Zeitschrift: Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement = Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire = Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

Herausgeber: geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und Landmanagement

Band: 106 (2008)

Heft: 9

Artikel: UAV basiertes Augmented Monitoring : Echtzeit-Videodaten-Georeferenzierung und -Integration in virtuelle Globen

Autor: Eugster, H. / Nebiker, Stephan

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-236537

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

UAV basiertes Augmented Monitoring

Echtzeit-Videodaten-Georeferenzierung und -Integration in virtuelle Globen

Unbemannte Mini- und Mikrodrohnensysteme (UAV – Unmanned Aerial Vehicle) haben in den letzten Jahren eine starke Entwicklung erlebt und sind heute als kommerzielle Produkte auf dem Markt erhältlich. Viele dieser Systeme verwenden für die autonome Fluglageregelung kostengünstige INS/GPS-Sensoren und erlauben das Mitführen beliebiger Geosensoren wie Videokameras. Gleichzeitig stehen heute verschiedene webbasierte 3D-Geoinformationsdienste basierend auf virtuellen Globen zur Verfügung. Trotz ihrer Verfügbarkeit werden beide Technologien noch kaum kombiniert genutzt. Gerade die UAV basierte Echtzeit-Bilddatenintegration in virtuelle Globen bietet eine kostengünstige Möglichkeit, die Geobasisdaten von 3D-Geoinformationsdiensten rasch zu aktualisieren und damit den Nutzen markant zu steigern.

Les systèmes de mini ou micro-drônes (UAV – UnmannedAerialVehicle) ont connu,ces dernières années, une forte évolution et peuvent à présent être acquis sur le marché comme produits commercialisés. Pour l'ajustage de la position de vol beaucoup de ces systèmes utilisent des senseurs INS/GPS bon marchés et permettent d'emporter de quelconques géosenseurs tels que des caméras vidéo. Simultanément divers services de géoinformation 3D sont actuellement disponibles sur le web, basés sur des globes virtuels. Malgré leur disponibilité les deux technologies sont encore guère combinées. C'est précisément l'intégration sur des globes virtuels de données d'images en temps réel, basée sur UAV, qui offre une possibilité économique d'actualiser rapidement les données géobasées de services de géoinformation 3D et d'augmenter ainsi de façon significative leur utilité.

Negli ultimi anni i sistemi di minidroni e microdroni senza equipaggio (UAV – Unmanned Aereal Vehicle) hanno registrato un forte sviluppo e oggi sono disponibili sul mercato come prodotti commerciali. Molti di questi sistemi utilizzano, per l'orientamento controllato, i vantaggiosi sensori INS/GPS e consentono l'impiego di qualsiasi geosensore, come ad esempio le videocamere. Al contempo oggi si dispone di vari servizi di geoinformazione 3D con web, basati su mondi virtuali. Malgrado la loro utilizzabilità, le due tecnologie non trovano ancora un uso combinato. Proprio l'integrazione dei dati delle immagini in tempo reale, basata su UAV in mondi virtuali, offre la possibilità di attualizzare rapidamente i dai della geobase dei servizi d'informazione geografica 3D e quindi di incrementarne notevolmente il loro impiego.

H. Eugster, S. Nebiker

Einführung

Dieser Beitrag zeigt eine Prototyplösung auf, mit der Videoaufnahmen aus Mini- oder Mikrodrohnen in Echtzeit oder offline in einen virtuellen Globus integriert werden können. Dabei wurde der Fokus speziell auf die Verwendung von kostengünstigen und rasch verfügbaren Mini- und Mikrodrohnensystemen gelegt. Gerade auf Plattformsystemen dieser Kategorie können wegen Gewichtslimitierungen und aus Kostengründen zur Fluglagebestimmung nur Sensorsysteme geringer Qualität verwendet werden. Diese Einschränkungen limitieren die Georegistrierungsgenauigkeit, mit welcher die Videodaten in die virtuelle Welt integriert werden können. Die Prototyp-Entwicklung erfolgte im Rahmen des KTI-Projekts «Virtual Monitoring» [1] am Institut Vermessung und Geoinformation der Fachhochschule Nordwestschweiz. Weitere Informationen über die realisierte Lösung sind in der Publikation [2] zu finden.

