

3차원 실내공간 표현을 위한 영상 혼합 기법

이재한 김한울 김창수

고려대학교

jaehanlee@mcl.korea.ac.kr hanulkim@mcl.korea.ac.kr changsukim@korea.ac.kr

An Image Blending Method for 3D Indoor Space Representation

Jaehan Lee Han-Ul Kim Chang-Su Kim

Korea University

요약

본 논문은 실내 공간을 촬영한 다수의 텍스처 영상이 존재 할 때, 영상혼합을 통해 실내 공간 표현의 품질을 향상시키는 기법을 제안한다. 우선 실내 공간을 메쉬로 표현하기 위해 건물 구조에 대응하는 평면을 포인트 클라우드로부터 추출하여 대응하는 메쉬를 생성한다. 메쉬의 각 면에 대해 좌표계 변환을 통하여 사영 가능한 텍스처 영상들을 판별한다. 판별된 텍스처 영상들에 대해 거리와 방향요소를 고려하여 영상혼합 가중치를 결정한 뒤, 가중치에 따라 영상을 혼합하여 최종적인 텍스처로 이용한다. 실험 결과는 제안하는 방법이 더 좋은 화질로 실내공간을 표현함을 보여준다.

1. 서론

최근 레이저 기반의 3차원 데이터 취득 기술의 발달로 인하여 실내 공간에 대한 정확한 위치 정보를 획득 할 수 있게 되었고, 이를 이용한 3차원 공간 표현 기술들이 다양한 분야에서 연구 되고 있다.

실내 공간을 메쉬로 표현하는 기법은 포인트 기반 표현 기법에 비해 소수의 정점과 간선의 조합으로 넓은 면을 효과적으로 표현할 수 있는 반면 포인트 클라우드 형태의 3차원 데이터를 메쉬로 변환하는 과정과 텍스처 매핑을 위해 생성된 메쉬와 텍스처 영상간의 정합 과정이 추가로 요구된다.

특히 텍스처 매핑 과정은 같은 공간을 촬영한 다수의 텍스처 영상이 존재 할 때 화질저하를 야기 할 수 있다. 실내 공간의 경우 폐쇄 영역 및 카메라 화각의 한계로 인하여, 서로 다른 위치에서 획득한 다수의 텍스처 영상을 사용한다. 하지만 이 경우 촬영 위치에 따른 조명 차이로 인하여 같은 공간을 영상마다 다른 컬러 값으로 표현 할 수 있다. 따라서 사영 가능한 영상들 중 하나만 선택하여 텍스처 매핑에 사용하면, 그림 1과 같이 선택한 영상이 바뀌는 경계에서 확연한 경계선이 나타나 3차원 실내공간 표현의 화질을 저하시키는 원인이 된다.

위와 같은 문제점을 해결하기 위해, 본 논문에서는 텍스처 영상 혼합 기법을 제안한다. 우선 메쉬의 각 면에 대해 사영 가능한 영상들을 판별한다. 각 면에 대한 최종적인 텍스처 영상은 사영 가능한 영상들의 가중 합으로 결정되며, 가중치는 면으로 부터 거리와 카메라가 면과 이루는 각도를 통해 계산한다. 실험 결과는 제안 기법을 적용하였을 때, 더 좋은 화질로 실내 공간을 표현함을 보여준다.



그림 1. 여러 장의 영상에서 한 장만을 텍스처 매핑에 사용하였을 경우 발생하는 경계선

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 실내공간을 메쉬 모델로 표현하는 과정을 설명한다. 3장에서 제안하는 텍스처 영상 혼합 기법을 설명하고, 4장에서 제안 기법을 통한 실내 공간표현 결과를 확인한다. 마지막으로 5장에서 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

2. 실내공간의 메쉬 표현

맨하튼 세계 가정[1]은 세계가 수직하거나, 평행하는 평면들의 집합으로 구성된다고 가정한다. 실제 벽면, 천장과 같은 실내공간을 이루는 건물 구조는 대부분 위 가정에 부합하며, 본 논문에서는 위 가정을 바탕으로 건물구조에 대응하는 평면을 추출하고 메쉬로 표현한다.

맨하튼 세계 가정으로부터, 실내 공간을 구성하는 각 평면은 서로 수직하는 세 법선벡터들 중 하나를 가진다. 본 논문에서는 각 포인트의

법선 벡터들 중 서로 수직하며 가장 많은 포인트를 포함하는 세 법선 벡터들을 찾는다. 건물 구조에 대응하는 평면들은 RANSAC[2] 알고리즘을 통해 얻은 평면들 중 앞서 구한 3개의 법선벡터중 하나와 일치하는 평면들을 선택하여 얻는다. 실내공간에 대한 메쉬 모델은 각 평면들을 삼각형 메쉬 구조로 분할하여 얻는다.

3. 텍스처 영상 혼합

메쉬의 각 면에 대해 사영 가능한 텍스처 영상을 판별하기 위해 정점들을 지역좌표와 영상좌표로 표현한다. 지역좌표는 텍스처 영상을 취득한 위치를 원점으로 하는 좌표로 기존 좌표에 평행이동 및 회전이동을 적용하여 얻어진다. 영상 좌표는 지역좌표에 카메라 변수를 이용하여 계산하며, 면을 구성하는 모든 정점의 영상좌표가 영상 내에 존재할 때 면은 텍스처 영상에 사영 가능하다고 판단한다.

