비디오 영상에서 가려짐이 있는 이동 물체의 복원

Completion of Occluded Moving Object in a Video Sequence

허미경, Mikyoung Heo, 박순용, Soon-Yong Park
경북대학교 컴퓨터공학과
(mkheo@vision.knu.ac.kr, sypark@knu.ac.kr)

요약 비디오 복원(video completion)은 비디오 영상에서 색상값에 대한 정보가 없는 픽셀에 적절한 색을 채워 영상을 복원하는 기술이다. 본 논문에서는 움직이는 두 물체가 교차하는 입력영상으로부터 하나의 물체를 제거함으로 발생하는 홀(hole)을 채우는 비디오 복원 기술을 제안한다. 입력 영상에서의 두 물체 중 카메라와 가까운 물체를 제거함으로써 영상의 홀이 발생하게 되고, 이 홀을 다른 프레임들의 정보를 이용하여 채움으로써 가려진 물체를 복원한다. 모든 프레임에 대해 각 물체의 중심을 추정하여 물체의 중심을 기준으로 시-공간 볼륨(spatio-temporal volume)을 생성하고, 복셀 매칭(voxel matching)을 통한 시간적 탐색을 수행한 후 두 물체를 분리한다. 가리는 물체 영역으로 판단 된 부분을 삭제하고 공간적 탐색 방법을 이용하여 홀을 채워 가려짐이 있는 물체를 복원하는 과정을 소개한다. 실험 결과를 통해 제안한 기술이 비교적 자연스러운 결과를 얻을 수 있다는 것을 보여준다.

핵심어: Video Completion, Voxel Matching, Spatio-Temporal, Special Effects

1. 서론

비디오 복원은 연속적인 비디오 영상에서 색상값에 대한 정보가 없는 픽셀에 대해 적절한 색을 채워 복원하는 기술을 말한다. 비디오 영상은 손상이나 자연적인 퇴락으로 인해 홀(hole)이 생길 수 있다. 혹은 영상에서 원하지 않는 물체를 제거함으로써 인위적인 손상을 줄 수도 있다. 이러한 홀은 다른 여러 프레임들로부터 보간법을 이용해서 채우는 방법이나 다른 프레임으로 대체하는 방법들이 있는데 이를 비디오 복원(video completion)이라 한다[1,2,3,4]. 비디오 복원 기술은 오래된 영상이나 손상된 영상을 복원하는 분야나 영화 특수 효과 분야에서 많이 응용되고 있다[5,6].

이미지 복원(Image Completion)은 정지된 하나의 영상에 대한 복원을 하기 때문에 공간적인 일관성을 유지하는 것만 중요한 반면, 비디오 복원은 공간적 일관성뿐만 아니라 시간적 일관성도 반드시 유지해야한다. 인간의 눈은 아주 예민하기 때문에 비디오 복원에서는 공간적인 일관성보다 시간적 일관성을 유지하는 것이 더 중요하다. Jiaya Jia는 비디오 리페어링(video repairing) 기술을 이용하여 홀이 있는 비디오를 복원하였다[1]. 이들은 적어도 한주기의 모션 정보를 가진 샘플 모벨(sample movel)을 정렬(alignment)하여 손상된 모벨(damaged movel)의 홀을 복원하는 방법을 제안하였다. Yun-Tao Jia는 텍스쳐 합성(texture synthesis)을 이용한 비디오 복원 방법을 제안하였다[2]. 홀의 에지부분에서 가장 유망한 목표 픽셀을 선택하고 이 목표 픽셀을 포함한 이웃한 픽셀들을 하나의 목표 플레그먼트로 두고 목표 프레그먼트에서 이미 알고 있는 정보인 이웃한 픽셀과 가장 유사한 소스 플레그먼트를 찾아 두 플레그먼트를 합성하여 홀을 채우는 방법을 사용하였다. 이 방법은 한 픽셀씩 복원하는 방법이 아니라 플레그먼트 대 플래그먼트로 복원하기 때문에 빠르다는 장점이 있다. Y. Wexler는 전역 시-공간 일관성을 갖기 위한 전역 최적화 문제로서 비디오 복원을 다루었다[5]. Y. Zhang은 이동하는 물체와 배경, 그리고 이동 물체를 가리는 또 다른 물체 등, 카메라로부터 물체까지의 거리에 따라 여러 계층(layer)으로 영상을 분할하고 이 분할된 영상정보를 이용하여 물체를 삭제였다[6]. 이 기술의 장점은 물체까지의 거리를 추정하여 여러 계층으로 물체를 분할하기 때문에 이동하지 않고 정지되어 있는 물체도 삭제가 가능하다.

