

적응 알고리즘을 이용한 실시간 영상합성 시스템 구현에 관한 연구

김 중 한, 최 두 일, 조 우 연
공주대학교 전기공학과
전화 : 041-850-8607

A Study On The Implementation of Real Time Image Composition System Using Adaptive Algorithm

Joong Han Kim, Doo Il Choi, Woo Yeon Cho
Dept. of Electrical Engineering, Kongju University
E-mail : kimjoonghan@imusicsoft.com

Abstract

In this study, a real-time image composition system was implemented using chroma key algorithm. To write a high quality chroma key function based on processing of foreground and/or background frames before combining them into an output image, Adaptive 3-dimensional surface equation model was proposed. When the bright of room is changed or shadow of object is on the blue screen, proposed algorithm would still produce good result.

I. 서론

최근 컴퓨터가 일반화되고 이를 활용한 작업들의 범위가 증가해 감에 따라 과거에는 상상으로만 그쳤던 일들이 현실화 되고 있다. 영상 처리도 그러한 일들을 가능하게 해준 분야중의 하나이다. 산업체나 군사 분야 등 특수한 목적에서부터 영화 산업이나 광고 등 일반인들이 쉽게 접할 수 있는 분야에까지 영상처리는 매우 다양한 방법으로 사용되고 있다.

영상합성 시스템은 널리 사용되고 있지만 고가의 하

드웨어 장비가 필요하며, 전문가들만이 다루고 있어 비전문가가 접근하기는 힘든 분야이다.

본 논문에서 구현한 시스템의 특징은 일반 개인용 컴퓨터에서 동작 하며 모든 영상합성 동작이 실시간으로 구현된다.

본 연구에는 크로마키에 대해 다루고 있으며 크로마키의 핵심인 컬러 배경 영상과 피사체를 분리해 내는 방법들에 대해 연구를 수행 하였다. B/Y Key 모델, $B/(B+C+R)$ Key 모델, Cb Key 모델, 적응형 3차원 면 방정식 모델들에 대하여 각 모델별 성능을 실험하였으며, 본 연구에서 제안한 적응형 3차원 면 방정식 모델이 조명의 변화나 배경에 그림자가 생기는 조건 하에서 우수한 합성결과를 보임을 입증 하였다.

II. 영상합성 시스템의 기본이론

2.1 RGB 컬러모델

RGB 컬러 공간은 서로 가산될 수 있는 삼원색인 빨강(red), 초록(green), 파랑(blue)으로 구성된다. 이들 컬러의 분광 요소들이 부가적으로 복합되어 결과적인 컬러를 만들어낸다.

RGB 모형은 각 축의 모서리가 빨강, 초록, 그리고 파랑인 3차원 입방체로 표현된다. 검정색은 원점이고

흰색은 입방체의 반대 끝 방향이다. 명암도는 검정색에서 흰색으로 이어지는 선을 따라서 표현된다. 컬러 채널당 8비트를 가지는 24비트 컬러 그래픽 시스템에서 팔강색은 (255,0,0)이며, 컬러 입방체 상에서는 (1,0,0)이다.[1]

2.2 HSI 컬러모델

HSI는 원통 모양의 좌표계로 모형화 되어 있으며 색상은 0° 에서 360° 의 범위를 가진 각도로 표현된다. 채도는 0에서 1까지의 범위를 가지는 반지름에 해당한다. 명도는 z 축에 해당하는데 0일 때는 검정색을, 1일 때는 흰색을 표시한다. RGB 컬러모델에서 HSI 컬러모델의 변환은 식(1)과 같다.

$$I = \frac{1}{3} (R + G + B)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)} (\min(R + B + B)) \quad (1)$$

$$H = \cos^{-1} \left(\frac{\frac{1}{2} ((R - G) + (R - B))}{\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}} \right)$$

