

Grundlagen der Videodatenreduktion

Technische Grundlage:

- Analoges Videosignal → Bandbreite 9MHz
- Digitales SD Videosignal → Bandbreite 135MHz (270Mbit/s)
- Digitales HD Videosignal → Bandbreite 750MHz (1,56Gbit/s)
- Übertragung im Basisband wäre möglich, aber nicht sehr bandbreitenschonend (man würde nur wenige Kanäle übertragen können)

Schema der möglichen Datenreduktion:

→	→	→	→	SDI (Signal + Austastlücken) → 270Mbit/s
Vorverarbeitung	→	→	→	nicht komprimiertes Signal → 125Mbit/s
Vorverarbeitung	→	→	Entropiecodierung	verlustlos komprimiertes Signal → ≈62Mbit/s
Vorverarbeitung	→	örtl. Korrelation (z.B. 4:1)	Entropiecodierung	verlustlos komprimiertes Signal → ≈16Mbit/s
Vorverarbeitung	zeitl. Korrelation (z.B. 4:1)	örtl. Korrelation (z.B. 4:1)	Entropiecodierung	verlustlos komprimiertes Signal → ≈4Mbit/s

Vorverarbeitung:

- Reduzierung von 10 Bit auf 8 Bit
- Signal wird ohne Austastlücke genutzt
- Unterabtastung der Chrominanz (z.B. 4:1:1 oder 4:2:0)
 - ➔ 4:2:2 entspricht 13,5MHz/6,75 MHz/6,75 MHz in SD und 74,25MHz/37,13 MHz/37,13 MHz in HD
- Pixelinformationen müssen bei der Ausgabe interpoliert werden
- Strukturen sollen erhalten bleiben, daher keine Unterabtastung der Luminanz
- Gegenbeispiel HDCam → 3:1:1 → jedes Vierte Luminanzsample wird verworfen

Redundanzreduktion:

- VLC = Variable Length Coding:
 - o Kurze Codeworte für häufige Werte
 - o Effektivität steigt bei extremer Häufigkeitsverteilung
 - o Bewertungsmatrizen anhand der Struktur werden erstellt
- ➔ Methode zur Codewortzuordnung (→ Huffman)

- RLC = Run Length Coding:
 - o Zusammenfassung auf einander folgender gleicher Werte (→ CABAC)
 - o Es ergibt sich eine VBR (Variable Bitrate)
 - o Lösung: Puffer steuert/regelt die Quantisierung

Algorithmen zur Datenreduktion:

- Nutzung von Ähnlichkeiten innerhalb des Bildes (Ort, intra) und zwischen Bildern (Zeit, inter)
- Ortskorrelation:
 - o Filterung von Ortsfrequenzen → Feinheit von Strukturen im Bild
 - o Auge nimmt feine Strukturen nicht so gut wahr wie grobe, daher kann dort am ehesten reduziert werden
- Irrelevanzreduktion: Bild schlechter, Verschlechterung aber nicht sichtbar
- Nutzung der Ortskorrelation: Feine Strukturen werden weniger gut gesehen, daher auch weniger gut dargestellt
- Grauwerte werden grober quantisiert → z.B. 4 statt 8 Bit (16 statt 256 Stufen)
- Frequenzen werden unterschieden:
 - o In 2 Dimensionen → H/V-Filterung
 - o Bezogen auf ihre Größe

1. DCT (Diskrete Cosinus Transformation)

- Ergibt sich aus der Fourier Transformation (FT → DFT → DCT)
- Aufteilung des Bildes in Blöcke (meist Größe 8x8)
- Transformation des Blockes führt zu den Transformationskoeffizienten
- Formel:

$$f(x, y) = \sum_u \sum_v c_{uv} \cdot \cos\left(\frac{u \cdot \pi \cdot x}{L_1}\right) \cdot \cos\left(\frac{v \cdot \pi \cdot y}{L_2}\right)$$

- Interpretation mit Hilfe von DCT-Basisfunktion möglich (Gleichanteil DC oben links, vertikal und horizontal werden getauscht (→ „Matrizentransformation“))
- Gewichtung (mit Gewichtungsmatrix) und Rundung führt zu quantisierten DCT-Koeffizienten
- Viele Nullen, wenn Bild mit fast gleichen Graustufen übertragen wird
- Rücktransformation ergibt einige Abweichungen, die allerdings recht klein bleiben
- Problem:
Innerhalb des Blocks funktioniert die Rekonstruktion recht gut, allerdings hängen die Blöcke nicht zusammen → man sieht die Unterschiede (Blocking)

2. Wavelet Transformation

- Zeilen werden durch Hoch und Tiefpassfilter abgetastet (Realisiert per Faltung)
- Es ergeben sich doppelt so viele Koeffizienten
- Zweifache Ausführung für H/V ergibt vier Bilder (TP/TP, HP/TP, TP/HP, HP/HP)
- Maximal 5-10 Stufen, danach ist kaum noch eine Effizienzsteigerung zu erwarten

3. DPCM (Differenzielle Puls Code Modulation)

- Differenzen sorgen für flächiges Bild

- Berechnung des Differenzbildes durch horizontale Verschiebung um 1 Pixel, Differenz zwischen verschobenem und Originalbild bilden und Stufe 0 als Stufe 128 (mittleres Grau) setzen
- Prädiktion von Folgebildern kann Ähnlichkeiten erkennen und somit Daten reduzieren
➔ Vergleichen von Bildern zur Vorhersage der folgenden Bilder
- Bestimmen von Differenzvektoren in den Folgebildern ➔ System muss verzögern und nächstes Bild kennen
- Verschiedene Möglichkeiten des Aufbaus der DPCM:
 - o Ohne Bewegungskompensation: relativ große Differenzen, weil Folgebild als gleich interpretiert wird
 - o Einfache Bewegungskompensation: Verändertes Folgebild mit Vektoren wird genutzt
 - o Birektionale Bewegungskompensation: Zwei Folgebilder werden mit einbezogen