
다시점 비디오의 색상 성분 보정을 위한 특징점 기반의 전처리 방법

박성희* · 유지상**

Feature based Pre-processing Method to compensate color mismatching for Multi-view Video

Sung-hee Park* · Ji-sang Yoo**

본 연구는 2011년도 지식경제부 및 한국산업기술평가위원회의 산업원천기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행한 연구임.[10039199, 인지품질 기반 스케일러블 3D 비디오 코덱 핵심 기술 연구]

요 약

본 논문에서는 특징점 기반 색상 보정을 통한 다시점 비디오 부호화 전처리 방법을 제안 한다. 다시점 영상은 조명 및 카메라 간의 특성차이로 인해 인접 시점 간 색상차를 갖게 된다. 이를 보정하기 위한 여러 가지 방법 중, 본 논문에서는 영상 간의 대응되는 특징점들을 기반으로 상대적인 카메라의 특성을 모델링하고 이를 통해 색상을 보정하는 방법을 제안한다. 대응되는 특징점을 추출하기 위해 Harris 코너 검출법을 사용하고, 모델링 된 수식의 계수는 가우스-뉴턴 순환 기법(Gauss-Newton circulation algorithm)으로 추정한다. 또한 참조 영상을 기준으로 보정해야할 타겟 영상의 색상값을 RGB 성분별로 보정한다. 테스트 영상을 가지고 실험한 결과 제안한 전처리 방법으로 보정을 하였을 경우, 전처리 과정을 거치지 않았을 때보다 화질 및 압축효율이 향상됨을 알 수 있었다. 또한 누적 히스토그램 기반의 전처리 방식과 비교했을 때, PSNR은 성분별로 0.5 dB ~ 0.8dB 정도 개선되고 bit rate 는 14% 정도 감소되는 성능을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper we propose a new pre-processing algorithm applied to multi-view video coding using color compensation algorithm based on image features. Multi-view images have a difference between neighboring frames according to illumination and different camera characteristics. To compensate this color difference, first we model the characteristics of cameras based on frame's feature from each camera and then correct the color difference. To extract corresponding features from each frame, we use Harris corner detection algorithm and characteristic coefficients used in the model is estimated by using Gauss-Newton algorithm. In this algorithm, we compensate RGB components of target images, separately from the reference image. The experimental results with many test images show that the proposed algorithm performed better than the histogram based algorithm as much as 14 % of bit reduction and 0.5 dB ~ 0.8dB of PSNR enhancement.

키워드

다시점 비디오 코딩, 3DTV, 조명보상, 색상보정멀티, 코너검출

Key word

multi-view video coding, 3DTV, illumination compensation, color correction, coner detection

* 준회원 : 광운대학교 전자공학과 석사(주저자, iloveu089@kw.ac.kr)

접수일자 : 2011. 06. 28

** 정회원 : 광운대학교 전자공학과 정교수(교신저자)

심사완료일자 : 2011. 07. 22

I. 서 론

최근 디지털 비디오 기술의 발달로 과거보다 더욱 실감나는 3D 입체 영상을 어렵지 않게 접할 수 있게 되었다. 미디어 매체가 모두 디지털화 되면서 스테레오 기반의 3D 입체영상, 더 나아가 자유 시점 방식의 3D 입체영상까지 일반 가정에서 볼 수 있게 되었다. 이와 함께 관련 기술 개발도 활발히 진행되고 있는데, 다시점 비디오(Multi-view Video:MVC)를 이용한 영상처리가 대표적이다. 다시점 비디오는 기존의 단일 시점이나 스테레오 영상과는 달리, 여러 대의 카메라를 일렬 혹은 행렬(matrix)형태로 배열하여 여러장의 장면 및 객체를 촬영하고, 그 획득된 영상들을 이용하여 입체적으로 재현하는 기술이다. 다시점 비디오는 시청자에게 자유로운 시점 변환과 넓은 시점의 화면을 제공하는 장점이 있지만, 카메라 수에 따라 정보량이 급격히 증가하여 다시점 영상 정보를 저장하고 전송하는 다양한 서비스 응용 분야에 제한으로 적용될 수밖에 없다는 문제가 있다. 따라서 대용량의 다시점 영상 정보를 효과적으로 처리 압축하고 전송하는 기술 개발이 필요하다.

