

---

# 차량용 비전 시스템을 위한 영상 안정화에 관한 연구

유신\* · 이완주\*\* · 강현철\*\*\*

## A Study on an Image Stabilization for Car Vision System

Sheen Lew\* · Wan-Joo Lee\*\* · Hyunchul Kang\*\*\*

---

이 논문은 인천대학교 2009년도 자체연구비 지원에 의하여 연구되었음

---

### 요 약

영상 안정화(image stabilization)는 흔들림이 있는 영상을 영상처리 기법으로 안정화 시키는 과정을 말한다. PA(projection algorithm)기법을 이용한 디지털 영상 안정화는 쉽게 글로벌 모션을 얻을 수 있어 많이 연구가 되어 왔다. PA기법은 실현이 간단하고 속도가 빠른 장점이 있지만 고정된 탐색범위를 사용함으로 탐색범위를 초과한 떨림을 안정화 시킬 수 없고 또한 큰 떨림을 안정화 하기위하여 탐색범위를 크게 하면 모션 추적에 참여하는 블록이 작아져 정확한 글로벌 모션을 얻지 못하게 된다. 본 논문에서는 기존의 PA기법의 단점을 해결하기 위하여 여러 가지 흔들림의 크기에 적용할 수 있는 IPA(Iterative Projection Algorithm)기법을 제안하여, 차량에서 찍은 연속된 영상 1000프레임에 적용하였을 때 기존의 알고리즘을 사용하고 서로 다른 탐색범위를 사용한 결과보다 PSNR이 최저 6.8%, 최고 28.9% 향상 되었다.

### ABSTRACT

The image stabilization is the procedure of stabilizing the blurred image with image processing method. Due to easy detection of global motion, PA(Projection algorithm) based on digital image stabilization has been studied by many researchers. PA has the advantage of easy implementation and low complexity, but in the case of serious rotational motion the accuracy of the algorithm will be cut down because of its fixed exploring range, and, on the other hand, if extending the exploring range, the block for detecting motion will become small, then we cannot detect correct global motion. In this paper, to overcome the drawback of conventional PA, an Iterative Projection Algorithm (IPA) is proposed, which improved the correctness of global motion by detecting global motion with detecting block which is appropriate to different extent of motion. With IPA, in the case of processing 1000 continual frames shot in automobile, compared with conventional algorithm and other detecting range, the results of PSNR is improved 6.8% at least, and 28.9% at the most.

### 키워드

영상 안정화, 글로벌 모션 벡터, 프로젝션 알고리즘

### Key word

Image stabilization, Global motion vector, Projection algorithm

---

\* 정회원 : 인천대학교 (주저자)

\*\* 정회원 : 용인대학교

\*\*\* 정회원 : 인천대학교 (교신저자 : hckang@incheon.ac.kr)

접수일자 : 2011. 03. 25

심사완료일자 : 2011. 03. 29

## I. 서 론

전자 영상시스템에서 이미지 안정도 향상에 대한 요구가 급격히 늘어나고 있다. 영상 캡처 시스템이 진동에 의해 움직이거나 카메라 사용 시 손 떨림에 의해 안정한 영상을 얻을 수 없게 된다. 불안정한 영상은 이미지가 흐려지거나 시각을 피로하게 하는 등 문제점을 일으키게 되는데 카메라의 경우에는 셔터 속도를 높이는 방법으로 해결하는데 셔터속도를 높이면 광량이 적어지므로 조리개를 많이 열어야 한다. 그러나 조리개를 많이 열면 백색 노이즈가 급격히 증가되므로 전체 이미지 효과에 영향을 주게 된다. 또한 캠코더와 같은 영상 시스템으로 연속되는 이미지를 획득할 때 손 떨림에 의해 생기는 영상 불안정은 재생 시 시각에 불편함을 갖게 하고 영상처리 과정에서 여러 가지 문제점들을 발생시킬 수 있다.

