韓國 컴퓨터情報學會 論文誌
第13卷 第1號, 2008. 1.

2008-13-1-1-3

자동 적응성 동적 크로마키 구현에 관한 연구

이 상 엽*, 주 헌 식**

A Study on the Implementation of Robust Automatic Adaptative Chroma-key Method

Lee Sang Yeob *, Joo Heon Sik **

요 약

소규모 환경에서 크로마키 기법은 UCC 콘텐츠를 제작하는데 매우 필요한 부분이다. 지금까지는 크로마키를 하기 위해 배경에 단일 색을 사용한 막을 사용 하였다. 본 논문은 일반 배경에 객체가 설정 되었을 때 객체를 추출하는 크로마키를 제안한다. 본 논문은 웨이블릿을 이용하여 고주파와 저주파를 분리 하여 노이즈를 제거하는 새로운 방법으로 크로마키를 시도 하였다. 결과로 성능 좋은 크로마키 기법을 개발 하였다.

Abstract

The man who wants to create advance user created contents is in need of using chroma-key method in a certain environment. Recently, pavilion that is painted with mono-color is used for the application of chroma-key. This paper aims to introduce a robust automatic adaptive chroma-key method without using pavilion. In this research, a new chroma-key method is applied to the separation of high frequency and low frequency using Wavelet is done in order that the noise can be eliminated. As a result, a chroma-key method with good capacity is shown from the research.

▸ Keyword : 크로마키(Chroma-key), 웨이블릿(wavelet), UCC(User Created Contents)

• 제1저자 : 이상엽 교신저자 : 주헌식
• 접수일 : 2007. 11. 22, 심사일 : 2008. 1. 8, 심사완료일 : 2008. 1.25.
* 삼육대학교 컴퓨터학부 조교수 ** 삼육대학교 컴퓨터학부 부교수

Ⅰ. 서 론

크로마키는 방송 촬영에 중요한 부분으로 차지 해왔다. 방송사에서 크로마키를 하기 위해 단일 색의 배경 공간을 설정하고 카메라로부터 입력 받는 데이터에서 해당 색의 주파수를 제외 하여 크로마키를 사용하여 왔다. 이런 방법의 크로마키는 조명에 매우 민감하여 그림자가 생길 경우 크로마키 에러를 발생해 왔다. 크로마키를 하기 위해서는 완벽한 조명 시설과 단일 배경의 스튜디오가 필수적이었다[1],[2].

UCC가 인터넷 정보 광장의 주역이 되면서 많은 사람들이 UCC를 제작 하여 왔다. 사람들은 UCC에 특수 기법을 활용하고자 하는 욕구가 증대 되었고, 이런 환경에 따라 UCC 콘텐츠에 특수 기술을 설정하는 프로그램을 제작하는 당위성이 설정 되었다. 크로마키는 UCC를 제작하는 많은 사람들에게 매우 매력적인 컴퓨터 기술이다. 기존의 동영상에 자신이 영상을 크로마키로 합성하고 음성을 합성 한다면 매우 인기 있는 UCC 콘텐츠 되기 때문이다. 인터넷 사이트에 고가의 장비가 없는 가운데 방송을 하는 사실 방송국 들이 늘어났다. 이는 UCC의 확장으로 사용자가 새롭게 실시간 방송을 창조하는 것이다. 이런 방송국에서는 방송기술이 접목되지 않고 있다. 그러나 이런 방송국에도 다양한 방송효과의 요구는 있으며 그런 방송국에 방송 기술을 제공할 필요성이 증대 되었다[3],[4].

