임의의 외란에 대한 영상 안정화

곽휘권^{1*} ¹삼성탈레스 C4I 연구소 지휘통제그룹

Image Stabilization Scheme for Arbitrary Disturbance

Hwy-Kuen Kwak^{1*}

¹Command and Control Group, C4I R&D Center, Samsung Thales

요 약 본 논문은 의도하지 않게 카메라에 입력되는 회전, 병진 움직임뿐만 아니라 확대 축소에 의한 움직임을 SIFT 기법을 이용하여 추정하고 제거하는 영상 안정화 기법을 제시한다. 또한 영상 분할 및 통합 방법을 이용하여 움직이는 물체가 영상 에 입력되었을 경우에도 이러한 외란을 제거하고 영상 안정화를 수행하도록 한다. 제시된 방법은 다른 방법과 결과를 비교하 는 실험을 수행하여 성능이 우수함을 검증한다.

Abstract This paper proposes an image stabilization method for arbitrary disturbances, such as rotation, translation and zoom movement, using the SIFT (Scale Invariant Feature Transform). In addition, image stabilization was carried out using the image division and merge technique when moving objects appear on the scene. Finally, the experimental results showed that the suggested image stabilization scheme produced superior performance compared to the previous ones.

Key Words : Image stabilization, Image division and merge, Motion estimation, SIFT(Scale Invariant Feature Transform)

1. 서론

시선(Line of Sight) 안정화 시스템은 군사적인 목적으 로 기동체에 탑재된 조준경 및 카메라에 입력되는 영상 을 안정화하고 안정된 관측 데이터를 플랫폼 및 조종자 에게 제공하여 조준 및 사격의 목적으로 활용되고 있다. 또한 민수 분야에서는 방송용 카메라와 휴대용 캠코더 및 카메라의 흔들림 방지, VCR의 안정된 영상 재생, 그 리고 의료 영상분야의 화질 개선 등이 대표적인 응용분 야이다.

기존의 일반화된 안정화 방식은 관성센서와 구동 메커 니즘을 결합한 기구적인 안정화 방식이 주류였으나 최근 기구적 안정화 장치에 비해 가격이 저렴하고 형상을 최 소화 할 수 있는 디지털 영상안정화 장치가 제안되고 있 다. 디지털 영상안정화는 순수한 영상신호처리에 의한

*Corresponding Author : Hwy-Kuen Kwak(Samsung Thales) Tel: +82-31-601-5226 email: hk79.kwak@samsung.com Received April 21, 2014 Revised August 8, 2014 움직임량의 추정을 통하여 영상 재현영역을 재구성함으 로써 원하지 않는 카메라 움직임에 의해 발생하는 영상 의 왜곡을 추정하여 제거하는 기법이다.

이에 관한 연구로 Chang et al.[1]은 광류(optical flow) 기법을 이용하여 병진 및 회전 움직임을 추정할 수 있는 디지털 영상 안정화 기법을 제안하였다. 그러나 [1]의 알 고리즘은 회전 중심을 구하기 위하여 부가적인 탐색 기 법을 사용함으로써 과도한 연산시간에 의해 실시간 적용 에 제한이 따른다. 석 등[2]은 병진과 회전 움직임을 동시 에 추정할 수 있도록 등가 회전 모델을 제시하여 영상을 보상할 수 있도록 제안하였다. 이러한 기법들은 영상 센 서의 앞뒤 흔들림에 따른 영상 데이터의 확대 및 축소 움 직임이 있는 경우에는 매우 취약한 것으로 확인하였다. 이런 단점을 보완하기 위하여 Xu et al. 등은 원형 블록 정합법을 도입하여 안정화를 제안하였지만 스케일 변화

Accepted September 11, 2014

나 회전, 병진 움직임이 복합적이고 커질수록 성능이 낮 아지는 현상을 극복하지는 못하였다[3,4]. 실제로 영상 센 서로 입력되는 데이터는 회전, 병진, 앞뒤 움직임의 흔들 림이 복합적이고 임의적으로 제공되기 때문에 각각의 움 직임을 무시할 수 없으며, 영상 내에 움직이는 물체가 존 재하는 경우 성능이 저하되거나 적용될 수 없었다. 따라 서 본 논문에서는 물체 인식에 강인한 SIFT(Scale Invariant Feature Transform)[5] 알고리즘과 [2]에서 제 안한 등가 회전 모델의 알고리즘을 수정, 보완하여 적용 하고 최적의 디지털 영상 안정화 기법에 대해 연구하였 다. 제안된 기법은 영상의 분할 및 병합을 통하여 영상 내의 움직이는 물체를 분리하였고, 영상 전체의 움직임 추정에 SIFT를 적용하여 기존 안정화 연구 결과보다 상 대적으로 우수함을 확인하였다.

