1. **Bildskalierung, Farbraumkonvertierung, Unterabtastung, Blockbildung**

Abbildung 1 zeigt die einzelnen Schritte des verlustbehafteten, sequentiellen DCTbasierten JPEG-Kompressionsalgorithmus (auch Baseline Process bzw. Basismodus bezeichnet).

**Welche der dargestellten Schritte sind verlustbehaftet, und welche verlustfrei?**

Verlustbehaftet:

Unterabtastung, Bildskalierung, Quantisierung

Verlustfrei:

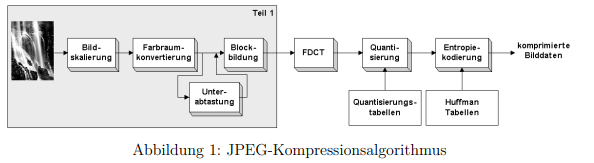
FDCT, Entropiekodierung

Beides:

Farbraumkonvertierung

**Was versteht man in diesem Zusammenhang unter einer Hybridkodierung?**

Eine Hybridkodierung ist eine Kombination aus verlustbehafteter und verlustfreier Kodierung, die in der Regel in der Videokompression eingesetzt wird. Dabei wird das Eingangssignal, beispielsweise ein Video, zunächst in verschiedene Frequenzbereiche aufgeteilt, wobei die höheren Frequenzen mehr Informationen enthalten als die niedrigeren. Die höheren Frequenzen werden dann in der Regel verlustbehaftet kodiert, während die niedrigeren Frequenzen verlustfrei kodiert werden. Durch diese Kombination können hohe Kompressionsraten bei gleichzeitig hoher Bildqualität erreicht werden. Die Hybridkodierung wird in verschiedenen Standards wie H.264 oder HEVC eingesetzt.



* 1. **Bildskalierung**

**Warum muss die Größe eines zu kodierenden Bildes als erstes angepasst werden?**

Die Größe des zu kodierenden Bildes muss als erstes angepasst werden, da sie einen wichtigen Faktor bei der Datenkompression darstellt. Eine größere Bildgröße erfordert mehr Speicherplatz und eine höhere Rechenleistung, um das Bild zu kodieren. Eine Anpassung der Bildgröße kann die Datenmenge reduzieren und somit die Effizienz der Komprimierung erhöhen.

**Welche Parameter bestimmen die Größe des skalierten Bildes und wie erfolgt letztendlich die Skalierung?**

Die Parameter, die die Größe des skalierten Bildes bei der JPEG-Kompression bestimmen, sind die gewünschte Zielgröße und die verwendete Abtastrate. Die Abtastrate gibt an, wie oft das Bild abgetastet wird, um es in diskrete Werte zu zerlegen. Je niedriger die Abtastrate, desto stärker wird das Bild komprimiert, aber es kann auch zu Qualitätsverlusten führen. Die Skalierung erfolgt durch die Umwandlung der Bildpixel in den Frequenzbereich mittels der Diskreten Kosinustransformation (DCT) und der Quantisierung der Koeffizienten.

**Haben die zusätzlichen Pixelwerte, die durch eine eventuelle Vergrößerung des Bildes hinzukommen eine Auswirkung auf die weiteren Kodierungsschritte?**

Zusätzliche Pixelwerte, die durch eine eventuelle Vergrößerung des Bildes hinzukommen, haben eine Auswirkung auf die weiteren Kodierungsschritte. Da die zusätzlichen Pixelwerte mehr Daten enthalten, erhöht sich die Datenmenge, die kodiert werden muss. Dies kann zu einer schlechteren Komprimierung führen.

**Wieso hat das Bild nach der Decodierung wieder seine ursprüngliche Größe?**

Das Bild hat nach der Decodierung wieder seine ursprüngliche Größe, da bei der Decodierung die ursprüngliche Bildgröße wiederhergestellt wird. Die Komprimierungsverfahren werden so gestaltet, dass sie die notwendigen Informationen enthalten, um das ursprüngliche Bild wiederherzustellen. Bei JPEG wird die Quantisierung umgekehrt und die inversen DCT verwendet, um die ursprünglichen Bildpixel wiederherzustellen.

* 1. **Farbraumkonvertierung**

**Welche Vorteile bringt eine Farbraumkonvertierung von RGB nach YUV (bzw. Y ′CbCr)?**

Trennung von Luminanz (Helligkeit) und Chrominanz (Farbigkeit): In YUV und Y'CbCr werden die Helligkeitsinformationen in der Luminanzkomponente (Y) und die Farbinformationen in den Chrominanzkomponenten (U und V oder Cb und Cr) separiert. Da das menschliche Auge empfindlicher auf Helligkeit als auf Farbe reagiert, können die Chrominanzkomponenten mit geringerer Auflösung abgetastet oder komprimiert werden, was zu einer höheren Kompressionsrate führt.

