

컬러, 움직임 정보 및 깊이 카메라 초기 깊이를 이용한 분할 영역 추출 및 스테레오 정합 기법

정회원 엄기문*, 박지민**, 방건*, 정원식*, 허남호*, 김진웅*

A Novel Segment Extraction and Stereo Matching Technique using Color, Motion and Initial Depth from Depth Camera

Gi-Mun Um*, Jimin Park**, Gun Bang*, Won-Sik Cheong*, Namho Hur*,
Jinwoong Kim** *Regular Members*

요약

본 논문에서는 분할 영역기반 스테레오 정합에 있어서 분할 영역 추출시 컬러외에 깊이 카메라의 초기 깊이, 프레임 간 분할 영역의 움직임 정보를 같이 이용한 분할 영역기반 스테레오 정합 기법을 제안한다. 제안한 기법은 깊이 카메라의 초기 깊이 정보를 이용하여 기준 영상의 객체/배경 분리를 먼저 수행하고, 분리된 객체/배경별로 컬러 영상 분할을 수행하여 분할 영역을 추출한다. 또한 분할 영역기반 깊이 정보 추출에 있어 프레임 간 깊이 정보의 연속성을 유지하기 위해 객체/배경 분리 정보, 분할 영역의 움직임 정보를 이용한다. 실험결과에서, 제안한 기법은 컬러 정보만을 이용한 기존의 분할 영역 추출 및 분할 영역 기반 스테레오 정합 기법에 비해 정적 배경 영역에서 특히 분할 영역 추출과 깊이 정확도가 개선된 성능을 보였다.

Key Words : Image Segmentation, Segment-based Stereo Matching, Depth Estimation

ABSTRACT

We propose a novel image segmentation and segment-based stereo matching technique using color, depth, and motion information. Proposed technique firstly splits reference images into foreground region or background region using depth information from depth camera. Then each region is segmented into small segments with color information. Moreover, extracted segments in current frame are tracked in the next frame in order to maintain depth consistency between frames. The initial depth from the depth camera is also used to set the depth search range for stereo matching. Proposed segment-based stereo matching technique was compared with conventional one without foreground and background separation and other conventional one without motion tracking of segments. Simulation results showed that the improvement of segment extraction and depth estimation consistencies by proposed technique compared to conventional ones especially at the static background region.

1. 서론

최근 컴퓨터 기술의 급속한 발전으로 인해 기존

의 텍스트 위주의 사용자 환경에서 벗어나 이미지, 그래픽, 오디오 및 비디오 데이터 등을 제공하는 멀티미디어 사용자 환경으로 변화하고 있다. 차원 장

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 IT 원천기술개발사업 [2008-F-011-02, 차세대 DTV 핵심기술 개발]의 일환으로 수행하였습니다. 실험 영상 촬영에 협조해주신 광주과학기술원 영상통신연구실 호요성 교수님과 연구원들 여러분께 감사드립니다.

* 한국전자통신연구원 방통미디어연구본부(gmum@etri.re.kr), **한국과학기술원 CI(Computational Imaging) 연구실
논문번호 : KICS2009-08-373, 접수일자 : 2009년 8월 26일, 최종논문접수일자 : 2009년 12월 1일

면이나 물체에 대한 정확한 깊이 정보를 획득하는 문제는 오랫동안 컴퓨터 비전 분야에서 연구되어 왔다. 특히 최근 깊이 정보를 이용한 3DTV 방송 방식^[1]이 제안되는 등 그 중요성이 부각되고 있다. 깊이 정보 획득 기법에는 능동적(active) 획득 기법과 수동적(passive) 획득 기법이 있다. 능동적 획득 기법에는 적외선 신호 등을 측정하고자 하는 물체에 비추어 반사되는 빛을 획득하여 깊이 정보를 획득하는 TOF(time-of-flight)기법, 일정한 모양의 패턴을 깊이 정보를 구하고자 하는 사물에 조사하고 이 패턴 영상을 이용하여 깊이 정보를 계산하는 구조광(structured light) 기법 등이 있다. 특히 최근에는 TOF 방식을 이용한 깊이 카메라 제품으로서 3DVsystems사의 ZCamTM[2], PMD사의 Camcube^[3], Swiss Ranger사의 SR-4000^[4] 등이 판매되고 있다. 다음으로 수동적 깊이 획득 기법에는 스테레오 정합 기법이 있는데, 이 기법은 대응되는 좌우 스테레오 영상으로부터 유사도를 계산하여 유사도가 높은 두 점을 대응점으로 선택하는 기법이다. 능동적 획득 기법은 실시간으로 깊이 정보를 얻을 수 있으며, 분할 영역 간의 깊이 차이를 잘 획득할 수 있으나, 잡음이 많고 객체 재질에 따라 적외선을 흡수하거나 난반사를 일으킬 경우 정확한 깊이 정보의 획득이 어려운 단점이 있다.

