## Frequency domain Gaussian blur filter with numpy fft

Thuật toán "Frequency domain Gaussian blur filter with numpy fft" là một cách tiếp cận hiệu quả để làm mờ ảnh bằng cách áp dụng bộ lọc Gaussian trong miền tần số thay vì miền không gian.

Lọc ảnh trong miền không gian liên quan đến việc thực hiện tích chập giữa ảnh và kernel. Với kernel lớn (như kernel Gaussian với sigma lớn), tích chập trực tiếp có thể tốn kém về mặt tính toán. Định lý tích chập cho phép chúng ta thực hiện tích chập này một cách hiệu quả hơn bằng cách nhân các biến đổi Fourier của ảnh và kernel trong miền tần số.

Các bước của thuật toán:

1. Chuẩn bị ảnh:

* Đọc ảnh đầu vào.
* Chuyển đổi ảnh sang ảnh xám nếu cần (ví dụ: bằng cách lấy trung bình các kênh màu).
* Chuẩn hóa giá trị pixel về khoảng [0, 1] để đảm bảo tính toán chính xác và tránh tràn số.

1. Tạo kernel Gaussian:

* Chọn sigma: Giá trị sigma (độ lệch chuẩn) của kernel Gaussian xác định mức độ làm mờ. Sigma càng lớn, ảnh càng mờ.
* Tạo kernel 1D: Sử dụng hàm Gaussian để tạo kernel 1 chiều. Hàm này tính toán giá trị Gaussian cho mỗi điểm dọc theo một trục, tạo ra một đường cong hình chuông.
* Tạo kernel 2D: Nhân hai kernel 1 chiều để tạo kernel 2 chiều. Kết quả là một ma trận có dạng hình chuông đối xứng.
* Chuẩn hóa kernel: Chia kernel cho tổng các giá trị của nó để đảm bảo tổng các trọng số bằng 1. Điều này giúp duy trì độ sáng tổng thể của ảnh sau khi lọc.

1. Biến đổi Fourier:

* Biến đổi ảnh: Áp dụng biến đổi Fourier 2 chiều (FFT) cho ảnh đầu vào bằng hàm fft2 từ scipy.fftpack. Thao tác này chuyển đổi ảnh từ miền không gian sang miền tần số, biểu diễn ảnh dưới dạng các thành phần tần số.
* Biến đổi kernel: Áp dụng FFT cho kernel Gaussian. Trước khi biến đổi, dịch tâm của kernel về góc trái trên cùng bằng hàm ifftshift. Điều này đảm bảo kernel được căn chỉnh chính xác trong miền tần số.

1. Nhân trong miền tần số:

* Nhân từng phần tử của phổ tần số của ảnh với phổ tần số của kernel. Theo định lý tích chập, phép nhân này tương đương với phép tích chập trong miền không gian.

1. Biến đổi Fourier ngược:

* Áp dụng biến đổi Fourier ngược (IFFT) cho kết quả nhân bằng hàm ifft2. Thao tác này chuyển đổi kết quả từ miền tần số trở lại miền không gian.
* Lấy giá trị tuyệt đối của kết quả để loại bỏ các thành phần ảo có thể xuất hiện do tính toán số.

Kết quả: Ta thu được một ảnh đã được làm mờ bằng bộ lọc Gaussian. Mức độ làm mờ phụ thuộc vào giá trị sigma được chọn trong bước tạo kernel.

Kết luận:

Thuật toán Frequency domain Gaussian blur filter with numpy fft tận dụng biến đổi Fourier và định lý tích chập để thực hiện lọc Gaussian một cách hiệu quả trong miền tần số. Phương pháp này đặc biệt hữu ích khi kernel có kích thước lớn, vì nó tránh được tính toán tích chập trực tiếp tốn kém trong miền không gian.