Kompatibilität mit analogem Fernsehen: YUV und Y'CbCr wurden ursprünglich für die analoge Fernsehübertragung entwickelt und sind daher mit den bestehenden Technologien kompatibel.

Effektive Farbraumreduktion: Bei der Umwandlung von RGB zu YUV / Y'CbCr werden Farben, die für das menschliche Auge weniger sichtbar sind, reduziert. Dadurch kann der Farbraum effektiv reduziert werden, was zu einer höheren Kompressionsrate führt.

**Beschreiben Sie kurz die einzelnen Komponenten der beiden Farbraummodelle.**

RGB (Rot, Grün, Blau): Dies ist ein additiver Farbraum, bei dem jede Farbe durch die Kombination von Rot, Grün und Blau erzeugt wird. RGB ist ein geräteabhängiger Farbraum und wird häufig für Anwendungen verwendet, die eine hohe Farbgenauigkeit erfordern, z. B. für die Bildbearbeitung.

YUV (Helligkeit, Blau-Differenz, Rot-Differenz): Dies ist ein Farbraum, der für analoge Fernsehübertragungen entwickelt wurde. Die Helligkeit wird durch die Luminanzkomponente Y dargestellt, während die Farbinformationen durch die Chrominanzkomponenten U (Blau-Differenz) und V (Rot-Differenz) dargestellt werden.

* 1. **Farbunterabtastung**

**Was bedeutet eine Unterabtastung von Chrominanz-Komponenten?**

Eine Unterabtastung von Chrominanz-Komponenten bedeutet, dass die Chrominanzdaten mit geringerer Auflösung als die Luminanzdaten abgetastet werden. Dies wird gemacht, um die Menge an Daten zu reduzieren, die für die Speicherung und Übertragung von Bildern erforderlich sind, da das menschliche Auge weniger empfindlich für feine Unterschiede in der Farbe als für Unterschiede in der Helligkeit ist.

**Gehen Sie dabei auf die Abtastverhältnisse 4:4:4, 4:2:2 und 4:2:0 ein. Welche Datenreduktion bewirken die einzelnen Abtastverhältnisse im Vergleich zu einem RGB-Bild?**

4:4:4: Bei dieser Abtastung werden die Chrominanzdaten mit derselben Auflösung wie die Luminanzdaten abgetastet. Das bedeutet, dass für jede Abtastposition der Luminanzkomponente eine Abtastposition für jede der Chrominanzkomponenten vorhanden ist. Dadurch entsteht kein Verlust an Chrominanzinformationen im Vergleich zu einem RGB-Bild.

4:2:2: Bei dieser Abtastung werden die Chrominanzdaten horizontal mit halber Auflösung wie die Luminanzdaten abgetastet. Das bedeutet, dass für jede zwei Abtastpositionen der Luminanzkomponente nur eine Abtastposition für jede der Chrominanzkomponenten vorhanden ist. Dadurch wird die Menge an Chrominanzinformationen um die Hälfte im Vergleich zu einem RGB-Bild reduziert.

4:2:0: Bei dieser Abtastung werden die Chrominanzdaten horizontal und vertikal mit halber Auflösung wie die Luminanzdaten abgetastet. Das bedeutet, dass für jede vier Abtastpositionen der Luminanzkomponente nur eine Abtastposition für jede der Chrominanzkomponenten vorhanden ist. Dadurch wird die Menge an Chrominanzinformationen um 75% im Vergleich zu einem RGB-Bild reduziert.

1. **Diskrete Cosinus Transformation**

**Welche Aufgabe hat die Forward Discrete Cosine Transform (FDCT) im Rahmen des JPEG-Encodings?**

Die Forward Discrete Cosine Transform (FDCT) ist ein wichtiger Schritt im Rahmen des JPEG-Encodings und dient dazu, das Bild aus dem Ortsraum in den Frequenzraum zu transformieren. Dadurch wird die Möglichkeit geschaffen, die Bildinformationen in Form von Frequenzkomponenten zu repräsentieren, was eine effizientere Kodierung und Kompression ermöglicht.

**Erklären Sie in diesem Zusammenhang die Begriffe DCKoeffizient und AC- Koeffizient.**

Die resultierenden Koeffizienten werden in zwei Arten unterteilt: DC-Koeffizienten und AC-Koeffizienten. Die DC-Koeffizienten repräsentieren die durchschnittliche Helligkeit des Blocks und werden nur einmal pro Block gespeichert. Die AC-Koeffizienten repräsentieren die Hochfrequenzinformationen innerhalb des Blocks und werden als Liste von Nicht-Null-Koeffizienten in "Zick-Zack" -Reihenfolge gespeichert, um redundante Informationen zu reduzieren.