한편, 스테레오 정합 기법은 두 개 이상의 카메라를 이용하여 촬영한 영상만 있으면 쉽게 깊이 정보를 획득할 수 있는 장점이 있는 반면, 텍스처가 없는 컬러가 유사한 분할 영역나 깊이 변화가 심한 깊이 불연속 지점에서는 깊이 오차를 많이 발생한다. 그리하여 이러한 문제점을 극복하고자 많은 연구들이 진행되어 왔다. 그 중에 영상을 분할하여 분할된 영역을 기반으로 깊이정보를 추정하는 기법들^{[5][6]}이 많이 연구되고 있는데, 참고문헌 [5]의 논문에서 저자는 영상을 컬러 정보기반 평균이동(mean shift) 기법을 이용하여 기준시점 영상을 분할하고, 분할된 분할 영역(segment)들을 기반으로 창틀(window) 기반 스테레오 정합 기법을 적용하여 깊이 정보를 획득하였다. 그러나 이 방식은 컬러 정보만을 이용하기 때문에 서로 다른 깊이 정보를 가지는 물체가 비슷한 컬러를 가지고 있을 때 유사하거나 동일한 깊이를 가지게 되어 깊이 불연속 지점에서의 깊이 정보 오류를 발생할 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 Xluzh1등은 [6]의 논문에서 컬러 영상기반 스테레오 정합을 통해 초기 깊이 영상을 생성하고 생성된 초기 깊이 영상과 컬러 영상

을 이용하여 영상을 분할하는 방법을 사용하였다. 그러나 이 방법 또한 초기 깊이가 오류를 가질 경우 분할된 분할 영역이 깊이 불연속 경계를 제대로 반영하지 못할 수 있다는 문제점을 가지고 있다.

본 논문에서는 분할 영역 기반 스테레오 정합 기법의 정확도 개선을 위하여, 컬러가 유사하면서도 깊이가 서로 다른 분할 영역에서 보다 정확한 깊이 값을 제공하는 깊이 카메라로부터 얻은 초기 깊이 영상을 이용하는 분할 영역 추출 및 스테레오 정합 기법을 제안한다. 제안한 기법에서는 깊이 카메라의 초기 깊이 영상의 전경과 배경의 깊이 차이가 객체들마다의 깊이 차이보다 크다는 점을 이용하여 주어진 영상의 객체 및 배경 분할을 먼저 수행한 다음, 분할된 객체와 배경 영역별로 컬러 영상의 분할을 통한 분할 영역 추출을 수행한다. 추출된 객체 및 배경 영역의 분할 영역은 분할 영역 기반의 깊이 정보 추출에 사용된다.

본 논문의 구조는 다음과 같다. I장 서론에 이어, II장에서는 제안한 분할 영역 추출 및 스테레오 정합 기법에 대해 설명하였다. III장에서는 제안한 분할 영역 추출 및 스테레오 정합 기법의 유용성을 검증하기 위하여 기존의 분할 영역 기반 스테레오 정합기법과 비교한 결과를 보이며, 마지막으로 IV장에서 결론을 맺는다.

II. 제안한 분할 영역 추출 및 스테레오 정합 기법

이 장에서는 본 논문에서 제안한 분할 영역 추출 및 스테레오 정합 기법에 대해 상세하게 설명하기로 한다. 그림 1은 제안한 분할 영역 추출 및 스테레오 정합 기법의 흐름도를 나타낸다.

