

계층형 정적/동적 모자이크

신성윤, 고경철, 이양원
군산대학교 컴퓨터정보과학과

A Hierarchical Static/Dynamic Mosaicing

Seong-Yoon Shin, Kyong-Chul Ko, Yang-Won Rhee
Dept. of Computer Information Science, Kunsan Nat'l University
E-mail : syshin@cs.kunsan.ac.kr

요약

이미지 모자이크 시스템이란 이미지 내의 객체나 배경을 하나의 이미지 크기에 전체적으로 표현할 수 없거나 부분적으로 보이지 않는 영역을 갖는 일련의 여러 이미지와 동영상의 프레임 이미지를 하나로 정합하여 확장된 이미지를 나타내는 시스템이다. 본 논문에서는 보다 효율적인 검색과 표현을 위하여 트리 형태의 계층형 이미지 모자이크 시스템을 구축하는 방법을 제시하며, 정적인 이미지 모자이크와 동적 이미지 모자이크를 모두 구축하는 방법에 대해서 제시한다.

1. 서론

이미지(image)와 동영상의 빠른 발전과 표준화는 멀티미디어 하드웨어와 소프트웨어의 발전에 힘입어 그 사용 및 응용 분야가 점점 더 확대되고 사용자의 요구 또한 증대되었다. 이미지 모자이크(image mosaic)이라는 것은 연관되어지는 여러 비디오 프레임(video frame)이나 정지 이미지들을 합성하여 하나의 새로운 이미지를 생성하는 것[1]을 말하며, 배경을 중심으로 하는 정적 모자이크와 동적인 객체 표현을 위한 동적 모자이크, 그리고 시놉시스(synopsis) 모자이크로 분류된다[2].

모자이크는 상호 관련 있는 연속된 이미지의 정렬과 통합 및 중복성에 대한 분석 기술들의 구축 과정에 의해 이루어진다. 파노라믹(panoramic) 모자이크 시스템에 대한 응용분야는 가장 전통적인 분야인 공중 인공위성 사진의 구축으로부터 최근의 연구분야인 장면 고정과 장면 감지, 비디오 압축과 색인, 그리고 카메라의 해상도 및 간단한 사진 편집까지 매우 다양한 분야에서 연구되고 있다[2,3,4].

본 논문의 전체적인 시스템 구조는 그림 1과 같다. 입력 단계에는 동영상이나 정지 이미지가 입력되는데 입력 이미지가 일련의 비디오 이미지라면 장면 분

서는 모자이크 이미지를 생성하는 방안에 중점을 두고 있다.

본 논문에서는 입력 이미지를 계층형 모자이크 이미지로 생성하는 방법과 동적 객체를 추출하여 배경 모자이크 이미지에 표현해주는 방법을 제시한다. 여기서 생성되어진 모자이크 이미지를 원 이미지로 재현하게 되면 저장 및 전송측면에 있어 상당한 효과를 볼 수 있다[1,5].

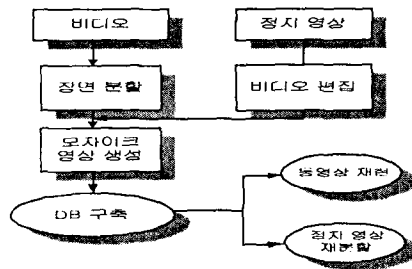


그림 1. 계층형 모자이크 시스템 구조

본 논문은, 2장에서 관련 연구를 살펴보고, 3장에서는 모자이크 이미지 생성 및 계층형 모자이크 이미지 생성 방법에 대해 알아보고, 4장에서는 정적 및 동적 모자이크 이미지 구축 방안에 대해 제시한다. 그리고 5장에서는 실제 데이터를 이용한 실험을 수행하고 6

장에서 결론을 맺고 향후 연구 방향에 대해 알아보도록 한다.

2. 관련 연구

현재 모자이크와 관련된 많은 연구들에서 optical flow 및 차이미지, 이미지의 좌표 변환 기법, 그리고 이미지 정렬과 움직임 측정에 대한 연구를 수행하고 있다. 모자이크 이미지 생성을 위한 기존의 대표적인 방법들을 살펴보면 다음과 같다.

