THỰC HÀNH VỀ CẢI THIỆN VÀ KHÔI PHỤC ẢNH

Bài 1: So sánh các biến đổi mức xám: âm bản, log, gamma

Mục tiêu

- Hiểu tác dụng của các phép biến đổi theo điểm ảnh: âm bản, log, gamma (γ-correction) lên vùng tối/sáng.

Yêu cầu

- Đọc một ảnh xám (hoặc chuyển từ màu sang xám).
- Tạo 3 phiên bản: âm bản, log (c chọn thích hợp), gamma với $\gamma \in \{0.5, 1.5, 3\}$.
- Hiển thị ảnh kết quả và histogram để so sánh

Hướng dẫn

- Âm bản: J = 255 - I.
- Log: J = c*log(1+I) rồi chuẩn hóa về [0,255].
- Gamma: J = c*(I/255)^γ * 255.
- Vẽ histogram trước/sau để nhận xét ảnh hưởng lên độ sáng/độ tương phản.

THỰC HÀNH VỀ CẢI THIỆN VÀ KHÔI PHỤC ẢNH

2) Kéo giãn tương phản tuyến tính & tuyến tính từng khúc

Mục tiêu

- Tăng tương phản ảnh bằng kéo giãn toàn dải và tuyến tính từng khúc (piecewise linear).

Yêu cầu

- Tính min–max của ảnh, kéo giãn về [0,255].
- Chọn hai ngưỡng A < B, thực hiện tăng cường một dải mức xám [A,B] (gray-level slicing) theo 2 chế độ: có/không giữ nền.
- So sánh ảnh và histogram.

Hướng dẫn

- Kéo giãn: J = (I - Imin)/(Imax - Imin) * 255.
- Gray-level slicing: nếu A ≤ I ≤B thì tăng (ví dụ đặt 220), ngược lại giảm (giữ nguyên hoặc hạ thấp).
- Thử nhiều A,B để thấy sự khác biệt.

THỰC HÀNH VỀ CẢI THIỆN VÀ KHÔI PHỤC ẢNH

3) Cắt lớp mặt phẳng bit (Bit-plane slicing)

Mục tiêu

- Phân tách ảnh 8 bit thành 8 mặt phẳng bit để thấy đóng góp của các bit thấp/cao.

Yêu cầu

- Tạo 8 ảnh nhị phân tương ứng bit 0…7.
- Ghép hiển thị 8 ảnh đó theo lưới 2×4.
- Thử tái tạo ảnh từ một tập con bit-planes (ví dụ chỉ bit 4–7) và so sánh.

Hướng dẫn

- Mỗi bit-plane k: (I >> k) & 1 rồi nhân 255 để hiển thị.
- Tái tạo: J = sum(plane_k << k) (lấy từ các plane đã chọn).

THỰC HÀNH VỀ CẢI THIỆN VÀ KHÔI PHỤC ẢNH

4) Cân bằng histogram: toàn cục vs. cục bộ (AHE/“sliding window”/CLAHE)

Mục tiêu

- So sánh HE toàn cục và HE cục bộ nhằm cải thiện ảnh tối/thiếu tương phản.

Yêu cầu

- Viết hoặc dùng hàm HE toàn cục (CDF).
- Cài đặt HE cửa sổ trượt (sliding window) đơn giản hoặc dùng CLAHE của OpenCV.
- So sánh ảnh, histogram, và ghi nhận ưu/nhược (HE cục bộ dễ nhiễu, cần giới hạn clip).

Hướng dẫn

- HE toàn cục: tính histogram → CDF → ánh xạ mức xám.
- Cục bộ: chia ảnh thành ô (window_size), HE từng ô, ghép lại (chú ý viền/gián đoạn).
- CLAHE: cv2.createCLAHE(clipLimit=..., tileGridSize=(...,...)).

THỰC HÀNH VỀ CẢI THIỆN VÀ KHÔI PHỤC ẢNH

5) Hiệu chỉnh histogram theo mẫu (Histogram Matching/Specification)

Mục tiêu

- Làm cho ảnh nguồn có phân phối mức xám “giống” ảnh tham chiếu.

Yêu cầu

- Đọc ảnh nguồn (grayscale) và ảnh tham chiếu (grayscale).
- Tính CDF của cả hai, xây dựng hàm ánh xạ.
- Ánh xạ ảnh nguồn → ảnh đã “match”, so sánh histogram.

Hướng dẫn

- Sau khi chuẩn hóa CDF (0–255), dùng np.interp để tìm bảng ánh xạ mức xám.
- Áp LUT bằng cv2.LUT.
- Nhận xét: matching không luôn cải thiện thị giác, nhưng đồng nhất hóa tone giữa hai cảnh/camera.

THỰC HÀNH VỀ CẢI THIỆN VÀ KHÔI PHỤC ẢNH

6) Thống kê histogram & điều chỉnh tự động sáng/độ tương phản

Mục tiêu

- Tính các đặc trưng toàn cục (mean, std, min, max, median; có thể thêm skewness, kurtosis) và dùng chúng để điều chỉnh ảnh.

