

영상 안정 방법에 관한 연구

A Study on Image Stabilization

김희정*, 소영성*

Hee-Jeong Kim, Young-Sung Soh
agada@mju.ac.kr, soh@mju.ac.kr

*명지대학교 정보통신공학과
Dept of Info. & Comm. Engineering., MyongJi University.

요약

본 논문에서는 카메라 플랫폼의 흔들림 등으로 인한 외부 영향으로 출렁이는 비디오를 전자적으로 안정화시키는 방법을 제안한다. LOG operator[1]을 이용하여 특징점을 잡고 그 특징점을 중심으로 일정크기의 subblock에 대해서만 correlation을 구한다. Least Square를 이용하여 모션 파라메타를 측정하고 모션 보상을 행하는데 현재의 영상을 기준 좌표계로 변환하고 명암값 보간을 하게된다. 이 때 기존 연구에서 많이 사용한 bilinear 보간법의 단점인 대비가 첨예한 곳에서의 averaging 효과를 없애기 위해 본 연구에서는 대비가 첨예한 곳에서는 nearest neighbor 보간을 사용하고 그렇지 않은 곳에서는 bilinear 보간을 사용하는 hybrid한 방법을 채택하였다. 그 결과 사람이 카메라를 손에 들고 움직일 때 생기는 출렁이는 비디오에 대해 대부분의 카메라 움직임을 안정화시킬 수 있었다.

I. 서론

일반적인 영상 안정 시스템의 블록 다이어그램이 그림 1에 나타나 있다.



그림 1 영상안정 시스템

모션 측정에서는 프레임간 모션 모델을 가정하고 모션 파라메타를 측정한다. 모션 보상에서는 측정된 파라메타를 이용하여 현재의 영상을 기준영상 좌표계로 변환하고 명암값을 보간한다. 프레임간 가정할 수 있는 모션 모델에는 여러 가지가 있을 수 있는데 가장 정확한 모델은 projective model[2]이다. 그러나 이 모델은 파라메타 계산이 비선형 최적화 문제로 귀착되어 계산량이 방대하고 그림 6 (b) 찾아진 상응점국부 최소치에 이를 확률을 많이 가지고 있어 현실성도 있고 계산 시간도 그리 많지 않은 affine model을 가정한다. 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 측정하게 된다. 기존의 연구에서는 영상 전체를 일정 subblock으로 나누고 각 subblock을 현재 영상에서 correlation하여 tie point 쌍을 구하는 경우가 많았는데 본 연구에서는 LoG operator[1]를 이용하여 특징점을 잡고 그 특징점을 중심으로 하는 일정 크기의 subblock에 대해서만 correlation을 구하는 방법을 사용하였다. 이렇게 해서 tie point가 얻어지면 기존의 least square 방법을 이용하여 파라메타 값을 측정하게 된다. 이제 측정된 값으로 기하학적 변환을 하고 명암값 보간을 하게 되는데 기존 연구에서는 대부분 bilinear 보간법을 사용하였다. 그러나 이 방법은 대비가 첨예한 곳을 averaging하는 효과가 있기 때문에 본 연구에서는 대비가 첨예한 곳에서는 nearest neighbor 보간을 사용하고 그렇지 않은 곳에서는 bilinear 보간을 사용하는 hybrid한 방법을 사용하였다.

II. 관련 연구 및 제안된 방법

1 모션 측정

1.1 모션 모델 설정

두 프레임 사이에 일어날 수 있는 가능한 모션 모델은 chirping, keystoneing, 직선유지 가능여부에 따라 Translation, Affine, Bilinear, Projective, Pseudo Perspective Biquadratic 모델로 나눌 수 있다.

위와 같이 많은 모션 모델 중 본 연구에서는 많은 경우 근사적으로 잘 적용 될 수 있고 정확도와 수행시간 등을 고려하여 4-parameter(roll, scale, translation in x and y) Affine 모델을 가정하여 사용하였다.

1.2 특징점 추출

Correlation window를 설정하는 방법에는 영상을 무조건 일정 크기의 subblock으로 나누고 그것을 window로 사용하는 방법과 특이한 점이라고 생각되는 특징점을 잡아 그것을 중심으로 하는 일정크기의 block을 window로 사용하는 방법[3]이 있다. 첫 번째 방법의 경우 window 자체가 uniform할 수 있어 많은 false match 또는 약한 correlation 값을 주는 단점이 있다. 이의 개선을 위해 본 연구에서는 그림 2와 같은 방법을 제안한다.

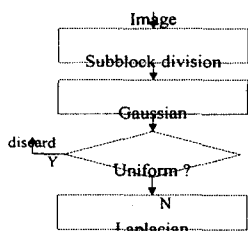


그림2.특징점 추출도

영상을 일정 크기의 subblock으로 나눈후, 각 subblock에서 Gaussian filtering을 통해 noise를 제거하고 Laplacian filtering 값이 최대인 점을 특징점으로 추출한다[1]. 추출시 uniform 한 subblock은 correlation 과정에서 부정확한 결과를 줄 수 있기 때문에 uniformity 검사를 통해 제외시킨다. uniform 여부를 검사한 결과가 나타나 있다. Block내의 변화가 별로 없는 block (검은 테두리의 네모)들이 uniform한 것으로 나타나 있음을 알 수 있다.