Shum & Szeliski[3]는 입력 이미지를 변환 행렬과 연관하여 모자이크 이미지를 표현하는 방법을 제안하였는데, 이 방법은 잡음에 매우 민감하다는 단점을 가지고 있다. Xiong과 Turkowski[4]는 카메라를 90도로 회전하여 4개의 이미지를 얻어 가상세계를 구축하는 방법을 제시하였고, Michael Irani[2]는 동적 모자이크에 대하여 제안하였는데 동적 객체에 대해서 정확하게 외형을 추출하는 방법은 기술하지 않았다.

일반적인 이미지 좌표 변환 모델들은 표 1과 같은데, 그 중 어파인 모델(affine mode)[6]은 부분 집합으로 고려하여 모자이크 이미지를 생성하는 방법이다. 정적인 배경에 대해 이런 어파인 모델은 카메라의 줌(zoom), 카메라의 시각 축에 대한 회전, 이동의 변화에 대해서 정확히 계산이 가능하다.

표 1. 좌표 변환 모델

모델	X에서 X'로의 좌표 변환	파라미터
이동	$X' = X + b$	$b \in R^{2 \times 1}$
Affine	$X' = AX + b$	$A \in R^{2 \times 2}$, $b \in R^{2 \times 1}$
양선형	$X' = q_{x'x}XY + q_{x'y}X + q_{x'y}Y + q_x'$ $Y' = q_{y'x}XY + q_{y'y}X + q_{y'y}Y + q_y'$	$q_i \in R$
원근 투영	$X' = \frac{AX + b}{C^T X + 1}$	$A \in R^{2 \times 2}$, $b, C \in R^2$
Pseudo-perspective	$X' = q_{x'x}X + q_{x'y}Y + q_x'$ $+ q_a X^2 + q_b XY$ $Y' = q_{y'x}X + q_{y'y}Y + q_y'$ $+ q_c XY + q_d Y^2$	$q_i \in R$

파노라마의 정확한 구성을 위해서는 연속된 입력 이미지가 기준 좌표계에 대해서 정확하게 정렬되어야 한다. 입력 이미지 자체에 배경이 고정된 경우에는 문제가 되지 않지만 카메라 동작이 포함된 입력 이미지에 대해서는 카메라 동작 파라미터를 정확하게 추출하여 보정하는 작업을 수행해야 한다. 모자이크 이미지를 생성에서 가장 일반적인 가정은 이미지들 사이의 좌표 변환은 단지 이동되었다는 것이다. 단지

이동되어진 이미지들은 최소한의 제약으로 간단히 구현될 수 있고 질 높은 고해상도의 모자이크가 생성될 수 있으며 계산시간 이 빠르다는 이점이 있다[7]. 하지만, 이러한 방법은 카메라의 신축, 회전, 팬(pan), 틸트(tilt)와 같은 큰 변화를 제어하기 어렵다.

3. 계층형 모자이크

모자이크 시스템에서는 비디오 카메라로 찍은 이미지와 일반 카메라로 찍은 이미지가 입력으로 사용된다. 일반 카메라로 찍은 정지 이미지는 각 이미지들의 차이가 상당히 클 수 있는데, 이러한 경우에 효과적인 방법은 이미지 사이의 유사성을 측정하여 모자이크를 구축하는 것이다.

본 연구에서 모자이크 이미지 생성을 위한 시스템 흐름도는 그림 2와 같다. 영상 입력에서는 카메라로 찍은 이미지들에서 두 이미지씩 입력받아 사용한다. 두 이미지간 카메라 이동 측정은 최소 사각형 오류 기법 과 어파인 모델을 이용하여 측정하며, 차 이미지를 계산하고 동적 객체를 추출하여 부분 모자이크 이미지를 생성한다. 마지막으로 블러링(blurring)을 적용하여 전체적인 모자이크 이미지를 생성한다.

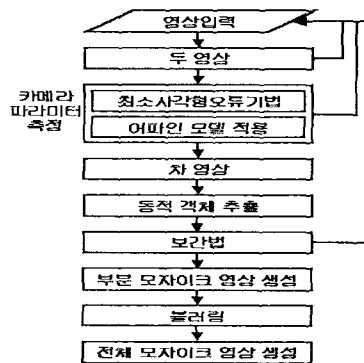


그림 2. 모자이크 구축 절차

계층형 모자이크 이미지의 생성은 이웃하는 이미지들 각각에 대하여 연속적으로 모자이크 이미지를 생성하는 것이 아니라, 이웃한 단 두 개씩만을 비교하여 하나의 부분 모자이크 이미지를 생성하는 것이다. 모든 원래의 이미지들은 이런 부분 모자이크 이미지로 생성된다. 이렇게 생성된 부분 모자이크 이미지로 계속 새로운 부분 모자이크 이미지 생성을 반복하여 총체적인 하나의 모자이크 이미지를 생성하게 된다. 계층형 모자이크 이미지 생성 방법은 그림 3에 나타난 것과 같으며 계산 시간이 매우 빠르다.

