
Laplacian Pyramid Blending

Ricardo Marroquim

data entrega:

pós-graduação: 15/04/2016

graduação: 29/04/2016

1 NOTAÇÕES

Uma imagem é definida como uma função $f(x, y), x, y \in \mathbb{Z}$, onde $f(x, y) : \mathbb{Z}^2 \rightarrow \mathbb{R}$. A função retorna um escalar no intervalo $0 \leq f(x, y) \leq 1$.

Em outras palavras, consideramos que a imagem é um espaço discreto e pode ser acessada em qualquer posição inteira, e o valor de intensidade de cada pixel está no intervalo entre zero e um.

Neste texto iremos omitir muitas vezes os parâmetros para facilitar a leitura: $f = f(x, y)$.

Alguns cuidados:

- dependendo da biblioteca que você está usando, o valor de um pixel deverá ser definido no intervalo inteiro $[0, 255]$, neste caso deve ser feita a devida conversão
- atenção com o tipo da estrutura de dados, algumas bibliotecas criam a imagem como uma matriz de bytes (ex. *unsigned char*), outras podem criar como *float* ou *int*

2 OBJETIVO

Realizar mistura de imagens usando uma pirâmide Laplaciana. A entrada do seu programa deve ser duas imagens I_a e I_b e opcionalmente uma máscara binária B , todas com as mesmas

dimensões (w, h) .

Se a máscara não for passada, utilize uma *default* contendo metade dos pixels pretos e metade dos pixels brancos, que pode ser definida da seguinte forma:

$$B(i, j) = \begin{cases} 1 & : x < w/2 \\ 0 & : x \geq w/2 \end{cases}$$

A saída do seu programa deve ser uma imagem de dimensões (w, h) com as duas imagens misturadas usando a máscara como peso.

Os artigos originais estão listados no final do documento, mas existem muitas fontes na internet que podem ajudar.

3 PIRÂMIDE GAUSSIANA

Uma pirâmide Gaussiana é uma representação multi-escala de uma imagem I . Consideramos que o nível mais baixo da pirâmide seja a imagem original, e cada nível superior seja uma amostragem e suavização do nível imediatamente abaixo. Para este trabalho podemos considerar que a cada nível a imagem será reduzida pela metade nas duas dimensões.

Primeiro nível : $G_0 = I$

Os níveis seguintes : $G_{i+1} = \text{REDUCE}(G_i)$

Onde a operação REDUCE é realizada em dois passos:

1. Passar um filtro suavizador em G_i
2. Reduzir G_i pela metade removendo de forma alternada linhas e colunas (ou seja, removendo todas linhas e colunas ímpares)

Recomenda-se utilizar o seguinte filtro:

$$1/16 \quad [\quad 1 \quad 4 \quad 6 \quad 4 \quad 1 \quad]$$

Note que ele é uni-dimensional, precisa ser passado em uma direção, e em cima desse resultado na outra direção.

Atenção: cuidado com as bordas!

Dica: utilize imagens quadradas com dimensões que sejam potências de 2 para facilitar no início.

4 PIRÂMIDE LAPLACIANA

A pirâmide Laplaciana estende a pirâmide Gaussiana guardando as diferenças entre os níveis. Uma vez obtida a pirâmide Gaussiana, cada nível da pirâmide Laplaciana é definido da seguinte forma:

$$L_i = G_i - \text{EXPAND}(G_{i+1})$$

Onde a operação EXPAND é também realizada em dois passos:

1. Dobrar G_{i+1} inserindo alternadamente colunas e linhas com zeros
2. Passar o mesmo filtro da pirâmide Gaussiana

Atenção: É preciso alterar o peso do filtro para 1/8 **ou**, após passar o filtro acima nas duas direções, multiplicar o resultado final por 4. Por quê?

É possível obter uma aproximação da imagem original a partir da pirâmide Laplaciana e do último nível da pirâmide Gaussiana. Para tanto basta repetir a seguinte operação:

$$C_i = L_i + \text{EXPAND}(C_{i+1}),$$

onde, se a pirâmide Laplaciana possui n níveis, $C_{n+1} = G_{n+1}$.

Esta operação se chama **colapsar** a pirâmide Laplaciana. Ao final $C_0 \approx I$.

Obs: Para efeitos práticos, não precisa gerar a pirâmide com todos os níveis possíveis, geralmente por volta de cinco níveis são suficientes.

Obs: A pirâmide Laplaciana possui um nível a menos do que a pirâmide Gaussiana (o último nível), então para ficarem do mesmo tamanho você pode repetir o último nível da pirâmide Gaussiana.

5 BLENDING

Antes de fazer a mistura, tenha certeza que esses três métodos estão funcionando corretamente:

- Gerar uma pirâmide Gaussiana a partir de uma imagem
- Gerar uma pirâmide Laplaciana a partir de uma imagem
- Colapsar a pirâmide Laplaciana e voltar para uma aproximação da imagem

Passos para realizar a mistura:

1. Criar uma pirâmide Laplaciana LA e LB para cada imagem de entrada
2. Criar uma pirâmide Gaussiana GR para a máscara B

3. Criar uma nova pirâmide LS misturando LA e LB , onde para cada nível i e posição (x, y) :

$$LS_i(x, y) = GR_i(x, y)LA_i(x, y) + (1 - GR_i(x, y))LB_i(x, y)$$

4. Colapsar a pirâmide LS

Obs: Considera-se nos passos acima que o último nível das pirâmide Laplaciana já contém o último nível da pirâmide Gaussiana

6 ÚLTIMAS CONSIDERAÇÕES

- Para realizar a mistura com imagens coloridas, basta aplicar a mesma operação para cada canal de cor.
- Faça exemplos com máscaras customizadas.
- Seja criativo, produza resultados interessantes.
- **Divirta-se!**

REFERÊNCIAS

- [1] P. Burt and E. Adelson. The laplacian pyramid as a compact image code. *IEEE Transactions on Communications*, 31(4):532–540, Apr 1983.
- [2] Peter J. Burt and Edward H. Adelson. A multiresolution spline with application to image mosaics. *ACM Trans. Graph.*, 2(4):217–236, October 1983.