Obtenção de Cor por Textura em Imagens em Escala de Cinza

Carolina Soares Lôbo
Estudante de Engenharia de Computação
Universidade de Brasilia
Email: carolinasoareslobo@gmail.com

Pedro Victor Rodrigues de Carvalho
Estudante de Engenharia de Computação
Universidade de Brasilia
Email: pedrovrc32@gmail.com

***Abstract*—The following paper describes the algorithm "Color to Gray and Back" and some improvements proposed by the authors. This algorithm embeds color into a grayscale textured image using the wavelet transform and is able to recover the color to a significant degree using only the textured grayscale image. The author's version was made in Python using OpenCV.**

I. INTRODUÇÃO

No cenário atual da computação, a área de processamento de imagens possui uma grande importância. Devido ao avanço das tecnologias de processamento de dados, o processamento de imagens, que antes era tido como muito custoso, se tornou viável. Isso permitiu que processos que utilizam dessas técnicas se tornassem parte integral de trabalhos importantes, que antes eram menos eficientes e/ou precisos. Por exemplo, atualmente, utiliza-se técnicas de manipulação de contraste e forma de imagens na área médica, onde existem aspectos do corpo humano que só podem ser observados por imagens geradas por raios X ou ultrassom. Grande parte dessas imagens, originalmente, tendem a possuir muito ruído, baixo contraste e outras características que dificultam ou tornam impossível a interpretação correta das informações contidas. O processamento de imagens tornou mais fácil o trabalho do médico que precisa avaliar a situação de um paciente e dar um diagnóstico a partir dessas imagens.

Atualmente, usa-se de criação, manipulação e disponibilização de documentos, como imagens digitais com uma grande frequência. Muitos processos essenciais para profissões se tornaram completamente dependentes de imagens úteis para seus respectivos casos, que não estavam disponíveis anteriormente. É importante que essas operações sejam eficientes, precisas e seguras, para que não haja problemas de perda de informação. Essa perda poderia ser catastrófica em certos cenários, em que perder a menor fração de informação possível torna toda a informação completamente inútil, como processos que envolvem criptografia avançada.

II. BACKGROUND E TRABALHOS ANTERIORES

Antigamente, as impressoras via fax eram uma tecnologia muito utilizada para transmissão de informações. No entanto, como toda impressão, existem limitações e custos, que tendem a ser acentuados. Por esses motivos, as transmissões de imagem eram predominantemente de imagens em escala de cinza. Todavia, ainda havia imagens que eram criadas coloridas, para criar contrastes que facilitam a visualização do conteúdo.

Em face dessas limitações, foi proposto um algoritmo por Ricardo L. de Queiroz e Karen M. Braun para permitir que imagens coloridas fossem transmitidas. A proposta se resume a embutir as informações dos canais de crominância da imagem original como textura numa imagem em escala de cinza, por meio da transformada wavelet. A imagem original poderia ser recuperada por um processo similar ao da criação da imagem texturizada, que também utiliza a transformada wavelet. A seguir, está uma versão detalhada do algoritmo de texturização de imagem colorida, seguido do algoritmo de recuperação da cor:

A. Texturização

- Obter imagem original colorida;
- Decompô-la em canais de luminância e crominância, usando a conversão da forma RGB para a forma YCbCr;
- Fazer a transformada wavelet em dois níveis no canal de luminância (Y), a fim de se obter 7 componentes da imagem;
- Substituir o componente de detalhe horizontal do primeiro nível da transformada pelo canal de crominância azul (Cb).
- Substituir o componente de detalhe vertical do primeiro nível da transformada pelo canal de crominância vermelho (Cr).
- Executar dois níveis de transformada inversa a fim de juntar os 7 componentes em uma imagem final, texturizada.

B. Recuperação de cor

- Obter imagem texturizada em escala de cinza;
- Fazer a transformada wavelet em dois níveis para se obter todos os componentes que serviram de entrada;
- Recuperar canais de crominância pelos detalhes horizontais e verticais;
- Executar a transformada inversa em dois níveis sem os componentes que correspondiam aos canais de crominância, a fim de obter o canal de luminância recuperado;
- Reescalar os canais recuperados e convertê-los para uma única imagem RGB.

Outros algoritmos similares foram derivados a partir desse, propondo melhorias. No entanto, os autores optaram por focar no algoritmo originário e trabalhar em melhorias nele.

III. SOLUÇÕES PROPOSTAS

A implementação do algoritmo original feita pelos autores apresenta uma falha, devido às limitações das funções utilizadas no código. Essa falha é decorrente da maneira que

é feita a transformada wavelet. Todos os componentes resultantes da transformada possuem escalas diferentes da usual para imagens, [0 - 255]. Essa escala depende completamente da disposição dos elementos da imagem original, ou seja, é diferente para cada caso e cada componente. Por isso, quando se recupera a cor, há uma grande distorção que deixa a imagem toda com um aspecto monocromático (imagem azulada, por exemplo).

Além disso, a imagem resultante do algoritmo original apresenta elementos que não estavam presentes na imagem original, devido à grande distorção do canal de luminância. Essa distorção é causada por se fazer dois níveis de tranformada wavelet, que provoca perdas, ainda que mínimas, de informação.

Diante disso, propôs-se as seguintes mudanças:

A. No Canal de Luminância

Ao se executar o algoritmo original, percebe-se que há uma grande diminuição do nível de detalhe das bordas da imagem. Isso se deve à diminuição das dimensões dos componentes quando se faz a transformada wavelet. Ao se fazer dois níveis de transformada, o componente de aproximação é reduzido à um oitavo de seu tamanho original, e, mesmo que não haja muita perda na volta pela transformada inversa, há uma distorção devido ao número de pixels disponíveis no tamanho reduzido.

