

## 기하구조 기반 깊이 추정에 적합한 소실점 검출 기법

\*김준호 \*\*강현수 \*김진수 \*최해철 \*이시웅

\*한밭대학교 정보통신전문대학원 \*\*충북대학교 정보통신공학부

\*laimoon@nate.com

## Vanishing Point Detection Method suited to Geometry-based Depth Estimation

\*Kim, Jun-Ho \*\*Kang, Hyun-Soo \*Kim, Jin-Soo, \*Choi, Hae-Chul \*Lee, Si-Woong

\*Graduate School of Information &amp; Communications, Hanbat National University

\*\* School of Information &amp; Communications, Chungbuk National University

## 요약

본 논문에서는 2D-to-3D 변환을 위한 기하구조 기반 깊이 추정에 적합한 소실점 검출 기법을 제안한다. 3D 공간에서 평행한 직선들은 2D 공간으로의 투시영상에서 시점에서 멀어질수록 간격이 좁아지고, 결국에는 한 점으로 수렴하게 된다. 수렴된 점을 소실점(vanishing point)이라 하고, 소실점을 거쳐 지나가는 직선들을 소실선(vanishing lines)이라고 한다. 일반적으로, 인간은 소실선과 소실점을 추정된 2D 영상에서 소실점이 관찰자 시점으로부터 제일 먼 지점이라는 인식을 이용하여 깊이 정보를 인지할 수 있다. 전경영역과 배경영역 간의 경계에서는 수직성분을 가진 선들이 생성되어 올바른 소실점을 검출하는데 방해가 될 수 있다. 그렇기 때문에 본 논문에서는 수직성분을 가진 선들을 제거하여 소실점을 탐색하는 기법을 제안한다.

## 1. 서론

최근, 3D 미디어에 관한 관심이 높아지고 있다. 3D 기능이 탑재된 다양한 3DTV가 출시되고, 노트북, 휴대전화 등의 개인용 기기도 3D 제품이 출시되어 보급되고 있다. 따라서 3D 콘텐츠에 대한 수요는 앞으로도 계속 증가하겠지만, 그에 따른 공급은 수요를 따라가지 못하는 실정이다.

3D 영상을 획득하기 위해서는 주로 두 대의 카메라를 이용하는 스테레오스코픽(stereoscopic) 카메라 시스템이 사용된다. 하지만 스테레오스코픽 카메라 시스템을 사용하여 3D 콘텐츠를 제작하는 경우에는 많은 비용과 시간이 필요하기 때문에 충분한 양의 3D 콘텐츠를 공급하지 못한다. 보다 많은 3D 콘텐츠를 공급하기 위해 높은 추가 비용 없이 기존의 2D 콘텐츠를 3D 콘텐츠로 재사용할 수 있는 2D 영상의 3D 변환(2D-to-3D) 기법에 대한 연구가 활발히 진행 중이다[1].

입체감을 느낄 수 있는 근거로는 좌안과 우안에 다른 영상이 각각 맺히게 되어 입체감을 느끼게 하는 양안 시차(binocular disparity) 등의 양안 단서(binocular disparity) 이외에 한 쪽 눈으로도 입체감을 인지하게 하는 단안 단서(monocular cues)들이 있다. 그 단서들로는 객체와 배경과의 움직임 차이, 객체와 배경의 흐릿한 정도, 선형 원근법(linear perspective), 객체의 질감, 객체간의 위치 등이 있다[2]. 본 논문에서는 이러한 단서들 중에 선형 원근법이라는 깊이 지각 단서를 이

용하여 깊이지도를 생성한다. 선형 원근법이란 3D 공간에서 평행한 직선들이 시점에서 멀어질수록 간격이 좁아져 한 점으로 수렴하게 되는 특성으로 인해 깊이를 인지할 수 있게 되는 것이다. 이러한 특성을 2D 영상에 적용하기 위해서 영상 내에서 소실점과 소실선을 검출하여 그에 따라 깊이를 추정한다. 이러한 방식을 영상 내 존재하는 기하학적 요소를 기반으로 한 깊이 추정이라고 할 수 있다. 영상의 전체적인 기하구조는 기본적으로 배경영역에서 찾아질 수 있기 때문에 배경영역에서 소실점 및 소실선을 검출하는 것이 타당하다. 하지만, 대부분의 영상 콘텐츠에는 전경영역이 존재하며 전경영역이 가지는 선들과 전경영역과 배경영역 경계에서 생성되는 선들은 소실점 검출에 방해요소가 될 수 있다. 특히, 전경영역과 배경영역 경계에서의 수직에 가까운 선들은 올바른 소실점 및 소실선 검출에 심각한 악영향을 미치기 때문에 본 논문에서는 이러한 수직성분을 가진 선들을 제거한 후 소실점과 소실선을 검출하는 방법을 제안한다.

