

이동, 회전, 확대 및 축소를 위한 객체 추적

전형용*, 방준원*, 김의홍*, 황치정*

*충남대학교 컴퓨터 공학과

e-mail : fantajeon@cnu.ac.kr

isutar84@nate.com

chkim@cs.cnu.ac.kr

cjhwang@cnu.ac.kr

Object Tracking System with Translation, Rotation and Scaling

Hyeongyong Jeon*, Joonweon Bang*, EuiHong Kim*, Chijung Hwang*

* Computer Engineering, Chungnam National University

요 약

컴퓨터 비전 시스템에서 장면간의 객체 추적은 매우 유용한 도구이다. 이러한 추적 문제를 손쉽게 해결하기 위하여, 많이 알려진 Kanade-Lucas-Tomasi(KLT)는 6 개의 인자를 사용한 시스템을 설계하였다. 그러나, 현실적으로 많은 지역 영역(local patch)을 추적하는데 있어서는 4 개의 인자 (수평과 수직방향 이동, 균등 비례적 축소, 회전)으로 충분히 설명이 가능할 수 있다. 본 실험에서는 이 4 개의 인자로 정의되는 시스템을 새롭게 정의하고, 실제적인 KLT 와 비교실험을 하였다. 실험결과 적은 수의 인자로 설명하였음에도 불구하고, KLT 보다 좋은 성능을 나타냈다.

1. 서론

객체 추적의 방법으로서는 크게 4 개의 항목으로 구분할 수 있다 (phase-correlation[8,9], block-based method[5-7,12], energy-based method[10]과 differential method[1,2,4,11]).

Lucas-Kandc[1]는 N 차원의 일반화된 모델을 설계하였다. 하지만, 이것으로는 아핀변환(affine transform)과 같은 인자 추적에는 충분한 설명을 하지 못했다. 그러나, KLT(Kanade-Lucas-Tomas)[2]에서는 6 개의 인자로 구성된 아핀변환을 추적하는 모델을 설계하였다. 그러나 이 시스템은 6x6 으로 많은 연산을 필요로 한 대비하여, 인자 추적 면에서는 높은 성능을 주지 못한다. 또한, 많은 응용에서는 상대적으로 작은 특징 영역을 추적하는 시스템이 많다. 이 작은 영역의 추적에서는 6 개의 인자로 추적하기에는 일부 몇 개의 인자들이 의미없는 인자로 남아있게 된다. 게다가, 비례나 회전 같은 변환은 기타 다른 정보를 획득하여, 두 영역 사이의 변환을 설명하는 인자들을 분해하는 방법이 필요로 하다.

그러므로, 본 논문에서는 가장 기본적인 4 의 인자를 소개한다. 이 인자들은 x 와 y 축의 이동(translation), 회전(rotation) 및 비례(scale) 변환이다. 이 시스템의 장점은 직관적으로 4 개의 인자들을 확인할 수 있다.

본 논문의 구성은 2 절에서는 4 개의 인자를 이용한 목적함수를 모델링을 하고, 실제 실험에서 추적한 실험결과를 3 장에서 설명한다. 마지막으로 4 장은 결론으로 마무리를 한다.

2. 객체 추적 함수

추적할 지역 영역(local patch)과 추적할 한 장면에서 사에서는 수식 1 로 시스템을 정의할 수 있다. 기본 아이디어는 지역 영역은 많은 왜곡이 일어나지 않으므로, 일반화된 방법이 필요가 없고, 너무 적은 수인 2 개의 인자인 x-y 이동에 관해서는 많은 분야에서 적용사례가 극히 적어진다. 그러나, 4 개의 인자(x-y 이동, 균등 비율 변환, 단순한 회전)으로 충분히 설명이 가능할 수 있다.

$$\varepsilon(v_d) = \iint_{v \in W} [J(x, y, r, \theta) - I(x + v_x, y + v_y, (1 + v_r)r, \theta + v_\theta)]^2 w(v) dv \quad (1)$$

여기서 벡터 $v_d = [v_x \ v_y \ v_r \ v_\theta]^T$ 는 각각 x 축 이동, y 축 이동, 비율 및 회전량을 나타내는 것이다. 본 시스템은 [2]로부터 축소된 형태라고 할 수 있다. 이 4 개의 인자들을 구하기 위해서 수식 2 인 단순한 4x4 행렬을 구하면 된다.

$$v_d = G^{-1} \bar{b} \quad (2)$$

여기서, 벡터 \bar{b} 는 각각 축으로 편미분의 두 영역의 차를 곱한 값인 $\sum_{i=1}^4 U(i) - J(i) [I, I_r, I_\theta, I_s]$ 이다. 그리고 행렬 G 는 수식 3 으로, Gauss-Newton 행렬이라 할 수 있다[12].

