

Grundlagenpraktikum: Rechnerarchitektur

Gruppe 127 - Aufgabe A219

Syrine Aidani - Adem Trabelsi - Ahmed Mhamdi

11-03-2024

Problemstellung

Graustufenkonvertierung

Tonwertkorrektur

Perfromanzanalyse

Zusammenfassung

- ▶ **Wie wird ein farbiges Bild in Graustufen konvertiert?**

Zusammenführung der 3 Farbkanäle (*Rot, Grün, Blau*) jedes Pixels.

- ▶ **Was ist eine Tonwertkorrektur?**

Helligkeit und Kontrast anpassen.

wozu? Sodass die verschiedenen Tonwerte, also die Unterschiede zwischen Hell und Dunkel, in bessere Balance sind.

Graustufenkonvertierung

wie konvertiert man ein Bild zum Grayscale?

1. Durchschnitt
2. Gewichtetes Durchschnitt: Luminanz Ansatz

Graustufenkonvertierung

Durchschnitt

Mathematische Berechnung der Durchschnitt alle 3 Farbkanäle.

► **Formel:** $\frac{R+G+B}{3}$

Methode funktioniert, ist jedoch problematisch.

► **Warum?** Alle Farben sind dem gleichen Gewicht zugewiesen.

Graustufenkonvertierung

Luminanz Ansatz

- ▶ Auge ist besonders empfindlich für Grün.
- ▶ Geringste Empfindlichkeit ist für Blau.

Lösung: Jede Farbe einem Koeffizient zuweisen, um unsere Farbwahrnehmung angemessen zu reflektieren.

$$Y = 0.2126R + 0.7152G + 0.0722B$$

Graustufenkonvertierung

Unterschied



(a) Original Bild



(b) Durchschnitt



(c) Luminanz Ansatz

Figure: Vergleich der zwei Ansätze für die Graustufenkonvertierung

Drei gegebene Punkte: $(E_S, A_S), (E_M, A_M), (E_W, A_W)$

- ▶ Sie entsprechen den Ein- und Ausgabe Schwarz-, Mitten- und Weißwerte.

es gilt dass $E_S < E_M < E_W$

Tonwertkorrektur

Für Schwarz- und Weißwerte, die weit voneinander entfernt sind, weist das Bild einen größeren Kontrast auf.

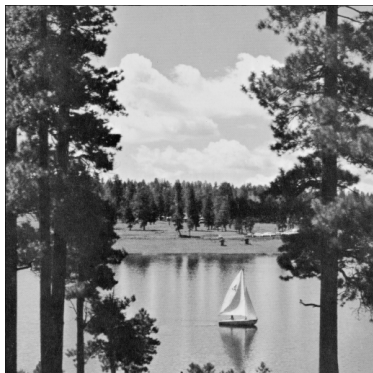


Figure: Höheres Kontrast

$$(E_S, A_S) = (0, 0) \\ (E_W, A_W) = (255, 255)$$

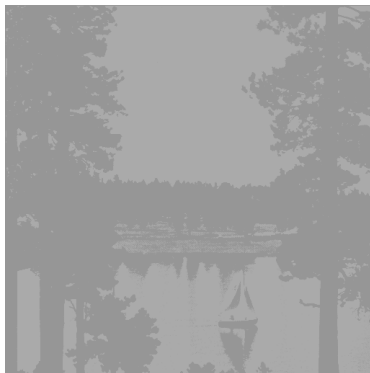


Figure: Niedriges Kontrast

$$(E_S, A_S) = (150, 150) \\ (E_W, A_W) = (170, 170)$$

Tonwertkorrektur

Arte der Interpolation

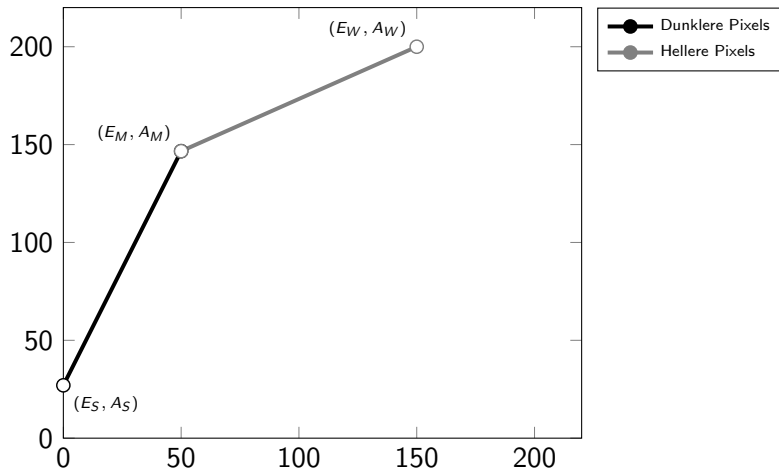
$$Q(x) = \begin{cases} es, & \text{if } x \leq es, \\ \text{clamp}_{as}^{aw}(I(x)), & \text{if } es < x < ew, \\ aw, & \text{if } ew \leq x. \end{cases}$$

