

## 자이로 센서와 노출시간이 다른 두 장의 영상을 이용한 불균일 디블러

류호형, 송병철  
 인하대학교 전자공학과  
 \*bcsong@inha.ac.kr

### Non-uniform Deblur using Gyro sensor and long/short exposure image pair

Ho Hyoung Ryu and Byung Cheol Song

Department of Electronic Engineering, Inha University

#### 요 약

본 논문은 카메라 촬영 시 손 떨림 등에 의해 생기는 불균일한 블러 현상에 대해 영상 IMU 센서와 노출시간이 긴 영상과 짧은 영상 쌍을 이용한 디블러 알고리즘을 제안한다. 먼저 IMU 센서로부터 얻어진 gyro 데이터로 초기 커널을 추정한다. 그런 다음 노출시간이 다른 영상 쌍에 Lucas-Kanade 기법을 적용하여 상기 추정된 초기 커널을 개선한다. 이렇게 구해진 커널에 기반하여 residual deconvolution 을 수행 디블러 영상을 생성한다. 실험 결과로부터 제안 알고리즘이 기존 기법에 비해 우수한 성능을 보임을 알 수 있다.

#### 1. 서론

영상을 촬영할 때 손 떨림에 의한 움직임이나 물체의 움직임으로 인해서 블러 현상이 발생하게 된다. 그 중 카메라 움직임에 의한 블러를 카메라의 움직임을 추정해 디블러를 수행한다.

대부분의 디블러 기법들은 균일한 커널에 의해 영상이 블러되었다고 가정하고 문제를 해결 하였다 [1], 하지만 실제 블러현상은 카메라의 회전으로 인한 블러로 영상의 영역별로 다르게 블러되는 현상이 발생한다. 이런 불균일한 블러 현상을 해결하기 위해 많은 연구가 진행되어 왔다 [2~4].

Tai 들은 이런 블러 현상을 3 차원 공간 움직임을 2D 로 표현하기 위해 유한개의 호모그래피를 이용하여 블러현상을 표현하였다 [3]. 이 기법은 non-blind 디블러 방법이므로 카메라 모션정보를 정확히 추정하지 못하면 성능이 떨어지는 문제가 있다. Whyte 등은 불균일한 블러를 카메라 움직임 중 회전 성분에 의한 것으로 한정함으로써 카메라의 회전각을 구해 blur kernel 을 추정하는 방법을 제안하였다 [4]. 다음으로 Cho 등은 블러된 2 개의 영상을 정합하는 방법을 기반으로 kernel 을 추정하는 방법을 제안하였다[2].

제안하는 기법은 먼저 IMU 센서중 하나인 자이로 센서를 통해 얻어진 각속도 데이터를 이용해 초기 Homography 를 구하고 노출 시간이 다른 두 영상을 이용해 초기 커널을 개선한다. 그 후 최종적으로 residual deconvolution 을 수행해 최종적인 디블러 영상을 획득한다.

#### 2. 제안 알고리즘

회전이동에 의한 블러는 영상의 영역별로 커널의 모양과 길이가 다른 형태로 나타나게 된다. 이러한 블러 형태는 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$\mathbf{b} = \lim_{K \rightarrow \infty} \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \mathbf{P}_i \mathbf{I} \quad (1)$$

여기서  $\mathbf{b}$  는 블러영상  $\mathbf{I}$  는 latent image,  $\mathbf{P}_i$  는 영상의 호모그래피의 transformation matrix 이다. 위의 수식(1)을 한정된 개수의 샘플링된 호모그래피로 나타낸다.

$$\mathbf{b} = \sum_{i=1}^N w_i \mathbf{P}_i \mathbf{I} \quad (2)$$

여기서  $w$  는 호모그래피 특성 보안을 위한 변수로 쓰인다.

초기 호모그래피 추정은 자이로 센서로부터 얻어진 각속도 센서 정보를 이용해 추정된다. 자이로 센서로부터 얻어진 정보를 활용해 x, y, z 축에 대응되는 rotation matrix 를 구하고 카메라 intrinsic matrix 를 이용해 시간 별 움직임에 대응되는 호모그래피를 계산한다.

