

VR 영상 스티칭을 위한 효율적인 밝기 보상 방법

*이건원, **한중기

세종대학교

*geonwonlee@sju.ac.kr, **hjk@sejong.edu

Efficient luminance compensation for Virtual Reality Image

*Geon-won Lee, **Jong-Ki Han

Sejong University

요약

VR영상은 하나의 카메라가 아닌 여러 대의 카메라로 촬영한 영상을 이어 붙여 만든다. 각각의 카메라로 촬영된 영상은 FOV에서 광원이 서로 다르기 때문에 각 영상의 밝기는 서로 일치하지 않는다. 이러한 밝기 차이는 각 영상을 하나의 VR 영상으로 스티칭 하였을 때 더욱 이질적으로 느껴진다. 본 논문에서는 각각의 카메라 영상이 서로 다른 광원에 의하여 밝기 차이가 발생하였을 때 이를 보상하기 위한 알고리즘을 제안한다.

1. 서론

최근 VR(Virtual Reality)에 대한 관심과 인기가 높아지면서, 많은 VR콘텐츠들이 등장하고 있다. VR영상은 동 시간에 여러 시점을 갖는 다수의 카메라로 촬영이 된다. 우리가 휴대용 기기로 VR 영상을 재생하기 위해서는 다수의 카메라로 촬영된 여러 영상을 하나의 영상으로 스티칭(Stitching)[1]하는 작업을 반드시 해야 한다. 스티칭의 목적은 각기 다른 시점의 영상을 이질감 없이 자연스럽게 이어 붙이는 것에 있다. 각각의 카메라는 동 시간에 같은 공간에서 촬영을 할지라도, 각 카메라의 FOV(Field of view)에서의 광원이 서로 다르기 때문에 서로 다른 밝기 값을 갖는다.

본 논문에서는 VR카메라로 촬영된 각 영상들을 스티칭 전 효율적으로 밝기를 일치시키는 방법을 제안한다. 스티칭 전 밝기를 일치시켜 스티칭 후 균일한 밝기를 갖고 이질감을 감소시키는 것을 목표로 한다.

2. 기존의 다시점 카메라 밝기보상 알고리즘

기존의 제안된 다시점 카메라 밝기보상 알고리즘[3]은 공통된 영역에서의 밝기의 히스토그램을 일치시키는 방법이다. 공통된 사물이 존재하는 영역에서의 두 영상의 밝기의 히스토그램은 유사한 개형으로 나타난다. 이 알고리즘은 기준이 되는 영상으로 밝기 히스토그램을 매핑 시키는 것을 목적으로 한다. 알고리즘은 YCbCr 컬러 포맷 영상에서 휘도 성분인 Y만을 이용한다.

2.1 히스토그램 계산

$$h(v) = \frac{1}{Col \cdot Row} \sum_{i=0}^{Col-1} \sum_{j=0}^{Row-1} \delta(v, y(i, j)) \quad (1)$$

$$c(v) = \sum_{i=0}^v h(i) \quad (2)$$

(1)식과 (2)식을 이용하여 히스토그램 h 와 누적 히스토그램 c 를 구한다. y 는 영상의 휘도성분이다. 서로 밝기를 일치시키고자 하는 두 영상의 히스토그램($h_1(v), h_2(v)$)을 구하고 이를 이용하여 누적 히스토그램($c_1(v), c_2(v)$)을 구한다.

2.2 매핑함수 계산 및 밝기 보상

$$M(v) = u, \quad c_1(u) \leq c_2(v) \leq c_1(u+1) \quad (3)$$

$$y_c(m, n) = M(y_2(m, n)) \quad (4)$$

(3)식을 이용하여 구한 두 영상의 누적 히스토그램을 이용하여 매핑함수 M 을 정의한다. (3)식에서 누적 v 에 대응하는 u 를 구한다는 것은 같은 추세로 분포되는 히스토그램의 개형을 찾는 과정이다.

(4)식을 이용하여 앞서 구한 매핑함수 M 을 이용하여 영상 y_1 영상을 기준으로 y_2 영상의 밝기를 보정한 y_c 영상을 얻을 수 있다.

3. 제안하는 알고리즘

VR카메라로 촬영된 각 영상의 평균 밝기 값을 이용한 밝기 보상 방법을 제안한다. 각 영상의 평균 밝기 값을 구한 후 이 값을 대표하는 중앙값을 구한다. 평균 밝기 값이 중앙값으로부터 큰 편차로 멀어지는 먼의 밝기를 보상한다. 모든 영상을 보상하는 것이 아닌 급격하게 밝기

1) 이 논문은 2017년도 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구 (No. 2015R1A2A2A01006193)와 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구 (No.2017-0-00486)의 결과물임.
연락 저자: 한중기

가 변하는 면만을 보상함으로써 전체적인 영상의 변화를 지양한다. 이때 YCbCr 컬러 포맷 영상의 휘도 성분인 Y만을 이용한다.

