

논문 2012-50-5-22

스테레오 동영상에서의 좌우 영상 바뀜 검출 기법

(Detection of View Reversal in a Stereo Video)

손 지 덕*, 송 병 철**

(Ji Deok Son and Byung Cheol Song[©])

요 약

본 논문은 스테레오 동영상에서 깊이 정보와 움직임 정보를 이용하여 좌영상과 우영상이 바뀜 것을 검출하는 기법을 제안한다. 스테레오 정합 기법을 통해 깊이 정보를 얻어 영상을 전경과 배경 영역으로 나누고 움직임 추정 기법을 이용해 움직임 벡터를 얻는다. 제안 기법은 전경이 인접한 배경 쪽으로 움직이거나 배경이 인접한 전경 쪽으로 움직였을 때 가려짐이 발생하는 영역이 배경이라는 것을 이용한다. 그러나 좌영상과 우영상이 바뀜 경우에는 깊이 정보가 반대로 얻어져 전경과 배경 영역도 반대로 얻어지므로 위와 같은 움직임이 있을 경우에 가려짐이 발생하는 영역은 전경이다. 따라서 좌영상과 우영상이 바뀜 것을 검출할 수 있다. 모의실험을 통해 제안 기법이 전경에 의해 배경 영역이 충분히 가려지는 경우 높은 검출률을 보임을 알 수 있다.

Abstract

This paper proposes detection of view reversal in a stereo video using depth map and motion vector information. We obtain a depth map by using a stereo matching and divide the input image into foreground and background. Next, we obtain a motion vector field by using a motion estimation. In general, an occluded region is in background when foreground goes toward the adjacent background or the background goes toward the adjacent foreground. But, we will face with the change of foreground and background because their depths also change when view reversal occurs. Therefore, we can detect the view reversal in stereo videos by using the observation that the foreground goes toward the adjacent background or the background goes toward the adjacent foreground. The experimental results show that the proposed algorithm achieves good detection rate when the background region is sufficiently occluded by the moving foreground.

Keywords : stereo video, view reversal, stereo matching, motion estimation, gradient

I. 서 론

최근 3D TV, 영화, 게임 등 관련 콘텐츠 수가 증가하면서 3D 영상에 대한 관심과 수요가 크게 증가하고 있다. 3D 모니터가 입체 영상을 표시하는 방식으로는 양안 시차 방식 (stereoscopic technique)과 복합 시차 지각 방식 (autostereoscopic technique)이 있는데, 양안

시차 방식은 좌안과 우안의 시차를 이용하여 입체를 구현하는 방식으로 안경 방식과 무안경 방식이 있다^[1]. 현재 상용화되고 있는 안경 방식은 SG (Shutter Glasses) 방식과 PR (Patterned Retarder) 방식으로 나뉜다. 서로 다른 위치에서 물체를 바라볼 때 그 물체의 위치 변화를 시차라고 하는데, 인간의 양안이 공간적으로 떨어져 있기 때문에 좌안으로 보는 영상과 우안으로 보는 영상에는 약간의 차이가 생긴다^[2]. 이러한 차이를 양안시차라고 하며, 이 양안시차를 통해서 깊이감이나 원근감 같은 입체감을 느낄 수 있다. 인간의 양안 거리에 해당하는 약 60~70mm 떨어진 두 대의 카메라로부터 얻은 시점이 다른 영상을 각각 좌영상, 우영상이라고 하는데 SG 방식 (시간 분할 방식)의 경우 입체 영상 표시 장치

* 학생회원, ** 평생회원, 인하대학교 전자공학부
(School of Electronic Engineering, Inha University)
※ 이 논문은 2012년 정부(교육과학기술부)의 재원으로
한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임
(2012R1A1B3000446).

© Corresponding Author(E-mail:bcsong@inha.ac.kr)
접수일자: 2012년12월26일, 수정완료일: 2013년4월24일

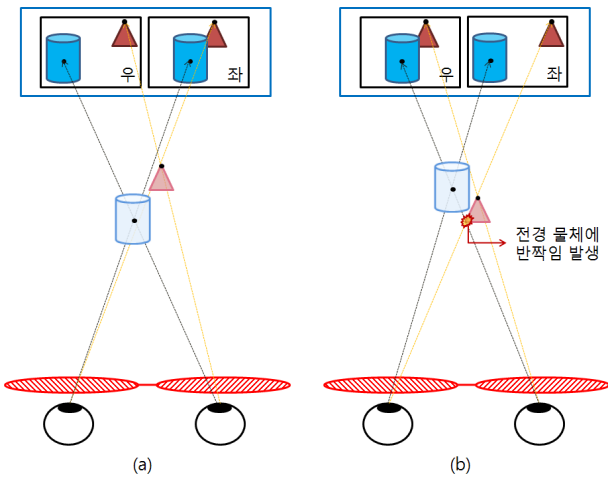


그림 1. (a) 정상인 경우, (b) 좌영상과 우영상이 바뀐 경우.