2. 본론

일반적인 영상 센서의 외란으로 회전, 병진 및 앞뒤 움 직임이 복합적으로 존재한다. 그러므로 기존의 기법들은 영상내의 화소의 변화만으로 이러한 외란들을 보상하기 에 한계점을 가지고 있었다. 따라서 본 연구를 통하여 이 러한 제한점들을 극복하고 향상된 성능의 디지털 영상 안정화 기법을 발전시키고자 하였다.



[Fig. 1] General digital image stabilization method

디지털 영상안정화는 움직임 추정과 움직임 보상으로 나누어진다. 움직임 추정은 영상 센서로부터 획득된 영 상의 각 화소 움직임을 추정하는 지역 움직임 추정부와 이러한 지역 움직임을 기반으로 영상 전체의 움직임을 추정하는 전역 움직임 추정부로 구성된다. 또한 움직임 보상부는 전역 움직임 추정 결과를 토대로 발생된 영상 변화를 제거하는 과정이다. Fig. 1은 일반적인 영상 안정 화 장치의 구성을 나타낸다.

2.1 영상분할 및 병합

본 연구에서는 지역 움직임 추정을 하기 전에 영상 분 할 및 병합을 수행하였다[7,8]. 이러한 전처리를 통하여 실험을 수행하는데 있어 속도 개선 효과를 볼 수 있었으 며 영상 내에 움직이는 물체가 존재하는 경우에도 강인 한 안정화 성능을 확인할 수 있었다.

R이 전체 영상 영역이라고 하면, 분할은 R을 n개의 부영역 R₁,R₂,...,R_n으로 나누는 과정으로 볼 수 있다.

(a)
$$\bigcup_{i=1}^{n} R_i = R$$

- (b) *R*_i는 연결된 영역이다.
- (c) $R_i \cap R_j = \Phi$, 여기서 $i \neq j$ 인 모든 i, j임
- (e) P(R_i ∩ R_j)=FALSE, 여기서 R_i와 R_j는 서로 이 웃하는 영역들.

여기서, Φ 는 공집합이고, $P(R_i)$ 는 집합 R_i 의 모든 점들 에 대하여 정의된 논리적인 속성을 나타낸다. 조건 (a)는 분할이 완전해야 함을 나타내며 모든 화소는 어떤 영역 속에 반드시 포함되어야 함을 의미한다. 조건 (b)는 영역 안의 점들이 4-연결 혹은 8-연결 등과 같은 미리 정의된 의미로 연결되어 있어야 함을 나타내며, 조건 (c)는 영역 들이 서로 겹치지 않음을 나타낸다. 조건 (d)는 분할된 영역에서 화소들을 만족시켜야 하는 속성을 다루고 있으 며, 조건 (e)의 서로 인접한 영역 R_i 와 R_j 는 속성 P의 측면에서의 다름을 나타낸다. 또한 이러한 분리가 더 이 상 되지 않고, 인접한 R_i 와 R_j 가 조건 $P(R_i \cup R_j) = TRUE를$ 만족하면 병합을 수행한다.

본 연구에서는 영상의 과분할을 방지하기 위하여 마커 로 제어되는 유역분할을 수행하였다. 즉, 에지의 좌우나 상하가 다르면 분할, 문턱치(threshold)값의 허용치 내에 존재하면 다시 병합을 수행하여 영상을 분할하였다. 실 험에서는 *P*(*R_i*)의 조건으로 Sobel 에지 검출을 사용하 였다.

