

Fachbereich Medieninformatik

Hochschule Harz

Lossless Codecs

Referat

Christian Menschel

11487

Abgabe: 15.01.2007

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----------|
| Abkürzungen | I |
| 1 Einleitung | 1 |
| 2 Entropiekodierung | 2 |
| 3 MPEG - 4 Audio Lossless Coding (ALS) | 2 |
| 3.1 Standardisierung..... | 2 |
| 3.2 Das MPEG-4 ALS Referenzmodell..... | 3 |
| 4 Weitere Lossless Codecs | 4 |
| 4.1 Apple Lossless..... | 4 |
| 4.2 Free Lossless Audio Codec (Flac)..... | 4 |
| 4.3 Monkey's Audio..... | 4 |
| 4.4 WavPack..... | 4 |
| 4.5 Windows Media Audio 9 Lossless..... | 5 |
| 5 Fazit | 5 |
| Quellen | |
| Literaturverzeichnis..... | 6 |
| Internetquellen..... | 6 |
| Abbildungsverzeichnis..... | 6 |

Abkürzungen

aiff = Audio Interchange File Format

ASF = Advanced Streaming Format

Flac = Free Lossless Audio Codec

ISO = Internationale Organisation für Normung

LPAC = Lossless Predictive Audio Compression

MP3 = MPEG - 1 Audio Layer 3

MP4 = MPEG - 4

MPEG = Moving Picture Experts Group

PCM = Pulse Code Modulation

1 Einleitung

Der Begriff "Lossless Codec" beschreibt allgemein ein Verfahren für eine verlustfreie Datenkompression. Aufgrund des Umfanges der Lossless Kodierungen wird in dieser Arbeit nur auf die Audio Lossless Kodierung eingegangen, da sie für das Fach Webradio die höchste Relevanz hat.

Inhaltlich fällt der Schwerpunkt auf MPEG 4 - Audio Lossless Coding (ALS), da dieses Verfahren von der MPEG bei der ISO standardisiert wurde. Andere Formate sind proprietär, und werden somit nicht für die Öffentlichkeit offen gelegt. Folglich können diese Audiokompressionen nicht genauer beschrieben werden.

In den letzten Jahren hat sich die MP3 - Audiokodierung dank ihrer starken Kompression immer mehr durchsetzen können. Dieses effiziente Verfahren mit einer guten Audioqualität hat den Nachteil, dass es verlustbehaftet ist. [1] Somit ist es nicht für den professionellen Bereich geeignet.

Vor allem in der Audioarchivierung und Weiterverarbeitung entstand die Notwendigkeit einer verlustlosen Audio-kompression. Die MPEG ließ eine verlustfreie Kodierungen entwickeln, um den Ansprüchen der Anwender gerecht zu werden. Aber auch andere Firmen, wie Apple oder Microsoft, haben mittlerweile eigene verlustfreie Kodierungen entwickelt.

2 Entropiekodierung

Die Entropiekodierung bedeutet die "verlustfreie Codierung eines wertdiskreten Quellsignals $x(n)$ mit dem Quellenalphabet $\mathcal{A} = \{a_1, a_2, a_3, \dots\}$." [6]

Verlustlose Kodierungen mit „variabler Länge müssen eindeutig dekodierbar sein“. [6]

Häufig auftretende Zeichen mit hoher Verteilung bekommen kurze Bitfolgen zugewiesen. Entsprechend erhalten seltene Zeichen längere Folgen. Daraus ergibt sich die Kompression.

Die Zahl der Bits, die einem Zeichen zugeordnet werden sollen, wird durch die Entropie der Informationstheorie bestimmt. Dies ist ein Maß für den mittleren Informationsgehalt eines Zeichens.

Je seltener die Auftrittswahrscheinlichkeit eines Zeichens, desto höher seine Information. Für die Entropiekodierung gibt es verschiedene Verfahren: Die Shannon-Fano-Kodierung und die Huffman-Kodierung.

