
움직임 추정을 통한 깊이 지도의 시간적 일관성 보상 기법

현지호* · 유지상**

Depth map temporal consistency compensation using motion estimation

Jeeho Hyun* · Jisang Yoo**

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의
기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2011-0006791)

요 약

본 논문에서는 컬러 영상에서 추정된 움직임 벡터를 이용하여 움직이는 객체와 움직이지 않는 객체로 영상을 분리하여 깊이 영상의 시간적 일관성을 보상하는 기법을 제안한다. 제안하는 기법에서는 광류(optical flow) 추정 기법을 이용하여 연속되는 컬러 영상의 움직임 벡터를 추정하고 초기 움직임 객체 영역을 생성한다. 이를 바탕으로 그랩컷(grabcut) 기법을 통해 움직임이 있는 객체와 움직임이 없는 객체 영역을 분리한다. 그리고 움직임이 없는 객체 영역의 깊이 값을 이전 프레임의 깊이 지도와 정합 차 기반 절대평균오차(sum of absolute differences)를 통해 비교하여 일정 임계값보다 클 경우 이전 프레임의 깊이 값으로 현재 프레임의 깊이 값을 대체함으로써 시간적 상관성을 보상한다. 움직임이 있는 객체 영역의 경우 시간 축으로 확장된 결합형 양방향 필터링을 수행하여 시간적 상관성을 보상한다. 제안하는 기법으로 보상된 깊이 지도를 이용하여 가상 시점을 합성할 시 화질 향상 뿐 아니라 최근 표준화가 진행 중인 HEVC에서도 부호화 효율 또한 증가한다는 것을 실험을 통하여 확인하였다.

ABSTRACT

Generally, a camera isn't located at the center of display in a tele-presence system and it causes an incorrect eye contact between speakers which reduce the realistic feeling during the conversation. To solve this incorrect eye contact problem, we newly propose an intermediate view reconstruction algorithm using both a color camera and a depth camera and applying for the depth image based rendering (DIBR) algorithm. In the proposed algorithm, an efficient hole filling method using the arithmetic mean value of neighbor pixels and an efficient boundary noise removal method by expanding the edge region of depth image are included. We show that the generated eye-contacted image has good quality through experiments.

키워드

깊이 지도, 스테레오 정합, 객체, 시간적 상관도, 결합형 양방향 필터

Key word

depth map, stereo matching, object, temporal consistency, joint bilateral filter

* 준회원 : 광운대학교

** 정회원 : 광운대학교 전자공학과 정교수 (교신저자, jsyoo@kw.ac.kr)

접수일자 : 2012. 09. 25

심사완료일자 : 2012. 10. 24

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2013.17.2.438>

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

3차원 비디오 시스템은 다시점 컬러 영상과 이에 상응하는 깊이 영상을 포함하는 3차원 영상 데이터의 획득, 처리, 전송 및 재생 기술에 대한 모든 과정을 포함한다. 3차원 입체영상은 스테레오 카메라, 다시점 카메라 등을 이용하여 직접 획득할 수 있으며, 특히 깊이 카메라를 이용하는 경우 깊이 영상을 직접 획득할 수 있다. 하지만, 스테레오 카메라나 다시점 카메라를 이용하는 경우에는 깊이 영상을 직접 획득할 수 없기 때문에 촬영된 영상을 이용하여 깊이 정보를 추정하여 획득하게 된다 [1-4].

일반적으로 다시점 영상을 이용하여 깊이 영상을 획득하기 위해서 스테레오 정합 기법이 많이 사용된다. 스테레오 정합 기법은 비교적 높은 정확도의 깊이 영상을 제공할 수 있으나 매 장면마다 독립적으로 깊이 영상을 탐색하기 때문에 깊이 영상의 시간적 상관도가 낮은 단점이 있다. 이러한 시간적 상관도 저하 문제는 깊이 영상을 이용하여 가상 시점의 영상을 생성하였을 때, 장면의 떨림 현상(flickering effect)이 발생하여 시청자에게 시각적인 불편함을 유발한다. 또한, 깊이 영상 자체의 부호화 과정에서 시간적 예측 효과가 떨어지기 때문에 깊이 영상의 부호화 효율을 저하시키는 요인이 되기도 한다 [5-9].