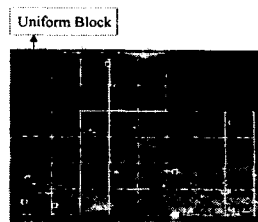


그림3.subblock의 uniform 상태여부

1.3 Correlation

이전 프레임에서의 특징영역이 다음 프레임의 어느 영역에 상응되는지를 알기 위한 방법으로써 기존의 방법들에는 Full Search[4] 방법과 Four-Step Search 방법[5] 그리고 Diamond Search 방법[6] 등이 있는데 본 연구에서는 실제 해를 잘 근사할 수 있고 수행시간이 짧은 Diamond Search 방법[6]을 선택하였다.

1.4 모션 파라메타 측정

Correlation 방법에 의해 얻어진 최소 4쌍의 tie point에 대한 좌표값을 이용하여 본 연구에서 가정한 4-parameter affine model의 요소인 scale, roll, translation in x, translation in y를 least square method로 구하였다.

2 모션 보상

2.1 기하학적 변환

모션 측정과정을 거쳐 모션 파라메타가 계산되면 기준 영상 좌표계로의 변환을 위해 앞 선 프레임들에 대한 모션 파라메타들을 누적해야하는데 이 과정이 그림 4에 나타나 있다. 여기서 m_i 는 i 번째 프레임에서 $(i-1)$ 번째 프레임으로 가는 변환 매트릭스이다. 따라서 current 영상을 reference 영상으로 변환하기 위해서는 i 개의 모션 파라메타 매트릭스를 누적해야하는데 이는 식 1과 같다.

$$m = m_1 \cdot m_2 \cdot m_3 \cdots m_i \quad (\text{식 1})$$

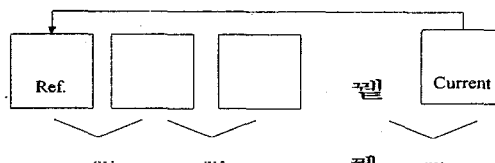
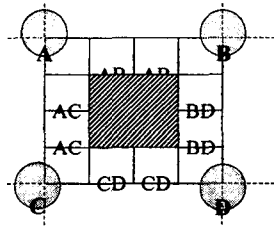


그림 4. 누적된 변환 매트릭스

2.2 Gray Level Interpolation

모션을 보상할 때 입력 영상의 한 화소가 정확하게 격자의 정수 좌표에 매핑 되지 않을 수도 있어 보간을 하게 되는데 보간 방법에는 Nearest Neighbor Interpolation 방법과 Bilinear Interpolation, Spline Interpolation 방법 등이 있다. 일반적으로 가장 많이 쓰이는 Bilinear Interpolation 방법을 사용한 결과 방법 자체의 averaging 특성 때문에 영상 내 변화가 sharp한 곳에서 blurring 현상을 발생시킨다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 보간 대상 부분의 sharpness 여부를 판단하여 sharp한 곳에서는 Nearest Neighbor Interpolation 방법을 사용하고 그렇지 않은 곳에서는 Bilinear Interpolation 방법을 사용하였는데 그림 5에 방법이 설명되어 있다.



- 흰 영역 : Bilinear 보간.
- 빛금 영역 : Nearest Neighbor 보간.
- 문자 영역 : if $|A-B| < \text{문턱치}$
then Bilinear 보간.
else Nearest Neighbor 보간.

여기서 A,B,C,D 가 쓰여진 원은 격자에서의 정수 좌표 위치를 나타낸다.

그림 5. Hybrid Interpolation 방법

III. 실험 결과

1 모션 측정

1.1 특징점 추출 및 Correlation

모션 측정의 예가 그림 6에 나타나 있다.

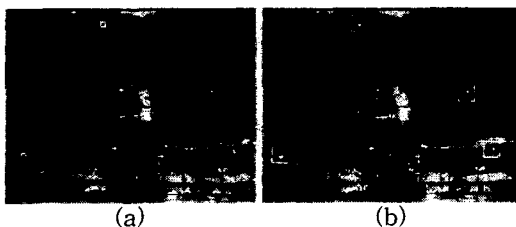


그림 6 (a) 특징점과 correlation window, (b) 찾아진 상응점

그림 6(a)에 uniform여부 테스트를 거쳐 살아 남은 subblock중 Laplacian을 통해 최대 값을 갖는 점을 중심으로 한 7x7 correlation window가 하얀 네모로 표시되어 있다. 그림 6(b)에는 search window와 찾아진 상응점이 하얀 네모로 표시되어 있다.

1.2 모션 파라메타 측정

실제 그림 6의 tie point 쌍들을 가지고 least square 방법을 이용하여 측정된 파라메타 값이 표 1에 나타나 있다.

