# LZW-JPEG Kompression radiologischer Bilder

Sergei Hludov und Christoph Meinel

Institut für Telematik
Bahnhofsstr., 30-32, 54292 Trier
Email: hludov@ti.fhg.de

**Zusammenfassung.** In der Arbeit wird ein Netzwerkalgorithmus für die Kompression und die Rekonstruktion von DICOM-Bildern präsentiert. Der Algorithmus besteht aus zwei Teil: die Bitebenen des Originalbildes werden aufgrund einer vorläufigen Segmentation und Analyse des Bildinhaltes klassifiziert; auf Basis der Klassifikationsergebnisse wird das DICOM-Bild in zwei Bilder aufgeteilt. Danach werden das erste Bild, das aus den höchsten Bitebenen des Originalbildes besteht, und das zweite Bild, das aus dem Rest besteht, entsprechend mittels LZW- und JPEG-Verfahren kodiert. Es werden Ergebnisse einer statistische Modellierung des Algorithmus dargestellt. Die Realisierung des Algorithmus wird in der Programmiersprache JAVA verwirklicht.

**Schlüsselwörter:** DICOM, Bildinhalt, Analyse, LZW- Kodieren, JPEG

## 1Einleitung

Die schnelle Übertragung medizinischer Daten (Arztbriefe, Annotationen, Kardiogramme, einzelner Bilder oder Bildserien, Tonunterlagen usw.) über das Telefonnetz ist eine wichtige Frage für die Zukunft der Telemedizin.

Das Problem besteht dabei in der Übertragung großer Datenmengen in kurzer Zeit. Eine einzelne digitale Röntgenaufnahme beispielsweise kann sich aus einem Array von 4000x4000 Bildpunkten zusammensetzen, wobei jedem Bildpunkt normalerweise eine Grauwertauflösung von 12 Bit zugewiesen wird. Im günstigsten Fall bei einer mittleren Übertragungsgeschwindigkeit von 8 KByte pro Sekunde erfordert die Übertragung eines solchen Bildes bis zu 80 Minuten. Für die Speicherung eines derartigen Bildes sind etwa 24 MByte erforderlich.

Ein möglicher Weg zur Lösung dieses Problems ist die Kompression von Bildern auf der Server-Seite, die Übertragung dieser kodierten Bilder über ein Datennetz und die Dekompression der Bilder auf der Client-Seite [1-8].

Für die Telemedizin ist einerseits die Komprimierung mit einem großen Koeffizienten wichtig und andererseits muß sich der Verlust der Information auf Bits beschränken, die im Sinne der medizinischen Diagnose irrelevant sind. Positive Ergebnisse können bei der Benutzung des Komplexitätsalgorithmus erreicht werden, der aus verschiedenen Komressionsalgorithmen besteht. Die Kombination dieser Algorithmen ist von den Bildeigenschaften abhängig

Diese Arbeit bietet ein neues Verfahren zur Beschreibung der Ortstruktur der radiologischen Bilder und ein Verfahren der effektivsten Anwendung der LZW- und

JPEG-Kodierung zur „verlustfreien“ Bildkompression an. Dieser Algorithmus wird LZW-JPEG Kompression genannt.

## 2Die LZW-JPEG Kompression

Die Idee des Algorithmus ist einfach und besteht im Aufteilen des Originalbildes in zwei Bilder. Das erste Bild besteht aus den höchsten Bitebenen des Originalbildes und das zweite aus dem Rest, also den niedrigsten Bitebenen des Originalbildes. Im folgenden werden das erste Bild mittels LZW-Verfahren und das zweite mittels JPEG-Verfahren kodiert.
Das Problem besteht nun darin, das Originalbild in zwei Bilder aufzuteilen. Dabei soll ein Kompromiß zwischen zwei Bedingungen erfüllt sein und zwar der Kompressionsfaktor für LZW-JPEG Kompression soll einen höheren Wert erreichen als für die LZW-Kompression oder für die JPEG – Kompression und gleichzeitig sollen LZW-JPEG und JPEG Algorithmen keine sichtbare Verzerrung zum Originalbild geben, d.h. das Signal–Rausch-Verhältnis (Peak Signal to Noise Ratio - PSNR) für die acht höheren Bitebenen des Originalbildes und des dekodierten Bildes soll größer als 40dB sein.

