

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ
ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI**



XỬ LÝ ẢNH

**ĐỀ TÀI: Adjustable quadratic filters for image
enhancement**

Giảng viên: PGS. TS Lê Thanh Hà

Nhóm:

Phạm Nguyễn Tuấn Hoàng

MSV: 20020015

HÀ NỘI - 2023

MỤC LỤC

1	Tóm lược	3
2	Giới thiệu.....	3
3	Background	4
3.1	Volterra filter.....	4
3.2	Mapping	5
4	Kết quả thực nghiệm.....	7
5	Kết luận	9

DANH SÁCH HÌNH ẢNH

Figure 1: Mapping based Volterra filtering	5
Figure 2: Hàm ánh xạ (1) - (5)	7
Figure 3: Ảnh gốc	8
Figure 4: No-mapping	8
Figure 5: f_map2	9
Figure 6: f_map5	9

1 Tóm lược

Trong thị giác máy tính (computer vision) chất lượng của bức ảnh được đánh giá thông qua độ nổi bật của các đặc trưng (pattern) của các bức ảnh. Các đặc trưng (pattern) này là yếu tố chính ảnh hưởng đến việc dự đoán của máy tính. Để nâng cao chất lượng ảnh có 2 miền xử lý đó là:

- Miền không gian (spatial domain): trực tiếp xử lý trên các pixel của ảnh.
- Miền tần số (frequency domain): xử lý bằng cách chỉnh sửa chuyển đổi phổ (spectral transform) của ảnh.

Để nâng cao chất lượng ảnh các xử lý không nhất thiết phải bó buộc trong một miền xử lý mà có thể kết hợp cả 2.

Trong bài báo này, tác giả đã đề xuất một bộ lọc Volterra bậc hai phi tuyến tính dựa trên ánh xạ để cải thiện hình ảnh. Tín hiệu đầu vào được ánh xạ trước khi lọc bằng chức năng ánh xạ phi tuyến one-to-one không bộ nhớ. Hàm ánh xạ có thể mô tả bằng bất kỳ hàm tùy ý nào. Nếu cần, chức năng ánh xạ nghịch đảo sẽ được áp dụng sau khi lọc. Sử dụng cách tiếp cận chung này, đầu ra của bộ lọc Volterra bậc hai có thể được điều chỉnh theo phản hồi mong muốn. Một số kết quả được trình bày khi sử dụng bộ lọc highpass quadratic Volterra để nâng cao hình ảnh bằng cách tạo unsharp masking.

2 Giới thiệu

Ngày nay, hầu như không có lĩnh vực kỹ thuật nào là không chịu ảnh hưởng của xử lý ảnh số. Chất lượng của một bức ảnh có thể không tốt do những biến đổi, nhiễu từ môi trường, camera. Chính vì vậy, tăng cường ảnh là một bước quan trọng trong nhiều ứng dụng xử lý ảnh. Mục tiêu của tăng cường ảnh là cải thiện thông tin thu được từ một bức ảnh chất lượng thấp. Sắc nét ảnh là một nhánh của tăng cường ảnh, sắc nét ảnh sẽ đánh dấu, làm sắc nét các chi tiết trong bức ảnh như cạnh, đường nét, vật thể.

Toán học hình thái là một công cụ giúp trích xuất thông tin có ý nghĩa miêu tả các vùng trong ảnh như đường viền, cạnh, cấu trúc vật thể trong ảnh. Ngoài ra, ta còn quan tâm đến các kỹ thuật tiền và hậu xử lý ảnh như lọc, làm mỏng, cắt tỉa (pruning). Một trong những ứng dụng của toán học hình thái là xử lý bài toán làm sắc nét ảnh.

Chất lượng của một bức không ảnh phụ thuộc vào nhiều yếu tố như thời tiết, độ cao, nơi chụp. Các bức không ảnh có thể được chụp từ khinh khí cầu, máy bay, hoặc vệ tinh với độ cao từ vài trăm mét đến vài trăm kilomet. Khí quyển Trái Đất cũng là một nhân tố, do ánh sáng đến được máy ảnh phải truyền qua một phần hoặc toàn bộ bầu khí quyển. Khi khoảng cách giữa vật và camera tăng lên, độ tương phản của bức ảnh sẽ giảm xuống. Người xem sẽ khó phân biệt được nền và vật thể trong ảnh. Để có được những bức ảnh có độ tương phản cao trực tiếp, chúng ta sẽ cần các máy ảnh hiện đại, tốn rất nhiều chi

phí. Vì vậy, hậu xử lý ảnh đóng vai trò quan trọng trong việc có được những bức ảnh tương phản cao với chi phí thấp.