3 MPEG – 4 Audio Lossless Coding (ALS)

MPEG – 4 Audio Lossless Coding (ALS) beschreibt ein offenes Verfahren, das von der ISO im Juli 2005 standardisiert wurde, um schnelle und verlustfreie Kompressionen der Audiodaten ohne Qualitätsverlust zu ermöglichen. (ISO/IEC 14496-3:2005)

Eigenschaften [1]

- Unterstützung von umkomprimierten digitalen Audioformaten wie wav, aiff, au, bwf ,raw)
- PCM Auflösung bis 32 Bit (beliebige Abtastfrequenz) möglich
- Multikanalfähig (z.B. 5.1 Surround)
- exakte Rekonstruktion der komprimierten Audiodaten möglich
- Schneller Zugriff (Random Access) zu jeder beliebigen Stelle der komprimierten Daten.
- Reduzierung der Dateigröße bis auf die Hälfte des Originals
- Verwendung des MP4 Container Formats möglich (für Multiplex mit Video)

3.1 Standardisierung

Die MPEG hat im Juli 2002 zur Einreichung einer verlustlosen Audio Komprimierung als Erweiterung des MPEG - 4 Standards aufgerufen. (=“Call for Proposals” [4])

Sieben Kandidaten haben ein Verfahren eingereicht (u.a. Microsoft, Real Networks, NTT, TU Berlin & Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen).

Die Wahl fiel auf das von Tilman Liebchen (TU Berlin) entwickelte Verfahren LPAC, was die besten Kompressionsergebnisse unter den eingereichten Vorschlägen lieferte. [4]

Schließlich wurden die Entwicklungen von LPAC für MPEG – 4 Audio Lossless Coding (ALS) übernommen.

Im Juli 2005 wurde LPAC durch MPEG-4 Audio Lossless abgelöst.

3.2 Das MPEG-4 (ALS) Referenzmodell

Als Kodierungsstruktur für MPEG – 4 Audio Lossles Coding (ALS) dient die lineare Prädiktionskodierung, welche in Abbildung 1 näher dargestellt wird.

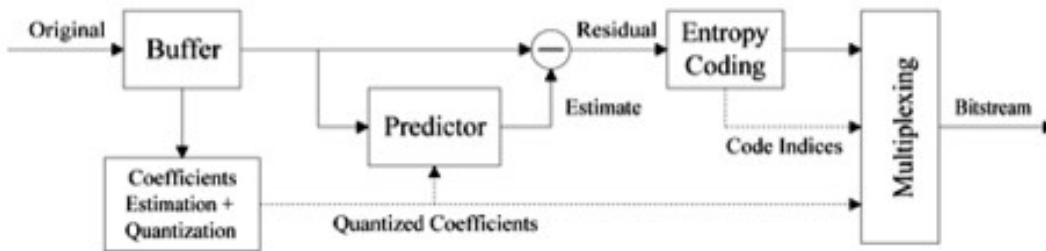


Abbildung 1: MPEG 4 – ALS Kodierer

Bei der verlustfreien Audiokompression kann nicht wie bei herkömmlichen verlustfreien Kompressionsverfahren (z.B. ZIP) die Entropiekodierung direkt angewandt werden, da Audiosignale starke Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Abtastwerten haben. [1]

Samples (dt. Abtastwert) sind nur selten identisch. Deshalb wird die lineare Prädiktionskodierung (engl. Linear predictive coding) benutzt, um Ähnlichkeiten der Werte zu schätzen.

Für die Prädiktionskodierung wird das Audiosignal in einzelne Sampleblöcke zerlegt, um die Abtastwerte des Samples mittels vorheriger Werte zu schätzen. Das Restsignal (engl. residual), die Differenz zwischen Original und Schätzwert, durchläuft die Entropiekodierung. „Ist die Schätzung gut, dann hat der Restfehler deutlich kleinere Werte als das Original und kann effizient codiert werden.“ [2]

„Man codiert die (geschätzten) Unterschiede zwischen aufeinander folgenden Abtastwerten“ [7]

Anschließend wird im Multiplexer ein verlustfrei komprimiertes Signal ausgegeben.

