

Optical flow의 레벨 간소화와 잡음제거를 이용한 2D/3D 변환기법 연구

한현호*, 이강성*, 은종원**, 김진수***, 이상훈*
*광운대학교, **남서울대학교, *** (주)아이디피시스템
e-mail: hansagekin@naver.com

A Study on 2D/3D image Conversion Method using Optical flow of Level Simplified and Noise Reduction

Hyeon-Ho Han*, Gang-Seong Lee*, Jong-Won Eun**,
Jin-Soo Kim***, Sang-Hun Lee*
*Kwangwoon University, **Namseoul University
***IDP System.,Co,Ltd

요 약

본 논문은 2D/3D 영상 처리에서 깊이지도 생성을 위한 Optical flow에서 레벨을 간소화하여 연산량을 감소시키고 객체의 고유벡터를 이용하여 영상의 잡음을 제거하는 연구이다. Optical flow는 움직임 추정 알고리즘의 하나로 두 프레임간의 픽셀의 변화 벡터 값을 나타내며 블록 매칭과 같은 알고리즘에 비해 정확도가 높다. 그러나 기존의 Optical flow는 긴 연산 시간과 카메라의 이동이나 조명의 변화에 민감한 문제가 있다. 이를 해결하기 위해 연산 시간의 단축을 위한 레벨 간소화 과정을 거치고 영상에서 고유벡터를 갖는 영역에 한해 Optical flow를 적용하여 잡음을 제거하는 방법을 제안하였다. 제안한 방법으로 2차원 영상을 3차원 입체 영상으로 변환하였고 SSIM(Structural SIMilarity Index)으로 최종 생성된 영상의 오차율을 분석하였다.

1. 서론

3차원 영상이 IMAX 영화관 등을 통해 성공적으로 상용화됨으로서 3차원 영상의 인기가 증가하였다. 이러한 영향으로 인해 가정에서도 3차원 영상을 시청하려하게 되었고 이는 3DTV 기술의 발전으로 이어졌다. 그러나 기존의 3차원 콘텐츠 생성 방법인 스테레오 카메라로 0촬영하려면 많은 비용이 필요하고 이미지 편집 툴을 이용할 경우 많은 시간이 소요되어 콘텐츠의 생성이 더디게 되고 수가 부족하여 3DTV 사용자를 만족시킬 수 없으며 3D 산업의 병목현상을 야기할 수 있으므로 이를 해결할 3차원 콘텐츠의 생산이 중요하다. 따라서 3차원 콘텐츠의 생성을 위해 2D 영상을 이용하여 3D 영상을 생성하는 방법의 많은 연구가 진행되고 있다[1].

인간이 입체 영상을 인식하는 원리는 양안의 시차
본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2011년도 산학연공동기술개발사업(No.00046375)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

로 의해 물체가 좌, 우안에 각각 다른 시점의 영상으로 투영되는데 인간의 뇌에서는 이 좌, 우안에 들어온 영상을 뇌에서 합성하여 입체 영상으로 인식하게 된다.

이 원리로 인간이 3차원 입체 영상을 보기위해 좌안과 우안에 해당하는 영상을 생성한 뒤 그 영상들을 각각 좌, 우안에 보여주는 방법이 고안되었다. 이 방법을 기반으로 기존 영상에서 좌, 우안에 해당하는 시점의 영상을 생성하기 위해 다양한 방법들이 제안되었다.

입체 영상을 생성하는데 있어 가장 중요한 요소는 깊이지도 생성이다. 깊이지도 생성을 위해 기존의 방법들은 모션을 통한 깊이 추출법, 역 필터링 기법, 전후관계를 연산하여 기하학적인 관점에서의 깊이 추출법, 음영을 이용한 깊이 추출법 등이 있다. 하지만 이러한 기존의 방법들은 알고리즘 자체의 약점이 존재하고 정확도가 떨어지는 문제점이 있다[2].