본 논문에서는 움직이는 두 물체가 교차하는 연속적인 비디오 영상에서 하나의 움직이는 물체를 제거함으로써 생기는 홀을 채우기 위한 비디오 복원 기술을 소개한다. 즉, 두 움직이는 물체가 교차함으로써 카메라로부터 더 가까이 있는 물체가 더 멀리 있는 물체를 가리게 되고, 더 가까이 있는 물체를 제거하여 생긴 홀에 물체의 반복적인 동작 주기를 이용하여 가려진 물체를 복원한다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 시-공간 볼륨(spatio-temporal volume)의 구성과 비디오 영상 복원 두 부분으로 구성되어 있다. 시-공간 볼

륨은 입력 영상으로부터 움직이는 물체를 분리하고 움직이는 물체의 중심을 기준으로 분리한 영상을 모든 프레임에 대해 모은 직사각형 형태의 3D 볼륨이다. 시-공간 볼륨을 구성하기 위해서는 각각의 프레임에서 움직이는 물체에 대한 중심을 구하는 것이 무엇보다 중요하며, 또한 시-공간 볼륨은 시간적 탐색 혹은 공간적 탐색을 위한 데이터 베이스가 된다. 두 움직이는 물체가 교차하는 목표 프레임에서의 두 물체의 영역을 정확히 구분한 후, 원하지 않는 물체를 삭제하기 위해 복셀 매칭(voxel matching) 방법을 이용하여 시간적 탐색을 수행한다. 목표 프레임에 대해 가장 유사한 후보 프레임들이 결정되면, 이들과 목표 프레임 사이의 공간적 탐색방법을 통해 다시 최종적으로 정합 프레임을 결정한다. 결정된 최종 정합 프레임을 이용하여 마지막으로 홀을 복원한다. 다음 그림 1은 본 논문에서 제안한 알고리즘의 순서도이다.

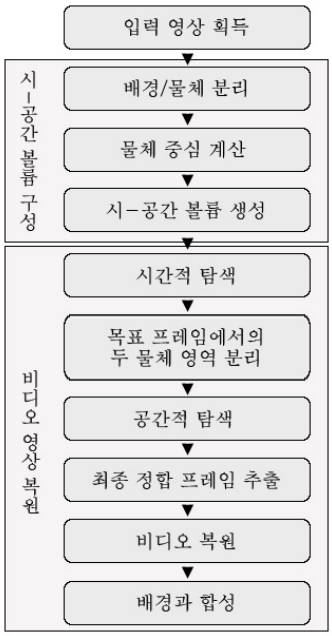

그림 1. 비디오 복원 과정의 순서도

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 시-공간 볼륨을 구성하는 과정을 설명하고 3절에서는 복셀 매칭을 이용한 시간적 탐색과 공간적 탐색 방법을 설명한다. 4절에서는 실험 결과에 대해서 기술하며, 5절에서는 본 논문의 결론을 맺고, 향후 연구 과제에 대해서 언급한다.

2. 시-공간 볼륨(Spatio-Temporal Volume)

본 연구에서 사용한 비디오 영상에는 움직이는 두 물체가 교차하고, 고정된 위치에서 움직이는 하나의 물체를 따라 카메라의 렌즈를 중심으로 회전시켜 촬영되었다. 회전하는 카메라에서 획득한 영상은 호모그래피(homography) 변환으로 배경을 손쉽게 합성할 수 있다. 이러한 특성을 이용하여 물체에 대한 시-공간 볼륨을 생성하였다.

