

Datenkompression für Chromacom – Grundlage für kostengünstiges Archivieren und Fernübertragen

Bei elektronischen Bildverarbeitungssystemen fällt Betrachtern die meist stattliche Reihe von Plattenstapeln auf. Damit wird jedem plastisch vor Augen geführt, welche immensen Datenmengen zur digitalen Darstellung der Bilder, Texte und geometrischen Formen erforderlich sind. Die Zahl von ca. 36 MBytes (36 000 000 Bytes) für eine im 60er Raster zu druckende A4-Seite ist ja schon in sehr vielen Veröffentlichungen genannt worden.

Solange Daten während eines Bearbeitungsprozesses nur temporär entstehen und nach Fertigstellung der gewünschten Farbseiten nicht mehr benötigt werden, ist ihre Menge nur von sekundärer Bedeutung. Dies deshalb, weil in der Zukunft raummäßig kleinere und kapazitätsmäßig immer größere Speichermedien zur Verfügung stehen.

Anders sieht es schon aus, wenn Daten – z. B. fertige Seiten oder abgetastete Originale – für einen längeren Zeitraum aufgehoben (gespeichert) werden müssen oder aber in einem entfernten Ort einer weiteren Bearbeitung unterzogen werden sollen.

Für diese Fälle, für eine Archivierung oder Fernübertragung von Daten der EBV-Systeme, werden erhebliche Rationalisierungsgewinne erzielt, wenn die zu speichernden oder zu übertragenden Datenmengen sich wesentlich reduzieren lassen. Der Erfolg ist durch Einsparung von Trägermaterial, Leitungs-kosten und Übertragungszeit sicher.

Informationstheoretischer Hintergrund zur Datenreduktion

Jedes digitalisierte Farbbild setzt sich aus einem bekannten (redundanten), unbekanntem (nicht redundanten), zur Sache gehörenden (relevanten) und nicht zur Sache gehörenden (irrelevanten) Teil zusammen.

Aufgabe einer optimalen Datenkompression ist es nun, möglichst viel der redundanten und irrelevanten Teile aus dem Bild zu entfernen, um nur den interessanten Anteil übertragen oder speichern zu müssen.

Was ist nun Redundanz? Am einfachsten läßt sich dies an einem Beispiel aus der deutschen Schrift erklären. Bekommt ein Nachrichtempfänger eine Information buchstabenweise übermittelt, so ist es völlig überflüssig, ihm nach einem q ein u zu übertragen. Daß ein u dem q folgt, ist ihm bereits bekannt, das u ist redundant.

Und was ist Irrelevanz?

Hier handelt es sich um den Teil einer Information, die vom Empfänger als uninteressant angesehen wird. Aber während die Redundanz einer Information informationstheoretisch mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung einwandfrei bestimmt werden kann, hängt die Entscheidung, ob ein Teil der Information wichtig oder unwichtig ist, natürlich stark vom Empfänger der Nachricht ab und entzieht sich somit weitgehend einer mathematischen Behandlung. Datenkompressionsverfahren beschränken sich deshalb bei der Irrelevanzreduktion auf die Ausnutzung von Eigenschaften, die in ähnlicher Weise bei allen möglichen Empfängern der Information vorhanden sind. Beim Bild sind dies die physikalischen Grenzen der Wahrnehmungsmöglichkeiten des menschlichen Auges.

Was ist Datenreduktion oder Datenkompression?

Es sind Methoden und Maßnahmen, die Datenmenge, die sich bei der Digitalisierung einer Vorlage aus dem Produkt von Auflösung, Bildgröße und Anzahl der Farbauszüge zunächst ergibt, auf einen weitaus geringeren Wert zu reduzieren, zu komprimieren. Wichtig ist dabei, die Bildgröße oder die Qualität des digitalisierten Bildes nicht sichtbar zu verändern. Die einfachste Methode wäre eine Reduktion der Abtastauflösung, z. B. statt 120 Linien pro cm nur 100 oder 90 Linien zu wählen. Diese Methode hat jedoch gleichzeitig den erheblichen Nachteil, daß die Schärfe der reproduzierten Bilder leidet. Sie ist somit nur sehr bedingt einsetzbar.