본 논문에서는 기존 Optical flow의 약점으로 알

려진 긴 영상 처리 시간과 카메라의 이동, 조명의 변화 등에 취약한 문제점을 해결하기 위해 레벨 간소화 과정과 잡음 제거 과정을 추가함으로써 기존 Optical flow의 약점을 개선하고 보다 정확한 입체 영상을 생성할 수 있도록 하였다.

2. 입체 영상 변환 기법

기존 입체 영상 변환 기법은 입체 영상 생성에서 가장 중요한 깊이 지도를 생성하기 위해 영상에서의 움직임이 추정 가능한 블록매칭기반 알고리즘과 Optical flow를 이용하여 입체 영상 변환을 수행하였다. 블록매칭기반 알고리즘은 현재영상과 이전영상에서의 동일 지점을 찾는 과정을 수행하여 찾은 위치정보를 기반으로 움직임 정도를 블록단위로 연산하여 깊이지도 생성한다. 그러나 블록매칭기반 알고리즘들은 처리 단위의 문제로 인해 정확도가 떨어지는 단점을 가지고 있다[3].

Optical flow는 두 프레임간의 픽셀의 변화 벡터 값을 나타내는 특징을 갖고 있어 연속적인 영상에서의 동일점에 대한 위치차이 값을 나타낸다[4].

다음 식 (1)은 기존에 제안된 Optical flow의 전체 수식으로, $o(u,v)$ 는 폐색 변수이며 $I(u,v)$ 는 CIE LAB 색공간의 벡터를 나타낸다[5].

$$Oflow = \exp\left(-\frac{|u-u'|^2 + |v-v'|^2}{2\sigma_1^2} - \frac{|I(u,v) - I(u',v')|^2}{2\sigma_2^2}\right) \frac{o(u',v')}{o(u,v)} \quad (1)$$



[그림 1] 원본 이미지와 기존 Optical flow의 결과

그러나 기존의 Optical flow는 연속되는 영상 전체에서 모든 픽셀에 대해 변화 벡터를 각각 구하므로 연산량이 매우 많아 연산 시간이 오래 걸리는 문제점이 있으며 두 프레임간의 픽셀의 변화 벡터를 구하므로 카메라의 이동이나 조명 변화같이 환경의 변화에 취약해 불필요한 정보가 생길 수 있어 이러

한 경우에는 정확한 깊이정보 생성이 불가능하다[6].

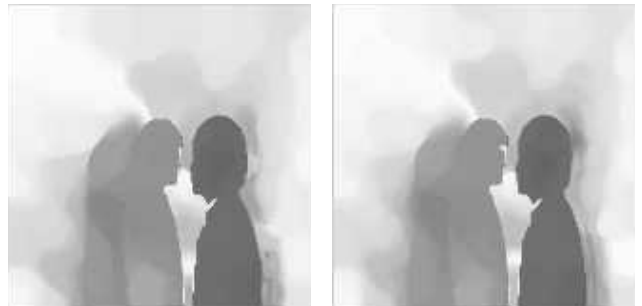
이러한 단점을 보완하기 위해 기존 Optical flow의 연산 시간을 레벨 간소화 방법을 이용하여 줄이도록 하였고 영상의 고유벡터를 갖는 영역에 한해 Optical flow값을 적용함으로써 환경 변화에 취약하여 불필요한 정보가 생기는 문제점을 해결하였다.

3. 제안하는 입체 영상 변환 기법

3.1. Optical flow의 레벨 간소화

Optical flow는 두 프레임간의 픽셀의 변화 벡터를 구하는 알고리즘으로 전체 영상에서 프레임들의 모든 픽셀에 대한 변화 벡터를 구하는 것은 많은 연산 시간이 필요하기 때문에 이를 줄이고자 Optical flow의 연산을 영상의 복잡도를 기준으로 연산 단계를 간소화한 뒤 변화가 큰 특징점을 구하였다.

$$L_{Iter} = (a_1 \times MAD_{pb} + a_2) / S \quad (2)$$



[그림 2] 기존 Optical flow와 레벨 간소화 Optical flow 결과

간소화 결과 기존 Optical flow 결과와의 오차가 크지 않고 소요시간이 평균 26%정도 감소하였다.