3 Background

3.1 Volterra filter

Ở dạng tổng quát, bộ lọc Volterra kỹ thuật số bậc hai 1-D được cho bởi tích chập 2-D của các sản phẩm mẫu 1-D $x(n_1) \cdot x(n_2)$ với kernel 2-D $h_2(n_1, n_2)$. Đặc biệt,

$$y(n) = \sum_{k_1=-\infty}^{\infty} \sum_{k_2=-\infty}^{\infty} h_2(k_1, k_2) \cdot x(n - k_1)x(n - k_2)$$

1

Ví dụ thuật toán của Teager [1], ước tính một phép đo năng lượng tín hiệu, là bộ lọc Volterra bậc hai 1-D được xác định bởi

$$y(n) = x^2(n) - x(n - 1)x(n + 1)$$

2

Bộ lọc Teager 1-D có thể được mở rộng để tạo các bộ lọc giống Teager 2-D. Bộ lọc Teager 2-D, giống như bộ lọc Teager 1-D, gần tương đương với bộ lọc Laplacian 2-D có trọng số trung bình cục bộ và yêu cầu thực hiện ít tính toán hơn. Khi bộ lọc được áp dụng cho hình ảnh, phản hồi sẽ mạnh hơn ở các vùng có cường độ trung bình cao so với các vùng có cường độ trung bình thấp. Sau đó, đầu ra của bộ lọc có thể được sử dụng để cải thiện hình ảnh bằng cách tạo unsharp masking. Do hiệu ứng trọng số trung bình của bộ lọc Teager, các cạnh tần số cao, chẳng hạn như các cạnh do nhiễu xung, không được tăng cường nhiều trong các vùng tối. Bộ lọc Teager 2-D được tác giả mô tả

$$\begin{aligned} y(n_1, n_2) = & 3x^2(n_1, n_2) - \frac{1}{2}x(n_1 + 1, n_2 + 1) \\ & \times x(n_1 - 1, n_2 - 1) \\ & - \frac{1}{2}x(n_1 + 1, n_2 - 1)x(n_1 - 1, n_2 + 1) \\ & - x(n_1 + 1, n_2)x(n_1 - 1, n_2) \\ & - x(n_1, n_2 + 1)x(n_1, n_2 - 1). \end{aligned} \quad (53)$$

Hình 1 mô tả việc triển khai bộ lọc Volterra có thể điều chỉnh được đề xuất bởi tác giả. Không làm mất đi tính tổng quát, Trong quá trình normalization, tác giả chuẩn hóa đầu x vào thành phạm vi [0,1] tương ứng với độ xám tối đa có thể. Hàm ánh xạ đầu vào

ánh xạ từng giá trị pixel tới góc thứ m của nó hoặc nói chung hơn là tới bất kỳ hàm mong muốn nào của các giá trị pixel. Trong một số trường hợp, giai đoạn lập ánh xạ đầu ra có thể được yêu cầu. Quá trình Denormalization ánh xạ lại đầu ra thành dải ban đầu của đầu vào.

