Automatische Auswertung von Wärmebildsequenzen zur Texturierung von 3D Gebäudemodellen



Uwe Stilla, Ludwig Hoegner

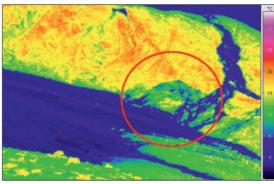
1 Einleitung

Wärmebildkameras nehmen elektromagnetische Strahlung in dem für Menschen unsichtbaren infraroten Bereich (IR) auf. Damit können Merkmale von Oberflächen bestimmt oder Objekte erkannt werden, die im visuellen Bereich verborgen bleiben. Ein Beispiel aus dem Bereich der Glaziologie soll dies verdeutlichen. Bild 1a zeigt eine Aufnahme im sichtbaren Bereich vom Moränengebiet des Vernagtferners. Eine zeitgleiche Aufnahme mit einer Wärmebildkamera ist in Bild 1b dargestellt. Die unterschiedlichen Temperaturen sind von blau (kalt) nach rot (warm) farblich kodiert. Im Wärmebild ist der überschotterte Eiskörper des Gletschers deutlich zu erkennen. Um Objekte, die nur geringe Temperaturunterschiede besitzen, im Bild mit einen entsprechen Kontrast zu unterscheiden und Details aus der Entfernung zu erkennen, müssen Wärmebildkameras in der Lage sein, Temperaturen bis auf wenige Hundertstel Grad Kelvin aufzulösen. Aber nicht nur der zuvor genannte Aspekt, sondern auch die Fähigkeit, mit Wärmebildkameras Tag- und Nachtsichtfähigkeit zu erlangen, ist von Vorteil. Dies ist für wehrtechnische Fragestellungen von zentraler Bedeutung. Daher werden insbesondere aus diesem Bereich die technologischen Weiterentwicklungen vorangetrieben.

Hochwertige Wärmebildkameras nehmen Bildsequenzen im Videotakt (50 Halbbilder/sec) oder auch mit deutlich höheren Wiederholraten auf (z. B. 900 Hz bei TermaCAM SC 3000 von FLIR). Aufgrund der aufwendigen Gerätetechnik, spezieller IR-durchlässiger Optiken und geringer Stückzahlen sind die Kosten für Wärmebildkameras, verglichen mit Kameras aus dem sichtbaren Bereich, hoch. In den letzten Jahren zeichnet sich jedoch durch den Einsatz neuer Technologien ein Trend zu kostengünstigeren Geräten ab, die neue Anwendungsgebiete im zivilen Bereich erschließen könnten. Dies kann auch bei der Bearbeitung aktueller Fragestellungen zum effizienten Umgang mit Energie interessant sein.



Bild 1:
Moränengebiet des
Vernagtferners (Juli 2006).
a) Aufnahme mit CCDKamera im sichtbaren
Bereich,
b) zeitgleiche Aufnahme
mit Wärmebildkamera.
Der überschotterte Eiskörper ist nur im Wärmebild
deutlich erkennbar



Wärmebilder werden heute in unterschiedlichen Maßstäben aufgenommen und für die verschiedensten Anwendungen ausgewertet. Kleinmaßstäbige Aufnahmen von Satelliten, wie beispielsweise von BIRD, dienen zur Erkennung von Brandherden bei Waldbränden (Siegert et al., 2004) oder von LANDSAT 7 zur Detektion von sogenannten »Urban Heat Islands«, den Wärmeinseln im städtischen Kleinklima (Lo & Quattrochi, 2003). Luftgetragene Infrarot-Systeme können z.B. zur Detektion von stationären Fahrzeugen (Stilla & Michaelsen, 2002; Hinz & Stilla, 2005), bewegten Fahrzeugen (Kirchhof & Stilla, 2006), zur Untersuchung von Vegetation (Quattrochi & Luvall, 1999) oder Leckagen in Fernwärmeleitungsnetzen (Geßner & Krickau, 2005) eingesetzt werden. Mit großmaßstäbigen terrestrischen Aufnahmen werden z. B. Elektroanlagen auf defekte Teile, die hohe Verlustwärme erzeugen, hin untersucht oder Bauwerke aufgenommen, um das Wärmeverhalten oder Leckagen zu bestimmen (Klingert, 2005).

