

---

# Gabor Filter를 이용한 소실선 검출 기반의 깊이 지도 생성 기법

유태훈\*, 이상훈\*\*

\*광운대학교 플라즈마 바이오 디스플레이학과, \*\*광운대학교 교양학부

## Generation Method of Depth Map based on Vanishing Line using Gabor Filter

Tae-Hoon Yoo\*, Sang-Hun Lee\*\*

\*Dept of Plasma Bio Display, KwangWoon University

\*\*Dept of General Education, KwangWoon University

---

**요약** 본 논문에서는 기하학적 단서인 소실선과 텍스처를 이용하여 깊이 지도를 생성하는 방법을 제안한다. 소실선은 영상 내 존재하는 평행한 직선들에 의해 생성되는 것으로 영상에서 Gabor Filter를 통해 특정 각도의 경계를 추출하고 이를 허프 변환을 통해 직선을 추출하여 소실선을 검출해낸다. 검출된 소실선에 따라 초기 깊이 지도를 생성하고 텍스처 단서인 슈퍼 픽셀을 이용한 상대적 깊이 지도를 결합하여 최종 깊이 지도를 생성한다. 소실선을 이용한 초기 깊이지도와 슈퍼 픽셀을 이용한 상대적 깊이 지도를 결합함으로써 보다 신뢰성 있는 깊이 지도가 생성되었다.

• **주제어** : 소실선, 허프변환, 가버필터, 검출, 지도

**Abstract** In this paper, we propose method of generation of depth map using vanishing line and texture. vanishing line is generated by parallel lines in image. For generate vanishing line, show boundary of particular angle through Gabor Filter and extract line through Hough Transform. Initial Depth Map is estimated based on vanishing line and combine Relative Depth map that generated using Texture Cue. The proposed algorithm advanced due to combine Initial Depth Map and Relative Depth Map.

• **Key Words** : Vanishing Line, Hough Transform, Gabor Filter, Detection, Map

---

### 1. 서론

최근 3D 영상에 대한 관심은 3D 영화가 애니메이션에서 실사 영화로 확장되면서 나타났다. 영화 아바타를 시작으로 IMAX 영화관 등을 통해 상용화에 성공함에 따라 3DTV의 사회적 수요 가능성을 높여주면서 3D 영상에 대한 사회적 관심을 증대시켰다.

3D영상의 제작 방법은 CG영상 제작, 실사 촬영제작, 실사 촬영과 CG영상을 결합한 제작, 2D 영상을 3D 영상으로 바꾸는 컨버팅 제작 등 크게 네 가지로 분류할 수 있다. 그러나 CG영상 제작이나 실사 촬영제작은 많은 비용과 시간이 소요되어 3D 콘텐츠의 병목현상이 일어나고 있다. 이에 따라 기존의 방대한 2D 콘텐츠를 재활용할 수 있는 컨버팅 제작에 대한 많은 연구가 이루어지고

---

본 논문은 2012년도 광운대학교 교내 학술 연구비 지원에 의해 연구되었음.

\*\*교신저자 : 이상훈(leesh58@kw.ac.kr)

접수일 2011년 12월 15일 수정일 2012년 1월 28일 게재확정일 2012년 2월 15일

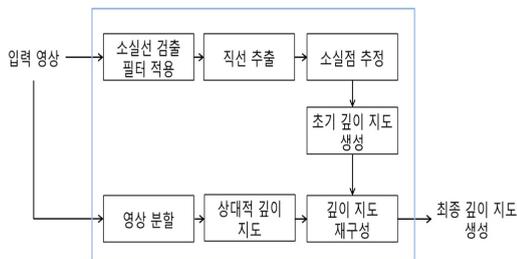
있다.[1][2]

우리가 일반적으로 접하는 영상은 3차원 상의 놓여있는 객체들이 카메라를 거쳐서 2차원 평면으로 투영된 결과물이다. 이런 투영 과정을 통해 물체의 깊이 정보가 소실되는데 소실된 깊이를 휴먼팩터를 이용한 소프트웨어를 통해 재생성하여 3D 영상으로 만드는 것이 2D-3D 컨버팅이다.

인간이 입체감을 느끼는 휴먼팩터 중 하나인 소실점은 3차원 공간의 평행한 직선들이 2차원 영상으로 투영되면서 원근감에 의해 한 점에서 만나는 것이다.[3] 이러한 단일 영상에서의 소실점은 카메라 위치를 기준으로 가장 먼 곳에 해당하므로 깊이를 추정하는 단서가 된다. 따라서 본 논문에서는 소실점을 기반으로 상대적인 깊이 지도를 생성한다.