2.2 지역 움직임 추정

지역 움직임의 추정은 영상이 분할된 각각의 영역들에 대해 스케일 변화에 강인한 물체인식 알고리즘인 SIFT 를 적용하여 움직임 벡터를 구하였다[5,6].

SIFT를 이용한 지역 움직임 추정은 블록 정합법을 사

용했을 때보다 매칭의 오류를 줄일 수 있었다. 특히 앞뒤 흔들림이 존재하는 경우 번짐 등에 의한 블록 정합의 움 직임 벡터의 수렴이나 확산 등의 오류를 줄일 수 있었으 며, 과도한 연산 시간을 줄일 수 있었다.

2.3 전역 움직임 추정

만약 입력 영상이 m개의 영상 분할 영역이 있으며 n개의 프레임이 존재한다면, 첫 번째 프레임의 첫 번째 클 래스의 화소값을 $(x_{11},y_{11}), m$ 번째 클래스의 화소값을 $(x_{m1},y_{m1}), n$ 번째 프레임의 m 번째 클래스는 (x_{mn},y_{mn}) 로 나타낼 수 있다. 이러한 영상 시퀀스가 임 의의 회전중심 (x_{0},y_{0}) 에서 회전각도 θ 만큼 회전이 있는 경우의 화소 움직임을 Fig. 2와 같이 나타낼 수 있다.



[Fig. 2] Pixel movement during rotation in the separated area



[Fig. 3] Pixel movement during rotation and zoom in-out

확대 및 축소 *S*, 병진량 $\Delta x, \Delta y$ 가 존재한다면 화소 움직임은 Fig. 3으로 나타낼 수 있으며, 각 영상 프레임간 의 움직임을 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{bmatrix} x_{12} \\ y_{12} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta_{11} - \sin\theta_{11} \\ \sin\theta_{11} & \cos\theta_{11} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_{11} & 0 \\ 0 & S_{11} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{11} - x_0 \\ y_{11} - y_0 \end{bmatrix} \\ + \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta x_{11} \\ \Delta y_{11} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_{22} \\ y_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta_{21} - \sin\theta_{21} \\ \sin\theta_{21} & \cos\theta_{21} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_{21} & 0 \\ 0 & S_{21} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{21} - x_0 \\ y_{21} - y_0 \end{bmatrix} \\ + \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta x_{21} \\ \Delta y_{21} \end{bmatrix} \\ \vdots \\ \begin{bmatrix} x_{m2} \\ y_{m2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta_{m1} - \sin\theta_{m1} \\ \sin\theta_{m1} & \cos\theta_{m1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_{m1} & 0 \\ 0 & S_{m1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{m1} - x_0 \\ y_{m1} - y_0 \end{bmatrix}$$
(1)
$$+ \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta x_{m1} \\ \Delta y_{m1} \end{bmatrix}$$

따라서 *n* 번째 프레임의 *m* 번째 클래스의 화소 움직 임은 식 (2)과 같이 정리될 수 있다.

$$\begin{bmatrix} x_{mn} \\ y_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta_{m(n-1)} - \sin \theta_{m(n-1)} \\ \sin \theta_{m(n-1)} & \cos \theta_{m(n-1)} \end{bmatrix}$$
(2)
$$\begin{bmatrix} S_{m(n-1)} & 0 \\ 0 & S_{m(n-1)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{m1} - x_{0(n-1)} \\ y_{m1} - y_{0(n-1)} \end{bmatrix}$$
$$+ \begin{bmatrix} x_{0(n-1)} \\ y_{0(n-1)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta x_{m(n-1)} \\ \Delta y_{m(n-1)} \end{bmatrix}$$

다시 첫 번째 프레임과 두 번째 프레임 각각의 분리된 영상 영역을 통합한 영상 움직임을 식 (3)으로 표현하고, 이것을 하나의 회전 중심(α,β)과 회전 각도를 갖는 회 전 모델과 같다고 한다면 식 (4)와 같게 된다. 여기서 dx, dy 는 x 축, y 축의 병진량을 나타낸다.