Zur Inspektion der Wärmeisolierung von Gebäuden werden typischerweise einzelne Thermographien der äußeren Wände aufgenommen. Größere Gebäu-

deteile können durch mehrere Bilder erfasst und zu einem Bildmosaik zusammengesetzt werden. Die gewonnenen Abbildungen werden in der Regel visuell ausgewertet und Dokumentationen erfolgen in der aufgenommenen Bildgeometrie. Ein direkter dreidimensionaler Raumbezug wird für die Messwerte nicht hergestellt. Dieser Mangel wird offensichtlich, wenn mit verschiedenen Blickwinkeln aufgenommene Bilder einer komplexen Gebäudestruktur kombiniert, fusioniert oder die Messwerte von Gebäuden objektbezogen weiterverarbeitet und gespeichert werden sollen.

Ziel der vorgestellten Arbeit ist es, die Flächen von vorhandenen 3D-Gebäudemodellen automatisch durch die mit Wärmebildkameras aufgenommenen Daten zu texturieren. Die Bildpunkte (Pixel) der Wärmebilder von Gebäudeoberflächen bzw. die daraus berechneten Texturelemente (Texel), erhalten so einen dreidimensionalen Raumbezug.

2 Konzepte zur Gewinnung von Texturen aus Wärmebildern

Es wird davon ausgegangen, dass als Eingangsdaten 3D-Gebäudemodelle, Wärmebilder und äußere Kameraorientierungen zur Verfügung stehen. Vorteilhaft ist es, wenn die Gebäudemodelle in Landeskoordinaten, wie z.B. Gauß-Krüger-Koordinaten, vorliegen. Die Wärmebilder können sowohl von verschiedenen terrestrischen wie auch luftgetragenen Aufnahmen stammen. Aus den aufgezeichneten äußeren Parametern und den inneren Parametern der Kameraorientierungen kann eine virtuelle Kamera konstruiert werden, die die Gittermodelle der Gebäude aus Sicht der Aufnahme zeigt. Dabei sind Oberflächenverdeckungen zu berücksichtigen. Abhängig von der Entfernung und dem Öffnungswinkel der Kamera werden verschiedene Verfahren für die Texturierung eingesetzt.

Bei luftgetragenen Aufnahmen (siehe Bild 2) sind meistens viele Objekte innerhalb des Sichtfeldes zu sehen, wobei man von einer niedrigen Auflösung der Objekte ausgehen muss. Hier werden 3D-Modellkanten in den 2D-Raum der Wärmebilder projiziert und ein Matching der Kanten durchgeführt, um eine verbesserte Kameraorientierung zur erneuten Projektion zu bestimmen (Stella et al., 2000). Anschließend werden die aus den Bildern einer Sequenz ausgeschnittenen Texturen, die zu einer Objektoberfläche gehören, zusammengeführt.

Bei terrestrischen Aufnahmen befindet sich der Betrachter in der Regel näher am Gebäude. Häufig sieht er nur einen Teil der Fassade, was ein direktes Matching der Gebäudekanten erschwert. Hier werden stattdessen die Einzelbilder geometrisch entzerrt und zusammengesetzt, bevor sie für die Texturierung verwendet werden.

