

단안 카메라를 이용한 최적의 입체영상 선택 방법

이관욱 장성은 김만배
 강원대학교 IT대학 컴퓨터정보통신공학과
 lkwl340@kangwon.ac.kr

Selecting an Optimal Stereoscopic Image using Mono Camera

Lee, Kwan-Wook Jang, Seong-Eun and Kim, Man-Bae
 Dept. of Computer and Communications Engineering
 IT College, Kangwon National University

요약

최근 입체 콘텐츠 및 디스플레이의 지속적인 발전과 관심이 증가하고 있고, 입체 변환에 대한 연구가 활발히 진행되어지고 있다. 본 논문에서는 단일 카메라로부터 획득한 다수의 영상을 이용하여 최적의 입체영상을 선택하는 방법에 대하여 제안한다. 이러한 방식은, 스테레오 카메라를 이용하여 입체를 제작하는 방식과 단일 영상의 깊이 정보를 이용하여 입체로 변환하는 방식의 단점을 없애고 장점을 가져올 수 있다. N 장의 영상을 획득한 후, 에지의 방향성을 계산하여 주각을 구한다. 또한 입체의 두 장을 선택한 후 두 영상에 대한 프로젝션 데이터를 구하여 상관관계를 계산한 후, 이를 이용하여 이동벡터를 구한다. 이 두 가지 변수를 이용하여 최적의 입체영상을 선택하고, 입체로 시칭 가능하도록 보정한 후 입체영상으로 제작한다. 실험에서는 분석을 수행하여 성능을 평가한다.

1. 서론

본 논문에서는 단일 카메라를 이용하여 촬영한 여러 장의 사진을 이용하여, 입체영상으로 제작하기에 가장 적합한 두 장의 영상을 선택하는 새로운 입체영상 제작 방식에 대하여 제안한다. 기존의 입체영상 제작방법은 스테레오 카메라를 이용한 방법[2] 과 단일영상의 깊이맵을 이용한 입체변환 방법[1] 이 존재하는데, 이는 각각 장단점을 가지고 있다. 표 1은 두 가지 방식에 대한 장단점을 보여준다.

표 1. 두 입체영상 제작 방식의 장단점

제작 방식	장점	단점
스테레오 카메라	<ul style="list-style-type: none"> · 정교한 입체효과 · 빠른 입체영상 제작 · 눈의 피로 감소 	<ul style="list-style-type: none"> · 고가의 장비 · 어려운 카메라 조정 · 촬영 시 제약사항
단일 영상 입체 변환	<ul style="list-style-type: none"> · 비교적 저렴한 장비 · 카메라 조정 불필요 · 제약사항이 없음 	<ul style="list-style-type: none"> · 입체변환 속도 저하 · 입체 품질 저하 · 눈의 피로 증가

본 논문에서는 단일 카메라를 이용하여 여러 장의 영상을 획득한 후 최적의 입체영상을 두 장 선택한 후 입체로 변환하기 때문에, 위와 같은 두 가지 방법의 장점을 얻을 수 있으며 단점을 극복할 수 있게 된다. 두 장 이상의 영상간의 매칭 포인트를 이용하여 포즈예측을 통한 입체 혹은 파노라마 영상 제작에 대한 연구도 진행되었지만[3][4], 이는 알고리즘의 실행속도가 현저히 떨어지는 단점을 가지고 있다. 그러나 제안하는 방식은 새로운 방법을 이용하여 입체영상을 제작하기 때문에, 이러한 문제를 해결할 수 있게 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 제안하는 방법에 대하여 소개하고, 3절에서는 기하학적 보정 단계에 대하여 설명한다. 4절에서는 최적의 입체영상을 선택하는 세 가지 방법에 대하여 설명하고, 5절에서 실험결과를 보여준 후 6절에서는 결론을 맺는다.

2. 제안방법

그림 1은 최적의 입체영상을 선택하는 전체 흐름을 간략히 보여준다. 먼저 수평으로 카메라를 이동하면서 N장의 영상을 획득한다. 다음으로 각 영상을 두 장씩 선택한 후, 기하학적 보정 단계를 거쳐 두 영상의 주각(Principal orientation)의 차이 및 이동벡터(Translation vector)를 구한다. 이를 이용하여 최적의 입체영상을 선택한다.



