

3

Trabalhos Relacionados

Este capítulo apresenta uma série de trabalhos relacionados com os objetivos propostos. Primeiramente são apresentadas técnicas e softwares de mercado, com discussão de prós e contras de cada um. Este tipo de análise entre softwares de mercado não é encontrado na literatura. Neste capítulo, também são apresentados os trabalhos de pesquisa mais relevantes para o processo proposto.

3.1.

Sistemas de Chroma Key de Mercado

Embora haja um grande número de softwares comerciais para chroma key, selecionamos os mais relevantes para a indústria de TV e cinema: Primatte Keyer, Keylight Keyer, IBK Keyer e Chromatte.

3.1.1.

Primatte Keyer

O Primatte da empresa japonesa IMAGICA Technology Corp., comercializado pela inglesa The Foundry em forma de plug-in, é atualmente um dos mais sofisticados e melhores keyers do mercado. O Primatte possui a patente de um processo baseado em poliedro de 128 faces no espaço de cor RGB (Mishima 1994). Este processo garante um recorte de imagem que gera um matte bem suave, baseado em uma técnica que permite trabalhar com situações imprecisas (*fuzzy*). Quase todos os produtos no mercado usam este algoritmo, do After

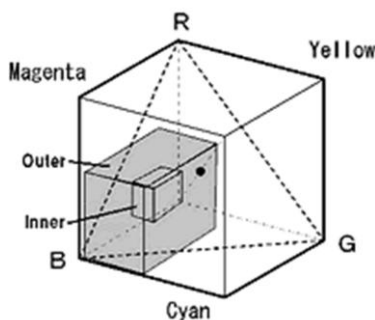


Figura 3.1 Caixas Inner (background) e Outer no espaço RGB para algoritmos de chroma key

Effects (Adobe) até o Nuke (The Foundry), este último voltado para produções de alta definição (HD).

Os processos convencionais de chroma key definem basicamente dois pontos, um ponto que representa a cor de background e o outro é o pixel da imagem que deve ter o valor de alpha estimado. Nestes processos mais comuns, duas caixas (*inner* e *outer*) são plotadas no espaço RGB tridimensional e baseadas na informação do ponto de cor do background (Figura 3.1). Neste caso, se o pixel analisado estiver dentro da caixa menor (*inner*), então ele é classificado como 100% background, se ele estiver fora da caixa grande (*outer*), ele será assumido como 100% foreground, e se estiver em algum lugar entre os dois, receberá um valor de alpha proporcional à distância entre as bordas das caixas. O valor de alpha é selecionado dentro de uma escala fixa (Figura 3.2).

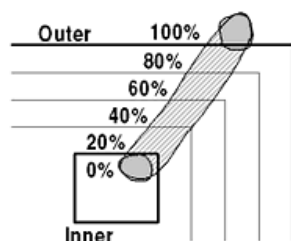


Figura 3.2 Gradação tonal entre background e foreground no espaço de cor RGB

Com o uso do poliedro de 128 faces, deixamos de usar as caixas e plotamos, no espaço RGB tridimensional, um volume que envolve os pontos tidos como background e foreground. Similar ao processo anterior, os pixels que estiverem na superfície desse poliedro, porém afastado das zonas de certeza de classificação, como background ou foreground, recebem um valor de alpha proporcional ao afastamento, mas dessa vez as zonas de afastamento não são fixas, garantindo uma diferença de valores de alpha que geram um matte muito suave (Figura 3.3).

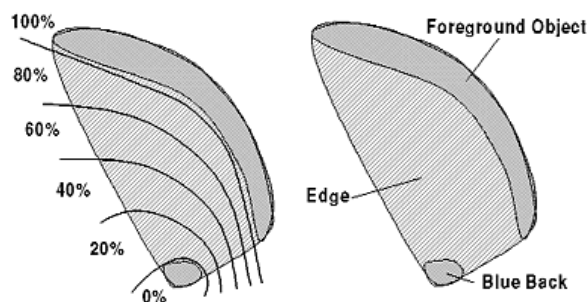


Figura 3.3 Poliedro de 128 lados do Primatte

No processo do Primatte, são definidas três etapas principais:

- 1 - Seleção da cor principal para recorte, no caso, a cor de background;
- 2 - Seleção de cores residuais de background, que na maioria das vezes faz com que várias cores de foreground sejam tomadas erroneamente como cores a serem limadas; e
- 3 - A última etapa corrige a característica da etapa 2, que é a de limpar resíduos no foreground, devolvendo estas cores sem que os ruídos tirados da segunda etapa apareçam no background novamente.