Zusammenfassend:

„ALS kürzt dabei nur das weg, was man hinterher identisch wiederherstellen kann.“ [5]

Die Schätzung des Amplitudenwertes und das zeitdiskrete Signal sind gegeben durch:

$$\hat{x}(n) = \sum_{k=1}^K h_k \cdot x(n-k) \quad (1)$$

Das vorhergehende Sample ist gegeben durch: .

Der Laufindex K gibt den Prädiktionsschritt an.

Mit Hilfe des Prädiktionskoeffizienten wird im Prädiktor das Signal geschätzt und von dem Originalsignal abgezogen. Somit ergibt sich der Restfehler:

$$e(n) = x(n) - \hat{x}(n) \quad (2)$$

Dieser wird schließlich vom Entropiekodierer verarbeitet.

Da bei Stereo zeitdiskrete Signale der beiden Kanäle (links)

und (rechts) meist „korrelieren“ [8] (=Abhängigkeiten haben), wird die Kodierung von der Differenz der beiden Kanäle vorgenommen .

Bei der Dekodierung (Abbildung 2) verläuft das Verfahren nicht so aufwendig. (“The MPEG-4 ALS decoder (Figure 2) is significantly less complex than the encoder.” [2])

Der entropiekodierte Restfehler des Datenstroms wird dekodiert. Mittels des Prädiktionskoeffizienten wird das verlustfreie Originalsignal rekonstruiert.

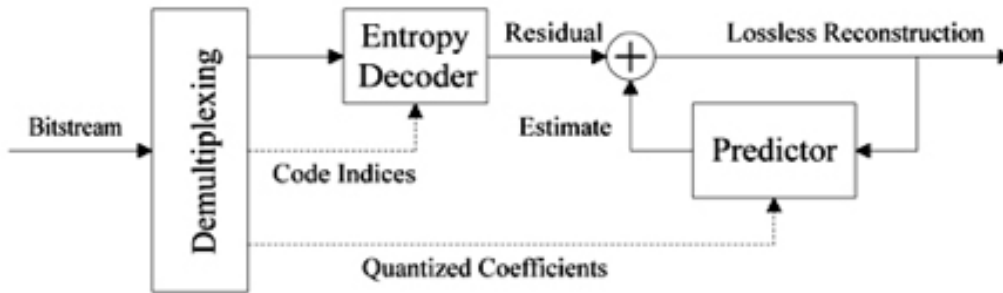


Abbildung 2: MPEG 4 – ALS Dekodierer

4. Weitere Lossless Codecs

Neben dem MPEG-4 Audio Lossless Coding (ALS) existieren weitere verlustfreie Audiokompressionen. Die fünf bedeutendsten Codecs werden in diesem Kapitel nur kurz vorgestellt, da sie entweder nicht so gut dokumentiert oder proprietär sind. Darüber hinaus bestehen noch weitere Codecs, die nicht so signifikant sind.

4.1 Apple Lossless

Ein Apple proprietärer Lossless Codec für verlustfreie Audiodatenkompression. Mit Apples iTunes lässt sich unkomprimiertes Quellmaterial (Aiff oder Wave Format) verlustfrei komprimieren. [10] Die komprimierten Dateien benutzen einen „MPEG-4 File Format ähnlichen Container, daher auch die Endung .m4a“. [7]

Der Apple Lossless Codec ist eine Eigenentwicklung und arbeitet nicht mit dem MPEG-4 Lossless Audio Codec zusammen. [7] Unterstützt wird der verlustfreie Codec seit der Apple Quicktime Version 6.5 (April 2004).

Apple Lossless kann mit iTunes, AirPort und auf Apples iPod abgespielt werden.

Ein offizieller Decoder ist nicht vorhanden.