다음으로 얻어진 호모그래피 정보의 경우 IMU 센서 자체의 노이즈로 인해서 정확하지 않을 수 있으므로 노출시간이 긴 영상과 노출시간이 짧은 영상을 활용해 초기에 얻어진 호모그래피를 개선한다. 이 문제를 해결하기 위해 Cho et al.은 수식을 다음 수식 (3)과 같이 변형하였다 [2].

$$\mathbf{b} = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1, j \neq i}^N \mathbf{P}_j \mathbf{I} = \frac{\mathbf{P}_i \mathbf{I}}{N} \quad (3)$$

노출시간이 짧은 영상의 경우 잡음에 의해 열화된 영상일 경우 잡음제거기법을 적용해 잡음을 제거한 후 위의 수식의 왼쪽 항을  $\mathbf{e}_i$  라한다면 아래의 수식(4)과 같이 에러를 최소화 하는 방향으로 수식을 계산한다.

$$\operatorname{argmin}_{\mathbf{P}_i} \left\| \mathbf{e}_i - \frac{\mathbf{P}_i \mathbf{I}}{N} \right\| \quad (4)$$

위의 수식은 Lucas-Kanade 기법을 기반으로 이용해 쉽게 풀 수 있다.

마지막으로 앞선 단계를 통해서 구해진 개선된 호모그래피와 노출시간이 다른 두 장의 영상을 이용해 노출시간이 긴 영상에 불균일하게 나타난 블러 현상을 제거해준다.

$$\operatorname{argmin}_{\Delta \mathbf{I}} \left\| \Delta \mathbf{b} - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \mathbf{P}_i \Delta \mathbf{I} \right\|^2 + \lambda \|\Delta \mathbf{I}\|^\alpha \quad (5)$$

디콘볼루션은 위의 수식(5)을 minimize 하는 방식으로 계산되며 여기서  $\Delta b$  는 residual image 를 나타낸다. 위의 수식을 Tai 기법을 이용해 풀어줌으로써 최종적인 디블러 문제를 해결해 블러가 제거된 영상(I)을 획득할 수 있다 [3].

### 3. 모의실험 결과

제안 기법의 성능 검증을 위해 블러 영상을 합성한 영상과 실제로 촬영한 영상을 이용하였다. 그림 1 의 경우 합성영상으로 800X450 사이즈의 영상을 이용했다.

그림 2 의 경우 실제 촬영된 영상으로 1280X720 사이즈의 영상으로 노출시간이 짧은 영상은 1/50s, 노출시간이 긴 영상은 1/8s 로 촬영하면서 기록된 IMU sensor 로 기록된 데이터를 이용했다.

제안 기법의 실험 결과 그림 1 set 의 경우 PSNR 수치가 제안기법의 경우 35.11dB, Whyte 기법의 경우 21.13dB, 그림 2 의 경우 제안기법 27.64dB, Whyte 기법 20.80dB 로 제안기법이 타 기법에 비해 영상이 불균일하게 블러된 경우 더 블러 제거에 효과적이라는 것을 볼 수 있다.

### 4. 결론

제안한 IMU 센서 기반 불균일 디블러기법은 종래 non-blind deblur 기법에 비해서 정량적으로도 성능이 뛰어나고 영상 비교를 통해 정성적으로도 뛰어난을 볼 수 있다. 제안기법의 문제점으로는 연산량이 많아 여전히 시간이 많이 걸리는 단점이 있어 고속화 방안이 필요하다.

