

논문 2008-45SP-3-7

Pan-Tilt-Zoom 카메라를 이용한 파노라마 배경 생성과 객체 추적

(Panorama Background Generation and Object Tracking using
Pan-Tilt-Zoom Camera)

백인호*, 임재현*, 박경주**, 백준기***

(Inho Paek, Jaehyun Im, Kyoungju Park, and Junki Paik)

요약

본 논문은 전 방향을 감시할 수 있는 Pan-Tilt-Zoom(PTZ) 카메라를 이용한 파노라마 배경 생성과 객체 추적 방법을 제안한다. 제안된 방법은 연속되는 두 영상의 외곽 영역에서 미리 정한 지역만 위상정합(phase correlation)을 하여 카메라의 지역 움직임을 빠르게 추정하고 벡터 양자화를 통하여 움직임 추정 오차를 최소화 한다. 추정된 움직임 값을 이용하여 겹침 영역이 존재하는 영상들을 획득하여 실린더에 투영시키고 영상을 재 정렬함으로써 파노라마 배경 영상을 생성할 수 있다. 객체 추적은 미리 생성된 파노라마 배경과 입력 영상의 차분 방법을 이용하여 배경과 객체를 분리하고 객체의 움직임을 추적한다. 제안된 객체 추적 방법은 PTZ 카메라를 이용하여 빠르고 안정적인 배경 생성이 가능하고, 전방향의 객체를 지속적으로 추적하는 것이 가능하다. 제안된 방법은 실시간 처리가 가능하며 넓은 감시 지역에서 객체의 형태를 추적하거나 얼굴인식과 같은 분야에서 이용될 수 있을 것이다.

Abstract

This paper presents a panorama background generation and object tracking technique using a Pan-Tilt-Zoom camera. The proposed method estimates local motion vectors rapidly using phase correlation matching at the prespecified multiple local regions, and it makes minimized estimation error by vector quantization. We obtain the required image patches, by estimating the overlapped region using local motion vectors, we can then project the images to cylinder and realign the images to make the panoramic image. The object tracking is performed by extracting object's motion and by separating foreground from input image using background subtraction. The proposed PTZ-based object tracking method can efficiently generated a stable panorama background, which covers up to 360 degree FOV. The proposed algorithm is designed for real-time implementation and it can be applied to many commercial applications such as object shape detection and face recognition in various surveillance video systems.

Keywords : Panorama generation, stabilization, tracking, surveillance

I. 서론

최근 공공장소 및 개인 영역의 보안에 대한 관심이

늘어나면서 감시 카메라의 설치가 보편화 되고, 나아가서 지능적 기능인 추적 및 인식의 자동화 기술이 요구되고 있다. 특히 복잡한 환경에서도 다수의 움직이는 객체를 강건하게 추적하는 연구와 넓은 시야를 확보할 수 있는 전 방향 감시 기술의 확보가 절실한 실정이다.

기존의 단일 고정 카메라를 사용하는 비디오 객체 추적 시스템은 대부분 제한된 시야범위(field of view; FOV)를 갖는 카메라를 사용하기 때문에 추적 중인 객체의 전체 혹은 부분이 해당 FOV를 벗어나면 추적을 지속하는 것이 불가능하다. 이 문제를 해결하기 위해서 보다 넓은 영역을 감시할 수 있는 광역 FOV 기반의 연

* 학생회원, ** 정회원, *** 평생회원, 중앙대학교
첨단영상대학원 영상공학과

(Dept. of Image Engineering, Graduate School of
Advanced Imaging Science, Multimedia, and Film,
Chung-Ang University)

※ 본 연구는 산업자원부의 미래생활가전 기술 개발사업과 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구센터(홈네트워크)육성 지원사업, 그리고 2008년 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원(R01-2007-000-11638-0)을 받아 수행되었습니다.

접수일자: 2007년11월15일, 수정완료일: 2008년4월15일

표 1. 객체 추적 관련 기술들의 분류

Table 1. Distribution of object tracking algorithm.

Year	Algorithm by	Camera	Tracking entity	Specific task
1997	Peleg ^[1]	Handheld Camera	Manifold project, panoramic mosaics, seams	Panoramic mosaics
1992	Paik ^[5]	Video Camera	Digital image stabilizer based on edge pattern matching	An adaptive motion decision system
2002	Canals ^[4]	PTZ Camera	Multi-block model of the object	Surveillance of drone
2005	Kang ^[2]	PTZ Camera	Background modeling for PTZ camera	Moving object
2005	Azzari ^[3]	PTZ Camera	mosaic background, foreground object masks	Tracking moving object
2005	Scotti ^[9]	PTZ & Catadioptric	Blob matching	Surveillance of human and vehicle
2006	Yao ^[10]	PTZ & Omni-directional	Geometry mapping and closed loop cooperative tracking	Motion/target detection and tracking

구가 진행되고 있다. 이를 보다 세분화 하면 다수의 카메라를 결합하는 방법, 쌍 곡면 거울 등의 특수 형태의 거울을 사용하는 방법, 그리고 어안렌즈와 같은 특수 렌즈를 장착하는 방법 등이 있다. 이러한 광역 FOV 환경 시스템은 고정 시점 중심의 360도 전체 주변 환경을 촬영할 수 있는 장점이 있는 반면 카메라 특성과 방향성에 따라 발생하는 왜곡(distortion)을 보정하기 위한 적절한 영상의 재구성이 필요하고 사각지역(blind spot)이 존재하며 낮고 비 균일한 해상도 때문에 움직이는 객체의 추적이나 추출 시 정확성이 떨어진다.

PTZ 카메라는 단일 고정식 카메라에 수평, 수직 회전이 가능한 구동장치를 장착한 카메라로 전 방향을 감시할 수 있고 균일한 해상도를 가진다는 장점을 가지고 있기 때문에 다양한 연구들이 이루어지고 있다. 표 1은 회전 및 이동이 가능한 카메라를 이용한 객체 추적 연구들을 추적대상, 추출방식에 따라 분류한 결과이다.

PTZ 카메라를 이용한 객체 추적은 이동하는 카메라에서 객체를 추출하기 위해서 카메라의 움직임을 예측하고 보정하여 카메라의 움직임과 다른 움직임을 추출해야 된다. 또한 객체와 배경이 함께 움직이기 때문에 배경의 정확한 추출 없이는 객체를 분리하기가 어렵다. 객체를 배경과 분리하기 위한 방법으로 배경을 만들고 배경차분을 이용하는 방법과 인접한 프레임 사이에 배경을 안정화하여 객체를 분리하는 방법이 있다.

배경을 생성하는 방법으로는 Peleg가 이동식 카메라를 사용해서 여러 장의 영상을 미리 획득하는 동시에 장면과 장면 사이에 가장 잘 맞는 위치로 이동시켜 정렬하고 매니폴드 투영(manifold projection)을 사용하여 파노라마 영상을 만들었다^[1]. Kang은 연속된 프레임간 모자이크 방법을 사용하여 PTZ 카메라를 위한 적응적

배경 생성 모델을 제시하였고 배경 차분을 이용해서 객체를 추적하는 방법을 제안하였다^[2]. 유사한 연구로는, Azzari가 모자이크 방법을 이용하여 배경을 생성하고 배경 차분을 이용하여 움직이는 객체를 추적하였으며^[3], Canals는 Pan-Tilt 카메라를 사용한 추적 시스템의 설계와 수행방법을 제안하였다^[4].

인접한 프레임 사이에 배경 안정화를 사용하는 방법으로는 Paik이 에지 패턴 정합 기반의 비디오 안정화를 제안하여 배경생성 기반 기술을 제안하였고^[5], Erturk가 서버영상의 위상 정합을 통한 안정화를^[6], Vella가 적응적 블록 움직임을 이용한 안정화를^[7], Xu가 원형 블록 정합을 이용한 안정화를 제안하였다^[8].

그 밖에 Scotti는 고해상도를 위한 쌍 거울을 이용한 전 방향 시스템과 PTZ 카메라를 포함하는 구조를 제안하였으며^[9], Yao는 기하학적 투영방법을 사용하여 어안 렌즈를 사용한 전 방향 시스템과 PTZ 카메라의 협동 시스템을 제안하였다^[10].