2.1 평균 밝기 값의 중앙 값 추정

각각의 카메라로 촬영된 영상의 밝기를 대표하는 값을 각 영상이 갖는 화소의 평균 밝기 값을 이용하였다.

각 면이 갖는 평균 밝기 값은 다음과 같이 정의된다.

$$L_n^{avg} = \frac{1}{Col \cdot Row} \sum_{i=0}^{Col-1} \sum_{j=0}^{Row-1} I_n(i, j), \quad n = 0, \dots, N \quad (5)$$

(1)식을 통해 도출한 평균 밝기 값으로 중앙값을 구한다. 한 면의 영상의 밝기가 극단적으로 밝거나 어두울 때 전체 면을 대표하는 값에 영향을 최소화하기 위해 중앙값을 이용한다.

2.2 각 면의 기준 밝기 값 계산

n 번째 영상의 기준 밝기 값 s_n 은 이전의 프레임의 기준 밝기 값과 (5)식의 현재 프레임의 해당 면의 평균 밝기 값과 평균 밝기 값의 중앙값의 선형조합이다. 이전 프레임의 값을 이용하여 급격한 구간에서의 극단적인 변화를 최소화 하였다.

2.3 밝기 보상

보상 량 d_n 은 2.2에서 정의된 해당 영상의 기준 밝기 값 s_n 에서 (5)식의 해당 면의 평균 밝기 값을 뺀 값이다. 이 차이만큼을 해당 면의 전체 화소의 밝기 값에 더함으로써 전체 면의 밝기를 균일화 한다. 보상 량 d_n 을 해당 영상의 전체 화소에 더해줌으로써 밝기 보상을 한다.

$$I_n(x) = I_n(x) + d_n, \quad n = 0, \dots, N \quad (6)$$

3. 실험 결과

본 논문에서는 제안하는 방법을 실험하기 위해 GoPro Omni로 촬영한 영상을 사용하였다. 각 영상의 크기는 (2704x2028)이고 총 6개의 영상으로 구성 돼 있다. 영상 촬영 중 갑작스런 역광, 그림자에 의해 밝기가 감소하는 구간을 실험 영상으로 사용하였다.



그림 1. 결과 비교

실험 결과 특정 카메라 영상이 실내에 들어오거나, 사물에 의한 역광이 발생 하였을 때 주변 카메라의 밝기와 동일하게 보상이 됐음을 알 수 있다.



그림 2. 스티칭 결과 비교

그림 2는 스티칭 후 결과물을 비교한 것이다. 스티칭은 ERP[2]포맷으로 하였고, 다른 처리를 하지 않고 스티칭 후 각 영상 경계에서 블렌딩 처리만 한 영상이다. 스티칭 된 ERP영상에서도 그림자, 역광으로 인한 극단적인 암부가 개선됨을 볼 수 있다.

4. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 각 영상의 평균 밝기 값과 평균 밝기 값의 중앙값을 이용하여 밝기보상을 하여 각 영상의 밝기 차이를 줄였다. 보상 량은 급격한 변화를 줄이기 위하여 이전 프레임의 보상 량과의 선형조합으로 계산하였다. 밝기 보상 결과 그림자, 역광으로 인한 암부에서 밝기가 보상됨을 시각적으로 알 수 있었다.

결론적으로 제안하는 알고리즘을 사용한 후 VR 영상을 스티칭 한다면 이질적인 밝기 차이를 효율적으로 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

휘도성분만으로 밝기를 보상할 경우, 보상된 영역에서의 색차정보도 같이 보상하는 알고리즘의 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] Yingen Xiong, Pulli, K. "Fast panorama stitching for high-quality panoramic images on mobile phones" IEEE Transactions on Consumer Electronics (Volume: 56, Issue: 2, May 2010)
- [2] Jiwan Kim, Jae-Yeong Lee, "Image transformation based on spherical sensor model for distortion-free pedestrian detection" Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI), 2017 14th International Conference on
- [3] Ulrich Fecker, Marcus Barkowsky, "Histogram-Based Prefiltering for Luminance and Chrominance Compensation of Multiview Video" IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology (Volume: 18, Issue: 9, Sept. 2008)