

계층적 깊이 영상 기반의 3DVC에서 윤곽 부분 화질 개선 기법

강진미[†], 정혜정^{**}, 정기동^{***}

요 약

본 논문에서는 깊이 영상의 부호화 효율을 높이기 위한 기법을 제안한다. 깊이 영상의 부호화 과정에서 색상 영상과의 연관성을 이용하기 위해 SVC 부호화 구조를 기반으로 계층적으로 부호화한다. 깊이 영상을 항상 계층으로 부호화하여 기본 계층으로 부호화된 색상 영상의 움직임 정보를 이용한다. SVC 부호화 구조를 이용함으로써 다양한 네트워크에 적응적이면서 깊이 영상의 부호화 효율을 높일 수 있다. 또한, 깊이 영상은 다른 시점의 영상을 합성하는 데 이용되기 때문에 부호화 과정에서 객체의 윤곽 부분이 손상되었을 때 전체 영상의 화질을 크게 떨어뜨린다. 윤곽 부분의 이러한 특징을 이용하여 비 윤곽 부분인 평평한 부분과 구분한 후, 부호화 과정의 비트량을 조절하여 깊이 영상 전체의 화질을 개선하는 기술을 제안한다. 실험 결과 제안한 기법은 PSNR 값이 0.06-0.5dB 증가하고 비트량을 0.1-1.15% 감소하여 깊이 영상의 화질이 개선됨을 알 수 있었다.

Improved Contour Region Coding Method based on Scalable Depth Map for 3DVC

Jin-Mi Kang[†], Hye-jeong Jeong^{**}, Ki-Dong Chung^{***}

ABSTRACT

In this paper, improved contour region coding method is proposed to accomplish better depth map coding performance. First of all, in order to use correlation between color video and depth map, a structure in SVC is applied to 3DVC. This can reduce bit-rate of the depth map while supporting the video to be transferred via various collection of network. As the depth map is mainly used to synthesize videos from different views, corrupted contour region can damage the overall quality of video. We hereby adapt a new differential quantization method when separating the contour region. The experimental results show that the proposed method can improve video quality by 0.06~0.5dB which translate the bit rate saving by 0.1~1.15%, when compared to the reference software.

Key words: 3DVC(3D 영상 부호화), Depth Map Coding(깊이 영상 부호화), Coding Efficiency(부호화 효율)

※ 교신저자(Corresponding Author): 정기동, 주소: 부산광역시 금정구 장전2동 산 30번지 (609-735), 전화: 051) 510-2877, FAX: 051)515-2208, E-mail: kdchung3@melon

.cs.pusan.ac.kr

접수일 : 2011년 10월 14일, 수정일 : 2012년 1월 13일

완료일 : 2012년 1월 30일

[†] 준회원, 부산대학교 컴퓨터공학과 박사과정

(E-mail : wolff98@pusan.ac.kr)

^{**} 준회원, 부산대학교 컴퓨터공학과 석사과정

(E-mail : textbook35@gmail.com)

^{***} 종신회원, 부산대학교 컴퓨터공학과 교수

(E-mail : kdchung3@melon.cs.pusan.ac.kr)

※이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (NO, 2011-0014547)

1. 서 론

3D 영화의 활성화로 시작하여 영화, 방송, 게임, 애니메이션, 광고, 의료, 등 광범위한 분야에서 3차원 영상에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 3D 산업에서의 발전과 더불어 스테레오 영상에서 시작하여 3차원 영상의 제작 및 부호화 기술 개발이 활발히 진행되고 있다. 비디오 표준화 기관인 MPEG에서는 1995년 MPEG-2에서 스테레오 영상 간의 시차를 보상하는 기술을 지원하는 것을 시작으로 MPEG-4 표준의 Part 2, Part 10, MPEG-A 시스템 표준 Part 11, MPEG-C Part 3 등 3D 관련 부호화 표준에 대한 기술을 정의하였다. VCEG와 공동으로 설립된 JVT로 진행하면서 2009년 1월에는 H.264의 확장표준 형식으로 3D 관련 MVC(multi-view coding) 기술을 표준화 완료하였으며[1], 최근 깊이 영상을 사용하는 표준화 필요성이 제기되면서 3DVC(3D video coding) 형식으로 표준화를 진행 중이다. 2011년 4월에는 3DVC 제안 요청서를 배포하여 국내외 여러 기관의 치열한 기술 경쟁을 통해 3D 영상의 부호화 표준을 완성할 계획이다[2].

기존 색상 영상으로만 구성된 2D 영상과 달리 3DVC에서는 시점 합성 기술에 이용되는 깊이 영상이 추가되었기 때문에 깊이 영상의 부호화 기술 연구가 표준화 기술의 핵심이다. 깊이 영상은 카메라와 화면 내 객체와의 거리를 나타내는 값으로 그레이스케일로 표현되며 색상 영상과 구분된다. 따라서 기존의 색상 영상의 부호화 방식과 동일하게 부호화하는 경우 부호화 효율을 최대화하지 못하기 때문에, 깊이 영상의 특징을 이용하여 부호화 효율을 높이기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

또한, 3DVC에서는 기존의 2D 영상의 디스플레이와 새로운 3D 디스플레이 간의 호환성 등을 지원하기 위한 연구가 중요시되고 있다. 본 논문에서는 사용자의 디스플레이 환경에 따라 적응적으로 부호화된 영상을 지원할 수 있는 환경을 기반으로 깊이 영상의 화질을 높이는 방법을 제안한다.