2.3 YCbCr 컬러모델

YCbCr은 컬러 정보로부터 광도를 분리하는 컬러 공간이다. 광도는 Y로 기호화되고 푸른 정보와 붉은 정보는 CbCr로 기호화 된다. 인간의 시각 특성이 밝기 신호보다 색차 신호에 덜 민감하기 때문에 CbCr의 데이터를 줄임으로서 영상 압축용으로 주로 사용되는 컬러 모델이다. RGB 컬러모델에서 YCbCr컬러모델로의 변환은 식(2)와 같다.[2]

$$\begin{aligned} Y &= 0.29900R + 0.58700G + 0.11400B \\ Cb &= -0.16874R - 0.33126G + 0.50000B \quad (2) \\ Cr &= 0.50000R - 0.41869G - 0.08131B \end{aligned}$$

III. 실시간 영상합성 시스템의 구현

카메라 입력은 일반 CCD 카메라를 사용하였으며 S-Video형식과 Composite형식 두 가지로 받을 수 있으나 노이즈를 줄이기 위하여 흐도신호와 색 신호를 별도로 전송하는 S-Video 형식을 사용하였다. 카메라 입력으로 받은 영상에는 노이즈가 포함되어 있기 때문에 이 영상을 바로 합성할 경우 합성된 영상의 배경과 카메라의 피사체의 경계면이 아주 거칠어지기 때문에

영상을 합성하기 전에 전처리 과정으로 공간 영역 필터 처리를 하였다.

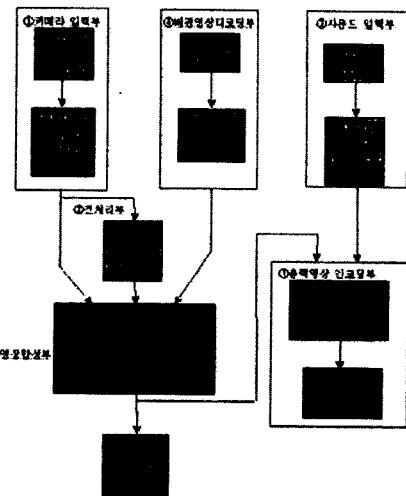


그림 1. 실시간 영상합성 시스템의 개요

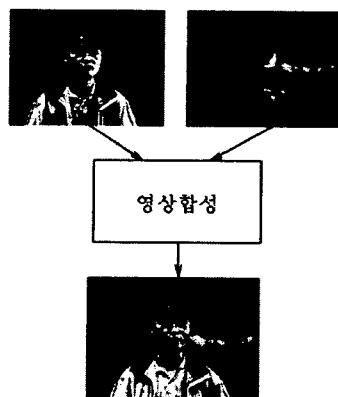


그림 2. 영상합성

본 시스템의 가장 핵심부인 영상합성부는 카메라 영상과 배경영상의 합성을 수행하는 부분으로 그림 2와 같이 파란배경 앞에 피사체가 있을 경우 이 영상을 카메라로 입력 받아 배경의 파란 부분은 제거하고 이 제거된 부분에 배경영상을 넣는다.

영상합성부는 B/Y Key 모델, $B/(B+G+R)$ Key 모델, Cb Key 모델, 3차원 면 방정식 모델, 적응형 Key 모델들에 대하여 각 모델별로 구현 하였으며 성능의 차이를 결과 고찰에서 보였다.

본 시스템의 전반적인 구조는 그림 1과 같다.

IV. 실험 및 결과 고찰

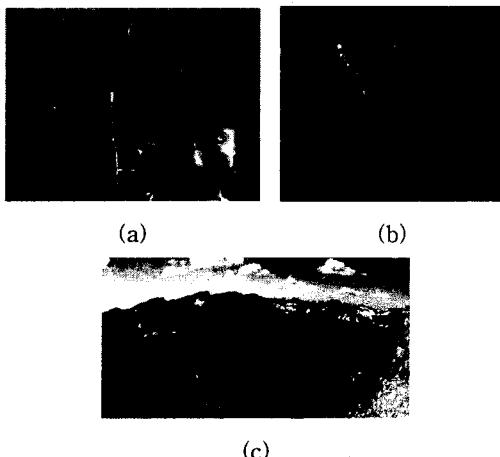


그림 3. 실험 환경

그림 3 (a)는 카메라 입력 영상으로 파란 배경 앞에 사람과 붉은색 책이 있는 경우이고 그림 3 (c)는 카메라 영상과 합성될 이미지이다. 그림 3 (b)는 카메라 영상을 3차원 좌표 공간에 분포시킨 그림이다. 각각의 Key 모델별로 그림 3 과 같은 조건 하에서 실제 영상을 합성하여 그 결과를 고찰하였다.

