
2D/3D 동영상 변환을 위한 초점/비초점 분석 기반의 전경 영역 추출과 깊이 정보 생성 기법

한현호*, 정계동**, 박영수**, 이상훈**

Foreground Extraction and Depth Map Creation Method based on Analyzing Focus/Defocus for 2D/3D Video Conversion

Hyun-Ho Han*, Gye-Dong Chung**, Young-Soo Park**, Sang-Hun Lee**

요약 본 논문에서는 2D/3D 동영상 변환을 위해 깊이가 할당될 전경을 초점 정보와 색상분석 기반의 그룹화를 이용하여 추출하고, 전경의 깊이를 초점 정보와 움직임 정보를 이용하여 생성하는 방법을 제안하였다. 2D영상에서 전경을 추출하기 위해 영상의 초점 정보의 움직임을 추정하여 전경 후보 영상을 생성하고, 전경 후보 영상에 존재하는 객체 내부의 홀 영역을 색상 분석을 이용한 채움 과정을 수행하여 전경 영역을 추출하였다. 생성된 전경 영역에 깊이를 할당하기 위해 해당 프레임에 존재하는 초점 값을 분석하여 초기 깊이 정보를 생성하고 움직임 정보를 가중하여 깊이 정보를 할당하였다. 생성된 깊이 정보의 품질을 평가하기 위해 기존에 제안된 알고리즘의 결과 영상과 비교하였다.

주제어 : 전경 추출, 깊이 정보, 초점/비초점, 2D/3D 변환, 움직임 정보

Abstract In this paper, depth of foreground is analysed by focus and color analysis grouping for 2D/3D video conversion and depth of foreground progressing method is preposed by using focus and motion information. Candidate foreground image is generated by estimated movement of image focus information for extracting foreground from 2D video. Area of foreground is extracted by filling progress using color analysis on hole area of inner object existing candidate foreground image. Depth information is generated by analysing value of focus existing on actual frame for allocating depth at generated foreground area. Depth information is allocated by weighting motion information. Results of previous proposed algorithm is compared with proposed method from this paper for evaluating the quality of generated depth information.

Key Words : Foreground Extraction, Depth Map, Focus/Defocus, 2D/3D Conversion, Motion Estimation

1. 서론

영화 아바타를 기점으로 3D 콘텐츠가 계속해서 상영됨에 따라 3D 콘텐츠에 대한 관심이 점차 증가하였고 이는 3D 시청이 가능한 디스플레이를 요구하는 흐름으로 이어져 TV, 모바일, 모니터와 같은 개인·가정용 기기에 서도 3D 시청이 가능한 전용 디스플레이를 개발, 생산하게 되었다. 그러나 3D 디스플레이 보급화에 비해 현재까지 생산된 3D 콘텐츠의 수가 적기 때문에 3D 디스플레이

구매자의 요구를 충족시키지 못하고 있어 3D에 대한 관심이 점차 줄어들 수 있기 때문에 이를 보완하기 위한 3D 콘텐츠의 생산이 중요하다[1].

현재의 3D 콘텐츠 생성 방법으로는 촬영, 편집, 변환 등이 있다. 그러나 촬영과 편집의 경우 제작 기간, 비용, 다양성 등의 문제로 인해 수요 충족을 위한 콘텐츠의 생산으로는 부적합하다. 변환은 현재까지 품질의 문제로 인해 시청 시 어지러움을 유발할 수 있기 때문에 3D 시청에 대한 반감을 일으킬 수 있어 현재까지는 계속해서

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

*광운대학교 대학원 Kwangwoon University Graduate School

**광운대학교 교양학부 Kwangwoon University Department of General Education

*교신저자 : 이상훈(leesh58@kw.ac.kr)

논문접수: 2012년 12월 5일, 1차 수정을 거쳐, 심사완료: 2013년 1월 2일

연구가 이루어지고 있는 수준이지만 변환으로 고품질의 결과를 얻을 수 있는 경우 다양한 기존 2D 영상들을 저 비용으로 짧은 시간 내에 변환할 수 있어 3D 콘텐츠 보급이 빠르게 이루어질 수 있다[2].

