

사진 타일을 이용한 장식적인 픽스 모자이크 연구

김정은^o 나현철 윤경현

중앙대학교 컴퓨터공학과 컴퓨터그래픽스연구실
{zzeoni^o, hcnah}@cglab.cse.cau.ac.kr, khyoon@cau.ac.kr

A Study on the Decorative Pix Mosaics Using Photo Tile

Jeongeun Kim^o Hyuncheol Nah Kyunghyun Yoon
CG Lab. CS&E, Chung-Ang University

요 약

본 논문은 정사각형 모양의 사진 타일을 이용하여 장식적인 요소를 표현한 새로운 종류의 모자이크를 소개한다. 이 방법은 입력 영상에서 정사각형의 타일 영역을 정하여 그 영역과 시각적으로 가장 유사한 사진을 데이터베이스에서 찾아내어 매칭시켜 준다. 타일 영역들의 위치는 무게중심의 보로노이 다이어그램을 사용하여 서로의 간격을 균일하게 결정해주고, 그것의 방향은 입력 영상의 에지들을 따라 평행하게 나열되도록 조절해준다. 그리고 타일 영역 사이의 공간은 빈 공간으로 하여 고전적인 모자이크 작품의 장식적인 요소를 표현해 주었다. 다양한 타일 영역에 적합한 사진들을 얻기 위해서는 사진 데이터베이스의 규모가 클수록 좋으므로 많은 양의 사진을 가지고 있어야만 입력 영상과 최대한 유사하게 표현할 수 있다.

1. 서 론

비사실적 렌더링은 다양한 미술 소재들로 사물을 렌더링 하는 기법을 통칭한다. 본 논문에서는 비사실적 렌더링 분야 중에서 새로운 방식의 모자이크를 시뮬레이션 하는 방법을 제안한다. 모자이크란 중세 비잔틴 시대에 대리석이나 유리 등의 작은 조각을 사용하여 건축물의 벽면 또는 바닥을 장식하는 미술 기법으로 현대에는 회화적인 표현방식의 하나로 발전되었다. 그림 1은 비잔틴 시대의 대표적인 모자이크 작품 중에 하나로서 큰 영상을 작은 사각형 타일들로 서로 겹쳐지지 않도록 공간을 두어 채웠기 때문에 장식적인 효과를 극대화할 수 있었다. 현대에는 사진의 발명으로 사진을 하나의 타일로 사용하여 만든 사진 모자이크가 발전되었고 영화 포스터나 광고 등의 상업적인 목적으로 사용되고 있다. 사진 모자이크는 입력 영상을 사각형 격자로 나눠서 그 하나하나의 격자 부분과 가장 유사한 색상 분포를 가지는 사진을 보여주는 것이다. 이렇듯 모자이크의 기본 원리는 타일

로 불리는 작은 조각들의 모음으로 큰 영상을 표현하는 것이다. 따라서 타일들의 위치와 모양, 텍스처에 따라 여러 다양한 형태의 모자이크를 생성할 수 있는 것이다. 본 연구에서는 고전적인 모자이크에서 나타나는 타일의 위치와 방향을 이용하여 현대적인 포토 모자이크를 생성하고자 한다. 본 논문에서 말하고 있는 픽스 모자이크(Pix Mosaic)는 포토 모자이크(Photo Mosaic)와 같은 의미이며, 픽스(pix)란 사진(picture)의 복수를 의미한다.

2. 관련 연구

타일의 종류와 위치의 결정 방법에 따라 기존에 다양한 형태의 모자이크를 생성하는 방법들이 많이 연구되어져 왔다. 그중에서 고대의 실제 모자이크 작품을 시뮬레이션 하는 연구가 있었다[1]. 이 연구에서는 일정한 색상을 가지는 타일을 이용하여 입력 영상의 에지를 강조하기 위하여 타일들의 위치와 방향을 에지 방향을 따라 나란히 정렬하였다. 이것은 입력 영상에 그라데이션 효과가 없는 일정한 색상일 경우에는 결과 영상에서의 에지와 색상 표현이 입력 영상의 모습과 비슷하게 나타낼 수 있지만, 색상의 그라데이션 효과를 가지는 입력 영상에서는 일정한 색상의 타일을 사용하므로 그라데이션 효과를 입력 영상처럼 표현할 수 없었다.