2.1 움직이는 물체 추출

동영상에서 움직이는 물체를 추출하기위하여 우선 입력 영상으로부터 배경 영상 추적(background tracking), 이동 물체에 대한 누적 차영상(accumulated image difference)을 이용하여 움직이는 물체를 분리하였다[7]. 이 과정에서는 연속되는 영상 프레임간의 배경의 특징점을 추적하여 프레임간의 2D 호모그래피를 구하였다. 이 2D 호모그래피를 이용하여 모든 프레임을 공통 좌표계로 등록(registration)하고 메디안 필터링을 이용하여 이동하는 물체를 추출하였다. 공통된 좌표계로 등록된 프레임들은 하나의 배경 파노라마를 형성하는 것으로 간주할 수 있으며 움직이는 물체의 픽셀들은 파노라마 배경에 대하여 메디안 필터링으로 추출할 수 있다. 물체의 추적을 위하여 KLT추적기로 배경과 물체의 특징점을 추적하고 이동하는 물체의 추적창에 대하여 배경 픽셀과 전경픽셀을 구분하였다. 메디안 필터링된 영상을 문턱값(threshold)을 이용하여 이진화 영상을 얻을 수 있었다.

그림 2. 이동물체의 추출. 좌로부터 입력영상의 일부, 물체 추적창 및 특징점, 메디안필터링영상, 추출된 물체영역

2.2 시-공간 볼륨

각 프레임에서 움직이는 물체 영역을 140×220 크기로 추출한다. 이때 물체의 중심이 영상의 중심이 되도록 하고, 물체 영역이 아닌 영역의 색상값은 0으로 채운다. I_t를 시간 t에서 영상 프레임이라 하고, 픽셀 $v(x,y,t)$ 중 움직이는 물체에 대한 픽셀 면적을 M_v라고 하면, t에 대한 움직이는 물체의 중심 C_t는 식(1)로 구할 수 있다.

$$C_t = \sum_{v \in I_t} v / M_v \qquad (1)$$

모든 프레임에 대해 물체의 중심을 기준으로 움직이는 물체 영역을 추출한 후, 첫 번째 프레임과 다른 모든 프레임에 대한 SAD(Sum of Absolute Differences)를 계산 한다. I_0와 I_t의 SAD 오차 e_t는

$$e_t = \sum_{v \in I_0, v' \in I_t} |v(x,y) - v'(x-i, y-j)| \qquad (2)$$

으로 계산할 수 있다. 이때 5×5 크기의 탐색창에 대해 식 (2)를 모두 계산하여 그 중 SAD 오차가 최소가 되는 i, j를 얻었다. 이 SAD 오차를 이용해 물체의 동작 주기를 파악하고 물체 중심의 이동 변화값 i, j를 이용하여 보다 정확한 물체의 중심을 구하였다. 분리된 중심을 기준으로 모든 프레임의 물체 영역을 이용하여 시-공간 볼륨을 생성하였다.