기존의 배경 안정화를 이용한 움직임 객체 추적 알고리즘은 카메라의 전역 움직임을 예측하고 보상된 배경 영상을 생성한다. 보상된 배경 영상과 현재 입력된 영

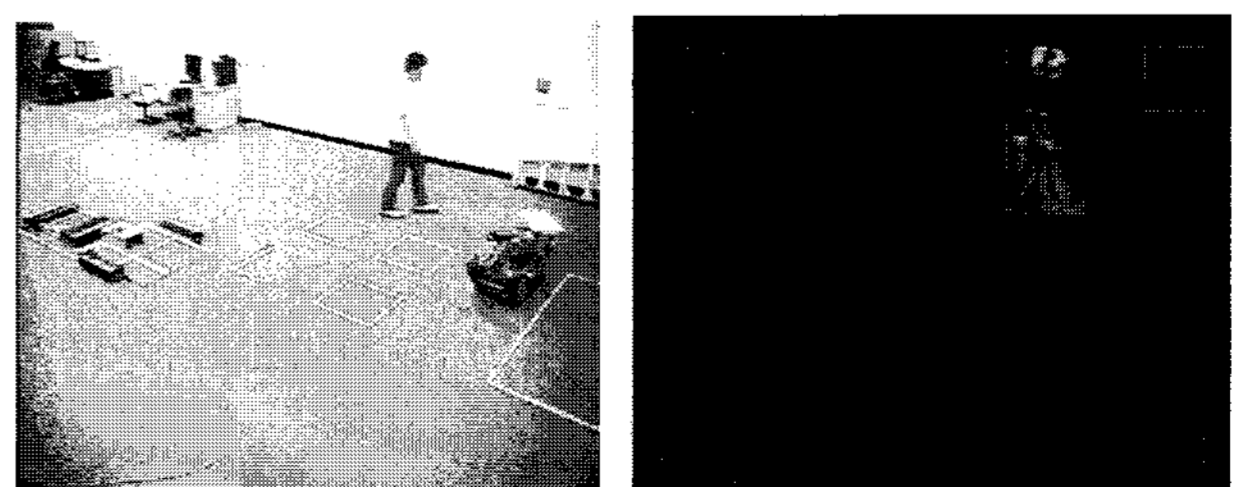


그림 1. 배경 안정화를 이용한 객체 추적

Fig. 1. Object tracking using background stabilization.

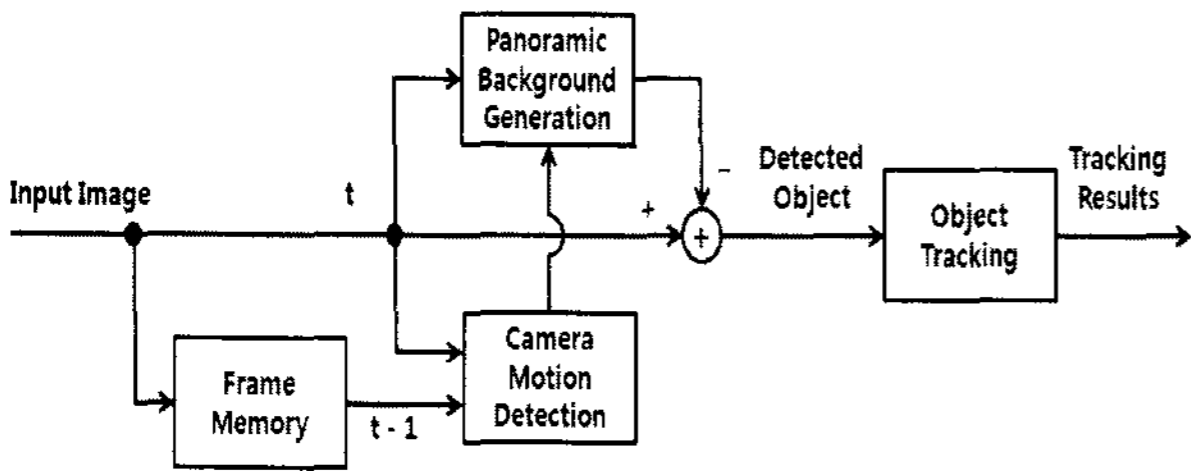


그림 2. 파노라마 배경 생성을 통한 객체 추적 시스템
Fig. 2. Object tracking system using panorama background generation.

상은 일치하기 때문에 차분을 이용하여 배경을 제거하고 이동 객체만을 추출할 수 있다. 하지만 추출된 객체는 그림 1과 같이 카메라의 움직임을 뺀 객체의 이동성분만을 가지기 때문에 정확한 객체의 형태를 알 수 없고 정지한 객체는 추적할 수 없다는 문제점이 있다.

제안하는 방법은 그림 2와 같이 PTZ 카메라에서 배경 안정화 기법을 이용하여 배경 영상을 획득하고 실린더 투영방법을 이용하여 객체가 없는 파노라마 배경을 생성한 후 현재 영상과 배경 영상의 차분 방법을 통해 객체를 추출하고 추적한다. 결과적으로 PTZ 카메라를 이용하여 빠르고 안정적인 배경 생성이 가능하고, 전 방향의 객체를 지속적으로 추적하는 것이 가능하다. 제안된 방법의 타당성은 기존 방법과의 비교 실험을 통해 검증한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 카메라에서 입력되는 영상을 이용하여 움직임을 추정하는 방법에 대하여 소개한다. III장에서는 파노라마 배경을 생성하는 방법을 제안하고 IV장에서는 생성된 배경을 이용하여 PTZ 카메라에서 객체를 추적하는 방법을 제안한다. V장에서는 제안된 방법의 실험과 분석 결과를 설명하며 VI장에서 결론을 맺는다.

II. 움직임 추정

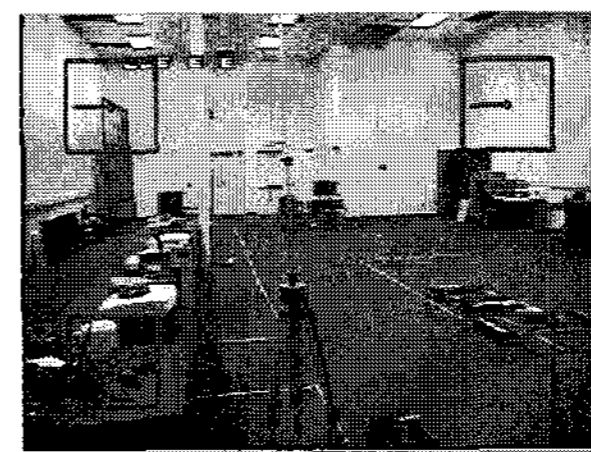
일반적으로 디지털 영상 안정화 시스템은 카메라 떨림에 대한 비디오의 흔들림을 제거하여 화질을 개선하기 위해 사용되었고, 움직임 추정과 움직임 보상의 두 가지 모듈로 구성된다. 움직임 추정 모듈은 시간적으로 인접한 프레임간 움직임 벡터(frame motion vector; FMV)를 계산하고 움직임 보상 모듈은 추정된 움직임 벡터를 사용해서 기준 프레임에 대한 상대적 위치의 흔들림을 제거한다.

영상의 움직임 추정을 위하여 일반적으로 2차원 평

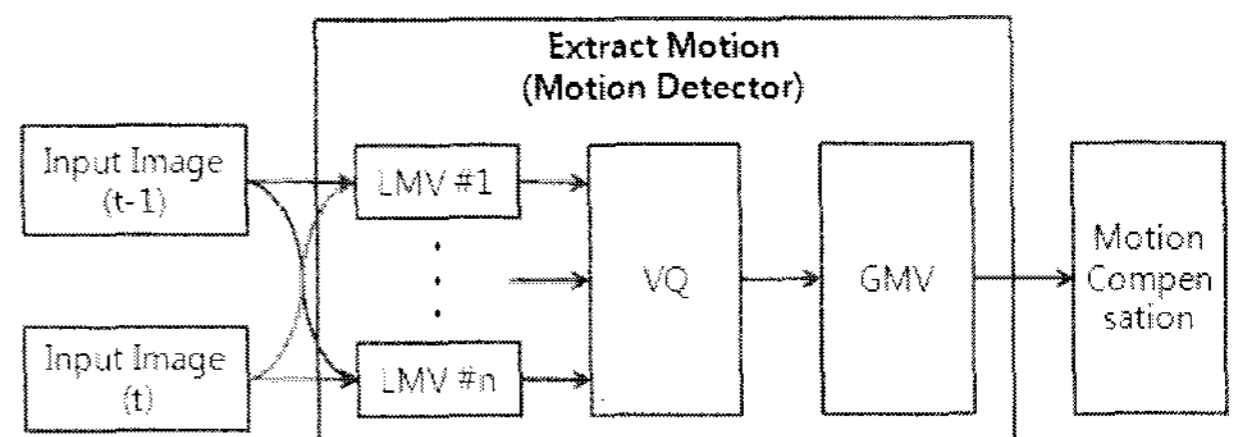
면의 어파인 변환(affine transformation)을 이용한다. 어파인 변환을 위해서는 연속되는 두 영상에서 서로 다른 3개 이상의 대응점이 필요하다. 이러한 특징점들은 영상에서 전반적으로 균일하게 나오기 어렵고, 잘못 계산된 대응점으로 인해 오차가 증폭되기 때문에 여러 개의 블록(block) 영역을 설정한 후, 주파수 영역에서 위상 정합을 이용해서 움직임 벡터를 추정하는 방법이 안정적이다.

