

객체 중심의 3D 파노라마를 위한 건조물문화재 영상의 휘도 보정

정정일*, 김흥기**, 조진수***

*경원대학교 전자계산학과

**경원대학교 컴퓨터공학과

***경원대학교 컴퓨터공학과

e-mail:jungjin2623@nate.com

Intensity Compensation of Cultural Assets Image for Object-oriented 3D Panorama

Jung-Il Jung*, Heung-Ki Kim**, Jin-Soo Cho***

*Dept of Electronic Calculation, Kyung-won University

**Dept of Computer Engineering, Kyung-won University

***Dept of Computer Engineering, Kyung-won University

요 약

본 논문에서는 객체 위주의 3D 파노라마를 생성하기 위하여 객체를 중심으로 영상을 촬영할 시, 조명의 위치나 방향에 의해 나타나는 영상 내 음영과 같은 휘도의 차이를 보정하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법에서는 먼저 촬영한 영상을 그레이스케일 영상으로 변환한 후, 임계값(threshold)을 기반으로 객체 내 어두운 영역과 밝은 영역을 분류하고, 그레이스케일 영상의 히스토그램을 분석하여 분류한 영역의 차이를 완화시킬 수 있는 최적의 휘도 경계 값을 도출한다. 다음으로는 어두운 영역(shadow)과 밝은 영역(non-shadow)에 해당하는 히스토그램의 요소들을 추출하고, 추출한 요소들을 휘도 경계 값으로 이동하여 조명에 의해 발생된 영상의 휘도 차이를 보정한다. 제안한 방법을 건조물 문화재를 중심으로 촬영한 영상에 적용하였을 시, 조명에 의해 발생된 영상 내 급격한 휘도의 차이를 보정할 수 있었으며, 보정된 결과에서는 보정 전 어두운 영역에서는 관찰하기 어려웠던 건조물 문화재의 내부문양과 같은 정보들을 보다 명확히 확인할 수 있었다.

1. 서론

근래에는 다음(Daum)이나 구글(Google)의 스트리트 뷰와 같이 사용자의 시점(카메라의 시점)을 기준으로 주변의 정보를 사용자에게 제공할 수 있는 3D 파노라마 기술들이 연구되어 왔으며, 이를 보다 다양하게 활용하기 위한 연구들이 진행 중이다[1-3].

현 3D 파노라마 기술은 사용자에게 실감적으로 주변의 배경 정보를 제공하기 위해서 (그림 1)의 (a)나 (b)와 같은 형태의 3D 파노라마 공간을 모델링하며, 카메라의 시점을 기준으로 주변에 대한 정보를 촬영하여 영상에 저장한다. 일반적으로 배경 중심의 3D 파노라마 기술에서는 조명의 위치나 방향이 촬영한 영상들을 정합 할 시에 큰 영향을 주지 않기 때문에 보편적인 보정 및 보간 기법들을 이용하여 수행한다. 그러나 객체 위주의 3D 파노라마 영상을 생성할 시에는 객체 주변의 조명 위치 및 조명의 세기 등과 같은 주변 요소들이 영상의 정합 오류나 정합 후 영상 간의 이질감을 발생시키기 때문에 이에 적합한 보정 방법이 필요하다.

따라서 본 논문에서는 객체 위주의 3D 파노라마 영상을 보다 실감적으로 사용자에게 제공하기 위하여, 조명에 위치나 방향에 의해 발생하는 영상 내 급격한 음영의 차이를 완화시킬 수 있는 휘도 보정 방법을 제안한다.

1. 영상의 음영을 고려한 휘도 보정 방법

일반적으로 건조물문화재들은 그 구조가 다각형으로 구성되어 있기 때문에, 촬영 시의 빛과 같은 조명의 방향과 건조물문화재의 표면의 방향에 따라 영상에서는 휘도의 차이로 인해 음영이 나타나게 된다. 이러한 영상의 음영은 건조물문화재 표면의 내부문양과 같은 부재별 특징에 대한 관찰을 어렵게 하며, 여러 장의 영상을 정합할 시에 정합 경계 지점을 추출하기 어렵게 만든다. 따라서 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 다음과 같은 과정들을 통해 영상에서 발생된 휘도의 급격한 차이를 완화시킨다.

1.1 영상의 shadow 및 non-shadow 영역 분류

카메라를 이용하여 촬영한 영상에서는 조명의 방향, 표면에 닿는 빛의 양에 따라 음영이 나타나게 된다. 영상의 shadow 영역과 non-shadow 영역 분류에서는 먼저 원 영상을 그레이 스케일 영상으로 변환한 후 사용자의 입력을

* 본 연구는 문화관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 문화콘텐츠기술연구
구소 육성사업의 지원으로 수행되었습니다.

* 이 연구는 2009년도 경원대학교 지원에 의한 결과임.

