

5 Resultados, Conclusões e Trabalhos Futuros

Este capítulo apresenta os resultados obtidos com a técnica proposta de chromaless, bem como são apresentadas as conclusões e as sugestões para trabalhos futuros. Os resultados se referem a duas alternativas de cálculo de alpha, uma utilizando uma analogia com potencial elétrico e outra baseada em clusters.

5.1. Resultados e Conclusões

Os resultados para o cálculo de alpha estão comparados na Figura 5.1. O método global baseado em clusters apresentou erros inaceitáveis (Figura 5.1b), enquanto que o método local baseado em potencial elétrico (Figura 5.1c) teve ótimo desempenho em tempo e em qualidade. Porém ainda faltam muitos testes e novas tentativas para chegarmos a um método local mais robusto e preciso de chromaless.

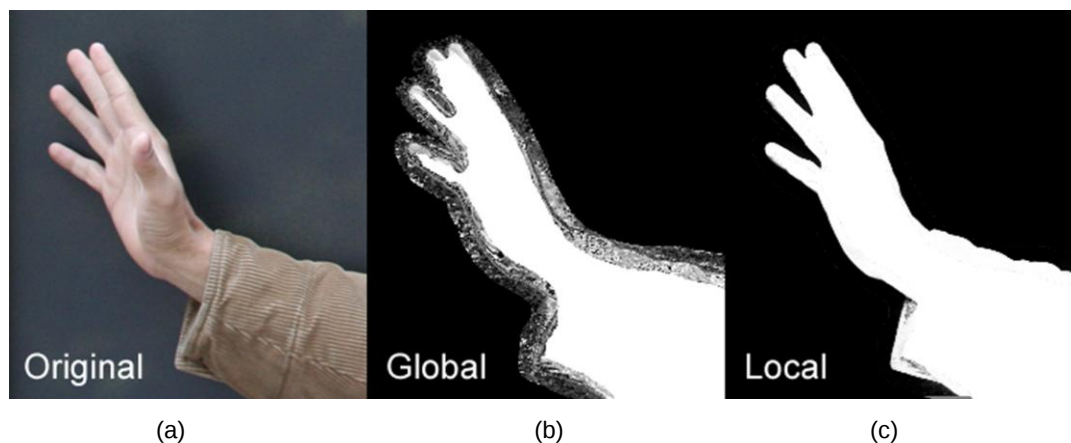


Figura 5.1 Resultados para imagem em alta resolução (a) com o método local baseado em potencial elétrico (c) e o método mais global baseado em clusters (b)

Métodos locais são essenciais para lidarmos com imagens em alta resolução, pois evitamos a montagem de grandes sistemas de equações e descartamos a necessidade de percorrer grandes extensões da imagem. No decorrer do presente trabalho, ficou muito claro que o recorte de um fundo qualquer não é uma tarefa trivial. A estimativa de valores de alpha bem como a

análise de tonalidades para definição do que é primeiro plano ou não possuem uma série de variáveis que geram problemas novos e completamente diferentes à medida que são combinados. Por exemplo, a compressão gera um forte problema de ruído e a baixa resolução altera o entendimento claro do que é foreground ou background devido ao forte anti-aliasing gerado.

O método baseado em clusters mostrou-se relativamente eficiente quando usado em imagens com alguma cor predominante, seja no background ou foreground. Este método se mostrou aceitável para recortes com grande número de detalhes quando foram usados fundos muito uniformes, quase monocromáticos, ou quando os elementos a serem recortados tinham uma cor muito marcante. Entretanto, o método baseado em clusters se mostrou extremamente falho para fundos complexos e objetos complexos. A principal razão para tal falha é que a clusterização não consegue tratar questões locais. Isto é: se uma mesma cor aparecer no background e foreground, o algoritmo vai falhar. Uma maneira de conseguir um recorte melhor no nosso algoritmo global baseado em clusters seria aumentar o raio de influência dos clusters de amostragem - o que na prática, poderia retornar um matte correto e coerente, porém completamente binarizado, isto é, apenas brancos e pretos puros, sem gradações em áreas como cabelos, pelos ou motion blur.

Uma melhor cobertura de pontos de foreground e background poderia ser obtida com a implementação da distância de Mahalanobis, que nos retornaria zonas elípticas ao invés de esféricas. Neste caso, poderíamos ter uma boa métrica usando o vetor de distância do centro da distribuição gaussiana ao ponto analisado. Mas ainda assim permaneceria o principal de todos os problemas de segmentação, que é quando a mesma cor encontra-se presente nas listas de foreground e background simultaneamente.