깊이 영상의 시간적 상관도 보상을 위해 시간 축으로 확장된 결합형 양방향 필터(joint bilateral filter)를 사용하는 방법이 제안되었다[10]. 그러나 양방향 필터(bilateral filter)에서 시작된 결합형 양방향 필터는 일종의 평균필터로서 시간 축으로 확장하여 사용하는 경우 흐려짐(blurring) 현상이 발생하게 된다. 따라서 합성 영상을 생성하게 되면 합성 영상의 품질이 저하되는 문제점이 발생한다.

본 논문에서는 깊이 영상 탐색 과정에서 발생하는 시간적 상관도 저하 문제를 해결하여 합성 영상의 화질과 깊이 영상의 부호화 효율을 향상시키는 새로운 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 스테레오 정합 기법을 통해 얻은 깊이 영상과 그에 대응되는 컬러 영상의 움직임 정보를 광류 추정 기법을 이용하여 탐색 후 이를 이용하여 초기 움직임 객체 영역을 생성한다[11,12]. 이렇게 생성한 영역을 그랩컷(grabcut) 기법을 통해 최종적으로 움직

임을 가지는 객체 영역과 움직임을 가지지 않는 객체 영역으로 분리한다[13,14]. 분리된 영역 정보를 이용하여 깊이 영상 또한 두 영역으로 분리한 후, 움직임 객체 영역의 경우 결합형 양방향 필터를 수행하여 깊이 영상을 보정하고, 움직임을 없는 객체 영역의 경우 정합 창 기반 절대 평균 오차(window based sum of absolute difference) 계산을 수행하여 오차가 큰 경우 이전 프레임의 깊이 정보로 현재 프레임의 깊이 정보를 대체하여 깊이 영상을 보정한다[15].

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 일반적인 스테레오 카메라 시스템에서 깊이 영상 획득을 위한 변이 예측 과정과 문제점을 소개하고, 3장에서는 제안하는 깊이 영상의 시간적 상관도 보상 기법에 대하여 자세히 설명한다. 4장에서는 제안한 기법을 이용해 실험 결과를 분석하고, 5장에서는 결론을 맺는다.

II. 본 론

2.1. 깊이 영상 획득을 위한 스테레오 정합

스테레오 카메라를 이용한 변이(disparity) 획득 방법에서 변이와 깊이의 상관관계는 다음과 같이 유도할 수 있다. 스테레오 카메라는 정확하게 수평으로 정렬되어 있고, 또한 카메라의 광축이 정확하게 평행을 이룬다고 가정한다. 이러한 카메라 시스템에서 멀리 있는 물체는 좌영상과 우영상에서 시차가 작게 발생하는 반면, 가까이 있는 물체는 시차가 크게 나타난다. 이러한 원리를 이용하여 기준 시점의 모든 화소가 참조 시점의 어느 위치에 존재하는지 탐색하면 변이를 얻을 수 있다. 또한 변이를 이용하여 실제 깊이 정보를 계산할 수 있다.

그림 1은 이러한 평행식 카메라 모델을 도식화하여 나타낸 것이다. 그림에서 L 은 좌영상, R 은 우영상을 나타내고 b 는 baseline을 f 는 초점거리(focal length)를 나타낸다. Z 는 카메라의 상에 투영되는 공간상의 한 점과 카메라 사이의 거리 즉 깊이를 나타낸다. 평행식 카메라 모델에서의 공간상의 한 점은 식(1)의 관계에 의해 좌, 우 카메라에 투영된다.

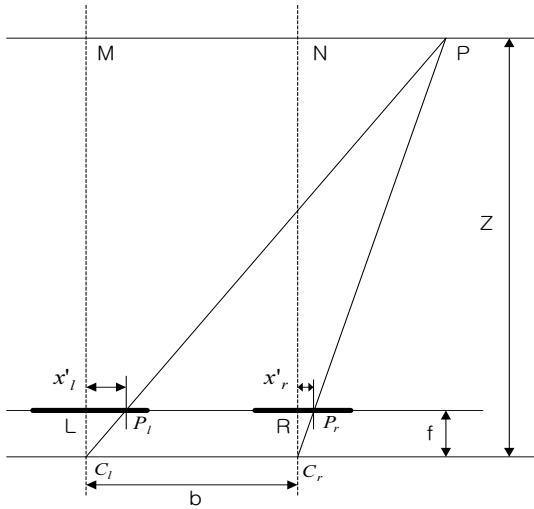


그림 1. 평행식 카메라 모델
Fig. 1 Parallel camera model

$$x_l = f \frac{x'_l}{Z_l}, \quad x_r = f \frac{x'_r}{Z_r} \quad (1)$$

여기서 (x'_l, y'_l, Z_l) 은 좌측 카메라 렌즈의 중심축이 기준인 공간상의 한 점의 좌표를 나타내고, (x'_r, y'_r, Z_r) 은 우측 카메라 렌즈의 중심축이 기준인 공간상의 한 점의 좌표를 나타낸다.