움직임을 예측하기 위한 첫 단계로 미리 지정한 다수의 영역에서 움직임 벡터를 추정해야 하는데, 이것을 지역 움직임 벡터(local motion vector; LMV)라고 부르고 여러 LMV들의 정보를 종합한 대표 움직임 벡터를 전역 움직임 벡터(global motion vector; GMV)라고 부른다. 이때 GMV는 앞서 설명한 FMV와 같은 의미를 갖는다. LMV 추정을 위해서 기존에는 블록 정합을 사용하였다. 정합에 사용되는 판단 조건들은 점, 에지 패턴, 위상, 다중 해상도의 특징 등이 있으며, 성공적인 정합의 조건으로 해당 영역에 의미 있는 패턴이 존재한다는 것이 보장되어야 한다. 그렇지 않을 경우 움직임 추정에서 많은 오차 값을 내포하고 있다.

제안된 움직임 추정 알고리즘은 그림 3과 같이 (i) LMV 추출을 위한 위상 정합(phase correlation), (ii) 움직임 추정 오차를 최소화하기 위한 벡터 양자화(vector quantization) 그리고 (iii) GMV 예측(estimation)의 3단계로 구성된다.



(a)



(b)

그림 3. (a) 4개의 지역 움직임 추정 영역과 (b) 움직임 추정 시스템 구성도

Fig. 3. (a) Four local region of motion estimation and (b) Flow chart of the motion estimation system.

일반적으로 움직임 추정에 사용되는 영역은 영상의 왜곡이 적은 중앙부분을 사용하지만 제안한 방법은 객체가 주로 영상 중앙부분에 존재한다는 가정 하에 객체가 존재하지 않는 영상의 외곽 부분에서 움직임을 추정한다. 움직임 추정 방법으로 연속된 두 영상의 중첩된 영역을 추출하기 위해서는 영상의 주파수 공간으로 변환하고, 영상의 위상 성분을 이용해서 중첩 영역과 이동성분을 추출할 수 있다. 위상 정합은 주파수 영역에서 푸리에 변환(fourier transform)을 이용한 것으로 수식 (1)과 같이 공간 영역에서의 두 영상은 d_1, d_2 만큼 이동되어 있다는 가정에 의해 식 (2)처럼 주파수로 나타낼 수 있으며, 여기서 \hat{f} 는 f 의 푸리에 변환이다^[11].

$$f_{k+1}(x, y) = f_k(x - d_1, y - d_2), \quad (1)$$

$$\hat{f}_{k+1}(u, v) = \hat{f}_k(u, v) \exp\{-j2\pi(ud_1 + vd_2)\}, \quad (2)$$

k 와 $k+1$ 번째 프레임 사이의 위상차를 계산하기 위해서 식(3)과 같이 정규화된 상호 전력 스펙트럼(normalized cross spectrum)을 사용할 수 있고 *는 켈레 복소수를 나타낸다.

$$\frac{\hat{f}_{k+1}(u, v) \hat{f}_k^*(u, v)}{|\hat{f}_{k+1}(u, v) \hat{f}_k^*(u, v)|} = \exp\{-j2\pi(ud_1 + vd_2)\} \quad (3)$$

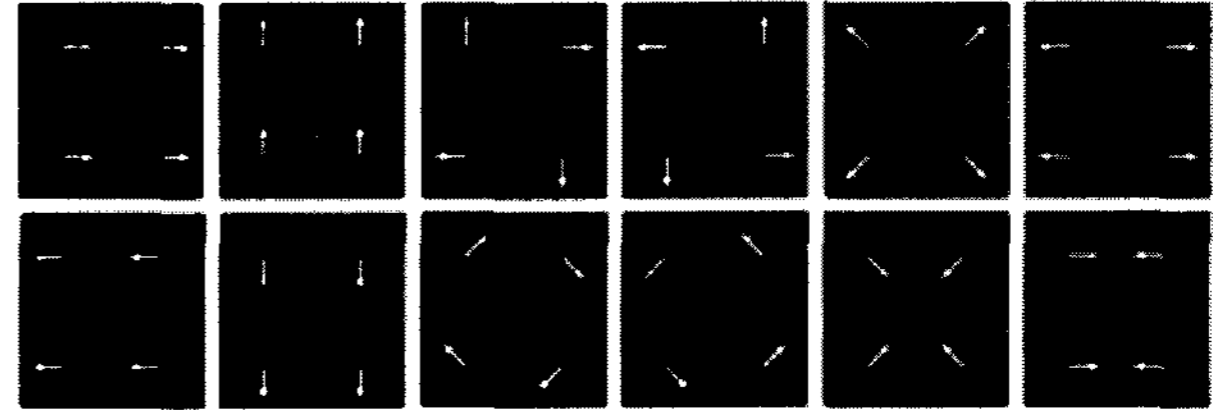
실험에서는 64×64 크기의 LMV를 4개 지정하여 위상 정합을 하였다.

GMV는 추정된 다수의 LMV들의 결합으로 결정된다. 일반적으로 모든 LMV들이 항상 완벽하게 추정되진 않는다. 경우에 따라서 하나 혹은 그 이상의 LMV의 추정 오차로 인해 정상적인 GMV 결정이 불가능할 수도 있다. 이러한 GMV 결정 과정의 오차를 최소화하기 위해 PTZ 카메라의 회전속도가 빠르지 않다는 가정 하에 벡터 양자화를 사용하여 부정확한 LMV에 의한 영향을 최소화 한다. PTZ 카메라의 경우 입력되는 영상은 Z축의 회전이 일어나지 않고 다만 X, Y축의 이동 움직임만을 검출할 수 있다. 이러한 이동 검출을 하기 위해서 우리는 LMV들의 가능한 조합을 미리 코드 북으로 저장한 후 추정된 LMV들의 집합에 가장 근접한 벡터 패턴을 선택한다. 코드 북은 그림 4(a)와 같이 4개의 지역에 대한 벡터들의 집합 구조를 가지며 그림 4(b)와 같이 벡터 방향과 크기로 구성되어 있다.

X 를 현재 영상의 4개의 지역에서 추출된 벡터의 집

$$\begin{aligned} [U] &= [(R_1), (R_2), (R_3), (R_4)] \\ [1] &= [(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), (x_4, y_4)] \\ [2] &= [(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), (x_4, y_4)] \\ [3] &= [(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), (x_4, y_4)] \\ &\vdots \\ [n] &= [(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), (x_4, y_4)] \end{aligned}$$

(a)



(b)

그림 4. (a) 코드 북의 구조와 (b) 코드화된 지역 움직임 벡터의 집합

Fig. 4. (a) Structure of code book and (b) set of coding LMVs.

