

Digitale Bildverarbeitung

Einheit 7

Bildarithmetik

Lehrauftrag WS 2007/2008

Fachbereich M+I der FH-Offenburg



Dr. Bernard Haasdonk

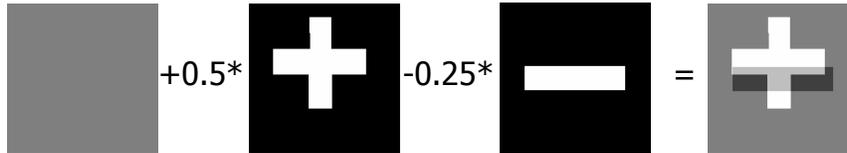
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Ziele der Einheit

- Einsehen, dass man mit Bildern „rechnen“ kann, indem zwei oder mehr Eingangsbilder zu einem Ausgangsbild verknüpft werden.
- Sowohl arithmetische als auch logische Verknüpfungen sind möglich
- Verstehen, dass Bildverknüpfungen einfache, aber mächtige Tools sind zum
 - Zusammenfügen von Bildteilen
 - Extraktion von Bildteilen
 - Segmentierung von Objekten
 - Rauschunterdrückung
 - Detektion von Veränderungen

Allgemeine Bildverknüpfungen

- Bilder sind **Matrizen**, mit Matrizen kann gerechnet werden:



- Nicht alle Matrixverknüpfungen sind in der Bildverarbeitung sinnvoll, z.B. „Matrixmultiplikation von Bildern“ ist sinnlos
- Aber allgemeine **punktweise** Bildverknüpfungen sind möglich
 - zwei oder mehr **Eingangsbilder** werden über eine Funktion f zu einem **Ausgangsbild** verknüpft:

$$g'(x, y) = f(g_1(x, y), g_2(x, y), \dots, g_n(x, y))$$

- Es ist notwendig, dass alle beteiligten Bilder die **gleiche Größe** haben
- Bildverknüpfungen in ImageJ: „Image Calculator“

Arithmetische Bildoperationen

- **Addition** zweier Bilder $g'(x, y) = g_1(x, y) + g_2(x, y)$
 - Sie wird eingesetzt zum Überlagern von Bildern: Verstärkung überlappender Bereiche!



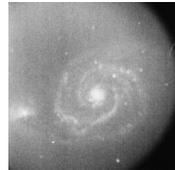
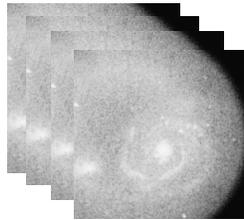
Zusammenfügen von Segmentierten Objekten:



- Funktioniert also gut bei Bildern mit 0-Hintergrund und **überlappungsfreien** Objekten!

Arithmetische Bildoperationen

- Die **Mittelung** von Bildern
 - Aus Bildern, die kurz hintereinander aufgenommen werden, werden zufällige Störungen wie **Rauschen eliminiert**



$$g'(x, y) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n g_k(x, y)$$

- Die **Multiplikation** von Bildern $g'(x, y) = g_1(x, y) \cdot g_2(x, y)$
 - Im Gegensatz zur Matrixmultiplikation geschieht die Multiplikation zwischen zwei Bildern punktweise.
 - Die Multiplikation und die Division von Bildern wird hauptsächlich zur **Filterung im Fourier-Raum** eingesetzt.

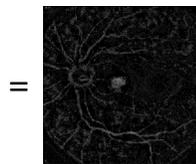
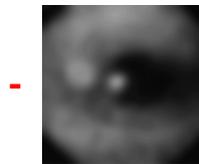
2.10.2007

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 2007/2008, Einheit 7

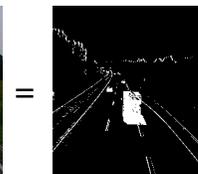
5

Arithmetische Bildoperationen

- **Differenz** zweier Bilder $g'(x, y) = g_1(x, y) - g_2(x, y)$
 - sie wird eingesetzt zur **Segmentierung**:



zur **Detektion** von Bewegung, Detektion von Veränderungen:



2.10.2007

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 2007/2008, Einheit 7

6

Zahlbereichsbegrenzung

- Pixelwerte sind keine beliebigen reellen Zahlen, sondern
 - Nicht negativ
 - Nicht größer als der größte darstellbare Grauwert
 - Ganzzahlig
- Bei arithmetischen Operationen erfolgt daher oft
 - Runden von nichtganzzahligen Ergebnissen
 - Bereichs-Clipping nach unten:
 - Ergebnisse kleiner 0 werden 0 gesetzt
 - Bereichs-Clipping nach oben:
 - Ergebnisse über dem maximalem Grauwert werden auf maximalen Wert gesetzt
 - Die Bittiefe des Ergebnisbildes wird erhöht, um größere Zahlen darstellen zu können
 - Die Bittiefe des Bildes wird erhöht, um negative Zahlen darstellen zu können

Logische Bildoperationen

- **OR-Operation** $g'(x, y) = g_1(x, y) \vee g_2(x, y)$
 - wird in korrespondierenden Pixeln bitweise durchgeführt.
- | | |
|----------------|--|
| $0 \vee 0 = 0$ | $72_{dez} \vee 112_{dez} = 1001000_{bin} \vee 1110000_{bin}$ |
| $0 \vee 1 = 1$ | $= 1111000_{bin}$ |
| $1 \vee 0 = 1$ | $= 120_{dez}$ |
| $1 \vee 1 = 1$ | |
- Sie wird eingesetzt zum Verschmelzen von Bildern ohne „Verstärkung“ (vgl. Addition)



Zusammenfügen von Segmentierten Objekten wie Addition

- Funktioniert also gut bei überlappenden Objekten!

Logische Bildoperationen

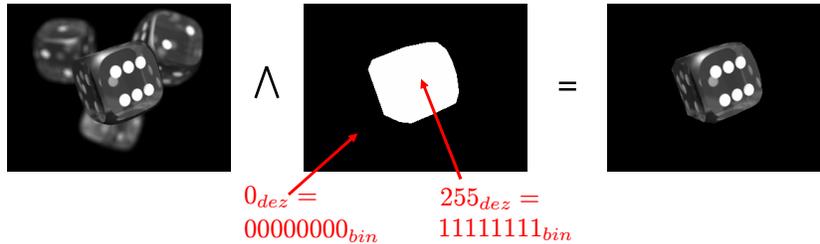
- **AND-Operation**

$$g'(x, y) = g_1(x, y) \wedge g_2(x, y)$$

- wird in korrespondierenden Pixeln bitweise durchgeführt.

$$\begin{aligned} 0 \wedge 0 &= 0 & 72_{dez} \wedge 112_{dez} &= 1001000_{bin} \wedge 1110000_{bin} \\ 0 \wedge 1 &= 0 & &= 1000000_{bin} \\ 1 \wedge 0 &= 0 & &= 64_{dez} \\ 1 \wedge 1 &= 1 & & \end{aligned}$$

- **Anwendung: Ausschneiden von Bildteilen**

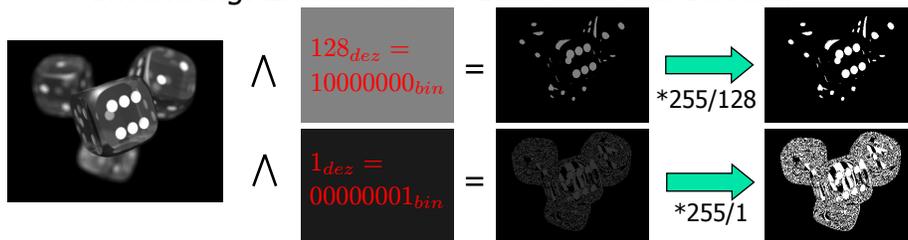


- **Weitere Logische Funktionen**

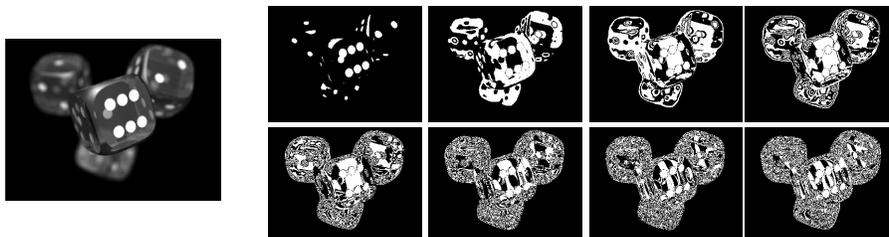
- **XOR**, Negation, etc. Alle logischen Operationen können aus **AND**, **OR** und der **Negation** gebildet werden.