MPEG(moving picture experts group)에서는 2002년부터 3차원 입체 오디오/비디오 신호를 압축 처리하는 기술에 관련된 표준화 작업을 진행하고 있다. 특히 다시점 비디오 부호화에 초점을 맞춰 표준화가 진행되어 왔고, 2006년 7월에 열린 77차 MPEG에서부터 MVC에 관한 표준화를 JVT(joint video team)에서 진행하였다. 다시점 비디오 부호화는 단일 시점 비디오 부호화 표준인 H.264/AVC를 확장하여 구현된다[1].

다시점 비디오 부호화의 가장 큰 특징은 전후 프레임의 상관도뿐만 아니라, 인접 시점간의 상관도까지 이용한다는 것이다. 즉, 인접한 시점 영상간의 공간적 중복성도 제거하는 시점 간 보상 기법(inter-view compensation)을 이용하여 부호화 효율을 증대시킨다는 것이다. 하지만, 카메라의 위치에 따라 획득된 영상간에 조명 차이가 발생하거나, 카메라 센서 고유의 특성으로 인한 색상 불일치 문제가 발생할 수도 있다. 색상 불일치 문제는 같은 물체의 색상 분포가 사용된 카메라의 시점에 따라 달라지는 현상으로 동일 기종의 카메라를 이용하여 같은 설정으로 촬영하더라도 발생할 수 있다.

이는 인접한 시점 영상 간의 공간적 중복성을 떨어뜨려 시점 간 예측(inter-view prediction)시 비용을 증가하게 만들고, 결과적으로 전체적인 부호화 효율을 떨어뜨리게 되는 문제를 발생시킨다[2].

이러한 문제점을 해결하기 위해 일반적으로 부호화 전에 조명 및 색상을 보정하는 전처리 방법을 사용한다. 다른 시점의 카메라에서 획득된 영상간의 조명 및 색상을 보정하는 방법은 크게 세 가지로 분류할 수 있다. 첫 번째는 영상의 전체적인 특성을 분석하여 색상을 보정하는 방법이다. Fecker와 Chen의 방법이 이에 해당된다[3]. 이 방법은 주로 다시점 영상의 색상을 보정하기 위한 연구가 시작된 초기에 주로 제안되었다. 각 시점의 전체적인 평균 밝기 히스토그램과 이것의 누적 히스토그램을 이용하여 색상 차이를 보정한다. 이렇게 영상의 전체적인 특성을 이용하는 방법은 폐색 영역(occluded region)이 존재하는 다시점 영상에 적용하기에는 다소 무리가 있다. 즉 한 시점의 영상에는 보이지만 다른 시점의 영상에는 보이지 않는 객체의 색상이나 밝기 정보가 보정에 사용될 수 있기 때문에, 보정과정에서의 성능이 좋지 않다.

두 번째 방법은 색상 차트를 이용하는 방법이다. 객체를 촬영하기 전에 미리 준비된 색상 차트를 촬영하고 그 정보를 기반으로 다시점 영상의 색상을 보정하는 방법이다. Ilie와 Joshi가 제안한 방법이 이에 해당된다[4][5]. 이 방법은 정확한 보정이 가능하지만, 반드시 색상 차트를 사용해야 한다는 불편함이 있다. 또한, 촬영 전에 미리 색상차트가 촬영되어 있지 않은 영상에는 적용할 수 없다는 단점을 가지고 있다. 세 번째 방법은 각 영상에서 서로 대응되는 화소 값을 찾아서 그 부분의 색상 정보를 비교한 뒤 그 값을 기반으로 영상 전체를 보정하는 방법이다[6][7]. 다른 시점에서 획득된 영상 간의 대응점을 찾기 위해, 블록 매칭 기법이나 특징점 기반의 매칭 기법이 사용될 수 있는데, 특징점 추출 기법에 따라 성능차이가 발생할 수 있다.

