

Untersuchung des Genauigkeitspotentials einer UAV-Multispektralkamera

Bachelorarbeit: Nico Klix

Befliegungen mit dem Ziel der Vegetationskartierung werden seit einigen Jahren über Flugzeuge realisiert. Für kleinräumige Gebiete ist der Einsatz eines Flugzeuges allerdings zu teuer und zu zeitaufwändig. Aus diesem Grund sind in den letzten Jahren verstärkt Unmanned Aerial Vehicle (UAVs) in den Fokus gerückt. Da mit ihrer Hilfe in Kombination mit geeigneten Messsystemen auch kleinräumige Gebiete schnell und kostengünstig untersucht werden können.

In der Landwirtschaft rückt durch die stetig zunehmende Weltbevölkerung das sogenannte Precision Farming immer mehr in den Vordergrund. Um das Problem der immer größeren Nahrungsnachfrage lösen zu können, ist es nötig Nutzpflanzen effektiver und effizienter anzubauen. Dafür benötigen die Landwirte jedoch mehr Informationen über jede ihrer Parzellen. Diese Informationen können über den UAV-basierten von Multispektralkamerasystemen bereitgestellt. Sie ermöglichen unter anderem Boden- und Pflanzenanalysen, auf deren Grundlage Landwirte für jede Stelle ihrer Nutzfläche die optimale Menge an Düngemitteln und Wasser ermitteln können. Somit kann ein umweltschonender Anbau von Nutzpflanzen betrieben werden. Eine weitere Einsatzmöglichkeit stellt die Detektion von Pflanzenerkrankungen und Schädlingsbefällen in Land- und Forstwirtschaft dar. In diesem Zusammenhang ist die Beurteilung der Genauigkeit neuer Multispektralkamerasysteme von großer Bedeutung.

Im Rahmen der Arbeit wurde die RedEdge-M Multispektralkamera von MicaSense untersucht. Zu Beginn stand dabei die Bestimmung der Orientierungsparameter im Fokus. Für alle fünf Kameras wurden die innere und äußere Orientierung über eine Testfeldkalibrierung bestimmt. Weiterhin wurden die relativen Orientierungen der vier äußeren Kameras zur zentralen Kamera untersucht. Die Auswertung der Kalibrierung erfolgte mit AICON 3D Studio. Die Orientierungsparameter konnten für alle Kameras ausreichend gut bestimmt werden und weisen eine Standardabweichung von wenigen Mikrometern auf. Die bei der Untersuchung betrachteten Verzeichnungsparameter konnten weniger signifikant bestimmt werden, was auf teils wenige sowie schlecht verteilte detektierte codierte Punkte in den verwendeten Aufnahmen zurückzuführen ist.



Abbildung 1: Die RedEdge-M Multispektralkamera (links) sowie das verwendete räumliche Testfeld (rechts)

Im nächsten Schritt wurde die zeitliche Synchronität des Kamerasystems untersucht. Es sollten sowohl die Reihenfolge als auch der zeitliche Versatz der Auslösungen bestimmt werden. Dazu wurden Aufnahmen einer Stoppuhr auf einem PC-Bildschirm realisiert. Jedoch konnten weder für die Reihenfolge noch für den zeitlichen Versatz aussagekräftige Ergebnisse erzielt. Vier von fünf Kameras bildeten dieselbe Zeit, wobei die fünfte Kamera nur aufgrund ihrer langen Belichtungszeit abwich. Durch die begrenzte Bildfrequenz (144 Hz) ist ein zeitlicher Versatz von weniger als 0,007 s zwischen der ersten und der letzten Kamera nicht auszuschließen. Deshalb wurde eine theoretische Betrachtung für eine Versatz von 0,005 s durchgeführt. Im weiteren Verlauf der Arbeit wurde auch die Genauigkeit der radiometrischen Kalibrierung betrachtet. Dazu wurde zu drei verschiedenen Tageszeiten (vormittags, mittags, nachmittags) eine radiometrische Kalibrierung mittels der zum Kamerasystem gehörenden Kalibrierplatte durchgeführt. Nach der Kalibrierung erfolgten Aufnahmen eines Referenzobjekts mit bekannten Reflexionswerten. Die Auswertung der Kalibrierung erfolgte über Pix4Dmapper. Mit der Software war es möglich, aus den Aufnahmen Reflexionskarten des Referenzobjekts zu generieren. Eine statistische Auswertung ausgewählter Bereiche erfolgte mit einem selbstgeschriebenen Octave-Programm. Es wurden für je einen weißen und einen schwarzen Bereich des Objekts der minimale sowie maximale Reflexionswert bestimmt. Zusätzlich wurden Mittelwert und Standardabweichung berechnet. Diese Betrachtung wurde für alle Spektralbänder zu jedem der drei Zeitpunkte durchgeführt.

Die beste Kalibrierung wurde zur Mittagszeit erreicht. Für alle Spektralkanäle lagen die Reflexionswerte in den erwarteten Bereichen. Bei den restlichen zwei Aufnahmen konnte keine korrekte Kalibrierung durchgeführt werden. Es traten in beiden Fällen Reflexionswerte von mehr als 1,0 auf. Die schlechten Ergebnisse sind auf den großen zeitlichen Abstand zum Sonnenhöchststand zurückzuführen. Trotz schlechter Kalibrierung war die Stabilität der Ergebnisse für alle Aufnahmen sehr gut. Die Schwankungen zwischen Minimum und Maximum waren nie größer als 0,2 und die Standardabweichung überschritt nie den Wert von 0,06.

Die Untersuchungen zeigen, dass die RedEdge-M Multispektralkamera durchaus für den Einsatz zur Vegetationskartierung geeignet ist. Dabei ist zu beachten, dass die Aufnahmen in einem Zeitraum von 2,5 um den Sonnenhöchststand erfolgen. Dadurch kann eine gleichmäßige Belichtung des aufgenommenen Gebiets und somit auch eine korrekte radiometrische Kalibrierung gewährleistet werden. Weitere Untersuchungen zu den Verzeichnungsparameter sowie der zeitlichen Synchronität sind empfehlenswert.



Abbildung 2: Kalibriertafel und Referenzobjekt (oben), erhaltene Reflexionskarte mit zugehöriger Indexkarte (unten)