A Figura 3.4 ilustra o Primatte operando no software Nuke.

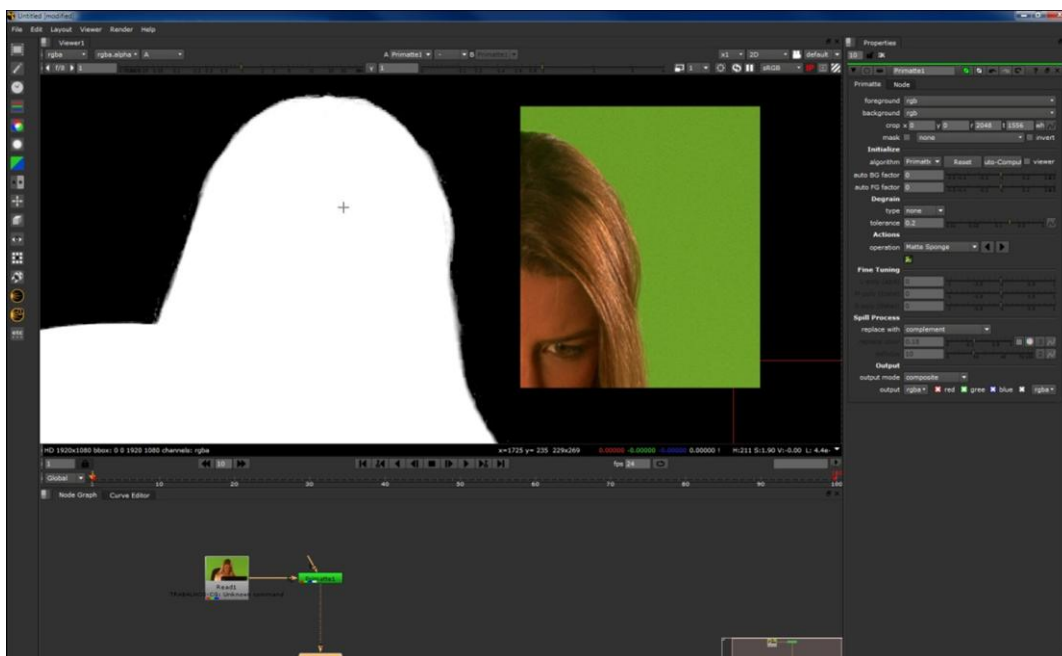


Figura 3.4 Primatte operando como plug-in do Nuke

3.1.2. Keylight Keyer

A primeira implementação do Keylight foi feita pela empresa “The Computer Filme Company”, sofrendo varias melhorias ao longo dos anos. Atualmente ele é comercializado pela The Foundry.

O keylight trabalha com cores em ponto flutuantes em imagens de 32 *bpc* (bits por canal) e implementa algumas operações morfológicas como erode,

soften, shrink, além de um despill. No despill (Figura 3.5), o software limpa, da imagem de foreground, a cor do fundo recortado que volta no objeto em função da radiação gerada da iluminação geralmente excessiva para garantir uma cor uniforme de fundo para facilidade recorte. Uma característica interessante do Keylight é a integração do despill automático, isto é: uma vez definida a cor de fundo a ser recortado ele já processa automaticamente o despill.



Figura 3.5 Processo de despill no software Keylight. A imagem (a) apresenta o vazamento no cabelo do ator e a imagem (b) apresenta o resultado do despill.

Comparado ao Primatte, seu desempenho só é interessante em situações em que o fundo a ser recortado seja muito uniforme, sem muito ruído e com objetos a serem recortados com cores bem diferentes do fundo. As ferramentas morfológicas para melhorar a qualidade do alpha, como o erode, acabam por destruir muitas vezes os detalhes mais importantes do recorte, normalmente em situações de recorte de cabelo.

Mesmo com o uso do despot (Figura 3.6), que é uma espécie de close, vários detalhes são perdidos; ou pior ainda, podem gerar, em uma sequência de imagens, um recorte não regular fazendo com que elementos da imagem ora sejam visíveis e ora não.