2.3 파노라마 영상을 이용한 물체의 중심 추정

앞의 2.2절에서 설명한 방법을 이용하여 움직이는 물체의 중심을 추정할 경우 그림 3(b)처럼 두 물체가 서로 교차하는 프레임에서는 움직이는 두 물체 모두 추적되기 때문에 한 물체에 대한 중심을 정확하게 계산 할 수 없다. 이처럼 두 물체가 모두 나타나는 프레임이 우리가 복원해야할 목표 프레임(target frame)들이고, 이러한 목표 프레임에서 한 물체에 대한 중심을 추정하는 것은 중요한 문제가 된다. 본 논문에서는 한 물체에 대한 중심을 정확하게 구하기 위해 프레임 간의 2D 호모그래피를 이용하여 파노라마 영상을 생성하여 공통의 좌표계에서 물체의 모션을 추정하였다. 파노라마 영상은 하나의 기준 프레임의 좌표계로 다른 모든 프레임들을 등록시킴으로써 얻을 수 있다. 시간 $t-1$에서의 프레임 영상을 $I(t-1)$라 하자. $I(t-1)$를 기준 프레임 $I(t)$의 좌표계로 등록시키기 위해서는 M_{t-1}을 $I(t-1)$에 곱해주면 된다. 이때, M_{t-1}은 $I(t)$ 좌표계에 대한 2차원 투영변환 매트릭스로 $M_{t-1} = H_{t-1,t} M_t$로 구할 수 있고, $H_{t-1,t}$은 $I(t)$와 $I(t-1)$ 사이의 호모그래피로 움직이는 물체 분리 시 얻은 데이터이다. 이 과정을 모든 프레임에서 수행하여 입력 영상에 대한 파노라마 영상 I_p를 얻었다. 그림 3(a)는 파노라마 영상에서 각 프레임의 움직이는 물체 영역의 중심 좌표를 관찰한 그림이다. 그림에서와 같이 두 물체가 교차하는 목표 프레임을 제외하고 물체의 중심이 일정한 패턴을 가지고 주기적으로 이동하는 것을 알 수 있다. 이러한 주기적인 성질을 이용하여 파노라마 영상에서의 물체의 중심을 추정하였다. I_p에서 시간 t에 대한 물체의 중심을 $c_t(x,y)$라고 하면, x는 물체가 일정한 속도를 유지하며 걷는다고 가정하고 각 목표 프레임에서의 x를 일정한 간격으로 설정하였다 y는 앞, 뒤 주기의 y의 중간 값을 취함으로써 그림 3(b)에서 보는 것과 같이 I_p에서의 목표 프레임의 물체들에 대한 중심 좌표를 결정하였다. 결정된 물체의 중심 좌표 $c_t(x,y)$는 $M_t^{-1} c_t(x,y)$를 취해 원영상으로 역매핑시켜 목표 프레임에 대한 물체의 중심을 추정하였다.

이와 같은 과정을 카메라에서 더 가까이 있는 가리는 물체와 이 물체에 의해 가려진 물체에 대해 각각 수행한다. 그림 3(c)는 복원하려는 물체인 가려진 물체의 시-공간 볼륨을 보여준다.

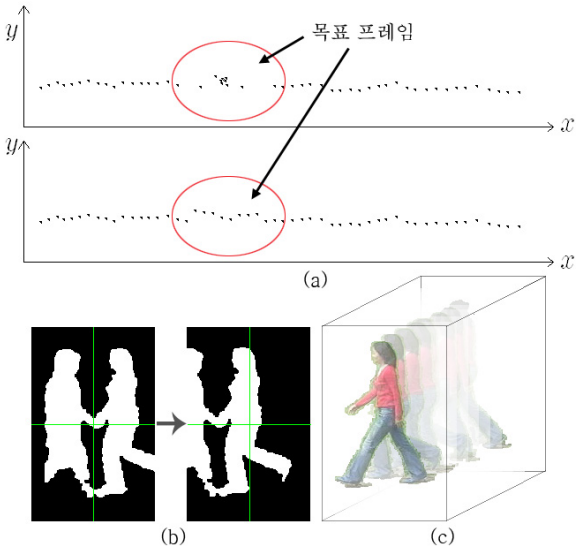

그림 3. (a)물체 중심 추정 전(상)/후(하)의 파노라마에서 물체 중심의 궤적, (b)목표 프레임에서의 물체 중심 추정, (c)시-공간 볼륨

3. 비디오 복원(Video Completion)

전체 영상에서 복원되어야할 목표 프레임들은 두 물체가 교차되는 시점의 연속된 여러 프레임들이다. 다시 말해, 가려진 오브젝트에 대한 시-공간 볼륨에서 카메라에 더 가까이 있는 물체인 가리는 물체가 출현하는 프레임들을 말한다. 이 절에서는 목표 프레임에서 가리는 물체를 삭제하고 가려진 물체에 대한 홀을 복원하는 과정을 설명한다. 복셀 매칭을 이용한 시간적 탐색 방법으로 두 물체를 분리하고 목표 프레임과 가장 유사 프레임의 후보 프레임들과의 공간적인 탐색 방법을 사용하여 가려진 물체를 복원하였다.

