

BÁO CÁO KẾT QUẢ TRIỂN KHAI CÁC BỘ LỌC TRONG MIỀN TẦN SỐ

1. Tổng quan

Phân tích và so sánh kết quả từ các bộ lọc đã triển khai, bao gồm:

- Bộ lọc thông thấp (Lowpass Filters): Ideal, Circular, Gaussian, và Butterworth.
- Bộ lọc thông cao (Highpass Filters): Ideal, Circular, Gaussian, và Butterworth.
- Bộ lọc Notch Filter.

Mục tiêu của các bộ lọc này là để làm mượt (smoothing), làm sắc nét (sharpening), và loại bỏ nhiễu tại các tần số cụ thể trong ảnh.

2. Kết quả và Phân tích

2.1 Bộ lọc thông thấp (Lowpass Filters)

Các bộ lọc thông thấp được sử dụng để loại bỏ các tần số cao, giúp làm mượt ảnh. Bốn loại bộ lọc thông thấp:

- Ideal Lowpass Filter:** Bộ lọc lý tưởng này giữ lại tất cả các tần số thấp dưới một giá trị cắt nhất định và loại bỏ hoàn toàn các tần số cao. Kết quả là ảnh có xu hướng mờ đi rõ rệt, nhưng dễ xuất hiện các rìa nhiễu (artifacts) do sự thay đổi đột ngột ở miền tần số.
- Circular Lowpass Filter:** Bộ lọc tròn tạo ra sự chuyển tiếp mềm hơn so với Ideal, giúp giảm thiểu artifacts. Tuy nhiên, mức độ làm mượt cũng không bằng Gaussian hoặc Butterworth.
- Gaussian Lowpass Filter:** Gaussian là một bộ lọc thông thấp hiệu quả, tạo ra sự làm mượt tự nhiên hơn và ít artifacts hơn do sự chuyển tiếp mượt từ tần số thấp đến cao. Gaussian filter là lựa chọn tốt cho smoothing.
- Butterworth Lowpass Filter:** Bộ lọc Butterworth có một sự chuyển tiếp mềm, đặc biệt khi có thể điều chỉnh bậc của bộ lọc. Nó cung cấp một sự làm mượt tương tự Gaussian nhưng có khả năng kiểm soát cao hơn ở các tần số cắt.

So sánh:

- Gaussian và Butterworth tạo ra kết quả làm mượt tốt hơn với ít artifacts hơn so với Ideal và Circular.
- Ideal dễ tạo artifacts hơn do sự cắt đột ngột trong miền tần số.
- Butterworth có tính linh hoạt cao nhờ vào việc điều chỉnh bậc của bộ lọc.

2.2 Bộ lọc thông cao (Highpass Filters)

Bộ lọc thông cao giữ lại các tần số cao và loại bỏ các tần số thấp. Triển khai các bộ lọc tương tự như thông thấp, bao gồm Ideal, Circular, Gaussian, và Butterworth.

- **Ideal Highpass Filter:** Bộ lọc này giữ lại các tần số cao trên một ngưỡng xác định, giúp làm nổi bật các chi tiết sắc nét trong ảnh. Tuy nhiên, do tính đột ngột của ngưỡng, artifacts dễ xuất hiện.
- **Circular Highpass Filter:** Bộ lọc này cũng loại bỏ các tần số thấp nhưng với một sự chuyển tiếp mượt hơn, giúp giảm artifacts hơn so với Ideal.
- **Gaussian Highpass Filter:** Bộ lọc Gaussian thông cao giúp giữ lại các chi tiết sắc nét một cách tự nhiên hơn. Nó loại bỏ nhiễu thấp mà không gây ra các artifacts không mong muốn.
- **Butterworth Highpass Filter:** Tương tự như Gaussian, Butterworth highpass filter giúp làm sắc nét ảnh mà không gây nhiều artifacts, đồng thời cho phép điều chỉnh mức độ sắc nét bằng cách thay đổi bậc của bộ lọc.

So sánh:

- Gaussian và Butterworth là các lựa chọn tốt hơn để làm sắc nét ảnh vì chúng tạo ra ít artifacts hơn và có chuyển tiếp mượt.
- Ideal Highpass Filter tạo ra kết quả sắc nét mạnh nhất nhưng dễ gây artifacts, không phù hợp cho các ứng dụng yêu cầu tính mượt mà.

2.3 Bộ lọc Notch Filter

Notch Filter là bộ lọc để loại bỏ các tần số cụ thể gây nhiễu trong ảnh. Triển khai Notch Filter với khả năng loại bỏ các tần số tại các vị trí được xác định trước trong miền tần số.

- **Notch Filter - Reject:** Với mục đích loại bỏ nhiễu, Notch Filter loại bỏ các tần số gây nhiễu tại các vị trí được chỉ định. Kết quả là ảnh giảm nhiễu hiệu quả tại các tần số đã xác định, giữ lại hầu hết các chi tiết khác trong ảnh.
- **Notch Filter - Pass:** Loại bộ lọc này giữ lại chỉ các tần số tại các vị trí notch và loại bỏ phần còn lại. Nó ít phổ biến hơn nhưng có thể hữu ích cho các ứng dụng phân tích tần số cụ thể.

So sánh:

- Notch Filter là bộ lọc hiệu quả khi xử lý nhiễu cụ thể tại một hoặc vài tần số trong ảnh.
- Bộ lọc này yêu cầu phải biết trước vị trí của tần số nhiễu, vì vậy cần phân tích tần số ảnh trước khi áp dụng.

3. Kết luận

1. Lowpass Filters:

- Gaussian và Butterworth là lựa chọn tốt nhất cho việc làm mượt ảnh nhờ vào khả năng chuyển tiếp mượt trong miền tần số.
- Ideal và Circular cũng có hiệu quả nhưng dễ gây artifacts.

2. Highpass Filters:

- Gaussian và Butterworth cũng là lựa chọn tốt nhất để làm sắc nét ảnh mà không gây nhiều artifacts.
- Ideal Highpass Filter tạo độ sắc nét mạnh nhưng dễ gây artifacts, có thể không phù hợp cho các ảnh yêu cầu tính tự nhiên cao.

3. **Notch Filter:**

- Bộ lọc Notch hiệu quả trong việc loại bỏ nhiễu tại các tần số nhất định, nhưng yêu cầu biết trước vị trí của các tần số nhiễu trong ảnh.
- Đối với các ứng dụng làm mờ ảnh, nên sử dụng Gaussian hoặc Butterworth Lowpass Filters.
 - Đối với các ứng dụng làm sắc nét ảnh, Gaussian hoặc Butterworth Highpass Filters là lựa chọn tốt.
 - Đối với các ứng dụng loại bỏ nhiễu ở các tần số cố định, Notch Filter là công cụ hữu hiệu khi biết trước vị trí nhiễu trong miền tần số.