본 논문에서는 첫 번째 방법의 부정확함과 두 번째 방법의 불편함을 고려하여 세 번째 방법인 특징점 기반 색상 보정법을 다시점 비디오 부호화 전처리의 조명 및 색상 보상 방법으로 활용하여 새로운 전처리 방법을 제안하고자 한다. 먼저 각 시점 영상에서 대응점을 찾기 위하여 특징점을 추출하게 되는데 본 논문에서는 Harris 코너(corner) 검출법을 이용한다.

각 카메라의 상대적인 특성을 모델링하고 추출된 특징점들을 기반으로 가우스-뉴턴 순환 기법(Gauss-Newton circulation algorithm)을 통해 카메라 특성 모델에서의 계수 값들을 추정한다[8]. 이렇게 추정된 계수들을 카메라 특성 모델에 적용시켜 영상의 색상을 보정하게 된다. 영상 전체 누적 히스토그램 기반의 보정 방법을 적용한 Fecker의 전처리 기법과 비교하여 수행한 실험 결과에서 제안한 기법의 성능이 압축 효과나 화질 면에서 성능이 더 우수하다는 것을 보였다.

논문의 구성은 다음과 같다. II장 1절에서는 다시점 비디오에서 시점 간 조명 및 색상 불일치 현상을 분석하고, 2절에서는 카메라의 상대적 특성을 고려한 대응점 기반 보정 방법에 대해 서술한다. II장 3절에서는 1절과 2절에서 설명된 내용을 바탕으로 새로운 다시점 비디오 부호화 전처리 방법을 제안한다. III장에서는 제안하는 방법에 대한 실험 결과를 보여주고, 마지막으로 IV장에서 결론을 내린다.

II. 본 론

2.1. 시점 간 조명 및 색상 불일치 현상

다시점 비디오의 시점 간 예측 부호화는 인접한 시점 영상간의 공간적 중복성을 제거하여 압축하는 방법이다. 다시점 영상에서 프레임 간 움직임 예측 방법과 함께 매우 효과적인 부호화 기술이지만, 인접 시점 간 조명 및 색상 불일치 때문에 부정확한 예측이 발생하기도 한다. 이는 다시점 비디오의 부호화 효율을 떨어뜨리는 결과를 초래할 수 있다. 그림 1(a)와 (b)는 다시점 비디오의 실험 영상 중 <Uli>와 <Ballroom>에서 인접한 시점 영상 간 조명 및 색상 불일치의 예를 각각 보여준다. 그림 1과 같이 다시점 비디오 영상은 서로 다른 위치 존재한 카메라로부터 획득되기 때문에 다른 시점 영상 간의 조명 및 색상 불일치 현상이 존재할 수 있다. 그림 1(a)의 <Uli> 영상에서는 4번 시점 영상 내의 등장 인물의 피부색이 3번 카메라에서 획득한 3번 시점 영상에 비해 붉게 표현되어 있고, 그림 1(b)의 <Ballroom> 영상에서는 6번 시점 영상에서 커튼과 계단의 색이 5번 카메라에서 획득된 5번 시점 영상보다 어둡게 표현되어 있다.



(a) (b)

그림 1. 인접한 시점 영상간 조명 불일치의 예
(a) 영상 "Uli" (b) 영상 "Ballroom"

Fig. 1 Example of illumination mismatch between neighboring views.

(a) Sequence "Uli" (b) Sequence "Ballroom"

이러한 다시점 비디오의 특징은 인접 시점 영상을 참조하는 시점 간 예측 시에 잘못된 예측의 원인이 되어 부호화 성능을 저하시키는 결과를 초래한다. 이와 같은 불일치 현상은 시간에 따른 조명의 차이 등으로 단일 시점 비디오의 앞뒤 프레임 간에도 존재할 수 있다. 하지만 일반적으로 단일 시점 영상에서의 조명 및 색상 불일치는 서로 다른 카메라에서 획득된 시점이 다른 영상들보다 그 정도가 약해서 부호화 효율에 미치는 영향이 상대적으로 크지 않다.