Fig. 1. (a) Normal case, (b) Reverse case.

에서 좌영상과 우영상을 번갈아 보내서 좌영상이 나올 때는 우안을 셔터로 닫아 좌안에만 영상이 들어갈 수 있게 해주고 우영상이 나올 때는 좌안을 셔터로 닫아 우안에만 영상이 들어갈 수 있게 해준다. 이렇게 입력된 좌우 영상은 뇌에서 두 영상을 합쳐서 3차원으로 인지하게 된다. PR 방식 (공간 분할 방식)의 경우 입체 영상 표시 장치에서 좌영상과 우영상을 각각 홀수 라인과 짝수 라인에 교대로 보내는데 편광 안경을 통하면 좌영상은 좌안으로 우영상은 우안으로 들어가 뇌에서 깊이 정보를 생성하여 3차원으로 인지하게 된다.

그러나 소프트웨어에 결함이 있거나 스테레오 동영상 편집 시에 editor가 좌영상과 우영상의 위치를 잘못 편집해서 좌영상과 우영상의 위치가 바뀌어 나오게 되면 좌안에는 우영상이 들어가고, 우안에는 좌영상이 들어가게 된다. 그림 1 (a)를 보면 좌영상과 우영상이 정상인 경우로 원기둥은 전경이고 삼각형은 상대적으로 뒤에 위치한 스테레오 영상이다. 이 경우, 원기둥의 상보다 삼각형의 상이 뒤쪽에 맞춰 정상적인 입체 영상으로 보이게 된다. 그러나 그림 1 (b)와 같이 동일한 스테레오 영상의 좌영상과 우영상이 바뀌게 되면 전경인 원기둥의 상이 삼각형의 상보다 뒤에 맞춰지게 된다. 이처럼 좌영상과 우영상이 바뀐 경우에는 전경이 뒤쪽에 위치하고 배경이 앞쪽에 위치한 것으로 잘못 인식된다. 이 때, 전경에 의해 가려진 배경 영역 중 좌영상과 우영상 중 한 곳에만 존재하는 영역이 있는데 이러한 영역에서는 좌안과 우안에 같은 영상이 들어가지 않게 되어 반짝임 현상이 나타나게 된다. 그러므로 뇌가 입체 영상 생성 시 혼란을 느끼게 되어 입체감이

느껴지지 않고 어지러움과 피로감을 유발하게 된다.

이러한 점을 극복하기 위해 좌영상과 우영상이 바뀐 것을 검출하는 것이 필요하다^[3]. 본 논문은 3차원 깊이 정보와 움직임 정보를 이용하여 스테레오 동영상 재생 시에 좌영상과 우영상이 바뀐 것을 검출하는 기법을 제안한다. 먼저, 스테레오 정합을 통해 영상의 깊이 정보를 얻어 영상 내의 영역들을 전경과 배경으로 나눈다. 전경 또는 배경이 움직임이 있을 때 가려지는 영역이 배경이면 정상임을 검출할 수 있고, 가려지는 영역이 전경이면 이는 잘못된 특성이므로 좌우가 바뀐 것을 검출할 수 있다. 실험 결과는 전경만 움직이고 배경은 정지한 실험 영상들에서 최대 100%의 검출률을 보이고, 전경과 배경 모두 움직이는 실험 영상들에서 최대 62.5% 검출률을 갖는 것을 보인다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II절에서 제안 기법의 세부 내용을 설명하고 III절에서 실험 결과와 실험 영상의 정보를 기술했으며 IV절에서 결론으로 끝맺음한다.

II. 제안 기법

본 논문은 스테레오 동영상 재생 중에 깊이 정보와 움직임 정보를 이용하여 좌영상과 우영상이 바뀐 것을 검출하는 기법을 제안한다. 제안 기법은 크게 세 과정으로 나뉘는데 첫 번째 과정에서는 스테레오 정합을 통해 깊이 정보를 획득하여 전경과 배경을 나누고 전경과 배경이 인접한 영역들을 얻는다. 두 번째 과정에서는 움직임 추정을 통해 움직임 벡터를 얻고, 마지막 과정에서 기울기 (gradient)를 계산한 뒤, 위에서 획득한 정보들을 이용하여 가려짐이 생긴 영역에서 좌영상과 우영상이 바뀌었는지 판단한다.

그림 2는 제안 기법의 블록도로 각 과정의 세부 내용은 다음과 같다.