2D로 촬영된 영상을 3D로 변환하려면 사람이 입체시를 하는 원리들에 근거해야하기 때문에 영상 내의 다양한 정보가 필요하다. 대표적으로 입체시를 하기 위한 조건인 양안시차와 물체의 전, 후 관계, 상대적 크기, 상대적 거리 등을 고려해야하는데 촬영된 2D 영상의 제한된 데이터에서 해당 조건들을 검출하기가 쉽지 않고, 조건들의 융합 또한 어려워 고품질의 결과를 얻기가 쉽지 않다[3].

기존의 변환 방법은 영상의 움직임, 기하학적인 관점, 초점/비초점, 가려진 영역 등을 검출하여 입체시 조건을 검출했지만 실제 느끼는 입체시 조건과 다를 수 있고 일부 영역에만 효과가 있는 제한적 요소 때문에 품질 저하의 결과를 가져올 수 있어 보다 정확한 변환 결과를 위한 연구가 필요하다[4].

본 논문에서는 보다 고품질의 2D/3D 변환을 위해 2D 영상에서 추출된 프레임에 초점 정보의 움직임으로 인한 변화량을 이용하여 전경 후보 영상을 생성하고, 후보 영상의 홀 영역을 보정하기 위해 색상 분석을 이용한 주변 영역 그룹화를 거쳐 전경 객체 영상을 생성하였다. 전경 객체 영상에 깊이를 할당하기 위해 추출된 프레임에 초점 값들을 분석하여 초기 깊이 정보를 할당하고 움직임 정보를 가중하여 깊이 정보를 보정함으로써 2D/3D 변환을 위한 깊이를 생성하였다.

2. 입체영상 변환 방법

기존에 촬영된 TV나 CD, DVD와 같은 영상을 입체영상으로 변환하기 위해 복잡한 영상 분석이론을 기반으로 한 영상 처리 기술을 통해 원본 영상의 시점과는 다른 새 시점의 영상을 생성하여 좌영상과 우영상의 형태 또는 다시점의 형태로 입체 영상을 생성한다.

최근에는 새로운 시점의 영상을 생성하기 위해 원본 2D 영상을 분석하여 깊이정보를 생성한 뒤 깊이정보를 기반으로 한 새 시점 생성 방법이 주로 이용되고 있다. 깊이정보를 생성하기 위해 하나의 프레임 또는 현재 영상과 이전 영상과 같은 다중 프레임을 분석한다.

단일 프레임을 이용하는 방법으로는 대표적으로 초점,

실안개, 그래프 컷 등이 있다. 이러한 단일 프레임을 이용하는 알고리즘들은 단일영상으로 처리를 하기 때문에 상대적으로 속도가 빠를 수 있으나 얻을 수 있는 정보의 한계로 인해 정확한 깊이 생성이 어려운 문제점이 있다[5][6].

다중 프레임을 이용하는 알고리즘은 대표적으로 블록 매칭과 광흐름을 이용하는 방법이 있다[7][8].

블록 매칭 기반 깊이정보 생성은 영상의 깊이정보를 생성하는데 사용하는 가장 기본적인 움직임 추정 방법으로서 현재 영상에서 탐색에 사용할 블록을 지정한 뒤 이전 영상에서 탐색에 사용한 블록과 가장 유사한 값을 갖는 블록을 탐색하여 동일 지점으로 판단하고 탐색에 사용한 블록과 탐색된 블록의 좌표 값의 차이로 깊이정보를 생성한다.

그러나 블록 매칭 기법은 유사한 색상정보를 갖는 블록을 판단하기 때문에 색상정보가 유사한 영역이 지속되는 경우 정확한 움직임 정보를 추정할 수 없고 블록 단위로 처리하기 때문에 외곽선 부근에서 블록 형태의 매칭 결과 값이 나와 세밀하지 못하며 영상 내 객체의 이동방향에 민감하기 때문에 한 영상에서의 객체의 움직임 방향이 여럿일 경우 움직임 추정이 정확하게 이루어지지 않는 단점이 있다. 또한 움직임이 없는 영역에 대해 깊이 정보 생성이 불가능하다,

광흐름은 영상의 움직임 벡터값을 추정하는 것으로 연속적인 영상에서 각 좌표 별 움직임 값을 나타내는 특징을 갖고 있다. 객체의 깊이정보를 이 움직임 값을 기반으로 생성한다.