다시점 영상에서 조명 및 색상 불일치 원인은 크게 두 가지로 볼 수 있다. 첫 번째는 다시점 비디오를 획득하는 카메라 간 제작상의 차이와 조리개 조절 변이 등의 문제로 조명이나 색상 값이 다를 수 있다는 것이다. 즉 카메라의 내부적 특성이 서로 다르기 때문이다. 또 다른 원인은 서로 다른 카메라의 위치 변이이다. 카메라의 위치에 따라 주변의 조명에 영향을 다르게 받아 그 결과가 영상에 반영 될 수 있다. 내부적 특성이 같은 카메라 일지라도 서로의 상대적 위치와 방향이 서로 다른 영상 내 국부적으로 영향을 준다. 이러한 요인들로 인하여 영상의 조명 및 색상 불일치가 발생하게 된다. 실제로 여러 대의 카메라를 가지고 같은 객체를 시점을 달리하여 획득해 보면 색상의 차이 크다는 것을 쉽게 알 수 있다.

2.2. 카메라의 상대적 특성에 기반한 대응점 기반 색상 보정 방법

본 논문에서는 서론에서 언급한 히스토그램 기반 색상 보정 방법과 색상 차트를 이용한 보정 방법들의 단점을 고려하여 대응점 기반 색상 보정 방법을 다시점

비디오 부호화 전처리 방법으로 활용하고자 한다. 다시점 영상을 획득할 때, 카메라의 다양한 특성들은 획득된 영상의 색상에 영향을 끼칠 수 있다. 또한, 동일 종류의 카메라를 사용하고 카메라 설정을 동일하게 하더라도 각 카메라 고유의 특성을 똑같이 할 수는 없다. 따라서 다시점 비디오를 획득하기 위해서는 같은 카메라를 사용하더라도 인위적인 색상 보정의 후처리 과정이 필요하다.

이는 각 카메라의 상대적 특성 차이를 수식으로 모델링 하여 카메라의 특성에 영향을 미치는 요인들을 조절해야함을 의미한다. 상대적인 카메라 특성이란 두 대의 카메라에 같은 세기의 빛이 입사되었을 때 각각 카메라가 어떠한 세기로 빛을 인식하는지 그 상대적인 차이를 의미한다. 그 차이의 원인이 되는 주요 카메라 특성으로는 이득(gain)과 오프셋(off-set), 감마(gamma) 값 등이 있다[9]. 그림 2는 각 특성 차이를 모델링하여 참조 시점(reference view) 카메라와 보정이 필요한 해당 시점 카메라의 색상 값 차이를 나타낸다. 참조 시점 영상은 색상 보정에 기준이 되는 영상이고, 보정 시점(target view) 영상은 참조 시점 영상에 맞춰서 보정을 해야 할 영상을 의미한다.

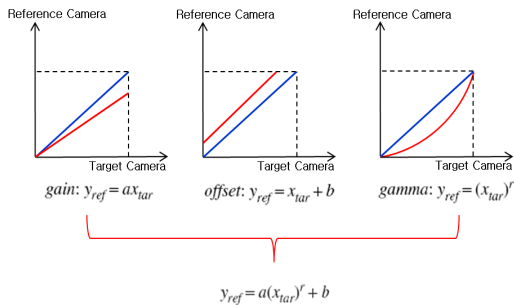


그림 2. 카메라의 상대적 특성차이
Fig. 2 Relative difference between two cameras

그림 2에서 y_{ref} 는 참조 시점 영상의 화소값을 의미하며, x_{tar} 는 보정 시점 영상의 화소값을 의미한다. a, b, r 은 각각 이득과 오프셋, 감마를 위한 계수이다. 각 계수들을 수식화 한 후, 계수들의 특성을 동시에 고려하여 최종 모델링하면 그림 3과 같다.