1. 깊이 정보 획득

가. 스테레오 정합

3차원 공간상의 물체를 2차원의 평면에 투영시키면 공간상의 여러 점들을 한 점에 대응시켜야 하기 때문에 깊이 정보를 잃게 되는데 이렇게 손실된 3차원 정보는 다른 시점에서 촬영된 2차원 영상들을 이용하여 복원할 수 있다^[4]. 스테레오 정합은 두 장 또는 그 이상의 영상을 이용해서 서로 대응되는 지점들을 찾아 2차원 위치

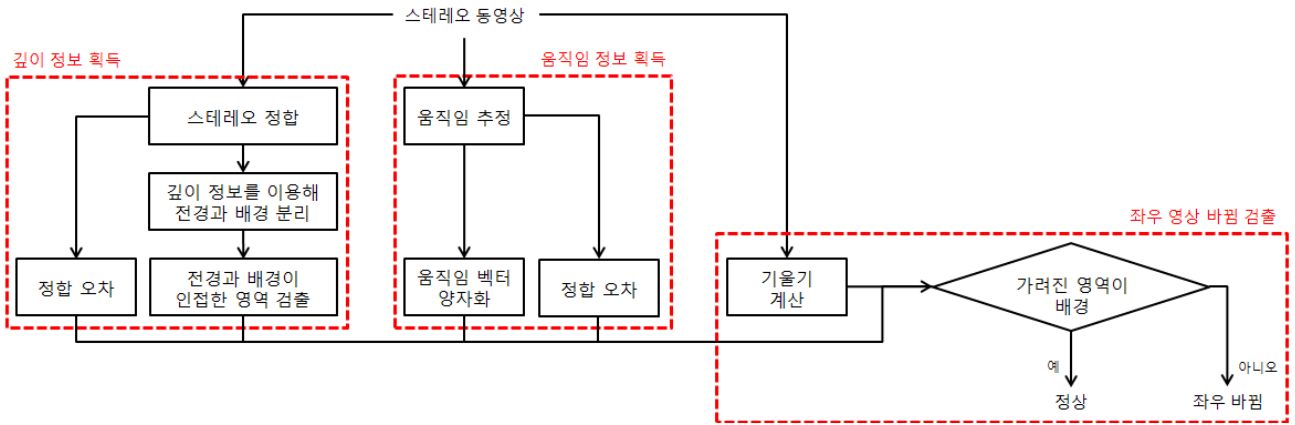


그림 2. 알고리즘 블록도.
Fig. 2. Block diagram.

를 3차원 깊이로 변환시켜 3차원 모델을 추정하는 과정이다^[5-7].

제안 기법에서는 입력 스테레오 영상이 편위 수정 (rectification)되었다고 가정하고, 수평 방향으로만 블록 정합을 수행한다^[8]. 또한, 연산량을 줄이기 위해 전형적인 3단계의 계층 탐색 (hierarchical search)을 사용하였는데, 원본 영상을 각 방향으로 1/2과 1/4로 다운 샘플링하고 SAD (Sum of Absolute Difference)를 이용하여 가장 낮은 레벨에서 $[-32, 32]$ 의 탐색 영역 내의 정합되는 블록을 찾는다. 8×8 의 탐색 블록을 사용하여 SAD가 최소값을 갖는 변위 (disparity) $\hat{d}^{(2)}$ 를 얻으면 블록 정합의 정확도를 검사하기 위해 양방향 체크 (bi-directional check)를 수행한다^[9]. 좌영상의 탐색 블록과 정합된 우영상의 특정 블록에서 탐색을 시작했을 때 정합된 좌영상의 블록과의 변위는 $-\hat{d}^{(2)}$ 가 되는지를 확인하여 $-\hat{d}^{(2)}$ 라면, 신뢰할 수 있다고 판단한다. 그러나 $-\hat{d}^{(2)}$ 가 아니라면 얻어진 변위가 신뢰할 수 없다고 판단하여 이웃 블록들의 변위 중 중앙값으로 변위를 대신한다. 다음 레벨에서는 $2 \times \hat{d}^{(2)}$ 를 기준으로 16×16 의 탐색 블록을 사용하여 $[-1, +1]$ 탐색을 하게 된다. 마찬가지로 최종 레벨에서는 $2 \times \hat{d}^{(1)}$ 를 기준으로 32×32 의 탐색 블록을 사용하여 $[-1, +1]$ 탐색을 수행한 뒤 최종 변위 \hat{d} 를 구한다.

후처리로 팽창 (dilation)과 침식 (erosion) 순으로 진행되는 닫기 (closing) 연산을 해주고 중앙값 필터링을 수행하여 아웃라이어 제거한 최종 변위 지도 (disparity map)를 얻었다^[10].