3.2. 환경 변화에 의해 생성된 잡음 제거 방법

기존 Optical flow에서 카메라의 이동이나 조명의 변화 등 환경 변화에 취약한 점을 보완하기 위해 잡음을 제거하는 방법을 제안하였다.

잡음을 제거하기 위해 객체 분할 과정에서 이용되는 Normalized Cut의 과정에서 생성되는 고유 벡터 값을 이용하는 방법을 제안한다.

Normalized cut은 전체 영상의 픽셀을 노드 u, v 로 정의하고 픽셀 간의 유사도 $w(u,v)$ 를 에지로 가지는 그래프 $H = \{(i, j), w(u,v)\}$ 로 표현한다. 그래프 분할은 노드 u, v 간의 가중치 값 $w(u, v)$ 의 합인 $cut(A, B) = \sum_{u \in A, v \in B} w(u, v)$ 을 통해 이루어진다[7].

Normalized cut은 식 (3)과 같이 특정 집합 A 에 속하는 점에서 그래프에 존재하는 모든 점의 집합 V 까지의 가중치 합 $assoc(A, V)$ 를 구한다.

$$assoc(A, V) = \sum_{u \in A, t \in V} w(u, t) \quad (3)$$

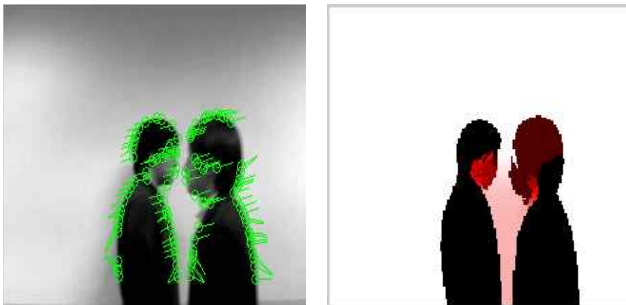
특정 집합 B 에 적용될 $assoc(B, V)$ 도 동일하게 정의하면 Normalized cut의 전체 수식은 식 (4)과 같다.

$$Ncut(A, B) = \frac{cut(A, B)}{assoc(A, V)} + \frac{cut(A, B)}{assoc(B, V)} \quad (4)$$

고유벡터 값은 Normalized Cut의 최적 분할 과정에서 정의된 $d(u, v) = \sum_{\rho} w(u, v)$ 로 구성된 대각행렬 D 와 픽셀간의 유사도 값으로 구성된 대칭배열 W 를 이용하여 구할 수 있다.

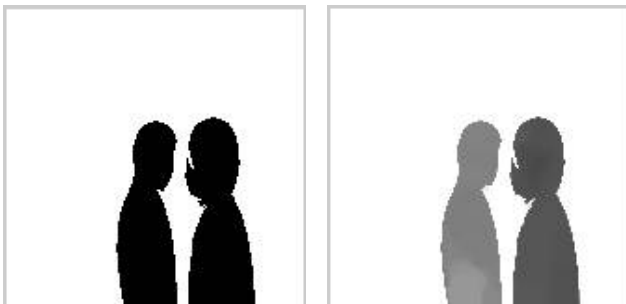
$$\lambda Dc = (D - W)c \quad (5)$$

다음 [그림 2]는 Normalized Cut 과정에서 생성된 고유 벡터값 그림이다.