Verwendete Basistechnologien

Mini- und Mikrodrohnen werden zunehmend als kostengünstige und effiziente Aufnahmeplattformen für Geodaten eingesetzt. Von Mini- und Mikro-UAV wird gesprochen, wenn deren maximales Abfluggewicht 30 kg bzw. 5 kg nicht übersteigen. Diese Fluggeräte verfügen meist über einen integrierten Fluglagekontroller, der eine automatische Stabilisierung sowie eine ferngesteuerte Navigation erlaubt. Einige Plattformen verfügen zusätzlich über einen Autopiloten, der vollständig autonome Flüge ermöglicht. Die für die Fluglagedatenbestimmung notwendigen Sensordaten werden meist mittels MEMS (Micro-Electro-Mechanical System) basiertem Inertialnavigationssystem (INS), Navigations-GPS-Empfänger, Magnetkompass und Barometer erfasst. Dabei werden die Fluglagedaten bestehend aus Position, Ausrichtung und Geschwindigkeit aus den einzelnen Sensoren vom Fluglagekontroller durch Sensordatenfusions-Algorithmen optimal geschätzt. Die Prototyplösung verwendet das Mikrodrohnensystem microdrones md4-200 (Abb. 1) mit den folgenden Merkmalen:

max. Abfluggewicht:	0.9 kg
max. Zuladung:	0.3 kg
Flugdauer:	~20 min

Genauigkeit Fluglagedaten	
3D-Position:	3–4 m
Roll- und Nickwinkel:	1–2°
Gierwinkel:	3–5°

Für die Videodatenerfassung verwenden wir eine nichtmetrische PAL-Videokamera.
Als zweite wichtige Komponente verwendet die umgesetzte Lösung 3D-Geo-

informationsdienste basierend auf virtuellen Globen, prominente Beispiele für solche Dienste sind Google Earth oder Microsoft Virtual Earth. Die meisten virtuellen Globen bieten die Möglichkeit, grosse Mengen an Geodaten über das Internet zu «streamen» und in Echtzeit darzustellen. Dabei wird die virtuelle 3D-Landschaft meist aus Höhenmodellen, Orthophotomosaiken, 3D-Modellen sowie POI (Points of Interest) aufgebaut. Heutige Dienste weisen aber auch einige Mängel auf, so sind gerade die für Echtzeit-Überwachungen oder Entscheidungssupport-Anwendungen sehr wichtigen Orthobilddaten meist nicht aktuell. Weiter bieten die erwähnten Technologien keine Möglichkeit Bild- bzw. Videodaten in Echtzeit zu integrieren. Aus diesen Gründen verwenden wir unseren eigenen an der Fachhochschule Nordwestschweiz entwickelten virtuellen Globus i3D (Abb. 2). Die i3D-Technologie stellt die gängige Funktionalität heutiger virtueller Globen zur Verfügung und ist darüber hinaus speziell optimiert für die Echtzeit-Integration von Geodaten mit Submetergenauigkeit. Informationen über den virtuellen Globus i3D sind verfügbar unter [3].

Systemarchitektur und Videodatenintegration

Nachfolgend werden die Architektur und im Speziellen die Videodatenverarbeitung und -Integration der realisierten Lösung vorgestellt. Das mittels Mini- oder Mikrodrohnensystem aufgenommene Video lässt sich in Echtzeit- oder im Offline-Modus in die i3D-Technologie integrieren. Die Integration kann in zwei unterschiedlichen Varianten durchgeführt werden. Bei der ersten Variante, dem Augmented Monitoring, werden die georeferenzierten Videodaten mit den Objekten aus dem virtuellen Globus überlagert. Der zweite Ansatz, das Virtual Monitoring, erlaubt die Visualisierung des erfassten Videos in einem Grafikfenster und synchron dazu in einem zweiten Fenster die Darstellung der aktuellen Ausrichtung und Position des Aufnahmekegels der Videokamera in der virtuellen Welt. Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die beiden Integrationsansätze und verdeutlichen die beschriebenen Konzepte.

Abb. 1: Mikrodrohnensystem microdrones md4-200.

Sämtliche in der Prototyplösung involvierten Hardwarekomponenten sowie die gesamte entwickelte Datenverarbeitungskette sind in Abbildung 5 aufgezeigt. Am Anfang befindet sich die Aufnahmeplattform die mit Fluglagekontroller, Videokamera und Datenlinksender ausgerüstet ist. Der Fluglagekontroller liefert Fluglagenzustände bestehend aus Zeitstempel, Position, Geschwindigkeit und Ausrichtung mit einer Rate von 4–5 Hz. Die Videokamera erfasst ein analoges PAL-Videosignal das mit den Fluglagezuständen über einen analogen Datenlink zur Bodenkontrollstation übertragen wird. Die an der Bodenkontrollstation empfangenen Fluglagezustände und das Videosignal werden über getrennte Schnittstellen für die weitere Verarbeitung zur Verfügung gestellt. Damit die erfassten Videodaten später mit Hilfe der aufgezeichneten Fluglagedaten georegistriert werden können, wird dem Videosignal mit Hilfe der Time-Code-Integrator Komponente eine Zeitstempelinformation hinzugefügt bevor dieses analog/digital gewandelt wird. Bei der Echtzeit-Videodatenintegration werden die beiden verfügbaren Datenströme direkt von einer portablen Arbeitsstation empfangen und verarbeitet. Bei einer Offline-Anwendung können die beiden Datenströ-