로버트 실버가 제안한 포토 모자이크 방식은 입력영상을 사각형 격자로 나눠 각 격자를 하나의 사진 타일로 채우는 방식이었다[4]. 이 방법은 입력 영상의 격자 부분의 색상 분포와 유사한 사진 타일을 사용함으로써 색상으로 인하여 입력 영상의 에지를 표현할 수 있었지만, 색상 분포가 완전하게 같은 사진을 찾는 것은 사실상 불가능하므로 입력 영상을 해상도가 낮게 표현한 것처럼



그림 1. 장식 예술로 표현된 비잔틴 시대의 실제 모자이크 작품

보일 수 있다.

그러므로 본 논문에서는 두 논문에서의 장점들을 살려서 입력 영상의 에지와 색상을 가장 잘 표현할 있는 방법을 제안하였다.

3. 본 론

3.1 시스템의 구성

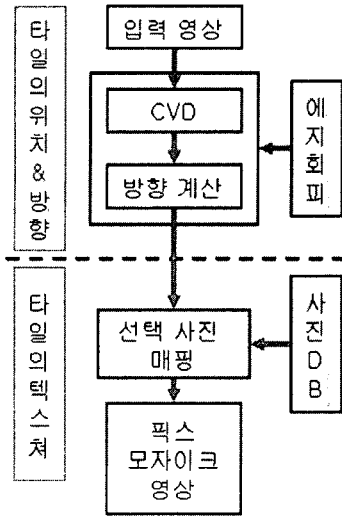


그림 2. 시스템 흐름도

본 논문에서는 정사각형의 사진 타일을 이용해 장식적인 요소를 갖는 모자이크를 생성하기 위하여 그림 2의 시스템 흐름을 이용해 타일의 위치, 방향, 텍스처를 결정해 준다.

입력 영상에서의 주요 에지를 표현하기 위하여 우선 타일의 위치와 방향을 결정한다. 무게중심의 보로노이 다이어그램(Centroidal Voronoi Diagram)을 이용하여 타일이 겹쳐지지 않는 적절한 위치를 선정하고 에지의 접선 방향에 따른 타일의 방향도 결정해준다. 그리고 이 과정 중에 에지 위에 타일이 놓이는 것을 방지하기 위하여 에지 회피 방법을 사용한다. 그런 다음, 결정된 타일의 영역에 그 영역과 시각적으로 가장 유사한 사진을 데이터베이스에서 찾아서 축소하여 매핑 시켜주면 장식적인 픽스 모자이크 영상을 얻어낼 수 있다.

3.2 장식적인 픽스 모자이크 생성

장식적인 모자이크 기법을 표현하기 위해서는 일반적인 포토 모자이크 기법인 사각형 격자로 나눠 사진으로 채우는 방식을 벗어나야 한다. 고대 비잔틴 시대의 모자이크처럼 장식 예술로 표현하기 위해서 사각형 타일의 위치와 방향을 결정해 주는 것이 매우 중요하다. 타일의 위치와 방향이 자유롭게 타일들 사이의 거리가 균일해야 하며 타일들 사이에는 빈 공간을 가지고 있어서 타일들의 방향이 에지의 접선 방향과 평행하도록 타일을 회전시켜줄 수 있어야 한다. 본 논문은 이러한 특징들을 여