제안한 분할 영역 추출 기법은 다음과 같은 단계로 구성된다. 먼저 깊이 카메라에 의해 획득된 배경 및 장면 초기 깊이 영상을 스테레오 정합을 수행할 기준 영상에 대한 깊이 영상으로 3차원 투영을 통해 생성한다. 생성된 기준 시점 깊이 영상을 각 프레임마다 K-means 클러스터링(Clustering) 기법^[7]을 이용하여 전경 및 배경 영역으로 분리한다. 이 경우 전경과 배경 사이의 거리는 배경 내의 물체들 간의 거리보다 훨씬 떨어져 있다는 것을 가정한다. 기준 시점 깊이 영상의 히스토그램(histogram)을 구하고, $K=2$ (객체/배경)로 설정하여 K-means 클러스터링을 수행하면 앞서 설명하였던 가정에 따라 전경과 배경이 분리된다.

이전 단계에서 추출된 전경/배경 영역별로 기준

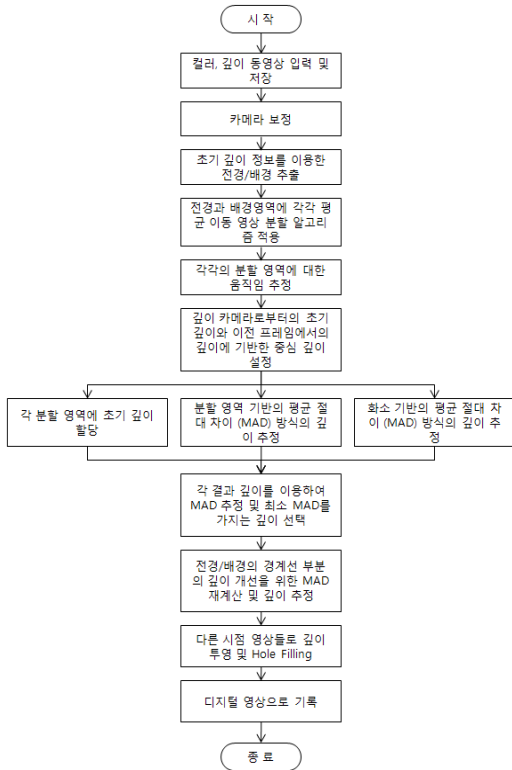


그림 1. 제안한 분할 영역 추출 및 스테레오 정합 기법

시점의 컬러 영상을 분할하기 위해 전경과 배경 영역에 각각 평균 이동 기법(mean shift algorithm)^[8]을 적용하여 분할 영역을 추출한다. 다음으로 분할 영역의 움직임 정보를 구하기 위해 이전 프레임에서의 영상 분할 정보와 현재 프레임에서의 영상 분할 정보를 다음의 3가지 조건^[9]에 의해 비교하고, 아래와 같은 3 가지 조건을 만족하는 경우 해당 분할 영역 s와 s'를 대응되는 분할 영역으로 선택하고 분할 영역 중심의 움직임 벡터를 계산하여 저장한다. 이 움직임 벡터는 다음 프레임에서 대응되는 분할 영역을 탐색하거나 현재 프레임에서의 해당 분할 영역의 초기 깊이를 할당하는데 사용된다.

조건) 이전 프레임의 분할 영역 s를 현재 프레임의 동일 위치로 투영하였을 때,

가) 이전 프레임의 분할 영역 s와 중첩되는 현재 프레임의 분할 영역 s'의 화소 비율 > 미리 정한 임계 비율 Th2(예: 85%)

나) 중첩되는 분할 영역의 두 프레임 내 화소 간 컬러 차이 < 임계 컬러 차이 Th3

다) 중첩되는 분할 영역의 두 프레임 내 화소 간 깊이 차이 < 임계 깊이 차이 Th4(여기서, 깊이 차

이는 이전 프레임의 깊이와 현재 프레임의 초기 깊이 차이를 비교함)

위의 과정을 반복하여 모든 프레임에 대한 분할 영역 추출을 수행한다.

