

---

# 열화상 영상 안정화 성능 비교

박찬혁\* · 권혁신\* · 강석훈\*

\*인천대학교

## Infrared Thermal Video Stabilization Performance Comparison

Chan-hyeok Park\* · Hyuk-shin Kwon\* · Seok-hoon Kang\*

\*Incheon University

E-mail : tpzjstkfkd12@gmail.com

### 요 약

영상에서 이전 프레임과 현재 프레임을 비교하여 얼마나 움직였는지를 나타내는 모션 벡터(motion vector)라 한다. 이러한 모션 벡터를 이용하여 현재 프레임의 이미지안의 객체들이 이전프레임의 이미지 객체가 있었던 위치로 보정을 한다면 손 떨림이나 카메라의 흔들림에서 오는 작은 떨림을 보정할 수 있다. 본 논문에서는 모션 벡터를 추출하는 방법인 SAD(Sum of Absolute Difference) 방정식을 이용한 블록 정합 매칭 알고리즘, 위상상관을 이용한 매칭, 특징점을 이용한 매칭, Bitplane을 이용한 블록매칭의 성능을 비교하였다.

### ABSTRACT

Motion vector is that comparing a frame between previous frame and current one about how much moved. Using this motion vector, if move the image object of current frame to former frame, it could be corrected to shake from hand and camera shaking. On this thesis, compared efficiency of block matching using SAD(Sum of Absolute Difference) equation as picking out the motion vector, matching using phase correlation, matching using feature point, block matching using bitplane.

### Keyword

BlockMatching, Stabilization, Motion Vector, SAD(Sum of Absolute Difference), Phase Correlation, DIS(Digital Image Stabilization), Motion Estimation

### 1. 서 론

영상 시스템에서 영상의 안정화에 대한 많은 연구가 이루어져 오고 있다. 영상 안정화란 불안정한 고정 장치나 손 떨림에서 오는 영상의 흔들림을 보정하는 기술을 말한다. 불안정한 영상 이미지는 이미지의 왜곡 현상이나 이용자가 시각적으로 영상을 보는데 불편한 떨림을 나타낼 수 있다. 또한 군사적 목적으로 많이 쓰이는 열 화상 이미지는 보통 한 곳을 주시하는 원거리 영상 촬영을 많이 하게 되는데 이러한 원거리 영상은 카메라의 흔들림이 아주 적더라도 보이는 영상은 많은 흔들림이 나타날 수 있다. 이러한 불안정한 영상을 보정하기 위해 보통 영상 안정화는 하드웨어 장치에 의존하는 렌즈를 이용한 광학식 보정 방

식[1]과 이미지 센서를 이용한 전자식 보정 방식이 있으며 하드웨어 부품에 의존하지 않고 얻어진 영상 이미지를 소프트웨어 적으로 처리하는 디지털 보정 방법이 있다. 디지털 보정 방식(DIS:Digital Image Stabilization)은 하드웨어에 의존하는 전자의 두 방식과는 다르게 저비용이며 어느 기기에서든지 사용할 수 있는 범용적 효과를 낼 수 있다. 디지털 이미지 보정 방법 중 하나로 블록 정합 매칭은 한 블록내의 모든 화소들이 같은 방향으로 평행 이동한다는 것을 가정하여 움직임을 추정하는 방법으로서, 일정한 탐색 범위에서 모든 화소에 대한 블록을 순차적으로 비교한다. 움직임 벡터를 추정하는 정합의 척도를 모션 벡터라 하며 모션 벡터는 프레임간 이미지들