표 1. 실제 측정된 파라메타 값

scale	1.000000	transX	0.897940
rotation	0.964902 (degree)	transY	1.426009

2 모션 보상

2.1 기하학적 변환

그림 7(a)은 기준 영상, 그림 7(b)는 현재의 영상, 그림 7(c)은 그림 7(b)를 기준 영상의 좌표계로 변환한 영상이다. 그림 7(d)는 그림 7(a)과 7(b)의 차영상을 나타내고 그림 7(e)는 그림 7(a)과 그림 7(c)의 차영상을 나타내는데 모션 보상과정을 거쳐 차가 현저히 감소하였음을 볼 수 있다.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

그림 7 (b) 변환전 영상,(c) 변환된 영상
(d) 기준과 변환전 영상의 차영상
(e) 기준과 변환후 영상의 차영상

2.2 Gray level Interpolation

그림 8(a)는 기준 영상을 나타내고 그림 8(b)는 모션 보상과정에서 bilinear 방법을 사용한 결과이다. 하얀 네모안의 sharp한 부분이 많이 blurring 되어 있음을 볼 수 있다. 그림 8(c)는 nearest와 bilinear 방법을 혼용해 쓴 결과인데 sharp한 부분을 그대로 잘 유지하고 있음을 보여 주고 있다.

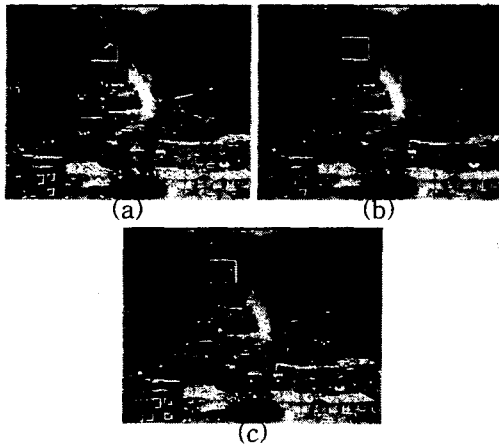


그림 8 (a) 기준 영상 ,(b) Bilinear를 이용한 결과, (c) Bilinear와 Nearest Neighbor를 이용한 결과

IV. 결론 및 향후 방향

영상안정은 카메라 플랫폼의 흔들림 등으로 인한 외부 영향으로 출렁이는 비디오를 전자적으로 안정화시키는 것으로 모션 측정과 모션 보상의 두 과정으로 구성되어 있다. 모션 측정에서 현실성과 계산 시간을 고려하여 4-parameter affine model을 사용하였다. Correlation 방법 적용시 전체 block을 사용하지 않고 LoG operator[1]를 이용하여 특징점을 잡고 그 특징점을 중심으로 하는 일정 크기의 subblock에 대해서만 correlation을 구하는 방법을 사용하였다. 이렇게 구해진 tie point를 least square 방법에 적용하여 파라메타 값을 측정하였다. 측정된 값으로 기하학적 변환을 하고 명암값 보간을 하게 되는데 대부분의 기존 연구에서 사용한 bilinear 보간법의 단점인 대비가 첨예한 곳에서의 averaging 효과를 없애기 위해 본 연

구에서는 대비가 첨예한 곳에서는 nearest neighbor 보간을 사용하고 그렇지 않은 곳에서는 bilinear 보간을 사용하는 hybrid한 방법을 사용하였다. 이상의 방법을 사람이 카메라를 손에 들고 움직일 때 생기는 출렁이는 비디오에 적용한 결과 대부분의 출렁임을 안정화시킬 수 있었다. 그러나 이 방법의 경우 비디오 내에 카메라의 움직임 외의 다른 모션 요소(예를 들어 파도 등)가 많은 경우 어려움을 겪을 수 있는데 이에 지배 모션 분석등을 이용하여 문제를 해결하기 위한 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] Hui Henry Li, Yi-Tong Zhou, "Automatic visual / IR image registration" Optical Engineering, Vol, 35 No.2, Feb 1996. pp.391-400.
- [2] S. Mann and R. W. Picard, "Video Orbits of the Projective Group : A New Perspective on Image Mosaicing", M.I.T Media lab. TR No.338, 1997.
- [3] Sung-Jea Ko, Sung-Hee Lee and Kyung-Hoon Lee, "Digital Image Stabilizing Algorithms Based On Bit-Plane matching", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol.44, No.3, Aug 1998, pp. 617-620
- [4] V. N .Dvornychenko, "Bounds on(Deterministic) Correlation Functions with Application to Registration", IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. PAMI-5, No.2, mar 1983, pp.206-213.
- [5] Lai-Man Po, Wind-Chung Ma, "A Novel Four-Step Search Algorithm for Fast block Motion Estimation" ,IEEE Transactions on circuits and systems for video technology ,Vol 6, No 3, June 1996, pp.313-317.
- [6] Shan Zhu and Kai-Kuang Ma "A New Diamond Search Algorithm for Fast Block-Matching Motion Estimation". IEEE Trans Image Process, Vol.9, No.2, Feb 2000 pp.287-290.