크로마키는 단순한 영상처리 시스템으로 가능하지 않은 환경을 설정 해야만 가능한 방송기술이었다. 조명과 단일 색의 처리 공간은 개인 방송자 들에게는 부담감 있는 환경이 된다. 우리는 별도의 장비 없이 단일 카메라로부터 완벽한 크로마키를 처리하는 시스템을 개발 하였다. 개발된 크로마키는 단일 카메라로부터 객체가 없는 배경 영상을 획득하고, 다음 움직이있는 객체와 배경을 분간 하여 객체만 추출 하는 기법을 사용하였다. 단일 카메라에서 배경처리가 없는 일반 영상을 배경으로 설정하고 객체를 추출 하는 방법은 쉬운 방법이 아니다. 객체가 가지고 있는 색상 주파수와 배경이 가지고 있는 색상 주파수의 값이 일치할 경우 객체의 영상에 손실이 발생하기 때문이다. 이런 문제를 해결하기 위한 다양한 방법이 제안 되었다. 우리는 배경과 객체의 거리 차를 구한 다음 웨이블릿을 이용하여 객체의 레이블 영역을 구하고 다음 블록 순차 처리를 이용하여 완벽한 크로마키를 하였다. 제안되는 방법은 배경이 다양한 색을 가지고 있다 하여도 처리가 가능하며 또한 객체의 경계선이 부드럽게 처리되는 강인함을 갖고 있다. 별도의 장비 없이 개인 PC와 카메라를 이용한 크로마키는 점차 증대되는 UCC 산업에 크게 기여 될 것으로 확신한다. 제2장에서는 크로마키 기법의 전체 구조를 설명 하고 제3장에서는 실제 시스템 적용을 설명 하며 제4장에서는 크로마키 처리 결과를 보여주고 5장에서 결론을 맺는다[5].

Ⅱ. 크로마키 기법의 전체 구조

2.1 시스템 개요

크로마키 기법의 전체 구조는 그림 1과 같다. 카메라로부터 움직임이 없는 배경 영상을 받고 다음 배경에 객체가 결합된 영상을 받는다. 배경영상과 혼합영상의 차분 영상을 얻으면 변화된 영상을 얻을 수 있다. 차분 영상을 웨이블릿 변환을 실행 한다. 차분 영상에 웨이블릿 변환을 시도 하는 것은 주파수 별 특성을 알아보기 위해서 이다. 웨이블릿 변환을 하면 고주파와 저주파가 분리 된다. 차분 영상에서 배경에 해당될 경우 주파수 자체가 흐르지 않아야 한다. 그러나 노이즈로 인하여 약간의 고주파 또는 저 주파가 흐르게 되어 있다. 주파수에서 특성을 보고 제거하는 것은 경험 수치를 이용하기 때문에 매우 어려우나 약간의 주파수 에러를 보고 처리하는 방법은 손쉽다. 웨이블릿 변환을 통해서 간단하게 노이즈를 제거 할 수 있다.

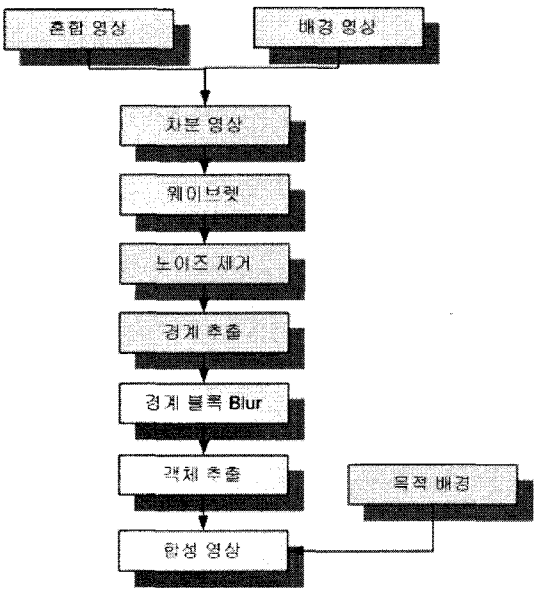

그림 1 크로마키 전체 구조도
Fig. 1 Chroma-key Architecture

노이즈를 제거하게 되면 경계선을 획득하는 것은 어렵지 않다. 경계선을 추출 하였다 하여도 일반 자연 영상의 경계는 정확한 선을 가지고 있지 않기 때문에 약간의 배경이 결합 되어 합성 영상이 되었을 때 경계 부분이 부드럽지 않은 선으로 나타나게 되어 있다. 이 경계 블록을 벡터 개념을 결합한 Blur를 행한다. 이렇게 하여 객체를 추출 하고 추출된 객체와 배경 영상을 결합 하여 합성 영상을 만들어 낸다.