이렇게 얻어진 각 분할 영역마다 분할 영역기반 스테레오 정합에 사용할 깊이 탐색 범위를 결정하게 되는데, 이 때 탐색 범위 설정에는 깊이 카메라로부터 얻은 현재 프레임의 깊이 영상 또는 이전 프레임에서 추정된 깊이 영상으로부터 얻어진 해당 분할 영역내 화소들의 평균 깊이를 중심 깊이로 하여 일정한 여유 범위를 두고 깊이 탐색 범위를 설정한다. 중심 깊이는 현재 프레임의 깊이 영상, 이전 프레임에서 추정된 깊이 영상이 모두 존재할 경우, 위의 조건 가)~다)를 만족하는 두 분할 영역 s, s'의 중첩분할 영역에 포함된 이전 프레임의 깊이와 현재 프레임의 초기 깊이 정보를 비교하여 평균 절대 차이 (Mean Absolute Difference: MAD) 유사 함수 값이 작은 깊이를 현재 분할 영역의 중심 깊이로 선택한다. 또한 여유 범위는 해당 분할 영역이 가질 수 있는 최대 및 최소 깊이 차이에 일정 비율(예: 10%)을 곱한 값만큼 중심 깊이에 더하고 빼어 탐색 깊이 최대값 및 최소값을 결정한다. 이를 수식으로 표현하면 다음 식 (1)과 같이 표현된다.

$$Depth_{center} - \delta \cdot Depth_{center} < Depth_{search} < Depth_{center} + \delta \cdot Depth_{center} \quad (1)$$

여기서, $Depth_{center}$ 는 중심 깊이, $Depth_{search}$ 는 탐색 깊이, 그리고 δ 는 여유범위 설정을 위해 최대 및 최소 깊이 차이에 곱해지는 0과 1사이의 비율이다.

이렇게 깊이 탐색 범위가 설정되면, 이 탐색 범위 내에서 각 분할 영역마다 깊이 추정을 수행한다. 만약 현재 분할 영역이 조건 가)~다)를 만족하지 않거나, 이전 프레임의 깊이 정보가 없는 경우에는 현재 프레임의 깊이 카메라에 의해 획득된 초기 깊이 정보를 해당 분할 영역의 중심 깊이로 선택한다. 이렇게 깊이 탐색 범위 내에서 평균 절대 차이(MAD)기반으로 가장 유사도가 높은 깊이를 계산한다. 이렇게 구해진 분할 영역별 깊이는 그 내부에서 동일한 값을 가지므로, 이를 보완하기 위하여 분할 영역 내 화소들에 대한 세부 깊이 추정을 수행한다. 본 논문에서는 세부 깊이 추정 기법으로 화소 단위의 평균 절대 차이를 유사도 함수로 이용한 창틀 기반 스테레오 정합 기법을 사용하였다. 정합 창틀의 크기는 3x3를 사용하였다. 이 때, 화소 단위 깊이 탐

색 범위는 위에서 수행된 객체 및 배경 분리 결과에 따라 객체 영역, 배경 영역, 객체 및 배경 경계 영역별로 구분하여 서로 다르게 설정하였다. 객체 및 배경 경계 영역은 전경과 배경에서 3x3 dilation을 적용하여 추가적으로 획득되는 부분을 경계 영역으로 설정하였다. 특히 객체 및 배경 경계 영역에서는 객체와 배경 깊이 범위를 모두 포함한 깊이 범위 내에서 정합을 수행하였다. 이렇게 구해진 화소별 깊이는 검증을 위해 분할 영역의 움직임 벡터에 의해 계산가능한 이전 프레임에서 전달된 해당 화소 깊이, 깊이 카메라에 의해 얻어진 현재 프레임 내 해당 화소 깊이 등과 평균 절대차이(MAD) 유사도를 비교하여 가장 유사도가 높은 깊이를 현재 화소의 최종 깊이로 선택한다. 최종적으로 구해진 깊이는 다른 인접시점의 깊이 정보를 구하기 위해 3차원 투영 등을 통해 초기 깊이 정보로 활용할 수 있다.