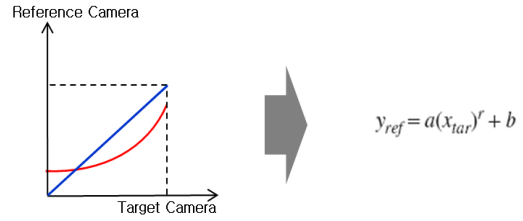


그림 3. 상대적 카메라 특성 모델링
Fig. 3 Relative characteristic modeling of the camera

이 모델은 참조 시점 카메라와 보정 시점 카메라의 특성 차이를 정의하며 모델링된 수식의 특성 계수(characteristic coefficients)들을 유추하고 이를 기반으로 색상을 보정하게 된다.

2.3. 제안하는 다시점 비디오 부호화 전처리 방법

2절에서 설명한 특성 계수를 추정하기 위해서는 참조 시점 영상과 보정 시점 영상에서 각각 대응하는 색상 정보를 얻는 과정이 필요하다. 본 논문에서는 Harris 코너 검출 기법(Harris corner detection algorithm)을 사용하여 두 시점의 대응점을 추출하고 그 정보를 바탕으로 계수를 추정한다[10]. Harris 코너 검출 기법은 기본적으로 영상 내에 상하 좌우로 움직이는 창(window)이 존재하며 이 창 내의 화소값의 변화를 분석하여 코너를 찾는 방식이다.

영상의 크기 변화나 회전의 영향을 받지 않는다는 장점을 가지고 있다. 따라서 다시점 영상에서 존재할 수 있는 폐색 영역이나 비폐색 영역에 구애받지 않고 코너의 특징을 갖는 부분의 정보만을 추출하기 때문에 보다 정확한 대응점의 색상 정보를 추출할 수 있다.

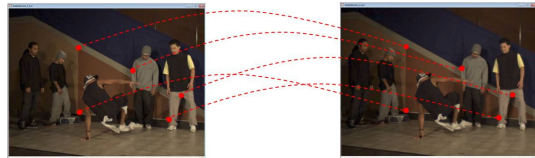


그림 4. 코너 추출
Fig. 4 Corner Detection

그림 4는 <Breakdancers> 영상에서 Harris 코너 기법을 통해 주요 대응점을 추출해낸 결과를 나타낸다. 3번

과 4번의 서로 다른 시점의 두 영상에서 추출된 대응점을 점선으로 연결하여 나타내었다. 두 영상에서 영상 내 코너 점의 위치는 동일하므로 여러 코너 점을 찾아서 특성 계수 추정에 이용한다.

이렇게 추출된 샘플값을 RGB 채널 별로 메모리 버퍼에 저장하고, 이 샘플값을 바탕으로 특성계수를 유추해낸다. 다른 위치에 존재한 두 카메라간의 상대적 카메라 모델은 비선형의 형태를 갖기 때문에 직접적인 계산으로 구하기가 힘들다. 따라서 가우스-뉴턴 순환 기법(Gauss-Newton circulation algorithm)의 반복적인 연산을 통해 각 계수들을 추정하게 된다[8]. 가우스-뉴턴 기법은 오차의 최소 제곱(minimum square) 추정량을 구하기 위하여 사용되는 일반적인 수치 해석 방법이다. 이는 2차 미분의 특성을 살려 필요 없는 계산을 줄일 수 있다는 장점을 갖고 있다. m 개의 샘플 화소값에 대한 제곱형태 함수의 합의 형태는 식 (1)과 같다.

$$F(\bar{x}) = \sum_{i=1}^m r_i^2(\bar{x}) \quad (1)$$

가우스-뉴턴 기법은 초기 예측값으로부터 순환법을 사용하여 최소가 되는 값을 찾는다. r 은 실제 값에서 예측한 변수의 함수 값을 뺀 오차 값을 의미하며 식 (2)와 같이 주어진다.

