

동적 모자이크 기반의 전경 움직임 추적 및 압축전송

박동진 · 윤인모 · 김찬수 · 현웅근 · 김남호 · 정영기
호남대학교

Foreground Motion Tracking and Compression/Transmission of Based Dynamic Mosaic

D.J. Park I.M. Yoon C.S. Kim W.K. Hyun N.H. Kim Y.K. Jung
Honam University
E-mail : VisionDJ@msn.com

요 약

본 논문은 모자이크 배경을 생성하고 변화되는 정보만을 전송함으로써 동적기반 압축시스템을 제안한다. 동적 모자이크 배경은 카메라 움직임 정보를 이용하여 단일영상으로 점진적으로 통합된다. 카메라 움직임 예측을 위해 각각의 영상들과 이전영상과의 원근투영 매개변수를 순차적으로 계산하였다. 카메라 움직임은 배경영역과 전경영역에서 식별함으로써 배경상에서 강건하게 계속된다. 수정된 블록기반 움직임계측은 배경영역을 분리하는데 이용되었다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a dynamic-based compression system by creating mosaic background and transmitting the change information. A dynamic mosaic of the background is progressively integrated in a single image using the camera motion information. For the camera motion estimation, we calculate perspective projection parameters for each frame sequentially with respect to its previous frame. The camera motion is robustly estimated on the background by discriminating between background and foreground regions. The modified block-based motion estimation is used to separate the background region.

키워드

모자이크(Mosaic), 움직임 추적, 원근 투영(Perspective Projection), 이미지 압축

1. 서 론

최근 3차원적인 이미지 처리 및 그래픽스 분야의 관심이 커지면서 개체기반의 동영상 코딩을 이용한 파노라믹 모자이크부분도 관심의 대상이 되고 있다. 또한 MPEG-4의 스프라이트 코딩(Sprite Coding) 영역에서 스포츠 중계와 같이 배경의 변화는 적고 게임을 하는 플레이어의 움직임이 중요한 경우, 초기에 파노라마 배경을 전송하고, 이후에는 플레이어의 움직임만 추적하여 계속적으로 전송하는 기법을 기반으로 하고 있다.

실시간 화상회의 시스템이나 실시간 감시 시스템에서는 단일영상을 배경으로 취하고 움직이는 전경개체에 대한 정보만을 추출하고, 추적하여

전송하게 되는 동적 모자이크 기반의 압축 방법을 이용한다. 이러한 동적 모자이크 기반의 압축전송은 배경 모자이크 생성, 배경 모자이크상의 움직이는 전경개체 추출, 전경 개체의 움직임 추적, 압축 전송으로 정의할 수 있다.

본 논문에서는 이러한 분야에 관해 별도로 언급하고 있는 기존의 연구들의 각각의 분야들을 하나로 통합한 시스템 설계, 구현함으로써 효율적인 모자이크 배경 상에서의 움직임은 전경개체 추적 알고리즘을 제안하였다.

파노라마 생성에 대한 기존의 방법으로는 Irani와 Anandan, 그리고 Hsu[1, 2]는 파노라마 기반의 각각 저장용량과 전송용량에 적당한 정적 모자이크와 동적 모자이크를 제안하였다. 그들은 또

한 이러한 개념을 더욱 발전시킨 모자이크 기반의 압축(MBC)을 위한 다중 시공간 해상도(Multiple spatial and temporal resolution) 표현과 시퀀스 정보의 중복성을 축소하여 모자이크를 생성하는 계층적인 템포럴 피라미드(Temporal Pyramids) 기법을 제안하였다.

움직임 추적 분야의 기존의 방법[4, 5]들은 3차원 장면에서 물체들의 움직임과 2차원 투영들의 시퀀스에서 휘도패턴의 외견상의 움직임 사이의 복잡한 관계로부터 야기되는 어려움을 언급하고 있다. 또한, 물체의 원근감에 관련된 깊이 정보는 투영에서 잃게 되며, 능동적인 카메라는 자신의 움직임에 의해서도 이미지의 변화를 발생시키기 때문에, 팬틸트 카메라에 의한 개체추적은 이러한 조건들을 고려해야 한다. 그림 1, 2는 본 논문에서 제안하고 있는 전체 시스템의 흐름이다.