4.1 B/Y Key 모델

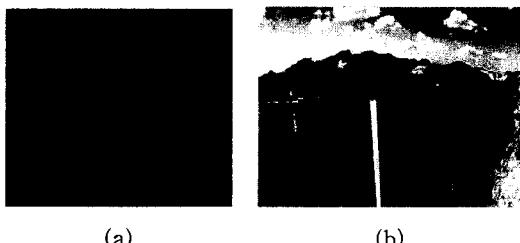


그림 4. B/Y Key 모델 영상합성 결과

그림 4 (a)는 B/Y Key모델의 RGB좌표 공간에서의 key컬러를 나타낸 것으로써 색의 분포가 $RGB(0, 0, 0)$ 인 원점을 기준으로 경사진 형태를 하고 있다. key컬러가 검정색인 원점을 포함하고 있으므로 머리색과 같은 검정색 피사체에 대해서는 배경과의 분리가 잘 이루어지지 않는다. 또한 key컬러가 붉은색과 녹색방향으로도 넓게 퍼져서 분포하고 있다. 그림 4 (b)를 보면 사람의 머리부분과 붉은색 책 부분에서 합성이 원활하

게 이루어지지 않음을 확인할 수 있다.

4.2 $B/(B+G+R)$ Key 모델

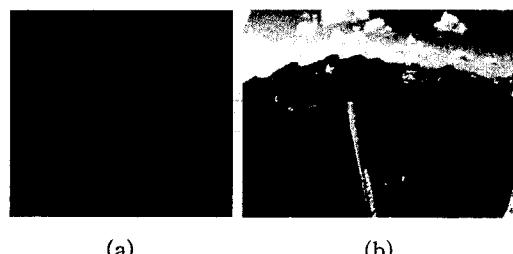


그림 5. $B/(B+G+R)$ Key 모델 영상합성 결과

RGB좌표 공간상에 Key컬러를 표현한 그림 5 (a)를 보면 B/Y Key모델과 마찬가지로 원점을 포함하고 붉은색과 녹색 방향으로 넓게 분포하고 있다.

$B/(R+G+B)$ Key 모델 역시 검정색이나 붉은색 계열의 피사체가 배경과의 분리가 잘 되지 않는다. 결과 그림 5 (b)를 보면 머리 부분과 붉은색 책 부분에서 합성이 원활하게 이루어지지 않음을 확인할 수 있다.

4.3 Cb Key 모델

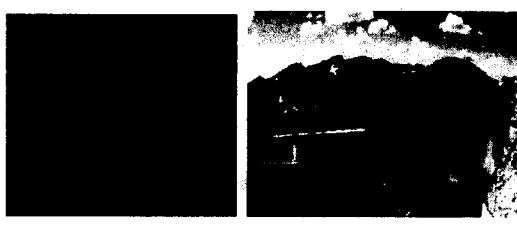


그림 6. Cb Key 모델 영상합성 결과

그림 6 (a)를 보면 Cb Key모델은 중심축과 수평을 이루고 있으므로 원점은 포함하고 있지 않다. 그러나 Key컬러가 붉은색과 녹색 방향으로 넓게 분포하고 있다. 그림 6 (b)를 보면 머리 부분은 깨끗하게 합성 되었으나 역시 붉은색 책은 배경과의 분리가 원활하게 이루어지고 있지 않다.