Vor dem Aufteilen des Originalbildes in zwei Bilder wird das Originalbild in Bitebenen und in Bilder, die aus 2,.....,N-1 höheren Bitebenen bestehen, aufgeteilt (Abb. 1).

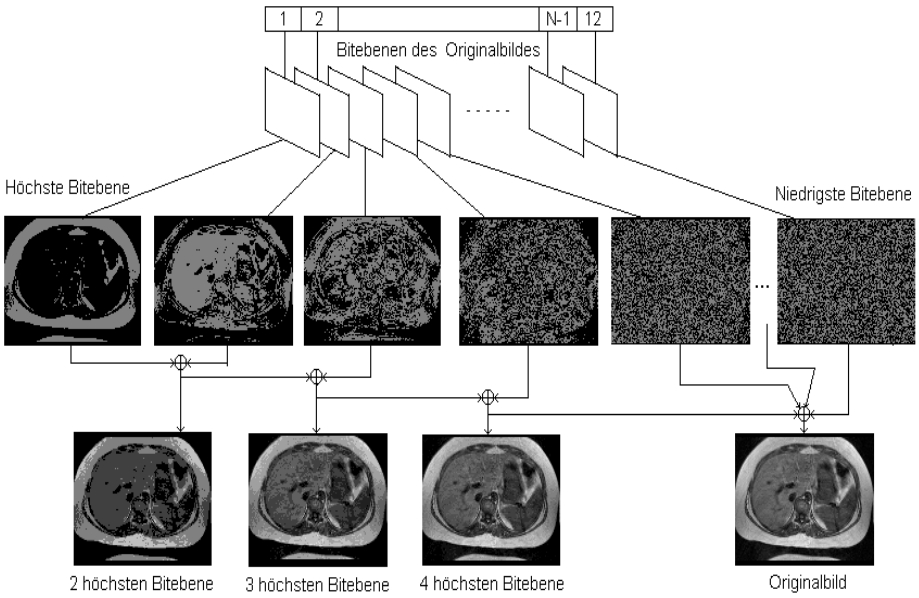


**Abb. 1.** Aufteilen des Originalbildes in Bitebenen und in Bilder, die aus 2,.....,N-1 höheren Bitebenen bestehen

Danach wird jedes Bild segmentiert und für jedes Bild der Mittelwert der Segmentflächen berechnet. Das Segment ist ein beschränkter Bildbereich und von beliebiger Form, dessen Pixel alle gleichen Grauwert haben. Es wird der Mittelwert der Segmentflächen für alle Bilder berechnet.

Die statistische Analyse von Mittelwerten der Segmentflächen für verschiedene DICOM-Bilder hat folgendes gezeigt.

Der Kompressionsfaktor des LZW-Verfahrens ist abhängig von dem Mittelwert der Segmentfläche des kodierten Bildes. Diese Abhängigkeit hat eine logarithmische Form (Abb. 2). Auf Grund dieser Abhängigkeit und der Mittelwerte der Segmentflächen der Bilder, die aus 1, 2, 3 ... , N höheren Bitebenen des Originalbildes bestehen, wird automatisch die Zahl der höheren Bitebene des Originalbildes für die LZW – Kompression bestimmt. Dabei sollen gleichzeitig zwei Bedingungen erfüllt werden. Die Zahl der Bitebenen soll möglichst groß sein und der Kompressionsfaktor soll größer als 10 sein.

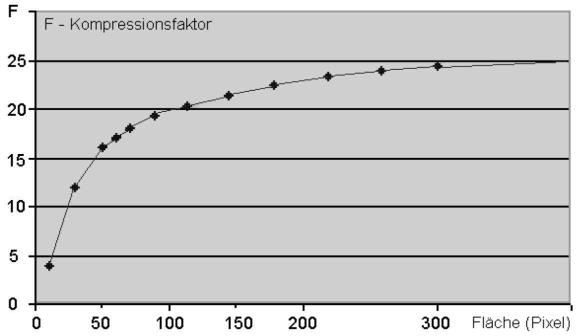


**Abb. 2.** Die Abhängigkeit des Kompressionsfaktors vom Mittelwert der Segmentfläche des kodierten Bildes

Auf Grund des Unterschiedes zwischen dem Mittelwert der Segmentfläche für jede Bitebene und dem Mittelwert der Segmentfläche für die niedrigste Bitebene, kann man die Bitebenen klassifizieren als die Bitebenen, die die Informationen über den Bildinhalt (medizinischen Bildobjekten) tragen, und jenen die nur das auf dem Bild vorhandene Rauschen enthalten. Dieser Unterschied soll größer als 10% vom Mittelwert der Segmentfläche für die niedrigste Bitebene sein.