평행식 카메라 모델의 경우 좌, 우 카메라의 좌표계의 차이는 횡축 좌표에만 존재하게 되며 최종적으로 깊이 정보를 나타내는 Z는 식(2)를 통해 구할 수 있다.

$$Z = \frac{bf}{d} \quad (2)$$

여기서 d는 로서 변이가 되고 변이와 Z는 반비례 관계에 있는 것을 알 수 있다. 변이를 알게 되면 깊이 정보를 알 수 있고, 이를 이용하여 다른 시점 영상에서의 좌표를 찾아낼 수 있다.

스테레오 정합은 계산 방법에 따라 크게 지역적인 방법(local method)과 전역적인 방법(global method)으로 나눌 수 있다. 일반적으로 지역적인 방법은 계산 속도가 빠른 반면, 화소별로 각각 대응점을 탐색하기 때문에 폐색(occlusion) 영역, 조명에 의해 색상 정보가 다른 영역 등

의 경우에는 성능이 저하되는 단점이 있다. 이에 비해 전역적인 방법은 주변의 정보를 같이 활용하여 영상 전체의 오차를 최소화하기 때문에 보다 정확한 결과를 얻을 수 있으나 계산 시간이 많이 소모되는 단점이 있다. 그림 2는 스테레오 정합을 통해 획득한 변이 영상의 예를 보여주고 있다.

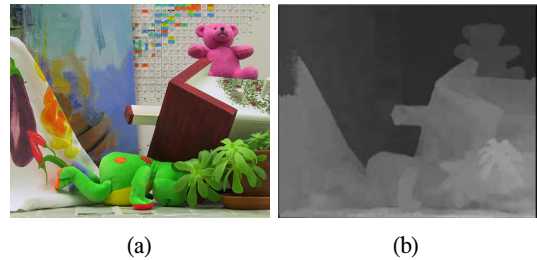


그림 2. 스테레오 정합 기법으로 획득된 변이 영상
(a) 텍스처 영상 (b) 변이 영상
Fig. 2 Disparity map acquired by stereo matching algorithm
(a) Texture image (b) Disparity image

2.2. 기존의 시간적 상관 보정 기법

앞 절에서 언급한 스테레오 정합 기법들은 대부분 시간적 상관도를 고려하지 않는다. 따라서 연속되는 여러 프레임에 대한 경우, 정합 오차 등으로 인한 시간 축 상의 불연속 오류가 발생하게 된다.

이러한 시간적 상관도를 보상하기 위하여 다양한 기법들이 제안되었다[10,15-17]. 변이 추정을 위한 MPEG 참조 소프트웨어인 DERS (depth estimation reference software)에서는 크게 세 가지 방법을 이용하여 시간적 상관도를 보상하고 있으며, 최근에는 양방향 필터(bilateral filter)를 시간 축으로 확장한 결합형 양방향 필터(joint bilateral filter)를 통한 보상 기법도 제안되었다. DERS에서는 정합 창 기반의 절대평균편차(mean absolute deviation, MAD) 정합을 통해 보상하는 자동화 기법과 사용자가 직접 움직임이 없는 초기 객체 영역을 입력하여 이를 기반으로 시간적 상관도를 보상하는 반자동화 기법 등이 제안되었다. 그림 3은 DERS의 반자동화 기법을 이용하여 획득한 깊이 영상을 시간적 상관도를 보기 위하여 연속적인 프레임으로 나타낸 것이다.

그림 3(a)는 MPEG 3DV 테스트 영상인 “Cafe” 영상이며 (b)와 (c)는 깊이 영상의 연속되는 프레임에서 시간적 상관도가 저하된 예를 보여주고 있다.