통하여 두 영역이 명확히 분류될 수 그레이레벨 임계값을 도출한다. 다음으로는 shadow 영역에 대한 사용자의 관심 영역 설정을 통하여 영상을 이진화 영상으로 변환한 후 관심영역에 근접한 데이터들을 탐색함으로써, shadow 영역의 윤곽선을 추출한다. 그리고 윤곽선을 기준으로 분류한 두 영역을 각각 Sshadow 픽셀 집합과 Snon-shadow 픽셀 집합에 저장하며, 이는 추후 영상의 휘도를 보정하기 위한 기반 데이터로 사용된다.

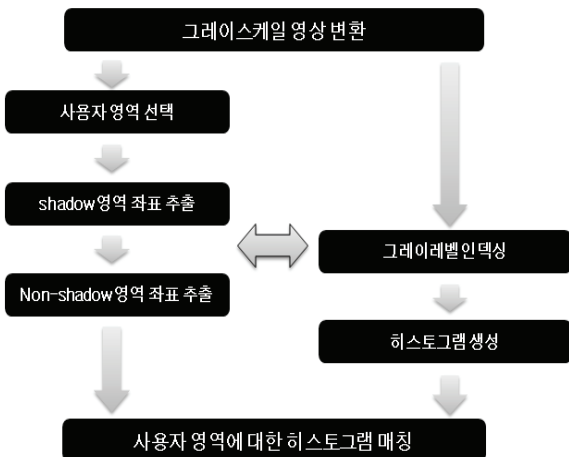
1.2 히스토그램 분석을 통한 영상의 휘도 보정

영상의 휘도 보정 과정에서는 먼저 음영영역 분류 과정을 통하여 분류한 영역들 중 건조물문화재에 포함되는 영역들을 사용자의 선택에 따라 추출한 후, 그레이스케일 영상을 기반으로 변환한 히스토그램을 분석하여 추출한 영역에 대해 히스토그램을 매칭한다. 사용자가 선택한 관심영역을 히스토그램에 매칭 시키는 과정을 (그림 1)에 나타내었으며, 본 수행 과정을 통하여 shadow 영역과 non-shadow 영역에 포함되는 히스토그램의 요소들을 각각 추출할 수 있다. 다음으로는 그레이스케일 영상을 변환한 히스토그램에서 shadow 영역과 non-shadow 영역의 휘도를 보정하기 위해 수식(1)과 같이 두 영역에 대한 휘도 경계값(Tshadow)을 수식(1)과 같이 정의한다.

$$T_{shadow} = (T_l + T_r) / 2 \tag{1}$$

수식(1)에서 Tl, Tr은 Tshadow를 기준으로 좌우에서 측적량이 가장 높은 그레이레벨 값들을 나타낸다. 마지막으로 정의한 Tl, Tr과 Tshadow의 중간 값으로 shadow 영역과 non-shadow 영역에 대한 히스토그램을 이동함으로써, 영상 내에서 나타나는 급격한 휘도의 차이를 완화시킬 수 있다. 본 과정을 다음의 수식(2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{cases} T_{l-mid} = (T_l + T_{mid}) / 2 \\ T_{r-mid} = (T_r + T_{mid}) / 2 \\ Gray(I_n) = Gray(I_n) + T_{l-mid}, I_n \in S_{shadow} \\ Gray(I_n) = Gray(I_n) - T_{r-mid}, I_n \in S_{non-shadow} \end{cases} \tag{2}$$



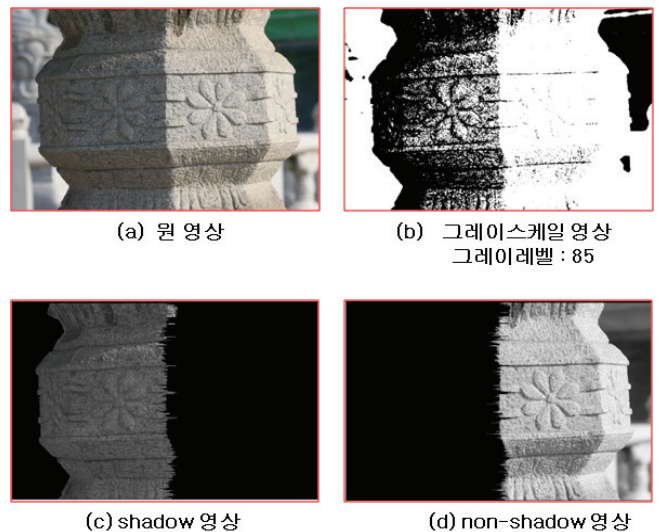
(그림 1) 영상과 히스토그램간 매칭 수행 과정

수식(2)에서 Tl, Tr 및 Tshadow는 수식(1)과 동일하고, Tl-mid와 Tr-mid는 각각 Tshadow와 Tl, Tshadow과 Tr의 중간 값을 나타낸다. 또한 In은 그레이스케일로 변환한 영상의 픽셀에 대한 그레이레벨 값을 나타낸다.