## 2. 깊이 지도 생성

본 논문에서는 영상의 깊이 지도를 생성하기 위해서 휴먼팩터 중 기하학적 단서인 소실점과 텍스처 단서인 슈퍼픽셀을 이용한다. 그림 1은 입력 영상을 소실점 추정 과정과 슈퍼 픽셀을 구하는 과정으로 나누어 최종 깊이 지도를 생성하는 흐름도이다.



[Fig. 1] Proposed Flow Chart

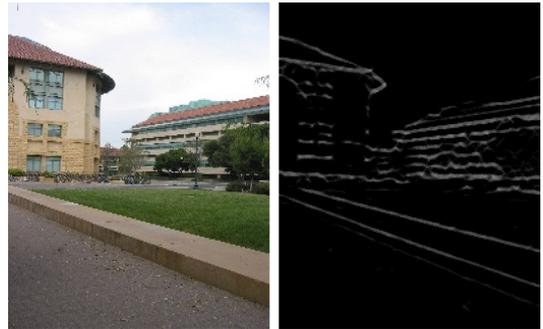
### 2.1 소실선

소실선을 구하기 위해 특정  $\theta$ 값의 경계를 나타내는 Gabor Filter를 이용하여 선을 검출한다. Gabor Filter는 사인 평면파에 의하여 구성된 가우시안 커널 함수이며 식은 다음과 같다.[4]:

$$g(x,y) = \exp\left(-\frac{x'^2 + \gamma^2 y'^2}{2\sigma^2}\right) \cos\left(2\pi \frac{x'}{\lambda} + \psi\right) \quad (1)$$

$x'$ 는  $x\cos\theta + y\sin\theta$ 이고  $y'$ 는  $-x\sin\theta + y\cos\theta$ 이다. 각 변수는 방향( $\theta$ ), 대역폭( $\sigma$ ), 파장( $\lambda$ ), 위상차( $\psi$ ), 커널의 비율( $\gamma$ )을 뜻한다.

본 논문에서는 실험을 통해 각 변수를 설정하고  $\theta = 45^\circ, 135^\circ, 180^\circ$  세 가지 방향의 필터를 적용하여 경계를 나타내었다.



(a) (b)

[Fig. 2] (a) Input Image, (b) Gabor Filter Image

그림 2의 (b)영상은 세 가지방향의 필터 적용 영상을 하나의 영상으로 정규화한 영상이다.

(b)영상에서 선을 검출하기에는 경계의 두께가 불필요하게 두껍다. 따라서 케니(Canny) 알고리즘을 이용하게 되는데 케니 알고리즘은 소벨(Sobel) 연산자를 기반으로 다른 기술기 연산자를 조합하여 이중 경계화를 통해 최적 외곽선을 구하는 알고리즘이다[5]. 케니 알고리즘을 사용하여 필요한 두께의 선을 나타내고 영상 내의 선을 감지하는 알고리즘인 허프 변환(Hough transform)을 통해 직선을 감지한다. 허프 변환은 다음 식을 사용해 직선을 표현한다.[6]:

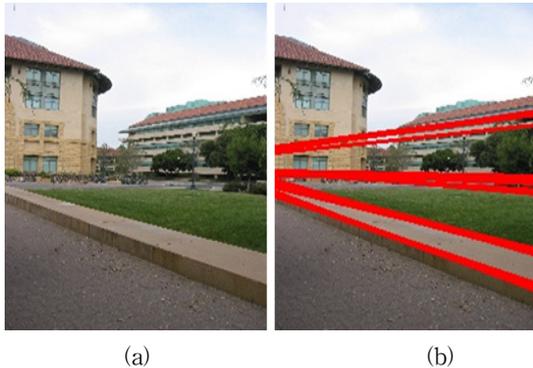
$$p = x\cos\theta + y\sin\theta \quad (2)$$

$p$ 는 직선과 영상 원점간의 거리이고  $\theta$ 는 선에 대한 수직 각도다. 이 표현에서 영상 내에 보이는 선은 0과  $\pi$  라디안 사이의 각도인  $\theta$ 를 갖고  $p$ 반지름은 영상 대각선의 길이와 같은 최댓값을 갖는다.

본 논문에서는 더욱 신뢰성 있는 직선을 추출하고자 확률적 허프 변환을 사용하였다. 확률적 허프 변환은 기존 알고리즘에 몇 가지 수정을 한 알고리즘인데, 영상을 행마다 조회하여 점을 선택하여 선을 추적하는 대신 영

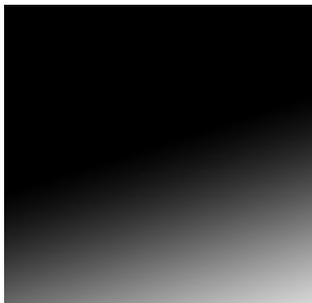
상 내의 무작위 순서로 점을 선택한다.

