

Método automatizado para aprimoramento de cores do rosto humano

ARAMIS HORNUNG MORAES
PUC-PR Pontifícia Universidade Católica do Paraná
aramishm@gmail.com

Resumo: O aprimoramento da cor no rosto humano é de grande relevância em aplicações de câmeras digitais. Para a maioria dos usuários comuns, ajustar as cores em fotos de forma manual é difícil e demorado. Este artigo surge uma ferramenta básica para aprimoramento das cores no rosto de forma automática.

Palavras-chave: Detecção de pele, atenuação, YCbCr, LUX

1 Introdução

Este artigo apresenta um algoritmo para redução de detalhes na pele humana. O mesmo tem como objetivo reduzir texturas, rugas, manchas ou marcas no rosto, preservando os detalhes nos olhos e boca. O algoritmo faz uso de espaços de cores LUX e YCbCr assim como um filtro bilateral para a redução de detalhes em regiões.

2 Detecção de pele humana

Dado uma imagem de rosto humano, a extração da área que representa a pele pode ser obtida trabalhando com os espaços de cores YCbCr e LUX.

O espaço de cor YCbCr é usado para formatos de vídeo, tv e tocadores de DVD. Trata-se da combinação linear dos canais vermelho, verde e azul. O canal Y é para distinguir a luminância da cor, sendo Cb a diferença entre a luminância e a quantidade de azul, e Cr a diferença entre a luminância e a quantidade de vermelho. YCbCr também pode ser abreviado como YCC. Para converter uma imagem no espaço de cor RGB para YCbCr usamos a seguinte fórmula:

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cr \\ Cb \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.098 \\ 0.05 & -0.4187 & -0.0813 \\ -0.1687 & -0.3313 & 0.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 2 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} \quad \text{Equação 1}$$

O espaço de cor LUX (Logarithmic hUe eXtension) é espaço de cor derivado do LIP, é bastante sensível à tons de vermelho e portanto eficiente para extração de pele humana em fotos com fundo ou fotos que tenham objetos de cores diversas. A fórmula para extração dos canais LUX é:

$$L = (R+1)^{0.3} (G+1)^{0.6} (B+1)^{0.1} - 1$$

$$U = \begin{cases} \frac{M}{2} \left(\frac{R+1}{L+1} \right) & \text{Se } R < L \\ M - \frac{M}{2} \left(\frac{L+1}{R+1} \right) & \text{senão} \end{cases}$$

$$X = \begin{cases} \frac{M}{2} \left(\frac{B+1}{L+1} \right) & \text{Se } R < L \\ M - \frac{M}{2} \left(\frac{L+1}{B+1} \right) & \text{senão} \end{cases}$$

Equação 2

onde,

M é uma constante de valor igual a 255.

3 Mapeando a região da pele

A pele do rosto será mapeada por meio duas equações:

$$U = \begin{cases} 256 \frac{G}{R} & \text{Se } \frac{R}{G} < 1.5 \text{ e } R > G > 0 \\ 256 & \text{Senão} \end{cases}$$

Equação 3

Se $77 \leq Cr \leq 127$ e $0 \leq U \leq 249$, o valor do mapa da pele é 1.0
 Senão valor do mapa de pele é U/Cr

Equação 4

4 Aprimoramento das cores da pele

Para aprimorar as cores da pele, usamos um método que trabalha com duas camadas, uma que chamamos de base ou “pele perfeita” e a outra de detalhes (acne e manchas).

Para obtermos essas camadas, primeiramente aplicamos um filtro bilateral. Esse filtro é capaz de atenuar detalhes em regiões na imagem e ao mesmo tempo manter as bordas intactas. A aplicação do filtro na imagem original I irá gerar a camada base B. A seguinte notação matemática define como extrair a camada de detalhes D por meio de uma simples subtração:

$$D = I - B \quad \text{Equação 5}$$

Finalmente, com as duas camadas extraídas e o mapa da pele, usamos o nosso algoritmo para gerar a imagem final. O algoritmo é definido pelas seguintes etapas.

1. Imagem de entrada I
2. Definir sub-região para processamento (região do rosto)
3. Definir região da pele Ms
4. Gerar camda base B = FiltroBilateral(I)
5. Gerar camada de detalhes: D = I – B
6. Para cada pixel **dn** em D,
se **dn** estiver na região da face e da pele (Ms), aplicamos a equação no passo 7 no pixel **dn** e inserimos **dn** em E
7. $E = \{e1, e2, e2, \dots, En\}$. $Ms = \{s1, s2, s3, \dots, Sn\}$
 $En = Sn * \mathbf{dn}$
8. $R = B + E$
9. Retornar E (imagem com correção final, detalhes da face atenuados)

5 Abordagem alternativa

Os quatro primeiros itens deste artigo é a descrição resumida do artigo original “AUTOMATIC FACE COLOR ENHANCEMENT”. É evidente que o artigo original não entra em detalhes quanto a pontos importantes como, qual a equação para gerar a imagem filtrada com o filtro bilateral bem como reverter a imagem em nível de cinza para a imagem coloria. A abordagem a seguir foi baseada nas etapas descritas no artigo original mas foi adotada como sendo a alternativa mais adequada na implementação.