$$r_i(\bar{x}) = y_i - f(x_i, \bar{x}) \quad (2)$$

여기서 y_i 는 메모리 버퍼 내에 존재하는 참조시점 영상의 샘플 화소값을 의미하고 x_i 는 그에 대응되는 보정 시점 영상의 화소값을 의미한다. 함수 f 는 2절의 그림 3에서 모델링된 수식을 의미한다. \bar{x} 는 특성 계수 $\{a, b, r\}$ 로 이루어진 벡터이다. 따라서 함수 f 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$f(x_i, \bar{x}) = y_i - (ax_i^r + b) \quad (3)$$

오차의 제곱 합을 의미하는 비선형 순환 함수 $F(\bar{x})$ 가 최소값을 갖게 될 때까지 반복하여 카메라의 특성 계수를 추정하게 된다. 메모리에 샘플값의 RGB 성분을 분

리하여 저장하였으므로 세 가지 특성 계수 $\{a, b, r\}$ 가 RGB 성분별로 각각 세 개가 존재하며 결국 카메라 당 총 아홉 개의 계수가 구해진다. 제안하는 전처리 과정의 전체적인 흐름도를 그림 5에 보였다.

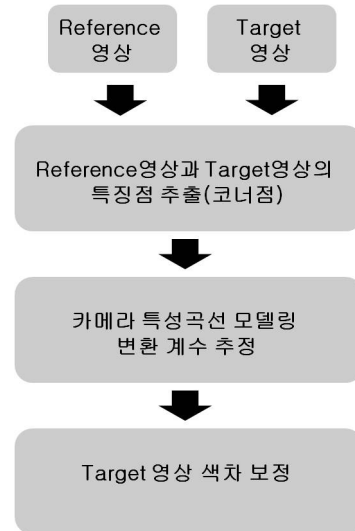


그림 5. 제안한 방법의 흐름도
Fig. 5 Flow char of proposed method

III. 실험 결과

본 논문에서는 표 1과 같이 MPEG에서 제공하는, <Ballroom>, <Breakdancers>, <Uli>와 <Average> 등을 실험 영상으로 사용하여 제안하는 기법의 성능을 검증하기 위한 실험을 수행하였다. 먼저 기존의 방법 중에 하나인 Fecker의 누적 히스토그램(accumulated histogram) 기반의 전처리 기법[2]과 본 논문에서 제안하는 새로운 전처리 방법을 다시점 비디오 부호화에 적용하였다. 표 1과 같이 전처리를 전혀 수행하지 않은 경우와의 차이를 화질(PSNR)과 압축효율(bit rate) 측면에서 비교 하였는데, 제안한 방법이 화질에서는 Y 성분과 Cr 성분에서 평균적으로 0.8dB과 0.5dB 정도 향상된 결과를 보여주며 Cb 성분에서는 거의 비슷한 결과를 보였다. 압축효율 면에서는 제안하는 새로운 기법이 평균적으로 14% 정도 향상된 결과를 보여준다.

표 1. 제안한 방법의 결과 비교
Table. 1 Result comparison of proposed method

	Fecker's				Proposed			
	Y(dB)	Cb(dB)	Cr(dB)	Bit-rate	Y(dB)	Cb(dB)	Cr(dB)	Bit-rate
Ballroom	-0.32	0.32	0.31	6.25%	0.47	0.56	0.39	-9.40%
Breakdancers	0.14	1.82	1.06	-8.39%	0.22	1.45	2.21	-17.19%
Uli	-0.41	1.21	0.6	4.39%	1.13	1.92	0.88	-14.64%
Average	-0.20	1.12	0.66	0.75%	0.61	1.31	1.16	-13.74%

표 2는 가우스-뉴턴 순환 기법을 통해 계산된 상대적인 카메라 모델의 특성 계수들이다. <Uli> 실험 영상에서 4번 카메라(4번 시점)의 특성 계수를 추정하였다. 이 계수들을 통해 두 시점의 색상 보정에 이용한다.