영상의 부호화 측면에서 확장성이란 한 번의 부호화된 영상을 다양한 사용자의 환경에 적응적으로 전송하고 복호화할 수 있도록 하는 계층적 부호화 기술이다. JVT에서는 2007년 H.264/AVC 확장형식으로 계층적 영상 부호화(Scalable Video Coding: SVC) 기

술을 표준화하였으며[3], SVC에서는 다양한 해상도, 프레임율, 화질에 따른 계층적 부호화를 통해 각각 공간적, 시간적, 화질의 확장성을 지원한다. 3D 영상의 부호화에서는 추가로 시점 및 깊이 확장성을 고려해야 한다. 3D 관련 제품이 급격히 발달하면서 지원하는 시점의 개수가 점점 늘어나는 추세이다. 따라서 사용자의 단말에서 지원하는 시점이 다양하기 때문에 부호화된 3D 영상을 각 단말에 적합한 시점만 전송하여 복호화할 수 있도록 하는 시점 확장성이 필요하다[4]. 또한, 3D 영상은 기존에 연구된 색상 영상뿐만 아니라 깊이 영상을 추가로 부호화하여 시점 합성에 이용하기 때문에 깊이 정보에 따른 확장성을 고려해야 한다.

본 논문에서는 부호화 효율을 고려하면서 다양한 단말 플랫폼과 가변적인 대역폭의 네트워크 환경에 적응적으로 전송할 수 있는 3D 영상 부호화 기술을 제안한다. 우선, 색상 영상과 깊이 영상의 연관성을 최대한 활용하면서 부호화된 영상의 확장성을 지원하는 SVC 부호화 구조를 적용하여 2D와 3D 단말에 따른 확장성을 제공한다. 깊이 영상은 직접 화면에 주사되지 않고 시점 합성에 이용되기 때문에 영상 내 객체의 윤곽선이 매우 중요한 특징을 가진다. 따라서 깊이 영상의 윤곽 부분과 평편한 부분을 구분하여 윤곽 부분의 화질을 개선함으로써 전체 부호화 효율을 높이는 기술을 제안한다. 깊이 영상이 추가된 3D 영상의 시점 확장성을 효과적으로 제공하면서 깊이 영상의 화질을 개선한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 계층적 부호화 기술과 깊이 영상의 부호화 관련 연구를 살펴보고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 확장성을 지원하는 깊이 영상의 부호화 구조와 윤곽 부분의 추출 기법을 적용하여 화질을 개선 방법에 대해 설명한다. 4장에서는 제안하는 방법을 적용한 실험 결과로 성능을 평가하고, 5장에서는 결론과 향후 연구에 대해 기술한다.

2. 관련 연구

본 장에서는 3D 영상을 계층적으로 부호화하기 위해 현재 색상 영상의 표준형식인 SVC의 부호화 기술에 대해 서술하고, 깊이 영상의 부호화 기술의 관련 연구를 살펴본다.

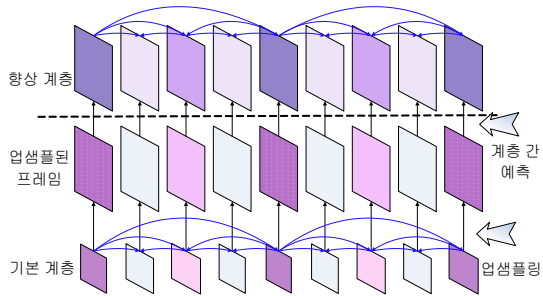


그림 1. SVC의 계층 간 예측

2.1 SVC 기술

SVC는 한 번의 부호화로 다양한 수신기기의 환경에 적응적으로 영상의 전송 및 복호가 가능하도록 부호화하는 방식이며, H.264/AVC의 확장 규격의 형식으로 2007년 7월 국제 표준으로 제정되었다. 한 개의 기본 계층과 여러 개의 향상 계층으로 구성되어 서로 다른 공간적, 시간적, 화질의 확장성을 지원한다. 특히 다양한 해상도를 지원하는 공간적 확장성은 기존 H.264/AVC 방식을 기반으로 기본 계층을 부호화하고 향상 계층에서는 그림 1과 같이 계층 간 예측을 추가하여 부호화 효율을 향상시켰다[5]. 계층 간 예측 방법은 기본 계층의 데이터를 기존의 H.264/AVC 표준과 동일한 방법으로 부호화하고, 향상 계층에서는 부호화된 기본 계층의 텍스처 정보, 움직임 정보, 잔여 신호 정보 등을 이용하여 계층 간 중복되는 정보를 제거하여 부호화 효율을 향상시킨다. 따라서 계층 간 예측 방법은 프레임 내 압축 시 계층 간 중복성을 제거하는 텍스처 예측, 기본 계층의 움직임 정보를 이용하는 움직임 예측, 연관된 기본 계층의 잔여 신호의 유사성을 이용하는 잔여 신호 예측으로