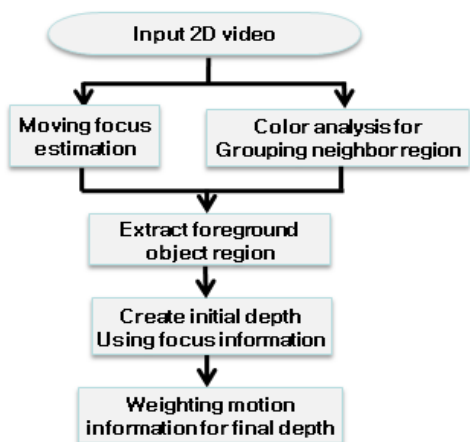
그러나 기존의 광흐름은 동일한 객체에 추정된 움직임 값이 동일하지 않은 문제점이 있고 움직임이 없는 영역은 깊이 값을 추정할 수 없으므로 정확한 깊이정보 생성이 불가능하다.

이러한 단점을 보완하기 위해 영상의 초점 정보와 색상 분석 기반의 그룹화를 이용하여 전경 영역을 추출한 뒤 초점 정보와 움직임 정보의 가중치를 이용하여 깊이를 할당하는 방법을 제안하였다.

3. 초점/비초점 분석 기반의 깊이 정보 생성

제안하는 방법은 2D 동영상을 입력한 뒤 동영상의 프레임 추출하고, 추출된 프레임에서 초점의 움직임 정

보와 색상 분석을 이용하여 전경으로 판단될 영역을 추출한 뒤 초점/비초점 정보를 이용하여 초기 깊이를 생성하고 초기 깊이값을 보정하기 위해 영상의 움직임 정보를 가중하여 최종 깊이 정보를 생성하였다.

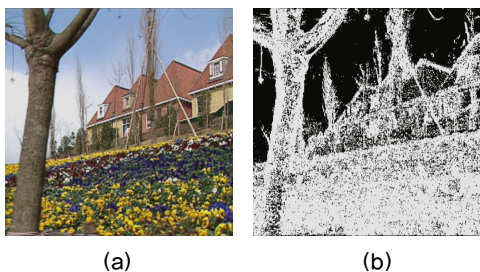


[그림 1] 제안 방법의 흐름도

3.1 전경 추출

영상의 깊이를 생성하기 전에 영상에서 깊이를 갖게 될 영역을 선별하기 위해 깊이 인식 영역인 전경을 추출한다. 전경을 추출하기 위해 영상의 초점 정보의 변화량을 기반으로 전경 후보 영역을 검출하였다.

$$I_{fg_candidate} = (I - I \times G^n) FV_f \quad (1)$$

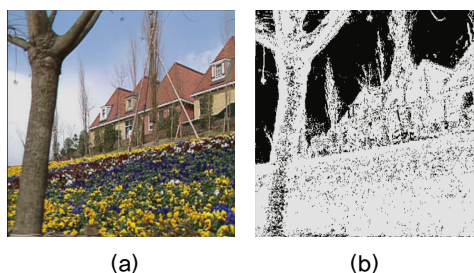


[그림 2] 원본 프레임(a)와 전경 후보 영역 추출 결과(b)
여기서 I 는 원본 이미지, G 는 초점 영상을 생성하기 위한 가우시안 모델, FV_f 는 f 번째 프레임이 갖는 움직임 정보량이다.