을 모션 추정(motion estimation)하여 얻어진 이미지간 위상 차이를 나타내는 움직임 벡터이다. 모션벡터는 이미지 보정 뿐만 아니라 이미지 안에서의 객체 검출[2], 이미지 압축[3], 이미지 내부의 객체의 다음 움직임 예상 등 많은 분야에서 사용되어 왔다. 모션 벡터를 이용한 이미지 보정은 현재 프레임과 이전 프레임의 차이인 모션벡터를 구한 후 현재 프레임을 이전 프레임에 맞추어 이동 시켜주어 이미지 내부의 객체들을 이전 프레임과 거의 움직임이 없이 같은 위치에 보이게 하는 방식이다. 디지털 이미지 보정에서 보통 모션 벡터를 구하기 위한 방법으로 가장 기본적인 방법으로 이미지의 픽셀 간 차의 절대 값을 이용한 블록 정합 매칭[4], SIFT, SURF, FAST 등 특징 추출 알고리즘을 이용한 특징점을 이용한 매칭[5], 위상상관(phase correlation)을 이용한 매칭[6], Gray-scale 이미지에서 비트 평면화를 이용한 Bit-Plane 방법[7] 등 4가지 방법이 있으며 본 논문에서는 위의 모션벡터를 구하기 위한 4가지 방법에 대해서 속도와 정확도의 성능 비교를 실험 한다.

## II. 열화상 이미지 특징

열화상 이미지는 일반적으로 적외선을 이용하여 촬영된다. 적외선 이미지의 경우, 일반 RGB 이미지를 촬영할 때 쓰는 가시광선보다 파장이 길기 때문에 원거리를 비교적 선명하게 촬영할 수 있는 장점이 있다. 또한 안개, 아지랑이 등 수증기 성분과 같은 대기 투과 특성이 있기 때문에 일반 RGB영상으로 촬영할 수 없는 기상 조건에도 촬영이 가능하다는 점이 있다. 군사적 목적과 같이 원거리 촬영 영상에 많이 쓰이는 적외선 영상은 카메라가 조금만 흔들리더라도 이미지 내부의 객체들의 떨림이 심하게 나타나게 된다.

## III. 움직임 추정 알고리즘

### 3.1 SAD방정식을 이용한 블록 매칭

SAD(Sum of Absolute Difference)란 영역 안에서 대응점을 찾는 방식이다. 그림 1.에서 보듯이 현재 프레임의 블록을 움직여가며 해당 영역의 현재 프레임과 이전프레임의 원소들의 차이의 절대 값 합을 이용하여 각 픽셀마다 SAD 값을 구하고 그 SAD값이 가장 작은 점이 기준 점과 일치하는 점으로 결정된다.

$$SAD(i, j) = \sum_{(i, j) \in W} |I_t(i, j) - I_{t-1}(i, j)| \quad (1)$$

식(1)은 이를 수식으로 나타냈고 그림1.에서는  $i=4$  와  $j=3$ 일때 가장 작은 SAD값이 나타나고 이에 따라 모션 벡터의 값은 (4,3)으로 결정된다.

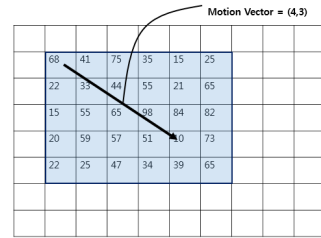
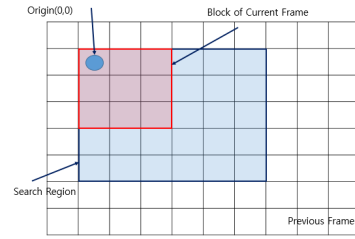


그림 1. SAD 방정식을 이용한 블록 정합 매칭

### 3.2 위상상관(Phase Correlation)을 이용한 블록 정합 매칭

위상 상관 기반의 정합 방법[11]은 정합할 두 영상을  $i_1(x,y), i_2(x,y)$  라고 하고 영상의 모션 벡터를  $(\Delta x, \Delta y)$ 라 하면

$$i_1(x,y), i_2(x,y) = i_1(x - \Delta x, y - \Delta y) \quad (2)$$

으로 쓸 수 있으며 두 영상의 2차원 DFT(Discrete Fourier Transform)를 취하면,

$$I_1 = F(i_1) \quad (3)$$

$$I_2 = F(i_2) = I_1(u,v) e^{-2\pi j(\frac{u\Delta x}{M} + \frac{v\Delta y}{N})}$$