이러한 단점을 해결하기 위하여 많은 연구가 이루어졌는데 현재 세 가지 영상안정화 기법이 사용되고 있다.

첫째는 광학적 방식인데 영상의 떨림을 감지하는 Gyro 센서를 통해 보상할 벡터를 얻은 다음 기계적 장치를 거쳐 렌즈에 있는 서보(servo)회로를 통해 카메라로 들어오는 빛의 방향을 변화시켜 안정화를 실현하는 방식이다. 1994년 일본 Nikon 회사에서 최초로 광학적 방식으로 영상 안정화를 실현하는 카메라를 출시했고, 1995년에 Canon 회사에서 image stabilizer 렌즈“EOS 75-300mm F:4-5.6 IS”를 출시함으로써 실질적으로 사용 효과가 있는 광학적 방식으로 영상 안정화를 실현하는 제품을 개시하였다. 이러한 방식은 안정화 효과가 아주 좋으며 실시간으로 처리되는 장점이 있으나 가격이 비싸고 체적이 크다는 단점이 있다.

두 번째는 전자적 방식이라고 불리 우는데 위의 방식과 마찬가지로 센서를 통하여 모션 벡터를 얻고 영상을 획득하는 카메라 센서의 위치를 보상함으로써 영상안정화를 실현한다. 2001년 일본 Konica 회사에서 최초로 사용하였던 기술인데 안정화 효과는 광학적 방식보다는 좋지 않지만 가격이 싸고 체적도 작은 장점이 있다.

세 번째는 디지털 방식인데 다른 하드웨어적 부품을 추가하지 않고 일반 카메라로 획득한 영상을 소프트웨어

어적으로 처리하여 영상 안정화를 실현하는 방식이다. 안정화 효과의 측면에서는 위의 두 방식보다 못하지만 하드웨어 비용이 없고 카메라 부피도 변하지 않는 장점이 있다.

디지털 방식으로 영상 안정화를 실현하는 방식을 DIS(digital image stabilization)라고 한다. DIS 실현은 먼저 획득된 이미지를 전처리 과정을 거친 후 움직임을 추정한다. 움직임 추정은 전역 모션을 추정(global motion estimation)하는 과정인데 움직임 보상에서 사용되는 중요한 벡터가 된다. 마지막으로 위 과정에서 얻게 되는 데이터에 의해 움직임을 보상하여 영상 안정화를 완성한다.

전체 DIS 과정에서 가장 중요한 부분이 전역 모션을 추정하는 것인데 현재 많은 기법들이 연구되고 있다. Sung-Hee Lee<sup>[1]</sup>, 등이 사용하였던 BPM(bit plane matching)기법은 BMA(block matching algorithm)기법의 연산량이 많은 단점을 해결하여 실시간으로 영상 안정화를 실현할 수 있지만 bit plane에서 모션 벡터 추정이 어려우며 알고리즘도 복잡하다. 그리고 S.Erturk<sup>[2]</sup>,는 Sub Image Phase를 이용하여 연산 양을 줄였지만 sub image 선적에 따라 모션 추정의 정확성에 영향을 주게 되는 단점이 있다. Zhong Ping<sup>[3]</sup>, 등이 사용하였던 Projection 알고리즘은 실현이 간단하고 연산 양도 적은 장점을 갖고 있지만 고정된 탐색 범위내의 모션만 추정이 가능한 단점을 갖고 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해 본 논문에서는 최대한 많은 정보를 보유하여 안정화의 정확성을 높여줄 수 있는 IPA 기법을 제안한다.

## II. 본 론

디지털 영상 안정화 : DIS(digital image stabilization) 효과를 나타낼 수 있는 영역은 동영상 캡처이다. 영상 안정화 기능이 없는 카메라로 동영상을 캡처하게 되면 영상을 재생할 때 시각적으로 불편함을 초래할 수 있다. DIS 기법으로 캡처된 영상을 안정화하여 다시 재생시킴으로써 이러한 불편함을 제거할 수 있고 영상처리의 전처리과정으로 사용하여 보다 안정된 영상으로 객체인식과 같은 영상인식에 이용된다면 더욱 훌륭한 결과를

얻을 수 있을 것이다.

