

선 기반 영상안정 방법에 관한 연구

차 용 준, 소 영 성
 명지대학교 정보통신공학과

Line-based Image Stabilization

Yong-Joon Cha, Young-Sung Soh
 yjcha@mju.ac.kr, soh@mju.ac.kr
 Dept. of Info. & Comm. Engineering, Myongji University.

요약

본 논문에서는 카메라 또는 카메라 플랫폼의 흔들림 등 외부 영향과 비디오 시퀀스내의 모션이 함께 존재할 경우 출렁이는 비디오를 전자적으로 안정화하는 방법을 제안한다. 일반적인 영상 안정 시스템은 모션 측정과 모션 보상의 두 과정으로 구성되는데 모션 측정에서는 프레임간 모션 모델을 가정하고 파라메타를 측정하며 모션 보상에서는 측정된 파라메타를 이용하여 모션을 보상한다. 영상 내에 카메라 모션 이외의 움직임이 있을 경우 파라메타의 측정을 일관성 없게 만들 수 있으므로 이를 해결하기 위해 MVSD(Motion Vector Scatter Diagram)에 기반한 영상 안정 방법이 제안되었다. 그러나 이 방법은 최적화 파라메타를 정량화 하는데 한계가 있고 또한 계산 시간이 오래 걸리는 단점이 있어 이의 해결을 위해 본 논문에서는 선 기반(Line-based) 영상 안정 방법을 제안한다. 이 방법은 먼저 기준 영상에서 median filter를 이용해 영상 내의 코너를 검출하고 특징적인 두 점을 선택하여 이를 선으로 연결한다. 현재 영상에서 correlation을 이용하여 상응하는 두 특징점을 찾고 subpixel 방법으로 정확한 위치를 계산하여 선을 구한다. 이 두 선을 일치시키는 과정에서 모션 파라메타를 구하는데 먼저 평행 이동을 통해 한쪽 끝을 일치시키고 이 과정에서 translation x, y 파라메타를 구한다. 다음 단계에서 한 쪽 끝이 일치된 두 선이 이루는 각을 계산하여 rotation 파라메타를 구한다. 이 방법으로 구해진 파라메타를 이용하여 모션 보상을 함으로서 영상 안정을 이룰 수 있었다.

I. 서론

영상 안정은 카메라 또는 카메라 플랫폼의 흔들림 등 외부영향으로 출렁이는 비디오를 전자적으로 안정화 하는 것으로 그림 1과 같이 모션 측정과 모션 보상의 두 과정으로 구성된다.

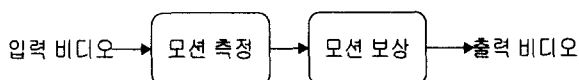


그림 1. 영상 안정 시스템

모션 측정 과정에서 프레임간 모션 모델을 가정하고 모션 파라메타를 측정한다. 모션 보상 과정에서 측정된

파라메타를 이용하여 현재의 영상 좌표계를 기준영상 좌표계로 변환하고 명암 값을 보간 함으로서 영상을 안정화한다. 기존의 많은 방법들은 tie point 추출을 위해 기준 영상으로부터 특징점을 추출하고 tie point의 주변 영역을 잡아 현재 영상에서 correlation을 통해 상응하는 점을 찾는다. 이 tie point 쌍을 파라메타 계산을 위한 least square 식에 넣어 파라메타를 측정하게 된다. 이렇게 측정된 값으로 기하학적 변환을 하고 명암값을 보간하여 영상 안정을 이루게 된다. 이러한 방법의 단점은 영상내·카메라 모션외의 다른 모션요소가 있을 때 파라메타 측정이 어렵다는 것인데 이의 해결을 위해 선 기반 방법을 제안한다.