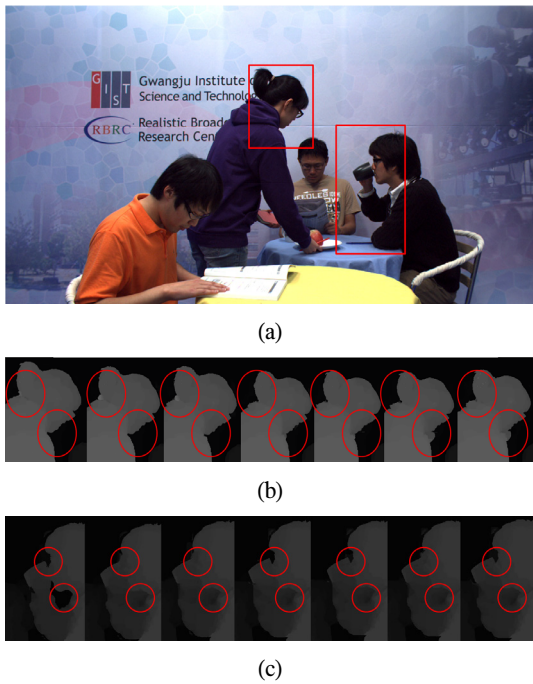


그림 3. 시간적 상관도 저하 예
 (a) “Cafe” 영상 (b), (c) 시간적 상관도 저하 예
 Fig. 3 Examples of temporal inconsistency
 (a) “Cafe” sequence
 (b),(c) Examples of temporal inconsistency

III. 제안하는 기법

본 논문에서 제안하는 깊이 영상의 시간적 상관도 보상 기법의 블록도를 그림 4에 보였다. 먼저 보상할 프레임과 이전 프레임의 컬러 영상을 이용하여 움직임 벡터를 추정한다. 움직임 추정에는 Lukas-kanade가 제안한 피라미드 기반의 광류 추정 기법을 이용한다[11,12]. 추정된 움직임 벡터를 이용하여 팽창 연산(dilation operation)을 통해 초기 움직임 객체 영역을 생성한 후, 객체 분리에 효과적인 그래프컷(graphcut) 기법을 이용하여 움

직임 객체와 움직임이 없는 객체로 영역을 분리한다 [13,14].

분리된 영역 정보를 깊이 영상에 적용하여 보상할 깊이 영상 또한 움직임이 있는 객체와 움직임이 없는 객체 영역 등으로 분리한다. 분리된 영역에서 움직임이 없는 영역은 이전 깊이 영상 프레임과 5x5 크기의 창 기반의 절대평균오차를 계산하여 그 값이 일정 임계값보다 커질 경우 이전 프레임의 깊이 영상을 그대로 가져와 채운다. 움직임이 있는 영역은 결합형 양방향 필터를 적용하여 깊이 영상의 시간적 상관도를 보정한다.

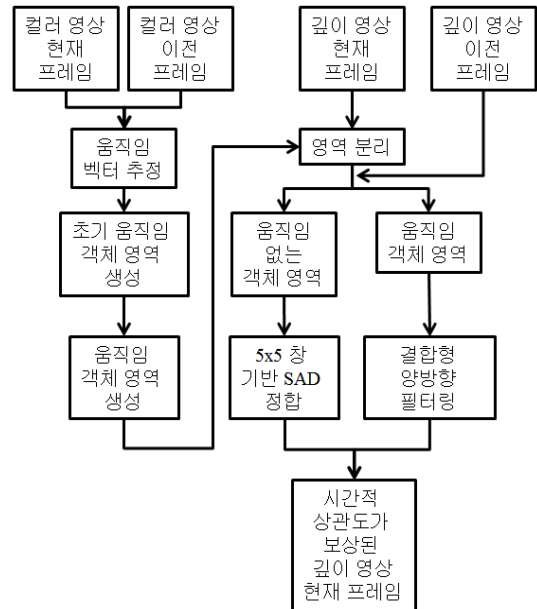


그림 4. 제안하는 기법의 블록도
 Fig. 4 Block diagram for the proposed method

3.1. 컬러 영상의 움직임 객체 영역 추출

컬러 영상의 움직임 객체를 추정하기 위해 움직임 벡터를 탐색하게 된다. 이 때 Lukas-kanade가 제안한 피라미드 기반 광류 추정 기법을 사용하여 움직임 벡터를 탐색한다[11,12]. 카메라가 움직이지 않는 경우, 연속되는 프레임간의 움직임 정보는 크지 않다. 따라서 움직임 벡터가 존재하는 영역을 5x5 크기로 확장한 후, 이를 팽창 연산을 사용하여 초기 움직임 객체 영역을 생성한다. 그

림 5는 “Cafe” 시퀀스의 연속된 컬러 영상과 움직임 벡터가 존재하는 영역 및 생성된 초기 움직임 객체 영역을 나타낸다.

