

Quelle: 3D Reality Maps

Abbildung 3: Fotorealistisches 3D-Modell des Mount Everest, das aus Stereo-Satellitenbildern von Worldview-1 hergestellt wurde. Das Modell ist interaktiv unter www.everest3d.de zu betrachten.

DREI DIMENSIONEN IM INTERNET – TECHNOLOGIEN UND ANWENDUNGEN

Sowohl im Geschäftsumfeld als auch im Privatleben gibt es immer mehr Aufgabenstellungen, die eine räumliche Darstellung verlangen. Deshalb erleben raumbezogene Anwendungen im Internet und auf Navigationsgeräten und Smartphones einen regelrechten Boom. Der Trend geht nun sehr eindeutig von zweidimensionalen Karten zu hochauflösenden, dreidimensionalen Darstellungen von Städten und Landschaften. Mit neuen luftgestützten Vermessungstechnologien werden die Oberflächenmodelle immer genauer, die Luftbilder immer schärfer und eine fast perfekte, fotorealistische 3D-Darstellung kann in Echtzeit über das Internet abgerufen werden.

Die zur 3D-Darstellung notwendigen digitalen Oberflächenmodelle (DOM) werden bisher meist mit flugzeuggestützten Lidar-Technologien (Light Detection And Ranging) erfasst. Für die Massenproduktion von Geländedaten, wie sie der Markt zunehmend fordert, sind Lidar-Systeme nur bedingt geeignet, weil die Produktionskosten hoch sind und die Befliegungskapazität gering ist. Insbesondere in alpinen Regionen mit starken Reliefunterschieden stößt die Lidar-Technologie an ihre Grenzen.

In den letzten Jahren hat sich eine alternative Technologie entwickelt, die auf

der automatisierten Stereoauswertung von Luftbildern digitaler Luftbildkameras beruht. Ursprünglich wurde diese Technologie am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) im Rahmen der Mars-Express Mission der Europäischen Raumfahrtagentur entwickelt. Mit der sogenannten High Resolution Stereo Camera (HRSC), einer Farbstereokamera, wurde bis heute ein großer Teil der Mars-Oberfläche in 3D kartiert. Die Stereobildauswertung wurde am RMC (Robotik- und Mechatronik-Zentrum) des DLR weiterentwickelt und kann mittlerweile auf eine Vielzahl kommerzieller Digital-Luftbildkameras angewendet

werden. Zusammen mit weiteren technischen Neuerungen, wie den sogenannten Trägheitsnavigationssystemen (Inertial Measurement Units, IMU in Kombination mit GPS) werden Resultate von noch nie da gewesener Genauigkeit erzielt. Eine IMU an Bord der Maschine misst und dokumentiert die genaue Geschwindigkeit und Ausrichtung des Flugzeugs beziehungsweise der Kamera, wodurch eine weitgehend automatisierte photogrammetrische Stereoauswertung der digitalen Luftbilder ermöglicht wird.