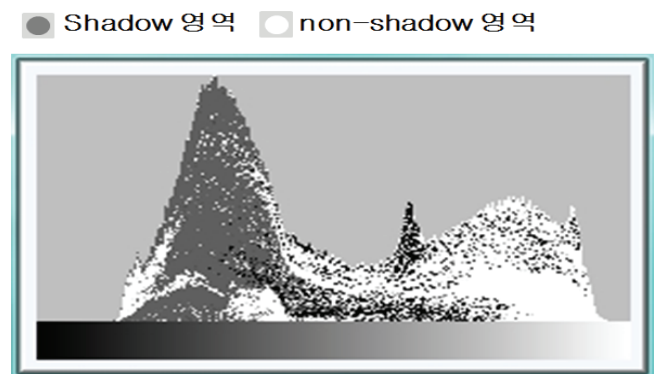
2. 연구 결과

본 논문에서 제안하는 방법을 실험 평가하기 위하여 Win32 API 기반[4]에 OpenGL 프로그래밍[5]을 이용하여 컴퓨터 프로그램으로 구현하였다.

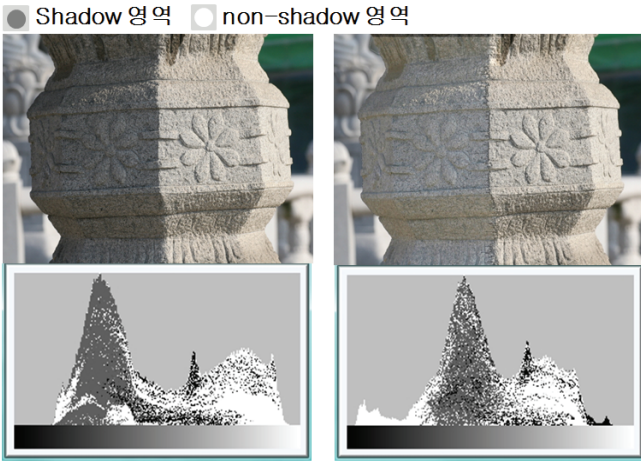
먼저, (그림 2)의 (a)는 건조물문화재의 부재를 중심으로 촬영한 원 영상을 보여주며, (b)는 원 영상을 그레이스케일 영상으로 변환한 후, 임계값을 기준으로 이진화 시킨 영상을 나타낸다. (b)의 영상에서 사용자의 관심영역 설정을 통하여 (c)와 (d)에 보인 바와 같이 원 영상에서 shadow 영역과 non-shadow 영역을 분류할 수 있다. (그림 3)은 그레이스케일 영상을 히스토그램으로 변환한 후 shadow 영역과 non-shadow 영역에 대한 히스토그램 요소들을 추출하여, 각 영역에 대한 히스토그램 분포를 보여준다. 최종적으로 (그림 3)을 기반으로 수식 (1)과 수식 (2)의 과정을 수행하여 휘도를 보정함으로써, (그림 4)와



(그림 2) 영상의 음영영역 분류



(그림 3) 분류된 영역의 히스토그램 매칭



(그림 4) 음영을 고려한 영상의 휘도 보정 결과

같이 원 영상에서 나타나는 어두운 영역과 밝은 영역의 차이를 보정할 수 있었다. 또한, 제안하는 방법으로 영상의 휘도를 보정함으로써, 원 영상에서는 관찰하기 어려웠던 건조물 문화재의 내부분양을 보다 명확하게 확인할 수 있음을 볼 수 있다.

3. 결론

본 논문에서는 객체 위주의 3D 파노라마를 위한 건조물 문화재 영상의 휘도 보정 방법을 제안하였다. 제안한 방법으로는 건조물 문화재를 중심으로 촬영한 영상의 휘도를 보정함으로써, 영상 내 객체에서 발생된 급격한 명암의 차이를 완화시킬 수 있었으며, 이는 객체를 중심으로 촬영한 다양한 형태의 영상 보정 방법에 적용될 수 있을 것으로 기대된다. 추후에는 카메라와 피사체간의 기하학적 관계를 고려한 3D 공간 모델링에 관한 연구를 진행할 것이다.

참고문헌

[1] Zhigang Zhu, Guangyou Xu, Edward M. Riseman, Allen R. Hanson, " Fast construction of dynamic and multi-resolution 360° panoramas from video sequences," Image and Vision Computing, Vol.24, No.1, pp13-26, January 2006.

[2] 이강호, "실린더 파노라마 영상의 재구성을 위한 단순화된 사영 변환", 한국컴퓨터정보학회, 제11권, 제2호, pp.169-175, 2006.

[3] 정차근, "3D 파노라마 영상의 생성과 합성기술", 방송공학회지, 제6권, 제2호, pp.62-72, 2001.

[4] 이상엽, Windows programing bible, 영진.com, 2000.

[5] 정성환, 이문호, 컴퓨터비전 실무 프로그래밍, 홍릉출판사, 2007