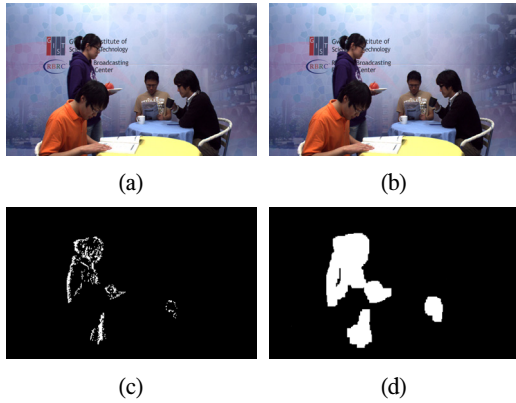


그림 5. 초기 움직임 영역 분리 과정
 (a) “Cafe” 영상 6번 프레임 (b) “Cafe” 영상 7번 프레임 (c) 움직임이 존재하는 영역 (d) 초기 움직임 객체 영역

Fig. 5 Separation procedure of Initial object region with motion

(a) “Cafe” sequence 6th frame (b) 7th frame of “Cafe” sequence (c) Region with motion (d) Initial object region with motion

초기 움직임 객체 영역을 생성한 후 그래프 컷 기법을 통하여 최종 움직임 객체 영역을 생성하게 된다[13,14]. 그림 6은 그래프 컷 기법을 통해 획득한 최종 움직임 객체 영역을 나타낸다.



그림 6. 최종 움직임 객체 영역
 Fig. 6 Final object region with motion

3.2. 깊이 영상의 시간적 상관도 보상 기법

본 논문에서 제안하는 깊이 영상의 시간적 상관도 보상 기법은 앞서 컬러 영상에서 획득한 움직임 객체 영역을 이용하여 깊이 영상에서의 움직임 객체 영역을 분리한다. 움직임이 없는 객체는 식 (3)과 같이 정합 창 기반의 절대평균오차 계산을 통해 시간적 상관도를 보상한다.

$$SAD = \sum_{u \in u_p} \sum_{v \in v_p} |D(u, v, t-1) - D(u, v, t)| \quad (3)$$

여기서 $D(u, v, t)$ 는 현재 프레임의 깊이 값을 $D(u, v, t-1)$ 은 이전 프레임의 깊이 값을 나타내며, u_p 는 가로축 방향의 정합 창을, v_p 는 세로축 방향의 정합 창을 나타낸다. 식 (3)을 통해 정합 창 내에서 정합 창 내의 절대 평균 오차를 계산하고 일정 임계값보다 클 경우, 깊이 영상의 이전 프레임의 깊이 값을 현재 프레임의 깊이 값으로 대체함으로써 시간적 상관도를 보상한다.

움직임 객체 영역인 경우는 결합형 양방향 필터링을 수행하여 시간적 상관도를 보상한다[15]. 시간 축으로 확장된 결합형 양방향 필터는 식 (4)와 같이 정의된다. 식 (4)에서 결합형 양방향 필터의 가중 값인 $W(u, v, w)$ 와 정합 비용 $C(u, v, w, d)$ 는 식 (5)과 식 (6)과 같이 정의된다.

$$D(x, y, t) = \arg \min_{d_p} \frac{\sum_{u \in u_p} \sum_{v \in v_p} \sum_{w \in w_p} W(u, v, w) \cdot C(u, v, w, d)}{\sum_{u \in u_p} \sum_{v \in v_p} \sum_{w \in w_p} W(u, v, w)} \quad (4)$$

$$W(u, v, w) = \exp \left\{ - \frac{\| D(x, y, t), D(u, v, w) \|^2}{2\sigma_r^2} \right\} \cdot \exp \left\{ - \frac{(x-u)^2 + (y-v)^2 + (t-w)^2}{2r^2} \right\} \quad (5)$$

$$C(u, v, w, d) = |D(u, v, w) - d| \quad (6)$$

여기서 $D(x, y, t)$ 는 필터를 적용한 후 깊이 값을 나타내며, u_p 는 가로축 방향의 창 크기, v_p 는 세로축 방향의 창 크기를 나타내며, w_p 는 시간 축 상에서의 보상에 사용될 프레임의 개수를 나타낸다.