4.4 3차원 면 방정식 모델



그림 7. 3차원 면 방정식 모델 영상합성 결과

그림 7(a)를 보면 Key컬러가 중심축과 수평을 이루고 있으며 또한 파란색 방향으로 좁게 분포하고 있음을 볼 수 있다. 따라서 검정색뿐만 아니라 붉은색 계열 또한 잘 분리해낼 수 있다. 그림 7(b)를 보면 붉은색 책과 머리 부분이 깨끗하게 합성되고 있음을 볼 수 있다.

4.5 적응형 Key 모델

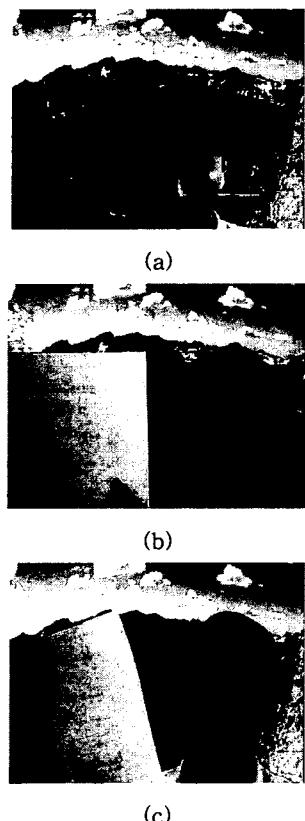


그림 8. 적응형 Key모델 영상합성 결과

그림 8 (a)는 3차원 면방정식 모델을 적용하여 영상을 합성한 결과이다. 이 상태에서 키 값을 고정시키고 하얀색 종이를 사람과 같이 카메라로 잡은 것이 그림 8 (b)이다. 그림의 좌측 상단과 우측 하단에서 합성이 원활하게 이루어지고 있지 않음을 볼 수 있다. 이것은 카메라가 자체 색 보정을 하여 영상의 배경 부분이 전체적으로 어두워 졌기 때문이다. 그림 8 (c)는 3차원 면 방정식 모델에 적응형 Key 모델을 적용한 결과영상으로, 조명환경의 변화나 카메라의 자체 색 보정시 Key 컬러가 보정되기 때문에 결과 영상이 깨끗함을 볼 수 있다.

V. 결론

본 연구에서 B/Y Key 모델, $B/(B+G+R)$ Key 모델, Cb Key 모델, 3차원 면 방정식 모델과 3차원 면 방정식 모델을 보완한 적응형 Key모델을 각 모델별로 실험 한 결과 B/Y Key모델과, $B/(B+G+R)$ Key모델은 검은색과 붉은색 피사체의 경우에 영상합성이 원활하게 이루어지지 않음을 확인할 수 있었다. Cb Key 모델의 경우에는 검정색 피사체에 대해서는 합성이 비교적 잘 이루어 졌으나 붉은색 피사체의 경우 영상합성이 원활하지 않았다. 반면 3차원 면 방정식 모델의 경우 파란색을 제외한 모든 색상의 피사체에 대해서 합성이 원활하게 이루어짐을 확인할 수 있었다. 그러나 조명의 변화나 배경에 그림자가 비칠 경우 키 컬러 값이 변하기 때문에 만족할 만한 결과를 얻을 수 없었다. 따라서 3차원 면 방정식모델에 적응형 Key 모델을 적용하였을 경우 조명환경의 변화나 카메라의 자체 색보정시 능동적으로 키 색상 값을 조절함으로서 만족할 만한 영상합성 결과를 얻을 수 있었다.

참고문헌

- [1] Rafael G. Gonzalez, Richard E. Woods, 「Digital Image Processing」, Addison Wesley
- [2] Barry G. Haskell, Atul Puri, and Arun N. Netravali, 「Digital Video An Introduction To MPEG2」, Chapman and Hall
- [3] Keith Jack, "Video Demystified", Independent Pub Group (Computer), 1996
- [4] 최형일, 이근수, 이양원 공역, "영상처리 이론과 실계", 홍릉과학출판사