

Dr. Jürg M. Stettbacher
Neugutstrasse 54
CH-8600 Dübendorf
Telefon: +41 43 299 57 23
Email: dsp@stettbacher.ch

Quiz

Quellencodierung: JPEG-Verfahren

Sie sollten in der Lage sein, die folgenden Fragen ohne langes Nachdenken beantworten zu können.

1. Welches Ziel wird mit JPEG verfolgt? Was ist der grundsätzliche Unterschied zwischen JPEG und anderen Quellencodierungsverfahren, wie Huffman, RLE, LZ, usw.

2. Welche physiologischen Eigenschaften des Sehsinns berücksichtigt JPEG?

3. Die physiologischen Eigenschaften führen zu gewissen Verarbeitungsschritten im JPEG-Algorithmus. Welche sind dies?

4. Nimmt durch die Kompression mit JPEG die Entropie des Bildes zu, ab, oder bleibt sie gleich? Begründen Sie die Antwort.

5. Wozu dient die sogenannte Quantisierungsmatrix im JPEG-Algorithmus?

6. Wie könnte man, ausgehend von JPEG, Filme komprimieren? Machen Sie Vorschläge.

Antworten

1. Das JPEG-Verfahren dient der verlustbehafteten Kompression von digitalen Bildern. Aus den komprimierten Daten lässt sich daher das Originalbild nicht wieder herstellen. Im Gegensatz dazu sind Huffman, RLE, LZ, etc. verlustlos.

JPEG berücksichtigt die physiologischen Möglichkeiten eines durchschnittlichen Betrachters. Es identifiziert Bildelemente, die im Allgemeinen nicht oder kaum erkennbar sind und entfernt sie. Auf diese Weise wird nebst Redundanz auch *irrelevante* Information entfernt. Man spricht daher auch von Irrelevanz-Reduktion.

2. JPEG berücksichtigt zwei physiologische Eigenschaften des Sehsinns:

- Die Auflösung des menschlichen Auges ist für Hell-Dunkel-Wechsel besser als für Farbwechsel.
- Die Auflösung des menschlichen Auges ist für grobe Muster besser als für feine.

3. Kompression bei JPEG:

- (a) Durch den Farbraumwechsel von RGB¹ zu YCrCb² erhält man die zwei Bilder Cr und Cb, die nur Farbwechsel enthalten, aber keine Helligkeitswechsel. Da das menschliche Auge diese Farbwechsel schlechter erkennen kann, als Helligkeitswechsel, lassen sich die Cr- und Cb-Bilder unterabtasten. Das heisst, sie werden verkleinert und verlieren an Auflösung.
- (b) Durch die Anwendung der DCT³ auf 8 x 8 Pixel Bilder, erhält man deren Frequenzgehalt, resp. die Unterscheidung von groben und feinen Mustern. Da das menschliche Auge für feine Muster (hohe Frequenzen) unempfindlicher ist, können diese Muster reduziert oder ganz entfernt werden.

4. Die Entropie nimmt ab, da Information verloren geht. Das komprimierte Bild enthält weniger Information als das ursprüngliche.

5. Nach der DCT werden die 8 x 8 Pixel grossen Frequenzbilder pixelweise durch die Elemente der Quantisierungsmatrix dividiert. Dabei wird eine Ganzzahl-Division ohne Rest ausgeführt. Steht an einer Stelle in der Quantisierungsmatrix eine Eins, so bleibt der entsprechende Wert im Frequenzbild erhalten. Für jeden Wert grösser als eins wird der betreffende Wert im Frequenzbild reduziert. Ist der Wert in der Quantisierungsmatrix grösser als der Pixelwert im Frequenzbild, so resultiert null und die betreffende Frequenzinformation verschwindet ganz im Bild.

Im Frequenzbild möchte man kleine Frequenzen erhalten und grosse reduzieren. Daher nehmen die Werte in der Quantisierungsmatrix mit der Frequenz zu.

¹ Ein RGB-Bild besteht aus den drei Farbbildern R (rot), G (grün) und B (blau). Die additive Überlagerung der drei Farbkanäle ergibt das bunte Bild.

² Der YCrCb-Farbraum besteht aus einem Luminanzbild Y, sowie aus den zwei Chrominanzbildern Cr (rot bis grün) und Cb (blau bis gelb). Die Luminanz definiert für jeden Pixel die Helligkeit, unabhängig von dessen Farbe. Die Chrominanzkanäle geben jedem Pixel eine Farbe, unabhängig von deren Helligkeit.

³ Die 2-dimensionale Diskrete Cosinus-Transformation (DCT) ist eine Spektraltransformation, mit deren Hilfe ein einfaches (Orts-) Bild, das heisst ein Bild mit nur einem Farbkanal, in ein Frequenzbild umgewandelt wird. Das Frequenzbild sagt nur noch aus, welche Frequenzen in horizontaler und vertikaler Richtung im ursprünglichen Bild vorkommen.

6. Kompression von Filmen:

- Motion JPEG (MJPEG):

Es wird jedes Bild des Films einzel im JPEG-Format gespeichert. Es gibt keine Abhängigkeiten zwischen aufeinander folgenden Bildern. Damit lassen sich Filme in diesem Format leicht bearbeiten und die Qualität ist recht gut, auch bei schnellen Bewegungen. MJPEG wird zum Beispiel bei Webcams eingesetzt.

- MPEG:

Unter MPEG⁴ versteht man eine Sammlung von Normen für die Kompression von Filmen. Das Schema ist folgendes:

- Ein Film wird in Sequenzen unterteilt.
- Jede Sequenz beginnt mit einem Vollbild.
- Von den folgenden Bildern werden nur jene Bereiche übertragen, die sich gegenüber dem Vollbild verändert haben.
- Bewegungen im Bild werden dadurch weiter komprimiert, dass der bewegte Teil eines Bildes nicht neu übertragen, sondern nur verschoben wird.

⁴ Die *Moving Picture Experts Group* (MPEG) ist im Grunde ein Fachgremium, das Normen für die Kompression von Filmen erarbeitet.