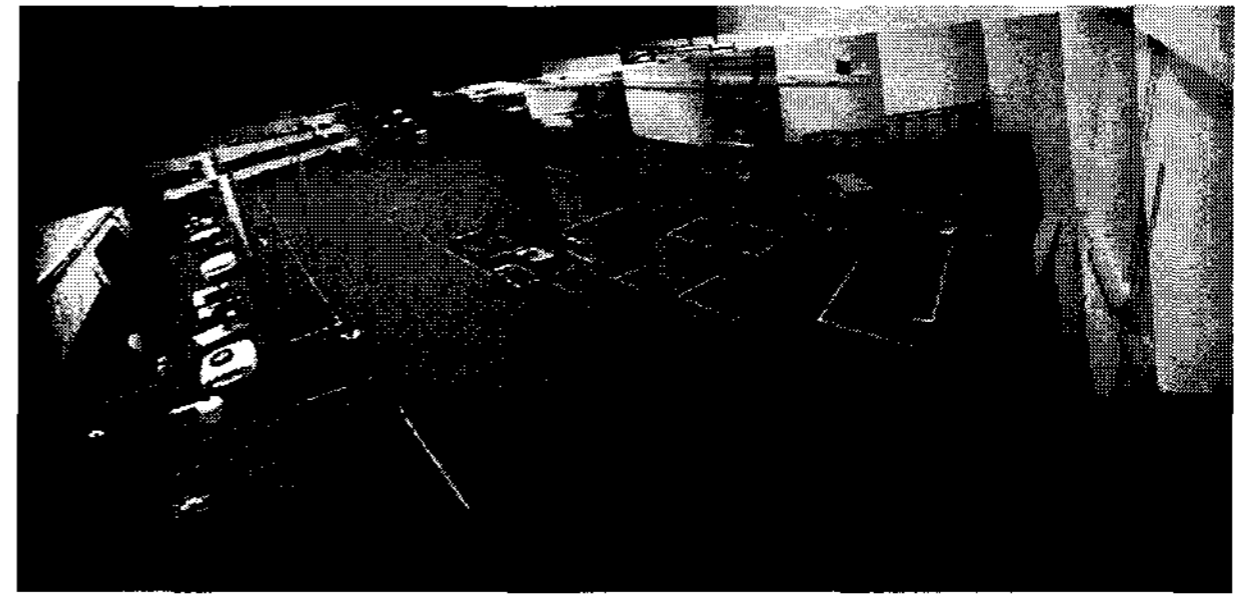


그림 5. 누적된 전역 움직임 벡터

Fig. 5. The accumulated GMV.

합, U 를 코드 북으로 정의하면 대체 패턴의 측정 방법은 코드 북에서 유클리드 거리가 가장 가까운 패턴을 선택하는 방법을 사용하였다. X 와 U 사이의 유클리드 거리를 $D(X, U)$ 라 하면 이것의 최소화 과정은 다음 식과 같다.

$$\arg \min\{D(X, U)\}, D(X, U) = \sqrt{\sum_{n=0}^m (\bar{x}_n - \bar{u}_n)^2} \quad (4)$$

코드 북은 이동, 크기, 회전에 대한 이상적인 LMV들의 집합으로 구성되어 있지만 PTZ 카메라의 경우 수평 이동을 포함한 수직이동 각도에 따라 회전과 같은 벡터들이 나올 수 있다. 그림 5는 프레임마다 계산된 GMV를 누적한 움직임 결과를 보여준다.

III. 파노라마 배경 생성

배경 생성 알고리즘은 기존에 매니폴드 투영, 모자이크 방식 등등 많은 파노라마 영상을 만드는 방법들이

존재하지만 연산량이 크며 특징점 기반의 이미지 모자이크 방법은 적절한 대응점을 구하지 못할 수도 있다. 제안된 방법은 실제 파노라마 영상을 만드는 것이 목적이 아니라 객체 추출을 위한 파노라마와 같이 긴 배경을 만드는 것이 목적이다. 따라서 두 영상의 정합 위치를 찾는 시간을 줄이기 위해 II절에서 소개된 방법으로 결정된 GMV를 사용하여 두 인접 프레임의 겹침 지역(overlapping region)을 추정한 후, 두 영상을 (i) 실린더 투영하고 (ii) 지역 재 정렬(local alignment)을 수행하고 겹침 지역의 일그러짐을 최소화하기 위해 (iii) 스티칭(stitching)과, (iv) 브렌딩(Blending)을 수행하여 파노라마 배경을 생성한다.

영상내의 모든 프레임을 사용하여 배경을 생성하는 것은 시간과 비용이 많이 들고, 하나의 잘못된 프레임에 의해서 파노라마 배경 전체에 영향을 미칠 수 있으며 카메라의 영상들은 밝기 자동 조절 장치(automatic gain control; AGC)에 의한 전역적인 밝기 변화 때문에 동일한 대상이라도 카메라의 각도에 따라 서로 다른 밝기 값을 가진다. 따라서 전역 움직임을 이용하여 겹침 지역이 30~40%가 되는 영상들을 획득하고 획득된 영상 사이에서 평균 밝기 값을 동일하게 해준다. 또한 외곽 부분의 왜곡에 의한 추정 오차를 줄이기 위하여 그림 6와 같이 실린더 투영기법을 적용하여 입력 영상을 실린더 좌표로 투영시킨다.

실린더 투영은 원본영상의 한 점을 실린더의 한 점의 위치로 이동시키는 방법으로서, 실험에서 사용한 실린더의 반지름은 $R = \sqrt{f^2 + \left(\frac{width}{2}\right)^2}$ 이며, 여기서 f 는 PTZ 카메라의 초점거리를 나타내고, 카메라의 내부변수(internal parameters)에 의해 초기화 되며 $width$ 는 영상의 가로 폭이다. 원 영상에서 실린더 투영으로 얻어진 새로운 좌표 (u, v) 는 식 (5)과 같이 역 투영으로 계산된다.

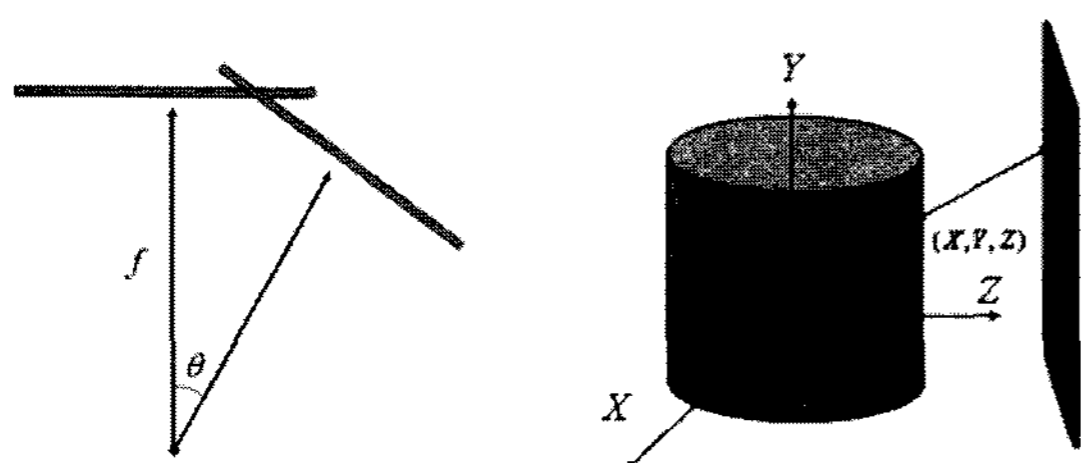


그림 6. 실린더 투영
Fig. 6. The cylinder projection.

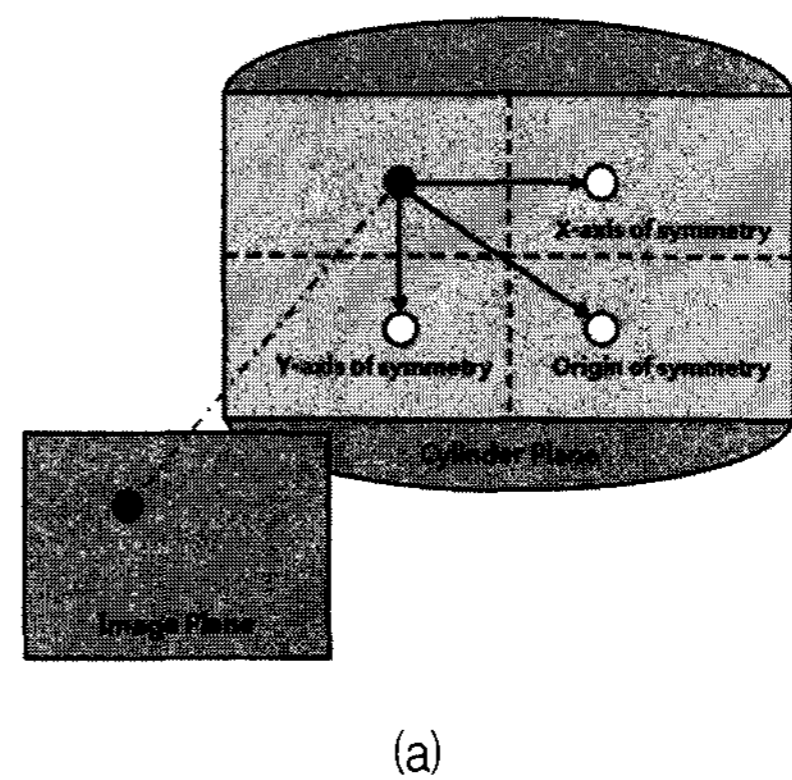
$$\begin{aligned} \left(f \tan \frac{u}{v}, f \frac{v}{R \cos \left(\frac{u}{R} \right)} \right) &= \left(f \frac{R \sin \frac{u}{R}}{R \cos \frac{u}{R}}, f \frac{v}{R \cos \left(\frac{u}{R} \right)} \right) \\ &= \left(f \frac{R \sin \left(\frac{u}{R} \right)}{\sqrt{R^2 - R^2 \sin^2 \left(\frac{u}{R} \right)}}, f \frac{v}{\sqrt{R^2 - R^2 \sin^2 \left(\frac{u}{R} \right)}} \right) \end{aligned} \quad (5)$$

그리고 $u \approx R \sin(u/R)$ 와 같은 근사화를 사용해서 실린더 좌표의 한 점을 $(u, v) = (R\theta, v)$ 와 같이 나타낼 수 있으며, 다음과 같이 영상의 한 점으로 나타낼 수 있다.