2.2 웨이블릿

기본적인 웨이블릿 전환 함수는 식 (1)과 같다.

$$W_{f(x)}(s,t) = \frac{1}{\sqrt{s}} \int f(x) w_{s,t}(x) dx \quad \cdots\cdots (1)$$

웨이블릿의 특징은 고주파는 짧은 시간에 저주파는 긴 시간을 가지고 보는 게 특징이다. 시간 도메인에서의 개념은 영상에서는 공간 도메인으로 전환 된다. 영역을 크게 볼 때는 저주파 데이터를 영역을 짧게 볼 때는 고주파 데이터를 이용한다. 차분 영상에서 웨이블릿을 보는 이유는 주파수 평면으로 분석하여 작은 주파수에 의존되어 노이즈를 제거하기 위해서이다. 웨이블릿을 실행하면 노이즈는 고주파로 이동되고 저주파수 영역에는 아무것도 남지 않는다. 우리가 얻고자 하는 것은 특정 영역이 주파수가 있는가 없는 가의 판별이다. 차분 영상을 웨이블릿 변환을 하여 저주파 영역을 판별해 보면 노이즈가 없는 영상이 나온다. 노이즈는 고주파 영역에 할당되어 있기 때문이다. 저주파 데이터로부터 차분 영상에 노이즈를 판독 할 수가 있다. 웨이블릿을 이용한 노이즈 제거란 고주파 데이터를 제거한 저주파 데이터를 공간 도메인으로 변환시켜 변환된 영상과 원영상의 비교 판별로 쉽게 얻을 수 있다[6], [7].

2.3 경계 추출과 경계 Blur

경계 추출과 경계 Blur은 객체 영상을 부드럽게 목적 영상에 결합 하는데 목적을 두고 있다. 지금 까지 제안된 많은 가우시안 형태의 Blur 필터들은 블록 데이터의 Blur을 행한다. 이런 Blur 방법은 경계 부분에 대한 부드러운 처리는 가능하다 방향성이 없기 때문에 잘못하면 블록이 형성되는 에러를 보여 준다. 그림 2는 다양한 경계 형태를 보여 주고 있다.

그림 2의 (a)는 볼록 형태의 경계 이며 그림 2의 (b)는 대각선 형태의 경계이다. 그림 2의 (c)는 수직 형태의 경계이고 그림 2의 (d)는 수평 형태의 경계이다. 경계 방향이 서로 다르기 때문에 Blur 에도 방향성을 부여 해주어야 한다. 식 (2)는 방향성을 부여한 Blur의 식이다.

$$I(x,y) = \cos\theta \, W(f(x,y)) \quad \cdots\cdots (2)$$

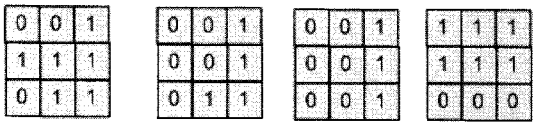

그림 2. 다양한 경계의 형태
Fig. 2 Form of various boundary

$I(x,y)$는 경계 Blur 가 된 영상의 값이며 $\cos\theta W$ 는 가중치에 방향성 벡터를 결합 한 것이다. 이 값을 영상의 $f(x,y)$에 결합 한 것이다. 대각선 방향으로 경계가 이루어진다면 수직 수평은 0.5의 가중치를 가지고 있고 대각선으로는 1.0의 가중치를 가지게 된다. 이 가중치를 가지고 경계의 값을 설정한다. 수평 변화 분에는 배경과 객체에 각각 0.5를 곱하기 때문에 Blur 형상이 발생되고 대각선 방향으로는 0과 1의 값이 적용되기 때문에 경계가 뚜렷하게 발생된다. 이 방법은 크로마키를 실행하지 않고 경계선을 부드럽게 처리하는 Blur에 매우 유용하다.

