



## Satellitendaten in internetbasierten Informationssystemen – Möglichkeiten der Bilddatenkompression

Frederic Petrini-Monteferri <sup>1</sup>, Christian Hoffmann <sup>2</sup>

<sup>1</sup> *GeoVille Informationssysteme GmbH, Museumstrasse 9-11, 6020 Innsbruck*

<sup>2</sup> *GeoVille Informationssysteme GmbH, Museumstrasse 9-11, 6020 Innsbruck*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **89** (3–4), S.  
177–180

2001

BibT<sub>E</sub>X:

```
@ARTICLE{Petrini-Monteferri_VGI_200122,  
Title = {Satellitendaten in internetbasierten Informationssystemen -- M{"o}  
glichkeiten der Bilddatenkompression},  
Author = {Petrini-Monteferri, Frederic and Hoffmann, Christian},  
Journal = {VGI -- {"O}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessung und  
Geoinformation},  
Pages = {177--180},  
Number = {3--4},  
Year = {2001},  
Volume = {89}  
}
```



- [5] Bolter R. & Leberl F. (2000b): Detection and Reconstruction of Human Scale Features from High Resolution Interferometric SAR Data. Proceedings of the ICPR 2000, Volume 4: Applications, Robotics Systems and Architectures, Barcelona, Spain, pp. 291–294.
- [6] Bolter R. & Leberl F. (2000c): Fusion of Multiple View Interferometric and Slant Range SAR Data for Building Reconstruction. EOS/SPIE Remote Sensing Symposium, Barcelona, 2000, Conference on SAR Image Analysis, Modeling, and Techniques III, SPIE Vol. 4173, pp. 241–250.
- [7] Leberl F., Bolter R. (2001): Building Reconstruction from Synthetic Aperture Radar Images and Interferometry. 3<sup>rd</sup> Int'l

Workshop on Automatic Extraction of Man-Made Objects from Aerial and Space Images, 10.–15. Juni 2001, Monte Verita, Ascona, Schweiz. Erscheint im Birkhäuser Verlag, Basel-Boston-Zürich.

#### *Anschrift der Autoren*

Univ.-Prof.Dr. Franz Leberl, DI. Rainer Kalliany: Institut für Maschinelles Sehen und Darstellen, Technische Universität Graz, Inffeldgasse 16, A-8010 Graz; E-Mail: leberl@icg.tu-graz.ac.at, kalliany@icg.tu-graz.ac.at



## Satellitendaten in internetbasierten Informationssystemen – Möglichkeiten der Bilddatenkompression

*Frederic Petrini-Monteferrri und Christian Hoffmann, Innsbruck*

### Zusammenfassung

Die Dateigröße von Satellitendaten bewegt sich oftmals im Bereich mehrerer hundert Megabyte und kann diesen Wert bei großräumigen Mosaiken sogar bei weitem überschreiten. Datenhandhabung und Datennutzung werden dadurch entscheidend behindert und erschwert. Dieses Faktum wird durch die Dateigrößen der neuen VHR (Very High Resolution) Daten (wie z.B. IKONOS) noch verstärkt. Die Kompression von Bilddaten ist daher ein wichtiger Forschungsgegenstand und es entstanden verschiedene Ansätze, wie z.B. die Kompression mit Wavelets oder die fraktale Kompression. Der vorliegende Beitrag hat das Ziel, verschiedene Kompressionsverfahren zu vergleichen und Möglichkeiten für die Betrachtung und Übertragung von Satellitendaten in Informationssystemen über das Internet aufzuzeigen.

### Abstract

Filesizes of satellite data are often in the dimension of several hundreds of megabytes. Large image mosaics can even surpass this value. The same applies to the newly available VHR (Very High Resolution) satellite data (e.g. IKONOS). These filesizes can dramatically affect datahandling as well as usage of the data. Hence research in the field of image compression is an important issue and has resulted in a number of different approaches such as the wavelet-based or fractal compression. The present paper compares different compression methods and proposes techniques to view and integrate satellite data into internet-based information systems.