IV. 실험 조건 및 결과

4.1. 합성 영상의 PSNR 측정을 통한 품질 평가

본 논문에서 제안한 깊이 영상의 시간적 상관도 보상 기법의 품질 평가는 시점 합성을 통해 생성한 시점 영상과 원본 컬러 영상과의 PSNR 측정을 통해 수행한다. 화질 평가를 위해 “Cafe”, “Champagne”, “Lovebird1”, “Newspaper”, “Pantomime” 영상을 가지고 VSRS(view synthesis reference software)를 이용하여 가상시점을 생성한다. 표 1은 실험에 사용한 영상의 원본 시점과 생성한 가상시점을 나타낸다[18].

표 1. 각 영상 별 입력 시점
Table. 1 Input views for each sequence

Name	Original view	Synthesized view
Cafe	2, 4	3
Champagne	37, 41	39
Lovebird1	4, 8	6
Newspaper	2, 6	4
Pantomime	37, 41	39

제안하는 기법의 객관적 평가를 위해 보정을 하지 않은 깊이 영상과 결합형 양방향 필터링을 수행한 깊이 영상 및 제안하는 기법을 통해 시간적 상관도가 보강된 깊이 영상을 사용하여 각각 가상시점을 생성한다. 표 2에는 위의 결과를 원본 영상 비교하여 구한 PSNR를 나타내었다.

표 2. PSNR 비교 결과
Table. 2 PSNR comparison

Name	PSNR [dB]				
	Original (A)	JBF method (B)	Proposed (C)	Difference (B-A)	Difference (C-A)
Cafe	36.28	34.99	36.49	-1.29	+0.21
Champagne	33.93	33.91	33.99	-0.02	+0.06
Lovebird1	31.47	31.02	31.13	-0.45	-0.34
Newspaper	35.22	35.17	35.50	-0.05	+0.28
Pantomime	37.81	38.29	38.28	+0.48	+0.47

표 2의 실험 결과를 보면 제안하는 기법이 대부분 더 좋은 성능을 보인다는 것을 알 수 있다. 이는 움직임이 있는 객체 영역과 움직임이 없는 객체 영역으로 분리하여 처리함으로써 기존 기법들이 영상 전체에 필터를 사용하여 생기는 흐려짐 현상을 줄이고 연속 영상에서의 떨림 현상을 효과적으로 제거하기 때문이라 판단된다.

4.2. 부호화 효율 평가

제안하는 기법의 시간적 상관도 향상을 확인하기 위하여 HM 8.0을 통해 부호화 효율을 확인하였다[19]. 부호화 조건은 HEVC의 low delay mode를 사용하였으며, QP 값을 변화시키며 실험을 진행하였다. 이때 GOP 구조는 IBBB...를 사용한다. 표 3은 결합형 양방향 필터링을 이용한 방법과 제안한 기법을 이용한 결과를 QP값을 변화시키며 원본 깊이 영상과 부호화 효율을 비교한 결과이다.

표 3. 평균 부호화 효율
Table. 3 Average encoding efficiency rate

QP	Average efficiency(%)	
	JBF method	Proposed method
32	25.02	27.29
27	28.89	31.59
22	32.66	34.53
16	34.73	38.51
8	31.31	37.47

제안하는 기법이 결합형 양방향 필터링을 수행한 깊이 영상보다 부호화 효율이 최대 6%이상 좋아지는 것을 확인할 수 있다. 각 시퀀스별 부호화 효율을 확인하기 위해 표 4, 5, 6에 QP 값이 각각 32, 27, 22일 때의 깊이 영상의 부호화 효율을 나타내었다.

각 영상 별로 부호화 효율의 차이는 발생하나 대부분 제안하는 기법이 결합형 양방향 필터링을 수행한 깊이 영상보다 부호화 효율이 좋아지는 것을 확인할 수 있다.