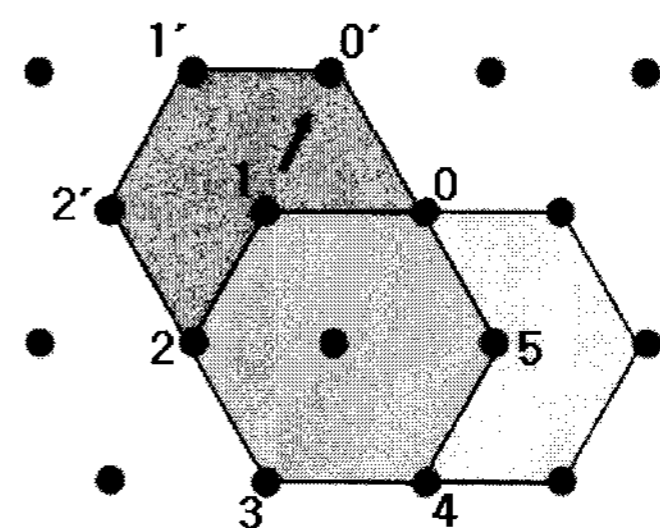
$$\left(f \frac{u}{\sqrt{R^2 - u^2}}, f \frac{v}{\sqrt{R^2 - u^2}} \right). \quad (6)$$

원본영상에서 실린더 평면으로의 빠른 투영을 위해 그림 7(a)과 같이 X, Y축에 대칭적인 4개의 지역 중 한 지역의 투영 위치를 계산한 뒤 나머지 지역은 계산된 투영위치에서 대칭적인 위치로 대체하여 사용할 수 있다.

예측된 GMV는 이웃한 프레임간의 상대적인 값으로서, 실제 영상을 완벽하게 정합시키지 못하여 고스트



(a)



(b)

그림 7. (a) 투영 위치 계산법과 (b) 6방향 검색
Fig. 7. (a) calculation method of projected position, (b) Hexagonal search.

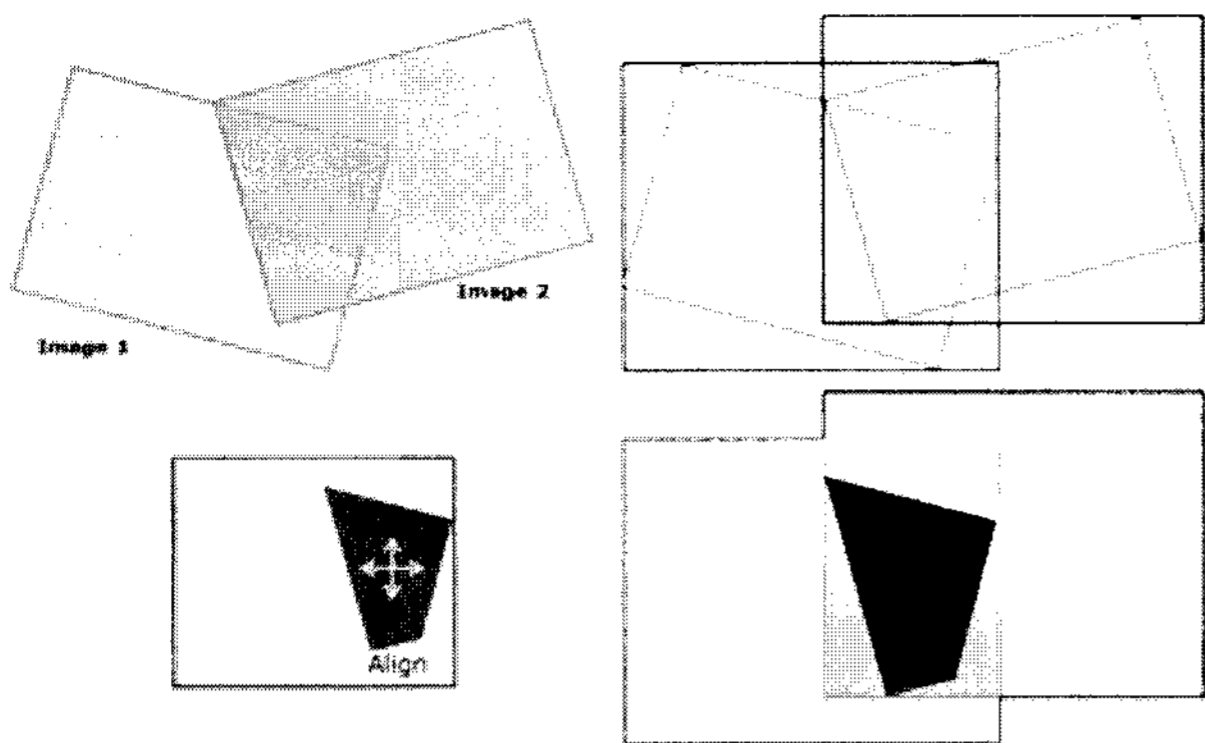
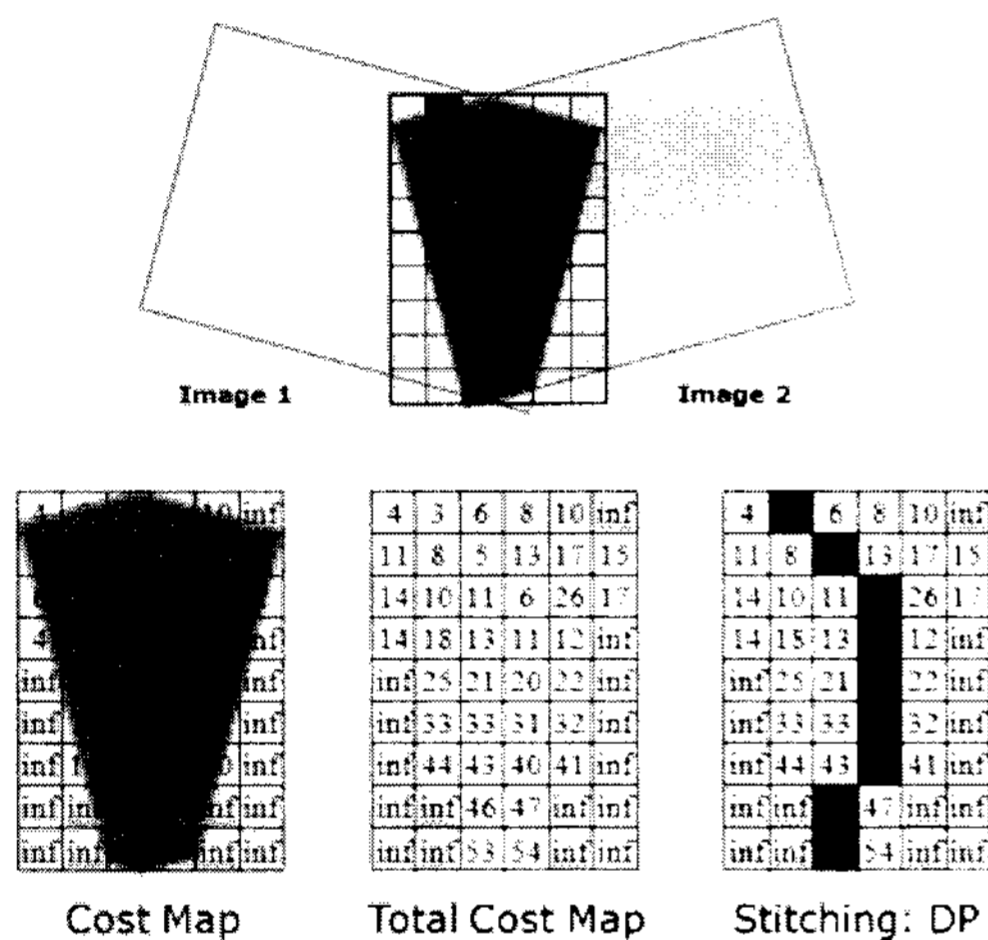


그림 8. 파노라마 영상의 정렬 방법

Fig. 8. Alignment of panorama image.