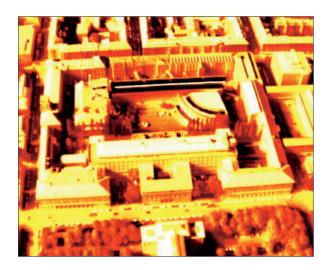


Bild 2: Wärmebildaufnahme einer Videosequenz, die vom Hubschrauber aufgenommen wurde

Die gewonnenen Texturen werden den Oberflächen des 3D-Modells zugeordnet und in einer Datenbasis mit einem Zeitstempel gespeichert. In einer weiteren Auswertung sollen bestimmte Strukturen aus den Texturen extrahiert und im hierarchischen Gebäudemodell gespeichert werden.

3 Datenaufnahme

Für die luftgetragene Aufnahme wurde die Kameraorientierung mittels GPS und INS ermittelt. Das Testgebiet wurde mit einer vorwärtsblickenden Kamera (Neigung 45°) in Streifen kreuzweise überflogen, wobei auch Fassaden sichtbar sind. Ein Beispiel einer Aufnahme der Videosequenz ist in *Bild 2* dargestellt. Die Aufnahmen liegen mit einer mittleren Bodenpixelgröße von ca. 0,5 m² vor.

Für die terrestrische Aufnahme wurde ein Messfahrzeug eingesetzt. Die beiden IR Kameras, eine Videokamera und ein Prisma für die Positionsbestimmung, sind auf einem Schwenkneigekopf angebracht, der einen Wechsel der Blickrichtung erlaubt (Bild3b). Die im Vergleich zum sichtbaren Licht größeren Wellenlängen im IR erfordern den Einsatz anderer Optiken und Sensoren. Baulich bedingt erreichen IR-Kameras weder die Auflösung von photogrammetrischen Digitalkameras noch von normalen Digitalkameras. So besitzen z. B. die beiden für die terrestrischen Aufnahmen eingesetzten IR-Kamerasysteme eine Auflösung von 320 x 240 Pixel (FLIR SC3000) bzw. 320 x 256 Pixel (MerlinMID) und einen Öffnungswinkel von nur 20°. Die SC3000 nimmt im thermalen Infrarot (8 - 12 μ m) auf, die MerlinMID nimmt im mittleren Infrarot (3 - 5 μ m) auf.





Bild 3: a) Messfahrzeug: mit Messaufbau,b) Messaufbau: FLIR SC3000 (links), MerlinMID (mitte),Videokamera (rechts)

Ähnlich wie im sichtbaren Bereich hat die Sonne auch einen Einfluss auf Infrarotaufnahmen. Aufnahmen im mittleren Infrarotbereich werden direkt vom Sonnenlicht beeinflusst. Wir sehen auf den Fassaden neben ihrer Eigenstrahlung auch die Reflexion des Sonnenlichts. Im thermalen (langwelligeren) Infrarot äußert sich der Einfluss der Sonne nur indirekt, da sie in diesem Bereich selber keine Strahlung aussendet. Da jedoch die Oberflächen durch die Beleuchtung erwärmt werden, strahlen die von der Sonne beschienenen Flächen stärker als jene im Schatten. Auch die Umgebungstemperatur beeinflusst das Erscheinungsbild von Fassaden.

Für die Untersuchung des Wärmeverlustes eines Gebäudes sollte die Umgebung möglichst kühl und möglichst wenig einfallende Strahlung der Sonne vorhanden sein. Günstige Zeitpunkte für die Aufnahme liegen daher nach Sonnenuntergang und vor Sonnenaufgang. Zur Verminderung der Verdeckung von Fassaden durch Bäume wurde die Zeit vor der Belaubung im Frühjahr gewählt.

Um die Fassaden in voller Höhe zu erfassen, mussten die terrestrischen Aufnahmen wegen dem geringen Öffnungswinkel des Objektivs und des geringen Abstands zum Gebäude in Schrägsicht durchgeführt werden. Während der Messfahrt mit ca. 20 km/h wurden die Aufnahmen mit 50 Bildern pro Sekunde durchgeführt. Um die aus der Schrägsicht entstehende Eigenverdeckung der Objekte in der nachfolgenden Verarbeitung ausgleichen zu können, wurden pro Fassade je eine Fahrt mit Sicht nach schräg vorne und eine Fahrt mit Sicht nach schräg hinten unternommen. Dabei blieben die Einstellungen des

Schwenkneigekopfes während einer Messfahrt konstant, sodass lediglich die Position der Kameras bei der Vorbeifahrt aufgezeichnet werden musste. Die Position wurde mit einem GPS aufgezeichnet. Zusätzlich erfolgte zu Prüfzwecken eine Aufzeichnung durch fortlaufende Abstands- und Winkelmessung mit einem Tachymeter von eingemessenen Standorten aus.