3.1 시간적 탐색 (Temporal Search)

시-공간 볼륨에서 목표 프레임에서의 물체 동작과 가장 유사한 프레임을 찾는 과정으로 복셀 매칭 방법을 이용한다. 목표 프레임 중 임의의 k번째 프레임의 한 복셀 $v(x,y,k)$와 가장 유사한 복셀을 시-공간 볼륨에서 찾는다. $v(x,y,k)$를 중심으로 하는 3×3×17 크기의 복셀들을 매칭 템플릿(template)으로 두고 전체 t축을 대해 SAD 오차가 가장 적은 복셀을 찾는다. 이때 탐색창을 3×3크기로 두어 시간적 뿐만 아니라 공각적인 탐색도 가능하도록 하였다. k번째 프레임의 전체 픽셀에 대해 시-공간 상에서 가장 유

사한 복셀을 모두 찾는다. 이때 가장 유사한 복셀들의 프레임을 카운트하여 오름차순으로 정렬하고, 참조한 횟수가 가장 많은 프레임을 k번째 프레임과 가장 유사한 프레임으로 결정하였다. 또한 참조 횟수에 따라 정렬된 프레임 정보는 공간적 탐색 시 후보 프레임 결정에 사용된다(3.3절). 위 과정을 모든 목표 프레임에 대해 수행하여 가장 유사한 프레임을 결정하였고, 이 과정 역시 두 물체에 대해 수행 한다. 그림 4는 가려진 물체의 시-공간 볼륨에서의 복셀 매칭을 이용한 시간적 탐색 방법을 보여준다.

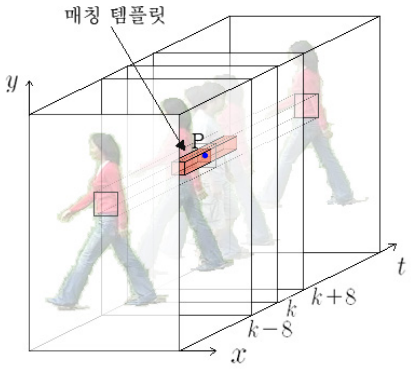

그림 4. 시-공간 볼륨에서의 복셀 매칭

3.2 가려진 물체의 분리

이 절에서는 목표 프레임에서 두 물체의 대한 영역을 결정하고 카메라에 더 가까이 있는 물체에 해당 하는 영역을 삭제하는 과정을 설명한다.

우리는 앞서 3.1절에서 시간적 탐색을 통해 시간 t에 대한 목표 프레임 f에서 가리는 물체와 가려지는 물체 각각의 동작과 가장 유사한 프레임을 결정하였다. 여기서 가리는 물체에 대한 가장 유사한 프레임은 가리는 물체에 대한 시-공간 볼륨에서의 시간 t에 대한 프레임 g와 가장 유사한 프레임으로 결정하였다. 이를 g'라고 하고 가려지는 물체에 대한 가장 유사한 프레임을 f'라고 하자. 여기서 g는 f와 같이 시간 t에 대한 프레임이지만 가리는 물체를 중심으로 생성한 프레임이다. f와 g에 대한 유사 프레임인 f'와 g'사이에 각각의 SSD(Sum of Squared Differences)를 계산 하여 두 물체의 영역을 판단하였다. 목표 프레임 f와 f', g와 g' 사이의 오차 e_f, e_g는 각각 다음 식(3)과 (4)을 이용하여 계산 하였다.