전경 후보 영역 검출 결과 영상 내 전경으로 판단될 영역에 대해 일부 추정 가능성이 있지만 객체 내 홀 영역과

같은 부정확한 영역 생성으로 인해 정확한 깊이 할당이 어려울 수 있다. 따라서 해당 영역을 보정하기 위해 추정된 전경 후보 영역에서 전경으로 추정된 픽셀의 주변 픽셀 정보를 분석하여 임계값 이내의 값을 가지는 경우 그룹화하여 전경 영역으로 판단하도록 하였다.

$$fg(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{if } \frac{\sum_{m=y-1}^{y+1} \sum_{n=x-1}^{x+1} CV_{nm}}{9} - CV_{xy} < T_{cv} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$



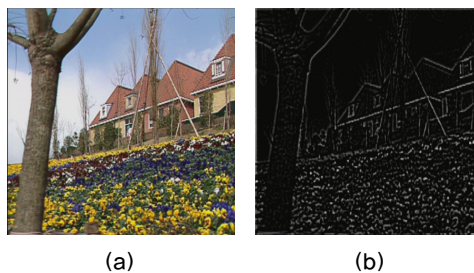
[그림 3] 원본 프레임(a)와 전경 영역 추출 결과(b)

CV 는 해당 위치 좌표에서의 색상값을 뜻하며 T_{cv} 는 그룹화를 위한 임계값이다.

3.2 깊이 생성

영상의 초점은 일반적으로 전경에 맺혀있고 상대적으로 가까운 객체에 초점이 맞춰져 있는 것을 기반으로, 영상에 가우시안 필터를 적용하여 초점 값을 분석해 상대적 위치를 추정할 수 있도록 하였다.

초점 값을 분석하기 위해 원본 영상에 가우시안 필터 G 를 n 중첩 적용한 영상들과 원본 영상을 비교한 뒤, 임계화 과정을 거쳐 일정 값 이상의 변화가 있는 영역을 추정하였다.



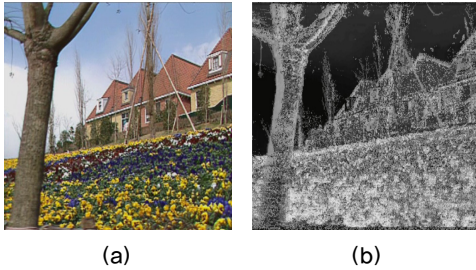
[그림 4] 원본 프레임(a)와 초점 추정 결과(b)

추정된 초점 결과를 기반으로 깊이를 생성하기 위해 앞서 구한 전경 영역 추출 결과에 초점 정보 기반의 초기 깊이 정보를 할당한다.

$$D_{initial}(x,y) = I_{fg}(x,y) \times I_{fv}(x,y) \quad (3)$$

$$I_{fv}(x,y) = \sum_{m=y-1}^{y+1} \sum_{n=x-1}^{x+1} I_{focus}(n,m) \quad (4)$$

식 (4)를 이용하여 초점 영상에서 3x3 크기의 블록으로 특정 좌표 x,y 의 주변을 탐색하고 추정된 초점값들을 합산한 것을 식 (3)을 이용하여 전경 영역 추출 결과에 할당하여 초기 깊이를 할당하였다.



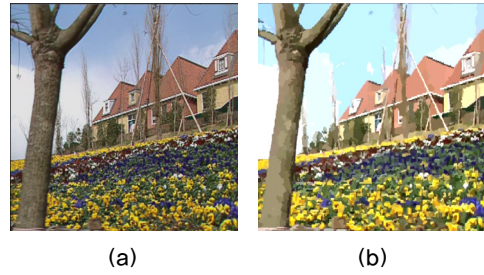
[그림 5] 원본 프레임(a)와 초기 깊이 정보 할당 결과(b)

생성된 초기 깊이 정보는 단일 영상의 초점 정보만으로 이루어진 것으로 상대적 전후 관계가 모호하고 부정확할 수 있는 문제점이 있다. 따라서 상대적 전후 관계를 명확히 하고 각 영역의 깊이를 보정하기 위해 영상의 움직임 정보를 가중치로 하여 문제점을 보완하도록 하였다.

영상의 움직임 정보를 추정하기 위해 먼저 Mean Shift Segmentation(MSS)을 수행하여 움직임 추정이 보다 정확하게 이루어질 수 있도록 한다[9].