4 Vorstellung des Testgebiets

Beim praktischen Einsatz in besiedelten Gebieten treten Einschränkungen bei der Aufnahme auf. Diese betreffen die durch die enge Bebauung in Stadtgebieten eingeschränkten Sichtfelder und auftretenden Verdeckungen und die Problematik einer ausreichend genauen Positions- und Orientierungsbestimmung. Bei terrestrischen Aufnahmen in Straßenschluchten sind häufig nicht ausreichend viele GPS-Satelliten für eine korrekte Positionsbestimmung sichtbar. Als Testgebiet haben wir das Quartier um das Hauptgebäude der Technischen Universität München (TUM) gewählt. Das TUM Hauptgebäude besteht aus verschiedenen Bauabschnitten aus lang gezogenen geraden Fassaden und verwinkelten Fassaden mit zwei zurückversetzten Gebäudeteilen an der Ostseite. Bild 4 zeigt einen Teil des Testgebietes als 3D-Gittermodell. Die an drei Seiten enge Bebauung erlaubt nur einen geringen Abstand zur Aufnahme der Fassade. Solch eine Situation ist typisch für innerstädtische Bereiche.

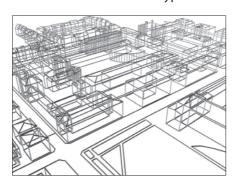


Bild 4: 3D-Gittermodell (Testgebiet)

5 Verarbeitung der Messdaten

Bild 5 zeigt das Bild einer terrestrisch aufgenommenen Fassade, das zur Visualisierung von 14 auf 8 Bit reduziert wurde. Hier ist am linken Bildrand noch die Ecke einer anderen Fassade zu sehen, die den zurückgesetzten Gebäudeteil verdeckt. Weitere Verdeckungen entstehen durch den Baum in der Bildmitte und die Fahrzeuge, die vor dem Gebäude parken. Schön zu sehen sind die senkrechten hellen Bereiche der Heizungsrohre. Bild 6 zeigt den gleichen Ausschnitt mit detektierten Kanten



Bild 5: Aufnahme mit SC3000



Bild 6: Konturbild

In *Bild 7* ist die Projektion der Kanten des 3D-Modells in den Bildraum der Aufnahme zu sehen. Für die notwendige Korrektur der initialen groben Kameraposition über einen räumlichen Rückwärtsschnitt wären mindestens 3 Punkte notwendig, die im 3D-Modell und im IR Bild sichtbar sind. Im Falle von *Bild 7* treten an Fassadenkanten nur eine vorne links und die Gebäudeecke in der Mitte auf, bei beiden ist aber weder der untere noch der obere Endpunkt sichtbar. Dies ermöglicht es zwar, die Kanten von Modell und Bild in Übereinstimmung zu bringen, ergibt aber beim Vergleich mit dem gemessenen Kamerapfad keine korrekten Kamerapositionen und damit keine korrekte Positionierung der Teiltexturen auf den Oberflächen. Diese können daher auch nicht zur Gesamttextur zusammengefügt werden.