표 2. 카메라 특성 계수
Table. 2 Camera characteristic coefficient

	R	G	B
Gain	0.79	0.24	0.15
Offset	10.23	19.75	6.85
Gamma	3.14	2.76	3.06

IV. 결 론

본 논문에서는 다시점 비디오 부호화에서 발생할 수 있는 조명 및 색상 불일치 문제를 해결하기 위한 전처리 방법으로 특징점을 이용한 대응점 기반 보정 기법을 제안하였다. 영상의 특징점을 추출하여 대응관계의 여러 화소값들을 기반으로 특성계수를 수치해석적 기법으로 추정하였다. 특징점 추출은 Harris 코너 검출법을 사용했다.

제안하는 기법을 다시점 비디오 부호화에 적용하였을 때, 부호화 성능이 향상됨을 확인할 수 있었다. 본 논문의 경우 기준시점 영상을 가운데 시점 카메라로 제한하여 실험을 수행하였지만, 추후 조명에 가장 영향을 덜 받는 위치한 카메라를 기준 영상으로 삼아 실험을 수행한다면 더 좋은 결과를 얻을 수도 있을 것이다. 또한 계수 추정을 위한 특징점의 개수를 늘리거나 반복 횟수를 늘리면 더 정확한 특성 계수를 얻어, 결과적으로 더 높은 효율 부호화도 기대할 수도 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 2011년도 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 산업원천기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행한 연구[10039199, 인지품질 기반 스케일러블 3D 비디오 코덱 핵심 기술 연구]로서, 관계부처에 감사 드립니다.

참고문헌

- [1] ITU-T RECOMMENDATION H.264 “Advanced Video Coding for Generic Audiovisual Services,” May, 2003.
- [2] C. Doutre, P. Nasiopoulos, “A Color Correction Preprocessing Method for Multiview Video Coding,” Department of Electronic and Computer Engineering, University of British Columbia.
- [3] U. Fecker, M. Barkowsky, and A. Kaup, “Histogram-Based Prefiltering for Luminance and Chrominance Compensation of Multiview Video,” IEEE Trans. ,vol. 18, no 9, Sep. 2008.
- [4] G. Jiang, F. Shao, M. Yu, K. Chen, and X. Chen, “New Color Correction Approach to Multi-view Images with Region Correspondence,” Lecture Notes in Computer Science, Vol. 4113, Aug. 2006, pp. 1224-1228.
- [5] K. Yamamoto, M. Kitahara, H. Kimata, T. Yendo, T. Fujii, M. Tanimoto, S. Shimizu, K. Kamikura, and Y. Yashima, “Multiview Video Coding Using View Interpolation and Color Correction” IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 17, No. 11, Nov. 2007, pp. 1436-1449.
- [6] A. Ilie and G. Welch, “Ensuring color consistency across multiple cameras”, IEEE International Conference on Computer Vision, Oct. 2005,pp. II: 1268-1275.
- [7] N. Joshi, B. Wilburn, V. Vaish, M. Levoy, and M. Horowitz, “Automatic color calibration for large

- camera arrays”, in UCSD CSE Tech. Rep. CS2005-0821, May 2005.
- [8] A. Bjdrck, Numerical “Methods for Least Squares Problem, SIAM,” Philadelphia, 1996.
- [9] C. Harris and M.J. Stephens. A combined corner and edge detector. In Alvey Vision Conference, pages 147 - 152, 1988.
- [10] 호요성, 김성열 “3DTV 3차원 입체영상 정보처리” 두양사, pp. 116

저자소개



박성희(Sung-Hee Park)

2008년 서울산업대학교
제어계측공학과 공학사
2011년 광운대학교 대학원
전자공학과 석사과정

※ 관심분야: 비디오 코덱(H.264, HEVC, MVC) IVR,
2D/3D



유지상(Ji-Sang Yoo)

1985년 서울대학교 전자공학과
학사 졸업
1987년 서울대학교 대학원
전자공학과 석사 졸업

1993년 Purdue Univ. EE, Ph.D.

1997년 ~ 현재 광운대학교 전자공학과 교수

※ 관심분야: 3D 입체영상처리/압축, 웨이블릿 기반
영상처리