III. 실험 결과 및 분석

이 장에서는 본 논문에서 제안한 분할 영역 추출 및 스테레오 정합 기법의 성능을 컬러 정보만을 사용하여 영상 분할 및 분할 영역 추출을 수행하고, 분할 영역의 움직임 정보를 이용하지 않은 기존의 분할 영역 추출 및 스테레오 정합기법과 비교 실험을 수행한 결과에 대해 기술한다. 먼저 실험 영상 데이터는 그림 2와 같은 hug 및 necktie 시퀀스 영상을 사용하였다. 각 시퀀스는 2대의 컬러 카메라 및 1대의 깊이 카메라로 촬영하였으며, 영상의 해상도는 600x405이고, 실험에 사용된 프레임 수는 228 프레임이다. 깊이 카메라로는 3DV systems사의 ZCamTM[2]이 사용되었다. 각 시퀀스는 전처리로서 카메라 보정^[11], 컬러 보정 및 영상 정렬^[10]을 수행하였다.

그림 2(c)와 (d)는 깊이 카메라로 취득된 배경 및 객체에 대한 깊이 영상을 하나의 깊이 영상으로 결합 및 변환한 깊이 영상이다. 깊이 영상에서 검정색에 근접할수록 깊이가 커짐(카메라로부터 멀어짐)을 나타내고, 흰색에 근접할수록 깊이가 작아짐(카메라로부터 가까워짐)을 나타낸다.

그림 3은 기존의 컬러기반 분할 영역 추출 기법을 이용한 영상 분할 결과와 제안한 깊이 기반 전경/배경 분리와 움직임 정보를 이용하여 영상 분할 결과를 나타낸 그림이다. 그림에서 보는 바와 같이 기존 기법 결과에서 서로 깊이가 다른 전경과 배경



그림 2. 실험 영상 (a) hug 영상(100th frame), (b) necktie 영상(100th frame), (c) hug 영상의 초기 깊이 영상(100th frame), (d) necktie 영상의 초기 깊이 영상(100th frame).

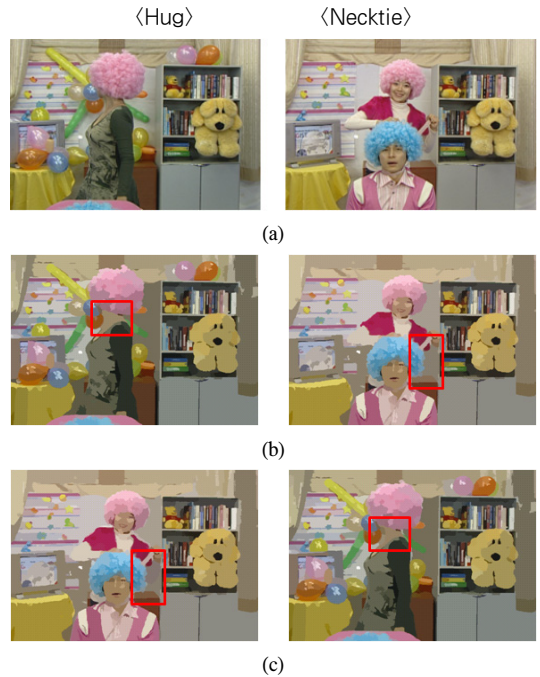


그림 3. 기존 기법 및 제안한 기법에 따른 분할 영역 추출 영상((a)원영상전경/배경 분리 결과 사용하지 않고 획득한 분할 영상(b)전경/배경 분리 결과 사용하여 획득한 분할 영상)

이 컬러의 유사도에 의해 하나의 분할 영역으로 추출되는 결과(예: hug 영상에서 여성의 목 부분, necktie 영상에서 여성의 왼팔 부분, 그림에 직사각형으로 표시)가 제안 기법에 의한 결과에서는 서로 다른 분할 영역으로 분리됨으로써 서로 다른 깊이를 가지는 분할 영역이 유사한 컬러로 인하여 하나의 분할 영역으로 분할되는 오류가 적어짐을 볼 수 있다.