Cost Map

Total Cost Map

Stitching: DP

그림 9. 스티칭 방법

Fig. 9. Stitching method.

(Ghost) 현상이 생기며 실린더에 투영된 두 영상의 겹침 지역은 더 이상 최적의 겹침 영역이 아닐 수 있기 때문에 영상 내에 재 정렬이 필요하다. 따라서 최적의 겹침 지역을 계산하기 위해 두 영상의 겹침 지역을 가장 유사한 블록의 정합 오차를 계산함으로써 최적의 위치를 재 추정할 수 있다. 기존의 블록 정합 알고리즘은 계산이 많기 때문에 그림 7(b)와 같이 6방향의 오차를 측정하고 가장 적은 오차 방향으로 이동한 다음 추가로 주변 3방향을 측정하여 오차가 가장 적은 위치를 찾도록 하는 hexagonal search 방법을 사용하였다. 지역 재 정렬은 그림 8과 같이 겹침 지역에 있는 오른쪽 영상에서 템플릿을 생성하고 왼쪽 영상에 정합을 수행하여 가장 적은 오차를 가진 지역으로 정합시킨다.

정렬된 영상은 스티칭 기법에 의해 두 영상의 오차가 가장 적은 접합 부분을 생성하고 생성된 접합 부분을 따라 브렌딩을 하여 겹치는 경계 면을 부드럽게 만든다. 스티칭 기법은 그림 9와 같이 겹침 지역의 오차 비용(cost map)을 추출하고 위에서 아래로 전체의 오차

비용(total cost map)을 누적시킨다. 누적된 비용 중 가장 아래 행에 있는 최종 누적 중에서 가장 적은 누적 비용을 선택하고 이전의 최소 누적 비용과 비교하여 가장 적은 값을 갱신한다. 식 (7)은 전체 누적 비용을 계산하는 식이고 식 (8)은 누적 비용에서 접합 부분을 찾는 식이다. 접합 부분을 찾을 때 만약 한 행에서 누적 비용 영역이 존재하지 않을 경우 행 전체를 검사하여 비용이 가장 적은 영역을 선택하고 나머지 영역이 같은 값일 때는 같은 방향의 비용이 가장 적은 영역을 선택한다.

$$\begin{aligned} Total\ Cost(x, y) &= Cost(x, y) + MIN(Total\ Cost(x-1, y-1), \\ &Total\ Cost(x, y-1), Total\ Cost(x+1, y-1)) \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} Total\ Cost(x, y) &= MIN(Total\ Cost(x, y+1) - Cost(x, y+1), \\ &Total\ Cost(x-1, y+1) - Cost(x-1, y+1), \\ &Total\ Cost(x+1, y+1) - Cost(x+1, y+1)) \end{aligned} \quad (8)$$

IV. 움직임 객체 추적

영상의 차분 방법은 객체를 가장 손쉽게 추출할 수 있는 기법이지만, 안정된 동작을 위해서는 객체가 없는 정확한 배경 생성이 필요하다. 그림 10(a)는 입력영상이고 그림 10(b)는 겹침 영역이 40%인 2장의 영상으로

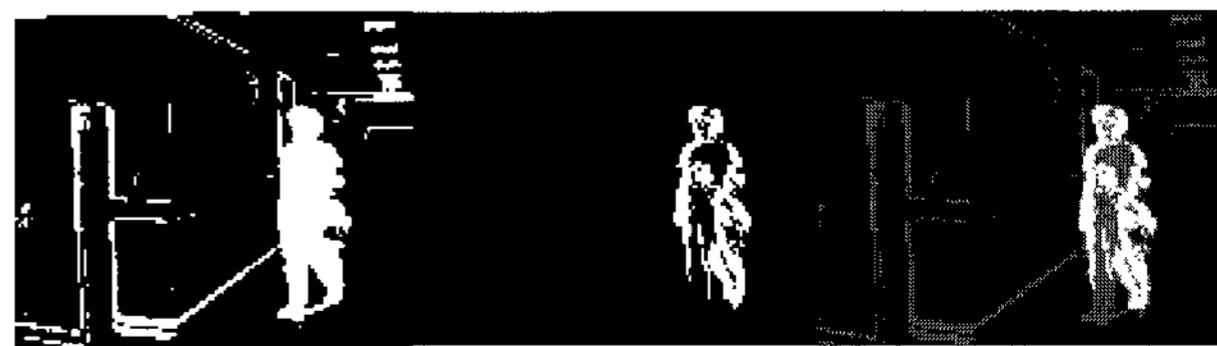


(a)

(b)

그림 10. (a) 입력 영상과 (b) 파노라마 배경 영상

Fig. 10. (a) Input Image and (b) panorama background image.



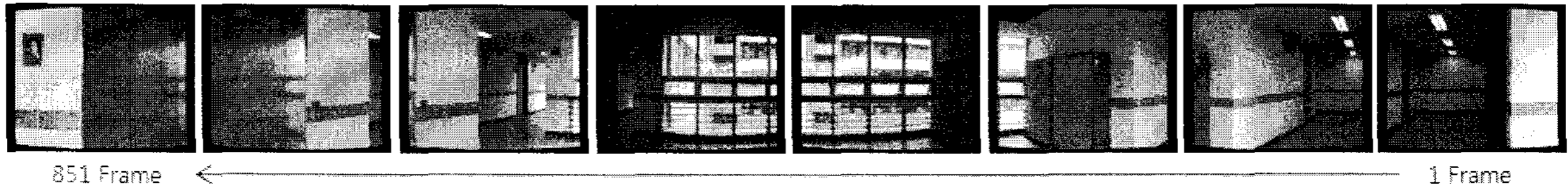
(a)

(b)

(c)

그림 11. (a) 배경과의 차분영상, (b) 이웃 프레임과의 차분영상, (c) 병합된 영상

Fig. 11. (a) The result of Background subtraction, (b) The result of neighbor frame subtraction, and (c) fusion image with (a) and (b).



(a)



(b)



(c)

그림 12. (a) 획득된 실내 영상, (b) stitching 결과 영상, (c) blending으로 얻어진 배경생성 결과영상
Fig. 12. (a) The acquired indoor images. (b) the result of stitching, and (c) the result of blending.



그림 13. 실외 파노라마 배경 영상 생성 결과
Fig. 13. The result of outdoor panorama background generation.

생성한 파노라마 배경 영상이며 현재 카메라가 보고 있는 배경 영역이다. 그림 11(a)는 파노라마 배경영상과 입력영상의 차분영상으로서 배경이 입력영상과 완벽하게 일치하지 않기 때문에 객체 주변과 수평, 수직 에지 부분에 많은 부정합 잡음이 발생하는 것을 볼 수 있다. 이러한 잡음을 줄이고 연속적으로 객체를 추적하기 위하여 프레임간 움직임을 보상하여 정확한 객체 마스크를 추출한다. 그림 11(b)는 현재 프레임과 이전 프레임의 차분으로 카메라 움직임과 다른 부분을 객체의 움직임으로 생각하고 이용한다. 그림 11(c)는 배경 차분영상에서 이웃 프레임의 차분 영상을 병합한 영상으로 객체의 외곽성분(silhouette)을 추출할 수 있다. 추출된 객체의 외곽성분은 다음 프레임에서 같은 크기를 가진 객체와 비교하여 추적한다.

추적중인 객체가 카메라의 FOV를 벗어나지 않도록

객체의 중심이 카메라의 중심에서 멀어지면 카메라 중심에 객체의 중심이 오도록 카메라를 움직여서 추적을 한다.

V. 실험

실험에서는 제안된 움직임 예측 방법을 이용하여 파노라마 배경을 생성하는 실험을 하기 위해 그림 12, 13과 같이 각각 실내와 실외에서 카메라의 움직임을 추정하여 겹침 지역이 40%인 영상을 획득하고 파노라마 배경을 생성한 결과이다. 실험 결과에서 실외 환경이 실내 환경 보다 더 선명한 영상을 취득할 수 있기 때문에 실외 파노라마 배경 영상이 실내 영상보다 좋은 결과를 보인다.