Erheblich höher zu bewerten sind jene Methoden, bei denen zwischen Original und dem komprimierten und wieder dekomprimierten Bild kein Unterschied festzustellen ist.

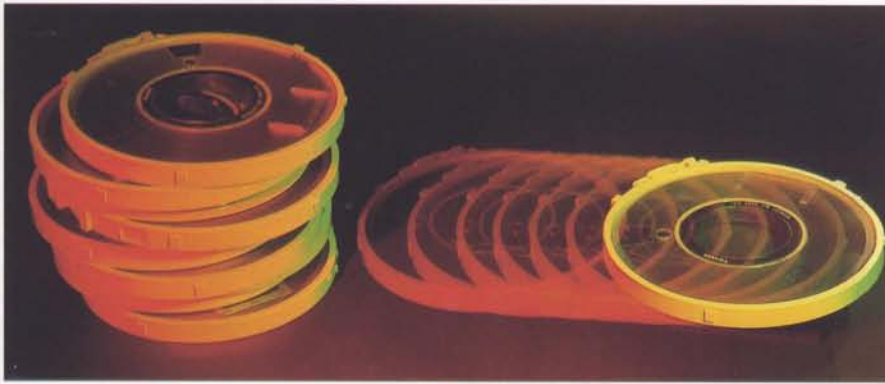
Wie in Veröffentlichungen über digitale Bildverarbeitungsanlagen immer wieder beschrieben ist, werden zur Darstellung eines Helligkeitswertes 256 unterschiedliche Stufen, eben 1 Byte verwendet. Dies ist bereits – auch ohne jegliche weitere Maßnahmen – eine Irrelevanzreduktion, denn in der Natur treten unendlich viel mehr verschiedene Grauwerte zwischen Schwarz und Weiß auf. Die Beschränkung lediglich auf 256 Stufen ist erlaubt, weil in der Regel das menschliche Auge nicht mehr Stufen unterscheiden kann.

Kompressionsmethoden

Als anerkannte Methode für die Datenkompression haben sich in Forschung und Anwendung prädiktive Verfahren und Transformationsverfahren bewährt und durchgesetzt.

Den Methoden gemeinsam ist die Notwendigkeit, ihre beeinflussbaren Parameter gesteuert durch den aktuellen Bildinhalt laufend so zu verändern, daß





ein maximaler Reduktionsfaktor – immer unter Berücksichtigung der Qualitätserhaltung – erreicht wird. Daß der Reduktionsfaktor vom Bildinhalt abhängig ist, läßt sich am leichtesten an dem Extrembeispiel »Einfarbige Fläche« demonstrieren. Hier wäre zur eindeutigen Darstellung der Seite neben ihren geometrischen Abmessungen lediglich der konstante Farbwert zu speichern und keine 36 MBytes.

Prediktive Verfahren

Unter diesem Begriff sind Methoden der Datenkompression zu verstehen, die für den aktuell zu bearbeitenden Bildpunkt einen Schätzwert erreichen. Gespeichert und übertragen wird nur die Differenz zwischen dem tatsächlichen und dem geschätzten Wert (DPCM = Differential Pulse Code Modulation).

Die Berechnung des Schätzwertes erfolgt unter Verwendung der dem zu bearbeitenden Bildpunkt benachbarter Abtastwerte und »funktioniert« gut, da in der Regel benachbarte Abtastwerte ähnlich sind. Ähnlichkeit bedeutet in der Informationstheorie »Wissen übereinander«, d. h. Redundanz.

Das Ergebnis ist ein Differenzsignal, das durch diese Ähnlichkeit erheblich geringer im Umfang ist als das Originalbild und somit durch weniger Bytes wiedergegeben werden kann. Zur Dekompression werden die Differenzen wieder aufaddiert und somit die ursprünglichen Bildpunkte rekonstruiert.

DPCM-Verfahren setzt Hell schon seit langem im Telesystem ein. Die hier verwendeten Methoden erreichen eine Reduktion um den Faktor 2–3.

Original (links oben). Resultate nach komprimierten und wieder dekomprimierten Datenbeständen: Prediktives Verfahren mit Reduktionsfaktor 7,5 (rechts oben). Darunter zwei transformative Verfahren mit Reduktionsfaktor 13 und 18.

Transformationsverfahren

Die Transformationsmethoden wandeln das »optische Bild« in eine andere – im Sinne der Datenkompression – leichter zu behandelnde Darstellung um.