다음으로, 그림 4는 분할 영역 추출 결과의 스테

레오 정합 결과에 미치는 영향을 알아보기 위하여 그림 3과 같이 기존 기법에 의해 추출된 분할 영역과 제안된 기법에 의해 추출된 분할 영역을 이용한 분할 영역 기반 스테레오 정합 결과를 나타낸 그림이다. 두 결과 영상에서 볼 수 있듯이 기존 분할 영역 추출 기법에 의해 추출된 분할 영역을 이용한 스테레오 정합 결과에 비해 제안한 분할 영역 추출 기법에 의해 추출된 분할 영역을 이용한 스테레오 정합 결과가 컬러가 유사하지만 깊이 차이가 많은 분할 영역의 깊이 정확도 측면에서 개선된 결과를 보이고 있음을 볼 수 있다(예: 그림에 직사각형으로 표시한 부분). 또한 그림 2의 초기 깊이 영상과 비교해보면, 그림 4의 제안 기법에 의한 깊이 추출결과 결과에서 초기 깊이 영상보다 객체 내부의 세부 깊이가 변화가 잘 나타남(예: hug영상의 여성 왼쪽 팔과 몸의 깊이 차이)을 볼 수 있다.

다음으로, 그림 5는 분할 영역의 움직임 정보사용 유무에 따른 이전 프레임과 현재 프레임의 분할 영역 추출 및 스테레오 정합 결과를 나타낸 그림이다. 그림에서 정적 배경 영역(특히 테이블보의 우측

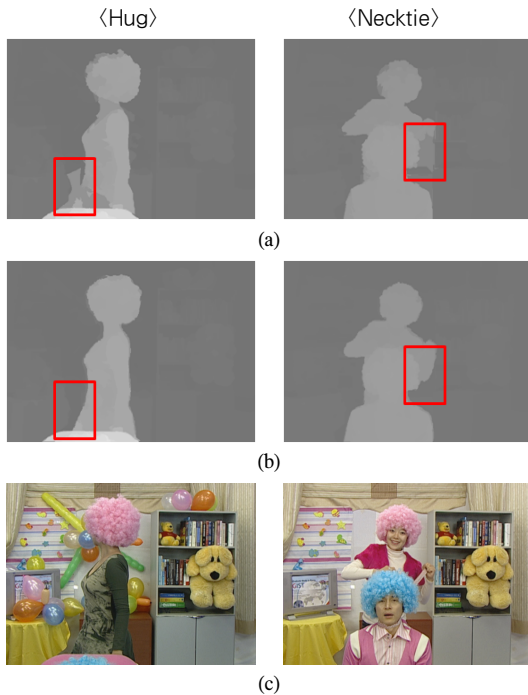


그림 4. 기존 기법 및 제안한 기법에 따라 추출된 분할 영역을 이용하여 스테레오 정합을 수행한 결과 비교(a)원영상, (b)전경/배경 분리 결과 사용하지 않고 획득한 분할 영상으로부터 예측된 깊이 영상(기존 기법) (c)전경/배경 분리 결과 사용하여 획득한 분할 영상으로부터 예측된 깊이영상(제안한 기법)