$$e_f = \sum (f(x,y) - f'(x,y))^2 \quad (3)$$

$$e_g = \sum ((f(x,y) + d(i,j)) - g'(x,y))^2 \quad (4)$$

여기서 주의할 점은 두 물체에 대한 각각의 유사 프레임인 f', g'의 물체 중심을 고려해야 한다는 점이다. 가려지는 물체에 대한 유사 프레임 f'의 경우는 목표 프레임 f가 가려진 물체에 대한 시-공간 볼륨에 해당함으로 특별한 물체의 중심의 고려 없이 140×220 영상 전체에 대해 SSD를 계산하면 된다. 하지만 가리는 물체에 대한 유사 프레임 g'는 목표 프레임과는 달리 가리는 물체에 대한 시-공간 볼륨에 해당하는 프레임이므로 f와 g사이의 물체 중심의 차이만큼 g'의 픽셀을 이동시켜 SSD를 계산해야한다. 각각의 시-공간 볼륨에서 시간 t에 대한 f의 물체의 중심 좌표값을 $c_f(x,y)$, g의 물체 중심의 좌표값을 $c_g(x,y)$라 하면, 두 좌표값의 차이로 $d(i,j)$를 구할 수 있다. 즉, $g(x,y) = f(x,y) + d(i,j)$이므로 가려진 물체에 대한 SSD 오차도 식(4)와 같이 계산 할 수 있다. 이때 $c_f(x,y)$와 $c_g(x,y)$의 좌표값은 2절에서 얻어진 값으로, 입력 영상에 대한 움직이는 물체의 중심 좌표를 타나낸다. 또한 이로 인해 영상의 겹치는 영역 w도 얻을 수 있다. 앞으로의 f와 g'의 비교 시에는 겹치는 영역 w에 대해서만 수행하면 된다. 역시 SSD 계산도 영역 w에서만 수행하였다. 더 정확한 $d(x,y)$를 구하기 위해 f와 g'가 겹치는 영역에 대해서만 SAD를 수행한다.

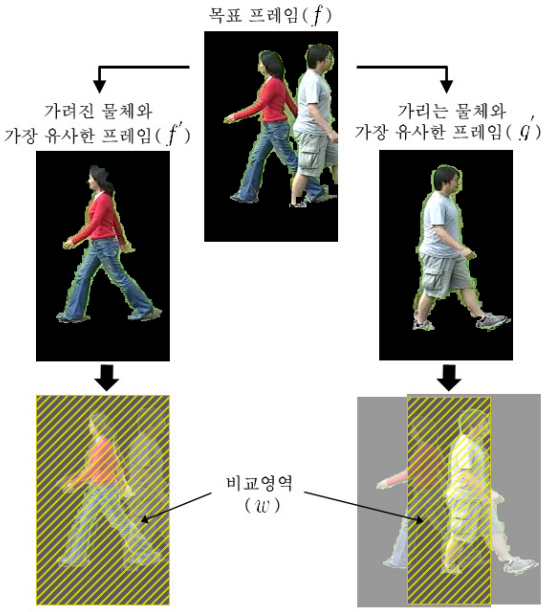

그림 5. 목표 프레임에 대한 두 물체의 동작과 가장 유사한 프레임 탐색 및 두 프레임 사이의 비교 영역 결정

위 과정을 수행 후 목표 프레임은 그림 6(a)에서 보는 것과 같이 크게 영역 w와 영역 w가 아닌 부분(w')으로 나뉜다. 영역 w는 가리는 물체가 존재할 가능성이 있는 영역이 되고, 영역 w를 제외한 영역은 가려진 물체에 대한 영역으로 결정할 수 있다. 이미 언급했듯이 영역 w는 목표 프레임

f과 가리는 물체에 대한 유사 프레임 g'가 겹치는 영역이다. 그러므로 g'에서 물체 영역에 해당하는 f의 영역을 제거 한다. 즉, f에서 가리는 물체 영역이라고 판단된 해당 픽셀의 색상값을 0으로 채운다. 그 결과 영역 w의 나머지 영역에서는 위에서 계산한 SSD 오차를 비교한다(그림 6(b)). SSD 비교 영역 중 한 픽셀이 가려진 물체에 대한 영역이면 e_f가 e_g보다 상대적으로 적은 값을 가질 것이고 가리는 물체에 대한 영역이면 e_f가 e_g보다 상대적으로 큰 값을 가질 것이다. 그러므로 $e_f < e_g$인 영역은 가려진 물체에 대한 영역으로 해당 픽셀의 색상값을 그대로 유지하고, $e_f > e_g$일 경우는 픽셀의 색상값을 0으로 채워 제거하였다. 이 결과 그림 6(c)에서 보는 것과 같이 목표 프레임에서 가려진 물체 영역이라고 정확히 판단되는 영역만 남는다.