파노라마 배경 영상과 입력 영상의 차분을 이용하여

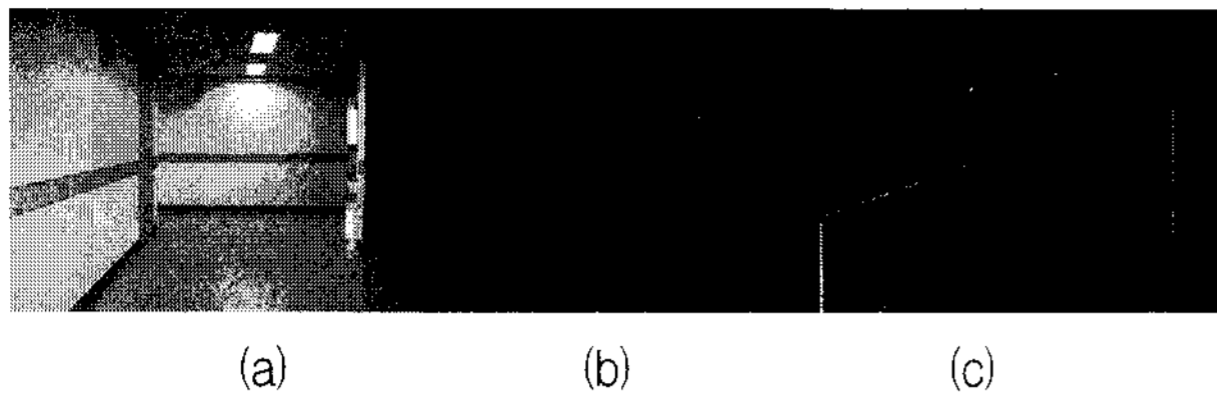
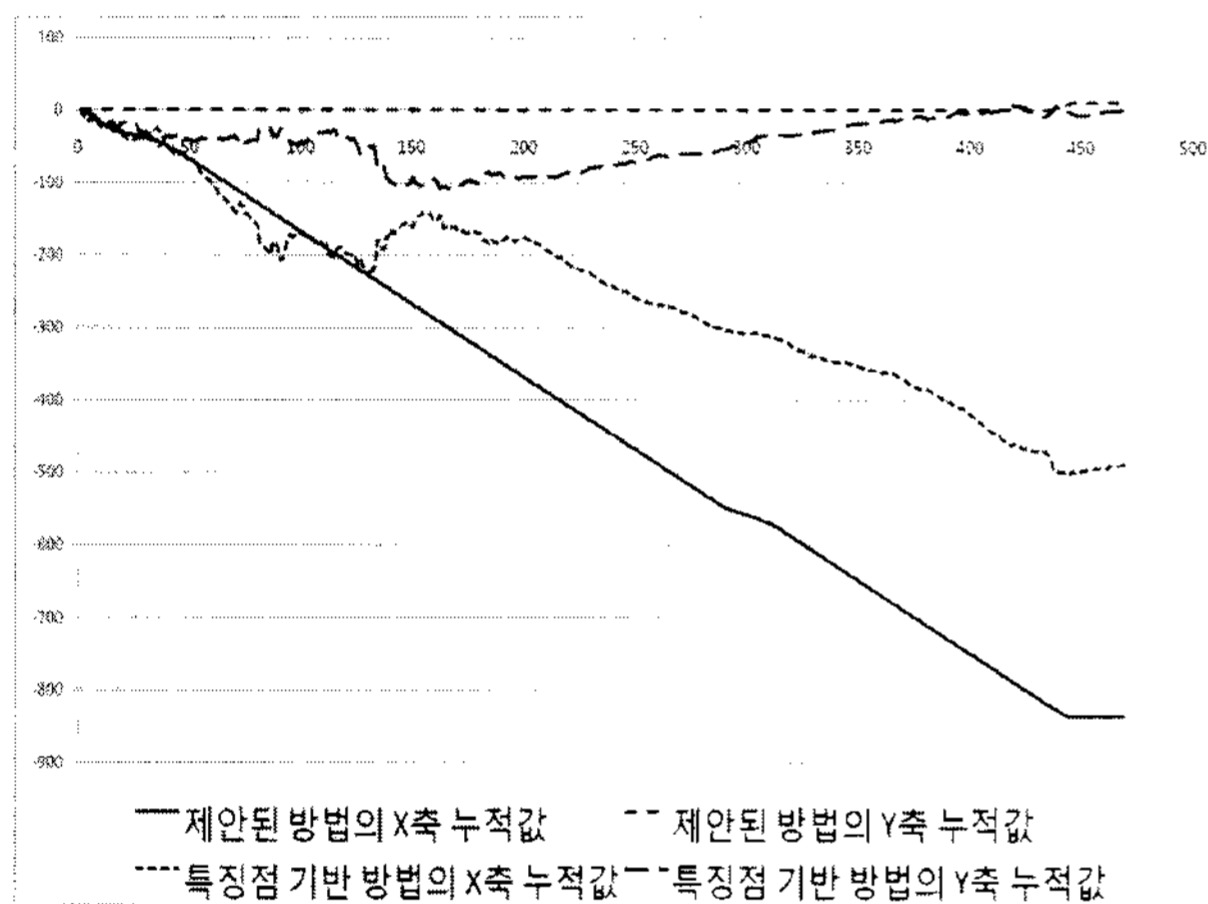


그림 14. (a) 실내 영상, (b) 제안된 방법에 의한 움직임 추정, (c) 특징점을 이용한 움직임 추정

Fig. 14. (a) indoor image, (b) the proposed algorithm, and (c) motion estimation using feature.

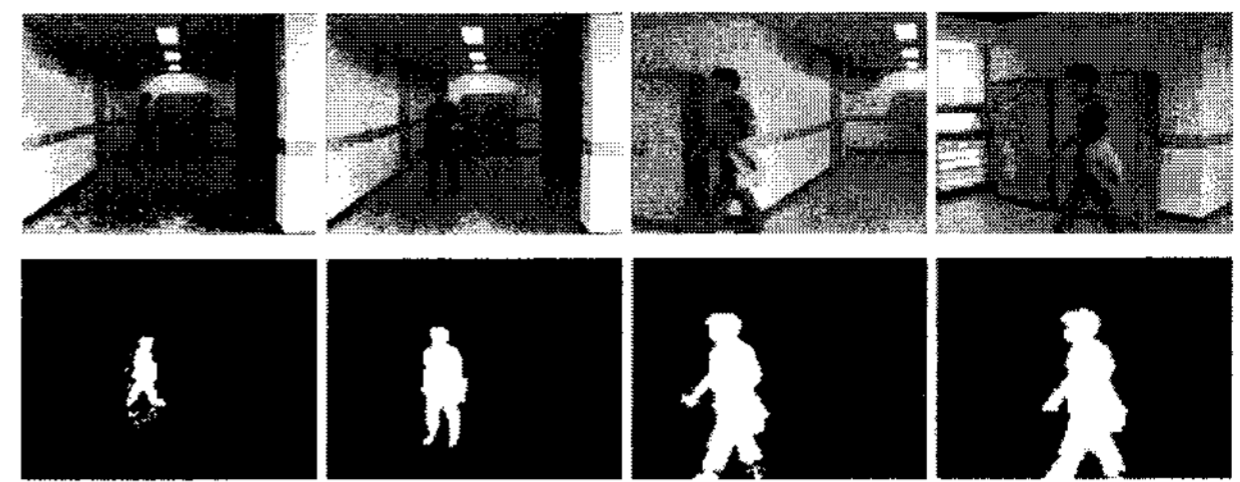
표 2. 제안된 방법과 특징점을 이용한 방법 비교

Table 2. Comparing the proposed method to the previous method using feature.