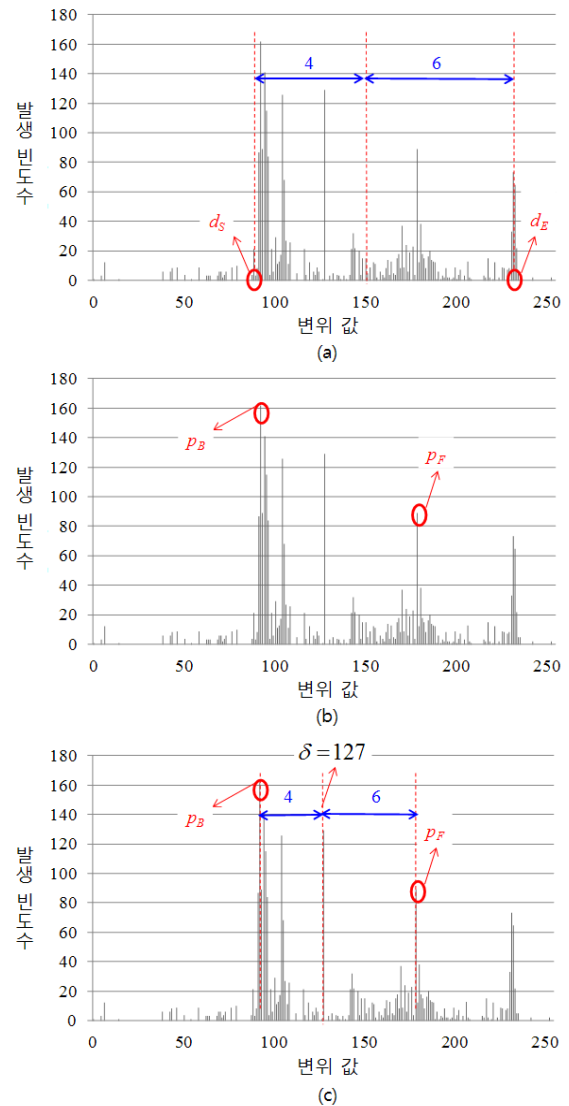


그림 3. 변위 히스토그램. (a) 시작점과 끝점, (b) 최대값 선정, (c) 임계값 결정.
Fig. 3. Disparity histogram. (a) the start and end points, (b) the peak selection, (c) the threshold determination.

나. 깊이 정보를 이용한 전경, 배경 분리

전경인 물체는 일반적으로 변위 히스토그램의 오른쪽에 위치하고 배경은 왼쪽에 위치하는 특징을 이용하여 전경과 배경을 나눈다^[8]. 먼저, 그림 3 (a)와 같이 시작점 d_S 과 끝점 d_E 을 0이 아닌 점으로 잡고 시작점과 끝점을 기준으로 4:6인 지점을 찾아서 왼쪽 영역은 초기 배경 영역으로, 오른쪽 영역은 초기 전경 영역으로 구분한다. 다음으로 그림 3 (b)와 같이 초기 전경, 배경 영역에서 최대값을 갖는 두 지점 p_F 와 p_B 을 찾고, $[p_B, p_F]$ 구간의 4:6인 지점을 최종 변위 임계값 (threshold) δ 로 지정한다. 임계값 δ 을 기준으로 왼쪽 영역은 최종 배경 영역이 되고, 오른쪽 영역은 최종 전경 영역으로 분리한다.

다. 전경과 배경이 인접한 영역 추출

좌영상과 우영상이 바뀔 것을 검출하기 위해서는 전경이 이웃한 배경 쪽으로 움직이거나 배경이 이웃한 전경 쪽으로 움직이는 영역을 이용해야 한다. 그러므로 이전 과정에서 얻어진 전경, 배경 정보를 이용하여 전경과 배경이 인접한 영역들을 검출한다.

그림 4의 8x8 블록에서 각 블록은 스테레오 정합으로 획득된 변위가 할당되어 있는 8x8 단위 블록이다. 첫 번째 행처럼 8x8 블록의 두 행 또는 두 열이 각각 전경과 배경으로 판단되었을 때, 전경과 배경이 수직 또는 수평 방향으로 위치해 있는 경우로 판단한다. 두 번째 행처럼 각 모서리의 3x3 영역이 각각 전경과 배경으로 판단되었을 때는 전경과 배경이 대각선상에 위치해 있는 경우로 판단한다. 그림 4의 흰색 블록은 무관향으로 전경과 배경 어느 것으로 판단되어도 상관없는 영역이다.

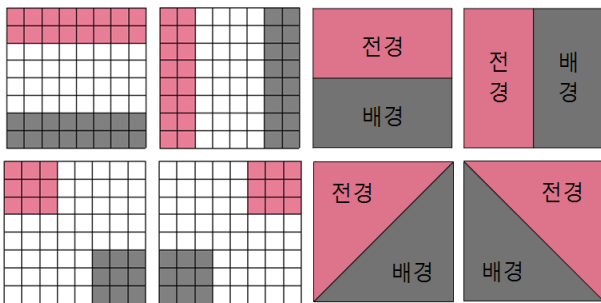


그림 4. 전경과 배경이 인접한 영역.
Fig. 4. The region which foreground and background are together.