Es existiert eine Abhängigkeit zwischen der Anzahl der Bitebenen des zweiten Bildes, die die Informationen über den Bildinhalt tragen, und dem Parameter Q für die JPEG-Kompression, der die Kompressionsrate bestimmt und bei dem die PSNR größer als 40 (dB) ist. Je größer die Anzahl dieser Bitebenen ist, desto geringer soll den Parameter Q sein. Auf Grund dieser Abhängigkeit wird der Parameter Q für JPEG-Verfahren ausgewählt. Diese Abhängigkeit wird durch die statistische Modellierung für jede JPEG – Version berechnet.

Sind die oben genannten Ergebnisse berücksichtigt, so kann man folgendes Blockschema für den vorschlagenen LZW-JPEG Algorithmus entwerfen (Abb.3). Block 1 teilt das Originalbild in Bitebenen und in Bilder auf, die aus 2,.....,N-1 höheren Bitebenen bestehen. Block 2 macht die Segmentierung und berechnet den Mittelwert der Segmentflächen für jedes Bild (*Si(n), n* gleich Anzahl der Bitebenen, aus denen das Bild besteht) und für jede Bitebene (*Sb(k), k* gleich Nummer der Bitebene). Blöcke 3-5 berechnen, auf Grund der Abhängigkeit des

Kompressionsfaktors des LZW-Verfahrens vom Mittelwert der Segmentflächen, die Anzahl (n) der Bitebenen,