### 1. Einleitung

Mit der steigenden Popularität des Internet durch Präsentationen im World Wide Web hat die Datenkompression enorm an Wichtigkeit gewonnen. Die Kompression von Satellitenbilddaten hat die Aufgabe, die inhärenten räumlichen und spektralen Informationen entsprechend zu reduzieren aber dennoch keine oder nur geringe visuelle Beeinträchtigungen zuzulassen [1]. Dabei ist grundsätzlich zwischen verlustfreien (lossless) und verlustbehafteten (lossy) Verfahren zu unterscheiden.

- Bei den verlustfreien Verfahren werden die Redundanzen (sich wiederholende Komponenten) eines Bildes zusammengefaßt. Bei aufeinanderfolgenden Pixeln gleicher Farbe

beispielsweise wird nur einmal die Farbe und die Anzahl der Pixel gespeichert. Die gesamte Bildinformation wird erhalten, die Datei bleibt daher relativ groß. Die Eignung für Internetanwendungen ist damit begrenzt.

- Bei den verlustbehafteten Verfahren werden zusätzlich irrelevante Informationen, z.B. geringe Farbabstufungen, entfernt. Es kommt neben einer Datenkompression auch zu einer Datenreduktion [2], wobei die Kompressionsrate bestimmt werden kann. Allerdings werden bei diesen Verfahren Bildstörungen – sogenannte Artefakte – erzeugt, die bei steigendem Kompressionsgrad zunehmen. Die Kompressionsraten sind höher als bei verlustfreier Kodierung und die Bilder können über das Internet transportiert werden.

## 2. Charakteristika der Komprimierungstechnologien

### 2.1 Fraktale Bildkompression

Die fraktale Bildkompression basiert auf dem Grundgedanken der fraktalen Geometrie. In der Natur bestehen – wie bei den Bildern fraktaler Berechnungen (Mandelbrot set) – Selbstähnlichkeiten. Scheinbar zufällige Formen sehen im ‚Großen aus wie im Kleinen‘. Eine Küstenlinie zeigt vergrößert immer neue Einbuchtungen und Vorstöße, die denen eines größeren Abschnittes ähneln. Durch Vergleich von großen mit kleinen Bildbereichen versucht man in digitalen Bildern ebenfalls solche Ähnlichkeiten zu ermitteln. Dazu wird das Bild gleichmäßig in kleine Rangeblöcke eingeteilt. Für jeden Rangeblock wird im Bild ein Domainblock gesucht, der dem Rangeblock ähnelt [3].

Der Encoder vergleicht dabei Range- mit den Domainblöcke. Ein Vergleich beinhaltet einen Helligkeits- und Kontrastabgleich sowie zudem mehrere affine Transformationen wie Spiegelungen und Rotationen der Domainblöcke [4]. Ist ein Rangeblock ausreichend genau durch einen Domainblock beschrieben, so wird zum nächsten Rangeblock übergegangen.

Der Dekoder baut das Bild aus dem Satz von Transformationen auf, der beim Kodieren erstellt wurde. Dabei ist jedem Rangeblock eine Transformation zugeordnet. Erfahrungswerte zeigen, daß 8 bis 10 Iterationen ausreichen, um das Originalbild hinreichend wiederzugeben. Ein wesentliches Merkmal fraktaler Kompression ist die Tatsache, daß der Dekodierungsprozess auflösungsunabhängig ist. Ein dekodiertes Bild, das die doppelte Größe des Originals besitzt, zeigt künstliche Details, die in Wirklichkeit nicht vorhanden sind, vermeidet dafür aber Pixeleffekte.

### 2.2 Wavelet basierte Kompression

Wavelets wurden in den 80er Jahren als Alternative zur Fourier-Transformation im Bereich des digitalen Signal-Processing entwickelt. Es handelt sich dabei um mathematische Funktionen, die eine Datenmenge in verschiedene Frequenzbereiche aufteilen und jede Komponente mit einer ihrem Maßstab angepaßten Auflösung erfassen [5]. Vor allem bei Bildern mit starken Diskontinuitäten (Farb-, Helligkeitssprünge etc.) zeigen sich die Vorteile von Wavelets gegenüber der konventionellen Fourieranalyse (z.B. bei JPEG). Während bei der Fourier Transformation die Analyse-Fenster stets die gleiche Größe haben, variiert diese bei der Wavelet Transforma-

tion. Signalsprünge gehen daher bei der Fourieranalyse oft unter. Die Fourier-Sinus- und -Cosinus-Funktionen sind zudem im Gegensatz zu den Wavelet-Funktionen räumlich nicht verortet.