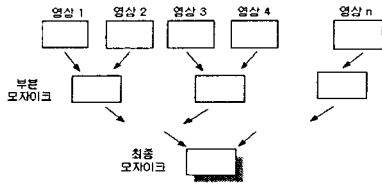


그림 3. 계층형 모자이크 구축

4. 정적/동적 모자이크

4.1 정적 모자이크

정적 모자이크란 정적 배경에서 동적 객체를 추출하는 것으로 차이미지 기법을 이용하여 추출한다. 차 이미지는 식 (1)과 같이 두 이미지의 픽셀(pixel) 대 픽셀간의 차 연산을 이용하여 계산하는 것이다.

$$D(x,y) = |I_a(x,y) - I_b(x,y)| \quad (1)$$

이미지 내에서 동적 객체 부분을 탐지하기 위해서는 지역적인 탐색이 필요하다. 본 논문에서는 16 × 16 매크로 블럭(macro block)을 이용하는 식 (2)와 같은 방법을 이용하여 동적 객체를 추출한다.

$$LD(x,y) = \sum_{y=1}^N \sum_{x=1}^N |I_a(x,y) - I_b(x,y)| \quad (2)$$

여기에 사용된 지역적 차 연산은 기준 이미지 I_a 에서 참조 이미지 I_b 를 뺀 값으로 이를 16×16 픽셀의 크기만큼 계산한다.

4.2 동적 모자이크

동적 모자이크 구축은 동적 배경에서 동적 객체를 추출하여 표현하는 것으로서 그림 4와 같이 구축하며 다음 4가지의 단계로 구성된다.

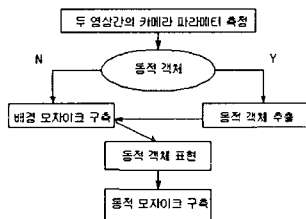


그림 4. 동적 모자이크

(1) 카메라 파라미터 측정

두 이미지간 유사성을 찾기 위해 정확한 카메라 파라미터를 추출해야 하는데, 가장 많이 이용되는 방법은 최소 사각형 오류 기법으로 식 (3)과 같다.

$$E(C) = \sum_{b \in W} [I_i(X+b) - I_j(X+b+d_k)]^2 \quad (3)$$

식 (3)을 통해 가장 유사한 픽셀 값을 찾아내 이를 바탕으로 식 (4)의 어파인 모델을 적용하여 이미지의 회전, 신축 및 이동을 포함하는 카메라 파라미터를 측정한다.

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e \\ f \end{pmatrix} \quad (4)$$

(2) 동적 객체 추출

객체의 움직임을 인지하는 것으로 이를 위해서는 지역적 탐색이 이루어져야 한다. 이는 계산되어진 카메라 움직임을 가지고 두 이미지간의 비교를 통해 이루어지며 추출 방법은 식 (5)와 같다[1].

$$E(O) = \sum_{b \in W} [I_i(X+b) - I_j(X-u(k)+b+d_k)]^2 \quad (5)$$

여기에서 $u(k)$ 는 x축, y축으로의 방향 벡터로서 카메라의 움직임의 거리만큼을 나타내며 이를 빼서 두 이미지간의 에러 값을 계산한다. 이때 객체의 움직임을 인지하는 임계치를 크게 주면 커다란 움직임만 인식되고, 작게 주면 작은 움직임도 추출할 수 있다.

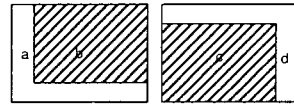


그림 5. 동적 객체 판별을 위한 영역분할

예로서, 그림 5의 이미지는 b와 c의 부분은 두 이미지간의 유사 지역을 표시한다라고 가정하면 동적 객체를 추출하기 위해서는 다음과 같은 가정이 따른다.

첫째, a와 c, d는 일치하는 부분이 없다. 둘째, b는 c와 일치하고 d와는 일치하는 부분이 없다.