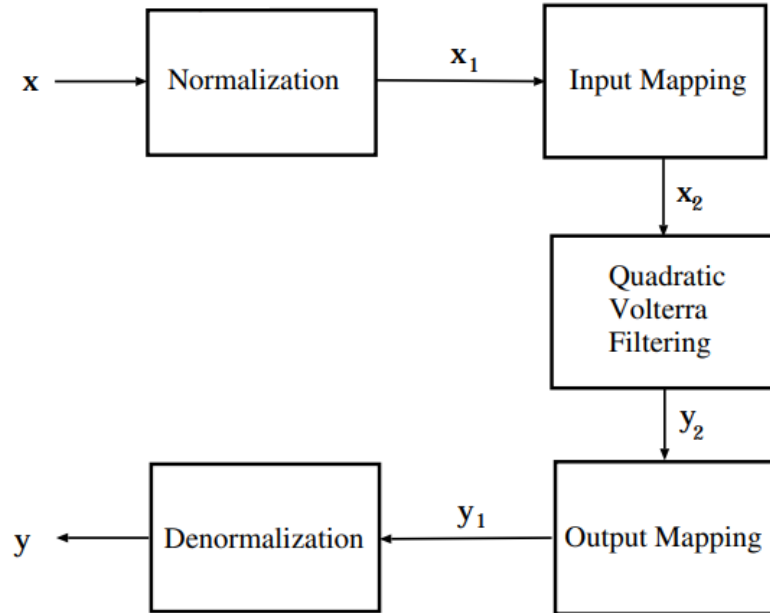


Figure 1: Mapping based Volterra filtering

Lưu ý rằng các giai đoạn chuẩn hóa không thực sự cần thiết và có thể được kết hợp với các giai đoạn lập bản đồ. Các bước chuẩn hóa chỉ đơn giản đảm bảo rằng phạm vi đầu vào và đầu ra của bộ lọc Teager giống nhau. Nói chung, phạm vi của đầu ra bộ lọc Teager sẽ bằng bình phương phạm vi của tín hiệu đầu vào. Khi được chia tỷ lệ và kết hợp với ảnh gốc, đầu ra của bộ lọc này có thể được sử dụng để thực hiện tạo mặt nạ không sắc nét.

3.2 Mapping

Trong bài báo, tác giả có đề cập đến một số hàm ánh xạ:

1. Dashdot line:

$$f_{map1}(x) = x^{\frac{1}{2}} = \sqrt{x}$$

3

2. Dashed line:

$$f_{map2}(x) = x^2$$

4

3. Solid line:

$$f_{map3}(x) = x$$

5

4. Circle marked line:

$$f_{map4}(x) = \begin{cases} 1 - \sqrt{\frac{1-x}{2}} & 0.5 < x \leq 1 \\ \sqrt{\frac{x}{2}} & 0 \leq x < 0.5 \end{cases}$$

6

5. Cross marked line:

$$f_{map4}(x) = \begin{cases} 1 - 2(1-x)^2 & 0.5 < x \leq 1 \\ 2x^2 & 0 \leq x < 0.5 \end{cases}$$

7

Hàm ánh xạ (3) đến (5) thực hiện ánh xạ mth root. Hàm (6) và (7) kết hợp các tính năng của một số chức năng khác để điều chỉnh dải cường độ được nhấn mạnh bởi bộ lọc. Hàm (6) tăng cường cả những vùng rất sáng và rất tối. Hàm (7) có xu hướng tăng cường các vùng cường độ trung bình nhiều hơn các vùng đậm. Ánh xạ đầu ra là không cần thiết cho bất kỳ chức năng nào trong số này.

Figure 2 mô tả đồ thị của các hàm ánh xạ trên:

