
Zusammenfassung

Im Laufe der letzten Jahre wurden analoge Luftbildkameras mehr und mehr durch digitale Kameras ersetzt. Digital aufgezeichnete Daten haben große Vorteile gegenüber Daten, die auf einem Film aufgezeichnet wurden. So können auch in verschatteten Bereichen Bilddaten erhoben werden. Diese Bildinformationen sind für eine stabile und kontinuierliche Klassifizierung unverzichtbar, da nicht klassifizierbare Bereiche so klein wie möglich gehalten werden sollen.

Vor dem Hintergrund dieses technologischen Fortschritts stellt sich die Frage, wie solche radiometrisch und geometrisch hochauflösenden Daten in urbanen Räumen zur automatischen Bildanalyse genutzt werden können. In dieser Arbeit wurde ein objektbasierter Klassifizierungsalgorithmus eingesetzt, um sein Potenzial zur Aktualisierung von Karten zu überprüfen. Pixelbasierte Verfahren sind zur Auswertung von sehr hochauflösenden Daten eher ungeeignet, da kontinuierliche Objekte wegen ihrer spektralen Heterogenität in einzelne Teile zerlegt werden. Objektbasierte Klassifizierung ist hier eine gute Alternative, da Segmente erzeugt werden können, die semantische Objekte wiedergeben.

Für diese Untersuchung wurden Bilddaten der HRSC-AX verwendet, einer Weiterentwicklung der HRSC-A. Die HRSC-AX ist ein *pushbroom scanner*. Durch die photogrammetrische Prozessierung entstehen vier multispektrale Kanäle - rot, grün, blau und nahes infrarot. Die fünf panchromatischen Kanäle werden zur Generierung eines Oberflächenmodells verwendet. Dieses kann zur Erzeugung von Orthobildern eingesetzt werden. Üblicherweise beträgt die geometrische Auflösung 20

cm in X und Y sowie einen Dezimeter in Z. Die hier verwendeten Bilddaten wurden nicht von 12bit auf 8bit reduziert, um einen Informationsverlust zu vermeiden.

HRSC-AX-Bilddaten und Oberflächenmodelle von Berlin wurden dazu verwendet, eine automatische Bildanalyse mit der Software Definiens Developer zu testen. Alternativ zum HRSC-Oberflächenmodell wurde ein LIDAR-Oberflächenmodell zur Segmentierung der Daten eingesetzt. Beide Datensätze wurden verglichen und auf ihre Genauigkeit untersucht, um ihre Eignung zur Segmentierung beurteilen zu können. Der Vergleich der Standardabweichungen der Oberflächenmodelle zu den Kontrollpunkten zeigt, dass der LIDAR-Datensatz zuverlässiger ist. Beide Oberflächenmodelle wurden in der Bildanalyse getestet.

Digitale Oberflächenmodelle (DOM) sind unverzichtbar, um Vegetationsklassen und verschiedene Gebäudetypen trennen zu können und tragen entscheidend zur Stabilisierung der Klassifizierung bei. Definiens Developer erlaubt es, einen Bildanalysealgorithmus auf andere Datensätze desselben Sensors oder an andere Sensoren und Aufnahmebedingungen anzupassen.

Der Vergleich der Ergebnisse der Bildanalysen zeigt erstaunlich geringe Unterschiede. Dies ist auch durch den objektbasierten Klassifizierungsansatz zu erklären, da dieser Pixel zu Objekten gruppiert und damit Fehler glättet.

Der Wert der Kappa-Statistik für alle Klassen betrug in der Klassifizierung, für die HRSC-Bilddaten und DOM verwendet wurden, 0,8709 und 0,8646 bei der Verwendung von multispektralen Daten und LIDAR-DOM. Ohne den Einsatz eines DOM bei der Segmentierung wurde ein Kappa-Wert von 0,8708 ermittelt. Trotz dieser kleinen statistischen Unterschiede ergeben sich bei der visuellen Evaluierung die besten Segmentierungsergebnisse durch die Kombination von HRSC-Bilddaten und LIDAR-DOM.