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh^d} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (5)$$

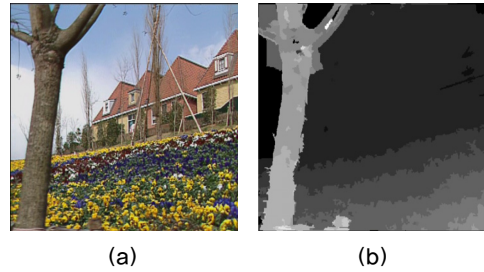
식 (5)에서 n 은 d 차원의 벡터 수를 나타내며 h 는 일정 범위 내 색상의 평균을 정의하기 위한 커널 K 에서의 범위이다. 따라서 범위 내 픽셀들의 값을 평균내어 대푯값으로 설정한 뒤 해당 영역별로 할당하여 유사 색상을 갖게 되므로 동일 객체에 대한 색상 추적이 정확하게 이루어져 움직임 추정 결과가 보정될 수 있다.



[그림 6] 원본 프레임(a)와 MSS 결과(b)

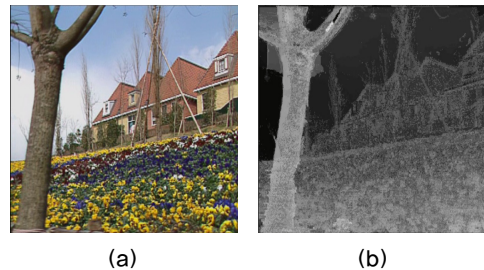
MSS영상을 이용해 SAD(Sum of Absolute Difference) 과정을 수행하여 영상 내 픽셀의 움직임 정보를 추정한다

$$D_{SAD} = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q |I_n^{mss}(x+i, y+j) - I_{n+1}^{mss}(d_x+i, d_y+j)| \quad (6)$$



[그림 7] 원본 프레임(a)와 움직임 정보 추정 결과(b)

추정된 움직임 정보를 이용하여 앞서 구한 초기 깊이 정보에 가중치로 적용하게 되면 최종 깊이 정보가 생성된다.



[그림 8] 원본 프레임(a)와 최종 깊이 정보 추정 결과(b)

4. 실험 및 고찰

본 논문에서는 CIPR에서 제공하는 Garden 영상과 MSR에서 제공하는 Ballet, Breakdance 영상의 프레임과 생성된 깊이 정보를 DIBR(Depth Image Based Rendering)을 이용하여 새 시점의 영상을 만든 뒤 현재 이미지와 합성하여 최종 입체 영상을 생성하도록 하였고 추정된 깊이 정보와 기존 알고리즘을 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)를 이용하여 비교하였다[10].



[그림 9] 원본 프레임(a)와 최종 입체 영상 생성 결과(b)

<표 1> PSNR 비교 결과

영상	PSNR(db)		
	BMA	Optical flow	Proposed
garden	11.27	14.31	19.75
ballet	5.62	7.98	12.44
breakdance	4.76	6.69	13.11

5. 결론

본 논문에서는 2D 영상을 3D 영상으로 변환하기 위해 영상에서 영상 초점의 움직임 정보를 추정하여 전경 후보 영역을 생성하고 홀 영역과 같은 부정확한 부분을 색상 분석을 이용한 그룹화로 보정하여 전경 영역을 추출하였다. 추출된 전경 영역에 깊이를 할당하기 위해 초점 정보를 이용한 초기 깊이를 생성하였고 초기 깊이의 문제점을 보완하기 위해 영상의 움직임 정보를 추정한 뒤 가중치로 적용하여 개선하였다. 제안 방법은 단일 영상과 다중 영상에서 얻을 수 있는 정보들을 이용함으로써 각 방법들이 가지고 있는 문제를 해결할 수 있었으며 PSNR 결과값이 높아 보다 식별 수준이 향상된 결과를 얻을 수 있었다.