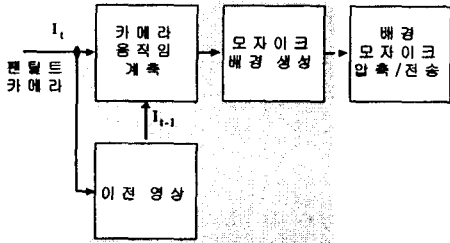


그림 1 초기 정적 배경 모자이크 생성

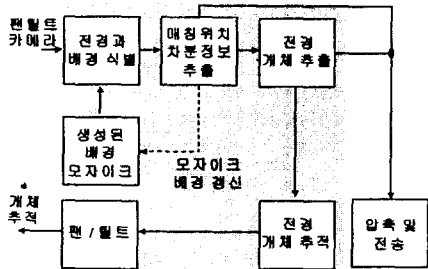


그림 2 전경개체 추출/추적 및 압축/전송

II. 초기 정적 배경 모자이크 생성

그림 1은 전경개체가 없는 상태에서 배경을 생성하는 초기 배경 모자이크 생성과정이다. 팬틸트 카메라는 임의의 간격으로 이동하면서 영상을 획득하고, 그림4와 같이 블록기반 움직임 계측으로 이전영상과 현재영상 사이의 카메라 움직임을 계측한다.

카메라의 움직임은 8개의 매개변수를 가지고 있는 원근투영(Perspective Transformation) [2, 3] 모델에 의해 모델화 한다. 현재영상과 이전영상의 각 특징점들의 상관관계 정보를 얻어서 8개의 매개변수들을 계측한다. 카메라 움직임 매개변수를 얻게

되면, 역 원근투영을 통하여 카메라 움직임을 보정한다. 수식(1)은 정 방향 정합함수식이다.

$$x_k' = \frac{m_0 x_k + m_1 y_k + m_2}{m_6 x_k + m_7 y_k + 1}, y_k' = \frac{m_3 x_k + m_4 y_k + m_5}{m_6 x_k + m_7 y_k + 1} \quad (1)$$

수식 (1)에서 $x=(x, y, 1)$ 와 $x'=(x', y', 1)$ 는 현재 영상과 이전영상의 동차(homogeneous)좌표 또는 투영좌표를 나타내고, m 은 3X3의 투영변환 행렬이다. 이방정식을 전개하여 정리하면 (2)처럼 2개의 방정식이 유도된다.

$$\begin{aligned} m_0 x_k + m_1 y_k + m_2 - m_6 x_k x_k' + m_7 x_k' y_k &= x_k' \\ m_3 x_k + m_4 y_k + m_5 - m_6 x_k y_k' + m_7 y_k y_k' &= y_k' \end{aligned} \quad (2)$$

수식 (2)와 같이 한쌍의 대응점으로부터 2개의 방정식이 유도되기 때문에 투영변환식의 8개의 매개변수를 얻기 위해서는 4쌍의 대응점이 필요하다. $(x_1, y_1) \sim (x_4, y_4)$ 의 4쌍의 대응점을 수식 (2)에 대입하면 수식 (3)과 같은 선형방정식을 얻을 수 있고 투영변환식의 8개의 매개변수는 수식 (3)으로부터 역행렬 연산에 의해 얻어진다.

$$\begin{bmatrix} x_1 y_1 1 0 0 0 -x_1 x_1' - y_1 y_1' \\ 0 0 0 x_1 y_1 1 -x_1 x_1' - y_1 y_1' \\ \vdots \\ x_4 y_4 1 0 0 0 -x_4 x_4' - y_4 y_4' \\ 0 0 0 x_4 y_4 1 -x_4 x_4' - y_4 y_4' \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} m_0 \\ m_1 \\ \vdots \\ m_7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1' \\ y_1' \\ \vdots \\ x_4' \\ y_4' \end{bmatrix} \quad (3)$$

원근투영 매개변수들이 계산되었으면, 공동의 좌표시스템에 모든 이미지들을 워핑(Warping)시키게 된다.

본 논문에서 제안하는 시스템은 첫 번째 획득하는 입력영상을 기준으로 하고, 카메라 정면에 해당하는 영상을 중앙으로 취하였다.

이와 같이, 카메라 움직임 정보를 사용함으로써 초기 모자이크 배경은 점차적으로 하나의 영상으로 통합되게 된다.

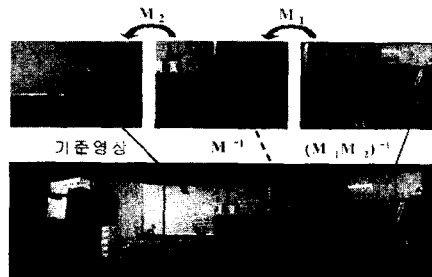


그림 3 생성된 초기 정적 배경 모자이크

그림 3은 이렇게 통합된 초기 모자이크 배경이다. 입력영상들은 320*240 해상도로 5개의 입력영상으로 구성된 모자이크 배경 영상이다. 첫 번째 획득 영상은 제일 오른쪽에 기준 영상을 위치시키고, 이후 획득하는 영상들을 위핑하게 된다.