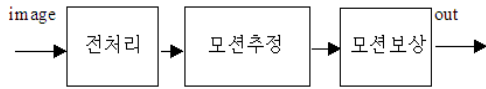


그림 1. DIS 기법에서의 시스템 구조  
Fig. 1 DIS techniques in the system structure

DIS 영상 안정화는 그림 1과 같이 영상 전처리, 모션 추정, 모션 보상, 세 부분으로 구성된다. 전처리과정은 주로 영상을 처리하기 위한 준비과정이라고 볼 수 있는데 영상을 gray영상으로 변환시키고 흔들림의 범위를 가정하며 모션 추정에 이용될 영상 영역을 설정하는 등 역할을 하게 된다. 알고리즘을 이용하여 모션을 추정한다음 얻어진 모션을 이용하여 흔들림을 보상하여 안정된 영상을 얻게 된다.

그림 1의 DIS 시스템 구조에서 핵심적인 부분은 모션 추정 부분이다. 전체 알고리즘의 성능과 정확성을 결정하게 되는 모션추정 알고리즘에는 BMA<sup>[4]</sup>(block matching algorithm), BERP<sup>[5]</sup>(band extract representative point), EDA<sup>[6]</sup>(edge detection algorithm), BPM(bit plane matching), PA(projection algorithm)등 기법들이 연구되고 있다. 어떠한 기법을 이용하든지 그 목적은 정확하고 빠르게 전역 움직임(global motion)정보를 얻어 내려하는 것이다.

그림 2는 DIS 기법을 이용하여 새로운 안정화된 영상 프레임을 얻는 과정에 대한 개요인데, 캡처된 불안정한 영상 a)부터 c)에서, 흔들림에 의해 b)의 얼굴의 위치변화가 생기게 되었고 d)에서는 DIS 기법으로 추정한 전역 모션을 이용하여 흔들림을 보상해주는 과정이고 e)는 보상 후 얻어진 n+1번째 이미지이다. f)부터 h)는 최종 얻어진 안정화된 영상 프레임인데 영상 안정화 기법으로 n+1번째 흔들렸던 얼굴을 보상하여 전체 이미지 프레임의 안정성이 보장된 것을 보아낼 수 있다. 그림 2의 과정 중 전역 모션 추정을 어떻게 하는가에 따라 전체 결과에 큰 영향을 주게 되는데 많이 사용하는 알고리즘 중의 하나인 PA(projection algorithm) 기법은 계산 속도가 빠르고 안정적인 글로벌모션을 직접 얻어 낼 수 있다는 장점을 갖고 있다. 단점은 scaling과 rotation에 의한 모션을 추정할 수 없다는 것이다.

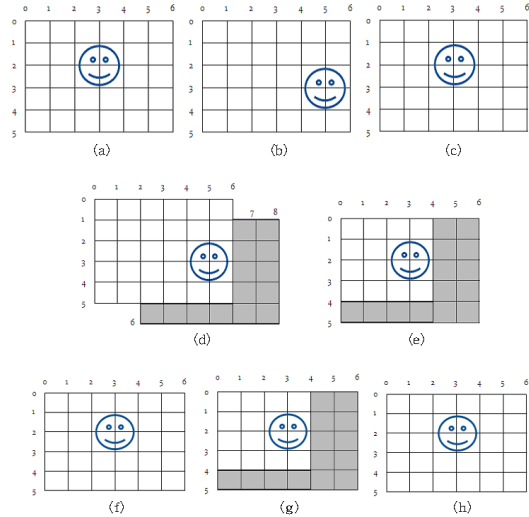


그림 2. 디지털 영상 안정화 과정. (a) n번째 프레임 (b) n+1번째 프레임 (c) n+2번째 프레임 (d) n+1번째 프레임 보상 과정 (e) 보상 후 이미지 (f) n번째 프레임 (g) n+1번째 프레임 (h) n+2번째 프레임  
Fig. 2 Digital image stabilization process. (a) n-th frame (b) (n+1)th frame (c) (n+2)th frame (d) compensation at (n+1)th frame (e) image after compensation (f) n-th frame (g) (n+1)th frame (h) (n+2)th frame