2. 움직임 정보 획득

가. 움직임 추정

제안 기법은 움직임 추정 기법 중 가장 기본적인 전역 탐색 기법 (full search)을 사용하였는데 현재 프레임의 특정 블록을 이전 프레임의 일정한 탐색 영역 내에서 모든 후보 블록과 비교하여 가장 유사한 블록을 찾는 기법이다^[11~12]. 현재 프레임을 8x8 단위 블록으로 나누고 각 블록과 가장 유사한 블록을 찾기 위해 16x16의 탐색 블록을 사용하여 이전 프레임의 $[-P, P]$ 탐색 영역 내에서 SAD를 계산한다. 후보 블록 중 각 픽셀 간의 휘도 (luminance) 차를 최소로 하는 블록을 찾아 블록 간의 거리를 움직임 벡터로 할당한다.

스테레오 정합에서와 마찬가지로 블록 정합의 정확도를 검사하기 위해 양방향 체크를 수행한다. 현재 프레임의 블록 B_{cur} 이 이전 프레임의 후보 블록 중 B_{ref} 와 정합된 경우, 정합된 블록 B_{ref} 에서 현재 프레임의 $[-P, P]$ 범위 내 탐색을 시작했을 때 최소 SAD를 갖는 블록은 B_{cur} 가 되어야한다. 그렇지 않은 경우에는 얻어진 움직임 벡터가 신뢰할 수 없다고 판단하여 이후 과정에서 사용하지 않는다.

3. 좌우 영상 바뀔 검출

전경이 이웃한 배경 쪽으로 움직이거나 배경이 이웃한 전경 쪽으로 움직이는 경우, 전경과 배경이 인접해 있는 영역에서 가려짐이 발생하는데 이 때 가려진 영역은 배경이다. 그러나 좌영상과 우영상이 바뀌게 되면 변위 지도가 반대로 얻어지므로 전경과 배경이 반대로 얻어져 가려진 영역이 전경이 되고 좌영상과 우영상이 바뀔 것을 검출할 수 있다.

가. 기울기 계산

에지나 텍스처와 같은 특징이 없는 평탄한 영역에서는 스테레오 정합과 움직임 추정을 통해 얻어진 깊이 지도와 움직임 벡터가 잘못된 정보일 가능성이 크기 때문에 이러한 영역에서는 좌영상과 우영상의 위치 바뀔 검출이 잘못될 확률이 높다. 그러므로 검출의 신뢰성을 높이기 위해 기울기를 계산하여 이웃 픽셀 간의 차가 낮은 평탄한 영역을 후보군에서 제거한다.

$$G_x(x, y) = I(x - 1, y) - I(x + 1, y) \tag{1}$$

$$G_y(x, y) = I(x, y - 1) - I(x, y + 1) \tag{2}$$

식 (1)과 식 (2)는 각각 수평, 수직 방향의 기울기를 구하는 식이다. 이 식을 이용하여 블록 내의 기울기를 계산하고 그 값이 τ_1 보다 큰 개수를 세서 τ_2 개 이상을 가진 블록은 기울기 조건을 만족한다고 판단한다.

나. 좌영상과 우영상의 바뀜 판단

깊이 정보와 움직임 벡터가 좌우 바뀜 검출에서의 가장 중요한 정보이므로 검출의 정확성과 직결되기 때문에 잘못 추정된 후보군을 제거해야 한다. 스테레오 정합의 경우에는 좌영상이나 우영상 중 한 곳에만 존재하는 폐색 영역 (occlusion)이 존재하는데 이러한 영역에서는 정합 시 SAD 값이 크게 된다. 또한, 움직임 추정의 경우에는 새로 나타나는 영역이나 사라지는 영역에서의 정합 시 SAD 값이 크게 된다. 이러한 블록들은 정합이 잘못되었을 가능성이 높으므로 정합 SAD가 큰

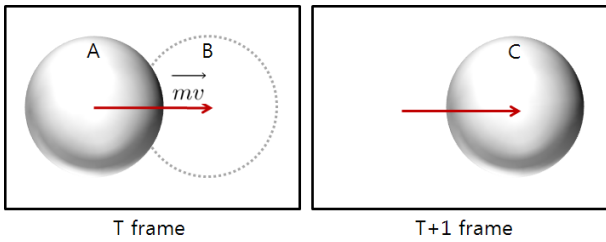


그림 5. 좌우 바뀜 검출이 가능한 영역.
Fig. 5. Available region for detecting reversal.

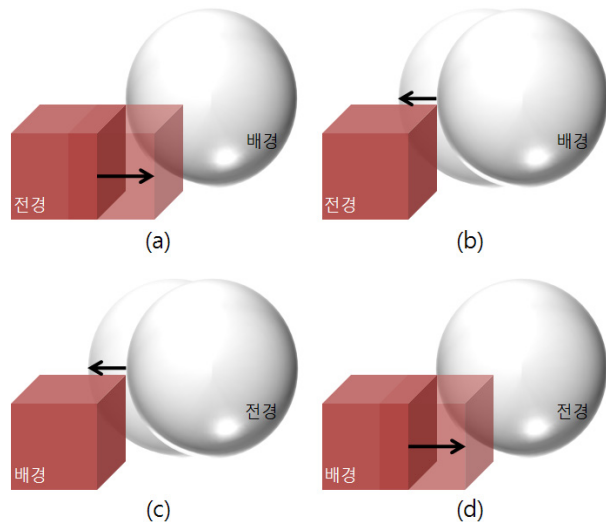


그림 6. (a) 정상이고, 전경이 움직이는 경우, (b) 정상이고, 배경이 움직이는 경우, (c) 좌우 영상이 바뀌었고, 전경이 움직이는 경우, (d) 좌우 영상이 바뀌었고, 배경이 움직이는 경우.