총 세 가지 방법으로 분류된다[6]. 색상 영상의 해상도를 단계적으로 부호화하는 방법으로 기본 계층에서는 저해상도의 영상을 부호화한 후, 고해상도의 향상 계층과 동일한 크기로 업샘플하여 예측 과정에 이용한다. 사용자의 미디어 사용 환경이 유무선 네트워크와 단말기의 발달로 매우 다양해짐에 따라 각 사용자의 요구조건에 유연하게 대응할 수 있는 계층적 부호화 기술의 필요성이 대두하고 있다. SVC 기술은 색상 영상의 부호화 기술이기 때문에 3DVC에서는 새로 추가된 깊이 영상도 함께 고려해야 한다. 본 논문에서는 3DVC의 색상 영상과 깊이 영상을 SVC 기술을 이용하여 계층적으로 부호화하는 기술을 제안한다.

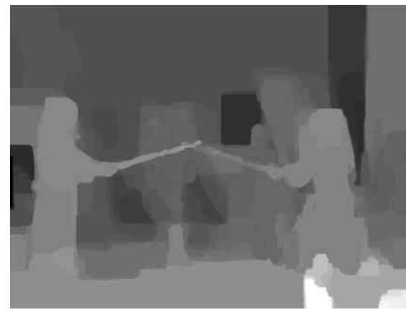
2.2 깊이 영상 부호화 기술

3DVC의 표준화 과정에서는 새로 추가된 깊이 영상의 부호화 기술이 중점적으로 논의되고 있다. 초기 표준화 과정에서는 깊이 영상의 획득과 가상 시점의 합성 기술에 집중되었고 현재는 여러 개의 테스트 영상이 선정되고 가상 시점 생성 소프트웨어가 개발되면서 깊이 영상의 부호화 효율을 높이기 위한 연구가 활발히 진행 중이다. 그림 2와 같이 깊이 영상은 객체와 카메라의 거리를 나타내는 값으로 색상 영상과 구분되는 특징이 있기 때문에 이를 이용한 기술이 연구되고 있다. 본 장에서는 이러한 깊이 영상의 부호화 기술 관련 연구를 살펴본다.

깊이 영상의 부호화 효율을 향상하기 위해서 색상 영상의 움직임 정보를 이용하는 연구들이 활발하다. 우선, 색상 영상과 깊이 영상은 동일 시점, 동일 시간의 화면이기 때문에 움직임이나 객체의 정보가 상당



색상 영상



깊이 영상

그림 2. 색상 영상과 깊이 영상

히 유사한 특징을 이용하는 기술이 연구되었다[7]. 색상 영상의 움직임 정보를 그대로 깊이 영상에 적용하거나 잔여신호를 더욱 줄이기 위해 색상 영상의 움직임을 기준으로 정밀 예측을 수행하는 방법도 연구되었다[8]. 또한, 깊이 영상의 움직임 예측을 수행하는 과정에서 기존의 x, y 방향의 2D 블록 정합뿐만 아니라 z 방향으로 움직임 예측을 추가로 수행하는 3D 움직임 예측 기술이 제안되었다. z 방향은 그레이스케일에 해당하여 깊이 영상의 부호화 효율을 높일 수 있다[9]. 3D 블록 정합 방법에 추가하여, 객체 추출을 이용하여 움직임 정보의 양을 줄이는 기술이 연구되었다[10]. 색상 영상이 먼저 복호된 경우 색상 영상의 객체를 추출하여 깊이 영상의 움직임 예측에 이용한다. 객체마다 움직임 예측은 z 방향으로 수행하여 z 방향 움직임 정보와 잔여 신호만 부호화하는 방법이다.

깊이 영상의 화질을 개선하기 위해 부호화 구조를 변경하는 방법들도 연구되었다. 우선, 깊이 영상은 객체의 윤곽 부분이 매우 중요하다는 특징을 이용하여 복원 마지막 과정에 윤곽 부분에 필터를 적용하여 화질을 개선하는 기술이 연구되었다[11]. 부호화 및 복호화 과정에 디블록킹 필터와 마찬가지로 윤곽 복원 필터를 추가하여 깊이 영상의 부호화 효율을 높이고 윤곽 부분의 화질을 개선하여 영상의 합성 후 화질을 개선하였다. 또한, 전체 부호화 효율을 높이기 위해 깊이 영상을 다운 샘플링하여 저해상도로 부호화한 뒤 복호화 과정에서 업샘플링하는 방법이 제안되었다[12]. 그림 3과 같이 SVC 구조를 이용하여 기본 계층에서는 색상 영상을 부호화하고 향상 계층에서는 다운 샘플링한 저해상도 깊이 영상을 부호화하여 데이터양을 감소하는 방법으로 부호화 효율을 높

이는 것이다.