그림 3은 확률적 허프 변환을 사용하여 직선을 검출한 영상이다.



[Fig. 3] (a) Input Image, (b) Line Extraction using hough transform

다음으로 영상 내의 직선들의 교차점을 누산기에 입력하여 가장 많이 카운팅 된 점을 소실점으로 추정한다. 허프 변환의 이점 중 하나는 영상 밖에 존재하는 소실점을 구할 수 있다는 것이다. 영역으로 변환하여 계산하기 때문에 영상 밖에 존재하는 직선들의 교차점을 구할 수 있다. 마지막으로 소실점 위치에 따라 상대적인 깊이 지도인 초기 깊이-지도를 생성한다.



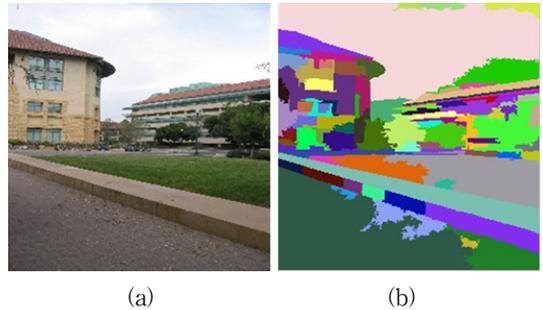
[Fig. 4] Initial Depth-Map

## 2.2 영상 분할

앞서 구한 초기 깊이-지도를 재구성하기 위하여 텍스처 단서인 슈퍼픽셀을 생성한다[7]. Graph-Cut Segmentation 알고리즘을 사용했으며 슈퍼픽셀은 픽셀 주변 유사한 텍스처 영역과 컬러 영역이 모여서 구성된 하나의 영역이며 본 논문에서는 실험을 통해 1000개의 슈퍼픽셀 결과를 얻었다.

### 2.2.1 Graph-Cut Segmentation

Graph-Cut Segmentation은 영상 내 픽셀 주변 유사한 색상을 가진 이웃 픽셀들을 하나의 영역으로 결합하는 분할 알고리즘이다. 그래프  $G$ 는 꼭지점의 집합  $V$ 와 변의 집합  $E$ 의 순서쌍  $G=(V, E)$ 으로 정의하며 그래프 이론을 이용한 영상 분할을 하기 위해서 영상을 그래프로 나타낸다. 영상을 그래프로 나타낼 때 영상의 각 픽셀은 꼭지점이 되고 각 이웃 픽셀이 변을 통해 연결된다.

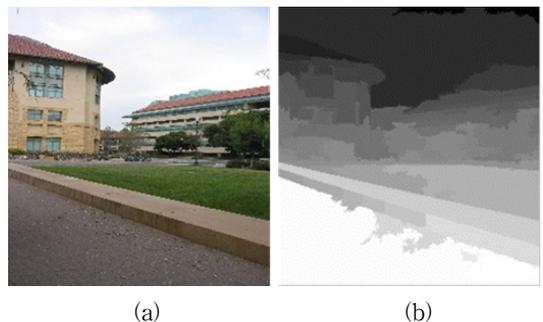


[Fig. 5] (a) Input Image, (b) Super Pixels Image

그림5는 Graph-Cut Segmentation을 통해 생성된 슈퍼픽셀 영상이다.

### 2.2.2 상대적 깊이 지도

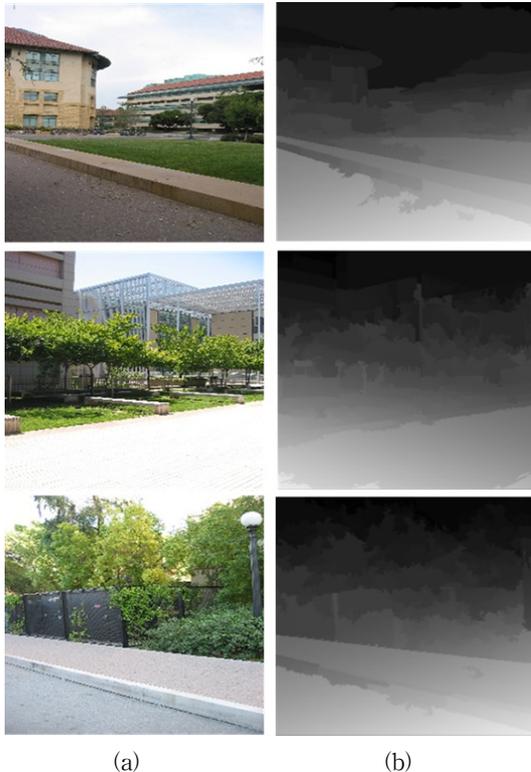
영상에서 카메라는 가장 아래에 위치하는데 이에 따라 영상의 하단부는 가깝게 되고 상단부는 멀게 된다. 이러한 상대적 높이 단서를 이용하여 슈퍼 픽셀에 깊이를 할당한다.