III. 전경개체 추출 및 추적

전경개체가 존재하지 않는 모자이크 배경이 생성되었다면 이 배경영상을 기반으로 하여 적용범위 내에서 개체의 움직임을 추출하고, 예측하여 추적하여야 한다.

전경 개체가 추가된 현재영상이 입력되면 모자이크 배경영상에서 매칭되는 위치를 찾아야한다. 그러기 위해서는 일단 현재영상에서 전경과 배경을 식별하여야한다. 카메라에서 얻어진 입력영상의 지역움직임 개측으로 얻어진 영상정보를 이용하여 블록기반 움직임계측을 수행한다. 지배적인 움직임은 블록벡터들의 클러스터링(Clustering)에 의해 추출되고, 그때 지배적인 움직임을 갖는 영역들은 배경으로서, 그렇지 않는 경우는 전경으로서 식별하게 된다. 그림 4는 블록기반 움직임계측으로서 전역 카메라 움직임을 계측한다.



그림 4 블록 기반 움직임 계측 (a) 선택된 9X9 영역 (b) 추출된 블록 벡터

개별적 블록의 변화를 측정하기 위해 320X240해상도의 각 프레임은 복수의 32X24 블록들로 나뉘고, 최대표준편차를 가진 9X9윈도우 영역을 각 블록들 내에서 추출한다. 좌상에서 우하에 이르는 동안 블록움직임 벡터는 현재와 이전 영상들 사이에서 블록의 변위를 갖는다. 즉, 이전 영상에서의 9X9 템플레이트들을 이용하여 블록 움직임벡터를 추출한 후 배경블록을 식별하게 된다.

전경과 배경의 식별 후 배경영역을 추출하여 초기 모자이크 배경을 갱신하기 위해 모든 블록움직임 벡터들에 대하여 움직임 벡터가 사용된 횟수를 세고, 가장 많거나 두 번째로 많이 사용된 움직임 벡터를 획득하여 2개의 지배적인 움직임 벡터를 평균한다. 최종적으로 만일 블록의 움직임이 지배적인 움직임과 유사하다면 이 블록을 배경블록으로 간주하고 그렇지 않은 전경블록이나 잡음블록들은 제외시킨다.

전경과 배경의 식별 후 해당 배경이 모자이크 상에서 어느 위치와 대응되는지 매칭위치를 찾아서 전경개체에 대한 차분정보를 추출하게 된다.

매칭위치는 카메라 움직임 정보로부터 모자이크 배경의 어느 부분과 대응하는지 계측 가능하다. 이렇게 현재 입력영상이 모자이크 배경에서 어느 위치와 대응되는지 계속 체크하면서 새로운 개체의 추가여부도 지속적으로 관측하여, 움직이는 개체가 추가되었다면 대응되는 배경과 현재영상의 차분정보인 전경개체에 대한 정보만 추출한다.

전경개체의 영역이 검출되면 개체의 관찰된 좌표로부터 다음 좌표를 예측하는 것에 의해 효율적으로 물체를 추적할 수 있다. 본 논문에서는 칼만(kalman) 필터링을 사용함으로써 2차원 기반 추적을 수행한다[6]. 개체의 중앙위치와 크기는 계측된 시스템 상태들로서 사용된다. 시스템 모델과 측정 모델을 정의하고 난 후에, 움직임 매개변수들의 선형 최소분산(LVM) 계측들을 얻기 위하여 재귀적 칼만 필터링 알고리즘을 적용한다.

IV. 모자이크 배경과 전경개체의 차분정보 및 매칭 위치정보 압축전송

초기 모자이크 배경과 현재영상과의 매칭되는 위치의 차분정보에 의해 추출되는 전경개체의 정보는 네트워크 상의 임의의 수신측에 전송하게 된다. 이때 적용된 영상포맷은 JPEG를 이용했고, 전송프로토콜은 미디어스트림 전송을 목적으로 설계된 RTP (Real-Time Transfer Protocol)를 이용하였다. 초기 모자이크 배경영상은 모자이크 배경이 생성되었을 때 바로 압축하여 전송하였고, 수신측에서는 그 후에 수신하게 되는 전경개체에 대한 차분정보와 그에 따른 매칭 위치정보를 이용하여 모자이크 배경에 매칭되는 위치에 전경개체의 차분정보만을 사상시킨다. 그림 5는 이러한 수신측에서의 디코딩 과정이다.