Dessa maneira, foi proposto que, tanto na criação da imagem texturizada quanto na recuperação de cor, fosse feito somente um nível de transformada wavelet. Não utilizar dois níveis de transformada wavelet na recuperação também dá o benefício de menor distorção do canal de luminância que será aplicado à imagem recuperada, que é o mais influente para a recomposição geral da imagem.

Além disso, também foi proposto que, no caso da recuperação de cor, após a aplicação da transformada, fosse obtido o componente de aproximação, que será usado como Y' após um redimensionamento com interpolação cúbica para o tamanho original.

B. Nos Canais de Crominância

Outra proposta é remapear os canais Cb e Cr para a escala em que estavam os componentes cujos dados seriam substituídos. Dessa maneira, preserva-se o contraste dos canais, causando menos distorção no resultado final da imagem.

Por meio da equação a seguir:

$$W = Y \times ((B - A)/255) + A$$

em que W corresponde a um valor na nova escala, Y corresponde a um valor na escala original e A e B são respectivamente os limites inferior e superior da nova escala, foi possível obter os offsets que preservam o contraste original dos canais de crominância. Assim, utiliza-se uma função que remapeia e equaliza dentro da escala fornecida, passando a ela uma escala que vai do valor mínimo existente do canal de crominância até o valor máximo existente do mesmo canal.

Após isso, somente se substitui o componente de detalhe desejado pelo canal de crominância remapeado.

IV. RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Foi analisada uma amostra de imagens em três etapas: a imagem original, a imagem após o algoritmo original de Ricardo L. de Queiroz e Karen M. Braun, e a imagem após o algoritmo já modificado com as melhorias propostas pelos autores.

Para abranger uma gama maior de resultados diversificados, os autores procuraram escolher imagens com riqueza em cores e com contrastes altos entre as cores, como pode ser observado na figura 1. A próxima etapa foi executar o algoritmo original de Ricardo L. de Queiroz e Karen M. Braun sobre a imagem, recuperando a imagem colorida que pode ser observada na figura 2. Em seguida, os autores executaram o algoritmo melhorado sobre a imagem original, recuperando a imagem colorida que pode ser observada na figura 3.

Fig. 1. Imagem original de prédios coloridos

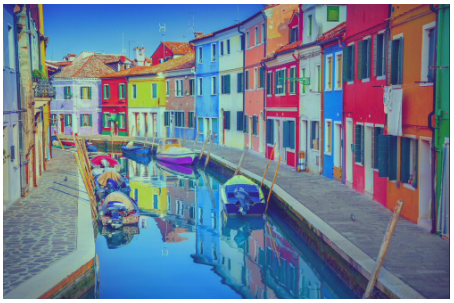

Fig. 2. Imagem de prédios coloridos recuperada pelo algoritmo original

Fig. 3. Imagem de prédios coloridos recuperada pelo algoritmo melhorado

Alguns resultados notáveis seguem.

Fig. 4. Imagem original da capa do álbum Blitz da banda KMFDM.

Fig. 5. Imagem da capa do álbum Blitz da banda KMFDM recuperada pelo algoritmo original, com grande distorção da crominância.

Fig. 6. Imagem da capa do álbum Blitz da banda KMFDM recuperada pelo algoritmo melhorado, com crominância comparável à original, porém com baixo contraste.

Fig. 7. Imagem original do logo do videogame "Overwatch" (superior-esquerda), imagem recuperada pelo algoritmo original (superior-direita) e imagem recuperada pelo algoritmo melhorado (inferior-centro). Nota-se uma diferença considerável na qualidade das bordas, que apresentam menos elementos que não pertencem à imagem original no resultado do algoritmo melhorado, comparando-se ao algoritmo original.

Notou-se que, em todos os casos, a imagem com o algoritmo original recebeu uma cor azulada sobre ela, e a imagem do algoritmo melhorado perdeu notoriamente o seu contraste. Além disso, a imagem sofreu distorções nas bordas, decorrentes de redimensionamentos em ambos os casos.

V. CONCLUSÃO

Em suma, apesar de a implementação do algoritmo original não ter sido tão bem sucedida quanto os autores gostariam, ela, ainda assim, se mostrou acurada o suficiente para que fossem desenvolvidas melhorias. Tais melhorias, por fim, tornaram o resultado final mais aceitável.

É fato que esse resultado final possui perda de dados. Contudo, as relações entre as crominâncias e a luminosidade da imagem original são preservadas o suficiente para que seja possível recuperar uma imagem efetivamente igual à anterior, utilizando, para isso, somente o tratamento de cores e de contraste.

Ainda que não seja possível se recuperar uma imagem totalmente fiel à original, diante do apresentado, o algoritmo é preciso o bastante para fazer o que propõe.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao professor Alexandre Zaghetto, da Universidade de Brasília. Ele foi o responsável pelo ensino de introdução ao processamento de imagens como um todo, permitindo que este projeto fosse realizado.

REFERENCES

[1] Ricardo L. de Queiroz and Karen M. Braun, "Color to Gray and Back: Color Embedding Into Textured Gray Images"
[2] OpenCV Documentation
- https://docs.opencv.org/2.4/index.html
[3] PyWavelets Documentation
- https://pywavelets.readthedocs.io/en/latest/ref/index.html
[4] Slides de aulas do professor Alexandre Zaghetto
- https://github.com/zaghetto/ImageProcessing