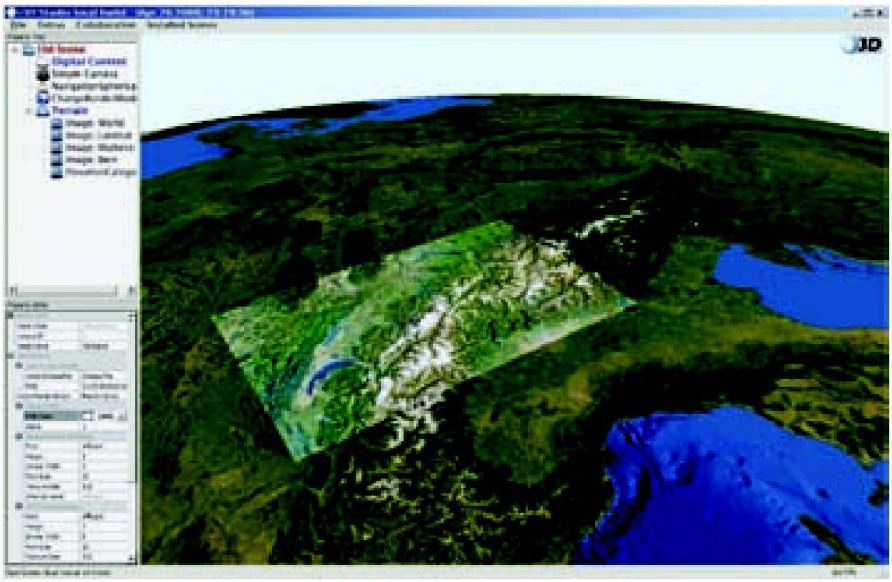

Abb. 2: i3D-Editor und -Viewer.

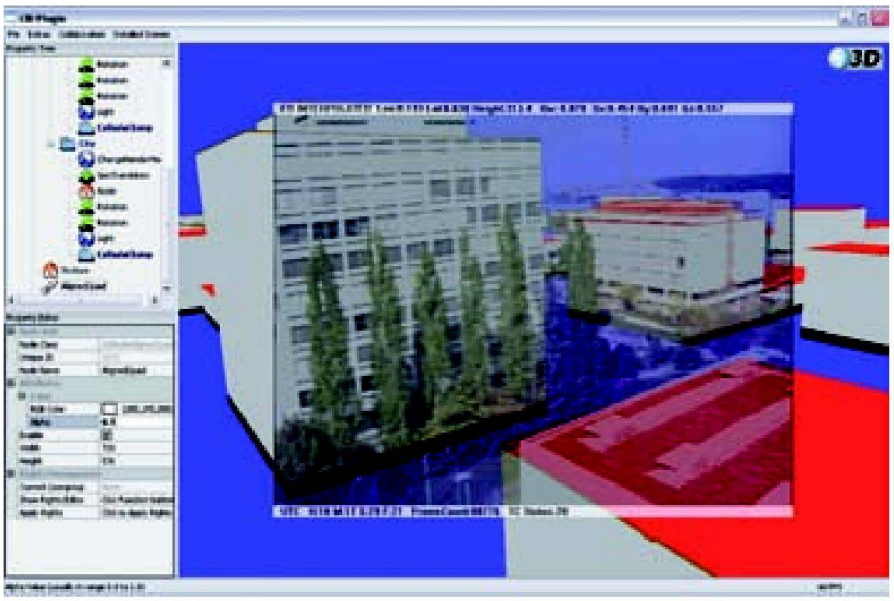

Abb. 3: Beispiel Augmented Monitoring Integrationsansatz.

me in Dateien aufgezeichnet und zu einem späteren Zeitpunkt verarbeitet werden.