현재 깊이 영상을 추가한 3D 영상의 부호화 표준화가 진행 중이기 때문에 부호화 효율이 증점적으로 연구되고 있다. 살펴본 바와 같이 다양한 기술을 적용하여 깊이 영상의 비트량을 감소하고 있으나 대부분 색상 영상의 표준인 H.264/AVC와 3D 관련 최근 표준인 MVC 구조에 적용하였다. 다운 샘플링을 이용한 기술인 경우 SVC 구조를 적용하였지만, 깊이 영상의 다운 샘플링으로 인한 화질이 크게 저하된다는 문제가 있다.

2D 디스플레이와 3D 디스플레이를 동시에 사용하는 수신자 환경에 적응적으로 서비스하기 위해서는 3DVC 부호화 과정에서 SVC 구조를 적용하는 방식이 반드시 필요하다. 깊이 영상을 향상 계층으로 부호화하여, 기본 계층인 색상 영상의 움직임 정보를 이용함으로써 부호화 효율을 향상시킬 수 있기 때문이다. 또한 깊이 영상의 윤곽 부분이 비 윤곽 부분인 평편한 부분보다 화질에 미치는 영향이 크다는 특징을 이용하여 깊이 영상의 화질을 개선시킬 수 있다.

3. 윤곽 부분의 화질을 개선하는 계층적 깊이 영상 부호화 방법

3DVC 표준화 과정에서는 깊이 영상의 부호화 효율을 높이는 것이 주된 목적이다. 우선 부호화 과정의 구조를 SVC와 동일하게 적용하여 색상 영상과의 연관성을 최대한 이용하여 다양한 네트워크에 적응적이면서 깊이 영상의 부호화 효율을 높일 수 있다. 또한, 깊이 영상은 다른 시점의 영상을 합성하는 데 이용되기 때문에 부호화 과정에서 객체의 윤곽 부분이 손상되었을 때 전체 영상의 화질을 크게 떨어뜨린다. 윤곽 부분의 이러한 특징을 이용하여 비 윤곽 부분인 평편한 부분과 구분하여 부호화 과정의 비트량을 조절함으로써 전체 부호화 효율을 높일 수 있다.

본 논문에서는 깊이 영상의 부호화 과정에서 색상 영상과의 연관성을 이용하기 위해 SVC 부호화 구조를 기반으로 계층적으로 부호화하고, 윤곽 부분이 중요한 특징을 이용하여 깊이 영상 전체의 화질을 개선하는 기술을 제안한다.

3.1 SVC의 향상 계층을 이용한 깊이 영상 부호화

깊이 영상은 카메라와 객체 간의 거리를 나타내는

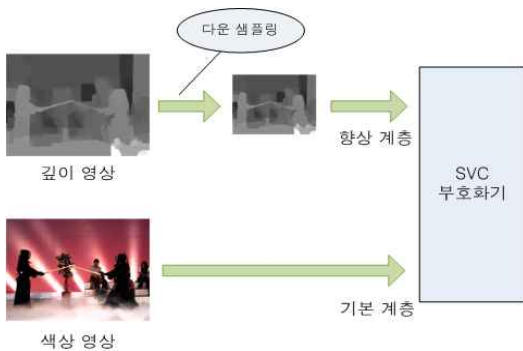


그림 3. 다운 샘플링을 이용한 깊이 영상 부호화

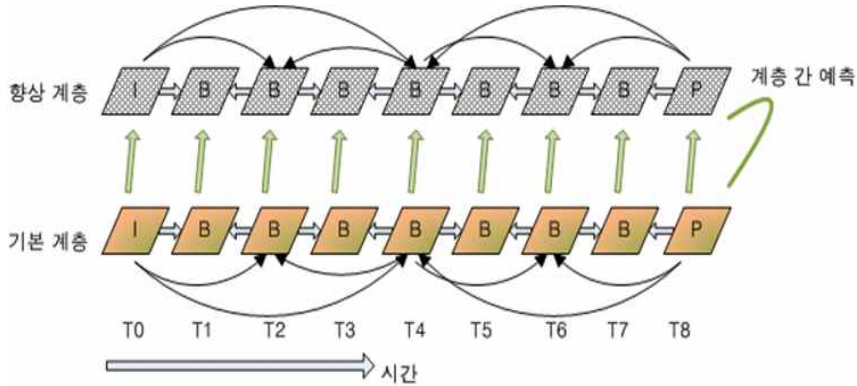


그림 4. 계층적 깊이 영상 부호화

값으로 대응하는 색상 영상과 객체의 윤곽이 동일하기 때문에 객체의 움직임 정보 등이 매우 유사한 특징이 있다. 앞서 살펴본 바와 같이, 이러한 색상 영상과의 연관성을 이용하여 부호화 효율을 높이는 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 SVC 구조를 적용하여 깊이 영상을 계층적으로 부호화하고자 한다.

SVC의 항상 계층에서는 기본 계층의 텍스처, 움직임, 잔여신호 정보 등을 예측 과정에서 참조하기 때문에 부호화 효율을 높일 수 있다. 본 논문에서 그림 4와 같이 색상 영상은 SVC 구조의 기본 계층으로 부호화하여 H.264/AVC와 동일한 방법으로 부호화한다. 깊이 영상은 항상 계층으로 부호화하여 기본 계층인 색상 영상의 움직임 정보를 참조하여 예측할 수 있도록 한다. 깊이 영상의 부호화 중 예측 과정에서 색상 영상과의 계층 간 예측을 추가로 수행하여 부호화 효율을 높인다.