Interpolation der 3 Punkte $(E_S, A_S), (E_M, A_M), (E_W, A_W)$
durch:

1. Lineare Interpolation
2. Quadratische Interpolation

Tonwertkorrektur

Lineare Interpolation



Interpolationsfunktion:

$$I(x) = s_1 \cdot x^2 + s_2 \cdot x + s_3$$

mit $I(E_S) = A_S$, $I(E_M) = A_M$ und $I(E_W) = A_W$

s1, s2 und s3 bestimmen durch die Lösung folgendes Gleichungssystem mit dem Gauß-Jordan Verfahren:

$$s_3 + s_2 \cdot E_S + s_1 \cdot E_S^2 = A_S$$

$$s_3 + s_2 \cdot E_M + s_1 \cdot E_M^2 = A_M$$

$$s_3 + s_2 \cdot E_W + s_1 \cdot E_W^2 = A_W$$

Tonwertkorrektur

Quadratische Interpolation - Alternative

► Lagrange Interpolation:

$$L_k(x) = \prod_{i:i \neq k} \frac{(x - x_i)}{(x_k - x_i)}$$

die quadratische Interpolation:

$$I(x) = \sum_{k=0}^2 y_k \cdot L_k(x) \quad y_0 = as, y_1 = am, y_2 = aw.$$

Tonwertkorrektur

Quadratische Interpolation - Alternative

► Newton Interpolation:

$$I(x) = c_{0,0} + c_{0,1} \cdot (x - es) + c_{0,2} \cdot (x - es) \cdot (x - em)$$

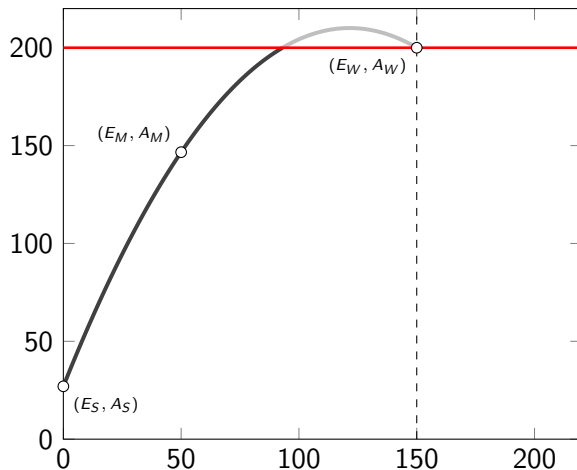
Newtonsche dividierte Differenzen:

$$c_{i,0} = I(es) = as$$

$$c_{i,k} = \frac{c_{i+1,k-1} - c_{i,k-1}}{x_{i+k} - x_i}$$

Tonwertkorrektur

Quadratische Interpolation



Tonwertkorrektur

Quadratische oder lineare Interpolation?

das definierte Intervall für Werte: $[A_S, A_W]$.

Lineare Interpolation: Werte immer innerhalb von dem definierten Intervall

Quadratische Interpolation: Werte können außerhalb von dem definierten Intervall liegen



Figure: Lineare

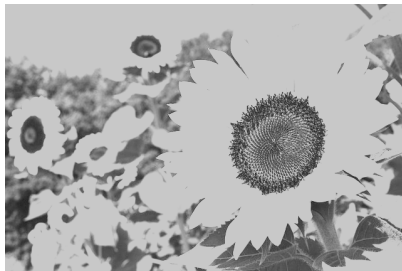


Figure: Quadratische

Messsumgebung

- ▶ Intel i5-8250U Prozessor, 1.60 GHz, 4 GB Arbeitsspeicher
- ▶ Xubuntu 22.04 und Linux Kernel 6.5

Compiler

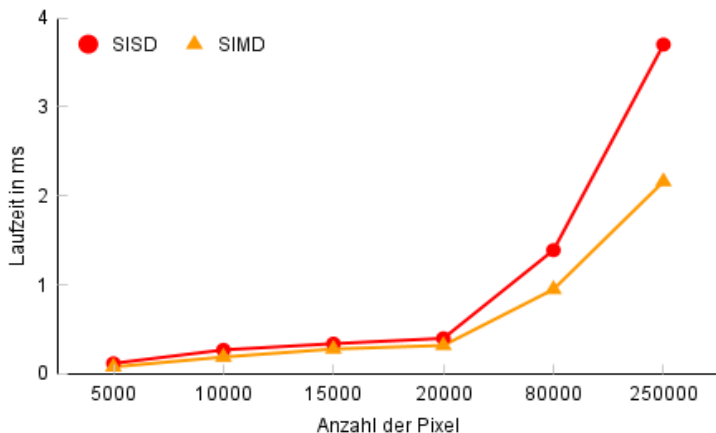
- ▶ GCC 11.4.0, -O3

Testergebnisse

- ▶ Ergebnisse werden in Millisekunden pro Pixel angegeben.

