnahmen einzuleiten. Bisher erfolgte die Bewertung des Befalls visuell durch entsprechend geschultes Personal. Farbliche Veränderungen können jedoch relativ leicht durch Sensoren, beispielsweise digitale Kameras, erfasst werden. Entscheidend für die Auswertung ist die Festlegung der Kriterien, ab wann ein Befall vorliegt. Hierauf aufbauend wurden auf der Basis vorhandener militärischer Bildauswertungstechnologie verschiedene Algorithmen entwickelt, welche die farblich veränderten Bereiche auf der Blattoberfläche automatisch detektieren und farblich darstellen (siehe Bild 2, siehe [SK12]). Mit den entwickelten Methoden lassen sich grundsätzlich innerhalb kurzer Zeit vergleichsweise große Flächen auf einen möglichen Befall von Organismen sowie durch Umwelteinflüsse verursachten Veränderungen bzw. Schäden untersuchen und bewerten.

### 3 Unbemannte fliegende Plattformen

Der Einsatz unbemannter fliegenden Sensorplattformen (Unmanned Aerial Systems, UAS) für Überwachungsaufgaben wird militärische Praxis und wird auch für zivile Anwendungen genutzt. So werden mit Sensoren (z.B. Radio-Frequency- (RF-) und Bildsensoren) ausgerüstete UAS zur Informationsbeschaffung in kritischen Bereichen eingesetzt. Die RF-Sensoren können z.B. von Handys oder Funkgeräten ausgesandte Signale erfassen, lokalisieren und verfolgen. Die so erfassten Daten sind häufig ungenau und liefern nicht das erforderliche Ergebnis. Durch die ungefähre Kenntnis des Sendeortes können zusätzlich Kameras genau in diese Richtung ausgerichtet werden und optische Bilder / Videos aufgenommen werden. Durch die Fusion der RF- und Bilddaten können innerhalb kürzester Zeit Informationen über möglicherweise kritische Bereiche und davon ausgehenden Gefahren gesammelt und ausgewertet werden (Bild 3, siehe [SK10]).

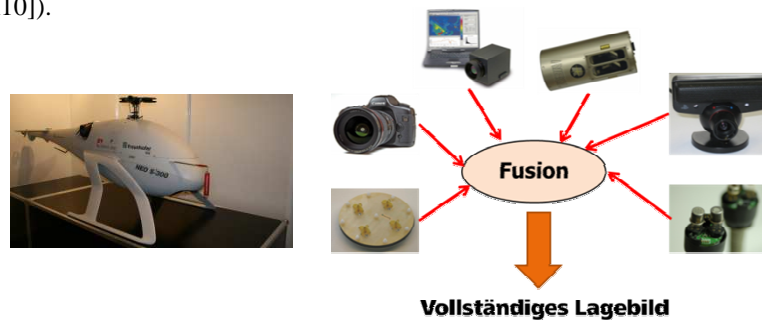


Bild 3: Einsatz unterschiedlicher Sensoren im UAS z.B. Hubschrauber

Bereits vorhandene Forschungsergebnisse könnten ebenfalls beim Einsatz von Sensoren, wie z.B. Kameras und hyperspektraler Sensoren in UAS zur Erkennung von Krankheiten bzw. Veränderungen des Pflanzenbewuchses angewendet werden. Erfolgt die Auswertung aller Sensordaten einschließlich von Kontextinformationen bereits während des Fluges, könnten möglicherweise durch Organismen bzw. Umweltparameter negativ veränderte Bereiche während des Fluges sofort erkannt und der befallene Bereich ggf. erneut genauer untersucht werden.

### 4 Einsatz von Chemosensoren

In militärischen und sicherheitstechnischen Anwendungen werden Sensoren / Sensornetze auf stationären oder mobilen Plattformen zur Detektion von Gefahrstoffen eingesetzt (Sprengfallen, Kontaminationen, siehe [WK09]). Die generierten Daten verschiedener Sensoren können unterschiedlicher Art, definiert durch Art des Stoffes oder Ort der Detektion. Durch die Fusion der Daten können wertvolle Informationen für die Klassifizierung von Gefahren - Wo befindet sich welcher Gefahrstoff? - zur Verfügung gestellt werden.

Im Bereich der Agrar- und Ernährungswirtschaft liefert der Einsatz derartiger Sensorik Daten über in Luft, Boden oder Wasser vorhandener Stoffe. So treten bei der Aufzucht von Nutztieren unterschiedliche Emissionen wie z.B. Ammoniak-, Feuchtigkeit-, Geruchs-, Staub- bzw. Lärmemissionen auf. Die Emissionen können sowohl die Gesundheit der Tiere beeinträchtigen als auch zur Geruchsbelästigung des Menschen führen. Die Erfassung, Auswertung und Fusion aller relevanten Daten liefern dem Züchter Informationen über möglicherweise vorhandene Gefahren für Tiere und Menschen.

## 5 Anomalieerkennung in großen Datenbanken

Unter Anomalieerkennung werden Verfahren bezeichnet, die Informationen aus verschiedenen Quellen wie Kameras, chemische Sensoren oder Radarsignale beziehen sowie miteinander in Verbindung setzen und den Benutzer vor Unregelmäßigkeiten bzw. Gefahren warnt. Neben den Sensordaten sind Kontextinformationen zur Anomalieerkennung häufig von großer Bedeutung. Einzelne Sensordaten können ungenau, unvollständig, mehrdeutig oder unauflösbar sein. Kontextinformationen wie z.B. Kartenmaterial stellt häufig wertvolles Informationsmaterial dar und wird ebenfalls bei der Auswertung und Datenfusion berücksichtigt. Bei verschiedenen Anwendungszwecken, wie beispielsweise im militärischen Bereich, reicht es nicht aus, dass die Informationen zur Verfügung stehen, es muss ferner sichergestellt sein, dass die Ergebnisse innerhalb sehr kurzer Zeit vorliegen, ausgewertet und fusioniert, und in einer bedienerfreundlichen Form dem Anwender zur Verfügung gestellt werden. Siehe [SK12a] für eine ausführlichere Diskussion.

Eine wesentliche Voraussetzung zur Erkennung von Anomalien ist, geeignete Kriterien bzw. Abweichungen von Mustern festzulegen. Hierbei muss ggf. berücksichtigt werden, dass sich die Kriterien bzw. Abweichungen von Mustern im Verlauf der Messung ändern können. Liegen alle relevanten Parameter vor, können entsprechende Anomaliedetektionssysteme entwickelt bzw. angepasst werden. Der Aufbau eines solchen Systems soll nach Möglichkeit flexibel gestaltet werden, so dass eine spätere Anpassung an andere Problemstellungen leicht erfolgen kann.

## Literaturverzeichnis

- [SK10] M. Schikora, W. Koch et al., Multi-target multi-sensor localization and tracking using passive antenna and optical sensors on UAVs, SPIE Security+Defence, Toulouse, France, September 2010.
- [SK12] M. Schikora, W. Koch et al., Image classification approach to analyze the suppression of plant immunity by the human pathogen *Salmonella Typhimurium*. BMC Journal of Bioinformatics 13 (2012), 1, 171 ff.
- [SK12a] G. Schüller, W. Koch et al., Detecting Anomalies in Sensor Signals Using Database Technology, Chapter 5 in L. Mihaylova et al. (Editors): "Advances in Intelligent Signal Processing and Data Mining: Theory and Applications", Springer-Verlag, 2012.
- [WK09] M. Wieneke, W. Koch, Combined Person Tracking and classification in a network of chemical sensors, International Journal of Critical Infrastructure Protection vol. 2, (2009), 51-67.