III. 시스템 적용

본 크로마키는 더불어 UCC 콘텐츠 제작기에 포함되어 구동 되도록 설계 하였다. 더불어 UCC 콘텐츠 제작기에 대한 전체 구조 논문은 본 논문에서 제외하고 따로 논 하고자 한다. 제안된 크로마키 시스템의 전체 흐름도는 그림 3과 같다.

캠을 통하여 사람이 없는 형태에서 배경 영상을 구한다. 그리고 사람이 있는 캠 영상을 구한다. 이 두 개의 영상의 차분 영상을 웨이블릿 처리를 하여 객체 영상을 추출 하고 이 영상을 목적 영상과 결합 한다.

3.1 노이즈 형태와 제거

배경 영상을 설정하고 연속으로 배경영상을 획득하여 이전 영상과의 차분 영상을 보면 변화가 없다 하여도 노이즈가 발생 된다. 그림 4는 배경영상을 설정하고 연속 촬영의 차분 영상을 출력 했을 때 발생되는 노이즈를 보여 준다.

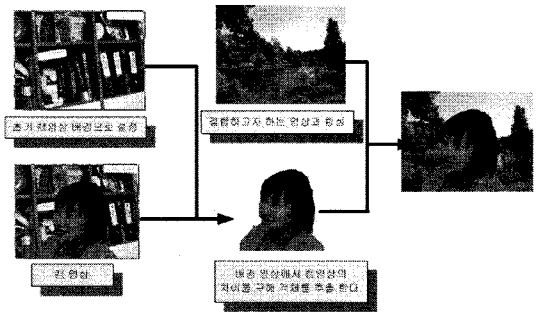

그림 3. 더블어 크로마키 기법
Fig. 3 Doubleoeo Chroma-key Technique

여러 개의 점으로 형성된 노이즈나 화이트 노이즈일 경우 연속 영상의 합으로 처리할 수 있다. 그러나 본 시스템에서는 연속 영상의 합으로도 노이즈 제거가 불가능 하다. 노이즈를 제거 하였다 하여도 배경 영상에 있는 색과 객체에 있는 색을 분리하여 처리 할 수가 없는 단점이 생긴다. 그림 4의 두 번째 그림을 보면 노이즈가 하나의 영역으로 나타나는 경우를 볼 수가 있다. 이런 현상이 발생되는 이유는 고정된 환경이 아닌 다양한 변화가 발생되는 환경에서의 연속 촬영이기 때문이다. 이런 노이즈를 제거 하는 방법은 전장에서 설명한 형태의 웨이블릿을 이용하는 방법이 매우 우수한 성능을 발휘 했다.

3.2 객체 데이터의 오류 복원

배경 영상의 오류를 제거 하였다 하여도 이 오류로 인한 객체의 손실이 발생된다. 그림 5는 객체 영상에서의 오류를 보여 준다.