[Fig. 6] (a) Input Image, (b) Relative Depth-Map

## 2.3 최종 깊이 지도

상대적 깊이 지도와 초기 깊이-지도를 정규화하여 최종 깊이-지도를 생성한다.



[Fig. 7] (a) Input Image, (b) Proposed Depth Map

### 3. 결론

본 논문에서는 단일 영상에서 소실점과 영상분할을 통한 깊이-지도 생성 방법을 제안하였다. 소실점을 구하기 위해 Gabor Filter를 이용하여 특정  $\theta$ 의 경계를 나타내고 확률적 허프 변환을 통해 신뢰성 있는 선을 추출하였다. 그에 따라 소실점을 구할 수 있었고 상대적인 깊이-지도가 생성되었다. 최종 깊이-지도를 생성하기 위해서 소실점을 이용한 깊이-지도와 영상분할을 이용한 깊이-지도의 정규화 과정을 통해 최종 깊이-지도를 생성하였다.

일반적인 영상 구조에 따른 상대적 높이 단서만으로 깊이-지도를 생성한다면 깊이 할당의 오류를 범할 수 있다. 그렇기 때문에 본 논문에서는 인간이 입체감을 느낄 수 있는 기하학적 단서인 소실점과 텍스처 단서인 슈퍼픽셀을 결합함으로써 상호보완적인 결과 영상을 얻을 수 있었다.

하지만 영상 분할을 이용한 깊이 지도의 경우 텍스처

와 컬러 정보만으로 분할해내기 때문에 정확한 깊이 지도로 보기 어렵다. 따라서 향후 연구로는 여러 가지 깊이 단서를 조합하여 깊이-지도를 재구성하는 것이다. 깊이 단서인 초점, 컬러, 텍스처 등의 특징 정보를 이용하여 MRF(Markov Random Filed)를 통해 깊이-지도의 확실적인 재구성을 한다면 보다 신뢰성 있는 깊이-지도생성이 가능 할 것이다.

### REFERENCES

- [1] Tae-Hoon Yoo, Sang-Hun Lee, Gang-Seong Lee. "Window Production Method based on Low-Frequency Detection for Automatic Object Extraction of GrabCut." SDPM, Vol. 10, No. 8, pp. 211-217, 2012.
- [2] Hyeon-Ho Han, Gang-Seong Lee, Sang-Hun Lee. "2D/3D image Conversion Method using Simplification of Level and Reduction of Noise for Optical Flow and Information of Edge", Journal of The Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 13, No. 2, pp. 827-833, 2012.
- [3] A. Hiroshi. "Visual Psychophysics : Visual Motion Perception and Motion Pictures," Journal of Image Information and Television Engineers, Vol. 58, No. 8, pp. 1151-1156.
- [4] T. Lee. "Image representation using 2d gabor wavelets." PAMI, 1996.
- [5] J. Canny, "A computational approach to edge detection", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Image Understanding, Vol. 18, 6, 1986.
- [6] C. Galambos, J. Kittler, and J. Matas "Gradient-based Progressive Probabilistic Hough Transform" IEEE Vision Image and Signal Processing, Vol. 148, No 3, pp. 158-165, 2002.
- [7] P. Felzenszwalb and D. Huttenlocher "Efficient graph-based image segmentation", IJCV, 59, 2004.

## 저자소개

유 태 훈(Tae-Hoon Yoo) [학생회원]



- 2012년 2월 : 광운대학교 컴퓨터 공학과(학사)
- 2012년 2월 ~ 현재 : 광운대학교 대학원 플라즈마 바이오 디스플레이학과(석사과정)

<관심분야> : 영상인식, 3D영상 처리

이 상 훈(Sang-Hun Lee) [정회원]



- 1983년 2월 : 광운대학교 응용전자 공학과(학사)
- 1987년 2월 : 광운대학교 대학원 전자 공학과(석사)
- 1982년 2월 : 광운대학교 대학원 전자공학과(박사)

- 1990년 ~ 현재 : 광운대학교 정교수
- 2001년 ~ 2007년 : 세계기능경기대회(심사위원)
- 2006년 ~ 2007년 : 서울특별시 기능경기위원회(기술위원장)
- 2010년 ~ 2012년 : 광운대학교 교양학부장
- 2012년 ~ 현재 : 광운대학교 정보통신처장

<관심분야>

무선인터넷, 무선네트워크, USN, 영상인식, 3D영상처리