표 4. QP=32 일 때의 부호화 결과
Table. 4 The encoding result, QP=32

Seq. name	Resolution	# of view	Original (A) [kbps]	JBF method (B) [kbps]	Proposed (C) [kbps]	(A-B) [kbps] (%)	(A-C) [kbps] (%)
Cafe	1920x1080	2	331.468	240.419	231.268	91.050 (27.47)	100.200 (30.23)
		4	314.500	234.376	226.488	80.125 (25.48)	88.012 (27.98)
Champagne	1280x960	37	176.524	144.096	143.829	32.429 (18.37)	32.695 (18.52)
		41	127.797	117.259	117.350	10.539 (8.25)	10.447 (8.17)
Lovebird1	1024x768	4	50.419	37.330	35.904	13.089 (25.96)	14.515 (28.79)
		8	61.154	45.061	42.122	16.093 (26.31)	19.032 (31.12)
Newspaper	1024x768	2	175.304	112.633	102.928	62.411 (35.65)	72.115 (41.20)
		6	171.592	104.983	95.212	66.610 (38.82)	76.380 (44.51)
Pantomime	1280x960	37	223.058	186.790	186.739	36.268 (16.26)	36.319 (16.28)
		41	330.261	238.884	244.118	91.378 (27.67)	86.143 (26.08)

표 6. QP=22 일 때의 부호화 결과
Table. 6 The encoding result, QP=22

Seq. name	Resolution	# of view	Original (A) [kbps]	JBF method (B) [kbps]	Proposed (C) [kbps]	(A-B) [kbps] (%)	(A-C) [kbps] (%)
Cafe	1920x1080	2	952.891	739.186	754.459	213.706 (22.43)	198.432 (20.82)
		4	951.610	732.542	746.347	219.067 (23.02)	205.262 (21.57)
Champagne	1280x960	37	580.200	466.590	450.967	113.610 (19.58)	129.233 (22.27)
		41	439.170	369.809	372.408	69.360 (15.79)	66.761 (15.20)
Lovebird1	1024x768	4	178.284	120.350	120.643	57.934 (32.49)	57.641 (32.33)
		8	193.114	137.334	136.010	55.779 (28.88)	57.103 (29.57)
Newspaper	1024x768	2	787.541	410.190	365.966	377.351 (47.91)	421.574 (53.53)
		6	676.646	357.280	312.022	319.366 (47.20)	364.625 (53.88)
Pantomime	1280x960	37	1302.161	760.719	732.821	541.442 (41.58)	569.340 (43.72)
		41	1988.410	1039.522	947.160	948.888 (47.72)	1041.250 (52.36)

표 5. QP=27 일 때의 부호화 결과
Table. 5 The encoding result, QP=27

Seq. name	Resolution	# of view	Original (A) [kbps]	JBF method (B) [kbps]	Proposed (C) [kbps]	(A-B) [kbps] (%)	(A-C) [kbps] (%)
Cafe	1920x1080	2	597.772	442.766	436.080	155.006 (25.93)	161.692 (27.05)
		4	587.702	443.496	429.000	144.206 (24.54)	158.702 (27.00)
Champagne	1280x960	37	312.194	250.550	252.254	61.644 (19.74)	59.940 (19.20)
		41	232.269	206.590	207.888	25.680 (11.06)	24.381 (10.50)
Lovebird1	1024x768	4	106.000	70.426	69.278	35.575 (33.56)	36.722 (34.64)
		8	119.296	79.898	79.293	39.398 (33.02)	40.003 (33.53)
Newspaper	1024x768	2	375.636	235.367	197.232	140.269 (37.34)	178.404 (47.49)
		6	335.709	212.174	173.805	123.536 (36.80)	161.904 (48.23)
Pantomime	1280x960	37	525.823	375.947	372.984	149.876 (28.50)	152.839 (29.10)
		41	800.472	493.014	486.900	307.458 (38.41)	313.572 (39.17)

V. 결 론

본 논문에서는 스테레오 정합 기법으로 생성된 깊이 영상에서 발생하는 시간적 상관도 저하 문제를 해결하기 위해 움직임 추정을 통해 움직임 객체 영역을 추정하였다. 먼저 깊이 영상의 움직임 영역과 움직임이 없는 영역으로 분리하였다. 움직임이 있다고 판단된 영역은 시간 축으로 확장된 결합형 양방향 필터를 적용하여 시간적 상관도를 보정을 하였다. 그리고 움직임이 없는 영역은 정합 창 기반의 절대 평균 오차 계산을 통해 그 값이 차이가 일정 임계값 이상일 경우 이전 프레임의 깊이 영상의 값으로 현재 프레임의 깊이 값을 대체하여 시간적 상관도를 보상하였다. 제안하는 기법을 통하여 가상 시점 영상 합성 시 발생하는 품질 저하를 줄이고, 깊이 영상 부호화 시 부호화 효율 또한 향상되는 것을 확인하였다.

향후 보다 정확한 움직임 객체 영역 추출 등의 연구를 통해 더욱 시간적 상관도가 향상된 깊이 영상을 생성할 수 있을 것으로 기대한다.

