

Detektion von Fahrzeugen aus Satellitenbildern

Autoschau aus dem Weltraum

Seit der Erfindung des Automobils hat der Straßenverkehr kontinuierlich zugenommen. Insbesondere in den vergangenen 30 Jahren war das Wachstum so rapide, dass die Auswirkungen auf die Lebensverhältnisse immer gravierender wurden - ganz besonders in Städten. Trotz erstaunlicher Entwicklungen in der Verkehrstechnik ist jedoch bisher nicht absehbar, dass sich alternative Verkehrsmittel nachhaltig verbreiten. Um die verkehrsbedingten Belastungen für Mensch und Umwelt zu reduzieren, müssen neue Wege des Verkehrsmanagements gefunden werden. Eine unerlässliche Grundvoraussetzung dafür ist es, das ganzheitliche System »Verkehr« zu verstehen und das Verkehrsgeschehen flächendeckend und automatisch zu erfassen. Eine dazu geeignete, sehr innovative Methode wurde in einem vom Bund der Freunde der TU München unterstützten Projekt am Lehrstuhl für Methodik der Fernerkundung (Prof. Richard Bamler) entwickelt und getestet.

Ziel war es, auf Methoden des automatischen Bildverstehens (Computer Vision) basierende Bildanalyseverfahren zur Detektion von Fahrzeugen aus Satellitenbilddaten der Auflösungsklasse 60 cm bis 1 m zu entwickeln. Insbesondere hinsichtlich der Verkehrsanalyse in urbanen Räumen gibt es hierzu auf interna-

tionaler Ebene noch keine ausgereiften Forschungsarbeiten. Viel versprechende Ansatzpunkte bieten aber die bereits wesentlich länger durchgeführten Forschungen mit den höher aufgelösten Daten flugzeuggetragener Sensoren. Die an der TUM entwickelten Verfahren arbeiten stark automatisiert, wobei das

Potential sowohl von optischen als auch von Radar-Daten untersucht wurde.

Aus optischen Daten - ein Beispiel zeigt Abbildung 1 - können die TUM-Wissenschaftler mit ihrem Verfahren die große Mehrheit an Fahrzeugen korrekt detektieren. Das gilt, wie eine Testreihe mit weiteren Bildern ergab, in erster Linie für Fahrzeuge, die in Kolonnen stehen. Einzeln stehende Fahrzeuge sind weniger gut zu erkennen, insbesondere wenn sie nur geringen Kontrast zur Umgebung haben. In diesem Bereich wird an einer Optimierung gearbeitet.

Radardaten haben den großen Vorteil der Nachtsicht- und Allwettertauglichkeit, sind jedoch einerseits von schlechterer radiometrischer Qualität als optische Daten - Fahrzeuge treten in den verwendeten X-Band-Radardaten nur als Punktstreuer auf - und müssen andererseits mittels komplexer Verfahren der Signalverarbeitung prozessiert werden, um überhaupt eine interpretierbare 2D-Abbildung der Erdoberfläche zu



Abb.1 Links: Panchromatisches Satellitenbild des TUM-Stammgeländes, aufgezeichnet vom Satelliten Quickbird. Die Auflösung am Boden beträgt etwas mehr als 60 cm, so dass die Mehrheit an Fahrzeugen visuell identifizierbar ist. Rechts: Ergebnis der automatischen Fahrzeugdetektion; korrekt erkannte Fahrzeuge tragen rote, Fehlextraktionen blaue Kreuze.

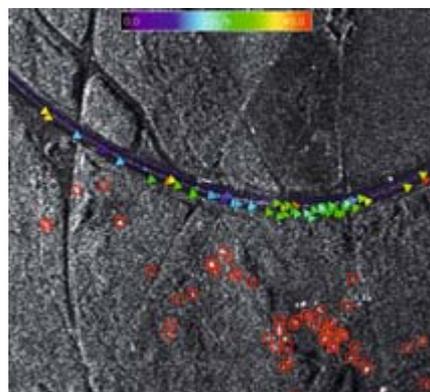


Abb.2 Teil einer Radarszene der Autobahn A 96 mit der Baustelle des neuen Autobahndreiecks in der Nähe von Gilching. Detektierte Fahrzeuge sind mit roten Rechtecken markiert, ihre korrespondierende Position auf der Autobahn ist durch Dreiecke gekennzeichnet. Da der Versatz von bewegten Objekten proportional zu deren Geschwindigkeit ist, konnte auch die Geschwindigkeit der Fahrzeuge gemessen werden (farblich codiert von blau nach rot).