3.2 픽셀 값을 이용한 윤곽 부분 추출

윤곽 부분의 화질을 높여 전체 깊이 영상의 부호화 효율을 높이기 위해서는 윤곽 부분과 비 윤곽 부분인 평편한 부분을 정확히 구분해야 한다. 영상처리에서 이용하는 윤곽 추출 기술은 하나의 프레임 단위로 처리하기 때문에 부호화 과정의 프로세스 수정이 수반되어야하고, 프레임 전체의 윤곽 정보를 저장하는 버퍼가 추가로 필요한 문제점이 있다. 본 논문에서는 부호화하는 매크로블록 단위로 윤곽 부분을 추출하는 방법을 제안하여 전체 부호화 과정의 프로세스를 크게 변경하거나 프레임 단위의 버퍼가 추가로

발생하지 않는 방법을 제안한다.

제안하는 방법은 주위의 픽셀 값과의 차이를 이용하여 깊이 영상에서 객체의 윤곽 부분을 정확하게 구분하는 기술이다. 객체의 윤곽 부분에서는 픽셀 값의 변화가 크다는 특징이 있기 때문에, 이것을 이용하여 각 매크로블록 내 픽셀 값의 변화를 측정한다. 픽셀 값의 변화는 매크로블록 내의 각 픽셀과 주위 픽셀들과의 차이를 계산하며, 주위 픽셀은 그림 5와 같이 현재 픽셀의 x축, y축 방향의 픽셀을 의미한다.

부호화하는 매크로블록 단위로 픽셀 값의 변화량은 각 픽셀과 주위 픽셀들과의 차이 값들의 합으로 계산한다. 각 픽셀의 x축 방향의 픽셀과의 차이 값과 y축 방향의 픽셀과의 차이 값을 합계하며, 변화량을 측정하기 위해 모두 절대 값으로 계산하였다. 부호화하는 매크로블록이 윤곽 부분인지 평편한 부분인지 구분하기 위한 매크로블록 내 픽셀 값 변화량의 계산 방법은 식 1과 같다. MSAD는 해당 매크로블록의 전체 픽셀의 변화량을 합한 값으로 매크로블록의 윤곽 부분 유무를 판별하는 값을 의미하고, x, y 는 각각 x축, y축 방향의 픽셀 위치를, $p(x, y)$ 는 (x, y) 위치에

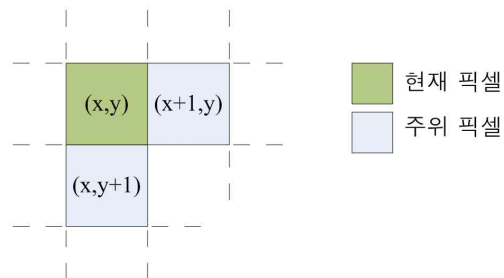


그림 5. 주위 픽셀의 정의

서의 픽셀 값을 의미한다.

$$MSAD = \sum_{x=0}^{14} \sum_{y=0}^{14} (|p(x,y) - p(x+1,y)| + |p(x,y) - p(x,y+1)|) \quad (1)$$

그림 6은 제안하는 MSAD 값에 따라 매크로블록 단위로 윤곽 부분을 추출한 결과이다. 실험 영상은 나고야 대학의 kendo(1024×768) 영상을 이용하였고 0번 시점 영상의 8번째 프레임을 나타낸다. 왼쪽 그림은 깊이 영상의 원영상이고, 오른쪽 그림이 MSAD 값을 이용하여 윤곽을 추출한 결과이다. 실험을 통해 MSAD 값은 250으로 설정하였다. 오른쪽 그림의 나누어진 매크로블록 중 연한빨강으로 채워진 부분이 윤곽을 나타내며 제안한 기법으로 추출한 윤곽 부분은 원영상과 매우 흡사함을 알 수 있다.

3.3 윤곽 부분의 차등 양자화

깊이 영상의 윤곽 부분의 화질을 개선하기 위해 앞서 살펴본 MSAD를 이용한 윤곽 부분을 추출하는 기법을 제안하였다. 본 장에서는 추출한 윤곽 부분의 화질을 개선하는 과정을 살펴본다. 윤곽 부분으로 결정된 매크로블록의 경우에는 양자화 계수를 조절하여 화질을 개선하도록 한다. 양자화 계수는 영상의 화질을 조절할 수 있는 값으로 식 2와 같이 부호화 과정의 최댓값 MaxQp와 최솟값 MinQP를 설정한다. CurrQP와 MaxDeltaQp는 부호화 설정파일에서 사용자가 입력하는 값으로 CurrQP는 현재 부호화하는 과정에 사용되는 양자화 계수를, MaxDeltaQP는 양자화 계수의 변화량을 각각 의미한다. QPmin과 QPmax는 양자화 계수가 취할 수 있는 값의 최소, 최대 상수로 각각 0과 51을 나타낸다.