본 논문에서는 주로 운전자 보조시스템(driver's assistance system)으로 차량에 장착된 카메라에서 발생하는 영상의 흔들림을 적응적으로 보상하여 영상 안정화를 실현하고자 한다. 차량에 고정된 카메라일 경우 주로 발생하는 떨림은 상화 좌우의 떨림이기 때문에 PA기법을 사용하여 간편하고 빠르게 글로벌 모션을 얻어내어 흔들림을 보상해줌으로써 영상 안정화를 실현할 수 있다. 그러나 현재 PA 기법은 대부분이 흔들림의 범위를 가정하고 이 범위 내에서의 흔들림만 보상하게 되므로 복잡한 도로 상황에서의 여러 가지 흔들림에 적응하여 보상해줄 수 없으므로 적응적인 영상 안정화 기법을 제안한다.

### III. Iterative 투영 알고리즘

투영 알고리즘은 입력한 영상을 2개의 1차원인 projection값으로 변형시켜 연산하는 것으로 볼 수 있다. 먼저 전처리 과정을 이용하여 입력된 참조 이미지와 현

재 이미지를 그레이 이미지로 변환한다. 다음 (식 1)과 (식 2)에 의해 수직과 수평방향으로 각기 투영 계산을 하게 된다. 즉 수직과 수평방향에서 모든 라인에서 픽셀들의 그레이 값의 합을 구하게 된다. 640x480크기의 이미지에서 수직으로 640개, 수평으로 480개의 값을 얻게 된다.



그림 3. 전처리 후 이미지  
(a) 참조 이미지 (b) 현재 이미지  
Fig. 3 After the image preprocessing  
(a) reference frame (b) current frame

그림 3은 입력된 연속된 두 이미지이다. (a)는 참조 이미지이고 (b)는 안정화 시키려는 현재 이미지이다. (식 1)과 (식 2)에 의해 투영하게 되면 그림 4와 같은 수직과 수평 방향에서 투영 값을 얻게 된다.

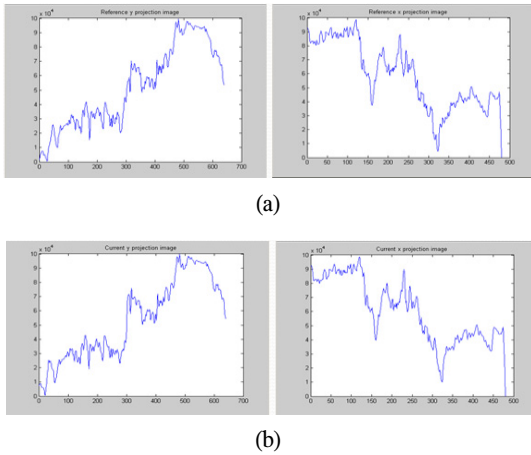


그림 4. 입력 이미지 투영  
(a) 참조 이미지 수직방향과 수평방향 투영  
(b) 현재 이미지 수직방향과 수평방향 투영  
Fig. 4 input image projection  
(a) vertical and horizontal projection of reference frame  
(b) vertical and horizontal projection of current frame

(식 1)과 (식 2)에서  $f(i,j)$ 는 픽셀의 그레이 값이고  $M$ 과  $N$ 은 이미지 크기 이다. 그림 4 (a)는 참조 이미지의 수직과 수평방향에서 투영이고 (b)는 현재 이미지의 수직과 수평방향에서 투영이다.