II. 관련 연구

김희정 등[1]에서는 영상내에 카메라 모션만 있는 것

으로 가정하고 tie point 추출을 위해 기준 영상으로부터 특징점을 추출하고 그 주변 영역을 잡아 현재 영상에서 correlation을 통해 상응하는 점을 찾는다. 이 tie point 쌍을 파라메타 계산을 위한 least square 식에 넣어 파라메타를 측정하였다. 측정된 값으로 기하학적 변환을 하고 명암값을 보간하여 영상 안정을 하였다. 그러나 비디오 내에 카메라 움직임 외의 다른 모션 요소가 있을 경우 tie point 추출을 일관성 없도록 만들 수 있기 때문에 영상 안정을 이루기 어렵다. 이 문제를 해결하기 위해 김희정 등[2]에서는 MVSD(Motion Vector Scatter Diagram) 방법을 제안하였다. 이 방법은 영상을 일정영역의 subblock으로 나눈후 각 subblock의 중심을 특징점으로 잡아 correlation 과정을 거쳐 영상간의 모션 벡터를 구한다. 구해진 모션 벡터로 needle diagram과 MVSD를 구축하고 MVSD의 패턴을 분석하여 목적함수의 최적화를 통해 지배 모션 파라메타를 측정한다. 측정된 파라메타로 모션보상을 행하여 영상 안정을 한다. 그러나 이 방법은 최적화 파라메타를 정량화 하는데 한계가 있고 또한 계산 시간이 오래 걸린다는 단점이 있다.

III. 제안된 방법

MVSD에 기반한 안정 방법[2]에서 나타난 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 선 기반 영상 안정 방법을 제안하였다. 그림 2는 이 방법의 전체적인 구성도이고 각 부분의 기능은 다음과 같다.

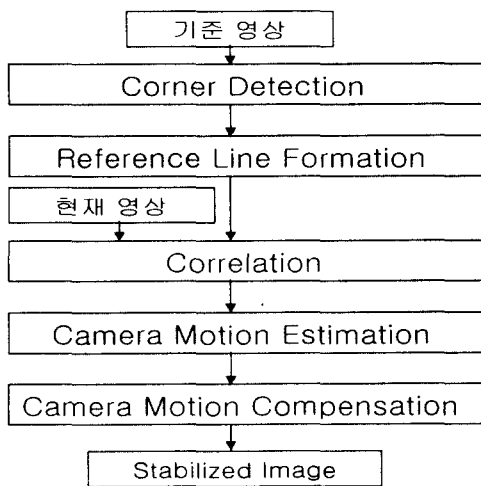


그림 2. line-based image stabilization의 block diagram

1. Corner Detection

먼저 기준 영상에 median filter를 적용한다. 그 후 기

준 영상과 median filter를 적용한 기준 영상간의 차영상을 구하면 코너 영상을 얻을 수 있다. Median filter는 mask 픽셀 값들 중 중간 값을 취하므로 mask가 물체의 코너 부분에 겹쳐졌을 때 물체 부분이 배경 부분보다 적은 비율로 존재하게 되므로 이때 물체의 gray level값은 배경 값으로 교체된다. 따라서 이렇게 구해진 영상을 median filter를 적용하지 않은 영상과 차영상을 구하게 되면 대체된 코너 부분에서 차가 발생한다. 절한 임계값으로 이치화 하고 코너를 검출한다.

2. Reference Line Formation

검출된 코너들 중 높은 gray level 값을 갖는 특징적인 두 점을 선택하여 이 두 점을 양끝으로 갖는 가상의 선을 형성한다.

3. Correlation

기준 영상에서 검출한 선의 양 끝 점을 현재 영상에서 subpixel단위의 correlation을 이용하여 상응하는 점을 찾아 같은 방법으로 선을 구한다.

4. Camera Motion Estimation

현재 영상에서 찾아진 선을 기준 영상에서 찾아진 선에 일치시키는 과정에서 파라메타 값을 구한다. 먼저 두 선의 임의의 한 쪽 끝을 평행 이동을 통하여 서로 일치시킨다. 여기서 평행 이동된 값이 translation x, y 파라메타가 되고 그 후 두 선이 이루는 각을 계산하여 rotation 파라메타를 구한다. 그림 3은 translation 파라메타를 구하는 과정이다.