4.2 FLAC

Ein von der Xiph.Org Foundation [11] am 20. Juli 2001 freier Codec für verlustfreie Audiodatenkompression.

Er benutzt eigene- oder OGG-Container, um Dateien zu speichern.

Da der FLAC Codec Opensource ist, wird er auf den meisten Betriebssystemen unterstützt.

4.3 Monkey's Audio

Eine verlustfreie proprietäre Kompression, der kostenlos für Microsoft Windows angeboten wird. Er Komprimiert im Schnitt bis auf die Hälfte der Originalgröße. [12]

Mit JMAC wird eine JAVA Implementierung des Monkey's Audio angeboten. [13]

4.4 WavPack

Ein plattformunabhängiger freier Codec für verlustfreie Audiokompressionen, der von David Bryant 1998 entwickelt wurde. [14]

Er zeichnet sich durch schnelles und effizientes Kodieren und Dekodieren aus.

WavPack ist 8-32 Bit PCM, 6-192 KHz und Multikanal (z.B. 5.1) kompatibel.

Zudem ist er für Streaming geeignet.

4.5 Windows Media Audio 9 Lossless

Microsofts proprietärer verlustfreier Audio Codec der Windows Media Plattform.

Windows Media Audio 9 Lossless benutzt den ASF - Container, um Dateien zu speichern. [15]

5 Fazit

In den letzten Jahren wurden einige proprietäre und freie Kompierungsverfahren zur verlustfreien Kodierung von Audiodateien entwickelt. Speziell die Standardisierung des MPEG – 4 Audio Lossless Coding (ALS) bedeutet einen Fortschritt für die verlustfreie Kompression, die vor allem für Audioarchive und Weiterverarbeitung sehr interessant ist. Es können Aiff - oder Wavedateien ohne Qualitätsverlust bis zur Hälfte der Originaldateigröße komprimiert werden.

Quellenverzeichnis

Literaturverzeichnis

- [2] T.Liebchen et al, "MPEG-4 Audio Lossless Coding", AES 116TH CONVENTION, BERLIN, GERMANY, 2004 MAY 8–11
- [3] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 Moving Pictures Expert Group. Analysis of Audio Lossless Coding Performance, Complexity and Architectures, N5576, März 2003.
- [4] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 Moving Pictures Expert Group. Call for Proposals on MPEG-4 Lossless Audio Coding, N5040, Juli 2002.
- [6] Ohm, J.: Digitale Bildcodierung, Springer-Verlag, Berlin ,1995
- [7] T. Liebchen in einer eMail: liebchen@nue.tu-berlin.de, Entwickler des MPEG-4 Audio Lossless Codecs, TU Berlin, 29.11.2006

Internetquellen

- [1] http://www.nue.tu-berlin.de/forschung/projekte/lossless/mp4als_d.html
- [5] <http://www.zeit.de/2004/03/Kompaktierung> Stand 30.11.2006
- [8] T.Liebchen, Kolloquium „Ton und Prozess“,Berlin, 17 Nov 2003, <http://www.nue.tu-berlin.de/Publikationen/papers/TonUndProzess2003.pdf> (Stand: 30.11.2006)
- [9] <http://web.inter.nl.net/users/hvdh/lossless/lossless.htm> (Stand: 30.11.2006)
- [10] <http://www.apple.de> (Stand: 30.11.2006)
- [11] <http://flac.sourceforge.net> (Stand: 30.11.2006)
- [12] <http://www.monkeysaudio.com/> (Stand: 30.11.2006)
- [13] <http://jmac.sourceforge.net/> (Stand: 30.11.2006)
- [14] <http://www.wavpack.com/> (Stand: 30.11.2006)
- [15] www.microsoft.com/windows/windowsmedia/de/9series/codecs/audio.aspx (Stand: 30.11.2006)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 und 2:

T.Liebchen et al, "MPEG-4 Audio Lossless Coding", AES 116TH CONVENTION, BERLIN, GERMANY, 2004 MAY 8–11