

3차원 영상의 자연스러운 중간시점 합성을 위한 객체 색상보정과 국지적 양방향 필터 방법

백으뜸, 호요성
광주과학기술원 정보통신공학부
e-mail : eutteum@gist.ac.kr, hoyo@gist.ac.kr

Intermediate View Synthesis for Natural 3D Video using Object Color Correction and Local Bilateral Filter

Eu-Tteum, Yo-Sung Ho
School of Information and Communication Engineering
Gwangju Institute of Science and Technology (GIST)

Abstract

Although we capture images using the same kind of multiple cameras, color inconsistencies exist among different view images. In order to solve this problem, we use 3D warping to find the corresponding points between two images. We then apply linear regression model to the target image. Furthermore, we use a local bilateral filter to reduce the noise in the synthesized intermediate image.

I. 서론

색상 불일치 문제는 시청 시 불편함을 주고, 3차원 깊이 정보를 얻기 위하여 사용하는 스테레오 정합이나 3차원 영상 합성에 문제를 야기한다. 이런 색상 불일치 문제를 해결하기 위해서 기존에 다양한 시도들이 있었다. 일반적으로 색상 차트를 촬영하여 색상을 보정하는 방법을 많이 사용하고 있고, 히스토그램 매칭 방법도 많이 이용된다. 히스토그램 매칭은 누적 히스토그램을 사이의 대응점을 찾아서 히스토그램의 값에 변화를 주어 색상을 보정하는 방법이다. X. Xiao가 제안한 전역적 색상변환 방법은 공분산 행렬에 특이 값 분해 방법을 사용하여 변환 행렬을 얻어 색상을 보정하는 방법이다.

본 논문에서는 두 영상의 색상 불일치 문제를 해결

하기 위해 다항식 모델을 이용한다. 다항식 모델의 정확도를 높이기 위하여 객체와 배경을 분리하여 색상을 보정한다. 마지막으로, 보정된 영상을 사용하여 중간시점 영상으로 합성한 뒤, 국지적 양방향 필터를 사용하여 자연스러운 영상을 얻는다.

II. 본론

2.1 영상 분리

제안하는 방법은 두 영상의 객체와 배경을 분리하여 기준 시점과 대상 시점 간의 색상 대응 관계의 정확성을 높인다. HSV색상의 색조(Hue)의 절대적 차이로 전경영역의 후보를 줄이고, RGB 색상의 절대적 합의 차로 전경영상을 추출한다. 식 (1)과 식 (2)는 각각 색조의 절대적 차이와 RGB 색상의 절대적 합의 차의 식이다. 식 (1)과 식 (2)의 λ 와 ω 는 문턱치 값을 나타낸다. 이때, 배경영상에서 전경의 윤곽 부분을 정확하게 추출하기 위해 ω 값을 높이게 되는데, 이로 인해 전경 부분에 홀이 발생한다. 이때 발생하는 홀은 침식과 팽창 연산을 통하여 채운다.

$$\begin{cases} I_{\text{mask}} = 0 & |H_{\text{back}} - H_{\text{fore}}| > \lambda \\ I_{\text{mask}} = 255 & |H_{\text{back}} - H_{\text{fore}}| \leq \lambda \end{cases} \quad (1)$$

$$|R_b - R_f| + |G_b - G_f| + |B_b - B_f| > \omega \quad (2)$$

2.2 객체 색상보정

추출한 객체 영역의 마스크에 3D 워핑을 수행하여 중간시점으로 이동하고 논리곱 연산을 통해 대응점을 찾는다. 식 (3)은 기준시점 영상에서 중간시점 영상의

화소를 얻어내는 식이다. \tilde{p}_m 는 중간시점의 화소 값을 나타내며 \tilde{m}_s 는 기준시점의 깊이 값을 의미한다. 식 (3)을 이용하여 3 차원 공간상에 존재하는 한 점에서 2차원 R평면에 투영되는 점의 화소를 알 수 있다.

$$\tilde{p}_m = A_m R_m R_s^{-1} A_s^{-1} \tilde{m}_s - A_m R_m R_s^{-1} t_s + A_m t_m \quad (3)$$

