

Projekt 2: Kontrastanpassung

Marcel Sandermann
Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Liebigstraße 61, 32657 Lemgo
E-Mail: marcel.sandermann@stud.hs-owl.de

Zusammenfassung—In diesem Projekt werden zwei Verfahren zur Kontrastanpassung in 8-Bit Grauwertbildern herausgearbeitet und als Plug-In für ImageJ implementiert. Zunächst wird die lineare Skalierung aller Pixelwerte auf den insgesamt verfügbaren Bereich als rudimentäre Methode vorgestellt. In der erweiterten Form wird ein Sättigungsbereich am oberen und unteren Ende des Wertebereichs definiert. Alle Werte innerhalb dieses Bereichs werden auf den Minimal-/Maximalwert abgebildet. Der verbleibende Teil in der Mitte des Wertespektrums wird wiederum linear skaliert. Da die Pixelwerte in ImageJ als Integers gespeichert sind, werden die Pixelwerte für beide Verfahren nach dem gleichen Ablauf berechnet. Das modifizierte Verfahren ergibt sich über vorherige Anpassung der niedrigsten/höchsten Pixelwerte an die inneren Grenzen der Sättigungsbereiche und anschließendes Clipping auf den verfügbaren Wertebereich.

I. EINLEITUNG

Ein geringer Kontrast in Bildern stellt eine Herausforderung für Verfahren der Bildverarbeitung dar und erschwert menschlichen Betrachtern das Analysieren von Bildern. In diesem Dokument werden zwei Verfahren vorgestellt, die den Kontrast eines Bildes verändern und auf diese Weise zur Behandlung des Problems dienen.

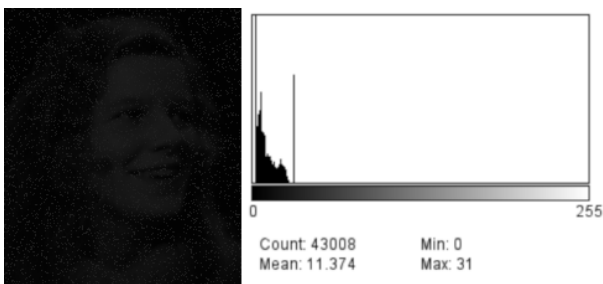


Abbildung 1. Links: Darstellung einer jungen Frau. Rechts: Histogramm der Pixelwerte. Aufgrund des geringen Kontrasts ist der Inhalt des Bildes kaum zu erkennen.

Ziel dabei ist es die Pixelwerte eines Bildes so zu verändern, dass ein schmales Histogramm wie in Abb. 1 auf den insgesamt verfügbaren Wertebereich gestreckt wird. zu beachten ist dabei, dass einzelne Ausreißer

oder Rauschen in den Randbereichen das Strecken des Histogramms nicht ohne weitere Bearbeitung zulässt. Wie groß dieser Wertebereich im Zielbild ist kann zudem manuell beschränkt werden.

II. ANSATZ/VERFAHREN

Für die Verbreiterung des Histogramms und die damit einhergehende Kontrastverbesserung werdend die Pixelwerte des Originalbildes linear skaliert.

$$f_{ac}(a) = a_{min} + (a - a_{low}) \cdot \frac{a_{max} - a_{min}}{a_{high} - a_{low}} \quad (1)$$

GL. (1) beschreibt die Abbildungsvorschrift zur Berechnung dieser neuen Pixelwerte. Die Variablen a_{high} und a_{low} der Gleichung beziehen sich auf den höchsten beziehungsweise niedrigsten Pixelwert des Originalbildes. Für Abb. 1 sind $a_{low} = 0$ und $a_{high} = 31$ beispielsweise aus dem Histogramm ablesbar. Um im Zielbild den gesamten Wertebereich zu nutzen werden $a_{max} = 255$ und $a_{min} = 0$ gesetzt. Das Verfahren lässt sich gleichermaßen für benutzerdefinierte Wertebereiche innerhalb der Grenzwerten a_{max}, a_{min} anwenden, wie in der Implementierung dieses Projekts (s. Kap. III) umgesetzt. Festzuhalten ist zudem, dass $a_{max} < a_{min}$ keine sinnvollen Ergebnisse liefert und $a_{low} = a_{high}$ eine ungültige Parametrisierung der gegebenen Formel darstellt. (vgl. [1])

Wenn die Randbereich eines Histogramms verrauscht oder mit einzelnen Ausreißern versehen sind, bietet es sich an, diese zunächst in einem Sättigungsbereich zu sammeln.

$$\begin{aligned} a'_{low} &= \min\{i | H(i) \geq M \cdot N \cdot p_{low}\} \\ a'_{high} &= \max\{i | H(i) \leq M \cdot N \cdot (1 - p_{low})\} \end{aligned} \quad (2)$$