Foto: DigitalGlobe Inc.

erreichen. Bei diesen Methoden des »Synthetischen Apertur Radars« (SAR) lassen sich bewegte Objekte grundsätzlich nur verschmiert und/oder in ihrer Position versetzt abbilden. Im Fall des Straßenverkehrs bedeutet das: Bewegte Fahrzeuge werden meist nicht auf der Straße, sondern bis zu einigen hundert Metern abseits davon dargestellt.

Ein Beispiel für die Fahrzeugerkennung aus Radardaten zeigt Abbildung 2. Die Daten, aufgezeichnet von dem flugzeuggetragenen System E-SAR des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Oberpfaffenhofen, simulieren bestmöglich die Charakteristiken der künftigen Daten des ersten deutschen Radar-Fernerkundungssatelliten TerraSAR-X, der Mitte 2006 starten soll. Das Gebiet wurde bewusst so befliegen, dass der Versatz der Fahrzeuge von der Straße besonders ausgeprägt ist. Ein Vergleich mit simultan aufgezeichneten optischen Daten zeigte, dass die abgeleiteten Verkehrsdichten zwar noch zu gering sind, die resultierenden Detektionen aber zuverlässig und die Geschwindigkeitsmessungen der Fahrzeuge auf wenige km/h genau. Das momentane Geschwindigkeitsprofil entlang der Straße ist somit sehr gut ablesbar.

Stefan Hinz

Dr. Stefan Hinz
Lehrstuhl für Methodik der Fernerkundung
Tel.: 089/289-23880
Stefan.Hinz@bv.tum.de

Neu am FRM II: Kalte Quelle höchster Intensität

Gemächliche Neutronen

An der Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz der TUM in Garching (FRM II) können Forschungsprojekte der Kern- und Teilchenphysik jetzt auch mit kalten Neutronen durchgeführt werden. Mit einer Strahlintensität von knapp sieben Milliarden Neutronen pro Quadratzentimeter und Sekunde liefert die hier installierte Kalte Quelle für dieses Forschungsgebiet den wohl intensivsten Strahl kalter Neutronen der Welt. Am Instrument »Mephisto« stehen die Neutronen nun einem breiten Nutzerkreis zur Verfügung.

Kalte Neutronen werden durch Kollision thermischer Neutronen mit auf -248 °C abgekühltem flüssigem Deuterium erzeugt. Diese schwere Variante des Wasserstoffs absorbiert Neutronen nur sehr schwach und sorgt dafür, dass sie ebenfalls gekühlt und somit abgebremst werden. Mit Geschwindigkeiten von einigen hundert Metern pro Sekunde bewegen sie sich danach vergleichsweise langsam. Für die Grundlagenforschung ist dies von Vorteil: Langwellige, energieärmere Neutronen brauchen zum Beispiel wesentlich länger, um durch eine experimentelle Apparatur hindurchzufliegen, und stehen somit länger für Messungen zur Verfügung.

Wegen ihrer vielfältigen Möglichkeiten zu Wechselwirkungen eignen sich Neutronen ausgezeichnet für die Untersuchung grundlegender Fragen der Kern- und Teilchenphysik. Derzeit sind am FRM II zwei Projektgruppen damit beschäftigt, mit Hilfe des kalten Neutronenstrahls die Zerfalleigenschaften des Neutrons aus ganz unterschiedlichen Blickwinkeln zu analysieren. Ein Wissenschaftlerteam aus Russland will erstmals eine seltene, bislang nur theoretisch vorhergesagte Zerfallsart des Neutrons nachweisen, bei der zusätzlich zu den gewöhn-

lichen Zerfallsprodukten noch eine Röntgenstrahlung auftreten soll. Im zweiten Experiment, einer Zusammenarbeit von Wissenschaftlergruppen des Physik-Departments der TUM und der Universität Mainz, soll mit dem neuen Spektrometer α SPECT das Spektrum der Protonen aus dem Neutronzerfall mit bislang unerreichter Genauigkeit bestimmt werden.

Zweck dieser Messungen ist es, Kenngrößen der schwachen Wechselwirkung möglichst genau experimentell zu erfassen und damit auch die mathematische Struktur dieser Kraft zu überprüfen. Als eine der vier fundamentalen Naturkräfte ist die schwache Wechselwirkung unter anderem für radioaktive Zerfälle einer Vielzahl von Atomkernen verantwortlich. Das Neutron zeigt als besonders einfaches System den radioaktiven Zerfall quasi in Reinform. Präzisionsexperimente tragen dazu bei, ein detailliertes Bild derjenigen Vorgänge in der Natur erhalten, die die materielle Grundlage unserer heutigen Welt entscheidend beeinflusst haben, beispielsweise die Bildung der chemischen Elemente während des Urknalls des Universums oder auch die Umwandlungen der Elemente durch Kernreaktionen in Sternen.