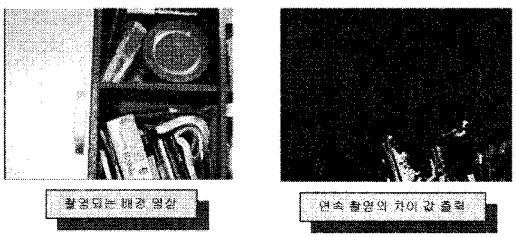

그림 4. 배경 영상 차이의 오류 발생부분
Fig. 4 Error appearance point of Background image difference

적색으로 표현한 부분은 배경영상을 제거한 부분이다. 적색으로 표현 되지 않은 부분은 배경이 객체로 인식되어 남아 있는 형태이다. 그림 5에서 보면 우측 하단 부분과 좌측 하단 부분이 객체로 인식되는 오류를 보여주고 있다. 이 문제를 해결하는 방법은 이전 장면과 현재 장면과의 변화를 이용한다. 이전 장면에서 현재 장면으로 변화될 때 예외적인 변화가 발생되면 오류로 인식 한다. 오류 영역이 발생되면 배경 영상과의 색상 히스토그램의 차이를 확인하고 색상 히스토그램이 오류 문턱치(Threshold value)를 상위 하면 객체이며 오류 차구간 안에 있으면 배경으로 설정하고 해당 부분을 배경 블록으로 처리한다.

그림5. 객체의 오류 화면
Fig. 5 Error Screen of Object

IV. 실험 결과

4.1 객체와 배경 영상의 결합 플로우

객체와 영상의 결합 플로우는 그림 6과 같다. 카메라로부터 들어오는 데이터를 혼합 영상이라 하고 초기에 객체가 설정되지 않은 영상을 배경 영상 이라고 하였다. 혼합 영상과 배경 영상의 웨이블릿 변환을 실시하여 고주파 영역과 저주파 영역을 분리 한다. 분리된 데이터의 거리차를 이용하여 경계를 추출 한다. 경계를 추출 할 때 에러 값들이 발생 된다. 이 에러 형태는 램덤 하게 발생되는 에러로 화이트 노이즈에 속한다. 경계 영역에 존재 하지 않는 에러 경계치는 연속되는 영상의 평균값을 이용하여 제거하거나 또는 이웃하는 데이터의 분포에 의해서 구별 할 수 있다. 본 실험에서는 영상의 평균값을 이용하여 경계 에러를 제거 하였다. 경계 값을 얻게 되면 이 경계 값을 이용하여 합 영상으로부터 객체를 추출 한다. 추출된 객체 영상과 배경 영상을 결합하여 결합 영상을 얻어 낸다.

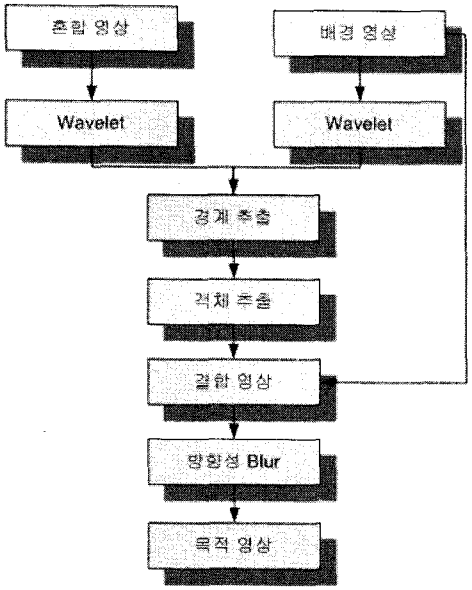

그림 6. 객체와 배경 영상 결합 플로우
Fig6. The flow of the image composition

4.2 방향성 Blur

경계 추출에 의해서 만들어진 결합 영상은 경계가 부드럽지 않은 형태로 된다. 객체의 경계 부분에 잘려진 데이터의 결합으로 고주파가 발행되고 이것으로 경계선 형태의 노이즈가 형성되기 때문이다. 일반적으로 경계를 부드럽게 하기 위해 경계 영역에 가우시안 필터를 이용하여 경계를 부드럽게 한다. 본 논문에서 제안하는 방법은 경계의 방향에 따라서 배경 영상과 객체 영상을 비율 적으로 결합 하는 방법을 제안한다. 경계 방향을 하나의 블록 영역에서 어느 방향으로 경계가 되어 있는 가를 확인한다. 예를 들어 경계선이 수직으로 설정 되었을 때를 90도로 본다면 방향은 좌측에서 우측으로 이동되는 0 도 방향의 벡터를 가지게 된다. 이 경우 좌측에서 우측으로 분포는 좌측 끝은 배경 영상이 100% 점유되고 우측 끝은 객체 영상이 100% 점유된다. 이 중간의 거리 비율에 따라 두 개의 영상 보정치를 설정 한다. 식 (3)은 본 연산 식을 나타낸다.