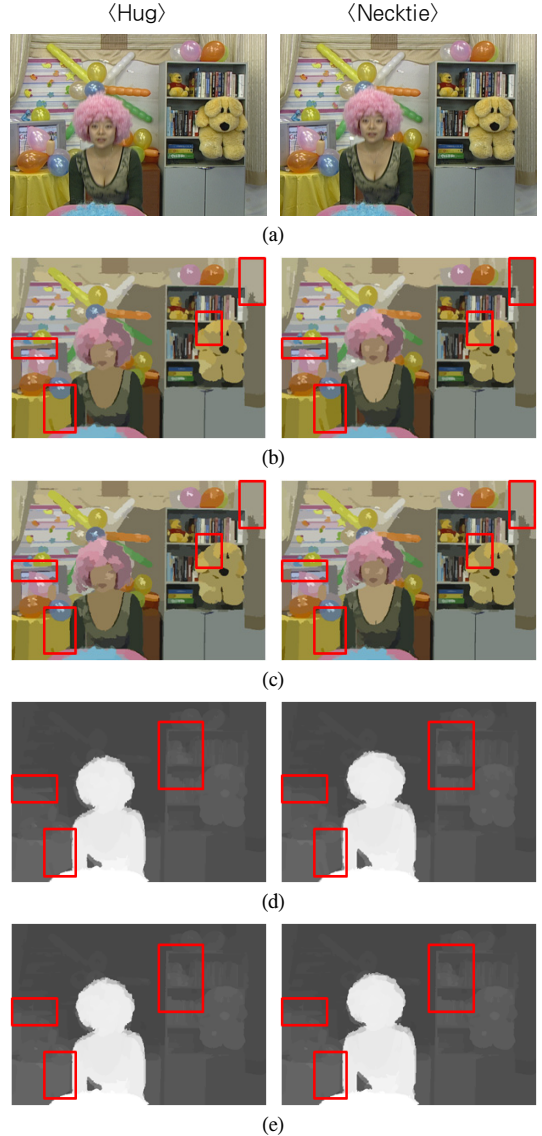


그림 5. 분할 영역의 움직임 정보 사용 유무에 따른 분할 영역 추출 및 스테레오 정합 결과 비교(a)원영상(b)움직임 정보 사용하지 않은 분할 영역 추출 결과(c)움직임 정보 사용한 분할 영역 추출 결과(d) 움직임 정보 사용하지 않은 스테레오 정합 결과,(e) 움직임 정보 사용한 스테레오 정합 결과, 스테레오 정합 결과는 결과 구분의 명확화를 위해 깊이 영상 밝기 분포를 조정하였음)

부분, 우측 커튼의 상단부분, 인형의 머리 부분 등, 직사각형으로 표시)을 보면, 움직임 정보를 사용하지 않은 기존 기법에서는 프레임 간 분할 영역 추출 및 스테레오 정합결과가 동일한 정적 영역임에도 프레임 간에 차이를 보이고 있는데 비해 제안한 기법에서는 거의 동일한 분할 영역 추출 및 스테레오 정합 결과를 보이고 있다.

IV. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 분할 영역 추출 및 이를 이용한 분할 영역 기반 스테레오 정합에 있어 깊이 불연속 부분에서의 오차를 줄이기 위한 방법으로 분할 영역 추출시 깊이 카메라의 초기 깊이, 프레임 간 분할 영역의 움직임 정보를 이용하여 객체/배경 분리 및 분할 영역 추출을 수행하고, 깊이 카메라의 초기 깊이를 스테레오 정합 깊이 탐색 범위를 설정하는데 활용하는 분할 영역 추출 및 스테레오 정합 기법을 제안하였다.

제안한 기법은 분할 영역이 컬러 불연속 지점뿐만 아니라 깊이 불연속 지점도 분할 영역 간 경계로 추출될 수 있도록 깊이 카메라의 깊이 정보를 이용하여 객체/배경 분리를 먼저 수행한 다음, 분리된 객체/배경별로 컬러 영상 분할을 수행함으로써 분할 영역을 추출한다. 또한 객체/배경 분리 정보, 분할 영역의 움직임 정보를 이용하여 분할 영역 추출 및 스테레오 정합을 수행한다.

실험 결과, 제안한 기법은 컬러 정보에만 기반한 기존의 분할 영역 추출 및 이를 이용한 스테레오 정합 기법에 비해 초기 깊이 영상 기반 객체/배경 분리 정보 및 분할 영역 움직임 정보를 분할 영역 추출 및 스테레오 정합에 이용함으로써 컬러가 유사하나 깊이 불연속이 존재하는 분할 영역에서의 깊이 정확도 개선과 프레임 간에 정적 배경 영역에서의 분할 영역 추출과 깊이 추출 일관성을 개선하는 결과를 보였다. 향후 과제로는 깊이 카메라와 컬러 카메라의 해상도가 다른 경우 컬러 카메라 시점 영상에 대한 깊이 정보를 저해상도 깊이 카메라로 얻은 깊이 영상으로부터 정확하게 얻기 위한 기법에 대한 연구와 보다 효과적인 객체/배경 분리 기법에 대한 연구 등이 있다.