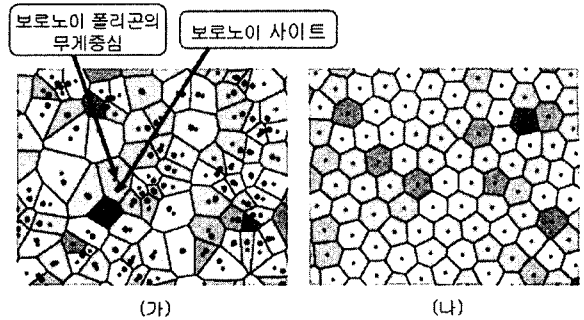


그림 3. (가)보로노이 다이어그램 (나)무게중심의 보로노이 다이어그램

러 기술들을 사용하여 고대 모자이크와 비슷하게 시물레이션 하였다.

우선 정사각형 타일들이 서로 균일한 거리를 가지기 위해서 타일의 중심점을 기준으로 중심점들 사이의 거리를 균일하게 해주어야 한다. 이러한 타일의 위치를 결정하기 위하여 사용되는 기술이 무게중심의 보로노이 다이어그램이다. 무게중심의 보로노이 다이어그램은 그림 3의 (가)와 같은 보로노이 다이어그램을 사용하여 보로노이 사이트를 보로노이 폴리곤의 무게중심으로 이동을 시켜준다. 사이트가 이동하므로써 보로노이 폴리곤이 변하게 되고 그에 따른 무게중심도 변한다. 이렇게 보로노이 사이트와 보로노이 폴리곤의 무게중심이 수렴할 때까지 반복해주면 그림 3의 (나)와 같이 거의 균일한 모양의 보로노이 폴리곤을 얻게 되고 그에 따른 무게중심이자 보로노이 사이트인 점을 얻게 된다. 그림 3의 (나)에서처럼 사이트들 사이의 간격이 균일하게 배치되기 때문에 본 논문에서 추구하는 사진 타일의 중심점으로 보로노이 사이트를 사용할 수 있다.

타일의 중심점으로 타일의 위치가 결정되면 사용자에게 의해 선택된 에지 방향에 따라 타일을 회전시켜주는 과정이 필요하다. 정사각형 타일의 직선인 변들이 에지와 평행하도록 규칙적으로 나열되면 입력 영상의 객체의 윤곽이 표현되므로 객체를 인지할 수 있게 된다. 여기서 타일의 중심점과 에지와의 거리를 계산하여 에지에서 가까이 있는 타일들의 변이 에지에 평행되도록 타일을 회전시켜주고, 거리상 에지에서 멀리 떨어져 있는 타일들은 주변 타일들의 방향을 따르도록 회전의 각도를 결정시켜 준다. 그러므로 모든 타일들의 방향이 규칙적으로 에지의 방향을 따르게 된다.

이렇게 타일의 위치와 방향을 결정시켜주는 과정에서 에지 위에 생기는 타일을 고려하지 않을 수 없다. 타일들 사이 공간의 연속성을 통하여 객체의 에지를 인식하므로 그 연속성을 방해하는 타일은 에지에서 밀어내어야 한다. 이것은 무게중심의 보로노이 다이어그램 과정에서 에지 선을 우선 굵게 만들어 보로노이 사이트가 그 부분을 벗어나게 하여 보로노이 폴리곤이 생성될 수 있도록 한다. 그런 다음에 보로노이 다이어그램을 다시 실행하여 너무 벌어진 사이트들을 에지를 중심으로 모이게 하면 타일들을 간격이 비슷하게 배치시켜 에지의 표현이

가능하게 된다.

이렇게 타일의 영역이 결정되면 입력 영상에서의 같은 위치의 영역과 비교하여 시각적으로 가장 유사한 사진을 데이터베이스에서 찾아내야 한다. 많은 사진을 가지고 있는 데이터베이스에서 화소 대 화소로 비교하는 과정은 변할 수 없지만, 우선 4등분한 영역의 평균값으로 입력 영상에서의 타일 영역에 적합한 후보 사진들을 추려낸다. 그런 후 후보 사진들만 입력 영상에서의 타일 영역과 화소 대 화소로 비교해준다. 색상 거리차를 합산한 값이 최소가 되는 사진을 최종적인 사진 타일로 결정해 준다.