$$P(x,y) = (V_i \times I_p) + ((1 - V_i) \times O_p) \cdots\cdots (3)$$

V_i 는 방향성 벡터 값을 의미 하며 I_p 배경 영상을 O_p 는 객체 영상을 의미 한다. 실제 영상에서는 방향성이 수직 또는 수평 외에 다양한 각도로 방향성이 나타나다. 이 방향대로 배경 영상과 객체 영상의 값들이 보정 되어 결합 된다.

4.3 실험 결과

본 크로마키 실험은 타 크로마키와 비교 할 수가 없다. 기존의 크로마키는 장치를 설정하고 크로마키를 실행하고 있다. 제안된 방법은 배경에 대한 처리가 없기 때문에 실험 결과 측정치 비교는 불가능하다. 실험 결과의 값을 추출하기 위해서 500번의 크로마키를 실행 하여 배경과의 결합된 결과를 인간이 느끼는 값으로 결정하여 완벽하다고 느낄 경우 1로, 그렇지 않다고 느낄 경우 0으로 설정하여 결과를 실험 했다. 〈표 1〉은 실험 결과를 나타낸다.

표1 실험 결과
Table. Experiment Results

시도 횟수	평 가	오 류
500	0.8	7

500회의 실험에서 0.8의 결과는 10번 중 8번은 완벽한 크로마키가 되었고 2번은 실패로 인증 된다고 판단 한다. 그러나 전반적으로 볼 때 완벽한 크로마키 점수인 1점을 받은 적은 없으며 보통 0.9점내지 0.8점을 받았다. 크로마키가 실패라는 결과는 7번이 나왔다.

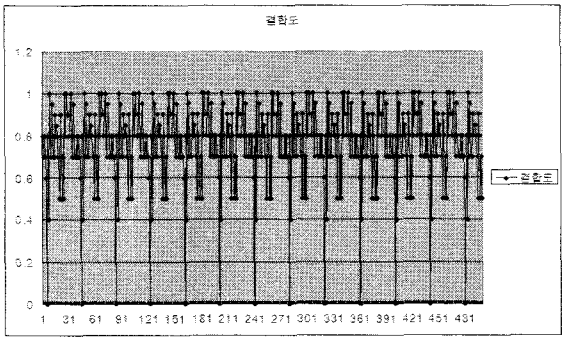

그림 7. 실험 결과 그래프
Fig7. Experiment Results Graph

그림 7은 500 번의 실험 결과 그래프 이다. 실험 결과에서 0.5 이하인 경우에서의 문제는 광도의 변화 때문으로 보여 진다. 크로마키를 하고 있는 영상의 주변에 다른 물체의 영향에 의한 그림자 및 빛의 세기가 변경 되어 에러가 발생 되었다. 본 실험은 별도의 조명 장치와 별도의 크로마키용 커튼을 사용하지 않고 일반 사무실에서 캠을 사용하여 실험한 결과 이다. 일반 사무실에서 좀 더 밝은 조명과 그림자 처리를 하면

좋은 결과를 얻을 수 있다. 본 실험의 목적은 전문가가 아닌 일반인이 쉽게 크로마키 기법을 사용하고자 함이다. 따라서 일반인이 쉽게 크로마키를 하고자 했을 때 성공과 실패 및 정확도가 중요 자료로 판단된다. 고가의 시설과 장비를 사용하였을 경우 80%의 정확도는 다소 낮은 결과를 얻었다 할 수 있으나 일반 사무실에서의 실험으로서는 매우 우수한 성능이라고 판단된다.