[그림 3] 고유 벡터값 결과

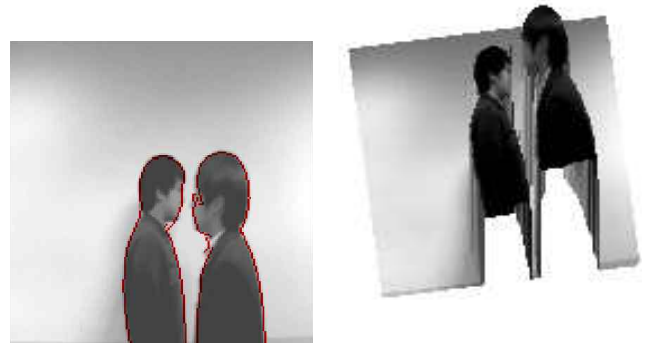
생성된 고유 벡터값은 영상에서 움직임을 가지고 있는 객체를 추출해 낼 수 있도록 한다. 하지만 객체 내부의 값이 일정하지 않다는 점과 생성된 약간의 잡음을 제거하기 위해 고유 벡터값의 이진화 과정을 거치고 해당 영역에 Optical flow 값을 적용함으로써 환경 변화로 인해 생길 수 있는 잡음들이 제거된 깊이 지도가 생성된다.



[그림 4] 고유 벡터값의 이진화 결과와 Optical flow 적용 결과

잡음이 제거된 Optical flow를 Normalized Cut의 가중치로 이용하여 객체를 분할(6)하고 분할 결과에 Optical flow의 값을 대입함으로써 깊이정보를 할당하게 된다.

$$OFNcut(A, B) = \frac{\sum_{u \in A, v \in B} w(u, v)}{\sum_{u \in A, t \in V} w(u, t)} + \frac{\sum_{u \in A, v \in B} w(u, v)}{\sum_{v \in B, t \in V} w(v, t)} \quad (6)$$