4. 결 론

본 연구에서는 사진을 타일의 텍스처로 사용하고 타일의 위치와 방향을 입력 영상의 에지를 강조할 수 있도록 배치시켜준 그림 4의 (다)와 (바) 같은 픽스 모자이크 영상을 만드는 방법을 제안하였다. 이 방법은 고전적인 특징과 현대적인 특징을 적절히 융합한 방법으로써 입력 영상의 에지들을 강조할 수 있었다. 사용자가 선택한 에지들은 정사각형 타일의 직선 변을 이용하여 표현되므로

다른 모자이크 방법보다 에지로 인한 객체의 인식이 더욱 용이해진다. 그리고 다양한 색상과 무늬를 갖는 사진을 사용하였기 때문에 주의를 환기시킬 만큼 화려한 픽스 모자이크를 생성할 수 있었다.

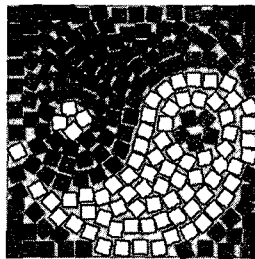
향후 연구에서는 영역분할 방식을 이용하여 소스 영상에서 자동으로 에지를 추출하고 세밀한 부분의 에지는 타일들 속의 사진을 이용하여 표현할 수 있도록 최적의 사진을 찾을 수 있는 방법을 모색한다. 그리고 소스 영상에서의 객체를 계층별로 나눠서 모자이크 기법을 적용하려고 한다.

5. 참고 문헌

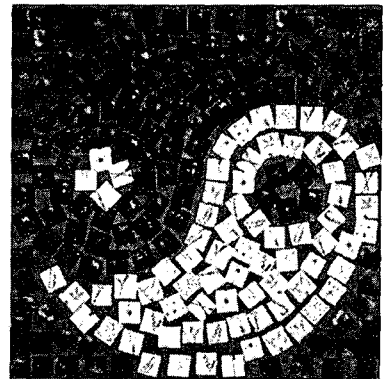
[1] HAUSNER, A. 2001. Simulating Decorative Mosaics. In Proceedings of SIGGRAPH 2001, 573-580.
 [2] JUNHWAN, K. 2002. Jigsaw Image Mosaics. In Proceedings of SIGGRAPH 2002, 657-664.
 [3] ELBER, G. 2003. Rendering traditional mosaics. The Visual Computer, pp. 67~78.
 [4] SILVERS, R. 1996. Photomosaic : Putting Pictures in their Place. Master's thesis, MIT, June 1996.



(가)



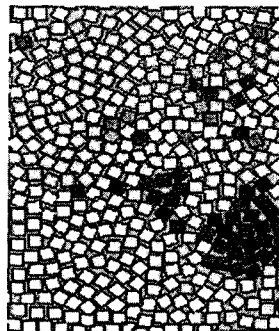
(나)



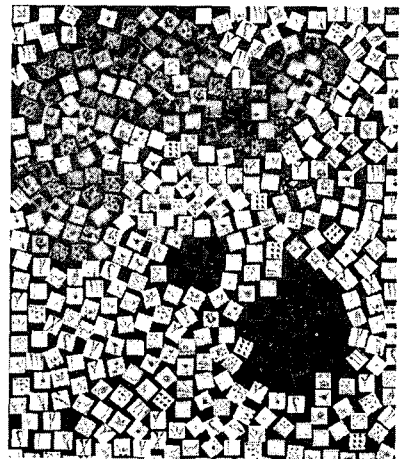
(다)



(라)



(마)



(바)

그림 4. (가)(라) 입력영상, (나)(마) 균일 색상의 타일을 이용한 모자이크, (다)(바) 사진 타일을 이용한 픽스 모자이크