Unter Verwendung der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) wurden weitere qualitative Analysen durchgeführt. Die Verschneidung von Klassifizierungsergebnissen und ALK legt Probleme und Fehler, die bei der Aktualisierung der ALK entstehen können, offen.

Eine direkte Fortführung der ALK ist im Allgemeinen auf dieser Basis kaum möglich, da die ALK auf Grundrissen basiert. Diese sind im Luftbild schwierig zu identifizieren. Trotzdem sind Verschneidungen aus Klassifizierungen und ALK sehr nützlich, da Veränderungen bei Bebauung und Vegetation schnell erkannt werden können. Zur Beurteilung des Versiegelungsgrades innerhalb von Blöcken können aussagekräftige Ergebnisse durch die Überführung der Klassifizierungen in ein GIS und die Verschneidung mit der ALK erzielt werden.

Obwohl eine direkte Aktualisierung von Karten kaum möglich ist, wird der Prozess des Monitoring durch die automatisierte Bildanalyse entscheidend erleichtert.

Abstract

Over the last couple of years more and more analogue airborne cameras were replaced by digital cameras. Digitally recorded image data have significant advantages to film based data. Digital aerial photographs have a much better radiometric resolution. Image information can be acquired in shaded areas too. This information is essential for a stable and continuous classification, because no data or unclassified areas should be as small as possible.

Considering this technological progress, one of the basic questions is how the potential of high radiometric and geometric resolution data can be used in an automatic analysis particularly in urban regions. For this study an object-based classification algorithm was selected to evaluate its suitability to update maps. Pixel-based classification algorithms are problematic for the classification of high resolution image data, as the contiguous objects often are separated due to their spectral variability. Object based classification algorithms are a good alternative due to their ability to create objects which represent semantic objects.

In this thesis, image data of the digital sensor High Resolution Stereo Camera - Airborne eXtended, HRSC-AX, an extended version of the HRSC-A, was used. The construction follows the concept of a pushbroom scanner. Within the photogrammetric processing four multispectral bands, red, green, blue, near infrared, as well as five panchromatic bands are used to create true orthophotos and a digital surface model (DSM). Typically the geometric resolution is 20 cm in X, Y and a decimetre in Z. The image data was not converted from 12bit to 8bit in order to prevent loss of information.

In this study HRSC-AX image and DSM data from Berlin was used to develop and test an automated classification procedure in the commercial software Definiens Developer. Alternatively a LIDAR-DSM was used in the segmentation process. A comparison and accuracy assessment of both data sets was done evaluate their suitability for the segmentation process. Comparing the standard deviation of the DSMs to ground control points the LIDAR-DSM proved to be more reliable. Both data sets were tested in the image analysis algorithm.

DSMs are essential for the separation of vegetation classes and different buildings and can stabilize the classification result. Advanced software, like Definiens Developer allows, transferring the process tree of one analysis to different data sets of the same sensor and to adapt the algorithm to other sensors and conditions.

Comparing image analysis results using both DSM surprisingly show very little differences. This is connected to the object-based classification grouping pixels to objects and with doing so, smoothes out errors.

The overall Kappa statistics for the classification was 0,8709 for the image analysis process using multispectral data HRSC and DSM and 0,8646 using multispectral data and a LIDAR-DSM. The image analysis process without using any DSM in the segmentation shows an overall Kappa of 0,8708. Besides the very small differences in the static, the visual evaluation of segmentation results leaves the combination of HRSC multispectral data and LIDAR DSM to be the most promising.

Further qualitative analysis was executed using the German cadastral geographic information system (ALK). The intersection of classification results and the ALK disclosed errors and problems in updating the system. A direct update of the system is usually not possible because the ALK is based on the plan of the buildings, a feature which is generally difficult to identify in

an orthophoto. Still, creating an intersection of the cadastral data and the classification results help to detect changes in build up areas and vegetation. Intersection of classification results and the ALK can be used to monitor impervious surface within a block. Although automatic updating of maps is not possible, image analysis eases monitoring.