

ERWEITERUNG HYPERSEKTRALER BILDGEBUNG AUF MIKROSKOPIE

Motivation

Hyperspektrale Bildgebung ist ein innovatives Werkzeug, um orts aufgelöste Informationen über die stoffliche Zusammensetzung von Untersuchungsobjekten zu erhalten. Die dabei von einer Hyperspektralkamera aufgenommenen Daten können als Datenquader aufgefasst werden. Diese dreidimensionale Datenstruktur muss bei der Aufnahme von einem zweidimensionalen Bildsensor in der Kamera abgebildet werden. Die verbleibende dritte Dimension wird über die Zeit aufgelöst.

Typischerweise nehmen Hyperspektralkameras die x - λ -Ebene zweidimensional auf und erhalten die y -Richtung durch relative Verschiebung zwischen Kamera und Objekt, ähnlich wie bei einem Scanner. Für sehr kleine Objekte bzw. Messvolumina ist dieser Ansatz ungeeignet, da ein hinreichend kleiner Mikrovortrieb zur Erzeugung der erforderlichen Relativbewegung benötigt wird, der aus technischen Gründen schwer realisierbar ist.

Der Kundenbedarf an stofflicher Charakterisierung kleiner Messobjekte bis hin zur Mikroskopie mittels hyperspektraler Bildgebung ist aber klar erkennbar und motivierte zum nachfolgend dargestellten Lösungsansatz.

Lösungsansatz

Das Spektrallabor des Fraunhofer IFF wurde um eine hyperspektrale Matrixkamera erweitert, die Aufnahmen der x - y -Ebene bei verschiedenen Wellenlängen ermöglicht. Ein spezielles Filter befindet sich im Strahlengang der Kamera vor dem Bildsensor. Durch zeitlich gestaffelte Änderung der optischen Eigenschaften dieses Filters kann die spektrale Empfindlichkeit der Kamera an verschiedene Wellenlängen angepasst

Datenquader als typische Struktur hyperspektraler Bilddaten in seinen zwei räumlichen Komponenten (x und y) und der spektralen Dimension (λ).



Fraunhofer IFF

werden. Es erfolgt so zu einem Zeitpunkt die Aufnahme der kompletten Ortsinformation, jedoch nur bei einer Wellenlänge bzw. einem schmalen Wellenlängenband. Eine spezielle Software setzt den aufgenommenen Bildstapel zum erforderlichen Datenquader zusammen. Dieser wird mit Methoden des Digital Engineering aufgaben- bzw. kundenspezifisch weiterverarbeitet.

Hyperspektrale Mikroskopie im praktischen Einsatz im Spektrallabor des Fraunhofer IFF Magdeburg. Eine Hyperspektralkamera ist mit einem Mikroskop verbunden. Die Gerätesteuerung und die Datenanalyse erfolgen rechnergesteuert am PC.



Mit diesem Ansatz können ruhende Objekte untersucht werden. Der Wellenlängenbereich der Kamera erstreckt sich vom sichtbaren Bereich des Lichts bis in den nahen Infrarotbereich. Die Kamera kann im Makrobereich sonst übliche Farbkameras ersetzen bzw. deren dreikanalige Information (rot, grün und blau) durch eine Vielzahl spektraler Bänder signifikant erweitern. Weiterhin erstreckt sich ihr Anwendungsbereich von der Mikroskopie bis hin zur Untersuchung von Gebäuden, bei der eine Translationsbewegung der Messkamera häufig schwierig umsetzbar ist.

Leistungserweiterung des Spektrallabors

Wie beschrieben, wurde der Einsatzbereich der hyperspektralen Bildgebung im Spektrallabor des Fraunhofer IFF durch eine CRi Nuance-Matrixkamera erweitert. Diese Kamera erweitert das bereits bestehende Portfolio, ein spektral hochauflösendes Spektrometer (ASD FieldSpec 3 HighRes), eine Hyperspektralkamera im SWIR-Bereich (NEO HySpex SWIR-320M-E), eine Hyperspektralkamera im VNIR-Bereich (NEO HySpex VNIR-1600) sowie das am Fraunhofer IFF entwickelte HawkSpex®-Kamerasystem im VIS-Bereich, auf Bildaufnahmen im Makrobereich bzw. die Mikroskopie. Durch den Einsatz verschiedener Objektive bzw. den Einsatz am Mikroskop können nun auch Bildaufnahmen im Bereich von wenigen Mikrometern bis hin zu mehreren Zentimetern erfolgen.

Die am Fraunhofer IFF entwickelten Techniken zur Auswertung der spektralen Bilddaten und zur Erstellung digitaler Modelle, die den Zusammenhang zwischen aufgenommenen Spektraldaten und der stofflichen Zusammensetzung beinhalten, können auf diesen neuen Ansatz übertragen werden. Dabei kommt das Prinzip des Softsensors auch hier zum Tragen: Eine Kombination aus den von der Kamera aufgenommenen Daten, dem Hardwaresensor und den Messmodellen.

Durch die Erweiterung des Spektrallabors können nun nicht nur Proben von sehr kleiner Geometrie im Mikrometer- bis

Zentimetermaßstab, sondern auch in geringen Mengen vorliegende Proben, darunter Flüssigkeiten, Pulver, Granulate, Feststoffe oder lose Verbände von Materialien, vermessen werden. Weiterhin ist es aufgrund der hohen Ortsauflösung möglich, Texturen auf der Oberfläche von Proben zu erkennen und diese mit Informationen über die stoffliche Zusammensetzung zu kombinieren.

Erste Anwendungsgebiete sind die nicht-invasive Bestimmung der Keimfähigkeit von Pflanzensamen sowie die stoffliche Charakterisierung von Geweben als Erweiterung zur klassischen Histologie bzw. Pathologie. Durch die Möglichkeit der hyperspektralen Bildgebung im Mikroskopie- und Makrobereich können neue Anwendungsbereiche erschlossen werden. Diese Erweiterung des Spektrallabors ermöglicht die Lösung einer Vielzahl neuer kundenspezifischer Probleme.

Ansprechpartner im Kompetenzfeld Biosystems Engineering

Dipl.-Ing Katharina Holstein
Telefon +49 391 4090-790 | Fax +49 391 4090-93-790
katharina.holstein@iff.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Andreas Herzog
Telefon +49 391 4090-767 | Fax +49 391 4090-93-767
andreas.herzog@iff.fraunhofer.de

Dr. Andreas Backhaus
Telefon +49 391 4090-779 | Fax +49 391 4090-93-779
andreas.backhaus@iff.fraunhofer.de

Prof. Dr.-Ing. Udo Seiffert
Telefon +49 391 4090-107 | Fax +49 391 4090-93-107
udo.seiffert@iff.fraunhofer.de