$$p_k^x(j) = \sum_{i=1}^N f_k(i,j) \quad (1)$$

$$p_k^y(i) = \sum_{j=1}^M f_k(i,j) \quad (2)$$

다음은 correlation 근사 값을 수직과 수평 투영 값에서 각각 구하게 되는데 먼저 흔들림을 예상하여 탐색범위를 정하고 현재 이미지의 투영 값의 좌우에서 탐색범위 만큼 제외한 가운데 부분을 탐색 블록으로 정하고 참조 이미지 투영 값하고 (식 3)에 의해 correlation 값을 구하게 된다. 이렇게 얻은 correlation 값의 최소치를 구하면 수직과 수평에서 모션을 얻게 된다. 그림 5는 현재 이미지의 수직방향 투영에서 탐색 블록을 선적하여 참조 이미지의 투영과 correlation을 구하는 과정이다. 그림 5와 (식 3)에서  $s$ 는 예측한 흔들림의 크기이고  $B$ 는 탐색 블록의 크기이다.

$$C(i) = \sum_{j=b}^B [p_k(j+i-1) - p_{k+1}(j)]^2 \quad (3)$$

(0 ≤ i ≤ 2s - 1)

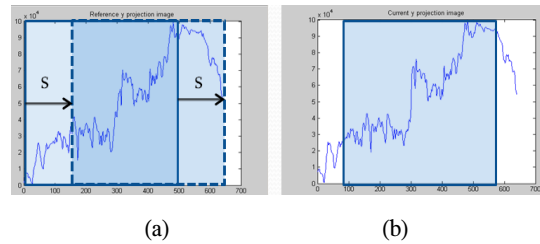


그림 5. correlation 근사 값 구하는 과정  
(a) 참조 이미지 수직투영 (b) 현재 이미지 수직투영  
Fig. 5 Approximation of correlation  
(a) vertical projection of reference frame  
(b) vertical projection of current frame

글로벌 모션을 얻은 후 현재 이미지의 모든 픽셀을 모션의 반대 방향으로 이동시켜 모션 보상을 하게 되면 PA 기법을 이용한 영상 안정화가 완성된다.

그림 5에서  $s$ 의 값은 예측에 따라 정한 값인데 이 수치가 크게 되면 큰 흔들림까지 적용할 수 있지만, 실제 흔들림이 가정 값보다 작을 때 모션 탐색에 참여하는 영역이 작아져서 정확한 모션을 얻어낼 수 없다. 또  $s$ 의 값이 너무 작으면 모션 탐색에 참여하는 영역은 커지만 탐색 범위가 작아지기 때문에 큰 모션을 정확하게 얻을 수 없다. 이러한 단점을 해결하기 위해 흔들림 범위를 Iterative 하여 찾아주는 IPA(Iterative projection algorithm)을 제안한다.



그림 6. 흔들림이 발생한 영상  
(a) 참조 프레임 (b) 현재 프레임  
Fig. 6 Image with vibration  
(a) reference frame (b) current frame

그림 6의 (a) 참조 프레임과 (b) 현재 프레임을 보면 큰 모션이 있는 것을 알 수 있다. 이러한 큰 모션을 추정하기 위해서 가장 적합한 크기의 탐색 블록을 선적하여야 한다. 먼저 현재 프레임에서 합당한 크기의 초기 탐색 범위  $s$ 를 정한다. 탐색 범위를 제외한 나머지 부분은 탐색 블록으로 되는데 위에서 설명하였던 PA기법으로 글로벌 모션을 구하게 된다. 얻어진 수직과 수평방향 모션이 탐색 범위  $s$ 와 같으면 그 방향에서 탐색 범위를  $s$ 만큼 추가시키고  $s$ 보다 작으면 변하지 않고 다시 글로벌 모션을 구한다.