Der am DLR entwickelte Semi-Global-Matching-Algorithmus (SGM) erlaubt die

Quelle: 3D Reality Maps

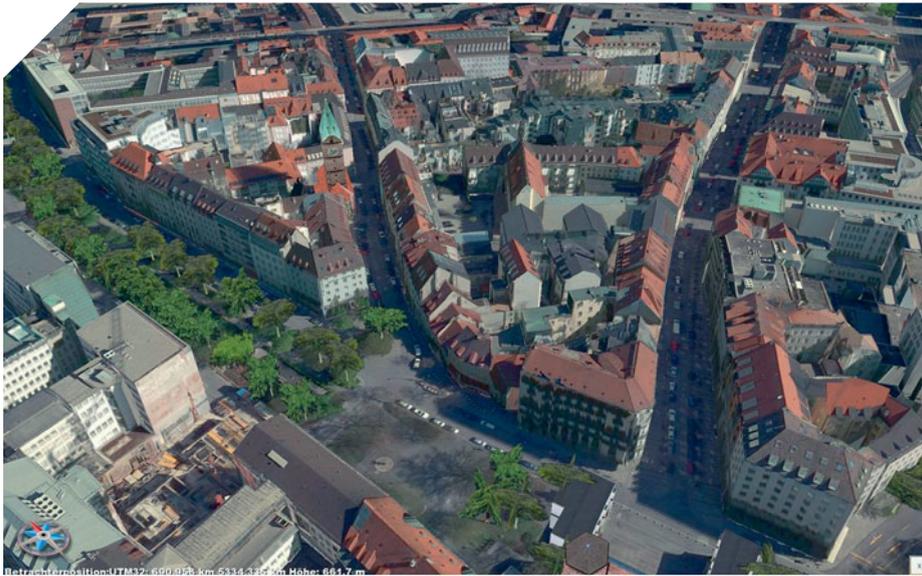


Abbildung 1: Fotorealistisches 3D-Stadtmodell, automatisiert aus Stereoluftbildern generiert.

Berechnung hochgenauer Oberflächenmodelle nicht nur auf Basis neuer Kamertechnologien des DLR, sondern auch auf Basis kommerzieller Luftbildkameras wie der UltraCam von Vexcel, der DMC von Zeiss und der ADS40 von Leica.

Die Stereoauswertung von Luftbildern liefert je nach Auflösung 16 (bei 25 Zentimeter-Bildauflösung) bis 200 (bei 5 Zentimeter-Bildauflösung) Höhenmesspunkte pro Quadratmeter. Für eine hochgenaue, kantenscharfe Berechnung der Oberflächenmodelle ist jedoch eine hohe Überlappung der Einzelbilder von 80 Prozent in Flugrichtung und mindestens 40 Prozent zwischen benachbarten Flugstreifen notwendig. Da sich die Überlappung in Flugrichtung nicht auf die Flugzeit auswirkt, können mit dieser Methode innerhalb eines Tages große Flächen mit hoher Genauigkeit erfasst werden. Für Landschaften haben sich 20 bis 30 Zentimeter Auflösung bewährt. Damit können zum Beispiel mit der Ultracam XP mehr als 1.500 Quadratkilometer pro Tag aufgenommen werden. Für die Herstellung von 3D-Stadtmodellen ist eine Auflösung von mindestens zehn Zentimetern notwendig, wobei hier die seitliche Überlappung 70 Prozent betragen sollte, um eine optimale Qualität bei der Gebäuderekonstruktion und den Fassadentexturen zu erreichen.

Dies macht die Verwendung von digitalen Luftbildkameras zur Herstellung von Geländedaten und True-Ortho-Luftbildern zur bevorzugten Methode, wenn eine sehr hohe Datenqualität bei gleichzeitig mode-

raten Kosten gefragt ist.

Eine Gegenüberstellung mit Lidar-Daten zeigt, dass die Genauigkeit der Luftbildtechnologie oftmals vergleichbar ist. Insbesondere für die 3D-Visualisierung von Städten und Landschaften ist eine Höhenabweichung von 30 bis 50 Zentimetern kaum relevant. Lidar-Systeme liefern momentan zu wirtschaftlichen Bedingungen weniger als acht Messpunkte pro Quadratmeter. Die Datenerfassung mit Lidar-Systemen ist zudem wesentlich kostspieliger. Einzig wenn die Geländeoberfläche, sprich der Boden unter der Vegetationsdecke, er-

fasst werden soll, sind Lidar-Systeme bis heute unersetzlich.

Ein weiterer Vorteil der Luftbild-Technologie ist, dass Oberflächenmodell und Luftbild perfekt zueinander passen. Nach der Berechnung des Oberflächenmodells aus den einzelnen triangulierten Luftbildern wird ein sogenanntes True-Ortho-Luftbildmosaik berechnet. Dieses Luftbildmosaik kann dazu verwendet werden, das Oberflächenmodell zu texturieren, um daraus fast perfekt naturgetreue Landschaften und Stadtmodelle zu generieren (Abbildung 1).