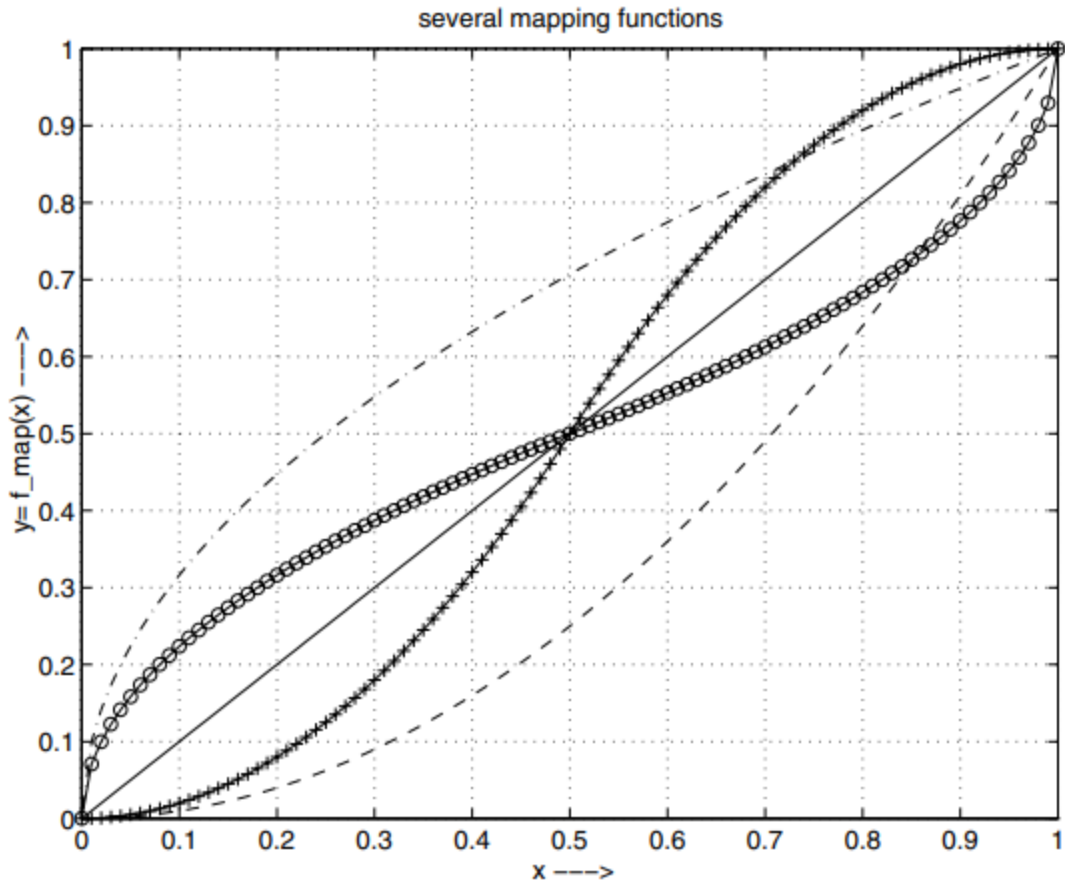


Figure 2: Hàm ánh xạ (1) - (5)

4 Kết quả thực nghiệm

Nhóm em đã cài đặt và thực nghiệm thành công theo bài báo gốc. Figure 3 là hình ảnh gốc. Figure 4 là kết quả sau nhưng không dung hàm ánh xạ. Figure 5 là kết quả sau khi dung hàm ánh xạ f_{map2} . Figure 6 là kết quả sau khi dung hàm ánh xạ f_{map5} . Bên dưới là kết quả thực nghiệm của nhóm em. Phần cài đặt em thực hiện trên Github tại [ruiiya/XLA_INT3404E_40 \(github.com\)](https://github.com/ruiiya/XLA_INT3404E_40) và được gửi kèm trong file zip.



Figure 3: Ảnh gốc

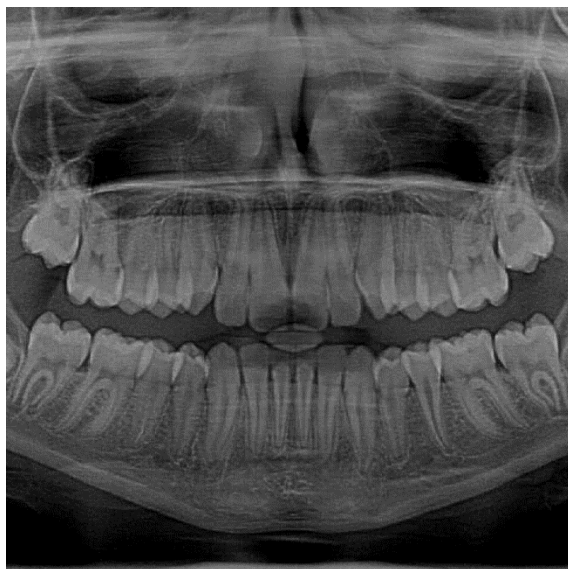


Figure 4: No-mapping

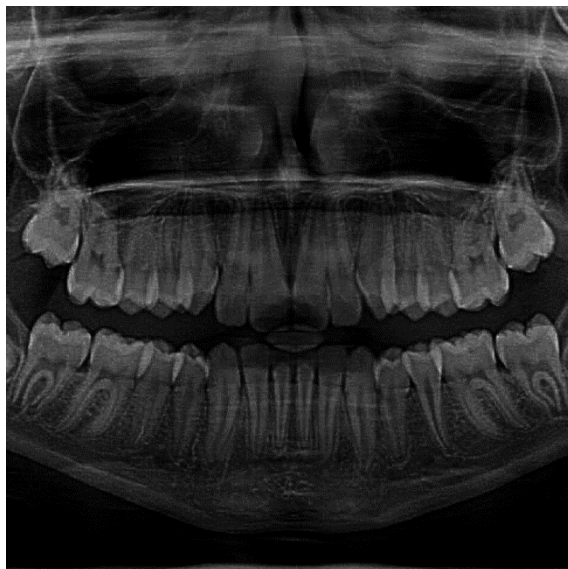


Figure 5: f_map2



Figure 6: f_map5

5 Kết luận

Bài báo đề xuất một bộ lọc Volterra bậc hai phi tuyến tính dựa trên ánh xạ làm sắc nét cho ảnh. Nhóm em đã cài đặt và thực nghiệm được bài báo, cho ra kết quả tương đồng so với tác giả.