O método local baseado em potencial elétrico fez com que o sistema se tornasse muito robusto e executasse mais rapidamente. Esta eficiência é porque o método reduz consideravelmente a quantidade de dados para comparar. O método local proposto permite uma melhor escolha dos candidatos de foreground e background, pois leva em consideração não apenas a cor, mas também a distância física dos pixels.

Acreditamos que o uso do espaço de cor LAB esclareça alguns aspectos do método proposto. Muito provavelmente, o LAB recortaria melhor determinadas imagens, enquanto que em outras o RGB poderia superá-lo. Em se tratando de fundos predominantes em alguma cor, o LAB deveria apresentar um bom desempenho, assim como em fundos que são complexos mas que possuem variações de cores em função de sombras. Por outro lado, quando o background possui cores distintas escuras e claras e onde a relação entre elas não é de sombra, o RGB deveria conduzir a um desempenho melhor. Dentro do escopo de tema e de tempo, não foi possível explorar adequadamente a possibilidade de opção por espaços de cor diferentes.

Abaixo, resultados comparativos do desempenho do algoritmo proposto, e com o comercial da Adobe presente no Photoshop CS5 como Rotobrush, que implementa a técnica do artigo Softscissor. O formato de exibição é sempre imagem original, resultado do algoritmo proposto e resultado do algoritmo comercial rotobrush.



Figura 5.2 : Imagem pessoal de Felipe Lobo



Figura 5.3 Imagem extraída da base de testes de Wang & Cohen (2007)



Figura 5.4 Imagem extraída da base de testes de Wang & Cohen (2007)

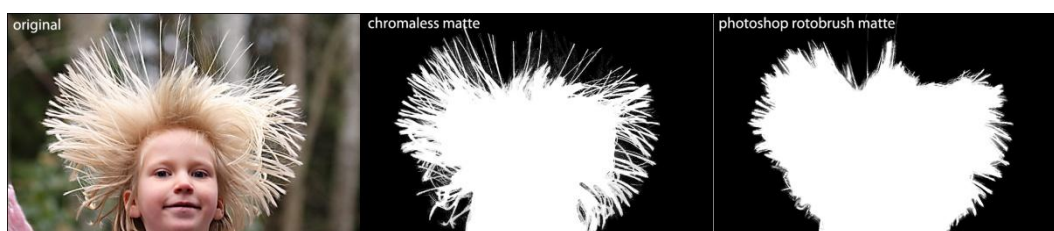


Figura 5.5 Imagem extraída da base de testes de Wang & Cohen (2007)



Figura 5.6 Imagem extraída da base de testes de Wang & Cohen (2007)



Figura 5.7 Imagem extraída da base de testes de Wang & Cohen (2007)



Figura 5.8 Imagem extraída da base de testes de Wang & Cohen (2007)

Além desses resultados, no endereço www.icad.puc-rio.br/~projetos/chromaless encontra-se a análise estatística de desempenho.

5.2. Trabalhos Futuros

A continuidade deste projeto prevê a criação de uma interface para o usuário. Com a implementação de um pincel inteligente (como no Soft Scissors), à medida que o usuário pinta o contorno, são automaticamente eleitos os pontos de foreground e background para aquele pixel.

Quando o pincel desenha no sentido horário tem o seu lado esquerdo representado pela cor vermelha (que é background) e o direito pela cor azul. As extremidades azul e vermelha do pincel vão pintar zonas com 100% de certeza de serem foreground e background respectivamente. Dessa maneira o processamento deve ficar ainda mais rápido por não haver necessidade de buscas em uma lista de pixels próximos, estes pixels serão entregues em tempo real à medida que o usuário desenhar.

A tecnologia para esta interface foi implementada, mas não integrada no sistema proposto nesta dissertação. A Figura 5.2 apresenta o resultado do pincel em tempo real, até o presente momento.