Ähnlich wie es gelingt, die Palette der Farben durch den Übereinanderdruck der vier Farbauszüge erstehen zu lassen, ist es auch möglich, Helligkeit und Feinstruktur eines Bildes durch die Überlagerung einer Reihe von Basisstrukturen wieder zu erzeugen. Um die Anzahl der für diesen Vorgang erforderlichen Basisstrukturen überschaubar zu halten, wird vor der Überführung – der Transformation – des Bildes dieses in kleinere Blöcke von wenigen, z. B. 4 x 4 oder 8 x 8 Bildpunkten unterteilt.

Bei der Transformationsrechnung wird für jeden Block – und das sind bei einer A4-Seite mit 120 Linien/cm Abtastauflösung und einer Blockgröße von 8 x 8 Bildpunkten immerhin ca. 142000 – die Gewichtung berechnet, mit der die einzelnen Basisbilder bewertet werden müssen, um übereinandergelagert wieder die Bildinformation des ursprünglichen Bildes zu ergeben.

Für eine Datenkompression werden die Gewichtungsfaktoren der Basisstrukturen für jeden Block analysiert und festgestellt, welche der Basisbilder wesentlich zur Wiedergewinnung des Bildinhaltes beitragen. Gespeichert und übertragen werden muß nach dieser Analyse dann nur noch für jeden Block die Nummer und die Gewichtungsfaktoren der ausgewählten Basisstrukturen.

Mit dieser Methode und unter der Voraussetzung, daß es gelingt, die Auswahl richtig zu treffen, sind Datenkompressionsfaktoren von zwei bis zu höheren zweistelligen Werten zu erreichen. Im Mittel wird der Faktor unter Berücksichtigung der genannten Prämissen bei dem Faktor zehn, eher etwas darüber, liegen. Bei Hell sind sowohl die prediktiven als auch die Transformationsmethoden mit Hilfe von Computersimulationen eingehend untersucht worden.

Ganz wesentlich dabei ist es, die beeinflussbaren Parameter auf die Belange der

Mit Hilfe der Datenkompression läßt sich der Einsatz für Speichermedien im Mittel auf ein Zehntel drücken.

reprotechnischen Spezifika hin zu optimieren. Dabei ist schon im Hinblick auf eine Archivierung darauf zu achten, daß jeder Datenbestand mehrfach komprimiert und dekomprimiert werden kann.

Anwendung

Durch die ständig fallenden Kosten für Datenträger sieht Hell primär die Anwendung der Datenkompression nicht in der Reduktion der Speicherkosten innerhalb der interaktiven Bearbeitungsplätze wie z. B. dem Combiskop. Vielmehr wird die Reduktion von Übertragungszeit und Leitungskosten bei der Datenfernübertragung sowie in der Minimierung der Archivierungskosten verfolgt.

Ein Beispiel dazu: Die Übertragung einer A4-Seite im 60er Raster benötigt bei dem heute von der Deutschen Bundespost geplanten digitalen Übertragungskanal mit einer Rate von 64 kbit/s beträchtliche 1,5 Stunden! Diese Zeit wird durch die Datenkompression auf die wirtschaftlich vertretbare Zeit von neun Minuten reduziert. Der Trend bei den Übertragungsstrecken geht jedoch zu höheren Bitraten. Der T1-Kanal in den USA mit einer Übertragungsrate von 1,5 Mbit/s ist bereits in Betrieb. Weitere Hierarchiestufen mit Übertragungsraten mit bis zu 34 Mbit/s und mehr sind in den USA und Europa geplant.

Um absolut sicherzustellen, daß bei der Hardwarerealisierung der Datenkompression die hohe Bildqualität auch nach mehrfacher Kompression und Dekompression erhalten bleibt, müssen vorher umfangreiche Softwaresimulationen durchgeführt werden, da nur so die steuerbaren Parameter schnell und zuverlässig auf die jeweils neuesten Erkenntnisse aus dem Bereich der Kompressionsverfahren eingestellt werden können.

Die geplante Hardware-Datenkompression wird in ihrer Schnelligkeit den Anforderungen moderner Speichermedien und Datenübertragungskanälen gerecht werden.

Dr. Jürgen Klie