Fig. 6. (a) Normal case and foreground moves, (b) Normal case and background moves, (c) Reverse case and foreground moves, (d) Reverse case and background moves.

경우에는 후보군에서 제외시킨다.

그림 5를 보면 첫 번째 프레임의 A영역이 \overrightarrow{mv} 만큼 움직여 다음 프레임에서 C위치로 이동하게 되는데 C와 동일한 위치를 첫 번째 프레임에 표시한 것이 B영역이다. A영역이 전경이라면 \overrightarrow{mv} 만큼 이동한 뒤 배경인 B영역을 가리게 된다. 그림 6 (a)처럼 전경이 이웃한 배경 쪽으로 움직이거나 6 (b)처럼 배경이 이웃한 전경 쪽으로 움직이는 경우에 가려짐이 발생한다. 그러나 좌영상과 우영상이 바뀌게 되면 깊이 정보가 반대로 얻어져 전경과 배경이 반대로 얻어지게 된다. 따라서 그림 5의 A와 C영역이 배경이 되고 B영역이 전경이 된다. 이 경우, 배경인 A가 이웃한 전경 영역 B쪽으로 움직여서 전경을 가린 것을 알 수 있다. 그림 6 (c)와 (d)를 보면 6 (a), (b)와 같은 움직임을 갖고 있지만 가려진 영역이 전경임을 알 수 있다. 배경이 그보다 앞쪽에 있는 전경을 가릴 수는 없기 때문에 깊이 정보가 제대로 얻어지지 않았다고 판단할 수 있고, 좌영상과 우영상이 바뀐 것을 검출할 수 있다.

이와 같은 영역에서 좌우 바뀜 판단을 하는 과정은 그림 7의 pseudo code에 나타나 있다. 먼저, A, B, C 영역 모두 3. 가 질의 기울기 조건을 만족시켜야 하고, 스테레오 정합 SAD^d 가 임계값 Th_d 보다 작아야 하며, A영역의 움직임 추정 SAD_A^m 가 임계값 Th_m 보다 작아야 한다. B영역이 정지해 있거나 작은 움직임을 가질 때, A영역이 이웃한 B영역으로 움직이면 C영역에서는 기존의 B영역에 있던 것들이 가려진다. 이러한 C영역이 전경이라면 정상이고, 배경이라면 좌우가 바뀐 것이다.

```

Condition 1
• A,B,C satisfy a gradient condition
•  $SAD_A^d, SAD_B^d, SAD_C^d < Th_d$  &&  $SAD_A^m < Th_m$ 

Condition 2
• A moves toward the adjacent B which has a zero or a small motion.

For every object satisfying condition 1 & 2,
• if (C==foreground)           normal;
  else if (C==background)      reversal;
    
```

그림 7. 좌우 바뀜 판단 부분의 pseudo code.
Fig. 7. Pseudo code for detecting reversal.

III. 실험

그림 8과 같이 총 26개의 영상에 대해서 실험을 진행하였다. 배경 영역이 이웃한 전경 쪽으로 움직이게 되면 전경 뒤쪽으로 사라지게 되어 정확한 움직임 벡터를 얻을 수 없다. 그러므로 실험 영상은 표 1처럼 배경 영역의 움직임이 있는 경우와 없는 경우로 구분하였고, 회전이나 z축 운동 등 특별한 움직임을 갖는 경우까지 총 3가지 클래스로 분류하였다. 1, 13, 14, 21번 영상은 아이온 게임 샘플 동영상에서 추출하였고, 2, 15번 영상은 영화 아바타, 3, 26번 영상은 쿵푸 팬더, 4, 5번 영상은 스트리트 댄스, 6~8, 19번 영상은 슈퍼 배드, 9, 25번 영상은 라푼젤, 10, 20번 영상은 텅커벨, 12번 영상은 몬스터 하우스, 16, 22번 영상은 볼트, 17, 18, 23, 24 영상은 마다가스카3에서 추출하였다. 11번 영상은 <http://3dttv.at> 에서 다운 받아 사용하였고, 게임 샘플 영상은 30fps, 영화 영상은 24fps, 다운 영상은 25fps를 갖는다. 11번, 12번 영상은 각각 1440×576, 3840×1080 사이즈며, 나머지 영상들은 1920×1080 사이즈를 갖는다.