Fotorealistische Stadtmodelle erfreuen sich einer steigenden Nachfrage für eine Vielzahl von Anwendungen. Für die meisten Anwendungen ist jedoch eine kostengünstige Lösung gefragt, die die Lidar-Technologie nicht liefern kann. 3D RealityMaps hat ein Verfahren entwickelt, um aus den schräg blickenden Bildanteilen der einzelnen Luftbilder Fassadentexturen zu extrahieren und diese in einem automatischen Verfahren den 3D-Gebäudekörpern zuzuordnen. Abbildung 1 zeigt ein 3D-Stadtmodell von München, in dem die Fassadentexturen direkt aus den Original-Ultracam-XP-Luftbildern extrahiert und an die Gebäude projiziert wurden.

NEUE KAMERATECHNOLOGIEN

Qualitativ noch bessere Ergebnisse werden mit schräg blickenden Luftbildkameras er-



Abbildung 2: Fotorealistisches 3D-Stadtmodell, automatisiert aus Stereoluftbildern generiert und mit Bildern der Kamera des DLR texturiert.

Quelle: 3D Reality Maps

zielt, wie sie einige Hersteller mittlerweile auf den Markt gebracht haben. Am RMC-Zentrum des DLR in Berlin wurde nun eine neue Schrägluftbildkamera entwickelt, die so präzise und lagegenau Bilder aufnimmt, dass diese für eine automatisierte Stereoauswertung verwendet werden können.

Die 3D RealityMaps GmbH hat dazu ein Verfahren entwickelt, das es erlaubt ,mit den Schrägbildaufnahmen automatisch Gebäude zu texturieren, die mit der Kamera des DLR oder einer kommerziellen Luftbildkamera, wie der Quattro DigiCam Oblique von IGI, aufgenommen wurden. Abbildung 2 zeigt das Ergebnis dieses Verfahrens: Die Qualität der Fassadendarstellung ist um ein Vielfaches besser als die Extraktion der Texturen aus Senkrechtluftbildern.

In naher Zukunft werden die Ergebnisse noch einen Schritt besser sein: Gegenwärtig werden Verfahren entwickelt, um mittels Stereoauswertung der Schrägluftbilder aus Befliegungen mit der Kamera des DLR ein digitales Oberflächenmodell der vertikalen Fassadenstruktur zu berechnen. Künftig können dann auch Dachüberstände sowie Balkone und Erker an Gebäuden visualisiert werden. Dann sind 3D-Stadtmodelle keine Ansammlung von Klötzchen mehr, sondern es entstehen detailgenaue 3D-Modelle von Gebäuden und Häuserfassaden.

OBERFLÄCHENMODELLE AUS SATELLITENDATEN

Auch Daten von sehr hoch auflösenden Satelliten können mittlerweile für die 3D-Prozessierung verwendet werden. Dies ist zum Beispiel dann interessant, wenn Befliegungsgebiete sehr weit entfernt liegen oder Genehmigungen für die Befliegung nur schwer oder überhaupt nicht zu bekommen sind. Das Verfahren wurde ebenfalls am RMC-Zentrum des DLR entwickelt. Jüngstes und prominentestes Beispiel ist die 3D-Visualisierung des Mount Everest in unvergleichlich hoher Auflösung im Internet, ein Forschungsprojekt von 3D RealityMaps in Zusammenarbeit mit dem RMC-Zentrum und dem amerikanischen Satellitenbetreiber Digital Globe.

3D RealityMaps verwendet dazu die mit 0,54 Meter Bodenaufklärung höchst aufgelösten Satellitenbilder von Digital Globe. Das virtuelle 3D-Modell des Mount

Everest kann mit der leistungsfähigen und benutzerfreundlichen 3D-Software von 3D RealityMaps interaktiv im Internet betrachtet werden.