Bei der Transformation von Signalen unter Verwendung von Wavelets werden zum einen Filter zur Mittelung von Signalen und zum anderen Filter zur Hervorhebung von Details verwendet. Einige der aus einer Transformation resultierenden Waveletkoeffizienten korrespondieren mit den Details im ursprünglichen Datenset. Sind die Einzelheiten klein, so können sie weggelassen werden, ohne die Grundstruktur des Datensets nachhaltig zu verändern. Waveletkoeffizienten zeigen Veränderungen in Bild- bzw. Signalverlauf an. Bereiche ohne oder mit nur geringfügigen Veränderungen ergeben sehr kleine Koeffizienten. Durch Einführen von Schwellenwerten wird eine effektive Kompression herbeigeführt, weil dadurch alle Waveletkoeffizienten unterhalb der Werte gleich null gesetzt und ignoriert werden.

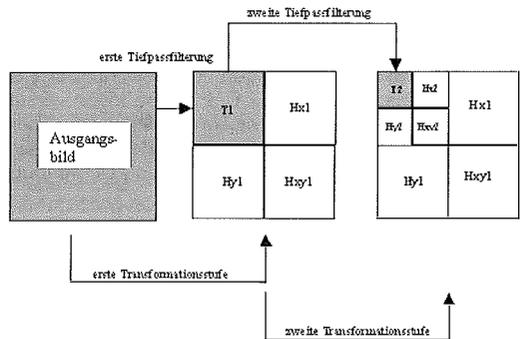


Abb. 1: Das Prinzip der Wavelet-Transformation

Die Ursprungsmatrix wird in der ersten Transformationsstufe in drei Hochpaßanteile ( $Hx1, Hy1, Hxy1$ ) sowie einen Tiefpaßanteil ( $T1$ ) zerlegt (Abb.1). In der nächsten Transformationsstufe wird nur noch der erste Tiefpaßanteil ( $T1$ ) in wiederum drei Hochpaßanteile ( $Hx2, Hy2, Hxy2$ ) sowie einen Tiefpaßanteil ( $T2$ ) zerlegt. Die Hochpaßanteile der ersten Transformationsstufe bleiben erhalten. Das Ursprungsbild wird somit quasi hierarchisch zerlegt. In den Hochpaßanteilen der ersten Transformationsstufe werden die feinen Bildstrukturen erfaßt, in den Hochpaßanteilen der folgenden Transformationsstufen zunehmend gröbere Bildstrukturen.

Normalerweise wird die Transformation nicht mit den einfachen Wavelet-Funktionen, sondern mit spezielleren Funktionen der Daubechies Wavelets oder biorthogonalen Wavelets ausgeführt, um gute Resultate zu erzielen. Auch die Art des

Bildes kann über die Auswahl einer Funktion entscheiden [6]. Der neue JPEG 2000 Standard beruht im Kern ebenfalls auf einer Wavelet-Transformation. Eine Einteilung in Bildblöcke erfolgt hier erst nach der Wavelet-Transformation und nicht wie bisher vor der Diskreten Fourier-Transformation [7]. Da bei der Transformation immer nur die Umgebung eines Pixels betrachtet wird, können Abweichungen an Blockkanten geglättet werden.

### 3. Vergleich der Kompressionsverfahren

Die Tests der verschiedenen Kompressionsverfahren für Satellitendaten zeigen jeweils ihre Stärken und Schwächen. So fällt bei der fraktalen Kompression besonders die lange Kompressionszeit auf. Auch die Übertragungszeiten für Bilder im Internet liegen etwas höher als bei den anderen Kompressionsverfahren [8]. Typische Artefakte sind das Auftreten von Strukturauflösungen und gebietsweise Blockbildungen. Die Blöcke enthalten zum Teil Bilddaten aus anderen Bildbereichen. Bei mittleren und hohen Kompressionsraten nehmen die Artefakte oft nicht in

dem Umfang wie bei anderen Verfahren zu, die Artefakte treten allerdings bereits bei geringen Kompressionsraten auf. Wenngleich die Auswahl an fraktalen Kompressoren vergleichsweise eingeschränkt ist, sind für bestimmte Formate (z.B. Fraktal Image Format FIF) Browser Plug Ins verfügbar.