4.4 성능 향상을 위한 제안

제안된 방법의 크로마키는 직사광이 들어오는 곳과 벽이 가까워서 그림자가 생기는 경우에 크나큰 오류가 발생 한다. 또한 다양한 색이 분포된 배경 영상에서 크로마키를 하면 크로마키 된 객체 안에 약간의 배경 인식 오류가 나타난다. 그림 8은 약간의 오류가 발생 된 크로마키 결과 화면이다. 객체의 경계를 인식

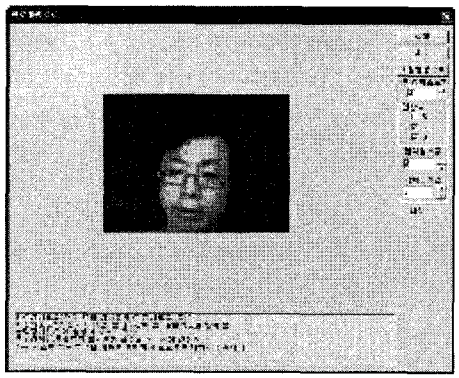

그림 8 더블어 크로마키 설정 화면
Fig8. DoubleOea Chroma-key Setting Screen

한 후 경계 영역 안에 있는 배경 영역의 오류를 제거한다. 크로마키 방법을 사람과 배경에 결합하여 이용한다. 또한 얼굴 인식 알고리즘에 적용하여 보다 좋은 성능 향상 크로마키 기법으로 사용 한다.

4.5 크로마키 기법을 얼굴 인식 알고리즘에 적용

제안된 크로마키 기법을 사용하여 정적인 배경에서 동적인 객체를 추출하기 위해 사용한다. 추출하기 위해서는 객체의 행동을 인식하거나 또는 객체의 변형된 정보를 인식해야 한다. 제안한 크로마키 기법을 사용하여 얼굴 인식 알고리즘에 적용해 보았다. 크로마키 기법과 얼굴 인식 알고리즘을 적용하여 사람들의 행동 변화를 인식하여 다양한 동영상을 만들어 낼 수 있다. 얼굴 인식 추출을 위해서 그림 9와 같이 SVM (support vector machine)을 이용하여 보다 발전된 크로마키를 나타낼 수 있다.

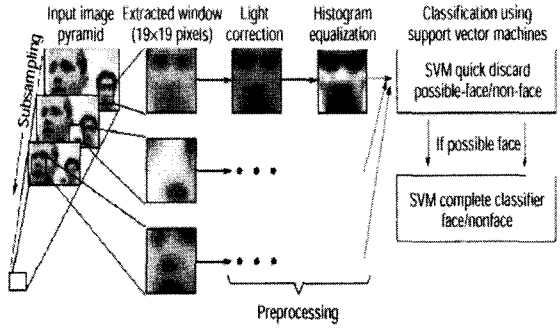

그림 9 SVM을 이용한 얼굴 검색 알고리즘
Fig9. Face retrieval system using SVM

SVM을 이용하여 회전과 크기에 무관하게 얼굴을 추출하기 위해서 영상을 스캔하는 마스크의 크기와 회전각을 달리하여야 한다. 이렇게 이미지의 전체 영역을 스캔하며 얼굴을 검출하면 계산 시간이 급격히 늘어난다. 이런 문제점을 해결하기 위해서 전체 이미지에서 얼굴이 있을 만한 후보지를 검출한 다음, 그 후보지 안에서 정확한 얼굴 영역을 검출하는 방법을 쓴다.[9][10].

그림 10은 적응적인 동적 크로마키 기법으로 구현한 동영상 편집기의 화면이다.

