

Digitale Bildverarbeitung

Einheit 6

Punktoperationen

Lehrauftrag SS 2006

Fachbereich M+I der FH-Offenburg



Dr. Bernard Haasdonk

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Ziele der Einheit

- Elementare **Bildverbesserung** durch sogenannte **Punktoperationen** durchführen können
- Verstehen, wie ein Histogramm eines Bildes durch aktive Bildmanipulation beeinflusst werden kann.
- **Korrigieren von Bildfehlern** wie Unter- und Überbelichtung, geringe Dynamik, Histogramm-Unausgewogenheiten
- Korrigieren von gerätespezifischen Intensitäts-Empfindlichkeiten
- Gezieltes Einsetzen von **Falschfarben-Darstellung** als Effekt oder zur Verdeutlichung von Bildinhalten

Punktoperationen

- Punktoperationen sind Funktionen, die die Grauwerte oder Farben von Bildern modifizieren, d.h. Pixel werden **unabhängig** von den Werten ihrer **Umgebung** verändert
- Schon bekannte Beispiele
Grauwert-Quantisierung



Vertauschen von Farbebenen



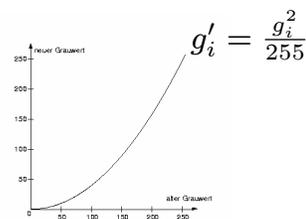
- Weitere Anwendungen:
 - Kontrastverbesserung, Beleuchtungskorrekturen
 - Falschfarbendarstellung
 - Korrekturen von Kamera oder Scanner-Empfindlichkeiten

Skalierungskennlinien

- Die vollständige Beschreibung einer Punktoperation geschieht durch Angabe der Funktion, die alte in neue Werte übersetzt
- Den Graphen dieser Funktion nennt man **Intensitäts-Skalierungskennlinie**.

$$g'_i = f(g_i)$$

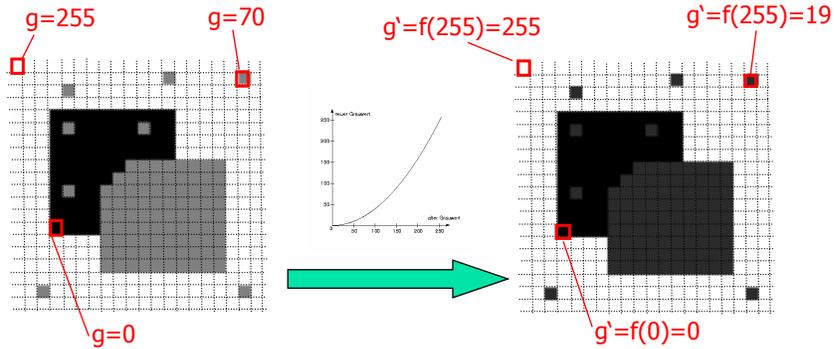
alter Grauwert
in Pixel i
neuer Grauwert
in Pixel i



- Weder die Anzahl der Grauwerte, noch die Bildinformation wird erhöht!
- Können auch auf Teile (ROI) eines Bildes angewandt werden

Realisierung

- Ersetzen der Pixelwerte im Bild:



- Ein **Polynom 2. Grades** erhält hier weiß und schwarz, verdunkelt aber alle Grautöne

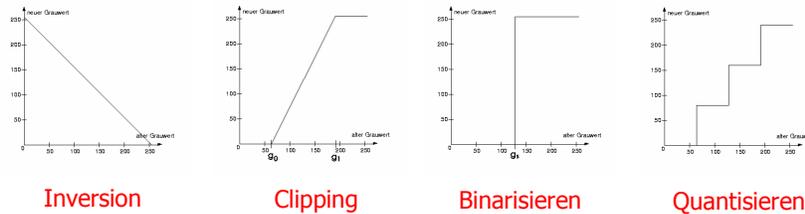
7.4.2006

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2006, Einheit 6

5

Lineare Grauwertmodifikationen

- Betrachtet werden hier **stückweise lineare** Grauwertmodifikationen



Inversion

Clipping

Binarisieren

Quantisieren

- Mögliche Anwendungen sind **Kontrastverbesserung**, **Eliminieren von Unter- und Überbeleuchtung**, **Segmentieren**, **Grauwert-Quantisierung**