$$\text{픽셀분류}\begin{cases} w' & : \text{가려진 픽셀} \\ w & : \begin{cases} e_f < e_g : \text{가려진 픽셀} \\ e_f > e_g : \text{가리는 픽셀} \end{cases} \end{cases}$$

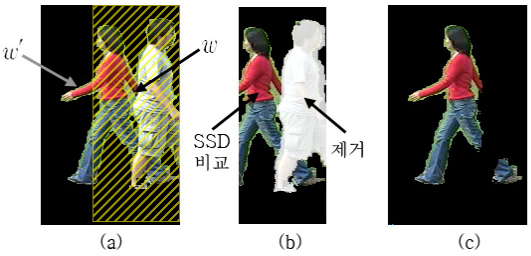

그림 6. (a)목표 프레임에서의 영역 w, (b)영역 w에서의 두 물체 영역 판별, (c) 가리는 물체를 제거한 영상 h

3.3 공간적 탐색 및 비디오 홀 복원

목표 프레임에서 카메라와 더 가까이 있는 물체를 삭제함으로서 홀이 발생하였고, 홀을 채우기 위해서 가려진 오브젝트의 주기적인 동작 패턴을 이용하였다. 앞의 3.1절에서 목표 프레임의 물체의 동작과 가장 유사한 프레임을 찾는 과정에서 모션 프레임의 전체 픽셀에 대해 참조하는 프레임을 카운트하여 정렬하였다. 정렬된 데이타에서 가장 카운트가 많은 3개의 프레임을 유사 후보 프레임으로 결정하고, 이 세 개의 후보 프레임에 대해 공간 탐색을 수행한다. 그림 7은 109번째 목표 프레임에 대한 예로, 복셀 매칭을 이용하여 찾은 복셀의 프레임을 카운트한 결과를 보여준다. 시간적 탐색 방법으로 109번 프레임과 가장 유사한 프레임으로 참조 횟수가 가장 많은 76, 126, 142번 프레임을 유사 후보 프레임이 결정하였다. 목표 프레임에서 가리는 물체를 제거한 영상을 h라 하고, h와 세 개의 프레임에 대해 다시 SAD 오차를 계산하여 SAD 오차가 가장 작은 프레임을 최종 정합 프레임으로 결정한다. 목표 프레임은 최종 정합 프레임으로부터 동일한 픽셀의 위치에 있는 색상값을 가져와 홀을 채워 가려진 물체를 복원한다.

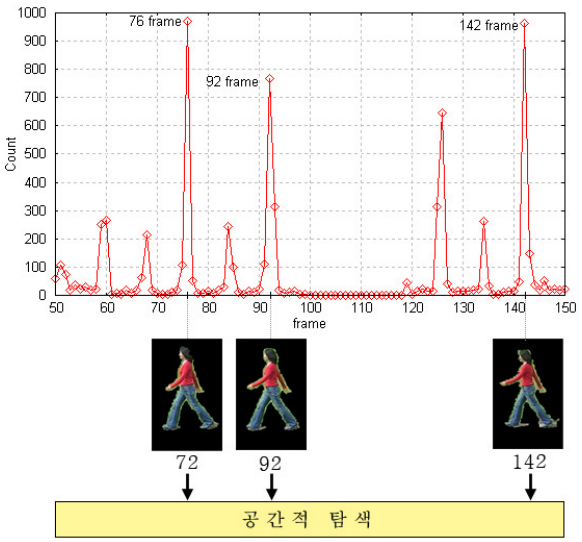

그림 7. 시간적 탐색 후 공간적 탐색 수행

4. 실험 결과

첫 번째 실험 영상은 SONY 캠코더를 사용하여, 초당 15 프레임으로 촬영했으며, 비디오의 원영상에서 50 프레임에서 150 프레임까지 총 100 프레임의 연속적인 영상을 입력으로 사용하였다. 실험에 사용한 영상에서 102 프레임에서 111 프레임까지 10개의 목표프레임을 복원하였으며 한 프레임 당 약 5분의 시간이 소요되었다. 아래 그림 8은 목표 프레임 중 일부의 결과를 보여준다.