와 같게 된다. 그러면  $I_1$ 과  $I_2$ 의 정규화 된 cross power spectrum은 식(4)로 표현 된다.

$$NCPS = \frac{I_1 I_2^*}{|I_1 I_2|} = e^{2\pi j(\frac{u\Delta x}{M} + \frac{v\Delta y}{N})} \quad (4)$$

식(4)를 역 DFT를 취하면 식(5)와 같고, 그에 대해서 최고점을 찾으면(식(6)) 모션 벡터  $(\Delta x, \Delta y)$ 를 얻을 수 있다

$$Peak = F^{-1}(NCPS) = \delta(x - \Delta x, y - \Delta y) \quad (5)$$

$$(\Delta x, \Delta y) = \underset{\Delta x, \Delta y}{\operatorname{argmax}} (Peak) \quad (6)$$

### 3.3 특징 점 추출 알고리즘을 이용한 매칭

본 논문에서는 여러 특징 점 추출 알고리즘 중 FAST(Feature from Accelerated Segment Test) 방법을 이용하여 이미지를 보정 하였다. 이 방법은 현재 프레임에서 추출된 특징 점의 주변 pixel 값과 이전 프레임에서 추출된 특징 점의 주변 pixel을 비교하여 모션 벡터를 구하였다.

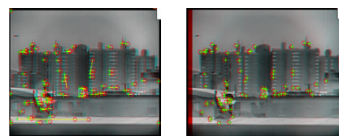


그림 2. FAST를 이용한 매칭

3.4 비트 평면화(Bit-plane)방법을 이용한 블록 정합 매칭

8bit 그레이 영상의 한 픽셀은 8개의bit로 구성되며 비트 평면화는 이를 각 bit당 총 8개의 레벨로 나누어 해당 비트만으로 이미지를 표현하는 방법이다. 예를 들어 영상의  $t$ 번째 프레임의  $k$ 번째 bit-plane을  $g_k^t$ 라 할 때 하나의 이미지는 Bit-plane image =  $g_{0-7}^k$  로 구성된다. 레벨0의 경우 최하위 bit인 첫 번째 bit만을 가지고 이미지를 표현하며, 레벨7의 경우 최상위 bit인 8번째 bit만을 가지고 이미지를 표현한다.

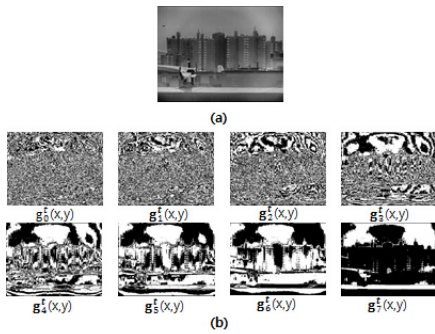


그림 3. 각 레벨 별 Bit-plane 이미지

이렇게 표현된 이미지들은 0혹은 1로 구성이 되게 된다. 그렇기 때문에 SAD방정식을 이용한 블록 매칭 과는 다르게 블록의 해당 픽셀 간 차의 영상을 XOR(Exclusive OR)연산을 통해 간단히 할 수 있게 된다. SAD방정식을 이용한 블록매칭과 같이 검색영역 안에서 window를 움직여가며 XOR연산이 가장 작은 곳이 모션 벡터로 결정된다.

IV. 실험 결과

영상을 보정해 눈에는 떨림이 제거되게 보일지라도 정확한 수치로는 얼마나 보정이 되었는지 알 수 없다. 그렇기 때문에 정답지표를 만들기 위해 삼각대를 이용해 한 곳을 바라보고 있는 떨림 없는 정지 영상을 촬영한 후 프로그램으로 임의의 떨림을 주어 마치 동영상이 손 떨림에 의해 흔들리는 것처럼 만들었다. 정지 영상에 임의의 떨림을 직접 주게 되면 각 프레임별로 구해진 모션 벡터가 수치상으로 실제 준 떨림과 얼마나 차이가 나는지 비교할 수 있다. 이러한 임의의 떨림을 정답지표로 하여 각 알고리즘별로 구한 모션 벡터의 정확도를 측정하였다. 실험 데이터 구성은 다음과 같다.

