

Automatische Texturierung von Gebäudemodellen mit Wärmebildern

Uwe STILLA und Ludwig HOEGNER

1 Einleitung

Wärmebildkameras nehmen elektromagnetische Strahlung im dem für Menschen unsichtbaren infraroten Bereich (IR) auf. Damit können Merkmale von Oberflächen bestimmt oder Objekte erkannt werden, die im visuellen Bereich verborgen bleiben. Um Objekte, die nur geringe Temperaturunterschiede besitzen, im Bild mit einem entsprechenden 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 vorher genannte Aspekt, sondern auch der Vorteil mit Wärmebildkameras die Tag- und Nachtsichtfähigkeit zu erlangen, 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.

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 Gebäudeteile 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. Den Bildpunkten (Pixel) der Wärmebilder von Gebäudeoberflächen bzw. den daraus berechneten Texturelementen (Texel) können so räumliche Koordinaten zugeordnet werden.

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 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. 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.

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.

...

Alles weitere im Tagungsband