$$\begin{aligned} MinQP &= \max(QP_{min}, CurrQP - MaxDeltaQp) \\ MaxQP &= \min(QP_{max}, CurrQP + MaxDeltaQp) \end{aligned} \quad (2)$$

부호화하는 매크로블록이 윤곽 부분으로 결정되면 식 3과 같이 양자화 계수의 최솟값인 MinQP 값을 낮추는 방법을 이용하여 화질을 개선하는 방법을 제안한다. 부호화 과정에서 양자화 계수는 MinQP 값에서 MaxQP 값 사이를 모두 적용하여 가장 최소의 RD (rate-distortion) 비용을 갖는 값을 최종 선택한다. 따라서 윤곽 부분의 경우에는 화질을 떨어뜨릴 수 있는 MaxQP는 수정하지 않고 MinQP 값만 조절하여 화질을 개선한다. MinQP 값은 α 만큼 감소하며 α 값에 따라 윤곽 부분의 화질을 조절할 수 있다.

$$MinQP = \max(QP_{min}, CurrQP - MaxDeltaQp - \alpha) \quad (3)$$

윤곽 부분의 매크로블록의 MinQP 값이 작아지면 비트량이 증가할 수 있기 때문에 평편한 부분 중에서 주위 픽셀들과의 차이가 거의 없는 경우에는 식 4와 같이 양자화 계수의 최댓값인 MaxQP 값을 증가시킴으로써 평편한 부분의 비트량을 줄일 수 있다.

$$MaxQP = \min(QP_{max}, CurrQP + MaxDeltaQp + \beta) \quad (4)$$

3.4 제안하는 계층적 깊이 영상의 부호화 구조

제안하는 기법은 SVC의 부호화 구조를 기반으로 깊이 영상의 윤곽 부분을 추출하여 화질을 개선하는 것으로 그림 7은 전체 부호화 구조를 나타낸다. 기본 계층에서는 색상 영상을 부호화하고 향상 계층에서는 깊이 영상을 부호화함으로써 깊이 영상의 부호화 효율을 증가시킨다. 깊이 영상의 부호화 과정에서 계층 간 예측을 수행하여 색상 영상의 움직임 벡터, 참



그림 6. 매크로블록 단위의 윤곽 부분 추출

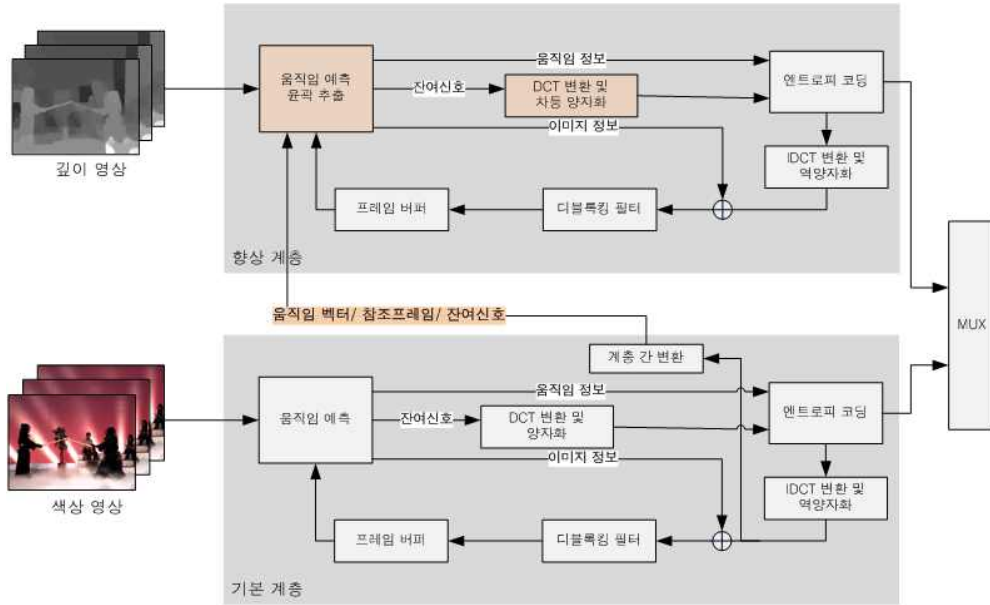


그림 7. 제안하는 계층적 깊이 영상의 부호화 구조

조 프레임 등 움직임 정보를 이용할 수 있기 때문이다. 또한 예측 과정에서 제안하는 기법으로 윤곽 부분을 추출하여 양자화 과정에서 윤곽 부분과 비 윤곽 부분의 양자화 계수를 다르게 적용하는 차등 양자화를 통해 전체 화질을 개선할 수 있다.