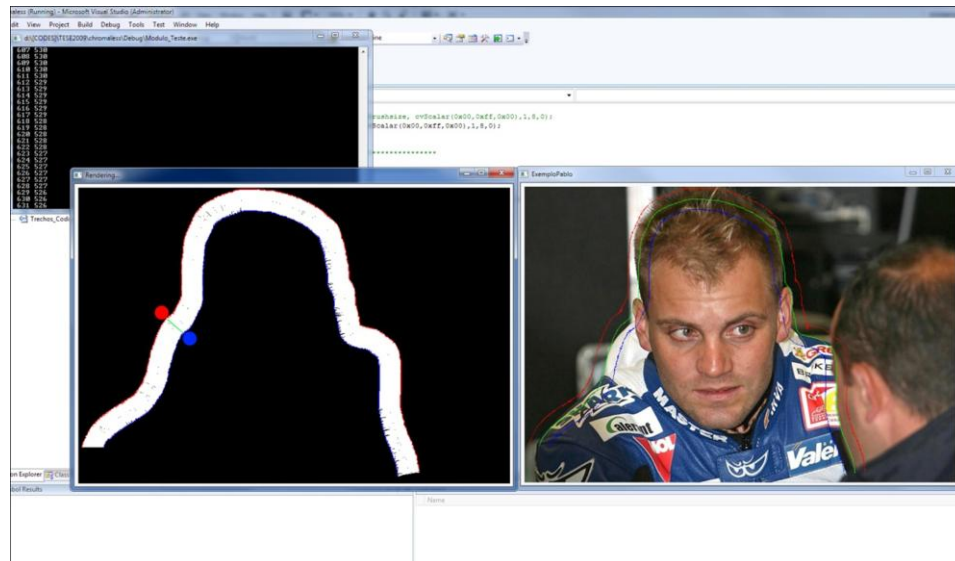


Figura 5.9 Pincel em tempo real desenvolvido para este trabalho, porém sem integração com o sistema chromaless proposto

Um trabalho futuro importante é a implementação de outras medidas de apoio, como o uso de desvio padrão e de média de cores. O foco também é uma medida importante. Normalmente, em imagens, o fundo é desfocado. A métrica de apoio baseada em variância é mais suave em zonas desfocadas do que em zonas em foco. Como queremos recortar sempre coisas em foco, essa métrica torna-se muito útil.

Ainda como parâmetro de apoio, sugerimos buscar uma indicação de variação de gradiente, mesmo que grosseira, para indicar possíveis inclusões de pixels de foreground no círculo de amostragem do método baseado em potencial elétrico. Isto pode ajudar no tratamento de pelos e regiões transparentes de pequenas dimensões.

Também como trabalho futuro importante, podemos indicar a implementação do método local com paralelismo. Tentativas podem ser feitas tanto em GPUs como em sistemas multicore com uso intensivo de memória cache.

A implementação de chromaless para video é uma linha importante de continuidade da presente pesquisa. Uma boa idéia neste sentido seria usar a entrada inicial do contorno como base e utilizar algum algoritmo de fluxo ótico ou *snaking* para fazer o contorno acompanhar o foreground.

Estimamos também que a utilização de análise temporal possa representar uma entrada de dados a mais para a determinação de background e, desta maneira, aprimorar ainda mais a proposta do sistema de chromaless.

Todas as análises feitas no presente trabalho, foram de caráter qualitativo, isto deve-se ao fato de como é gerado a base de comparação real, que chamamos de "ground truth". A maneira dita automática, é feita através de algum algoritmo de mercado existente, como o *primatte*, por exemplo, ainda assim não garante o melhor recorte possível, pois é passível de interpretação humana e ajustes de parametros manualmente, dessa forma tornando o processo assistido. A outra maneira é gerar um matte pintando manualmente, sujeito também a interpretação humana do que deve ser recortado ou não, com as limitações de percepções e interpretações de cada um que o faça, isto é, duas pessoas fazendo um matte de uma mesma imagem, resultará em mattes de ground truth diferentes.

É viável porém comprar desempenho por algoritmo, isto é, usando o *primatte* como exemplo novamente, pode-se gerar um matte através dele. Com esse matte, faz-se uma composição com um outro cenário de fundo, executa-se o algoritmo a ser avaliado para recortar o novo fundo e faz-se uma operação matemática de subtração entre os mattes (O gerado pelo *primatte* e o gerado pelo algoritmo testado), porém o máximo que se conseguirá avaliar é se o algoritmo testado teve o mesmo resultado, ficando não claro se foi superior ao recorte do *primatte*.

Um ponto importante ao longo do processo de evolução do sistema, é conseguir formular uma maneira de medir as melhorias dos resultados obtidos de forma a ter uma ferramenta para analisar quantitativamente os resultados. A inspeção visual ainda ocupa o papel de crivo final para aprovação do desempenho.