위와 같은 가정으로 a의 어느 부분과 c나 d의 어느 부분이 일치하면 이 지역은 객체가 된다. 또한 b와 d의 부분이 같게 되면 역시 동적 객체임을 알 수 있다. 반대로, 두 이미지간에 일치하는 b와 c간에 일치하지 않는 부분은 객체임을 판별할 수 있다.

셋째, 배경이미지의 합성은 동적 객체를 추출한 후 나머지 배경이미지만을 합성한다. 이때, 추출된 동적 객체의 부분에는 나머지 다른 이미지의 배경 부분이 삽입된다.

마지막으로, 생성된 배경 모자이크 이미지에 추출된 동적 객체를 위치에 맞게 표현하여 동적 객체를 시납 시스하게 나타내는 모자이크 이미지를 생성한다.

5. 실험

본 논문에서는 HITACHI Digital Zoom 카메라로 컬러 이미지를 입력받아 320*240크기로 정규화 한 동

영상과 여러 장의 정지 이미지를 실험에 이용하였다.

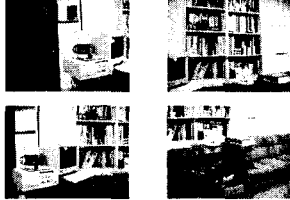


그림 6. 정적 입력 이미지



그림 7. 정적 모자이크

그림 6은 정적인 4개의 입력 이미지이고 그림 7은 이들로 구축된 파노라믹 모자이크 이미지로서 정적 모자이크 이미지이다.



그림 8. 정적 배경과 동적 객체의 입력 이미지



그림 9. 정적 배경에서 동적 모자이크

그림 8은 정적인 배경 이미지에 동적 객체가 존재하는 이미지를 입력받은 것이고 그림 9는 이들을 모자이크 이미지로 구축하여 객체 이동을 나타냈다.



그림 10. 동적 배경과 동적 객체의 입력 이미지



그림 11. 동적 객체를 제거한 배경 모자이크



그림 12. 동적 모자이크

그림 10은 동적 배경에 동적 객체가 포함되어 있는 이미지이고 그림 11은 입력 이미지들에서 객체가 삭제된 배경 모자이크를 구축한 이미지이며, 그림 12는 배경 모자이크 이미지에 동적 객체를 재현한 것이다.

6. 결론

본 논문에서는 계층적 정적 및 동적 모자이크 이미지를 구축하는 방법을 제시하였다. 차 이미지와 지역적 차 연산 기법을 이용하여 정적인 모자이크 이미지를 생성하였고 이미지 사이의 유사성 추정과 카메라 파라미터 추정에 의하여 동적 모자이크 이미지를 생성하였다. 동적 모자이크는 입력 이미지에서 동적 객체를 제거하여 배경 모자이크 이미지를 생성한 후 동적 객체를 재현하여 시냅시스의 동적 모자이크 이미지를 생성하였다.

계속적으로 카메라 파라미터 추정에 관한 부분과 웹 상의 효율적인 모자이크 시스템에 관한 연구가 수행되어야 할 것으로 본다.

[참고문헌]

- [1] Wonbo Yang, Jaewon Kim, Keunhwan Jeon, Yangweon Rhee, "Tree-based mosaic image and redistribution", Proc. KIPS, Oct. 8, 1999
- [2] M.Irani, P.Anandan, S.Isu, "Mosaic based representation of video sequence and their applications", IEEE Proc. ICCV'95, 605-611.
- [3] Heung-Yeung Shum and Richard Szeliski, "Panoramic Image Mosaic", MSR-TR-97-23
- [4] Y.Xiong, K.Turkowski, "Creating image-based VR using a selfcalibrating fisheye lens", Proc. CVPR' 97, 237-243.
- [5] Wonbo Yang, MoonSun Lim, Yangweon Rhee, "Video Mosaic System by Multi-Image", Proc. KIMICS, Jun, 1999, Vol.3 No.1, pp 104-108.
- [6] Q.Zheng and R.Chellappa, "A Computational Vision Approach to Image Registration," IEEE Trans. Image Processing, Jul 1993. pp 311-325
- [7] A. Tekalp, M.Ozkan, and M.Sezan, "High-resolution image reconstruction from lower-resolution image sequences and space-varying image restoration," Proc. Int. Conf. on Acoust., Speech and Sigt. Proc., (San Francisco, CA),pp.II-169, IEEE, Mar. 23-26, 1992.