Logische Bildoperationen

- **Anwendung: Extraktion von Bitebenen aus Bildern:**

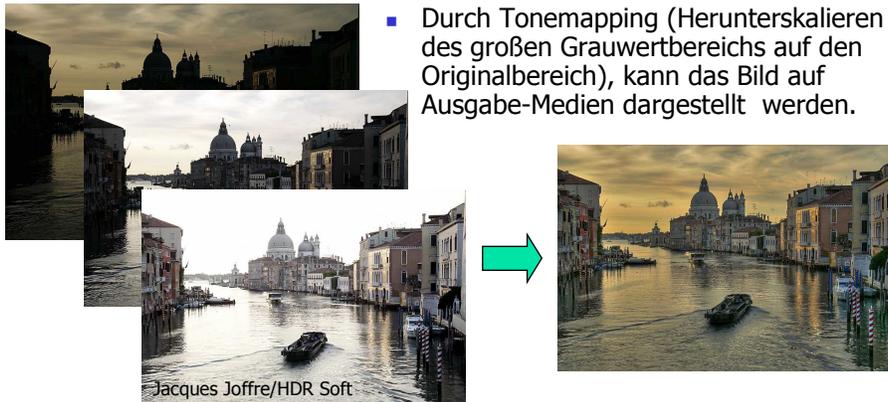


- **Alle Bitebenen:**



Anwendung: HDR-Fotographie

- Aus Beleuchtungssequenz einer Szene wird Ergebnis-bild mit großem Grauwert-Umfang erzeugt (High Dynamic Range)
 - Durch Tonemapping (Herunterskalieren des großen Grauwertbereichs auf den Originalbereich), kann das Bild auf Ausgabe-Medien dargestellt werden.



- Wesentliche Operationen: Grauwert-Verschiebung/Skalierung, Ausschneiden der informativen Teile, Zusammenfügen

2.10.2007

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 2007/2008, Einheit 7

11

Anwendung: HDR-Fotographie

- Schritte bei 2 Bildern:
 - Ermitteln der Grauwertverschiebung g zwischen den Bildern A und B
 - Maske M aus informativen (=nicht überbelichteten) Pixeln von A und Inverses davon
 - Maskieren von A
 - Grauwertverschiebung (höhere Bittiefe!) und Maskieren von B
 - Addition der Ergebnisse und Tonemapping durch Grauwertskalierung



$$g = 154$$



2.10.2007

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 2007/2008, Einheit 7

12

Anwendung „Bluescreen“

- Ziel: Einfügen eines Objektes in einen neuen Hintergrund
- Statt „Blauem Hintergrund“ dient ein beliebiger Hintergrund
- Einmalige Aufnahme von aktuellem und neuem Hintergrund:

Aktueller
Hintergrund:



Neuer
Hintergrund:



- Für Sequenz von Live-Bildern: Ausschneiden des Objekts und Zusammenfügen mit neuem Hintergrund:

Livebild
mit Objekt:



Ergebnis:



2.10.2007 B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 2007/2008, Einheit 7

13

Zusammenfassung

- Bei **arithmetischen** oder **logischen** Bildverknüpfungen entsteht ein Ergebnisbild aus mindestens zwei Eingangsbildern.
- Es werden jeweils **korrespondierende Pixel** nach arithmetischen oder logischen Gesetzen **verknüpft**
- **Addition** von Bildern erlaubt Überlagerung und Zusammenfügen von Bildteilen
- **Mittelung** von Bildern wird für die Eliminierung zufälliger Störungen wie Rauschen angewandt
- **Bildsubtraktion** zeigt Veränderungen auf, detektiert fehlende Teile und bewegende Objekte
- **Bildmultiplikation** wird bei der Filterung im Fourier-Raum verwendet
- **Logische Operationen** erlauben Extraktion von Bildteilen oder Bitebenen oder Verschmelzen von Bildern

2.10.2007 B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 2007/2008, Einheit 7

14