이와 같은 방식으로 얻어진 수직과 수평 방향에서 글로벌 모션이 탐색 범위보다 작을 때 까지 Iterative 하여 최종 글로벌 모션을 얻는다.

그림 7 (a)는 Iterative 첫 단계인데 작은 탐색 범위를 정하였고 흔들림은 탐색 범위보다 크기 때문에 얻어진 글로벌 모션은 탐색 범위  $s$ 와 같게 되므로 (a) 왼쪽에서 같은 매칭 블록을 찾게 된다. (b) 두 번째 단계에서 탐색 범위를  $s$ 만큼 증가시켰지만 여전히 흔들림 크기보다 작기 때문에 글로벌 모션이 증가한 후 탐색 범위와 같게 된다. (c)에서는 탐색 범위를 더 증가한 결과 흔들림 크

기를 초과 하였기에 정확한 최종 글로벌 모션을 얻게 된다.

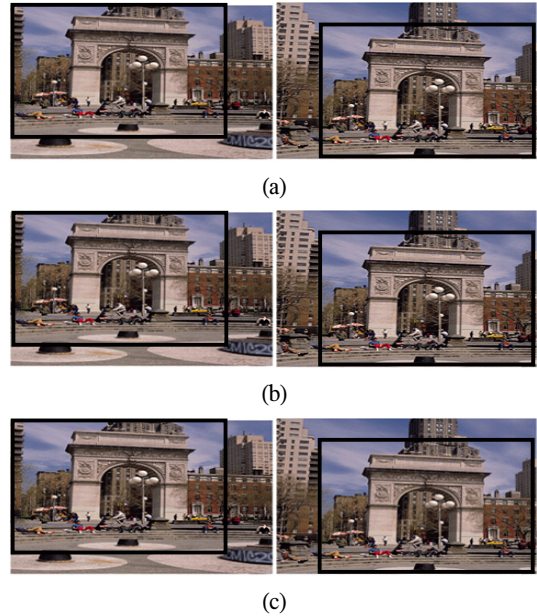


그림 7. IPA 과정. (a) Iterative 첫 단계  
(b) Iterative 두 번째 단계 (c) Iterative 마지막 단계  
Fig. 7 IPA Process  
(a) the first step of iteration (b) the second step of iteration (c) the final step of iteration

Iterative 과정을 거쳐 정확한 글로벌 모션을 얻은 후 현재 이미지의 모든 픽셀을 모션의 반대 방향으로 이동시켜 안정화된 이미지를 얻는다.

그림 8은 모션 보상하는 과정인데 전체 픽셀을 모션 반대 방향으로 이동 중 화면 크기에서 벗어나는 픽셀은 버려지고 픽셀 이동으로 생기는 공백은 검은색 픽셀로 보충해준 결과이다.



그림 8. 모션 보상 과정  
Fig. 8 Motion Compensation



그림 9. 안정화된 연속된 이미지  
Fig. 9 Stabilized Continuous Image

그림 9는 왼쪽 참조 이미지와 오른쪽 안정화된 현재 이미지를 보여 주는데 실제 응용에서는 현재 이미지와 안정화된 이미지를 모두 적합한 크기로 잘라 내어 연속된 영상을 만들어야 한다.