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta - \sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S \\ 0 \\ S \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} dx \\ dy \end{bmatrix}$$
(3)

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta - \sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 - \alpha \\ y_1 - \beta \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix}$$
(4)

$$\begin{split} \alpha &= -\frac{1}{2} \frac{1}{\sin\theta} \left(Sy_1 - y_1 - Sy_0 + y_0 + Sy_1 \cos\theta \right. \\ &- Sy_0 \cos\theta + dy + Sx_1 \sin\theta - Sx_0 \sin\theta \\ &- y_1 \cos\theta + y_0 \cos\theta - x_0 \cos\theta - x_1 \cos\theta \\ &- dx \sin\theta + dy \cos\theta \right) \\ \beta &= \frac{1}{2} \frac{1}{\sin\theta} \left(-Sx_0 + Sx_1 + x_0 + dx - Sy_1 \sin\theta(5) \\ &+ Sy_0 \sin\theta + y_1 \sin\theta + y_0 \sin\theta - x_1 \cos\theta \\ &- Sx_0 \cos\theta + Sx_1 \cos\theta + x_0 \cos\theta + dx \right) \end{split}$$

위 식 (5)으로부터 회전과 병진, 앞뒤 움직임이 하나의 회전 모델로 표현될 수 있음을 알 수 있다. 이 단계에서 SIFT로 계산된 스케일 값을 보상한 후 계산된 새로운 회 전 중심 (α,β)로 영상 전체의 움직임을 추정하고 영상 안정화를 구현할 수 있도록 하였다. 여기서 만약 θ나 S, 그리고 (x_0, y_0) 이 같지 않다면 그 영 상 클래스는 이동물체로 간주할 수 있다. 따라서 전체 영 상을 U라 하고 각 분할된 영역을 class 라 하면 식(6)으 로 표현할 수 있다.

$$U = class(A) + class(B) + \dots + class(m)$$
$$U_{background} = U - class(\sigma_{moving object})$$
(6)

여기서, σ는 움직임이 있는 물체의 영역이다. 입증시험 에서 영상 내에 움직이는 물체가 존재한다면 전체 영상 을 배경으로 두고, 움직이는 물체 부분의 *class를* 제외 한 부분을 안정화하였다. 따라서 움직이는 물체가 존재 할 경우에도 영상 안정화 성능이 저하되지 않고, 물체 추 정과 안정화를 동시에 실현할 수 있었다.

회전 중심과 회전 각도를 구하는 과정은 [2]에서의 등 가 회전 모델을 사용하였다.



[Fig. 4] Proposed algorithm for digital image stabilization

Fig. 4는 제안된 알고리즘을 수행한 데이터 흐름도이 다. 지역 움직임 추정에서 영상 분할을 한 후 SIFT를 이 용하여 지역 움직임 벡터를 구하였고, 영상 확대 및 축소 움직임이 있을 경우에 전역 움직임에서 스케일을 계산한 후에 등가 회전 모델을 적용하였다. 또한 연산 시간을 최 소화하기 위하여 Reference-to-Frame Algorithm (FRA) 을 사용하였다[9].

3. 시험평가

3.1 회전, 병진에 대한 흔들림 추정

제안된 알고리즘의 성능을 입증하기 위해 시뮬레이션 을 수행하였다. 실험은 우선적으로 회전과 병진이 있는 경우에 대해 [2]의 성능과 비교하였으며, 앞뒤 흔들림이 있는 경우와 영상 내에 물체가 있는 경우에는 [2]의 이론 이 불능 상태가 되어 PSNR (Peak Signal-to-ratio)로 성 능을 평가하였다[10].

$$PSNR(I_1, I_0) = 10\log \frac{255^2}{MSE(I_1, I_0)}$$
(7)

우선 회전과 병진 흔들림에 대한 움직임 추정을 수행 하였다. 회전과 병진 외란만 존재하는 영상의 화소 움직 임은 식 (3)에서 S=1인 특별한 경우이다. 따라서 식 (3) 는 식 (8)로 나타낼 수 있다.