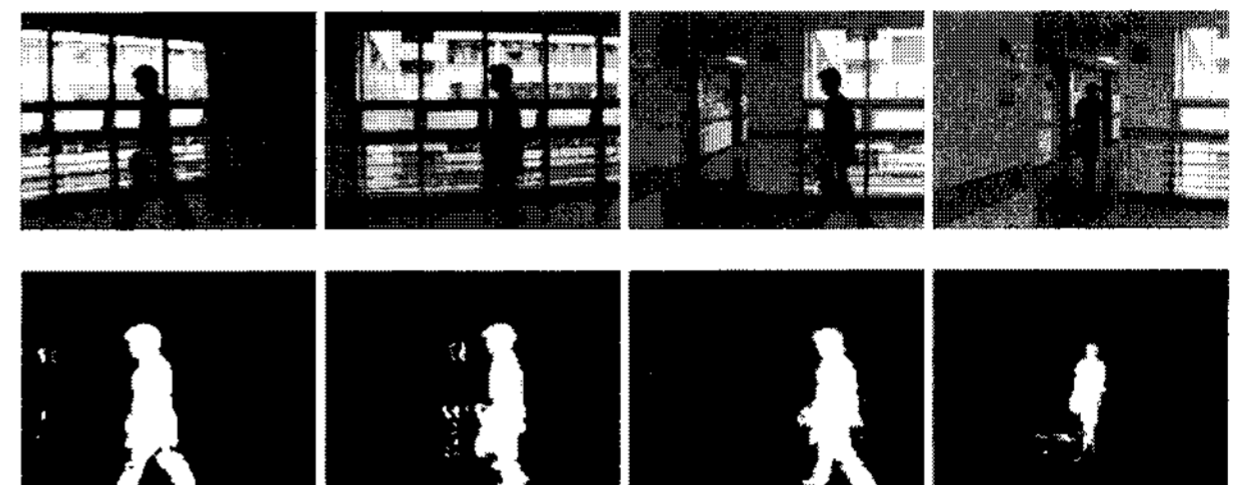


객체가 존재하는 영역을 추출하고 객체를 추적하는 알고리즘을 적용하여 모의실험을 하였다. 객체 분리를 위해서는 정확한 움직임 추정과 배경 생성이 필요하다. 특징점을 이용한 배경생성의 경우 대응점의 개수에 따라 연산시간이 증가하거나 잘못된 대응점에 의한 오차가 발생할 수 있는 단점이 있다. 제안한 방법의 효율성과 안정성을 특징점을 이용한 방법과 비교한 결과를 다음과 같이 제시한다. 실험에서는 특징점을 위해서 해리스 코너(harris corner) 추출 방법을 사용하였다. 표 2는 그림 14의 환경에서 180도 회전하였을 때 제안된 방법과 특징점을 이용한 방법의 카메라 움직임의 누적 값을 비교 제시한다. 표에서도 확인할 수 있듯이 제안된 방법이 특징점을 이용한 방법보다 누적된 이동량이 일정하고 오차가 적기 때문에 더 안정적이다. 또한 특징점을 이용한 방법은 특징점의 개수에 따라 연산시간이 최대 2.7초에서 최소 0.1초까지 가변적이고 제안된 방법은 64*64 크기의 4개 지역을 사용하여 모든 구간에서 0.1초미만으로 일정하였다.

생성된 파노라마 배경은 입력 영상에서 객체를 추출하고 객체가 카메라의 FOV 범위에 오도록 PTZ 카메



216 frame 340 frame 405 frame 445 frame



479 frame 499 frame 521 frame 610 frame

그림 15. 제안된 방법의 실험 결과

Fig. 15. The experiment result of proposed method.

라를 동작시켜 지속적인 추적이 가능하게 한다. 그림 15는 카메라에 입력되는 영상에서 객체의 마스크를 추출하고 추적하는 결과 영상이다.

실험에서 PTZ 카메라의 주위를 180도 움직이는 객체를 연속적으로 추적할 수 있었다. 또한 제안된 방법은 객체의 외각성분을 이용하여 그림 15의 499 프레임과 610 프레임과 같이 잡음이 많은 경우에도 객체를 추적할 수 있었다.

VI. 결 론

본 논문에서는 PTZ 카메라를 이용한 객체 추적을 위해 효율적으로 실린더 파노라마 배경영상을 생성하고 입력 영상과 배경영상의 배경 차분방법을 통해 객체 마스크를 추출하였다. 또한 카메라의 움직임을 추정하여 객체를 분리하는 배경 안정화 방법을 결합하여 객체를 연속적으로 추적하는 방법을 제안하였다.

제안된 방법은 PTZ카메라를 이용하여 배경을 생성하고 배경 차분방법을 이용하여 쉽게 객체를 추출하고 카메라 주변의 객체를 추적할 수 있음을 보였다. 파노라마 배경 생성과 입력영상간의 불일치를 줄여서 정합 오차를 최소화 했다. 앞으로 PTZ 카메라를 다양한 환경에 적용하여 객체의 형태추적 및 얼굴인식과 같은 영역으로 발전해 나아갈 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] S. Peleg and J. Herman, "Panoramic Mosaics by manifold projection," Proc. Computer Society Conf. Computer Vision and Pattern Recognition, vol. 1, no. 1, pp. 338-343, June 1997.

[2] S. Kang, J. Paik, A. Koschan, B. Abidi, and A. Abidi, "Real-time video tracking using PTZ cameras," Proc. SPIE 6th International Conference on Quality Control by Artificial Vision, vol. 5132, pp. 103-111, 2003.

[3] P. Azzari, L. Stefano, and A. Bevilacqua, "An effective real-time mosaicing algorithm apt to detect motion through background subtraction using a PTZ camera," IEEE Conf. Advanced Video and Signal-Based Surveillance, pp. 511-516, 2005.

[4] R. Canals, A. Roussel, H. Famechon, and S. Treuillet, "A biprocessor-oriented vision-based target tracking system," IEEE Trans. Industrial Electronics, vol. 49, no. 2, pp. 500-506, 2002.

[5] J. Paik, Y. Park, and D. Kim, "An adaptive motion decision system for digital image stabilizer based on edge pattern matching," IEEE Trans. Consumer Electronics, vol. 38, pp. 607-615, 1992.

[6] F. Vella, A. Castorina, Massimo, and G. Messina, "Digital image stabilization by adaptive block motion vectors filtering," IEEE Trans. Consumer Electronics, vol. 48, pp. 796-801, 2002.

[7] S. Erturk, "Digital Image Stabilization with sub-image phase correlation based global motion estimation," IEEE Trans. Consumer Electronics, vol. 49, pp. 1320-1325, 2003.

[8] L. Xu and X. Lin, "Digital image stabilization based on circular block matching," IEEE Trans. Consumer Electronics, vol. 52, no. 2, pp. 566-574, 2006.

[9] G. Scotti, L. Marcenaro, C. Coelho, F. Selvaggi, and C. Regazzoni, "Dual camera intelligent sensor for high definition 360 degrees surveillance," IEE Proc. Vision, Image and Signal Processing, vol. 152, no. 2, pp. 250-257, 2005.

[10] Y. Yao, B. Abidi, and M. Abidi, "Fusion of Omni-directional and PTZ camera for accurate cooperative tracking," Proc. IEEE International Conference on Video and Signal Based Surveillance, pp. 46, 2006.

[11] H. Foroosh, J. Zerubia, and M. Berthod, "Extension of phase correlation to sub-pixel registration," IEEE Trans. Image Processing, vol. 11, pp. 188-200, 2002.

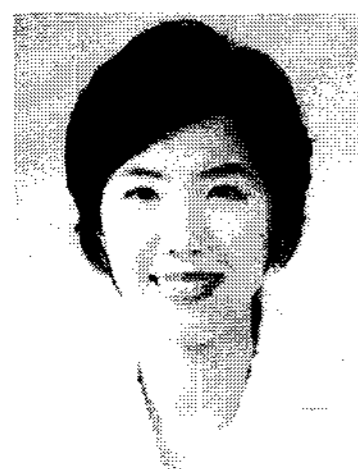
저 자 소 개



백 인 호(학생회원)
 2004년 신라대학교 컴퓨터공학과
 학사졸업.
 2008년 중앙대학교 첨단영상
 대학원 영상공학과
 석사졸업.
 <주관심분야 : 영상처리, 인공지능>



임 재 현(학생회원)
 2007년 강남대학교 전자공학과
 학사졸업.
 2008년 현재 중앙대학교 첨단영상
 대학원 첨단영상학과
 석사과정.
 <주관심분야 : 객체추적, 영상분석>



박 경 주(정회원)
 1997년 이화여자대학교 컴퓨터
 공학과 학사졸업.
 2000년 펜실베니아대학교 컴퓨터
 및 정보공학 석사졸업.
 2004년 펜실베니아대학교 컴퓨터
 및 정보공학 박사졸업.



백 준 기(정회원)
 1984년 서울대학교 제어계측
 공학과 학사졸업.
 1987년 노스웨스턴대학교 전기 및
 컴퓨터 공학과 석사졸업.
 1990년 노스웨스턴대학교 전기 및
 컴퓨터 공학과 박사 졸업.

2008년 현재 중앙대학교 첨단영상대학원
 영상공학과 교수
 <주관심분야 : 컴퓨터 애니메이션, 모션 추정>

2008년 현재 중앙대학교 첨단영상대학원
 영상공학과 교수
 <주관심분야 : 통신, 컴퓨터, 신호처리, 반도체>