Bild 7: Projektion der Fasadenkonturen

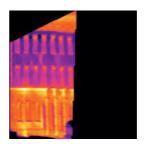


Bild 8: Entzerrte Textur

Daher wird die Strategie verfolgt, aus Bildbereichen ebener Flächen die Parameter für eine Entzerrung zu schätzen. So können z. B. in den Bildbereichen waagerechte bzw. senkrechte Kanten des Daches, der Fassaden und Fenster ermittelt werden, um Fluchtpunkte zu berechnen, die eine Entzerrung der Einzelbilder ermöglichen. Zur Eingrenzung der Bildbereiche ebener Flächen kann die Projektion der 3D-Gebäudekanten mit verwendet werden.

Bild 8 zeigt ein Beispiel für eine entzerrte Textur der Frontfassade aus *Bild 5* (rechts). Man sieht, wie die Bildqualität von links nach rechts auf Grund der perspektivischen Abbildung abnimmt. So werden z. B. die Ränder der Fenster immer verwaschener. Die schwarzen Bereiche sind Fassadenbereiche, die durch das Bild nicht abgedeckt werden.

Für die Kombination mehrerer Texturen lässt sich aus der geometrischen Entzerrung die relative Auflösung jedes Pixels bestimmen, da die räumliche Auflösung in Richtung der für die Entzerrung verwendeten Fluchtpunkte abnimmt. Innerhalb einer Bildsequenz mit konstantem Blickwinkel zur Trajektorie ist diese Information ausreichend.

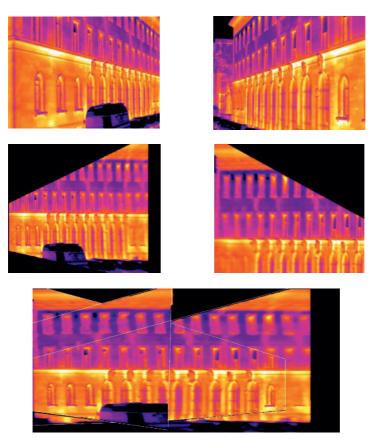


Bild 9: Kombination von Texturen: (oben) vorwärtsblickende und rückwärtsblickende Aufnahme, (mitte) entsprechende entzerrte Texturen, (unten) Kombination der Texturen zusammen mit der Textur aus Abb. 7

Ein Beispiel für die Kombination der Texturen einer Oberfläche aufgenommen aus verschiedenen Blickrichtungen (vorwärtsblickend und rückwärtsblickend) ist in *Bild 9* zu sehen. Hier wurden drei Teiltexturen derselben Fassade aus verschiedenen Aufnahmen zunächst manuell kombiniert. Die weißen Ränder markieren jeweils die Kanten zwischen den Teiltexturen. Da in diesem Beispiel nur drei Texturen zusammengesetzt wurden, gibt es oben im gesamten Texturbild für die Wandfläche zwei schwarze Ecken, für die keine Texturinformation vorliegt. Tatsächlich wurden jedoch während der Vorbeifahrt 50 Bilder/sec aufgenommen, so dass diese Wandfläche durch die Auswertung der mehrfach überdeckenden Bilder ausgefüllt werden kann. *Bild 10* zeigt die zusammengesetzte Textur von *Bild 9* auf dem 3D-Modell. Der schwarze Bereich der linken Fassade ist jedoch in keiner Aufnahme sichtbar, da er durch einen anderen Gebäudeteil auf Grund der Schrägsicht verdeckt wurde.

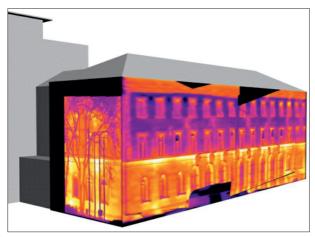


Bild 10: Gebäudemodell mit Texturen

Speichert man die räumliche Auflösung der Texturen in der Datenbank mit ab, können Aufnahmen verschiedener Quellen kombiniert werden. Grob aufgelöste, flächendeckend erfasste Texturen aus Luftaufnahmen können für einzelne Gebäudemodelle um hoch aufgelöste Texturen aus Bodenaufnahmen ergänzt werden.