그림 1. 알고리즘의 전체 흐름도

3. 기하학적 보정(Affine transform)

기하학적 보정 단계에서는, 최적의 입체영상을 선택하기 위한 두 가지의 변수를 구한다. 먼저 Sobel 연산자를 이용하여 영상의 수평 및

수직 에지 성분을 다음의 식 (1)과 같이 구한다.

$$H_H(x,y) = \sum_{m=1}^3 \sum_{n=1}^3 Y(x-m,y-n) \cdot h_H(m,n) \quad (1)$$

$$H_V(x,y) = \sum_{m=1}^3 \sum_{n=1}^3 Y(x-m,y-n) \cdot h_V(m,n)$$

두 영상의 수평 및 수직 에지 성분을 이용하여 다음의 식 (2)와 같이 에지의 방향성을 구한다.

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{H_H}{H_V} \right) \quad (2)$$

각 에지 픽셀의 방향성을 구한 후, 히스토그램을 이용하여 누적값을 계산한다. 그리고 히스토그램의 누적값 중 가장 큰 값을 가진 방향이 주각으로 사용되어진다.

다음으로 이동벡터를 계산하는데, 프로젝션 기반 상관관계(Correlation) 계산 방법을 사용한다[2][3]. 수평 및 수직 프로젝션 데이터는 다음의 식 (3)과 같이 계산한다.

$$P_V(i) = \sum_{j=1}^N Y(i,j) \quad (3)$$

$$P_H(j) = \sum_{i=1}^M Y(i,j)$$

이를 이용하여 다음의 식 (4)와 같이 상관관계를 계산한다.

$$C_V(w) = \sum_{i=1}^{M-2S+1} |P_V^L(i+w-1) - P_V^R(i+S)|, \quad (1 \leq w \leq 2S+1) \quad (4)$$

$$C_H(w) = \sum_{i=1}^{M-2S+1} |P_H^L(i+w-1) - P_H^R(i+S)|, \quad (1 \leq w \leq 2S+1)$$

상관관계 값 중 가장 최소가 되는 값을 w_V^{MIN} , w_H^{MIN} 이라 했을 때, 다음의 식 (5)와 같이 이동벡터를 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} T_x &= S+1 - w_H^{MIN} \\ T_y &= S+1 - w_V^{MIN} \end{aligned} \quad (5)$$

4. 최적의 입체영상 선택

주각의 차이 및 이동벡터가 계산되어지면, 이를 이용하여 최적의 입체영상을 선택하게 된다. 본 논문에서는 최적의 입체영상을 선택하는 세 가지 방법에 대하여 제안한다.

(1) 밝기값(Luminance)을 이용한 방법

각 영상의 주각의 차이를 $\Delta\theta$ 라 했을 때, 최소의 $\Delta\theta$ 를 갖는 두 영상을 최적의 입체영상으로 선택한다. 그리고 밝기 영상을 이용하여 프로젝션 데이터를 얻은 후 이동벡터 $\vec{T} = (T_x, T_y)$ 를 구한다. 이렇게 구한 $\Delta\theta$ 및 \vec{T} 를 이용하여, 선택된 영상을 보정한다.

(2) 에지의 강도(Edge strength)를 이용한 방법

최적의 입체영상을 선택하는 방식은 (1)과 같다. 그러나 (1)에서는 밝기영상을 이용하여 \vec{T} 를 구했지만, 여기서는 에지의 강도를 이용하여 프로젝션 데이터 및 상관관계, \vec{T} 를 구한다. 다음으로 구해진 $\Delta\theta$ 와 \vec{T} 를 이용하여 영상을 보정한다. 에지의 강도를 사용함으로써 밝기 영상을 이용했을 때와는 달리 빛의 차이 등에서 생기는 오류에 강건한 장점을 가진다.