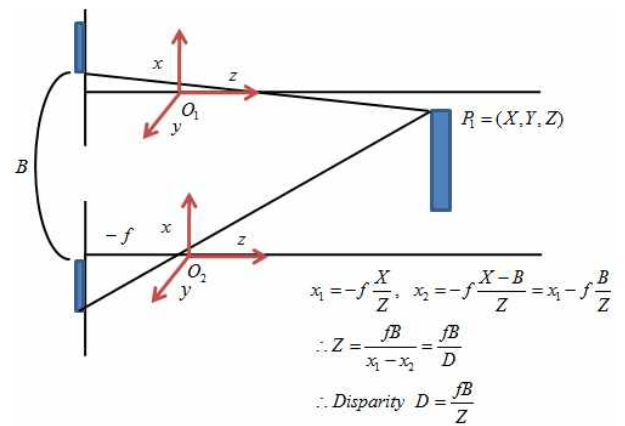
[그림 5] 최종 객체 분할 결과와 깊이정보 할당 결과

4. 실험 및 고찰

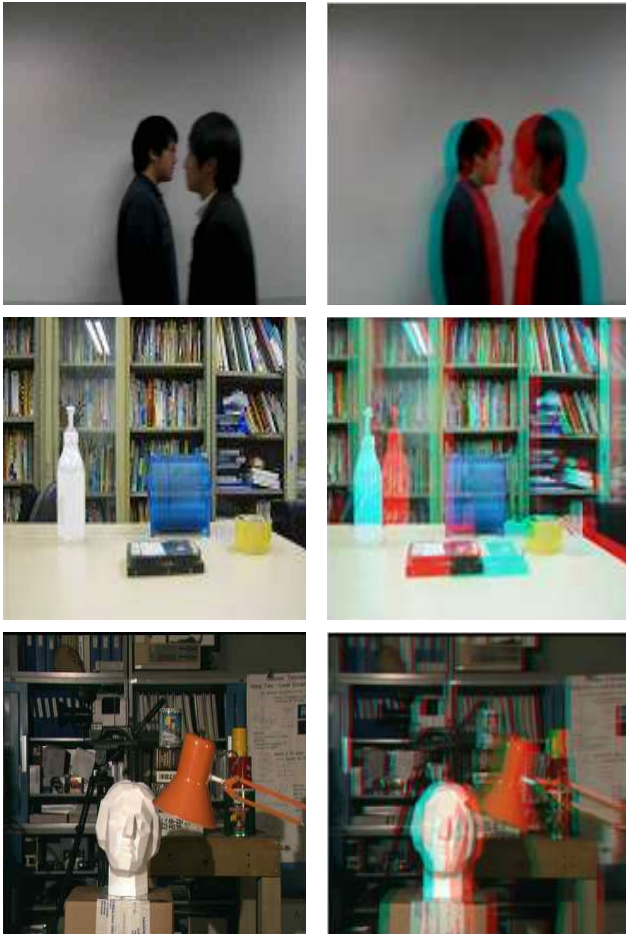
4.1. Depth Image Based Rendering

생성된 깊이 정보를 DIBR(Depth Image Based Rendering)을 이용하여 최종 3D영상으로 변환한다.

다음 그림[6]은 DIBR을 이용하여 차이맵을 생성하는 방법에 관한 그림이다



[그림 6] DIBR의 깊이를 이용한 차이맵 생성



[그림 7] 최종 입체영상 생성 결과

4.2. SSIM(Structural SIMilarity Index) 비교

생성된 입체영상의 오차율을 분석하기 위해 SSIM 방법을 이용하였다.

SSIM은 원 영상과 비교영상의 식별 수준 차이에 따라 원영상을 1로 기준삼아 오차가 심하면 심할수록 0에 접근하는 형태로 평가하는 방법이다

[표 1] 생성 영상 오차율 비교 표

| 영상 | SSIM | | |
|---------|-------|--------------|----------|
| | BMA | Optical flow | Proposed |
| 2 men | 0.726 | 0.711 | 0.906 |
| Table | 0.647 | 0.679 | 0.751 |
| Tsukuba | 0.716 | 0.762 | 0.854 |

기존 알고리즘에 비해 제안 알고리즘의 SSIM값이 높아 보다 오차가 없는 영상임을 알 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 2D 영상을 3D 영상으로 변환하기 위해 레벨 간소화 과정을 거치고 객체의 고유벡터

값을 이용하여 잡음을 제거한 Optical Flow 기법을 제안하였다. 제안 방법을 이용하여 Optical flow의 연산시간을 줄였으며, Optical flow의 취약점인 조명 변화와 카메라 이동으로 불필요한 데이터를 제거하였다.

향후 연구에서는 실시간 처리를 위한 3차원 영상 생성 방법과 입력 영상에 따라 자체적인 재보정 과정을 포함한 기법의 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Xun Cao, Zheng Li, and Qionghai Dai, "Semi-Automatic 2D-to-3D Conversion Using Disparity Propagation", IEEE TRANSACTIONS ON BROADCASTING, VOL. 57, NO. 2, pp. 491-499, JUNE 2011.
- [2] Xiaojun Huang, Lianghao Wang, Junjun Huang, Dongxiao Li, Ming Zhang, "A Depth Extraction Method Based On Motion and Geometry for 2D to 3D Conversion", 2009 Third International Symposium on Intelligent Information Technology Application, pp. 294-298 Nov 2009.
- [3] A. S. Ogale, C. Fermüller, and Y. Aloimonos, "Motion segmentation using occlusions,"IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 27, no. 6, pp. 988-992, 2005.
- [4] 한현호, 홍영표, 김진수, 이상훈, "연산량을 감소한 객체분할과 깊이정보 생성을 이용한 2D/3D 동영상 변환 연구", 한국산학기술학회 추계 학술발표논문집, Vol.11 No. 2 pp. 92-95, 2010
- [5] Deqing Sun, Roth, S., Black, M. J., "Secret of Optical Flow Estimation and Their Principles", IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 2432-2439, 2010.
- [6] 한현호, 이강성, 이상훈, "2D/3D 변환을 위한 깊이 정보 생성 기법에 관한 연구" 한국산학기술학회 논문지, Vol. 12, No. 4 pp. 1897-1903, 2011
- [7] Jianbo Shi and Jitendra Malik, "Normalized Cuts and Image Segmentation", IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, VOL. 22, NO. 8, 2000.