Die wavelet-basierte Kompression zeichnet sich durch Kompressions- und Dekompressionszeiten aus, die nur unwesentlich über jenen der JPEG-Kompression liegen. Die Qualität der komprimierten Dateien ist hoch und eine Blockbildung, wie sie bei höheren JPEG-Kompressionsraten häufig auftritt, wird vermieden. Typische Artefakte der wavelet-basierten Kompression sind Unschärfen und Auskörnungen. Entlang von Kanten kann es zu Welleneffekten (Ausfransungen) kommen, die ihre Ursache in der Länge der Wavelet-Filter haben. Für eine Vielzahl von wavelet-basierten Bildformaten (z.B. .LWF, .MW) gibt es Browser Plug-Ins, mit welchen die Bilder im Internet betrachtet werden können.

Ein Beispiel für einen derartigen wavelet-basierten Bilddatenkompressor ist der Multi-resolution Seamless Image Database (MrSID) Kom-

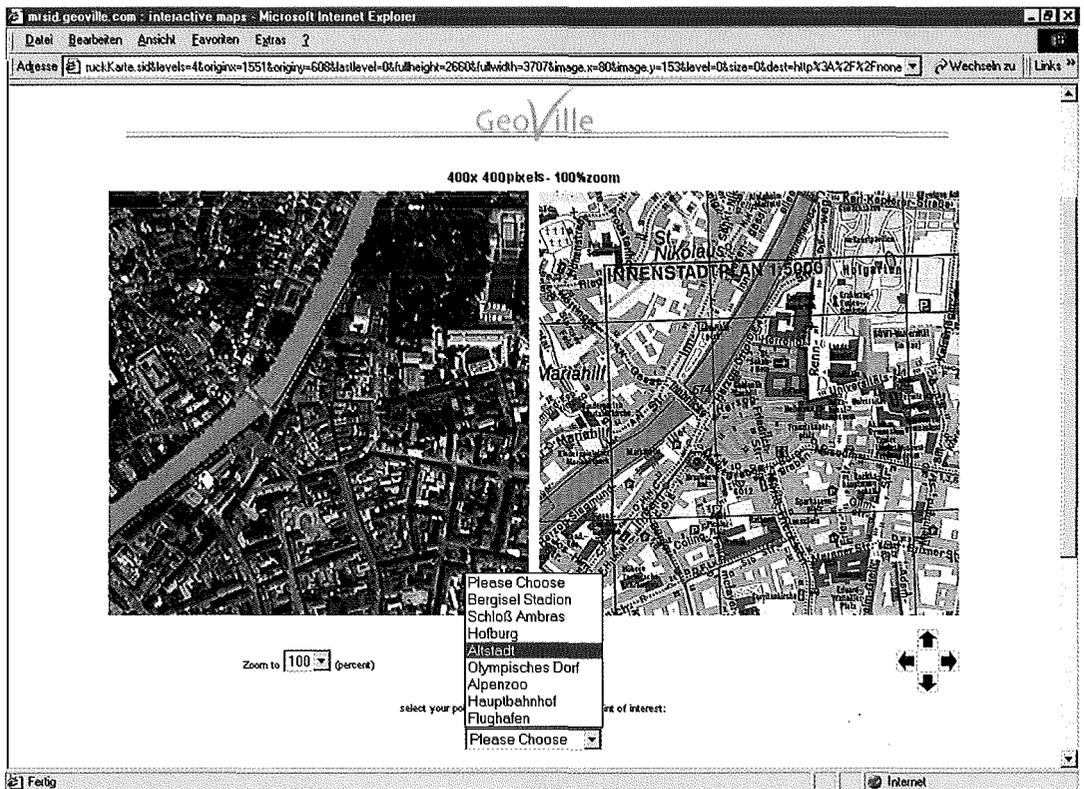


Abb. 2: Integration der wavelet-komprimierten Satellitendaten in Internet-Informationssysteme (Copyright Bilddaten: SIE 2000, Kartenmaterial: Kompass-Karten, Rum/Innsbruck)

pressor, den die Firma LizardTech für die Verwaltung hochaufgelöster Bilddaten entwickelt hat. Die Kompressionsraten betragen bei 8-bit Bildern 15-20:1, bei 24-bit RGB-Bilddaten 30-50:1. Das MrSID-Dateiformat ermöglicht den Erhalt der Geokodierung und anderer Metadaten.