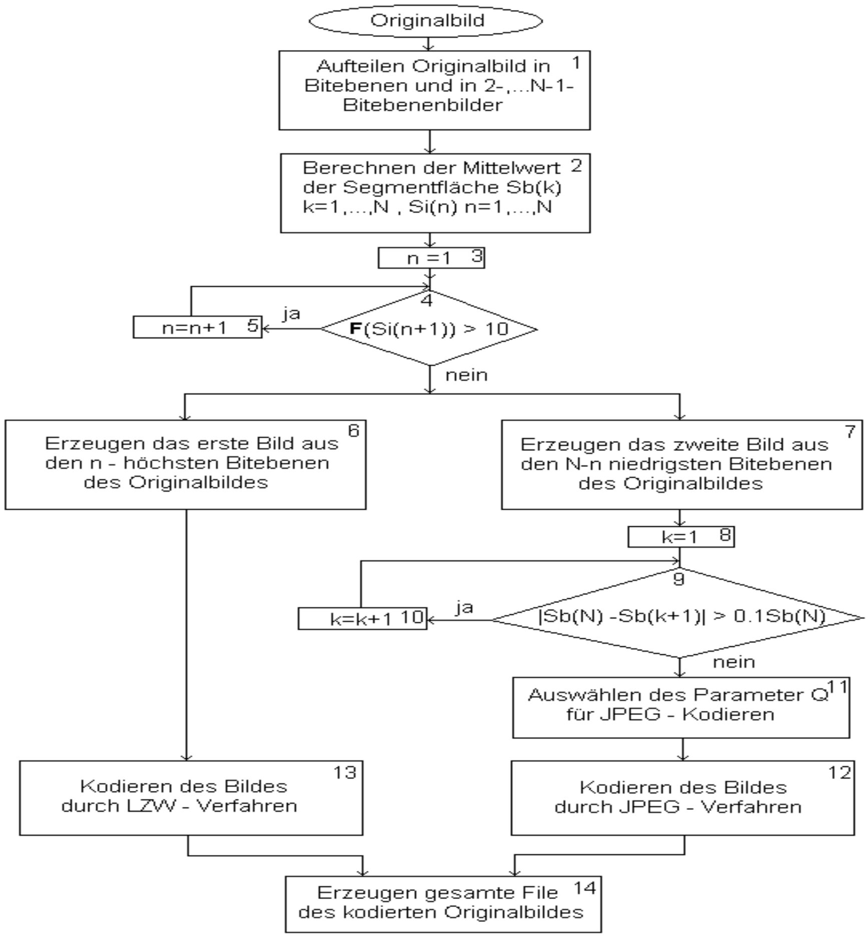


**Abb. 3.** Die Blockschema des LZW-JPEG Algorithmus

bei denen die Bedingung, daß der Kompressionsfaktor größer als 10 ist, noch richtig ist. Blocke 6,7 erzeugen das erste Bild aus den n höchsten Bitebenen und das zweite Bild aus den N-n niedrigsten Bitebenen des Originalbildes. Blöcke 8-10 berechnen die Anzahl (k) der Bitebenen, die die Informationen über den Bildinhalt tragen. Block 11 wählt auf Grund von k den Parameter Q für das JPEG-Verfahren, bei dem das PSNR größer als 40dB ist. Blöcke 12,13 implementieren die LZW und JPEG–Kodierungen. Block 14 erzeugt eine Datei des kodierten Bildes aus zwei Dateien, die die nach LZW und JPEG-Verfahren kodierten Bilder beinhalten. Der Header der erzeugten Datei beinhaltet Information über die Größen der LZW- und JPEG - Dateien und den Header des DICOM-Bildes.

## 3Erzielte Ergebnisse

Die Effektivität des oben beschriebenen Algorithmus wird durch eine statistische Modellierung bewertet. Für eine statistische Modellierung der LZW-JPEG - , der LZW- und der JPEG – Kodierungen wurden DICOM-Bilder verschiedener Hersteller von radiologischen Geräten (Siemens, Philips, ...) mit jeweils verschiedenen Modalitäten verwendet, insgesamt zirka 200 Bilder. Die statistische Modellierung wurde mit dem Ziel des Vergleiches der Kompressionsraten bei gleicher Beschränkung für die PSNR durchgeführt. Die einzelnen Modellierungsergebnisse werden in Tabelle 1 dargestellt.

**Tabelle 1.** Kompressionsrate für LZW-JPEG, LZW, JPEG Algorithmen (PSNR > 40dB)

| Algorithmus | LZW-JPEG | LZW | JPEG |
|---|---|---|---|
| Kompressionsrate (min) | 5:1 | 1:1 | 4:1 |
| Kompressionsrate (max) | 15:1 | 3:1 | 8:1 |

Bei der statistischen Modellierung wurde der Algorithmus für die Bildinhaltanalyse in der Programmiersprache JAVA realisiert. Die Rechenzeit (Pentium200) für die Analyse eines DICOM-Bildes beträgt ca. 1-5 Sekunden. Für die Rekonstruktion wurde auf der Clientseite unter Internet-Browsern ein einfaches Java-Applet (600 Byte) verwendet. Die Zeit für das Rekonstruieren beträgt 1-10 Sekunden und ist abhängig von der Bildgröße.

Der beschriebene Algorithmus ist effizient für die Bildkompression bei Übertragungen über Netze, weil das LZW-Verfahren (GIF-Format) und JPEG in auf dem Markt verfügbaren Internet-Browsern implementiert sind, weshalb man auf der Clientseite das Rekonstruieren radiologischer Bilder nach der oben beschriebenen LZW-JPEG Kompression schnell mittels eines einfachen Java-Applets realisieren kann.

## 4Literatur


1. Wong S., Zaremba L., Gooden D., Huang. H.K.: Radiologic Image Compression. Proceedings of the IEEE, Vol. 83, NO. 2, February 1995.
2. Sayood K.. Introduction to Data Compression. M. Kaufmann Publishers, Inc. 340 Pine Street, Sixth Floor San Francisco, CA. USA. 1996.
3. Pennebaker W.B. and Mitchell J. L., JPEG Still Image Data Compression Standard. New York: Van Nostrand Reinhold, 1993.
4. Arps R.B. and Truong T.K.. Comparison of International Standards for Lossless Still Image Compression. Proceedings of the IEEE, 82:889-899,June 1994.
5. Barnes C.F.and Frost R.L.. Vector Quantizers with Direct Sum Codebooks. IEEE Transactions on Information Theory, 39:565-580,March 1993.
6. Vetterli M. and Kovacevic. Wavelets and Subband Coding. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1995.
7. Michael Barnsley, Lyman Hurd. Fractal Image Compression. AK Peters Ltd, 1993.
8. Ridley, E. Universities collaborate on de facto standard for lossy compression. : Telemedicine and Telehealth Networks, Vol. 3, NO. 6, 1997.