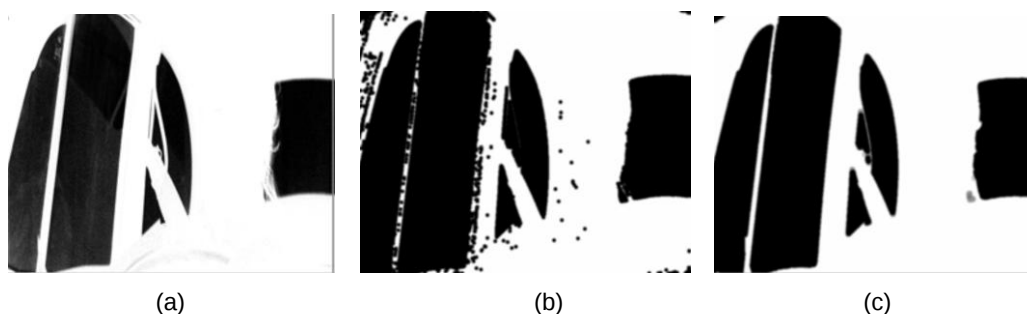


Figura 3.6 Matte bruto (a), com erode (b) e com despot (c), no software Keylight.

3.1.3. IBK Keyer

O IBK Keyer, desenvolvido originalmente pela empresa Digital Domain, e hoje também comercializado pela The Foundry, apresenta uma solução bem interessante para keying. Na verdade ele é um apoio a outros tipos de keyer. Apesar do IBK Keyer ser muito falho para gerar um matte sólido com bons níveis de gradação de cor nas bordas, ele é extremamente competente na geração exclusiva do chamado “soft matte” - que nada mais é do que um matte com muita gradação de cinza. Dessa maneira, o matte final é uma composição dele com o resultado de outro keyer que retorna um matte mais sólido (hard matte), tais como o Keylight ou o Primatte.

A característica de operação do IBK Keyer é que ele recebe uma imagem de background (também denominado de “background *plate*”) para fazer a subtração da cor. Na prática, podemos ter um background com péssimo nível de iluminação ou de gradações tonais e usar o *plate* limpo para alimentar o sistema e comparar a diferença pixel a pixel. O que não for igual ao pixel do *plate* limpo, é tido como foreground. Isto claramente gera muito ruído, porém retorna um bom nível de gradação. Esta é uma excelente técnica para levar sombras para dentro da cena.

A Grande inovação desse keyer é poder trabalhar em conjunto com um elemento chamado IBK-Color, quando não se tem um *plate* previamente gravado do background. O IBK-Color é aplicado na imagem do artista com o fundo verde, estimando o que seria o *plate* de background limpo, retirando o artista e o substituindo por verde na coerência de iluminação da cena (Figura 3.7).

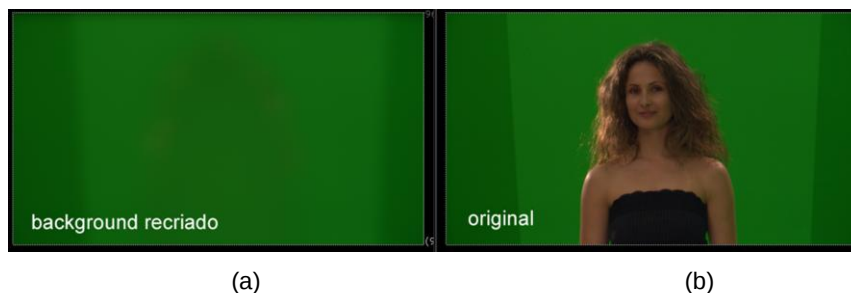


Figura 3.7 IBK-Color recriando o background (a) a partir da imagem original (b).

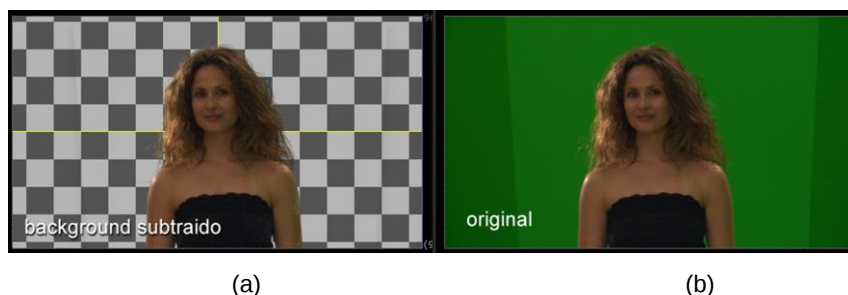


Figura 3.8 Retirada do background por subtração, após uso do IBK-Color.