참고 문헌

[1] http://www.3d4you.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=53
 [2] <http://www.3dvsystems.com/technology/tech.html>
 [3] <http://www.pmdtec.com/products-services/pmd-visionr-cameras/pmdvisionr-camcube-20/>
 [4] <http://www.mesa-imaging.ch/prodview4k.php>
 [5] Sang-Beom Lee, Kwan-Jung Oh, and Yo-Sung Ho, "Segment-Based Multi-View Depth Estimation Using Belief Propagation From

Dense Multi-View Video", *IEEE 3DTV Conference*, pp. 193-196, May 2008.

[6] Xuizhi Zhou and Runsheng Wang, "Stereo matching based on color and disparity segmentation by belief propagation", *SPIE Journal of Optical Engineering*, vol. 46, no. 4, April, 2007.
 [7] J. B. MacQueen, "Some Methods for classification and Analysis of Multivariate Observations," *Proceedings of 5-th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, Berkeley, University of California Press, vol. 1, pp.281-297, 1967.
 [8] D. Comaniciu, P. Meer, "Mean shift: a robust approach toward feature space analysis," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. PAMI-24, no. 5, pp. 603-619, May 2002.
 [9] H. Tao, H. S. Sawhney, and R. Kumar, "Dynamic Depth Recovery from Multiple Synchronized Video Streams," *Proceedings of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR '03)*, vol. 2, pp.351, 2003.
 [10] http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/calib_doc/
 [11] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, m15419, Multiview Video Test Sequence and Camera Parameters, April 2008.

업 기 문 (Gi-Mun Um)

정회원



1991년 2월 서강대학교 전자공학과
 1993년 2월 서강대학교 전자공학과 석사
 1998년 2월 서강대학교 전자공학과 박사
 1998년 6월~2000년 3월 한국전자통신연구원 박사 후 연수연구원

2000년 4월~현재 한국전자통신연구원 방통미디어 연구본부 방송시스템연구부 선임연구원
 2001년~2002년 캐나다 CRC(Communications Research Centre Canada) 방문연구원
 <관심분야> 3DTV, 휴먼팩터, MPEG, 다시점 3D 비디오 생성, 컴퓨터비전

박 지 민 (Jimin Park)

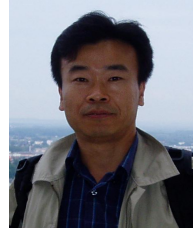
정회원



2008년 2월 한국정보통신대학교 전자공학과
2008년 2월~현재 한국과학기술원 정보통신공학과 석사과정
<관심분야> 전자공학, 통신공학, 정보통신공학

허 남 호 (Namho Hur)

정회원



1992년 2월 포항공과대학교 전자전기공학과
1994년 2월 포항공과대학교 전자전기공학과 석사
2000년 4월 포항공과대학교 전자전기공학과 박사
2000년 4월~현재 ETRI 실감방송시스템연구팀장
<관심분야> 3DTV, 3D DMB, 제어 및 전력전자

방 건 (Gun Bang)

정회원



1995년 2월 한림대학교컴퓨터공학과
1997년 2월 한림대학교 컴퓨터공학과 석사
2006년 2월 고려대학교 컴퓨터공학 박사수료
2000. 4~현재 한국전자통신연구원 방통미디어연구본부 방송시스템연구부 선임연구원

<관심분야> 3D 비디오 코덱, 멀티미디어 통신, 영상처리, 데이터방송 기술, 방송콘텐츠 보호관리 기술

김 진 응 (Jinwoong Kim)

정회원



1981년 2월 서울대학교 전자공학과
1993년 7월 Texas A&M 대학교 전기공학과 박사
1983년 3월~현재 한국전자통신연구원 방통미디어연구본부 책임연구원

<관심분야> 디지털 방송, 3DTV, 멀티미디어시스템

정 원 식 (Won-Sik Cheong)

정회원



1992년 2월 경북대학교 전자공학과(공학사)
1994년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
2000년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
2000년 5월~현재 한국전자통신연구원 방통미디어연구본부 방송시스템연구부 선임연구원

<관심분야> 영상처리 및 압축, 멀티미디어 시스템, 대화형방송, DMB, MPEG, 3DTV 등