Die für die weitere Videodatenverarbeitung benötigten Softwarekomponenten basieren auf dem Microsoft DirectShow-Framework. Dieses stellt verschiedene Filter zur Verfügung, die unterschiedliche Funktionen wie Lesen, Schreiben oder Darstellen von Videos unterstützen. Eine beliebige Videoanwendung wie z.B. ein Video-Player lässt sich durch entsprechende Kombination der verschiedenen Filter realisieren. Die Umsetzung der Prototyplösung erforderte die Implementierung von drei speziellen zusätzlichen Filtern. Dabei werden die ersten zwei Filter benötigt, um die Georegistrierung der Videodaten durchzuführen. Bei diesem Prozess wird jedes einzelne Videobild aufgrund der zur Verfügung stehenden Zeitstempelinformation mit den Fluglagezuständen synchronisiert. Aus den Fluglagezuständen lässt sich nun mit dem Ansatz der direkten Georeferenzierung für jedes einzelne Videobild die äussere Orientierung bestimmen. Unter direkter Georeferenzierung versteht man in der Photogrammetrie das direkte Messen der Parameter der äusseren Orientierung jeder Aufnahme mittels INS/GPS-Sensoren. Für die korrekte Bestimmung der äusseren Orientierung der Videodaten wird zusätzlich die Fehlausrichtung zwischen optischer Achse der Videokamera und INS-Referenz berücksichtigt. Mit der zusätzlich verfügbaren inneren Orientierung steht nun das vollständige Sensormodell – bestehend aus innerer und äusserer Orientierung für jedes einzelne Videobild – für die weitere Verarbeitung zur Verfügung. Die benötigte Fehlausrichtung sowie die Parameter der inneren Orientierung können mit einem vorgängig durchgeführten Kalibrierungsflug ermittelt werden. Der dritte Filter umfasst schliesslich einen erweiterten i3D-Viewer, welcher die Videodaten mit dem Sensormodell liest und in einer der zwei vorgestellten Integrationsvarianten in die virtuelle Welt integriert.

Anwendungen und Resultate

Die vorgestellte Prototyplösung verfügt über ein grosses Potenzial zur Realisierung konkreter Applikationen in unterschiedlichen Anwendungsgebieten. Dabei bildet der virtuelle Globus i3D das Fundament für die unterschiedlichen Anwendungsszenarien. Mit Hilfe der vorgestellten Vi-

Abb. 4: Beispiel Virtual Monitoring Integrationsansatz.

