

변화 영상을 이용한 다시점 영상 생성 방법

장우석, 호요성
 광주과학기술원 정보통신공학부
 e-mail : jws@gist.ac.kr, hoyo@gist.ac.kr

Multi-view Generation Method Using Converted Images

Woo-Seok Jang, Yo-Sung Ho
 Gwangju Institute of Science and Technology
 School of Information and Communications

요약

다시점 영상 시스템은 사용자의 자유로운 시점 선택에 따른 실감나는 입체감을 제공한다. 자연스러운 3차원 영상의 재현을 위해서는 깊이 영상을 이용한 영상 합성 방법이 널리 이용된다. 하지만 변환하여 만든 영상은 단순히 서로 다른 시점에서 촬영된 영상이 아니므로 기존의 방법으로 깊이를 예측하기가 어렵다. 따라서 본 논문에서는 일치점 인덱스 영상에 기반한 영상 합성 방법을 제안한다. 우리체는 영상간의 일치점을 알려주는 지도로서 인덱스 영상을 생성하고, 결합형 양방향 필터를 적용하여 객체 경계선 불일치 문제점을 해결하였다. 실험 결과는 제안하는 방법이 변환 영상을 이용하여 새로운 중간 시점을 자연스럽게 생성할 수 있음을 보여준다.

1. 서론

3차원 영화의 상업적인 성공과 더불어 최근에 3차원 방송 서비스에 대한 관심이 증가하였다. 3차원 방송은 인간의 좌우 시각 차이에 맞춰서 서로 다른 두 영상을 보여줌으로서 사용자에게 입체감을 느낄 수 있게 해 준다. 하지만 최근 들어 보다 편안한 서비스를 위해 사용자가 원하는 시점의 영상을 선택할 수 있도록 여러 시점의 영상을 제공하기도 한다. 이를 위해서는 여러 위치에서 촬영된 영상이 필요한데, 실제로 사용자가 원하는 모든 시점의 영상을 제공하는 것은 불가능하다. 따라서 2~3 시점의 색상 영상과 깊이 영상을 전송하여, 복호단에서 여러 중간 시점의 영상을 합성하여 제공한다. 이는 깊이 영상 기반 합성 기술(DIBR)에 의해서 구현된다 [1].

일반적으로 제공되는 2~3 시점의 색상 영상은 평행형 카메라 배열에서 얻어지고, 시차를 이용하여 깊이를 예측할 수 있다. 하지만 응용분야에 따라서 단순히 시차로만 깊이를 예측할 수 없는 경우도 생긴다. 이는 영상에 있는 각 객체의 3차원 위치를 조정하기 위함이다. 본 논문에서는 이러한 변환된 스테레오 영상을 이용하여 다시점 영상을 생성하는 방법을 제안한다.

2. 변환 영상의 중간시점 영상 생성

2.1 일치점 인덱스 영상 생성

변환된 영상은 주로 다음 두 가지 경우를 생각해 볼 수 있다. 한 영상을 변환하여 두 시점의 영상을 만들거나 또는 실제 촬영한 영상에 새로운 객체를 원하는 위치에 삽입하는 경우이다. 두 경우 모두 실제로 시차를 두고 촬영된 영상이 아니기 때문에 시차를 바로 깊이로 변환할 수 없다. 특히, 전자의 경우에는 보통의

영상들은 양의 범위만 가지는 것에 반해, 가장 관심이 있는 객체를 기준으로 앞부분은 양의 범위, 뒷부분은 음의 범위를 갖는 경우가 많다. 따라서 본 논문에서는 양의 범위 뿐 아니라 음의 범위도 탐색하는 방법을 제안한다.

일반 스테레오 정합 알고리즘을 사용하기 위해서 우리는 스테레오 영상의 크기를 임시적으로 변화시켰다. 좌영상의 좌측과 우영상의 우측을 음의 범위만큼 크기를 키운 후, 일치점을 찾는 과정을 수행한다. 이는 여러 스테레오 정합 알고리즘을 그대로 사용할 수 있다는 장점이 있다. 또한 결과물은 다른 방법과 다르게 깊이 정보는 아니지만 일치점의 위치를 알려주는 일치점 인덱스 영상을 생성한다.

2.2 인덱스 영상을 위한 에너지 함수

많은 스테레오 정합 알고리즘은 에너지 함수를 정의하고, 이를 최적화한다. 마르코프 랜덤 필드에 의한 에너지 함수는 다음과 같이 정의된다.

$$E(f) = \sum_s D_s(f_s) + \sum_{s,t \in M(s)} S_{s,t}(f_s, f_t) \quad (1)$$

여기서 $D_s(\cdot)$ 는 노드 s 의 데이터 항(data term)이고, $S_{s,t}(\cdot)$ 는 노드 s 와 노드 t 사이의 평활화 항(smoothness term)이다. K_s 는 각 노드 s 의 상태를 나타내고, $M(s)$ 는 노드 s 의 이웃이다. 스테레오 정합에서 노드는 영상에서의 화소를 나타내고, 데이터 항은 일반적으로 가정한 변위를 통한 화소 일치점의 색상이나 휘도의 차이로 결정된다. 우리는 매칭 비용으로 두 화소 사이의 휘도 차이를 사용한다. 마르코프 랜덤 필드의 데이터 항의

대칭 비용은 다음과 같이 정의된다 [2].