평가 방법으로는 오검출률과 미검출률을 이용하였는데 오검출률은 전체 실험 영상 중 잘못 검출된 (false

positive) 비율을 나타낸 것이고 미검출률은 전체 실험 영상 중 검출이 되지 않은 (false negative) 비율을 나타낸 것이다.

그림 9를 보면 가로축에 각 픽셀 당 평균 스테레오 정합 오차 값을 임계값으로 주어 그 변화에 따른 좌우 바뀜 오검출률과 미검출률을 도시하였다. n 은 스테레오 정합 시 사용했던 탐색 블록의 사이즈로 32×32이다. 배경은 정지하고 전경에만 움직임이 있는 클래스 1의 경우 Th_d/n 이 낮아질수록 오검출이 줄고 특정 Th_d/n 에 도달하면 오검출이 사라진다. 배경과 전경이 모두 움직이는 클래스 2의 경우에도 Th_d/n 이 낮아질수록 오검출이 줄지만 미검출도 증가하게 된다. 이는 제안 기법이 배경이 정지하거나 작은 움직임을 갖는 경우에만 검출 후보군으로 선택하기 때문에 클래스 2는 클래스 1보다 후보군의 수가 적을 수밖에 없고 이로 인해 미검출률이 증가한 것을 볼 수 있다. 클래스 3의 경우에는 오검출이 없지만 Th_d/n 이 높아져도 미검출되는 경우가 발생하는데 이 영상은 전경의 움직임이 주로 전경 내에서 발생하여 좌우 바뀜 판단을 할 수 있는 후보 영역이 없어 좌우 바뀜이 검출되지 않았다.

각 클래스 별로 오검출이 발생하지 않을 때의 최대 좌우 바뀜 검출률을 표 2에 정리하였다. 모든 클래스의

표 1. 테스트 영상의 특성.
Table1. The property of test sequences.

	Property
Class 1	배경의 움직임이 거의 없으며 전경의 움직임은 주위 배경을 충분히 가림.
Class 2	전경과 배경이 모두 움직임이 있음.
Class 3	회전이나 z축 운동 등 전경의 움직임이 있으나 배경 영역을 클래스 1만큼 많이 가리지 못하거나 주 움직임이 zoom인 경우.

표 2. 오검출이 없는 임계값에서의 좌우 바뀜 검출률.
Table2. Ditection rate when false positive doesn't occurs.

	검출	검출률
Class 1	12/12	100%
Class 2	5/8	62.5%
Class 3	5/6	83.33%



그림 8. 실험 영상. 상 : 클래스 1, 중 : 클래스 2, 하 : 클래스 3.

Fig. 8. Test sequence. First row : class 1, second row : class 2, third row : class 3.

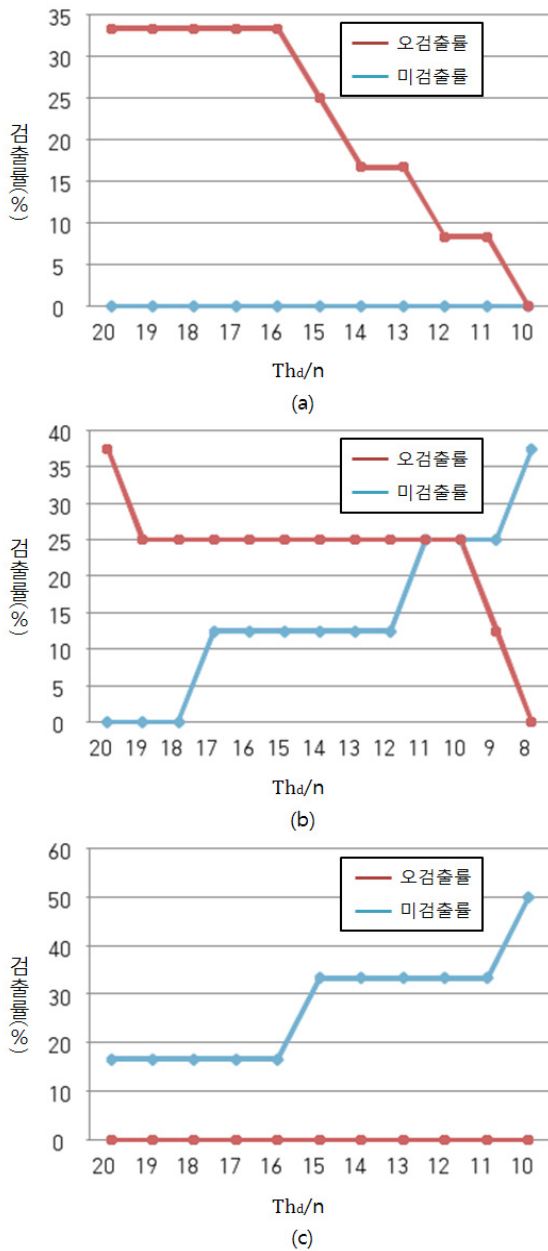


그림 9. 제안 기법의 검출률. (a) 클래스 1, (b) 클래스 2, (c) 클래스 3.