감사의 글

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2011-0006791)

참고문헌

- [1] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Introduction to 3D video," M9784, May 2008.
- [2] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Applications and requirements on FTV," N9466, Oct. 2007.
- [3] M. Tanimoto, M. P. Tehrani, T. Fujii, and T. Yendo, "Free-viewpoint TV," *IEEE Signal Processing Magazine*, vol.28, pp.67-76, Jan. 2011.
- [4] Y. Mori, N. Fukushima, T. Yendo, T. Fujii, and M. Tanimoto, "View generation with 3D warping using depth information for FTV," *Signal Processing: Image Communication*, vol.24, pp.65-72, Jan. 2009.
- [5] 서용석, 유지상, "영상 분할을 이용한 다이내믹 프로그래밍 기반의 스테레오 정합," *한국통신학회논문지*, 제35권, 제8호, pp.680-688, 2010.
- [6] 김태준, 유지상, "영상의 컬러 정보를 이용한 계층적 스테레오 정합," *한국통신학회논문지*, 제34권, 제3호, pp.279-287, 2009.
- [7] 최미남, 윤정환, 유지상, "다시점 동영상의 중간시점영상 생성을 위한 변이 예측 기법," *한국방송공학술학회논문지*, 제13권, 제6호, pp.915-929, 2008.
- [8] 김태준, 장은영, 허남호, 김진웅, 유지상, "다시점 카메라 모델의 기하학적 특성을 이용한 가상시점 영상 생성 기법," *한국통신학회논문지*, 제34권, 제12호, pp.1154-1166, 2009.
- [9] T. J. Kim, Y. H. Seo, D. W. Kim and J. S. Yoo, "A Feature-based and hierarchical stereo matching method," *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, vol.7, no.12, pp.6785-6797, Dec. 2011.
- [10] 호요성, 이상범, "결합형 양방향 필터를 이용한 깊이 영상의 후처리 필터링 방법," *한국멀티미디어학회지* 제15권, 제4호, pp.25-32. Dec. 2011.
- [11] B. D. Lucas, T. Kanade, "An iterative image registration technique with an application to stereo vision," *Proceedings of the 7th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI '81)*, pp.674-679. Apr. 1981.
- [12] J. Y. Bouguet, "Pyramidal implementation of the Lucas-Kanade feature tracker," *Tech. Report, Intel Corporation, Microprocessor Research Labs*, 1999.
- [13] C. Rother, V. Kolmogorov, and A. Blake, "GrabCut: Interactive foreground extraction using iterated graph cuts," *ACM Trans. Graph*, vol.23, pp.309 - 314, 2004.
- [14] M. Bleyer and M. Gelautz, "Graph-based surface reconstruction from stereo pairs using image segmentation," in *Proceedings of SPIE EI, Vol.5665*, pp.288-299, 2005.
- [15] P. Lai, D. Tian, and P. Lopez, "Depth map processing with iterative joint multilateral filtering," in *Proceedings of Picture Coding Symposium*, pp.9-12, 2010.
- [16] Y. Zhao, L. Yu, "Temporal consistency enhancement on depth sequences," *Picture Coding Symposium 2010*, pp.342-345, Dec. 2010.
- [17] X. Han, M. Chen, Z. Zhao, Z. Fan, and L. Ma, "Stereoscopic video coding based on depth compensated temporal filtering," *Cross Strait Quad-Regional Radio Science and Wireless Technology Conference*, vol.2, pp.1379-1382, July 2012.
- [18] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "View synthesis software and assessment of its performance," M15672, July 2008.
- [19] HEVC reference software version 8.0, https://hevc.hhi.fraunhofer.de/svn/svn_HEVCSoftware/tags/HM-8.0.

저자소개



현지호(Jeeho Hyun)

2011년 2월 : 광운대학교
전자공학과 학사
2011년 3월 ~ 현재 : 광운대학교
전자공학과 석사과정

※ 관심분야 : 디지털 신호처리, 깊이 영상 획득



유지상(Jisang Yoo)

1985년 : 서울대학교 전자공학과
학사
1987년 : 서울대학교 전자공학과
석사

1993년 : Purdue Univ. EE, Ph.D.

1997년 ~ 현재 : 광운대학교 전자공학과 교수

※ 관심분야 : 3D 입체영상처리/압축, 웨이블릿 기반
영상처리, 비선형 디지털 신호처리