#### 4. Integration in internetbasierte Informationssysteme

MrSID komprimierte Daten können im Internet mittels eines Viewers dargestellt werden. Bewegt man sich innerhalb der Bilddatei, wird der jeweilige Ausschnitt in Echtzeit dekomprimiert und übertragen. Diese selektive Dekompression gibt die Möglichkeit, mehrere Gigabyte umfassende Datensätze in beliebigen Auflösungsstufen zu betrachten und diese auch in verteilten GIS-Systemen via Intranet und Internet zu betrachten und analysieren [9].

Um den Anforderungen in internet-basierten Informationssystemen gerecht zu werden, wurde der Image Server dahingehend konfiguriert, dass zu den jeweiligen dekomprimierten Satellitenbilddausschnitten simultan ebenfalls MrSID-komprimierte und räumlich idente Kartenausschnitte verfügbar gemacht werden (Abb.2). Dadurch ist beispielsweise eine Identifikation von Straßen, wichtigen infrastrukturellen Einrichtungen und Sehenswürdigkeiten möglich. Zudem kann der Betrachter durch Eingabe von Suchbegriffen selbst nach relevanten Einträgen in einer mit den Bilddaten verknüpften Datenbank suchen. Das System wurde weiters dahingehend konfiguriert auch Eintragungen zu ermöglichen. So können Points of Interest über die Verknüpfung

mit der Datenbank im Satellitenbild verortet und damit am Internet anwählbar gemacht werden.

#### Dank

Die vorliegenden Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes „Einsatz von Satellitendaten in Informationssystemen“ vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur finanziert GZ 79.092/2/II/A/5/98.

#### Referenzen

- [1] *Oien et al. (1991)*: An inner product space approach to image coding by contractive transformations, Proc. ICASSP, pp. 2773-2776.
- [2] *Fisher Y. (Hrsg.) (1995)*: Fractal Image Compression: Theory and Application, New York.
- [3] *Barnsley F., & Hurd L. (1996)*: Bildkompression mit Fraktalen, Wiesbaden.
- [4] *Kominek J. (1997)*: Advances in Fractal Compression for Multimedia Applications, Multimedia Systems, Volume 5, Heidelberg.
- [5] *Graps A. (1995)*: An Introduction to Wavelets, Computational Sciences and Engineering, Volume 2, Number 2, pp. 50-61.
- [6] *Villasenor J., et al. (1995)*: Wavelet Filter Evaluation on Image Compression, IEEE Transactions on Image Processing, vol. 2, pp. 1053-1060.
- [7] *Berghom W., et al. (1999 b)*: Schlanke Bilder – Der zukünftige Bildkompressionsstandard JPEG 2000, c't Heft 26, pp. 184-185.
- [8] *Petrini-Monteferrri F. (2000)*: Einsatz von Satellitendaten in internetbasierten touristischen Informationssystemen.. In J. Strobl, T.Blaschke, G.Griesebner (Hrsg.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII, Wichmann Verlag, Heidelberg, 2000, pp. 377-382.
- [9] *Petrini-Monteferrri F. (2001)*: IKONOS-Satellitendaten für Stadtinformationssysteme - Fallbeispiel Klagenfurt. In J. Strobl, T.Blaschke, G.Griesebner (Hrsg.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XIII, Wichmann Verlag, Heidelberg, 2001, pp. 356-361.

#### Anschrift der Autoren

Dipl.-Geogr. Frederic Petrini-Monteferrri, Dr. Christian Hoffmann: GeoVille Informationssysteme GmbH, Museumstrasse 9-11, 6020 Innsbruck, E-mail petrini@geoville.com, hoffmann@geoville.com