4. 실험 및 성능평가

본 장에서는 제안하는 계층적 깊이 영상의 윤곽 부분 화질 개선 기법의 성능을 평가한다. 계층적 깊이 영상을 부호화하기 위해 SVC의 참조 소프트웨어인 JSVM 9.19를 기반으로 실험하였으며[13], 실험 영상은 나고야 대학의 kendo 영상과 광주과학기술원의 cafe 영상을 이용하였다. kendo 영상은 0번째 시점을 이용하였고, cafe 영상은 3번째 시점을 실험하였다. 표 1은 실험에 적용된 파라미터를 나타낸다. 성능 평가는 참조 소프트웨어 JSVM 9.19를 이용하여 실험 영상을 부호화한 결과와 비교하였고, 객관적 화질의 비교를 위해 PSNR 값과 부호화된 총 비트량을 측정하였다. 제안하는 기법을 적용하기 위해 윤곽 부분의 매크로블록은 α 값을 2로 하여 최소 QP 값을 감소시킴으로써 화질을 개선하였고, 평편한 부분의 매크로블록은 β 값을 1로 하여 최대 QP 값을 증가하여 실험하였다.

표 1. 실험 환경

실험 영상	기본계층	색상 영상
		향상계층
해 상 도	kendo	1024×768
	cafe	1920×1080
	프레임율	30 fps
	GOP 크기	8
	탐색 범위	32
	QP	28-44

그림 8과 그림 9는 각각 kendo 영상과 cafe 영상에 대한 제안한 기법과 참조 소프트웨어의 RD 그래프 결과를 나타낸 결과이다. QP 값을 28부터 44까지 다양하게 변화시켰고 각 QP 값에서는 프레임율의 변화에 따른 RD 그래프를 나타낸다. 전체 움직임이 많은 kendo 영상의 경우 제안한 기법이 참조 소프트웨어와 비교하여 PSNR 값이 0.06-0.3dB 증가하였고, 비트량은 0.17-0.7% 감소하였다. 해상도가 크고 부분적인 움직임이 있는 cafe 영상의 경우에는 PSNR 값이 0.08-0.5dB 증가하였고, 비트량은 0.12-1.15% 감소하였다. 실험 결과 제안한 기법은 QP 값이 증가하는 경우 성능이 향상되고 부분적인 움직임이 있는 경우 더욱 화질을 개선시킴을 알 수 있다.

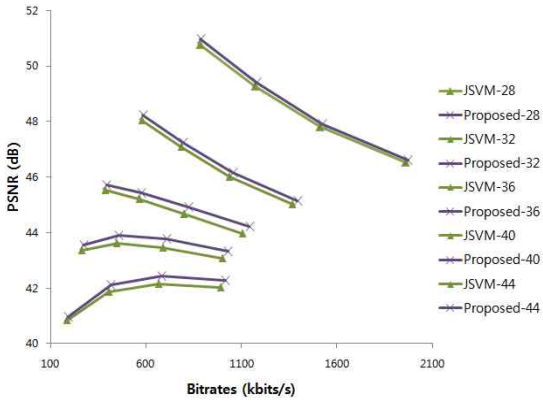


그림 8. kendo 영상의 RD 그래프

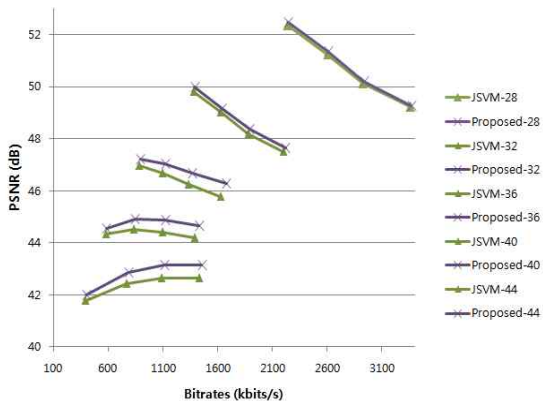


그림 9. cafe 영상의 RD 그래프

그림 10은 주관적 화질을 비교하기 위해 cafe 깊이 영상의 부분을 확대하여 나타낸 결과이다. 실험 영상 중 cafe 깊이 영상의 손 영역의 경계 부분을 확대하였고, QP 값이 44인 실험의 결과를 나타낸다. 그림 10의 (a)는 원 영상을 나타내고, (b)와 (c)는 각각 참조 소

프트웨어와 제안한 기법을 적용하여 부호화한 후 다시 복원한 결과 화면이다. 표시한 영역을 살펴보면 제안한 기법의 경우 경계 부분의 화질이 개선됨을 명확히 알 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 깊이 영상의 부호화 효율을 높이기 위해 색상 영상과의 연관성을 이용하고, 윤곽 부분의 화질을 개선하는 기법을 제안하였다. 3DVC 부호화 과정에서 색상 영상을 기본 계층으로, 깊이 영상을 향상 계층으로 SVC 구조를 적용하여 2D 환경과의 호환성도 지원하도록 하였다. 또한, 색상 영상의 합성 과정에서 중요한 깊이 영상의 윤곽 부분의 화질을 개선하기 위해 윤곽 부분을 추출하는 기법을 개발하였고, 화질 개선은 양자화 계수를 차등시키는 방법을 적용하였다. 제안하는 기법은 SVC의 참조 소프트웨어를 기반으로 구현하였으며 실험 결과 참조 소프트웨어와 비교하여 0.1-1.15%의 비트량을 감소시킴으로써 화질을 개선하였다. 본 논문에서 제안된 깊이 영상이 부호화 기법은 SVC 구조를 이용하여 2D뿐만 아니라 다양한 환경에 적응적으로 호환할 수 있으며, 윤곽 부분의 화질을 개선함으로써 색상 영상의 합성 과정에서 더욱 좋은 화질을 얻을 수 있을 것이다.