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta - \sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 - x_0 \\ y_1 - y_0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} dx \\ dy \end{bmatrix} \quad (8)$$

이것이 식 (4)와 같다고 하면 식 (5)은 식 (9)으로 정리 된다.

$$\begin{aligned} \alpha &= -\frac{1}{2} \frac{1}{\sin\theta} (dy + x_1 \sin\theta - x_0 \sin\theta - x_0 \cos\theta \\ &- x_1 \cos\theta - dx \sin\theta + dy \cos\theta) \\ \beta &= \frac{1}{2} \frac{1}{\sin\theta} (x_1 + 2dx + 2y_0 \sin\theta) \end{aligned} \tag{9}$$

실험 영상은 640×480의 256그레이 레벨의 실영상을 사 용하였고 그에 따른 영상의 결과를 Fig. 5에 나타내었으 며, SIFT와 블록 정합법으로 지역 움직임 벡터를 구하였 다. SIFT로 지역 움직임을 구한 경우의 움직임 벡터를 Fig. 6에 나타내었으며, 네 번째 실험에서 전역 움직임을 구한 등가회전 모델의 회전 중심은 (391.9773, 145.5631), 회전 각도는 1.6597°로 계산되었다. 또한 [2]에서 제안한 블록 정합법으로 계산된 벡터를 Fig. 7에 나타내었으며, 계산된 회전 중심은 (378.2307,119.8489), 회전 각도는 2.1151°의 결과를 얻을 수 있다. 식 (5)로 계산된 실제값 과 비교했을 때 제안된 알고리즘이 더 항상된 결과의 성 능을 보임을 알 수 있었다.



[Fig. 5] Image including rotation, translation movement (a) original image (b) counterclockwise rotation 3°,translation x-y coordinate (5,5)



[Fig. 6] SIFT motion vector including rotation and translation movement



[Fig. 7] Block matching motion vector including rotation and translation movement

[Table 1] Rotation center and angle during rotation and translation movement

dx,dy	angle (deg)	blook matching (x ₀ , y ₀), deg	Seok (x ₀ , y ₀), deg	SIFT (x ₀ , y ₀), deg
(3,3)	1.5	(423.2420,121.3 451),1.2984	(414.8145,130.2 880),1.5653	(421.7135,117.7 576),1.2046
(-1,2)	2	(288.9092,188.7 933),2.1164	(281.6053,183.6 002),1.9152	(290.0593,190.8 202),2.0990
(3,-2)	6	(322.1028,251.3 664),5.2692	(339.7905,217.2 744),26557	(321.8586,260.7 228),5.4499
(5,5)	3	(396.3895,148.2 010),1.8964	(378.2307,119.8 489),2.1151	(391.9773,145.5 631),1.6597

또한 (*x*,*y*)가 각각 (3,3), (-1,2), (3,-2), (5,5)일 때 회전 각도가 1.5°, 2°, 6°, 3°로 움직임이 점점 커질 경우의 성능 결과를 비교할 수 있도록 하였다. 식 (5)로 계산된 실제 값과 비교했을 때 제안된 알고리즘이 더 향상된 결과가 나타남을 알 수 있었다. 실험은 Table 1에 나타낸 것처럼 회전 각도와 병진량이 커질수록 [2]의 알고리즘은 성능 이 떨어지고, 제안된 알고리즘은 높은 성능을 유지함을 알 수 있다.

3.2 회전, 병진 및 앞뒤 흔들림 추정

Fig. 8과 같이 회전, 병진 움직임뿐만 아니라 앞뒤 흔 들림이 존재하는 경우에도 실험을 수행하였다. [2]의 연 구에서는 화면의 확대나 축소 운동이 포함된 경우 회전 중심을 우선적으로 알아야 하지만 실제 영상 데이터에는 확인할 수가 없다. 그러므로 확대나 축소 움직임이 커질 수록 Fig. 10과 같이 아주 낮은 성능을 나타내며 Table 2에서 나타낸 것과 같이 확대, 축소량이 전체 영상의 2% 를 넘는 경우 알고리즘이 수행되지 않았다. 그러나 SIFT 를 적용하였을 경우에는 스케일을 추정할 수 있으므로 Fig. 9와 같이 회전 중심과 회전 각도를 추정할 수 있었 으며, 계산된 결과를 Table 2에 정리하였다.