3D-VISUALISIERUNG IM INTERNET

Die Software von 3D RealityMaps ermöglicht erstmalig eine Visualisierung von 3D-Datensätzen in unbegrenzter Größe, Auflösung und Detailgenauigkeit. So können zum Beispiel touristisch interessante Regionen und Städte fotorealistisch im Internet präsentiert werden. Die Software kann kostenlos von der www.realitymaps.de-Website des Unternehmens heruntergeladen werden.

Durch die hier beschriebenen neuen Technologien wird die Produktion und Visualisierung von 3D-Stadt- und Landschaftsmodellen kostengünstig und erweitert damit den Einsatzbereich dieser raumbezogenen Daten gewaltig. Insbesondere Stadtmodelle haben eine Vielzahl von neuen Einsatzmöglichkeiten, wie etwa Stadtplanung, innere und äußere Sicherheit oder Tourismus.

ANWENDUNGSGEBIETE

So muss der Einsatz von Sicherheitskräften in Katastrophen- und Krisengebieten gut geplant sein, um keine unnötiges Risiko einzugehen. Dabei ist es hilfreich, wenn das Gelände und dessen Herausforderungen gut bekannt sind. Das ortsfremde Personal kann so die unbekanntere Gegend besser einschätzen hinsichtlich versteckter Gefahren und anderer Problemstellungen.

Oder in der Stadtplanung: Gerade wenn es um größere Projekte geht, müssen Stadtplaner auch die Bürger in ihre Vorhaben einbeziehen, wenn nicht gar sie davon überzeugen. Ein 3D-Modell ist sehr anschaulich. Eine fotorealistische Darstellung ist ein ideales Planungsinstrument und kann Entscheidungsprozesse erheblich verkürzen. Ein klassisches Beispiel war die Planung der Sportstätten in München und Oberbayern für die Bewerbung der bayerischen Hauptstadt für Olympia 2018. Das IOC konnte sich anhand einer 3D-Visualisierung von 3D RealityMaps von den verschneiten Alpen und den dort geplanten olympischen Skipisten, Sprungschanzen und Langlaufloipen über das Alpenvorland bis zur Landeshauptstadt München vom

Sportstättenkonzept überzeugen.

Von der Tourismusindustrie wird 3D-Technologie schon seit einigen Jahren eingesetzt und gewinnt immer mehr an Bedeutung im Marketing. Urlaubsgebiete machen mit fotorealistischen Karten und raumbezogener Unterkunftssuche auf sich aufmerksam. Die 3D-Karten werden auf den jeweiligen Internetseiten kostenlos zur Verfügung gestellt. Dort kann sich der Gast vorab optimal über die gesamte vorhandene Service-Infrastruktur und das gesamte Angebot an Freizeit-Aktivitäten erkundigen. Gleichzeitig erhält er alle notwendigen Informationen, von Preisen bis hin zu Öffnungszeiten und Fahrplänen von Bergbahnen. Da bleibt kein Wunsch offen – und die Vorfreude auf den Urlaub steigt.

Die Kunden, die sich für diese 3D-Lösung entscheiden, erhalten die Erstellung bei 3D RealityMaps aus einer Hand – von der Befliegung mit digitalen Luftbildkameras bis zum fertigen 3D-Stadtmodell. Die Kunden bekommen eine Komplettlösung von der Datenakquisition und -aufbereitung bis zur 3D-Visualisierung und Anbindung an bestehende Geodateninfrastrukturen. ◀

AUTOREN UND KONTAKT:

Prof. Dr. Florian Siegert
3D RealityMaps GmbH
Isarstr. 3
82065 Baierbrunn bei München
T: +49 (0)89 74849454
E: siegert@realitymaps.de
I: www.realitymaps.de

Frank Lehmann
Abteilungsleiter Sensorkonzepte und
Anwendungen Einrichtung Optische In-
formationssysteme am Institut für Robotik
und Mechatronik Deutsches Zentrum für
Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
Rutherfordstraße 2
12489 Berlin
T: +49 (0)30 67055 425
E: frank.lehmann@dlr.de
I: www.dlr.de