6 Diskussion

Die aus terrestrischen Aufnahmen extrahierte Dachkante entspricht nicht immer der Dachkante des Gebäudemodells. Dies hat mit der Konstruktion der 3D-Modelle zu tun. Die Kantenextraktion liefert auf Grund des hohen Kontrasts zwischen Gebäude und Himmel die vordere Dachkante, nicht jedoch die Kante

zwischen Mauer und Dachunterseite auf Grund der ähnlichen Temperatur. Für das Gebäudemodell wird die Fassade entweder aus terrestrischen Messungen ohne Dachüberstand oder aus luftgetragenen Messungen mit Dachüberstand, aber ohne korrekte Fassadenposition erzeugt. In beiden Fällen wird bei der Überlagerung der Kanten aus dem Gebäudemodell und den Wärmebildern die sichtbare Unterseite des Daches zwischen innerer und äußerer Dachkante fälschlicherweise der Mauer zugeschlagen. Dadurch ergibt sich in der Fassadentextur eine Stauchung in der Höhe.

Das vorgestellte Verfahren verwendet zunächst für die Bestimmung der Kameraposition die tachymetrisch eingemessenen Trajektorien. Diese Methode ist zwar entschieden genauer wie die Bestimmung durch GPS, aber auch entschieden aufwändiger. Die relativ groben und gerade im dicht bebauten Stadtumfeld nicht immer korrekten GPS Daten erfordern ein robustes Matching. Dieses scheitert jedoch vielfach am Blickfeld der IR-Kameras. So sind kaum vollständige Fassadenecken im Bild zu sehen und damit in der Kameraprojektion des 3D-Modells kaum Kanten vorhanden. Hier ist das Verfahren über die geometrische Entzerrung der Einzelbilder besser geeignet. Treten in einem Bild jedoch viele kleine Flächen auf, wie bei luftgetragen Aufnahmen, so ist das erstere Verfahren klar im Vorteil, da es hier genug Kanten für die Kamerakorrektur gibt.

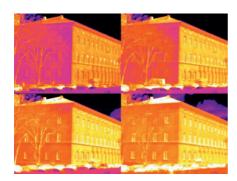


Bild 11:

Wärmebilder (8 - 12 µm) aus dem Tagesgang eines Gebäudeteils der TUM. Man sieht durch Vergleich der zu unterschiedlichen Zeitpunkten aufgenommen Bilder die Änderung der Temperaturverteilung durch Sonnenwanderung und Aufwärmung der Stirnseite.

Ein nächster Schritt ist die Behandlung von Eigen- und von Fremd-Verdeckungen. Durch Eigenverdeckung unvollständig aufgenommene Texturen sollen automatisch aus Aufnahmen aus anderen Blickwinkeln (vorwärts und rückwärts blickende Kamera) vervollständigt werden. Bei Fremdverdeckung durch z. B. Ampeln oder Bäume soll der Störkörper detektiert und eliminiert werden.

Die mit dem beschriebenen Verfahren extrahierten Teiltexturen, bzw. die aus ihnen erzeugten Oberflächentexturen, sollen zusammen mit dem 3D-Gebäude-

modell in einem Geoinformationssystem gespeichert werden. Eine besondere Herausforderung stellt dabei die Berücksichtung zeitlicher Ververänderungen (siehe *Bild 11*) dar. Weiterhin sind zur Anreicherung der Datenbasis thermische Merkmale und im Wärmebild sichtbare Strukturen (siehe *Bild 12*) zu erfassen und zu speichern.



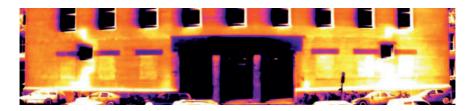


Bild 12:

Foto (oben) und Wärmebildmosaik (unten) vom Haupteingang der Technischen Universität München. Im Wärmebild werden die rechts und links vom Eingang unter dem Putz liegenden Fensterstürze und zugemauerten Fenster sichtbar. Auffällig ist auch der Verlauf der Heizungsrohre.