[Fig. 8] Image including rotation, translation and zoom movement (a) original image (b) counterclockwise rotation 1.5°, translation x-y coordinate, extended 1.008



[Fig. 9] SIFT motion vector including rotation, translation and zoom movement



[Fig. 10] Block matching motion vector including rotation, translation and zoom

[Table	2]	Rotation	center	and	angle	during	rotation,
		translation	n and	zoom	move	ment	

dx,dy	angle (deg)	scale	Seok (x ₀ , y ₀), deg	SIFT (x ₀ , y ₀), deg
(3,3)	1.5	1.008	(411.9209,128.1 594),1.6537	(419.5612,120.1544), 1.2395
(-1,2)	2	0.98	(286.5203,185.7 044),1.7628	(291.7215,192.7138), 2.1026
(3,-2)	6	1.04	×	(327.2253,258.3982), 5.1646
(5,5)	3	1.06	×	(392.8940,144.2744), 1.4208

연속적인 영상 데이터의 처리 성능을 보기 위하여 [1] 과 [2], 그리고 제안된 알고리즘의 안정화 연산을 sine 함 수를 이용하여 시퀀스마다 실험을 수행하였다. 총 영상 의 프레임은 80프레임으로 하였으며, 각 프레임의 회전 각도는 sine 함수의 값만큼 순차적으로 적용하였다. 그리 고 각 프레임마다 병진과 앞뒤 움직임을 임의적으로 인 가한 후에 추정된 움직임과 보상된 영상을 [1]과 [2]의 성 능과 비교하였다. Fig. 11은 외란이 포함된 연속적인 영 상을 나타내며 Fig. 12는 식 (7)을 이용하여 [2]와 비교한 성능을 나타내었다. 또한 각 방법에 대하여 회전 중심과 회전각도를 구한 결과 Fig. 13~15에서 보이는 것과 같이 연속선상의 계산 값과 향상된 성능을 얻을 수 있었다.



(a)



[Fig. 11] Image sequence including successional disturbance (a) original image (b) 17th image, (2,-3), 5.7409°,1.008 (c) 54th image, (2,-2), -4.7409°, 0.98 (d) 73th image, (2,2). -4.3233°, 1.02



[Fig. 12] PSNR in the sequential images



[Fig. 13] Rotation center x in the sequential images



[Fig. 14] Rotation center y in the sequential images



[Fig. 15] Rotation angle in the sequential images

3.3 움직이는 물체가 존재하는 경우 흔들림 추정

[1]과 [2] 등의 알고리즘의 최대 제약사항은 Fig. 16과 같이 영상 내에 움직이는 물체가 있는 경우 Fig. 18과 같 이 전체적인 움직임을 추정할 수 없어 안정화가 수행 되 지 않는다는 것이다. 그러나 제안된 알고리즘은 영상 내 의 움직이는 물체의 크기에 따라 성능이 달라지겠지만, 영상의 분할과 병합을 통하여 식(6)에서 계산된 것과 같 이 배경과 움직임 물체를 분리하여 안정화를 수행할 수 있다는 것을 실험적으로 증명하였다. 단, 움직이는 물체 의 크기는 원 영상 크기의 10%를 넘지 않고, 임의의 움직 임을 갖도록 하였다. 그리고 Fig. 17, Table 3의 결과와 같이 이동 물체의 순수한 움직임은 영상 내에서의 이동 에서 영상 전체의 흔들림을 제외한 것이라 할 수 있다.



[Fig. 16] Image including moving object (a) original image (b) counterclockwise rotation 1.5°, translation x-y coordinate (3,3), extended 1.02 and moving object



[Fig. 17] SIFT motion vector including rotation, translation, zoom movement and moving object



[Fig. 18] Block matching motion vector including rotation, translation, zoom movement and moving object

[Table 3] Rotation center, angle and scale during rotation, translation, zoom movement and moving object

dx,dy	angle (deg)	scale	Sæok	SIFT (x ₀ , y ₀), deg	Moving object (del_x,del_y)
(3,3)	1.5	1	×	(421.7460,117.72 38),1.2022	(-72.4335, -52.1379)
(-1,2)	2	1	×	(291.6224,192.86 35),2.0995	(-70.0844, -50.3341)
(3,-2)	6	1.02	×	(321.1025,261.78 40),5.5109	(-72.9232, -53.2711)
(5,5)	3	0.98	×	(394.1484,346.40 58),1.9672	(-76.9545, -58.3645)

4. 결론

회전, 병진 및 앞뒤 움직임이 있는 영상에 대한 디지털 영상 안정화를 수행하였다. 그리고 영상 내에 움직이는 물체가 존재하는 경우에도 안정화가 가능함을 보였다.