6 Detecção da pele humana

Para gerarmos uma imagem que destaque apenas a pele humana, usando a textura do canal Y da imagem original convertida para YcbCr, faremos:

Para cada pixel **n** da imagem faça:

$$U_l = \begin{cases} 256 \frac{G_n}{R_n} & \text{Se } \frac{R_n}{G_n} < 1.5 \text{ e } R_n > G_n > 0 \\ 256 & \text{Senão} \end{cases} \quad \text{Equação 5}$$

$$S M = \begin{cases} 255 & \text{Se } 77 \leq C r_n \leq 127 \text{ e } 0 \leq U_n \leq 249 \\ \frac{U_n}{C r_n} & \text{Senão} \end{cases} \quad \text{Equação 6}$$

1. $SM_2 = \left(\left(\frac{U_n}{Cr_n} \right) - 1 \right) * 255$ Equação 7
2. Se $SM_2 < 250$ Então $SM_2 = 255$; Senão $SM_2 = 0$
3. $SM_3 = \left(\frac{U_n}{Cb_n} \right) * 255$ Equação 8
4. Se $SM_3 < 255$ Então $SM_3 = 0$; Senão $SM_3 = SM_2$
5. Se $SM_3 = 255$ & $U < 255$ Então $SM_3 = U$; Senão $SM_3 = SM_3$
6. $SM_4 = \begin{cases} 255 & \text{Se } SM_3 = 255 \\ 0 & \text{Senão} \end{cases}$ Equação 9
7. $SM_3 = Y$ Se $SM_4 = 255$; Senão $SM_3 = 0$
8. $SM_3 = 0$ Se $SM_4 = 255$; Senão $SM_3 = SM_3$
9. Retorne SM_3

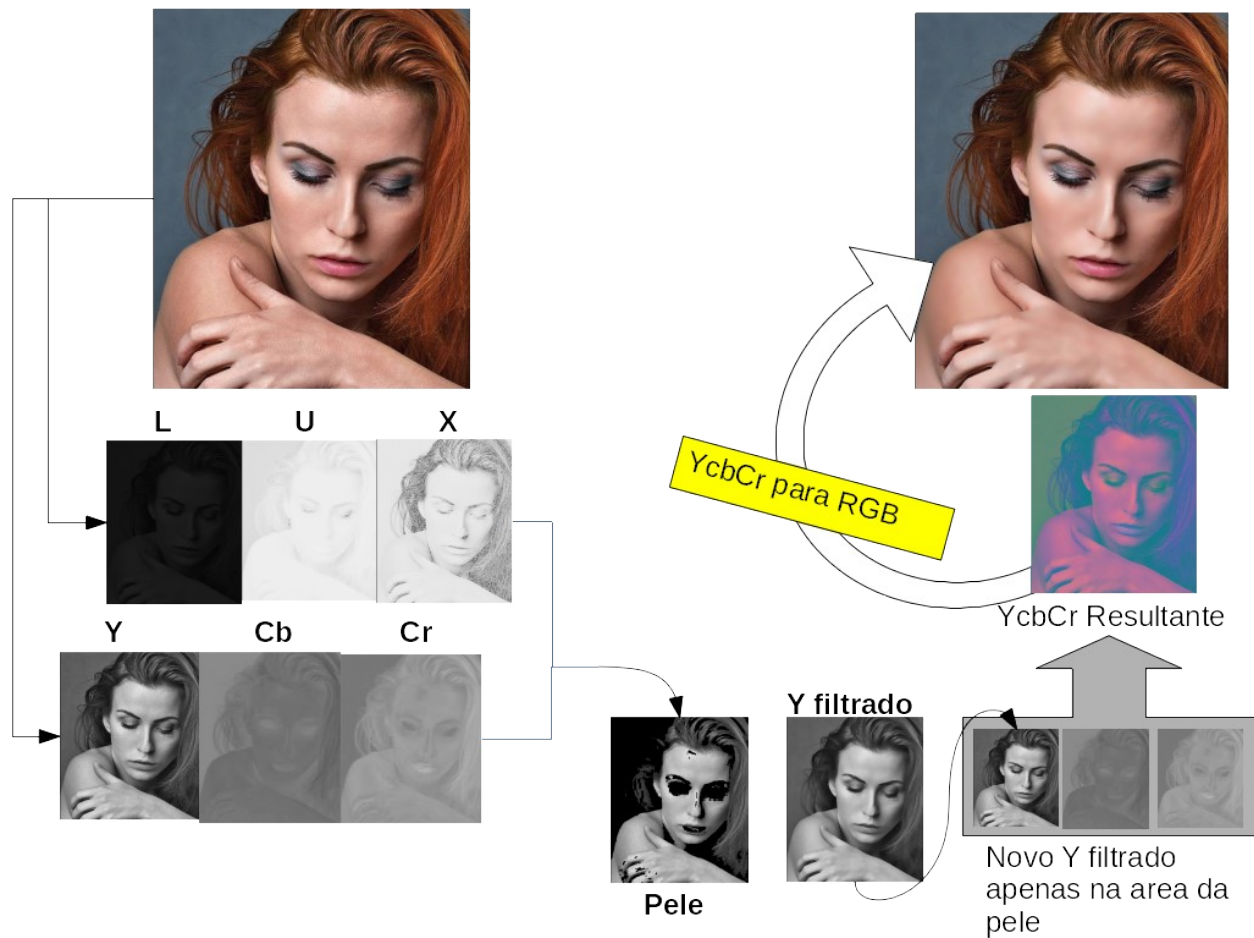
O algoritmo irá retornar uma imagem **SMf** no canal **Y** que destaca apenas a região da pele. Para obtermos a imagem com a atenuação, devemos trabalhar com a imagem original **I** no canal **Y** do espaço de cor YCbCr, e a imagem base **B** que pode ser obtida usando o filtro bilateral $FB(Y_{imagemoriginal})$.