Danksagung

Für die Bereitstellung des Messfahrzeuges mit IR-Kameras und der Unterstützung bei der Messung danken die Autoren den Herren Dr. Clement, Dr. Schwarz und Kremer von FGAN-FOM, Ettlingen. Für die Planung der Meßkampagne mit dem Hubscharuber und Bereitstellung der Bildsequenzen danken die Autoren den Herren Dr. Lütjen, Dr. Schatz, Jäger und Frau Witte von FGAN-FOM, Ettlingen.

Die vorgestellten Arbeiten sind Teil des DFG-geförderten Forschungsprojektes »Enrichment and Multi-purpose Visualization of Building Models with Emphasis on Thermal Infrared Data« (STI 545/1-2), das im Rahmen des DFG-geförderten Bündelprojektes »Interoperation of 3D Urban Geoinformation (3DUGI)« bearbeitet wird.

Literaturverzeichnis

- Geßner & Krickau (2005): Luftgestützte Thermografie von Fernwärmeleitungen, Präsentation 20./21.09.2005, Fernwärmekolloquium Dresden, http://www.envico-scandat.de/content/lectures/Praesentation%20Dresden_manuell.pdf (zuletzt besucht 23.06.06)
- Hinz S., Stilla U. (2005): Car detection in aerial thermal images by local and global evidence accumulation. Pattern Recognition Letter, 27 (2006), 308-315
- Kirchhof M., Stilla U. (2006): Detection of moving objects in airborne thermal videos. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 61, in press (online available)
- Klingert M. (2005): Methoden der digitalen Bildverarbeitung in der Infrarotbauwerksthermografie. Forum Bauinformatik, BTU Cottbus, 287-294
- Lo, C, Quattrochi DA (2003): Land-Use and Land-Cover Change, Urban Heat Island Phenomenon, and Health Implications: A Remote Sensing Approach. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 69(9), 1053-1063
- Quattrochi D.A., Luvall J.C. (1999): Thermal infrared remote sensing for analysis of landscape ecological processes: methods and application. Landscape Ecology, 14, 577-598
- Siegert F., Zhukov B., Oertel D., Limin S., Page S.E., Rielay O. (2004): Peat fires detected by the BIRD satellite. International Journal of Remote Sensing, 25(16), 3221 3230
- Stilla U., Sörgel U., Jäger K. (2000): Generation of 3D-city models and their utilisation in image sequences. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. 33, Part B2, 518-524
- Stilla, U., Michaelsen E. (2002): Detektion von Fahrzeugen in Videosequenzen von luftgetragenen thermischen Kameras. Östereichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation VGI, 90(3+4), 79-86

DI W Bayern e.V. Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement



Mitteilungen

viii giataneren	-
Einladung zur Fachtagung und 60. Mitgliederversammlung in Regensburg	2
<i>W. Schwarz</i> Vermessungen im Sub-Millimeter-Bereich	17
A. Scharf, D. Börner, J. Krüger Ökologie in der Dorferneuerung Auswirkungen von Bodenentsiegelungsmaßnahmen	39
<i>U. Stilla, L. Hoegner</i> Automatische Auswertung von Wärmebildsequenzen zur Texturierung von 3D Gebäudemodellen	51
<i>M. Rößle</i> Manager, Magier und Moneten – Geldgeschichte und Geldgeschichten	63
A. Bogner, KH. Thiemann Machbarkeitsstudie zur Nutzung von Google Earth in der ländlichen Bodenordnung	77
A. Matheus Sicherheitsmaßnahmen für OpenGIS® Web Services am Beispiel von Disclaimer-Enablement	89
Tagungen, Sitzungen, Veranstaltungen	103
Aus dem Vereinsleben	109
Aktuelle Notizen	110
Bücherschau	121
Personalnachrichten	124
Veranstaltungskalender	127

ISSN 1613-3064

59. Jahrgang **1.2007**