#### IV. 실험 결과

**Iterative** 투영 알고리즘을 테스트하기 위해, 승합차 전방에 카메라를 장착하고 초당 30프레임, 640x480 크기의 실제 도로의 영상을 취득하여 실험하였다.

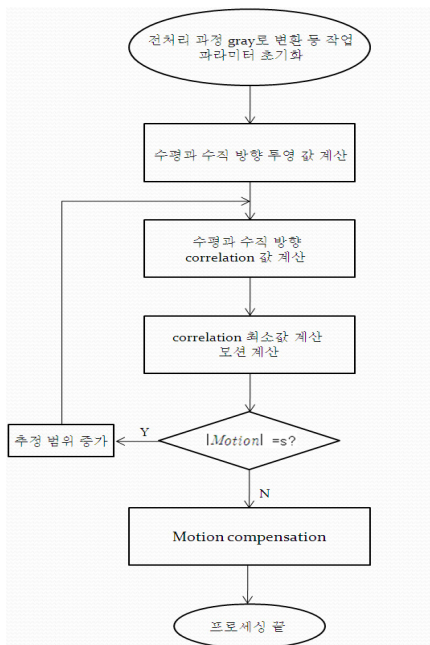


그림 10. 알고리즘 흐름도  
Fig. 10 Algorithm Flowchart

실험 환경은 Intel(R) Core(TM)2 CPU 4400@ 2.00G Hz 2GB RAM windows XP SP3 환경에서 Visual Studio 2008, Open CV 2.0, Matlab을 사용하였다. 고정적 탐색 범위를 사용하는 투영 알고리즘과 성능을 비교하기 위해 연속된 이미지 1000프레임을 이용하여 테스트 해보았다.

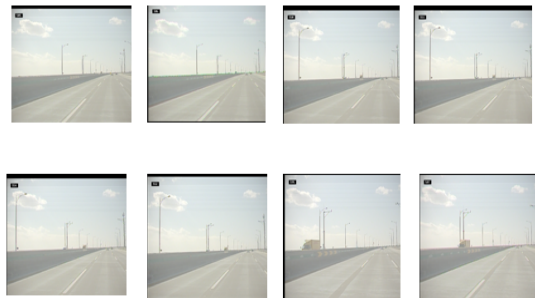


그림 11. 안정화 이미지  
Fig. 11 Image Stabilization

그림 11은 얻어진 안정화 이미지의 일부분이다. 실험에 사용하였던 영상은 작은 흔들림과 큰 흔들림을 다 포함한 영상으로써 **Iterative** 투영 알고리즘을 검증하기에 적합하였다. 고정적 탐색 범위를 사용하는 투영 알고리즘과 PSNR를 비교하여 성능 평가를 하였다.

$$PSNR = 10 \times \log\left(\frac{255^2}{MSE}\right) \quad (4)$$

$$MSE = \frac{\sum_{n=1}^{Framesize} [f_{k-1}^c(n) - f_k^c(n)]^2}{Framesize} \quad (5)$$

식(4)와 식(5)를 이용하여 고정적 탐색범위 10, 20, 40, 80, 120을 사용하여 안정화 시킨 이미지와 IPA기법을 이용하여 안정화 시킨 이미지의 PSNR을 구하였다.

표 1은 탐색범위를 다르게 취했을 때 안정화 시킨 1000프레임 이미지의 평균, 최대, 최소 PSNR이고 표 2는 IPA기법을 사용하였을 때 향상된 평균 PSNR의 비율이다.

표 1 탐색범위에 따른 PSNR  
Table. 1 PSNR by According to the search range

탐색범위	평균PSNR	PSNR최대치	PSNR최소치
10	39.9463	59.2092	24.5589
20	41.8510	61.2092	26.8904
40	41.9748	61.8092	27.0649
80	38.4581	54.2092	26.7464
120	34.6816	42.2748	21.1012
IPA	44.7078	67.2092	29.7547

표 2 성능 향상 대비  
Table. 2 Improved performance comparing

탐색범위	%
10	11.9
20	6.8
40	6.5
80	16.7
120	28.9

### V. 결 론

본 논문에서는 디지털 영상 안정화 기법에서 많이 사용하고 있는 투영 알고리즘이 서로 다른 흔들림에 적용할 수 없는 단점을 해결하기 위해 글로벌 모션 추정에서 최적의 추정범위를 반복으로 찾아가는 기법을 제안함으로써 작은 흔들림부터 큰 흔들림까지 적응적으로 모션을 찾아내고 흔들림을 보상해줌으로써 최대한 정확하고 많은 정보를 보유한 안정화된 영상을 얻게 되었다. 실험 결과를 통해 여러 가지 흔들림에 적응한다는 것이 증명 되었으며 그 결과가 정확하다는 것을 보여 주었다.