7.4.2006

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2006, Einheit 6

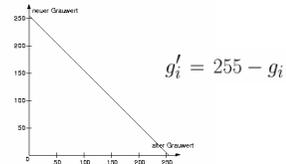
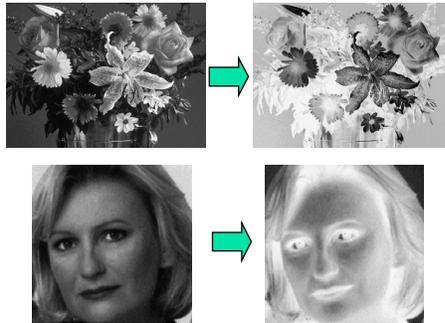
6

Beispiele für lineare Operationen

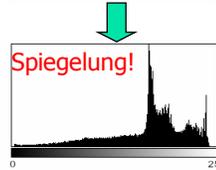
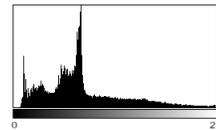
■ Invertierung

- Die Invertierung läßt ein Bild wie ein Negativ erscheinen

- Beispiele:



Auswirkung auf Histogramm:



7.4.2006

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2006, Einheit 6

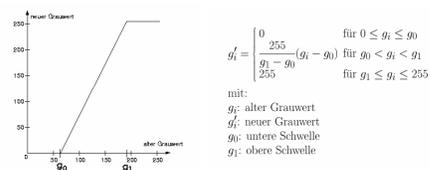
7

Beispiele für lineare Operationen

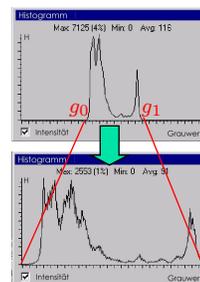
■ Clipping

- Einsatz zwecks Elimination von Unterbeleuchtung, Überbeleuchtung oder schlechtem Kontrast

- Beispiel:



Auswirkung auf Histogramm:



7.4.2006

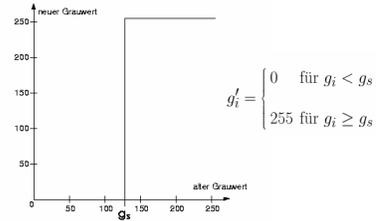
B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2006, Einheit 6

8

Beispiele für lineare Operationen

■ Binarisierung

- Extremes Clipping, bei dem die Schwellen zusammenfallen
- Erzeugt aus einem Grauwertbild ein Binärbild, d.h. sie setzt alle Grauwerte unterhalb einer Schwelle g_s auf den Wert 0 und oberhalb auf den Wert 255
- Anwendung beim Telefax
- Anwendung bei **Segmentierung** von Bildern bei bimodalen Histogrammen:



7.4.2006

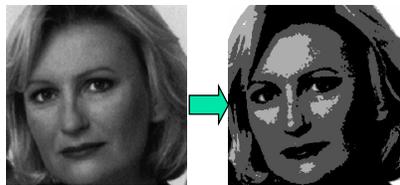
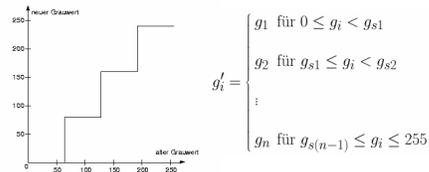
B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2006, Einheit 6

9

Beispiele für lineare Operationen

■ Posterizing

- Reduziert das Bild auf wenige Grauwerte und erreicht dadurch einen Plakateffekt.
- Posterizing ist eine beabsichtigt **grobe Grauwertquantisierung**
- Ist eine Realisierung von verlustbehafteter Signalkompression
- Anwendungsbereich ist hauptsächlich künstlerisch
- Beispiel:



- Viele Punktoperationen sind in ImageJ realisiert

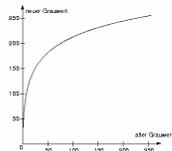
7.4.2006

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2006, Einheit 6

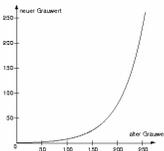
10

Nichtlineare Grauwertoperationen

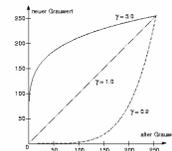
- Nichtlineare Grauwertoperationen haben eine nichtlineare Skalierungskurve
- können sehr effektiv zu Bildverbesserung eingesetzt werden



Logarithmus-Funktion



Exponential-Funktion

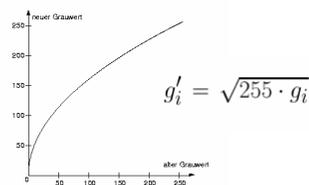


Gamma-Korrektur

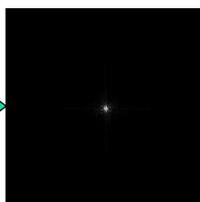
- Wichtige Arten von Operationen sind
 - Strecken von hellen Grautönen
 - Strecken von dunklen Grautönen
 - Gamma-Korrektur
 - Histogrammausgleich (Histogrammskalierung)

Beispiele für nichtlineare Operationen

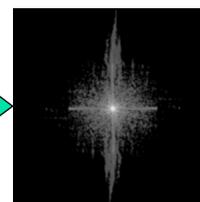
- **Wurzelfunktion:**
 - streckt niedere Grauwertbereiche während hohe Grauwertbereiche gestaucht werden.
 - Anwendung z.B. nach einer Fouriertransformation (FT) und Betragsbildung:



FT+
Betrag



Wurzel



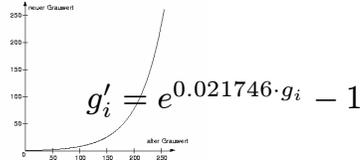
- Ähnlich: **Logarithmus-Funktion**
 - Stärker ausgeprägte Streckung/Stauchung

Beispiele für nichtlineare Operationen

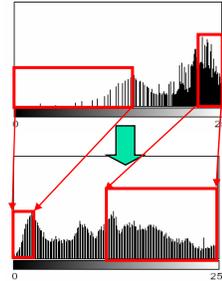
- Exponentialfunktion
 - streckt hohe Grauwertbereiche während niedrige Grauwertbereiche gestaucht werden.
 - Anwendung z.B. bei hellen Bildern mit komplettem Dynamik-Umfang:



- Ähnlich: Polynomfunktion 2. Grades
 - Etwas weniger ausgeprägte Streckung/Stauchung



Auswirkung auf Histogramm:



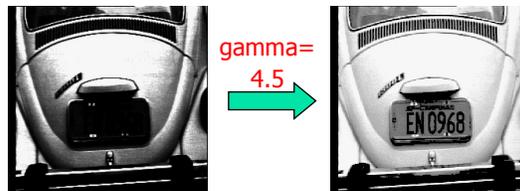
7.4.2006

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2006, Einheit 6

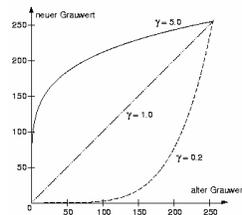
13

Beispiele für nichtlineare Operationen

- Gamma-Korrektur
 - Verschiedene Effekte sind möglich in Abhängigkeit des Exponenten gamma
 - $\gamma > 1$: niedrige Grauwerte werden gestreckt, hohe Grauwerte gestaucht
 - $0 < \gamma < 1$: niedrige Grauwerte werden gestaucht hohe Grauwerte gestreckt
 - Beispiel:



$$g'_i = 255 \cdot \left(\frac{g_i}{255}\right)^{1/\gamma}$$



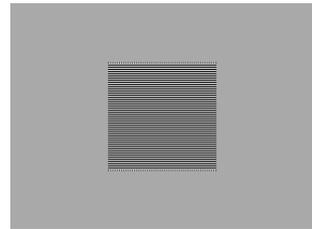
7.4.2006

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2006, Einheit 6

14

Beispiele für nichtlineare Operationen

- **Hohe Relevanz** der Gamma-Korrektur in Bildverarbeitung:
 - Kalibrierung, Einstellung oder Verbesserung der (Farb)-Intensität
 - Viele Geräte in der Bildverarbeitungskette einschließlich des menschlichen Auges haben einen nichtlinearen Intensität/Helligkeits-Zusammenhang (z.B. CMOS-Kamera und Auge: logarithmisch)
 - Oft unterschiedlich in verschiedenen Farbkomponenten
 - Beim Übergang von einem Medium auf ein anderes muss daher eine Gamma-Korrektur vorgenommen werden
- Anwendung als **Folgestufe** der Bildaufnahme
 - Z.B. Kalibrieren eines Scanners, einer Kamera
- Anwendung als **Vorstufe** für Bildausgabe
 - Kalibrieren eines Monitors oder der Druckerausgabe
 - Einstellung durch Testmuster z.B. über Bild mit feinem schwarz-weiß Muster und einem 50% Grauton
 - Variation von gamma bis man gleiche „Helligkeit“ in beiden Bereichen erhält



7.4.2006

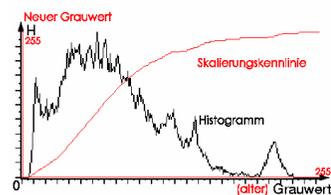
B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2006, Einheit 6

15

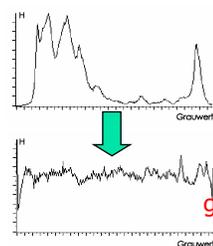
Beispiele für nichtlineare Operationen

- **Histogrammausgleich** (Histogrammskalierung)
 - Der Histogrammausgleich ändert die **Grauwerte** im Bild so, daß sie anschließend **möglichst gleichverteilt** sind.
 - Für den Histogrammausgleich wird die Kennlinienfunktion nicht vorgegeben, sondern aus dem Histogramm generiert.
 - Beispiel:

$$g'_i = \frac{256}{n_{\text{pixel}}} \cdot \sum_{k=0}^{g_i} H(k) - 1$$



Auswirkung auf Histogramm:



ungefähr gleichverteilt



7.4.2006

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2006, Einheit 6

16

Farboperationen

- Graubilder oder indizierte Farbbilder sind durch eine Lookup-Table (LUT) modifizierbar
- Ermöglicht Falschfarben-Darstellung
 - Einsatz als Bildeffekt
 - Einsatz zur Verstärkung von Bildinformation



7.4.2006

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2006, Einheit 6

17

Farboperationen

- Allgemeine Farbbilder sind durch 3 Kennlinien modifizierbar
- Achsen sind durch den Farbraum gegeben:

■ RGB:

Additive Farbmischung (Licht)

[41]

■ CMYK:

Subtraktive Farbmischung (Pigmentfarben)

[41]

- Weitere: HSV (von Künstler bevorzugt), YUV (PAL Fernsehen)

7.4.2006

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2006, Einheit 6

18

Zusammenfassung

- **Punktoperationen** verändern die Farben oder Grauwerte von Bildern unabhängig von Nachbarschaft
- Weder die Anzahl der Grauwerte, noch die Bildinformation wird erhöht, die subjektive **Bildqualität** kann verbessert werden
- Man unterscheidet **lineare** und **nichtlineare Intensitäts-Skalierungskennlinien**
- Das **Clipping** ermöglicht einfaches Korrigieren von Beleuchtungsproblemen
- **Gamma-Korrektur** ist bequemes und wichtiges Hilfsmittel zur Korrektur von nichtlinearen Geräte-Kennlinien, ermöglicht Spreizen von dunklen oder hellen Bereichen
- Kennlinien können sich aus einem gegebenen Histogramm selbst erzeugen, z.B. beim **Histogramm-ausgleich**

Bild-Referenzen

Die Bilder wurden entweder selbst erstellt, stammen aus dem WBT/Skript von Frau Erhardt oder aus folgenden Quellen (identische Nummerierung wie in Skript):

- [41] Wikipedia
 - http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:RGB_farbwuerfel.jpg
 - http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:CMYK_farbwuerfel.jpg