참고 문헌

[1] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG2006/W7798, *Description of Core Experiments in MVC*, Bangkok, 2006.

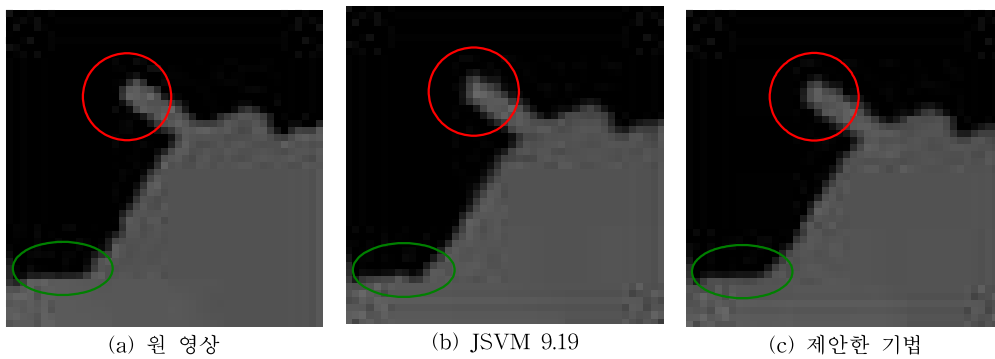


그림 10. 주관적 화질 평가

[2] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N12036, *Call for Proposals on 3D Video Coding Technology*, Geneva, 2011.

[3] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 JVT-X201, *Joint Draft ITU-T Rec. H.264 / ISO/IEC 14496-10 / Amd.3 Scalable Video Coding*, Geneva, 2007.

[4] 김재섭, 최미남, 백윤기, 김동욱, 김화성, 유지상, “시점 계위성을 고려한 다시점 비디오 부호화 기법”, 한국통신학회논문지, 제32권, 제8호, pp. 703-711, 2007.

[5] 조미숙, 강진미, 정기동, “SVC 향상 계층의 빠른 인트라 부호화를 위한 효율적인 모드 결정 방법”, 한국멀티미디어학회논문지, 제14권, 제7호, pp. 872-883, 2011.

[6] H. Schwarz, D. Marpe, and T. Wiegand. “Overview of the Scalable Video Coding Extension of the H.264/AVC Standard,” *IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology*, Vol.17, No.9, pp. 1103-1120, 2007.

[7] 남정학, 황능주, 조광신, 심동규, 이수연, 방건, 허남호, “3차원 영상을 위한 깊이 영상 압축 방법”, 한국방송공학회논문지, 제15권, 제5호, pp. 703, 2010.

[8] B. Kamolrat, W. Fernando, M. Mrak, and A. Kondo, “3D Motion Estimation for Depth Image Coding in 3D Video Coding,” *IEEE Trans. Consumer Electronics*, Vol.55, No.2, pp. 824-830, 2009.

[9] B. Kamolrat, W.A.C. Fernando, and M. Mrak, “Adaptive Motion-Estimation-Mode Selection for Depth Video Coding,” *Proc. ICASSP*, pp. 702-705, 2010.

[10] D.V.S.X.De Silva, W.A.C.Fernando, and S.L. P.Yasakethu, “Object Based Coding of Depth Maps for 3D Video Coding,” *IEEE Trans. Consumer Electronics*, Vol.55, No.3, pp. 1699-1706, 2009.

[11] K.J. Oh, A.Vetro, and Y.S. Ho, “Depth Coding using a Boundary Reconstruction Filter for

3D Video Systems,” *IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology*, Vol.21, No.3, pp. 350-359, 2011.

[12] H. A. Karim, N.S.M.A. Shah, N.M. Arif, A. Sali, and S. Worrall, “Reduced Resolution Depth Coding for Stereoscopic 3D Video,” *IEEE Trans. Consumer Electronics*, Vol.56, No.3, pp. 1705-1712, 2010.

[13] JSVM 9.19 Reference Software from CVS Server, garcon.ient.rwth-aachen.de/cvs/jvt. 2011.



강진미

2003년 부산대학교 졸업(학사)
 2005년 부산대학교 컴퓨터공학과 졸업(석사)
 2005년~2007년 LG전자 MC사업부 근무
 2007년~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 박사과정

관심분야 : 3D 비디오 코딩, 멀티미디어 압축, 스케일러블 코딩



정혜정

2011년 부산대학교 정보컴퓨터공학부 졸업(학사)
 2011년~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 석사과정
 관심분야 : 3D 비디오 코딩, 스케일러블 코딩



정기동

1973년 서울대학교 졸업(학사)
 1975년 서울대학교 대학원 졸업(석사)
 1986년 서울대학교 계산통계학과 졸업(이학박사)
 1978년~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 교수

관심분야 : 영상 부호화, 파일 시스템, 멀티미디어 통신, 병렬처리