메쉬의 각 면에 할당되는 텍스처는 각 면의 사영 가능한 텍스처 영상들의 가중 합으로 결정된다. 일반적으로 피사체를 가까이서 촬영할수록, 정면에 두고 촬영할수록, 피사체를 잘 표현하는 경향을 보이므로 거리요소와, 방향요소에 근거하여 가중치를 결정한다. 구체적으로 i 번째 면이 N 개의 사영 가능한 텍스처 영상을 가질 때, k 번째 영상에 대한 영상 혼합 가중치 w_{ik} 는 아래와 같이 계산한다.

$$w_{ik} = \frac{(d_{ik}^{d_r})(r_{ik}^{c_r})}{\sum_{k=1}^N (d_{ik}^{d_r})(r_{ik}^{c_r})} \quad (1)$$

d_{ik} 는 거리요소로 k 번째 영상을 취득한 카메라 위치와 면의 거리가 가까울수록 높은 값을 가지며, i 번째 면을 구성하는 세 정점의 지역 좌표 벡터 크기들의 평균에 역수를 취하여 결정한다. r_{ik} 는 방향요소로 i 번째 면을 구성하는 각 정점과 k 번째 영상 촬영 위치를 잇는 벡터와 카메라 방향 벡터가 이루는 각도의 코사인 값을 계산한 뒤 평균하여 결정한다. 따라서 면이 영상에서 중심에 나타날 경우 더 높은 값을 가지게 된다. c_d, c_r 은 거리 요소와 방향 요소의 민감도에 관련된 변수로 실험적으로 두 값은 4.0 으로 결정하였다.

4. 실험 결과

본 장에서는 제안하는 영상 혼합기법을 통해 실내 공간 표현의 화질을 개선할 수 있음을 실험적으로 확인한다. 실험 데이터는 Hokuyo URG-04LX 로 획득한 포인트 클라우드에 2장에서 설명한 메쉬 생성 기법을 적용하여 제작하였고 서로 다른 위치에서 촬영된 21장의 영상을 텍스처 영상으로 사용하였다.

그림 2 는 (a) 제안 기법을 적용하지 않은 결과와 (b) 제안 기법을 적용한 결과를 비교하며, 제안기법을 적용함으로써 영상에서 발생하는 경계 등을 효과적으로 제거할 수 있음을 보여준다. 또한 그림 2 는 영상 혼합 가중치의 계산 시 (c) 거리 요소만 고려한 경우와 (d) 방향 요소만 고려한 경우의 결과를 도시한다. (c)의 경우, 경계에 속한 이웃한 메쉬에서 급격한 영상 혼합 가중치의 변화가 발생하여, 경계를 효과적으로 제거하지 못하는 단점을 보인다. 반면 (d)는, 경계는 효과적으로

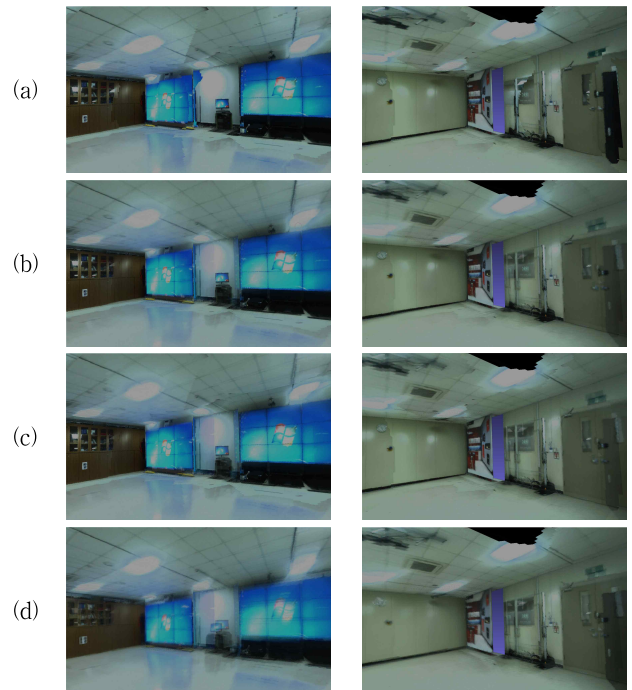


그림 2. (a) 영상혼합을 적용하지 않은 결과와 (b) 영상혼합 기법을 적용한 결과 비교 및 (c) 거리 요소만을 고려하여 영상 혼합기법을 적용한 결과 (d) 방향 요소만을 고려하여 영상 혼합기법을 적용한 결과 비교

제거하고 있지만, 거리 요소에 대한 고려가 없어 다수의 영상이 유사한 가중치를 가지고 영상 혼합에 사용되기 때문에 영상의 화질이 감소하는 경향을 보인다. 따라서 거리와 방향을 모두 고려한 (b) 제안기법이 (c), (d) 와 비교하였을 때 더 효과적임을 확인할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 실내 공간을 촬영한 다수의 텍스처 영상이 존재할 때, 영상혼합을 통해 실내 공간 표현의 품질을 향상시키는 기법을 제안하였다. 제안 기법은, 메쉬의 각 면에 대해 사영 가능한 텍스처 영상들을 판별한 뒤, 촬영 위치와 면과의 거리, 방향을 고려한 영상 혼합 가중치를 계산 하였다. 이후 계산한 가중치를 바탕으로 영상을 혼합하여 만든 텍스처를 각 면에 할당 하였다. 실험결과는 삼차원 실내 공간을 표현함에 있어 제안 기법이, 영상 혼합 기법을 적용하지 않은 경우에 비해 고품질의 결과를 출력하는 것을 보여준다.

6. 참고 문헌

[1] J. M. Coughlan and A. L. Yuille, "Manhattan-world: Compass direction from a single image by bayesian inference.", *In Proc. Int. Conf. Computer Vision*, 1999.
 [2] M. A. Fischler and R. C. Bolles, "Random sample consensus : a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography.", *Communications of the ACM*, Vol. 24, No.6, pp. 381-395, 1981.