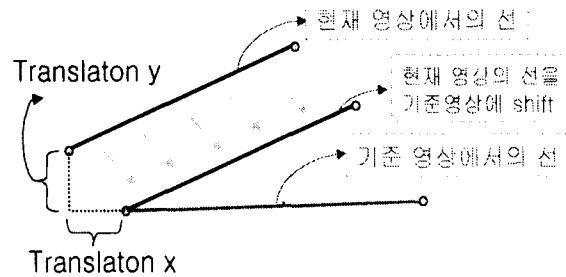


그림 3. Translation 파라메타 계산

그림 4에 rotation 파라메타를 구하는 방법이 나타나 있다. 두 선의 길이를 비교하여 작은 쪽을 l_1 , 긴 쪽을 l_2 로 한다. l_2 상의 직선 위에 l_1 과 길이가 같은 점 (x_4, y_4) 를 찾아 l_3 를 구한다. 여기서 (x_4, y_4) 를 찾는 방법은 다음과 같다. l_1, l_2 의 길이와 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3)$ 를 알고 있으므로 식(1)과 식(2)를 유도할 수 있다.

$$l_1 = \sqrt{(x_1 - x_4)^2 + (y_1 - y_4)^2} \text{ ---- 식(1)}$$

$(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ 를 지나는 직선의 방정식을 구하면,

$$y = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2}(x - x_2) + y_2 \quad \text{----- 식(2)}$$

과 같다. (x_4, y_4) 는 식(2)의 직선 상에 존재하므로 두 식을 이용해 (x_4, y_4) 를 구한다. 그 후 다음의 공식으로 rotation 파라메타 θ 를 구한다.

$$\sin \theta = \frac{\ell_3/2}{\ell_1} \quad \text{----- 식(3)}$$

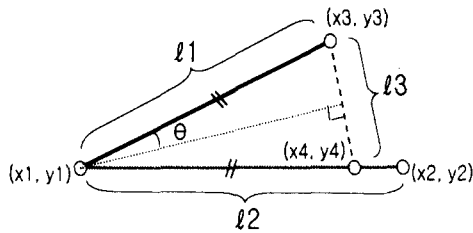


그림 4. Rotation 파라메타 계산

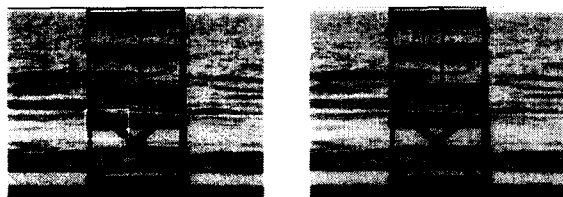
Scale 성분이 있는 경우 scale parameter s 는 ℓ_2/ℓ_1 이 된다.

5. Camera Motion Compensation

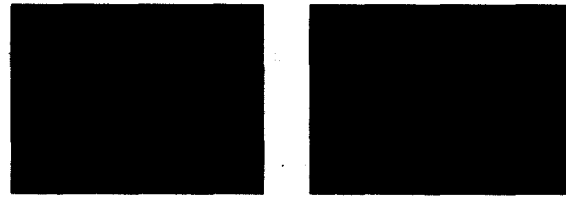
구해진 모션 파라메타를 현재 영상에 적용하여 모션을 보상한다.

IV. 실험 결과

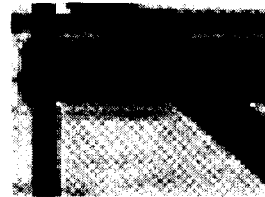
그림 5 (a)가 기준 영상이고 여기에 median filter를 적용하여 그림 5 (b)를 얻었다. 그림 5 (a)와 그림 5 (b)의 차영상을 구한 것이 그림 5 (c)인데 물체의 코너 부분에서 다른 부분보다 큰 차이값이 나타났다. 그림 5 (c)를 적절한 임계값으로 이치화 한 영상이 그림 5 (d)이다. 여기에 나타난 흰 점들이 검출된 코너이다. 코너가 정확한 위치에 검출되었는지 확인하기 위해 그림 5 (a)에 그림 5 (d)를 겹치고 일부분(그림 5 (a)의 네모부분)만 확대한 영상이 그림 5 (e)이다. Median filter를 이용하여 코너를 검출[3]하는 경우 영상 내 모든 코너가 검출되진 않지만 검출된 코너는 적절한 위치에 존재하는 것을 볼 수 있다.