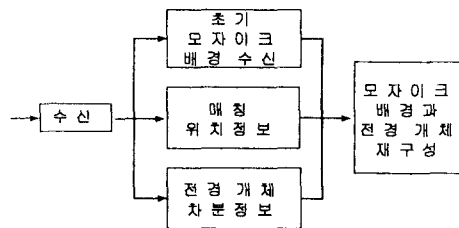


그림 5 수신측 디코딩 과정

IV. 실험 결과

제안된 동적 모자이크 기반의 전경 움직임 추적 및 압축전송 시스템은 팬틸트 카메라를 사용하여 얻을 수 있는 일정범위의 실내영상으로 테스트 했다. 그림 6은 전경개체의 움직임을 블록매칭과 움직임 계측에 의해 추적하는 영상이다.

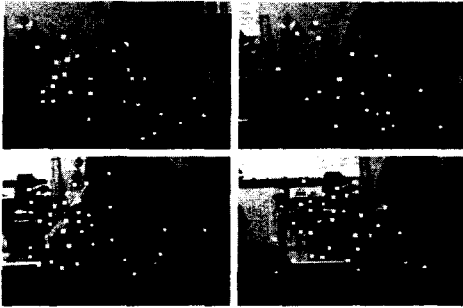
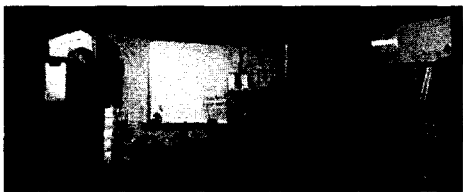
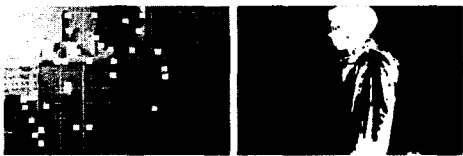


그림 6 움직이는 전경개체 추적



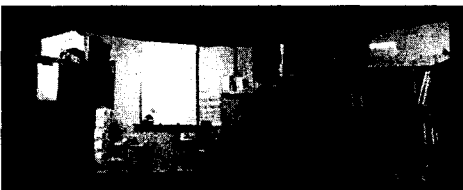
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 7 모자이크 기반의 전경 움직임 추적 및 압축전송 실험 결과 (a) 초기 모자이크 배경 생성 (b) 전경개체 움직임 추적 및 차이정보 추출 (c) 수신측 모자이크 상의 매칭위치 (d) 수신측 모자이크 재구성

그림 7은 본 논문의 전체 시스템의 중간 과정들의 실험결과들이다. 초기 모자이크 배경을 생성하여 임의의 수신측에 전송 후 그림 7(b)와 같이 전경개체가 추가되면 차이정보와 그림 7(c)와 같은

매칭 위치정보를 수신측에 전송하면 수신측은 이와같은 정보들을 수신하여 그림 7(d)와 같이 모자이크를 재구성한다.

V. 결론

본 논문에는 모자이크 배경을 기반으로 움직이는 전경개체 추적 시스템을 제안하고 있다. 각 현재영상의 배경을 기반으로 하여 효율적인 모자이크 배경을 생성하기 위해 카메라의 움직임을 계측하고 원근투영을 적용하는 알고리즘을 제안하였다. 모자이크 배경의 생성을 위해 영상들은 기준영상의 좌표시스템에 대하여 원근 투영하여 통합하고, 움직이는 개체를 추출하여 배경부분만 다시 배경모자이크에 갱신시키기 된다. 또한 이때 현재영상의 개체부분만 모자이크 배경과의 차분치로 추출하여 추적하였다.

감사의 글

본 논문은 산업자원부의 출연금 등으로 수행한 지역전략산업 석박사 연구인력 양성사업의 연구결과입니다.

참고 문헌

- [1] S. Hsu and P. Anandan, "Hierarchical Representations for Mosaic Based Video Compression", Proc. Picture Coding Symp., pp. 395-400, Mar. 1996.
- [2] M. Irani, P. Anandan and S. Hsu, "Mosaic Based Representations of Video Sequences and Their Applications", Proc. of ICCV' 95, pp. 605-611, Jun. 1995
- [3] R. Szeliski. "Video mosaics for virtual environments", IEEE Computer Graphics and Applications, pages 22-30, March 1996
- [4] K.W. Lee, Y.H. Kim, J. Jeon, and K.T.. Park "An Algorithm without Camera Calibration", Proceedings of ICEIC, pp. 151-154, 1995
- [5] A.J. Lipton, H. Fujiyoshi, and R.S. Patil, "Moving target classification and tracking from real time video" IEEE Workshop on Applications of Computer Vision, pp. 8-14, 1998
- [6] Y.K. Jung, Y.S. Ho, "Robust Vehicle Detection and Tracking for Traffic Surveillance", Picture Coding Symposium, pp. 227-230, 1999