Yêu cầu

- Tính mean, std, min, max, median từ ảnh xám.
- Xây dựng phép điều chỉnh sáng/contrast đơn giản:
- Dịch độ sáng về một mean mục tiêu (ví dụ 128).
- Co giãn theo std mục tiêu (ví dụ 64).
- So sánh trước/sau và histogram.

Hướng dẫn

- Dịch: J = I + (128 - mean(I)).
- Co giãn: J = (I - mean(I)) * (σ_target/σ_current) + 128.
- Ràng buộc [0,255]. Có thể kết hợp với HE khi std quá nhỏ.

THỰC HÀNH VỀ CẢI THIỆN VÀ KHÔI PHỤC ẢNH

7) Khử nhiễu Gaussian bằng các bộ lọc làm trơn (mean & Gaussian)

Mục tiêu

- Thêm nhiễu Gaussian nhân tạo và so sánh hiệu quả của lọc trung bình (mean) và Gaussian.

Yêu cầu

- Tạo ảnh tổng hợp hoặc dùng ảnh thật, thêm nhiễu $N(0,\sigma^2)$.
- Áp dụng mean blur 3×3, 5×5 và Gaussian blur (σ khác nhau).
- Đánh giá định tính (thị giác) và định lượng (PSNR/SSIM nếu muốn).

Hướng dẫn

- Mean: tích chập kernel tất cả 1 rồi chia m×n.
- Gaussian: cv2.GaussianBlur(I,(k,k), sigmaX=σ).
- Nhận xét: mean làm mờ biên nhiều hơn Gaussian; Gaussian “êm” hơn với σ phù hợp.

THỰC HÀNH VỀ CẢI THIỆN VÀ KHÔI PHỤC ẢNH

8) Khử nhiễu muối tiêu bằng lọc trung vị (Median) và so sánh với Mean

Mục tiêu

- Hiểu vì sao median filter phù hợp với salt-&-pepper noise.

Yêu cầu

- Thêm nhiễu muối tiêu vào ảnh
- So sánh ảnh sau khi lọc bằng mean và median (ksize 3/5).
- Nhận xét độ bảo toàn biên và khả năng loại bỏ điểm nhiễu.

Hướng dẫn

- Median: trượt cửa sổ k×k, lấy trung vị.
- So sánh trực quan tại các vùng biên mảnh và vùng nhiễu đậm đặc.

THỰC HÀNH VỀ CẢI THIỆN VÀ KHÔI PHỤC ẢNH

9) Tăng cường độ nét bằng Laplacian (4-neigh/8-neigh) & Unsharp

- **Mục tiêu**

  Dùng đạo hàm bậc hai để làm nổi biên/chi tiết, thử 2 mặt nạ Laplacian; tạo ảnh sắc nét qua phép cộng/trừ Laplacian.

Yêu cầu

- Cài đặt tích chập Laplacian 3×3 cho liên thông 4 và 8.
- Tạo ảnh tăng cường: $g = f - \alpha \cdot L(f)$ **hoặc** $g = f + \alpha \cdot L(f)$ (quan sát khác biệt).
- So sánh ảnh/biên sau khi thay đổi α.

Hướng dẫn

- Chọn padding kiểu “replicate” để tránh tối viền.
- Chuẩn hóa/clamp về [0,255].
- Có thể kết hợp Gaussian trước để giảm tăng nhiễu cao tần.

THỰC HÀNH VỀ CẢI THIỆN VÀ KHÔI PHỤC ẢNH

11) Khôi phục bằng “trung bình nhiều ảnh nhiễu” (image averaging)

Mục tiêu

- Minh họa phục hồi (giảm nhiễu) khi có nhiều quan sát cùng cảnh với nhiễu độc lập.

Yêu cầu

- Tạo N bản sao ảnh với nhiễu Gaussian (seed khác nhau).
- Tính ảnh trung bình $J = (1/N)\ \Sigma\ g_i$.
- Quan sát PSNR/SSIM tăng khi N tăng (ví dụ $N \in \{1,2,4,8,16\}$).

Hướng dẫn

- Sinh nhiễu Gaussian bằng np.random.default_rng(seed).normal(...).
- Plot PSNR theo N; kỳ vọng PSNR tăng ~ 10*log10(N) (xấp xỉ, nếu nhiễu độc lập cùng phương sai).
- Dùng OpenCV (cv2), NumPy (np), Matplotlib (pyplot) để xử lý/hiển thị.
- Nhớ chuyển về uint8 sau khi chuẩn hóa và kẹp giá trị vào [0,255].
- Chú ý xử lý biên khi tích chập: “replicate”/“reflect” giúp giảm artefact.
- Với màu, làm trên kênh Y (YCrCb) hoặc V (HSV) thay vì từng kênh RGB khi áp dụng HE/CLAHE.