(a) (b)



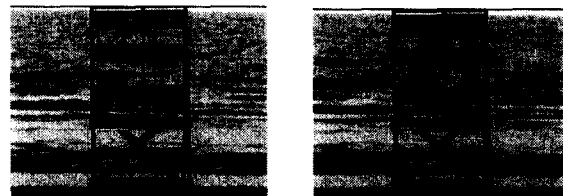
(c) (d)



(e)

그림 5. (a) 기준영상, (b) 기준영상에 median filter 적용, (c) (b)와 (a)의 차영상, (d) (c)를 이치화한 영상, (e) 검출된 코너를 확대한 영상

그림 6 (a)는 그림 5 (e)에서 구한 두 코너 점을 연결하여 만든 선을 기준 영상 위에 그려본 것이다. 그림 6 (b)는 현재 영상이고 기준 영상에서 구한 선을 이루는 양 끝 점을 correlation과 subpixel을 통해 찾아 선으로 연결하여 점선으로 나타내었고 실선은 기준 영상에서 찾아진 것이다. 좀더 자세히 보기위해 그림 6 (b)의 네모부분을 확대한 영상이 그림 6 (c)에 나타나 있다. 현재 영상의 선을 기준 영상의 선으로 일치시키는 과정에서 파라메타를 구하고 이 파라메타 값을 이용해 모션 보상을 하는데 그림 6 (d)가 보상된 영상이다. 보상이 잘 되었는지 판별하기 위해 차영상을 구하였는데 그림 6 (e)가 기준 영상과 보상하기 전 영상과의 차영상이고 그림 6 (f)가 기준과 보상 후의 차영상이다. 보상 전의 차가 보상 후에 없어진 것으로 보아 결과적으로 보상이 잘 되었음을 알 수 있다.



(a) (b)



(c) (d)

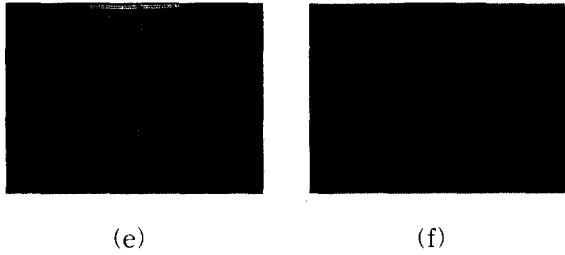


그림 6. (a) 기준 영상, (b) 보상 전 영상, (c) 선 비교 부분을 확대한 영상, (d) 보상 후 영상, (e) 기준과 보상 전 영상의 차영상, (f) 기준과 보상후 영상의 차영상

V. 결론

MVSD(Motion Vector Scatter Diagram)에 기반한 영상 안정 방법[2]은 최적화 파라미터를 정량화 하는데 한계가 있고 계산시간이 오래 걸린다는 문제점이 있다. 이에 본 논문에서 제안한 선 기반 영상 안정 방법은 median filter로 코너를 검출하고 코너 중 두 점을 선택해 선으로 연결하여 다음 프레임에서 상응하는 선을 찾아 이 두 선을 일치시키는 과정에서 파라미터를 계산하였다. 계산 시간이 오래 걸리는 correlation 수행과정을 줄이고 파라미터 측정 과정에서의 계산의 복잡성을 새로운 방식의 선 기반 파라미터 측정 방법으로 대체함으로써 수행 시간을 단축시켰다. 정확한 파라미터 값의 측정은 선의 기반이 되는 특징점의 추출에 좌우되므로 보다 질 좋은 특징점을 추출하기 위한 연구가 필요하다. 본 논문에서 사용한 median filter를 이용하여 코너를 검출하는 방법[3]은 간단한 방식으로 코너를 검출할 수 있지만 모든 코너를 검출하지 못하는 단점이 있기 때문에 개선된 코너 검출 방식에 대한 연구가 필요하다.

참고 문헌

[1] 김희정, 소영성, "영상안정 방법에 관한 연구", 한국 신호처리·시스템 하계종합학술대회 논문집, pp285-288, 2000
 [2] 김희정, 차용준, 소영성, "지배 모션 분석을 통한 영상 안정 방법에 관한 연구", 한국신호처리시스템학회 2000 추계 학술대회 논문집, pp113-116, 2000
 [3] E. .R. Davies, "Machine Vision", ACADEMIC PRESS, pp329-334, 1997