

## **Universität der Bundeswehr München**

Herr Dipl.-Ing. **UWE BACHER** promovierte am 7. April 2006 an der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen der Universität der Bundeswehr München mit der Dissertation: „*Automatische Straßenextraktion aus optischen Satellitenbildern hoher und höchster Auflösung*“ zum Dr.-Ing.

1. Gutachter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. HELMUT MAYER, Universität der Bundeswehr München,
2. Gutachter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. UWE STILLA, Technische Universität München

### **Zusammenfassung**

Die vorgelegte Arbeit stellt ein Verfahren für die Extraktion von Straßen in der offenen Landschaft in Südosteuropa und Nordafrika vor, das die Erfassung von Straßennetzen für große Gebiete unterstützt. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Nutzung von Satellitenbilddaten unterschiedlicher Auflösung, um eine Neuerfassung des Straßennetzes für ganze Länder mit einem ausgewogenen Verhältnis zwischen erzielbarer Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit durchführen zu können. Der Einsatz bzw. die Beschaffung der Satellitenbilddaten richtet sich bei dem vorgeschlagenen Verfahren nach der Detaillierung der Landschaft und damit des Straßennetzes in einer Region: Je dichter das Straßennetz ist, desto höher sollte die Auflösung der für die Extraktion verwendeten Bilddaten sein. Dementsprechend sind die Ansätze zur Straßenextraktion bei dem vorgeschlagenen Verfahren in zwei Teile unterteilt: Die Extraktion von Straßen aus (i) multispektralen Satellitenbilddaten höchster Auflösung und aus (ii) hochaufgelösten Satellitenbilddaten.

Bei Satellitenbilddaten höchster Auflösung wird die spektrale Information mit Linienextraktion kombiniert und führt zur Generierung von Straßenhypthesen. Die Nutzung der spektralen Information erfolgt mittels eines automatischen (Fuzzy-) Klassifikationsansatzes mit dem Ziel,

für jedes Bildelement den Zugehörigkeitswert zur Klasse Straße zu ermitteln. Dies führt zum Straßenklassenbild. Die spektralen Signaturen der im Bild auftretenden Straßen werden durch die automatische Generierung von Trainingsgebieten auf Grundlage paralleler Kanten ermittelt. Der Klassifikationsansatz bietet die Möglichkeit, neben den spektralen Eigenschaften von Straßen zusätzliche Bedingungen, wie z.B. den Abstand eines Trainingsgebiets vom betrachteten Pixel, zu nutzen. Die Grundlage des Straßennetzes bilden Straßenhypothesen, die in Form von Linienstücken extrahiert werden. Die Verifikation der Straßenhypothesen erfolgt durch Bewertung mit geometrischen (Länge und Breite der Linie) und radiometrischen (mittlerer Zugehörigkeitswert der Linie zur Klasse Straße) Kriterien. Aus den verifizierten Straßenhypothesen wird ein topologisches Netzwerk aufgebaut. Für die Überbrückung von größeren Lücken wird im Rahmen der globalen Gruppierung ein auf Ziplock-Snakes basierendes Verfahren verwendet. Dieses optimiert den Verlauf einer neu eingeführten Verbindung und überprüft ihn auf Plausibilität auf Grundlage des Straßenklassenbildes.

Für hochaufgelöste Satellitenbilddaten wird ein dreigeteilter Ansatz verwendet. Die Entscheidung, welcher Ansatz verwendet wird, hängt von dem Kontextgebiet „landwirtschaftlich genutzt“, „Wüste“ oder „Gebirge“ ab. Für „Wüste“ und „Gebirge“ wird der am Lehrstuhl für Photogrammetrie und Fernerkundung der Technischen Universität München entwickelte Ansatz verwendet. Der Unterschied zwischen den beiden Kontextgebieten besteht in der Wahl des Bewertungsparameters für die maximale Krümmung im Verlauf einer Straße. Dieser wird für „Gebirge“, in denen sich Straßen oft sehr stark an die bewegte Topographie anpassen, freigegeben und liegt für „Wüste“ innerhalb gewisser Grenzen. Für „landwirtschaftlich genutzte“ Gebiete, in denen Straßen häufig nur indirekt anhand von Feldgrenzen wahrgenommen werden, wurde ein Gruppierungs-

ansatz entwickelt. Paare von Linien- und Kantenstücken, d.h. lineare Strukturen, werden auf Kollinearität überprüft und gegebenenfalls durch eine Ziplock-Snake verbunden. Die so entstandenen Straßenabschnitte werden zu einem topologischen Netzwerk verknüpft.

Anhand ausführlicher experimenteller Untersuchungen wird die Leistungsfähigkeit aber auch Schwächen des Verfahrens aufgezeigt. Hierfür werden Daten aus Gebieten unterschiedlicher Detaillierung und aus allen Kontextgebieten verwendet. Die Güte der erzielten Ergebnisse wird anhand von Referenzdaten bewertet. Während die Ergebnisse für die höchst aufgelösten Daten vor allem durch die Nutzung der multispektralen Information durchwegs als praktisch verwendbar oder zumindest viel versprechend bewertet werden können, müssen die Ergebnisse für die hoch aufgelösten Daten differenzierter bewertet werden. Für die Gebiete „Wüsten“ und „Gebirge“ sind die Ergebnisse als akzeptabel anzusehen. Für „landwirtschaftlich genutzte“ Gebiete stellt der vorgestellte Gruppierungsansatz zwar eine große Verbesserung dar, allerdings sind die Ergebnisse in der jetzigen Form praktisch nur bedingt brauchbar. In diesen Gebieten sollten für eine Automatisierung höchst aufgelöste Daten verwendet werden.

Die Arbeit ist auf dem Hochschulschriftenserver der Universitätsbibliothek der UniBw online verfügbar unter:  
(<http://137.193.200.177/ediss/bacher-uwe/inhalt.pdf>).