연속된 동영상 1000 프레임으로 테스트한 결과 Iterative 투영 알고리즘을 사용하여 얻은 안정화 이미지의 평균 PSNR이 고정적 탐색 범위 10, 20, 40, 80, 120을 사용한 투영 알고리즘으로 얻은 안정화 이미지 PSNR보다 각각 11.9%, 6.8%, 6.5% 16.7% 28.9% 향상 되었다는 결론을 얻었다.

추후 장면전환 검출과 같은 기법을 이용하여 전체 장면에서 변화가 어느 정도 이상 생기면 새로운 배경으로

정하고 그 프레임을 참조 이미지로 선정하는 기법을 사용하여 참조 이미지 선정문제를 해결하고 Panorama[7] 기법을 이용하여 영상 사이즈를 줄이지 않는 보상 기법을 실현하는 것이 추후 과제이다.

### 감사의 글

이 논문은 인천대학교 2009년도 자체연구비 지원에 의하여 연구되었음.

### 참고문헌

- [1] Sung-Hee Lee, Kyung-Hoon Lee, Sung-jea ko, "Digital Image Stabilizer Algorithms based on Bit-plane Matching", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 44, no. 3, 1998.
- [2] S.Erturk, "Digital Image Stabilization with Sub-Image Phase Correlation based Global Motion Estimation", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 49, no. 4, 2003.
- [3] ZHONG Ping, YU Qian-yang, JIN Guang, "Research on estimation algorithm of motion vector of dynamic image sequence", *OPTICAL TECHNIQUE*, vol. 29, no. 2, pp. 219-222, 2003.
- [4] Yin Bin, Duan Hui-chuan, "Image Stabilization by Combining Gray-Scale Projection and Block Matching Algorithm", *IEEE International Symposium on IT in Medicine & Education*, vol. 1, pp. 1262-1266, 2009.
- [5] Uomori k, Morimura A, Ishii H, Sakaguchi T, Kitamura Y, "Automatic image stabilizing system by full-digital signal processing", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 36, no. 3, 1990.
- [6] Basseville M, Espiau B, Gasnier J, "Edge detection using sequential methods for change in level:A sequential edge detection algorithm", *IEEE Transactions on Acoustics speech and signal*

Processing, vol. 29, no. 1, pp. 24-34, 1981.

- [7] Zhu Juan Juan, Guo Bao Long, "A panoramic Image Stabilization System based on Block Motion Iteration", *Eighth International Conference on Intelligent System Design and Applications*, 2008.
- [8] Li dong Xu, Xing gang Lin, "Digital Image Stabilization based on Circular Block Matching", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 52, no. 2, MAY 2006.

### 저자소개



**유 신(Sheen Lew)**

1998년 : 인천대학교  
정보통신공학과 (학사)  
2000년 : 인천대학교  
정보통신공학과 (석사)

2010년 : 인천대학교 정보통신공학과 (박사)  
2009년~현재 : 인천대학교 산학협력단 연구원  
※ 관심분야 : 영상통신, 영상압축, 패턴인식, 컴퓨터  
비전



**이완주(WanJoo Lee)**

1987년 : 연세대학교 대학원 전자  
진산기 공학과 (공학사)  
1989년 : 연세대학교 대학원  
전자공학과 (공학석사)

1995년 : 연세대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)  
1995년~현재 : 용인대학교 컴퓨터정보학과 교수  
관심분야 : 영상처리, 물체추적



**강현철(Hyunchul Kang)**

1982년 : 연세대학교 대학원  
전자공학과 (공학 석사)  
1982년 : 연세대학교 대학원  
전자공학과 (공학 박사)

1990년~현재 : 인천대학교 정보통신공학과 교수  
관심분야 : 화상통신, 패턴인식, 컴퓨터비전