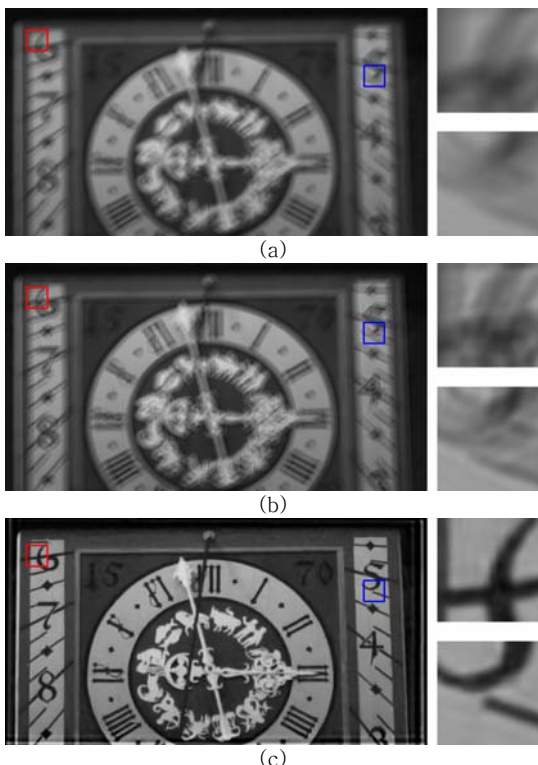


그림 1 합성 영상에서의 디블러 결과. (a) 입력 블러 영상, (b) Whyte's method, (c) 제안기법.

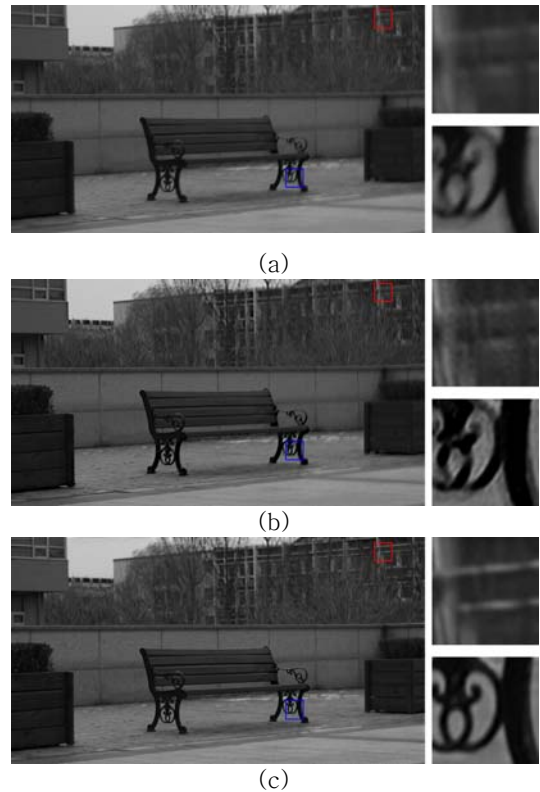


그림 2 실제 촬영 영상에서의 디블러 결과. (a) 입력 블러 영상, (b) Whyte's method, (c) 제안기법.

### 감사의 글

본 연구는 2012년도 정부 (교육부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행되었음 (과제 번호 2012000446).

### 참고문헌

- [1] A. Levin, Y. Weiss, F. Durand and W. Freeman, "Understanding and evaluating blind deconvolution algorithm," in Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition, 2009.
- [2] S. Cho, H. Cho, Y.-W. Tai and S. Lee, "Registration based non-uniform motion deblurring," Comp. Graph. Forum, vol. 31, no. 7, pp. 2183-2192, 2012.
- [3] Y.-W. Tai, P. Tan and S. Brown, "Richardson-lucy deblurring for scenes under a projective motion path," IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., vol. 33, no. 8, pp. 1603-1618, 2011.
- [4] O. Whyte, J. Sivic, A. Zisserman and J. Ponce, "Non-uniform deblurring for shaken images," Int. J. Comput. Vision, vol. 98, no. 2, pp. 168-186, 2012.
- [5] S. Baker and M. Iain, "Lucas-kanade 20 years on: A unifying framework," Int. J. Comput. Vision, vol. 56, no. 3, pp. 221-255, Jun. 2004.