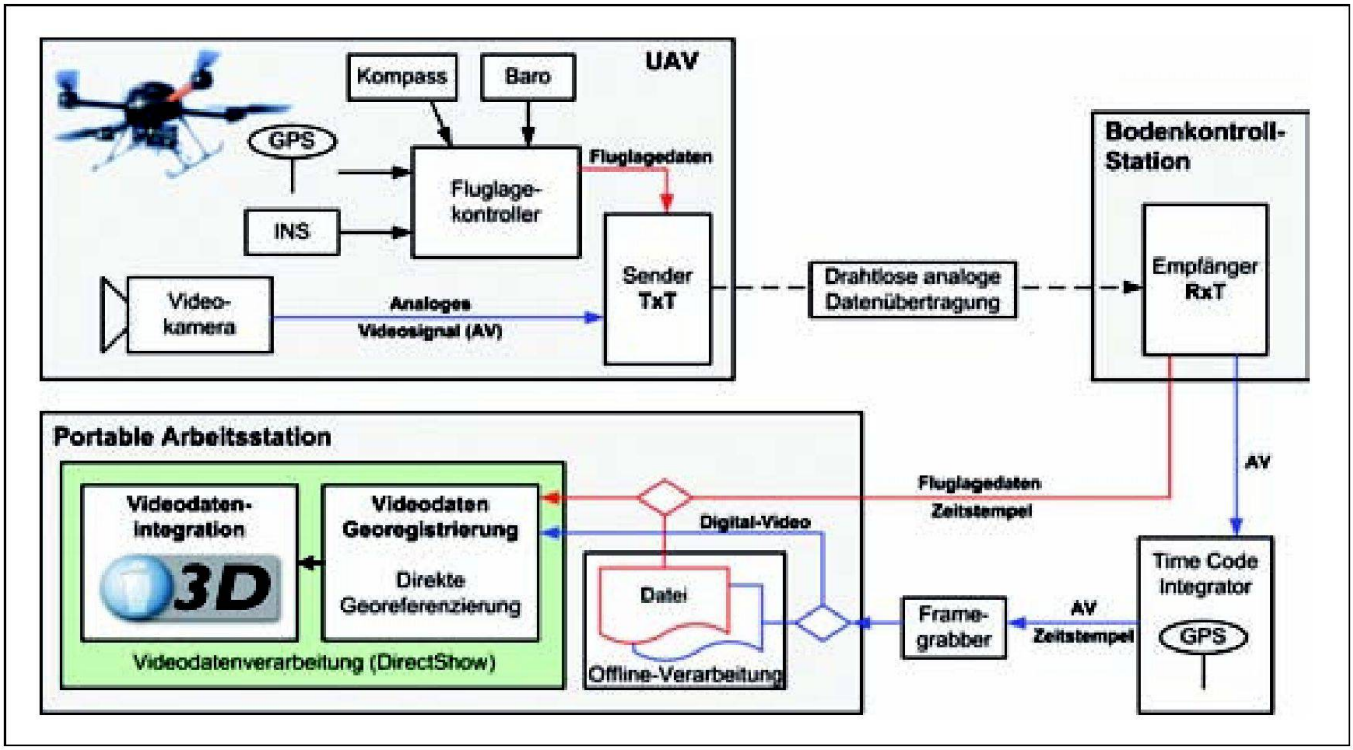

Abb. 5: Systemarchitektur und Videodatenverarbeitungskette der Prototyplösung.

deointegrationsstrategien Augmented Monitoring und Virtual Monitoring können aus den Videodaten unterschiedliche Geodaten in Echt- oder Nahechtzeit abgeleitet werden. Viele typische Anwendungen können im Sicherheits- und Überwachungsbereich identifiziert werden. Grenz-, Waldbrand- und Verkehrsüberwachungen oder die Unterstützung der Einsatzleitung bei Naturkatastrophen sind nur einige vielversprechende Beispiele. Weiter kann aufbauend auf dem Augmented Monitoring Ansatz das virtuelle Pilotieren von unbemannten Flugplattformen realisiert werden. Den vielen Anwendungen gemeinsam ist der Bedarf nach einer hoch aktuellen Geodatengrundlage, die mit dem vorgestellten System geschaffen werden kann.

Mit der Prototyplösung bestehend aus Mikrodrohnen-Aufnahmeplattform, Videodatenverarbeitungskette und virtuellem Globus kann bei üblichen Flughöhen von 50–300 m irgendwo auf dem Globus eine Echtzeit-Georegistrierungsgenauigkeit von 6–15 m erwartet werden. Diese Genauigkeit wird in erster Linie von der Qualität der eingesetzten Geosensoren auf der Aufnahmeplattform sowie der Genauigkeit des digitalen 3D-Landschaftsmodells im virtuellen Globus bestimmt. Für viele der erwähnten Anwendungen ist diese Genauigkeit jedoch bereits absolut ausreichend.

Ausblick

Werden höhere Ansprüche an die Georegistrierungsgenauigkeit von einem solchen System gefordert, müssen neue Ansätze verfolgt werden, welche die verwendeten Geosensoren tiefer Qualität entsprechend unterstützen und verbessern. Dies kann beispielsweise mit Hilfe einer integrierten Georeferenzierung realisiert werden. Bei diesem Verfahren wird die Georeferenzierung mit zusätzlichen Bildbeobachtungen auf bekannte Objekte – in unserem Fall wiederum aus dem virtuellen Globus – verbessert. Dieser Ansatz benötigt ein stabiles automatisches Zuordnungsverfahren vom Bild zum 3D-Landschaftsmodell, das zur Zeit entwickelt und künftig die vorgestellte Lösung ergänzen soll. Erste entsprechende Untersuchungen haben gezeigt, dass die Georegistrierungsgenauigkeit mit diesem Ansatz um den Faktor vier gesteigert werden kann.

Dank

Diese Arbeit wird von der schweizerischen Förderagentur für Innovation KTI finanziell mit unterstützt.

Informationen:

[1] KTI-Projekt Virtual Monitoring: www.fhnw.ch/habg/ivgi/forschung/vimo.

[2] Eugster, H. and Nebiker, S. 2008. UAV-based Augmented Monitoring – Real-time Georeferencing and Integration of Video Imagery with Virtual Globes, Proceedings of the XXIst ISPRS Congress, Volume XXXVII, Part B1, Beijing.

[3] i3D-Technologie: www.fhnw.ch/habg/ivgi/forschung/i3d.

Hannes Eugster
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Prof. Dr. Stephan Nebiker
Dozent für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformatik
Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik
Institut Vermessung und Geoinformation
Gründenstrasse 40
CH-4132 Muttenz
hannes.eugster@fhnw.ch
stephan.nebiker@fhnw.ch