1. **Quantisierung**

**Welche generellen Vor- und Nachteile bringt eine Quantisierung der DCT-Koeffizienten?**

Vorteile:

* Kompression der Bilddaten durch Reduktion der Anzahl von Bits pro Koeffizient
* Verringert die Korrelation zwischen den Koeffizienten, was die Effektivität von Entropiekodierung erhöht
* Ermöglicht schnelle Decodierung, da Quantisierungstabellen einfach gespeichert und verwendet werden können

Nachteile:

* Die Kompression führt zu einem Qualitätsverlust im Bild, da Informationen verloren gehen
* Zu starke Quantisierung kann dazu führen, dass das Bild pixelig wird und Details verloren gehen
* Die Quantisierung ist ein nicht invertierbarer Schritt, d.h. nach der Quantisierung können die ursprünglichen Koeffizienten nicht wiederhergestellt werden

**Welche Eigenschaften der DCT-Koeffizienten müssen bei der Wahl der 64 Quantisierungswerte berücksichtigt werden?**

Bei der Wahl der Quantisierungswerte müssen die Eigenschaften der DCT-Koeffizienten berücksichtigt werden, da diese eine wichtige Rolle bei der Wahrnehmung der visuellen Qualität des Bildes spielen. Die Koeffizienten in der Nähe der linken oberen Ecke (DC-Koeffizienten) haben normalerweise höhere Amplitudenwerte und tragen mehr zur Helligkeit des Blocks bei, während Koeffizienten in der Nähe der rechten unteren Ecke (AC-Koeffizienten) niedrigere Amplitudenwerte haben und mehr zur Textur des Blocks beitragen.

**Was versteht man im Rahmen der Quantisierung unter einem Qualitätsfaktor (bzw. Quantisierungsfaktor)?**

Ein Qualitätsfaktor (oder Quantisierungsfaktor) ist ein Parameter, der die Quantisierung steuert. Ein höherer Qualitätsfaktor führt zu einer geringeren Quantisierung und somit zu einer höheren visuellen Qualität des Bildes, aber auch zu einer größeren Dateigröße. Ein niedrigerer Qualitätsfaktor führt zu einer stärkeren Quantisierung und somit zu einer geringeren visuellen Qualität, aber auch zu einer kleineren Dateigröße.

**Sind die Wertebereiche der Qualitätsfaktoren standardisiert?**

Die Wertebereiche der Qualitätsfaktoren sind nicht standardisiert und können je nach Implementierung variieren. In der Regel werden sie jedoch als Integer-Werte zwischen 1 und 100 angegeben, wobei höhere Werte für höhere Qualitäten stehen.

**Wie und warum machen sich Qualitätsfaktoren (bzw. Quantisierungsfaktoren) im komprimierten und anschließend dekodierten Bild bemerkbar?**

Die Wahl des Qualitätsfaktors hat einen direkten Einfluss auf die sichtbare Qualität des komprimierten und dekodierten Bildes. Ein niedriger Qualitätsfaktor führt zu mehr sichtbarem Blockrauschen und Artefakten, während ein höherer Qualitätsfaktor das Originalbild besser bewahrt, aber auch größere Dateigrößen erzeugt. In der Praxis müssen bei der Wahl des Qualitätsfaktors immer Kompromisse zwischen Dateigröße und sichtbarer Qualität des Bildes eingegangen werden.

1. **Lauflängencodierung der AC-Koeffizienten**

**Erklären Sie warum bei der Entropie Codierung auf die Lauflängen-Codierung mittels „Zig-Zag Scan“ gesetzt wird?**

Die Lauflängen-Codierung mittels „Zig-Zag Scan“ ist eine wichtige Methode bei der Entropie-Codierung im Rahmen des JPEG-Encodings, da sie es ermöglicht, die Länge von zusammenhängenden Nullen und Nicht-Nullen-Blöcken in den quantisierten DCT-Koeffizienten kompakt darzustellen. Da die meisten Bildbereiche im Allgemeinen viele Nullen enthalten, kann die Lauflängen-Codierung dazu beitragen, den Speicherplatzbedarf der kodierten Daten erheblich zu reduzieren.

**Wie genau funktioniert der „Zig-Zag Scan“?**

Der "Zig-Zag Scan" ist ein einfaches Muster, das verwendet wird, um die 8x8-Block-Daten zu durchlaufen und die quantisierten DCT-Koeffizienten in eine lineare Folge zu bringen. Dabei wird zuerst der DC-Koeffizient des Blocks an der Position (0,0) kodiert und dann wird durch den "Zig-Zag Scan" von links unten nach rechts oben durch den Block gegangen. Jeder Koeffizient wird dann in der Reihenfolge seiner Position im "Zig-Zag Scan" kodiert. Das bedeutet, dass die Koeffizienten entlang der Hauptdiagonale des Blocks zuerst kodiert werden, da sie die niedrigsten Frequenzen und somit die wichtigsten Informationen für die Rekonstruktion des Bildes enthalten.