## 2. 제안 방법

본 논문에서 제안하는 시스템은 그림 1과 같은 순서로 깊이지도를 생성한다. 먼저, 2D 입력영상에 에지 맵의 생성을 위해 소벨 마스크를 적용시킨다. 그리고는 이진화 알고리즘들 중에 하나인 오토 알고리즘(otsu algorithm)을 이용하여 에지를 검출한다. 그림 2는 원 영상에서

소벨 마스크를 적용한 에지 맵 영상과 오즈 알고리즘을 적용하여 에지를 검출한 영상이다.

다음에는 에지가 검출된 영상에서 선을 검출하는 과정을 수행한다. 임의의 직선을 검출하기 위한 방법으로 허프 변환(hough transform) 기법이 있다. 허프 변환 방법으로는 기울기-절편 좌표계를 통한 변환 방법과 거리-각 좌표계를 통한 변환 방법이 있다. 기울기-절편 좌표계에 비해 거리-각 좌표계를 통한 변환은 기울기가 무한대로 가는 것을 방지하고 검출할 수 있다는 점에서 우수하다. 소벨 마스크를 적용시킨 영상에 오즈 알고리즘을 적용한 뒤, 거리-각 좌표계를 통해 선을 검출한다[3].



그림 1. 시스템 흐름도

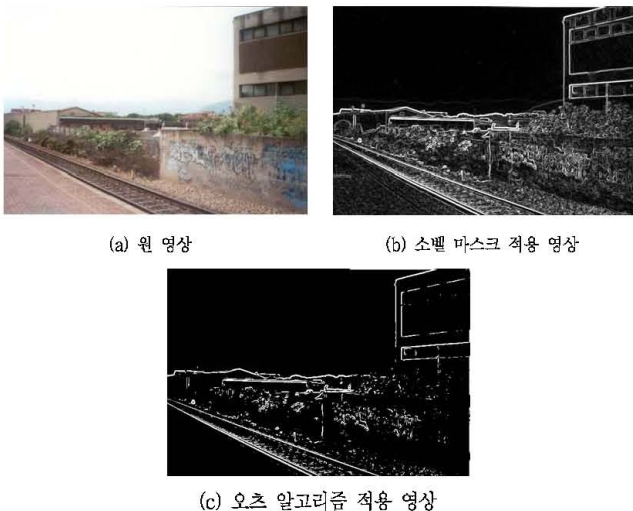


그림 2. 에지 추출

소실점의 후보가 되는 직선들은 배경영역에서 주로 찾아 볼 수 있다. 전경영역과 배경영역의 경계에서 생성되는 수직성분들은 소실점을

검출하는데 방해가 된다는 인간의 경험적 요소를 활용하여 제거된다. 소실선의 후보가 될 직선들 중에서 수직에 가까운 직선들을 제거함으로써 더 정확하게 영상의 소실점을 검출할 수 있게 한다. 그림 3은 수직에 가까운 직선을 제거하여 올바른 소실점을 검출한 영상을 보여주며, 결과적으로 더 정확한 깊이지도를 생성할 수 있게 한다.