Fig. 9. Detection rate of the proposed algorithm. (a) Class 1, (b) Class 2, (c) Class 3.

영상들은 평탄한 영역이 적고, 전경의 움직임으로 인해 배경 영역이 충분히 가려질 때 검출이 잘 된다. 배경은 정지하고 전경만 움직이는 클래스 1은 가장 이상적인 경우로 특정 Th_d/n 에서 검출률이 100%다. 클래스 2는 전경과 배경이 같은 방향으로 움직여 가려짐이 생기는 영역이 적은 경우도 있어 검출률도 62.5%로 낮아졌다. 클래스 3은 전경의 움직임이 있으나 이웃한 배경을 가리는 정도가 크지 않은 움직임을 갖는 영상들이다. 그

렇기 때문에 후보군이 위의 두 클래스에 비해 작고, 같은 threshold를 주었을 때 50%의 검출률을 갖는다. 그러나 오검출이 발생하지 않는 최대 Th_d/n 의 경우에는 최대 83.33%의 검출률을 얻을 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 깊이 정보와 움직임 정보를 이용하여 스테레오 동영상에서 좌영상과 우영상이 바뀐 것을 검출하는 기법을 제안하였다. 영상 내의 전경 또는 배경이 움직일 때 가려지는 영역이 전경인지 배경인지 판단하여 좌우가 바뀐 것을 판단할 수 있다. 모의 실험을 통해 전경만 움직이고 배경은 정지한 실험 영상들인 클래스 1은 최대 100%의 검출률을 보이고, 전경과 배경 모두 움직이는 실험 영상들인 클래스 2는 최대 62.5% 검출률을 갖는 것을 보인다.

참 고 문 헌

- [1] P. Benzie, J. Watson, P. Surman, I. Rakkolainen, K. Hopf, H. Urey, V. Sainov and C. von Kopylow, "A survey of 3DTV displays: techniques and technologies", IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology, vol. 17, no. 11, pp. 1647-1658, 2007.
- [2] L. M. J. Meesters, W. A. IJsselstein and P. J. H. Seuntjens, "A survey of perceptual evaluations and requirements of three-dimensional TV", IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology, vol. 14, no. 3, pp. 381-391, 2004.
- [3] 손지덕, 송병철, "스테레오 동영상에서의 좌우 영상 바뀐 검출", 2012년 대한전자공학회 추계학술대회 논문집, 598-593쪽, 이화여자대학교, 대한민국, 2012년 11월
- [4] A. Puri, R. V. Kollarits and B. G. Haskell, "Basics of stereoscopic video, new compression results with MPEG-2 and a proposal for MPEG-4", Signal Processing: Image Communication, vol. 10, pp. 201-234, 1997.
- [5] C. L. Zitnick and T. Kanade, "A cooperative algorithm for stereo matching and occlusion detection", IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 22, no. 7, pp. 675-684, 2000.
- [6] J. Sun, N. N. Zheng and H. Y. Shum, "Stereo matching using belief propagation", IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.

- 25, no. 7, pp. 787-800, 2003.
- [7] R. Szeliski, Computer Vision: Algorithms and Applications, Springer, 2010.
- [8] H. G. Kim, J. Y. Jang, J. H. Seo, J. K. Kang, and B. C. Song, "Stereoscopic perception improvement using depth-adaptive sharpness adjustments and hardware implementation", submitted to IEEE Trans. Consumer Electronics, 2012.
- [9] M. E. Izquierdo, "Stereo image analysis for multi-viewpoint telepresence applications," Signal Processing: Image Communications, vol. 11, no. 3, pp. 231-254, 1998.
- [10] R. Gonzalez and R. Woods, Digital Image Processing, Prentice-Hall, 2007.
- [11] L. M. Po and W. C. Ma, "A novel four-step search algorithm for fast block motion estimation", IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology, vol. 6, no. 3, pp. 313-317, 1996.
- [12] S. Zhu and K. K. Ma, "A new diamond search algorithm for fast block-matching motion estimation", IEEE Trans. Image Processing, vol. 9, no. 2, pp. 287-290, 2000.

 저 자 소 개



손 지 덕(학생회원)
 2012년 인하대학교 전자공학과
 학사 졸업.
 2012년~현재 인하대학교
 전자공학과 석사 과정
 <주관심분야 : 영상 신호처리>



송 병 철(평생회원)
 1994년 한국과학기술원 전기 및
 전자 공학과 졸업 (학사).
 1996년 한국과학기술원 전기 및
 전자 공학과 졸업 (석사).
 2001년 한국과학기술원 전기 및
 전자공학과 졸업
 (공학박사).

2001년~2008년 삼성전자 디지털미디어연구소
 책임연구원

2008년~현재 인하대학교 전자공학부 교수
 <주관심분야 : 영상 신호처리, 영상시스템/SoC>