Esse background recriado pode alimentar o sistema do IBK como sendo o *plate* limpo e fazer a subtração de background (Figura 3.8).

3.1.4. Chromatte

O Chromatte é uma solução física para o processo de keying, desenvolvido pela Reflecmédia. Esta solução consegue gerar um bom recorte e com a conveniência de não ter *color spill* que é o vazamento da cor do background no objeto a ser recortado. Na prática, para operar, o chromatte necessita usar seu próprio tecido de fundo, na cor cinza, com micro cristais, e um anel de LEDs ao redor da lente da câmera (Figura 3.9). Os micro cristais do tecido refletem toda e qualquer fonte direcional de luz, como a luz direcional dos LEDs que estão ao redor da lente. O fundo capturado pela câmera é um verde muito uniforme, de fácil extração por qualquer programa de keyer.

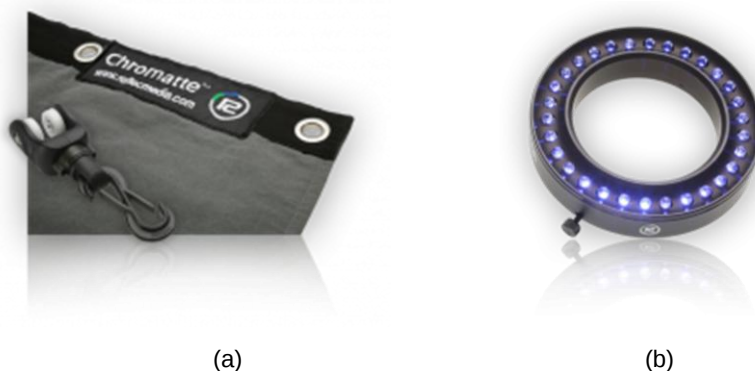


Figura 3.9 Acessórios para o Chromatte: tela tipo cortina (a) e anel de LEDs para a lente da câmera (b).

A solução não faz recorte, só visa eliminar a má iluminação do background e evitar que haja vazamento de cor do fundo para cima do artista. Muito empregado em previsões de tempo, em locais pequenos e ainda tem a vantagem de ser portátil.

Apesar da qualidade do recorte, o investimento para grandes estúdios não compensa, porque fica economicamente inviável iluminar o pano com os LEDs a grandes distâncias.

3.2. Trabalhos de Pesquisa em Matting

Os trabalhos acadêmicos de chroma key não são analisados nesta seção porque estamos buscando técnicas chromaless que tenham potencial de qualidade e robustez no mínimo iguais aos sistemas comerciais de keying.

O sistema Soft Scissor (Wang *et al.* 2007) apresenta uma solução interativa para gerar alpha mattes em tempo real, que é baseado em uma publicação anterior de dois de seus autores que apresenta um dos mais eficientes algoritmos de matting chamado *Robust Matting* (Wang & Cohen 2007b). Basicamente, a melhoria proposta por eles, em relação à primeira publicação, é uma maneira de usar interativamente o algoritmo *Robust Matting*, que era offline, dando ao usuário respostas em tempo real.

O ganho apresentado em desempenho pelo Soft Scissors recai principalmente no tempo de execução. Este sistema tem um desempenho muito superior a outros algoritmos propostos na literatura. Por exemplo, a técnica Bayesian Matting (Chuang *et al.* 2001) leva cerca de 141 segundos de processamento contra 40 segundos do Soft Scissors, para conseguir um resultado similar. Isso deve-se ao fato de que, no Bayesian Matting, a cada iteração todo o matte é recalculado. Outras técnicas podem ser mais simples e rápidas, mas não são capazes de gerar mattes de qualidade para imagens complexas.

O Soft Scissors também apresenta elevados índices de precisão e robustez. A técnica de Closed-Form Matting (Levin et al. 2006) tende a apresentar o dobro de erros de matte em relação ao Soft Scissors.

As seguintes contribuições do Soft Scissors podem ser consideradas como o estado da arte em recorte em fundos complexos:

- Estimativa incremental do alpha, onde o sistema determina um número mínimo de pixels que precisam ser atualizados e computa o valor de alpha para eles;
- Estimativa incremental da cor do primeiro plano, para composição imediata;
- Interface inteligente, na qual o pincel tem sua dimensão ajustada automaticamente de acordo com a borda da imagem a ser recortada.

Outras técnicas listadas na seção 2.2 foram analisadas, mas nenhuma delas apresenta melhor potencial para o chromaless do que o Soft Scissors.