Performanzanalyse

Grayscale Optimierung

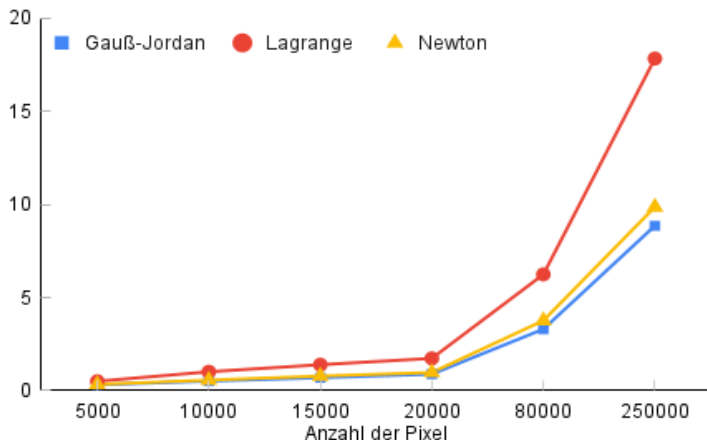


Speedup durch SIMD

- ▶ SIMD deutlich schneller für größere Bilder

Performanzanalyse

Quadratische Interpolations-Algorithmen

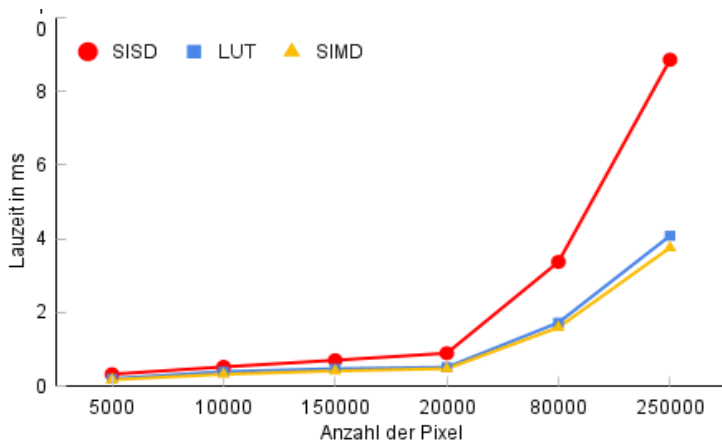


Überraschender Sieger:

- Gauß-Jordan Verfahren

Performanzanalyse

Gauß-Jordan Optimierung

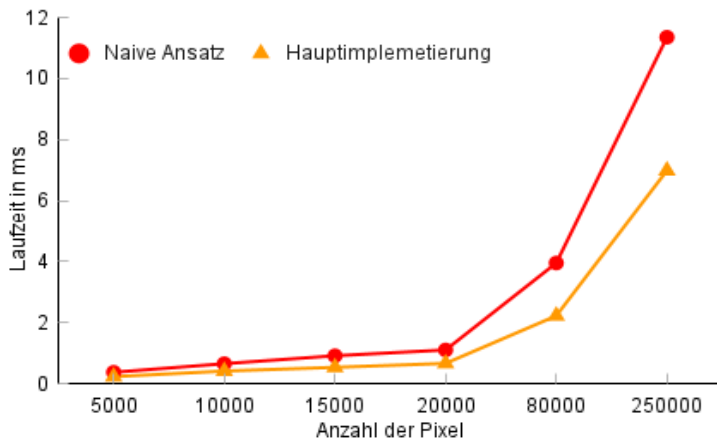


Speedup durch Look-Up Tabelle und SIMD

- ▶ SIMD circa 3 Mal schneller

Performanzanalyse

Hauptimplimentierung Optimierung



Speedup von insgesamt circa 2 Mal

Tonwertkorrektur von PPM Bilder

- ▶ Graustufen Konvertierung durch Luminanz Ansatz
- ▶ Interpolation: Quadratisch und Linear

Weitere Optimierungen:

- ▶ Multithreading
- ▶ Horne'sche Methode