그림 8. 실험1:움직이는 두 물체가 교차하는 영상, 위로부터 목표 프레임 영상, 가려진 물체 영상, 복원된 영상

다음 그림 9는 복원한 물체와 배경을 합성한 결과를 보여준다.

그림 9. 실험1:움직이는 두 물체의 교차하는 영상,
좌로부터 입력 원영상, 복원된 결과영상

두 번째 실험은 Canon GL-2 비디오 캠코더를 이용하여 촬영한 영상으로 역시 움직이는 두 물체가 교차하는 영상이다. 초당 30 프레임과 프레임 사이즈는 720×480으로 촬영한 영상에서 130 프레임에서 280 프레임까지 총 150 프레임을 입력 영상으로 사용하였다. 목표 프레임은 227 프레임에서 246 프레임까지의 20 프레임을 복원하였다. 다음 그림 10에서 복원된 결과를 보여준다.

그림 10. 실험2:움직이는 두 물체가 교차하는 영상,
위로부터 목표 프레임 영상, 가려진 물체 영상, 복원된 영상

5. 결론

본 논문에서는 움직이는 두 물체가 교차하는 비디오 영상으로부터 하나의 물체를 제거함으로써 생기는 홀을 채우기 위한 비디오 복원 기술을 제안하였다. 움직이는 두 물체 시-공간 볼륨을 바탕으로 복셀 매칭 방법을 사용하여 두 물체에 대해 가장 유사한 프레임들을 결정 하였다. 이 정보를 바탕으로 목표 프레임에서의 두 물체를 분리하고, 가리는 물체를 삭제함으로써 가려진 물체에 대한 영역만 남고 제외한 나머지 영역에 대해서는 홀이 발생한다. 이 홀에 가려진 물체의 동작 주기를 바탕으로 적정한 색상값을 채움으로서 손상된 목표 프레임들을 복원하였다. 그 결과 비교적 자연스러운 영상을 얻을 수 있었다.

지금까지의 연구는 인위적인 홀을 만들고 다른 프레임으로부터 시-공간상 가장 적적한 영역을 가져와서 홀을 채우는데 중점을 두었다. 따라서 기존의 남아있는 물체 영역과 다른 프레임으로부터 새롭게 채워진 영역사이의 경계에서 부자연스러움에 인한 영상의 깜박거림이 발견되었다. 그러므로 앞으로의 연구는 복원된 영상의 솔기를 제거하여 시간적 일관성을 높이데 중점을 두어 진행될 것이다.

참고문헌

[1] Jiaya Jia, Tai-Pang Wu, Yu-Wing Tai, Chi-Keung Tang, "Video Repairing: Inference of Foreground and Background under Severe Occlusion," IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Vol 1, pp. 364-371, 2004

[2] Yun-Tao Jia, Shi-Min Hu, Ralph R. Martin, "Video completion using tracking and fragment merging," The Visual Computer 21(8-10): 601-610. 2005.

[3] K. A. Patwardhan, G. Sapiro, and M. Bertalmio, "Video inpainting of occluding and occluded objects," Proceedings of IEEE. International Conference on Image Processing Genoa, Italy, 2005.

[4] Takaaki Shiratori, Yasuyuki Matsushita, Sing Bing Kang, and Xiaoou Tang, "Video completion by motion field transfer," IEEE Computer Vision and Pattern Recognition, Vol 1, pp. 411-418, 2006

[5] Y. Wexler, E. Shechtman, M. Irani, "Space-Time Video Completion," IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, vol 1, pp.120-127, July 2004.

[6] Y. Zhang, J. Xiao, M. Shah, " Motion Layer Based Object Removal in Videos," IEEE Workshop on Application on Computer Vision, Jan 5-6, Breckenridge,Colorado, 2005.

[7] Soon-Yong Park, "Moving Object Removal Based on Global Feature Registration," ACIVS 2006, LNCS 4179, pp.275-286, 2006.