열화상 카메라로 촬영한 5개의 영상  
영상 Format : Avi  
각 영상당 총 Frame 수 : 200 frame  
Frame per seconds : 30  
영상 크기 : 640 x 480

표1.을 봤을 때, 보정된 정확도는 SAD방정식을 이용한 블록 매칭이 가장 높은 정확도를 나타냈다. Bit-plane의 경우 이미지 데이터를 편집하여 축소시켜 처리를 한 것이기 때문에 SAD방정식을 이용한 방법 보다는 정확도가 떨어졌지만 처리 속도 면에서는 더 좋은 결과를 내었다. 위상상관 블록 매칭과 특징추출의 경우 정확도나 처리 시간 면에서 전자의 두 알고리즘보다 좋지 않은 결과를 내었다. 처리 속도는 합 연산이나 XOR연산을 하는 앞의 두 알고리즘 보다 복잡한 과정을 거치기 때문에 오래 걸렸고 정확도 또한 단순한 그레이 레벨의 데이터를 가지는 열화상 영상 특징상 후자의 두 알고리즘과는 맞지 않기 때문에 좋지 않은 결과를 내었다.

영상/모션벡터 추출방법	SAD Block Matching	Phase Correlation Matching	Feature detection Matching	Bit-Plane Matching
1번 영상	99% / 4.3ms	82% / 607.0ms	70% / 49.2ms	96% / 3.4ms
2번 영상	98% / 3.2ms	84% / 496.0ms	73% / 42.3ms	92% / 2.7ms
3번 영상	97% / 3.0 ms	81% / 480.1ms	87% / 166.2ms	83% / 2.9ms
4번 영상	87 % 3.1 ms	82% / 439.0ms	50% / 91.3 ms	87% / 3.0ms
5번 영상	95 % 3.2 ms	91% / 452.0ms	87% / 200.6ms	92% 2.7ms

표 1. 실험 결과 (정확도 / 처리 시간)

V. 결 론

본 논문에서는 열 영상 특성에 맞게 모션 추정 을 이용해 떨림을 안정화 하는 방법을 제안하고 모션 추정을 위해 모션 벡터를 구하기 위한 방법 들을 비교 실험 하였다. 본 논문에서 비교한 모션 벡터를 구하는 방법의 성능 비교는 모션 추정을 이용해 영상의 안정화를 하기 위한 모션 벡터를 분석하는데 기여하였고, 실시간 처리나 정확도 면에서 좀 더 정확한 벡터를 찾고 활용 하는 방법은 앞으로도 많은 연구가 진행될 것이다.

참고문헌

- [1] 손현승 “광학식 손 떨림 보정 원리를 응용한 다중 분리형 소나 모델의 가속도 추정 기법”, 대한전기학회, 2013.10
- [2] 장원일, “이미지와 동영상 모션벡터를 활용한 동영상 대상 객체 검출 기법”, 한국통신학회, 2015
- [3] 이주경, “화상통신에서의 오류전과 제어를 위한 보조 모션벡터 압축 기법”, 한국정보과학회, 2002
- [4] S Zhu, “A new diamond search algorithm for fast block-matching motion estimation”, IEE Transaction, 2000
- [5] Lee, KY; Chuang, YY; Chen, BY; Ouhyoung, M. “Video Stabilization using Robust Feature

- Trajectories.” National Taiwan University, 2009
- [6] S. Ertürk, “Digital Image Stabilization with Sub-Image Phase Correlation Based Global Motion Estimation” IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 49, No. 4, NOVEMBER 2003
- [7] Sung-Jea KO, Sung-Hee Lee, Seung-Won Jeon, Eui-Sung Kang “Fast digital image stabilizer based on gray-coded bit-plane matching” IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 45, No. 3, AUGUST 1999