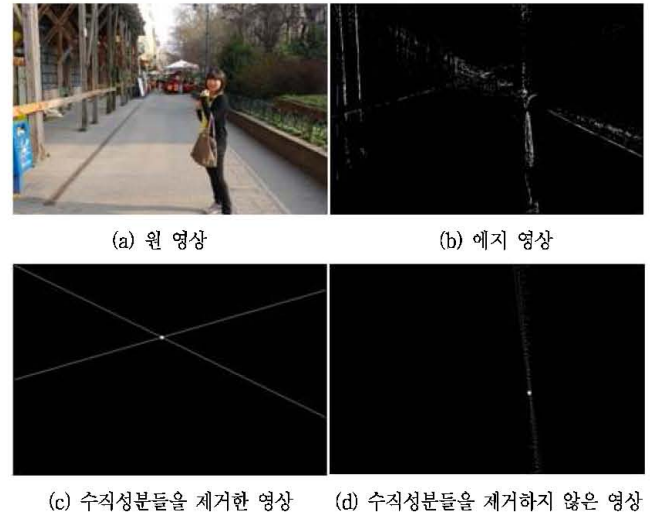
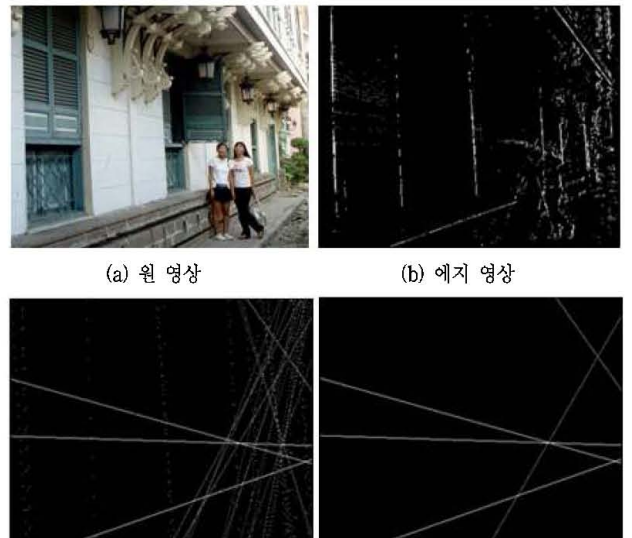


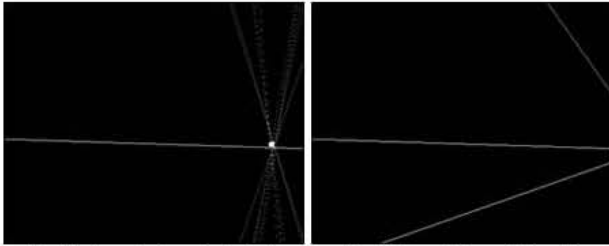
그림 3. 전경 영역의 수직성분 제거

### 3. 실험 결과

그림 4(c)와 (d)는 소실점을 검출할 때, 수직성분들을 제거하지 않은 영상과 수직성분들을 제거한 영상을 보여주고 있으며 (e)와 (f)는 (c)와 (d) 각각의 영상에서 소실점과 소실선을 검출한 결과를 보여주고 있다. 실험을 통해 소실점을 검출하는 과정에서 수직성분을 포함한 선들을 제거하지 않으면 부정확하게 소실점이 검출되지만 수직성분을 포함한 선들을 제거한 나머지 선들을 이용하여 소실점을 검출한 결과는 신뢰할 수 있다는 것을 알 수 있다.

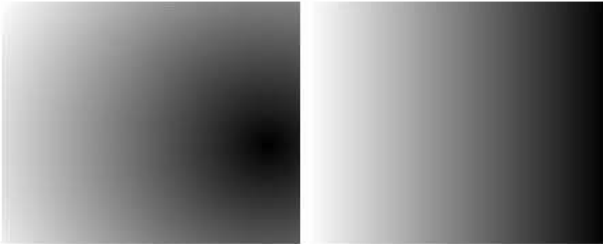


(c) 수직성분들을 제거하지 않은 영상 (d) 수직성분들을 제거한 영상



(e) (c)의 소실점, 소실선 영상

(f) (d)의 소실점, 소실선 영상



(g) (c)의 깊이지도 영상

(h) (d)의 깊이지도 영상

그림 4. 실험 결과 영상

#### 4. 결론

본 논문에서는 2D 영상에서 깊이를 인지할 수 있는 단안 단서들 중에 하나인 소실점을 이용하여 깊이지도를 생성하는 방법에 대해 제안하였다. 그레이 영상으로 에지 영상을 생성하였고, 생성된 에지 영상에서 선들을 검출하였다. 검출된 선들 중에서 전경영역과 배경영역 간에 수직방향으로 생성되는 경계선들은 정확한 소실점의 검출을 방해하는 요인이다. 실험 과정에서 불필요한 수직성분의 선들을 제거하여 효과적으로 소실점을 검출할 수 있는 결과를 보였다.

#### 5. 참고 문헌

- [1] 이왕로, 강근호, 유지상, "객체 기반 3D 입체 영상 변환 기법," 한국통신학회논문지 '11-09 Vol. 36 No. 9, 2011
- [2] L. Zhang, C. Vazquez, and S. Knorr, "3D-TV Content Creation: Automatic 2D-to-3D Video Conversion," IEEE Transactions on Broadcasting, Vol. 57, No. 2, pp. 372 - 383, 2011.
- [3] J. Illingworth, and J. Kittler, "The Adaptive Hough Transform," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol 9, No. 5, 1987.