그림 10 동영상 편집기
Fig10. Video composition system

V. 결론

크로마키는 고가의 방송장비와 환경을 가지고 실행되는 형태의 기법으로 알려져 왔다. 고도의 기술은 많은 장비들을 소형화 하였고 멀티미디어 디바이스들의 성능을 극대화시켜 왔다. 크로마키 또한 소형화된 장비와 소규모 환경에서도 완벽하게 구성되는 시스템이어야 한다. 별도의 배경 천막 없이 처리되는 크로마키 기술은 UCC 산업의 발전에 크게 기여 할 수 있다고 판단된다.

본 알고리즘은 UCC 콘텐츠 제작기를 안에 탑재되고자 하여 개발 되었다. 우리가 개발 하고자 하는 UCC 콘텐츠 제작기는 PC와 일반 환경에서 다양한 기법이 결합된 소프트웨어의 개발이다. 이때 가장 필요한 부분이 크로마키 기법 이었다. 이 기법을 사용하면 배경으로 다양한 정보가 동영상으로 나타내면서 사람이 배경 동영상 정보를 설명하는 기법을 이용한 교육 콘텐츠 개발이 용이하며, 자연 경관 위에서 자신의 영상을 결합하는 흥미 있는 동영상 제작이 가능하다. 향후 얼굴인식 알고리즘과 콘텐츠 제작기가 결합된 시스템의 개발 방법에 대해 연구를 하고자 한다.

참고문헌

[1] 김중한(2003),"적응 알고리즘을 이용한 실시간 영상합성시스템에 관한 연구", 공주대 대학원 석사학위 논문.

[2] Martin Vetterli, Jelena Kovacevic,"WAVELETS AND SUBBAND CODING", Prentice Hall, 1995.

[3] J. R. Parker, "ALGORITHMS FOR IMAGE PROCESSING AND COMPUTER VISION", Wiley Computer Publishing, 1997.

[4] 한은정, 박안진, 장기철, " 모바일 교육 시스템을 위한 효율적인 영상 검색 구축", 한국멀티미디어학회 논문지, pp658-670, 2006.

[5] 이재기, 김대준, 권상호,"멀티미디어 PC상의 범용 크로마키 구현", 한국멀티미디어학회 춘계학술발표논문집 2권, 1호,pp505-509, 1999.

[6] Ya-Qin Zhang, Sohail Zafar, " Motion-Compensated Wavelet Transform Coding for Color Video Compression ",IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 2, No.3, pp. 285-296,Sept.1992.

[7] 유훈, "디지털 영상 통신 시스템에서 웨이블릿 변환 기반 저역 필터와 보간 필터", 한국멀티미디어학회논문지, pp443-450, 2006.

[8] 정일홍, 김영순,"웨이블릿 기반의 영상 압축 및 에지 검출",한국멀티미디어학회, pp.19-26, 2005.

[9] SangYeob Lee, Whoi-Yul Kim, " Robust Character Image Retrieval Method Using Bipartite Matching and Pseudo-bipartite Matching," LNCS 2402, pp. 295-306, 2002.

[10] SangYeob Lee and Whoi-Yul Kim, "Robust Character Image Retrieval Method Using Bipartite Matching," Journal of Broadcast Engineering, vol. 7, no. 2, pp. 136-143, June, 1992.

저 자 소 개

이상엽

2003년 한양대학교 대학원 전자공학과 공학박사

2000년 ~ 현재 삼육대학교 컴퓨터학부 조교수

관심분야 : 컴퓨터비전및 그래픽스, 게임 프로그래밍

주헌식

1992년 호서대학교 공과대학 컴퓨터공학과

1994년 호서대학교 대학원 전자계산학과(이학석사)

2005년 아주대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)

1997년 ~ 현재 삼육대학교 컴퓨터학부 부교수

관심분야 : 컴퓨터그래픽스, 영상처리, 멀티미디어