(3) 비용함수(Cost function)를 이용한 방법

(1), (2)와는 다르게, 최적의 입체영상을 선택할 때 $\Delta\theta$ 및 \vec{T} 를 모두 이용하는 비용함수를 생성하여, 비용이 최소가 되는 두 영상을 최적의 입체영상으로 선택한다. 비용함수는 다음의 식 (6)과 같다.

$$f(i,j) = \alpha \cdot \frac{|\theta_j - \theta_i|}{\theta_{max}} + \beta \cdot \frac{|T_x| + |T_y|}{(S_x + S_y)} \quad (6)$$

α 및 β 는 두 값에 대한 각각의 가중치로, 최적의 입체영상을 선택하는데 있어서 중요도를 나타낸다. 이렇게 두 가지 변수를 이용함으로써 입체영상으로 사용하기에 더욱 최적의 조건을 갖춘 두 영상을 선택할 수 있다.

5. 실험 결과

다음의 그림 2는 카메라를 수평이동하며 촬영한 5 장의 영상을 보여준다.



그림 2. 카메라를 수평이동하며 촬영한 5 장의 영상

그림 3은 최적의 입체영상으로 선택되어진 두 장의 영상을 보여준다. (a)는 주각의 차이를 이용하여 선택한 첫 번째 방법 및 두 번째 방법에 대한 결과이며, (b)는 주각의 차이 및 이동벡터를 이용하여 선택한 세 번째 방법에 대한 결과를 보여준다.



그림 3. 최적의 입체영상으로 선택되어진 두 영상

그림 4는 각 세 가지 방법을 이용하여 회전 및 이동변환 되어 보정 작업을 마친 결과를 보여준다. (a)는 첫 번째 방법, (b)는 두 번째 방법, (c)는 세 번째 방법을 이용한 결과이다.

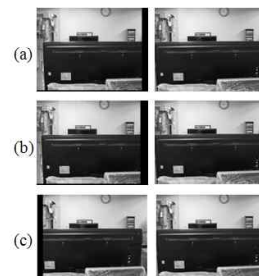


그림 4. 회전 및 이동변환 된 보정 후 영상

6. 결론

실험 결과, 피로도를 느낀 케이스는 비교적 적은 것을 확인할 수 있었으며, 최적의 입체영상을 선택하는 세 가지 방식 중 밝기를 이용한 방법이 비교적 피로도가 높았고, 비용함수를 이용한 경우가 가장 피로도를 덜 느낀 것으로 나타났다. 본 논문에서는 단일 카메라로부터 획득

한 N장의 영상을 이용하여 입체영상으로 사용하기에 가장 적합한 두장의 영상을 선택하는 세 가지 방법에 대하여 제안 및 분석하였다. 그 결과 비교적 저렴한 장비를 이용하여 피로도가 적은 질 좋은 입체영상을 획득할 수 있었다. 그러나 촬영 시 카메라를 크게 움직이거나 배경에 움직이는 물체가 있는 경우에는 피로도가 급격히 증가하거나 입체로 볼 수 없는 경우가 발생하였는데, 이는 추후 연구해야 할 과제이다.

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술진흥원의 지역혁신인력양성사업 및 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2011-(C1090-1111-0003)).

참고문헌

- [1] Wa James Tam, Liang Zhang, "3D-TV Content Generation: 2D-to-3D Conversion", ICME 2006, pp. 1869-1872, 2006.
- [2] Mito Y., Morimoto M., Fujii K., "An Object Detection and Extraction Method Using Stereo Camera", World Automation Congress, pp. 1-6, 2006.
- [3] 문현정, 정다운, 김만배, "2단계 포즈 예측 기반 교정된 입체영상 생성" 한국방송공학회 하계학술대회, 2010.
- [4] 정다운, 김만배, "포즈 예측을 이용하는 자동 파노라마 영상 생성", 한국방송공학회 하계학술대회, 2010.
- [5] S. Tian, N. Wang, P. Zhao, C. Wang, "Aims at Moving Objects' Improvement Based on Gray Projection of Algorithm of the Electronic Image Stabilization", 3rd International Congress on Image and Signal Processing, pp. 2483-2487, 2010.
- [6] Yin Bin, Duan Hui-chuan, "Image Stabilization by Combining Gray-Scale Projection and Block Matching Algorithm", IT in Medicine & Education, pp. 1262-1266, 2009.