3D워핑이 수행된 두 마스크 영상에 논리곱 연산을 하여 일치점을 얻고, 색상 변환 행렬을 구하게 된다. 이 방법은 일치점으로부터 R, G, B 각각의 관계를 계산한다. 식 (4)는 다항회귀 분석을 위한 기준시점과 대상시점으로 구성된 벡터이고, 식 (4)의 X_R 은 기준시점 화소의 R값이고 Y_R 은 대상시점 화소의 R값이다. 식 (5)을 이용하여 색상 변환 행렬을 구할 수 있다. 변환 행렬 A_R 에 X_R^T 를 곱하여 변환된 화소를 얻는다.

$$X_R = [1 \ r \ r^2 \ r^3 \ r^4], \ Y_R = [1 \ r \ r^2 \ r^3 \ r^4] \quad (4)$$

$$A_R = (X_R^T X_R)^{-1} X_R^T Y_R \quad (5)$$

2.3 국지적 양방향 필터

색상보정을 수행한 두 영상을 합성하더라도 두 영상의 경계선 부분에는 이질감이 발생한다. 이러한 자연스럽지 못한 합성을 해결하기 위해 워핑된 두 마스크의 논리차 연산을 통해서 합성이 되는 영역을 얻어내고 연산된 마스크에 팽창을 한다. 마스크 영역에 국지적으로 양방향 필터를 수행하여 경계는 보존하며 노이즈를 감소시키는 연산을 한다. 양방향 필터는 가우시안 필터에 기초하여 거리와 화소 차이로 가중치를 결정한다. 식 (6)은 양방향 필터를 보여주는데, G_{os} 는 거리에 따른 가중치를 G_{as} 는 화소값 차이에 대한 가중치를 나타낸다.

$$I_p^{bf} = \frac{1}{W_p^{bf}} \sum_{q \in S} G_{os}(\|p - q\|) G_{as}(\|I_p - I_q\|) I_q \quad (6)$$

III. 실험 결과 및 분석



그림 1. 색상보정 결과

본 논문에서는 스테레오 영상을 사용하여 제안된 방법을 실행하였다. 그림 1은 3D 워핑된 스테레오 영상으로써 두 영상 간에 색상이 불일치하는 것을 알 수 있다. 그림 1(a)는 기준이 되는 그림이고, 그림 1(b)는 색상을 보정할 그림으로써 그림 1(a)과 비교하여 색상

의 불일치를 보인다. 그러나 그림 1(c)은 색상보정이 되어 그림 1(a)와 비슷한 색감을 갖는 것을 확인하였다.

그림 2는 국지적 양방향 필터를 적용한 결과를 보여준다. 그림 2(a)는 색상보정 없이 합성한 결과, 그림 2(b)는 색상보정이 된 영상을 합성한 결과, 그리고 그림 2(c)는 제안한 방법으로 합성한 결과이다. 결과를 통해 색상보정뿐 아니라 잡음도 제거되는 것이 확인된다. 표 1은 각 영상을 CIE Lab 색 공간으로 변환하여 유클리디안 거리를 계산한 값으로 제안하는 방법이 기존 방법에 비해 더 우수한 성능을 보인다.



그림 2. 국지적 양방향 필터 결과

원본	GCT	HM	GLR	제안한 방법
13.7642	14.7532	14.5035	12.8332	11.6847

표 1. 제안하는 방법과 기존 방법 비교

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 객체의 색상보정과 잡음제거 방법을 사용하여 자연스러운 중간시점 영상을 합성하는 것을 제안했다. 제안하는 방법은 3차원의 정보를 이용하여 일치점을 찾고 다항회귀 분석을 사용하여 색상보정을 하고, 국지적 양방향 필터를 적용함으로써, 객체의 색상 불일치 문제와 잡음의 문제를 해결할 수 있었다. 결과적으로, 제안된 알고리즘을 통하여 기존의 방법에 비해 자연스러운 합성 영상을 얻을 수 있었고, 다양한 3차원 영상 분야에 적용할 수 있다.

감사의 글

이 논문은 2014년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업 임(No. 2011-0030079)

참고문헌

- [1] J.I. Jung and Y.S. Ho, "Improved Polynomial Model for Multi-View Image Color Correction," The Journal of Korea Information and Communications Society, vol. 38, no. 10, pp. 881 - 886, Oct. 2013.
- [2] C. Tomasi, R. Manduchi, "Bilateral Filtering for Gray and Color Images", Proc. Int'l Conf. on Comp. Vis., Bombay, India, pp. 839-846, 1998.