

影像處理作業1:彩色影像直方圖均衡化實作說明報告

【一、作業簡介】

本次作業要求我們實作彩色影像的直方圖均衡化。由於直接對彩色影像的各通道(例如 RGB)進行均衡化往往會導致色彩失真,所以我學習到,一個比較好的方法是先將影像從 BGR(或 RGB)轉換至 HSV 色彩空間,僅針對 V(亮度)通道進行均衡化處理,從而在提高影像對比度的同時,保留原始的色彩資訊。

【二、實作原理與演算法說明】

1. 色彩空間轉換

我首先將彩色影像從 BGR 色彩空間轉換成 HSV 色彩空間,並將影像分解為 H(色相)、S(飽和度)與 V(亮度)三個通道。由於 V 通道主要反映影像的亮度信息,是影像對比度的關鍵,因此後續的均衡化僅針對 V 通道進行。

2. V 通道直方圖均衡化

針對 V 通道,我依照以下步驟進行處理:

- 統計 V 通道中每個灰階值(0~255)的出現次數,生成直方圖。
- 根據直方圖計算累積分布函數(CDF),這可以反映出低於某個灰階值的像素總數。
- 將 CDF 正規化到 0~255 的範圍,生成一個查找表,該表用於重新分配像素值。
- 利用這個查找表將原始 V 通道中的像素值進行映射,從而使亮度分佈更加均勻,達到增強對比度的效果。

3. 影像重建

接著,我將均衡化後的 V 通道與原始的 H 與 S 通道合併,並將影像從 HSV 色彩空間轉回 BGR 色彩空間,生成最終的均衡化影像。這樣不僅改善了影像亮度的均勻性,同時也能保留影像原有的色彩。

4. 2D 直方圖的說明

除了對 V 通道進行均衡化外,我還生成了 H 與 S 通道的 2D 直方圖,用來展示影像中色相與飽和度的聯合分佈:

- 橫軸表示色相(Hue),通常範圍為 0 至 180。
 - 縱軸表示飽和度(Saturation),通常範圍為 0 至 256。
- 為了讓圖形效果更直觀,我採用自訂的漸層色帶(從黑→紅→橘→黃→白),使得直方圖中數值較高的區域以黃色顯示,數值較低的區域則以黑色顯示。這樣可以清楚地反映出影像中哪些色相與飽和度的組合較為集中。

【三、結果與討論】

1. 原始影像與均衡化後影像的比較

經過均衡化處理後,影像的對比度有了顯著提升。原本較暗或較亮的部分變得更加均衡,影像細節也更為豐富。由於僅調整 V 通道,原始的色彩(由 H 與 S 表示)基本保持不變,這證明了該方法在保留色彩信息方面的優勢。

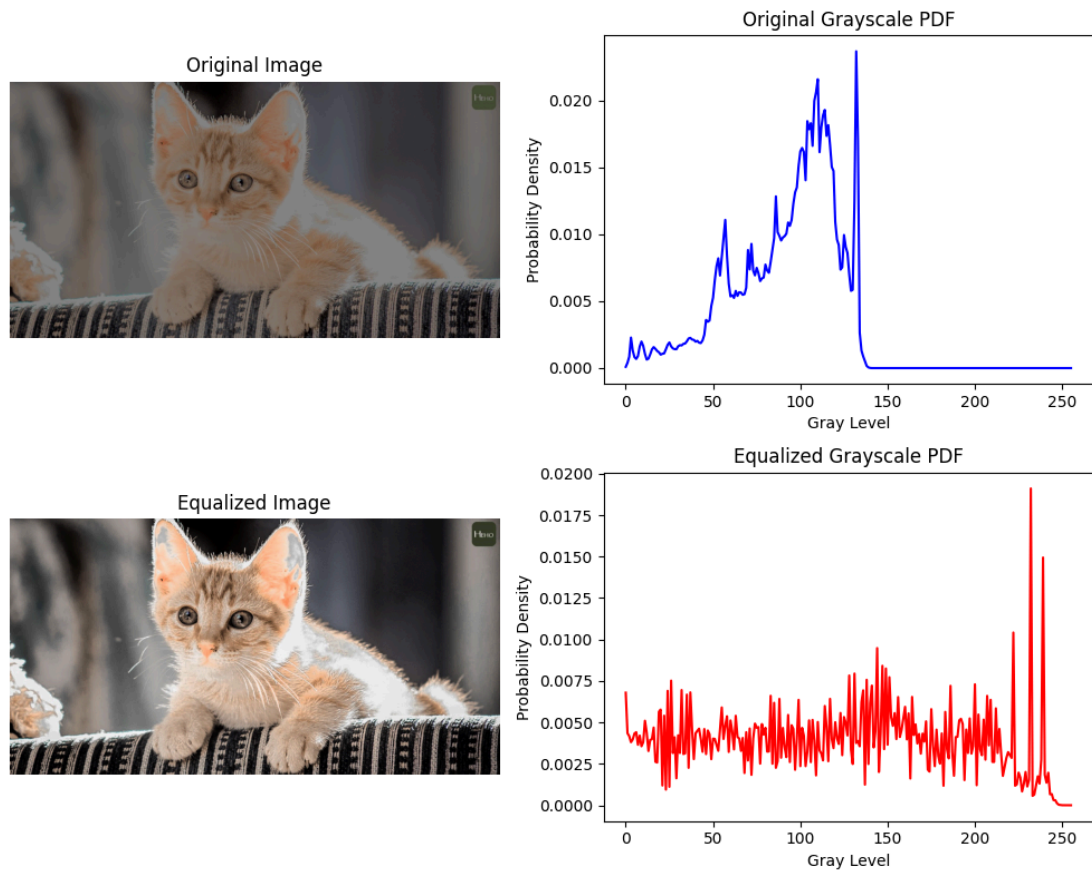
2. 灰階概率密度函數(PDF)的比較

我將原始影像與均衡化後影像分別轉換為灰階圖,計算其灰階直方圖後正規化

得到 PDF。原始影像的灰階 PDF 往往集中在較窄的範圍內，而均衡化後影像的 PDF 則分佈得較為平滑且均勻，這說明均衡化成功地改善了影像的亮度分佈。

3. 2D 直方圖的分析

2D 直方圖直觀地展示了影像中 H 與 S 通道的聯合分佈，讓我能夠看出影像中主要色彩的分布情況。採用自訂漸層色帶後，圖中高頻區域以黃色呈現，低頻區域則以黑色或紅色顯示，這樣的視覺效果有助於我進一步理解影像的色彩特性與局部色彩分佈是否均衡。



【四、結論】

本作業採用將彩色影像從 BGR 轉換至 HSV 色彩空間，僅對 V 通道進行直方圖均衡化的方法，成功提升了影像的對比度與細節呈現，同時保留了原始的色彩資訊。實驗結果表明，均衡化後影像的亮度分佈更加均勻，灰階 PDF 更加平滑；而 2D 直方圖也有效展示了影像中色相與飽和度的分佈情況。