Die in Gl. 2 definierten a'_{low} und a'_{high} entsprechen den Rändern dieser Sättigungsbereiche und ersetzen die aus dem Histogramm gewonnenen a_{low} und a_{high} Werte. Alle Pixelwerte unterhalb von a'_{low} werden auf a_{min} abgebildet und alle Werte oberhalb von a'_{high} entsprechend

auf a_{max} . Der verbleibende Bereich wird wie bereits beschrieben linear skaliert. Die vollständige Abbildungsvorschrift ist Gl. 3 zu entnehmen.(vgl. [2])

$$f(a) = \begin{cases} a_{min} & \text{für } a \leq a'_{low}, \\ a_{min} + \frac{(a-a'_{low}) \cdot (a_{max}-a_{min})}{a'_{high}-a'_{low}} & \text{für } a'_{low} < a < a'_{high}, \\ a_{max} & \text{für } a \geq a'_{high} \end{cases} \quad (3)$$

III. IMPLEMENTIERUNG

Die Implementierung der beschriebenen Verfahren gliedert sich in zwei Teile. Die Klasse ContrastAdaptionUserDialog erstellt eine Oberfläche zur Eingabe der Werte a_{max} und a_{min} . Außerdem nimmt der Dialog die prozentuale Angabe zur Berechnung des Sättigungsbereichs entgegen. Über Methode werden diese Werte zur Verfügung gestellt. Wird ein Sättigungswert von 0% eingegeben, wird eine automatische Kontrastanpassung ohne Sättigungsbereiche vorgenommen. In der run-Methode des Plug-Ins wird eine Instanz dieser Klasse erstellt und die Eingaben zur Berechnung der neuen Pixelwerte entgegengenommen. Für das modifizierte Verfahren erfolgt die Berechnung der a'_{low} und a'_{high} Werte in einem vorgeschobenen Schritt, in dem auch ein Clipping auf ebendiese Werte durchgeführt wird. Die Berechnung der Pixelwerte ist durch die gleiche Methode möglich, parametrisiert mit den Werten a'_{low} , a'_{high} bzw. a_{low} , a_{high} .

IV. ERGEBNISSE

Für Bilder mit scharfen Grenzwerten im Histogramm führt die entwickelte Lösung eine automatische Anpassung des Kontrasts durch. Abbildung 2 zeigt eine Vorher-Nachher-Darstellung des in der Einleitung präsentierten Bildes. Die abgebildete Frau ist durch die Skalierung der Pixelwerte deutlich zu erkennen.



Abbildung 2. Vorher-Nachher-Vergleich des in Abb. 1 dargestellten Bildes. Das bearbeitete Bild entspricht der Abbildung nach Gl. 1 mit den Parametern $a_{max} = 255$ und $a_{min} = 0$.

Abbildung 3 zeigt wie die modifizierte Form des Verfahrens zur Verbesserung des Kontrasts in Bildern führt, die bereits ein breites Spektrum der Pixelwerte abdecken. In diesem Beispiel werden die unterschiedlichen Schwarztöne des Hintergrunds in dem Sättigungsbereich zusammengefasst, sodass die Oberfläche von Pluto mit einem höheren Kontrast aufgelöst wird.



Abbildung 3. Beide Abbildungen zeigen den Zwergplaneten Pluto. Rechts in bearbeiteter Form als Abbildung nach Gl. 3 mit den Parametern $a_{max} = 255$ und $a_{min} = 0$, sowie einer einprozentigen Sättigung an den Randbereichen.

Ein Nebeneffekt der lineare Skalierung ist, dass die Histogramme der Bilder keine kontinuierlichen Verläufe mehr darstellen. Wird das modifizierte Verfahren verwendet, geht dies auch mit dem Informationsverlust einher, der durch die Verringerung der voneinander unterschiedlichen Pixelwerte entsteht.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Eine Kontrastanpassung durch lineare Skalierung in Bildern deren Pixelwerte in einem stark gestauchten Wertebereich liegen, führt zu einer deutlichen Verbesserung der Verarbeitbarkeit von Bildern durch menschliche Beobachter. Durch die Einführung von Sättigungsbereichen, in denen ein definierbarer Prozentsatz der Pixel auf einen Randwert abgebildet wird, wird das Verfahren modifiziert. Vor allem für Bilder deren zugehörige Histogramme flach auslaufende Kurven bilden, ist die Verbesserung signifikant und ermöglicht eine kontrastreichere Auflösung der interessanten Bereiche. Die für dieses Projekt geforderten Funktionen werden von der implementierten Lösung umgesetzt und die gewünschten Ergebnisse werden sichtbar. Zudem liefert das PlugIn alle gewünschten Einstellungsmöglichkeiten zur Parametrisierung des Verfahrens. Der in Kap. IV erwähnte Informationsverlust durch Anwendung des modifizierten Verfahrens ist für den beschriebenen Einsatzzweck zu vernachlässigen, da der Fokus nicht auf den Randbereichen der Pixelwerte liegt.

LITERATUR

- [1] W. Burger und M. Burge, *Digitale Bildverarbeitung - Eine algorithmische Einführung mit Java*, 3. Aufl. Berlin: Springer, 2015, S. 63–64.
- [2] —, *Digitale Bildverarbeitung - Eine algorithmische Einführung mit Java*, 3. Aufl. Berlin: Springer, 2015, S. 64–66.