Com essas três imagens podemos aplicar o seguinte algoritmo:

1. Dado a imagem original **Io** = {io1, io2, ..., ion};
a imagem base **B** = {b1, b2, ..., bn};
a imagem do mapa da pele **SMf** = {sm1, sm2, ..., smn}
a imagem resultante **R** = {r1, r2, ..., rn}
- faça para cada pixel **n**
- se **SM[n] > 20** então **R[n] = B[n]**
senão **R[n] = Io[n]**

A imagem gerada em **R** é o canal Y resultante com atenuação dos detalhes na região da pele. O último passo para obter a imagem final **F** em cores é reverter o espaço de cor YCbCr para RGB utilizando a informação de **R** como sendo o novo canal **Y** da imagem **F**.

O fluxograma resumido deste algoritmo pode ser representado como:







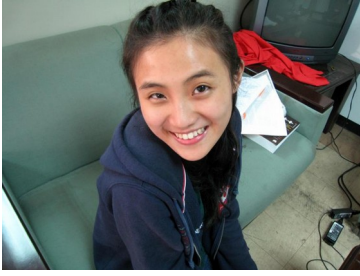













7 Conclusões

O programa proposto produziu resultados bastante similares ao do artigo de referência. O diferencia gerado pelo algoritmo proposto é a não descaracterização dos detalhes nos olhos diferentemente do artigo de referencia onde a boca e os olhos sofrem suavização de detalhes. Optamos por alterar os valores do artigo original justamente para presevar olhos e boca, pois se aplicarmos o filtro nestas regiões a pessoa na imagem pode ficar com “excesso de filtro”, dando impressão de anormalidade fisica da aparencia.

Houveram dificuldades para se implementar o programa, pois o artigo original falava sobre o uso do filtro bilateral em uma das etapas de processamento, porém o mesmo não entrou em detalhe sobre a formulação matemática para a implementação deste filtro, foi necessário pesquisa paralela. Também optamos por abstrair esta informação para facilitar o entendimento do que é o foco no artigo. A explicação de como implementar o filtro bilateral, por mais sucinta que seja irá sobreexceder a explicação do algoritmo em principal.

Resultados obtidos

Original	Mapa Pele 1 (Artigo referência)	U' (Artigo referência)	Mapa Pele 1 mesclado com U' (Proposto)	Mapa Pele 2 (Proposto)	Resultado
					
					
					

8 Fontes

Visite a pagina do link a seguir, a mesma redirecionara voce para o codigo-fonte do programa apresentado neste artigo. <https://aramis.bitbucket.io/research/SkinSmoother/main.html>

9 Referências

Da-Yuan Huang, Chiou-Shan Fuh, “**AUTOMATIC FACE COLOR ENHANCEMENT**”, Dept. of Computer Science and Information Engineering, National Taiwan University