$$D_s(d, d_s) = \min(|I_L(x, y) - I_R(x, d, y)|, T_d) \quad (2)$$

I_L 과 I_R 은 각각 좌우 영상을 나타내고, x 와 y 는 영상에서 화소 s 의 수평과 수직 좌표이다. d 는 화소 s 의 변위이다. T_d 는 데이터 항의 한계 허용값이다. 스테레오 정합에서 평활화 항은 이웃 화소와의 변위 차이에 기반하여 정의된다. 제안하는 방법에서 평활화 항은 다음과 같이 정의된다.

$$S_{s'}(d, d_s) = \min(\lambda d_s - d_s, T_s) \quad (3)$$

T_s 는 평활화 항이 너무 커지지 않도록 하기 위한 상수이고, λ 는 평활화 강도로, 일반적으로 스칼라 상수로 표현된다.

에너지 함수가 완성이 되면, 각 화소에서 에너지가 최소가 되도록 하는 변위 값을 찾기 위해서 전반적 최적화 방법을 사용한다. 신뢰 확산 방법을 사용하면 좋은 결과를 얻을 수 있다. 하지만 일반적인 신뢰 확산 방법은 상당한 반복 후에 에너지 비용이 수렴하기 때문에 적절한 결과를 얻기 위해서는 상당한 복잡도를 필요로 한다. 그리하여 빠른 신뢰 확산 알고리즘 중에서도 가장 빠르고 적은 메모리를 사용하는 상수 공간 신뢰 확산 방법을 사용하였다. 상수 공간 신뢰 확산 방법은 복잡도가 상수 공간에 의존하므로, $O(1)$ 이 된다. 하지만 이를 이용하면 충분히 좋은 결과를 얻을 수 없다. 따라서, 우리는 상수 공간 신뢰 확산의 결과를 충분히 개선하여, 이를 기반으로 제안하는 방법을 개발하였다.

2.3 인덱스 값 필터링 및 영상 합성

일치점 인덱스에 따라서 영상 합성의 성능이 좌우되기 때문에 본 논문에서는 인덱스 영상에 결합형 양방향 필터링을 적용했다 [3]. 이 필터에서는 인접 화소와의 거리 차와 색상 차 외에도 변위 차에 대한 항을 추가한다. 해당 화소(d_p)는 주변의 다섯 변위를 후보군으로 갖고, 가장 값인 $H(u, v)$ 와 정합 비용 $C(u, v, d)$ 에 의해서 정해진다. λ 는 정합 오차의 상한을 결정하기 위한 상수이고, $\lambda(x)$ 는 화소값을 나타낸다.

$$D(x, y) = \arg \min_{d, d_s} \frac{\sum_u \sum_v W(u, v) \cdot C(u, v)}{\sum_u \sum_v W(u, v)} \quad (4)$$

$$W(u, v) = \exp\left(-\frac{[I(x, y) - I(u, v)]^2}{2\sigma_I^2}\right) \cdot \exp\left(-\frac{(x-u)^2 + (y-v)^2}{2r^2}\right) \quad (5)$$

$$C(u, v, d) = \min(\lambda, |D(u, v) - d|) \quad (6)$$

합성은 이전 단계에서 구한 일치점 인덱스를 이용한 3차원 워핑(warping)을 통해 원하는 시점으로 옮긴 후 다른 시점의 워핑된 영상을 참조하여 각 영상의 홀 영역을 채운다. 홀은 화소 단위의 작은 홀 영역과 폐색 영역의 큰 홀 영역이 존재한다. 작은 홀 영역은 미디언 필터링으로, 큰 홀은 배경과 유사성이 높기 때문에 배경 값과 다른 시점의 참조 영상의 값으로 채운다. 두 방향에서

워핑된 영상은 기준 영상으로부터의 거리에 따라서 가중치를 두어서 중간 시점을 합성한다.

3. 실험 결과

제안하는 알고리즘은 두 개의 변환된 참조 영상으로부터 다섯 개의 중간 영상을 생성한다. 알고리즘의 성능을 테스트하기 위해서 시차를 갖는 스테레오 영상에서 관심 객체가 변위를 갖지 않게 변환하였다. 그림 1은 다시점 생성의 결과를 보여준다.



(a) 원본 중간 시점 영상 (b) 합성 영상

그림 1. Dancer 영상



(a) 원본 중간 시점 영상 (b) 합성 영상

그림 2. Cafe 영상

4. 결론

본 논문에서는 변환된 스테레오 영상을 이용하여 다시점 영상을 생성하는 방법을 제안하였다. 제안 방법을 이용하면 기존의 시차를 갖고 촬영된 영상 뿐 아니라 사용자의 요구에 맞게 변환된 영상에서도 효율적인 다시점 영상 재현이 가능하였다.

감사의 글

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NO. 2012-0009228).

참고 문헌

- [1] E. Lee and Y. Ho, "Generation of High-quality Depth Maps using Hybrid Camera System for 3-D Video," Journal of Visual Communication and Image Representation, vol. 22, no. 1, Jan. 2011, pp. 73-84.
- [2] 장우식, 호요성, "폐색 영역을 고려한 향상된 스테레오 정합 방법," Telecommunication Review 제 22권 제 2호, 2012, pp. 312-322.
- [3] Q. Yang, L. Wang, and N. Ahuja, "A Constant space Belief Propagation Algorithm for Stereo Matching," IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, June 2010, pp. 1458-1465.