제안된 알고리즘은 영상의 분할 및 병합을 통해 움직 임을 추정하는데 있어서 전체 움직임을 연산하지 않기 때문에 계산시간 경감의 효과를 볼 수 있었으며, 움직이 는 물체도 추정할 수 있었다. 그리고 또한 영상의 회전과 병진 움직임뿐만 아니라 앞뒤 움직임이 있는 경우에도 회전 중심과 각도를 추정할 수 있었다. 연속된 영상에서 의 외란에도 제안된 알고리즘이 적용됨을 보여 실시간 구현에도 적용 가능함을 보였다.

추후 연구로는 그레이 레벨의 영상뿐만 아니라 컬러 기반의 영상안정화를 보완할 예정이다.

References

[1] J. Y. Chang, W. F. Hu, M. H. Cheng and G. S. Chang, "Digital image translational and rotational motion stabilization using optical flow technique", *IEEE Transaction on Comsumer Electronics*, vol. 48, no. 1, pp. 108–115, 2002.

DOI: http://dx.doi.org/10.1109/TCE.2002.1010098

- [2] H. D. Seok and J. Lyou, "A stabilization method for rotated and translated images", *Journal of control, automation and systems engineering*, vol. 12, no. 8, pp. 810–817, 2006.
- [3] L. Xu, X. Lin, "Digital image stabilization based on circular block matching", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 52, no. 2, 2006. DOI: http://dx.doi.org/10.1109/TCE.2006.1649681
- [4] S. C. Kim, S. Y. Park and S. I. C, "Reduced-bit transform based block matching algorithm via SAD", *Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers*, vol. 51, no.1, 2014.

DOI: <u>http://dx.doi.org/10.5573/ieie.2014.51.1.024</u>

- [5] D. G. Lowe, "Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints", *International Journal of Computer Vision*, vol. 60, no. 2, pp. 2256–2263, 2004. DOI: http://dx.doi.org/10.1023/B:VISI.0000029664.99615.94
- [6] Z. S. Zhu, Y. Q. Zhang and X. Zhou, "An affine SIFT matching algorithm based on local patch shape estimation", *Computer and information technology*, pp.

551-554, 2014.

- DOI: <u>http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/</u> <u>AMM.519-520.553</u>
- [7] S. T. Seo, H. C. Jeong, I. K. Lee and S. H. Kwon, "Region separateness-based edge detection method", *Journal of fuzzy logic and intelligent systems*, vol. 17, no. 7, pp. 939–944, 2007.

DOI: http://dx.doi.org/10.5391/JKIIS.2007.17.7.939

- [8] M. J. Kim and H. S. Kang, "Color–Depth Combined Semantic Image Segmentation Method", *Journal of the Korea Instituted of Information and Communication Engineering*, vol. 18, no. 3, pp. 687–696, 2014. DOI: http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2014.18.3.687
- C. Morimoto and R. Chellappa, "Fast electronic digitial image stabilization for off-road navigation", *Real-Time Imaging*, vol. 2, pp. 285–296, 1996.
 DOI: http://dx.doi.org/10.1006/rtim.1996.0030
- [10] C. Morimoto and R. Cellappa, "Evaluation of image stabilization algorithms", *IEEE Conference on Acoustics*, *Speech and Signal Processing*, vol. 5, pp. 2789–2792, 1999. DOI: http://dx.doi.org/10.1109/ICASSP.1998.678102

곽 휘 권(Hwy-Kuen Kwak)

[정회원]

- 2005년 2월 : 충남대학교 전자공학과 (공학학사)
- 2007년 2월 : 충남대학교 전자공학
 과 (공학석사)
- 2011년 2월 : 충남대학교 전자공학 과(공학박사)
- •2010년 12월 ~ 현재 : 삼성탈레스 C4I 연구소 지휘통제그룹 전문연구원

<관심분야> 항법시스템, 로봇제어