참고 문헌

- [1] Hyeon-Ho Han, Gang-Seong Lee, Sang-Hun Lee (2011). A Study on 2D/3D image Conversion Method using Create Depth Map. Journal of The Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 12, No. 4 pp. 1897-1903.
- [2] Hyeon-Ho Han, Gang-Seong Lee, Sang-Hun Lee (2012). 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.
- [3] Xun Cao, Zheng Li, and Qionghai Dai (2011). Semi-Automatic 2D-to-3D Conversion Using Disparity Propagation. IEEE TRANSACTIONS ON BROADCASTING, VOL. 57, NO. 2, pp. 491-499.
- [4] A. S. Ogale, C. Fermüller, and Y. Aloimonos (2005). Motion segmentation using occlusions. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 27, no. 6, pp. 988-992.
- [5] Yi-Che Chen, Yi-Chin Wu, Chih-Hung Liu, Wei-Chih Sun and Yung-Chang Chen (2010). Depth Map Generation Based on Depth From Focus. 2010 International Conference on Electronic Devices, Systems and Applications(ICEDSA2010),

pp. 59-63.

- [6] Jianbo Shi and Jitendra Malik (2000). Normalized Cuts and Image Segmentation. IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, VOL. 22, NO. 8.
- [7] Guo-Shiang Lin Cheng-Ying Yeh Wei-Chih Chen Wen-Nung Lie (2010). A 2D to 3D conversion scheme based on depth cues analysis for MPEG videos. IEEE International Conference on Multimedia and Expo ICME, pp. 1141-1145.
- [8] Deqing Sun, Roth, S., Black, M. J (2010). Secret of Optical Flow Estimation and Their Principles. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 2432-2439.
- [9] Mark Tabb, Narendra Ahuja (1997). Multiscale Image Segmentation by Intergrated Edge and Region Detection. IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 6, No. 5, pp. 642-655
- [10] W.-Y. Chen and Y.-L. Chang and S.-F. Lin and L.-F. Ding and L.-G. Chen (2005). Efficient depth image based rendering with edge dependent depth filter and interpolation. in Proc. ICME, pp. 1314-1317.

한 현 호



- 2009년 2월 : 광운대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 2011년 2월 : 광운대학교 정보콘텐츠 대학원 유비쿼터스컴퓨팅학과(공학석사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 정보디스플레이학과(박사과정)

· 관심분야 : 무선 네트워크, 3D 영상처리
 · E-Mail: hansagekin@naver.com

정 계 동



- 1985년 2월 : 광운대학교 컴퓨터학과(공학사)
- 1992년 2월 : 광운대학교 컴퓨터학과(공학석사)
- 2000년 2월 : 광운대학교 컴퓨터학과(공학박사)
- 2005년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 교수

· 관심분야 : MDR, 이동 에이전트, 웹 서비스, 그리드 컴퓨팅, XML, 3D영상처리
 · E-Mail: gdchung@kw.ac.kr

박 영 수



- 1996년 2월 : 광운대학교 전산학과(이학석사)
- 2000년 2월 : 광운대학교 컴퓨터학과(공학박사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 정보과학교육원 컴퓨터공학과 주임교수

· 관심분야 : 소프트웨어엔지니어링, XML, 웹 서비스, 분산처리, 무선인터넷, 모바일 컴퓨팅, 3D영상처리
 · E-Mail: yspark@kw.ac.kr

이 상 훈



- 1983년 2월 : 광운대학교 응용전자공학과(공학사)
- 1987년 2월 : 광운대학교 전자공학과(공학석사)
- 1992년 2월 : 광운대학교 전자공학과(공학박사)
- 1990년 ~ 현재 : 광운대학교 정교수

· 2001년 ~ 2007년 : 세계기능경기대회(심사위원)
 · 2006년 ~ 2007년 : 서울특별시 기능경기위원회(기술위원장)
 · 2010년 ~ 2012년 1월 : 광운대학교 교양학부장
 · 2012년 2월 ~ 현재 : 광운대학교 정보통신처장
 · 관심분야 : 무선인터넷, 무선네트워크, USN, 영상인식, 3D 영상처리
 · E-Mail: leesh58@kw.ac.kr