$$G = \sum_{v \in W} \begin{bmatrix} I_x I_x & I_x I_y & I_x I_r & I_x I_\theta \\ I_y I_x & I_y I_y & I_y I_r & I_y I_\theta \\ I_r I_x & I_r I_y & I_r I_r & I_r I_\theta \\ I_\theta I_x & I_\theta I_y & I_\theta I_r & I_\theta I_\theta \end{bmatrix} \quad (3)$$

3. 실험결과

객체 추적에 관해서 많은 응용사례들은 있지만, 성능 평가 면에서는 객관적인 방법이 존재하지 않는다. 객관적인 방법이 존재하지 않다 하더라도, 보통은 LSE(Least Square Error)을 이용하여, 추적한 위치에서의 에러 정도를 비교한다. 제안한 시스템은 실제적인 영상들을 가지고 KLT 와 비교 평가하였다. 실험한 영상은 그림 1 과 같다. 그림 2 은 두 방법의 LSE 결과이다. 그림 3 은 동일 장면에서의 추적된 영역을 사각형으로 표시하였다. KLT 는 인자를 잘 못 추적하여, 왜곡이 심하다는 것을 알 수 있다. 그의 반해, 제안한 방법은 올바른 추적이 된다는 것을 알 수 있다. 실험 결과에서 알 수 있듯이, 상대적으로 성능 면에서는 우수함을 확인할 수 있다.



그림 1. 연속된 265 개 중에서 6 개의 대표장면

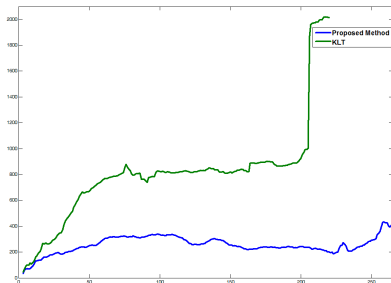
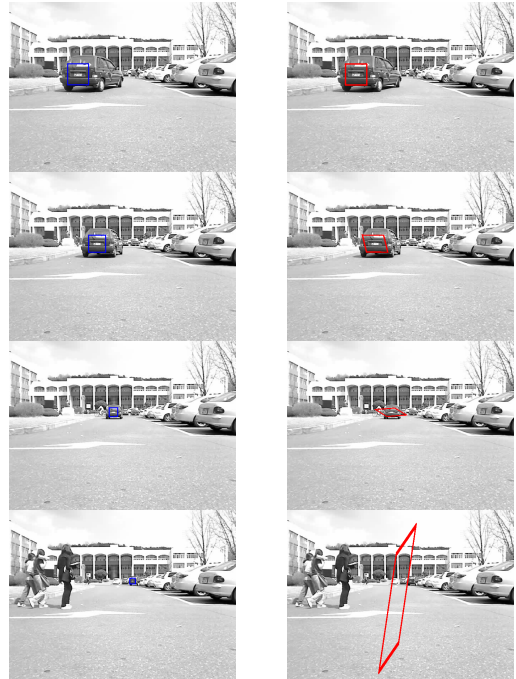


그림 2. KLT 와 제안한 시스템의 LSE



(7) 제안한 방법

(8) KLT

그림 3. 제안한 방법과 KLT 의해서 동일 장면에서의 추적된 영역

4. 결론 및 향후 연구

제안한 시스템은 가장 필수적인 요소들을 가지고, 주어진 영역을 추적하였다. 상대적으로 적은 인자들임에도 불구하고, 실험결과 KLT 보다 좋은 성능을 가진다는 것을 알 수 있다. 게다가 특별한 행렬분해 과정 없이, 직관적으로 해당 인자들의 변화 량을 알 수 있는 장점이 있다. 향후에는 [11]과 같이 pyramid 방법을 적용하여, 큰 움직임에서도 추적할 수 있는 것을 개발해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Lucas, B.D. and Kanade, T., "An iterative image registration technique with an application to stereo vision", IJCAI81, pp 121-130, 1981.
- [2] Jianbo Shi and Carlo Tomasi, "Good Features To Track," IEEE CVPR, 1994.
- [3] Barron, J.L., Fleet, D.J., Beauchemin, S.S., Burkitt, T.A., "Performance of Optical Flow Techniques", CVPR, vol. 92, pp 236-242, 1992.
- [4] Horn, B.K.P. and Schunck, B.G., "Determining optical flow", Artificial Intelligence, vol 17, pp 185-203, 1981.

- [5] Glazer F., Reynolds G. and Anandan P., "Scene matching through hierarchical correlation", Proc. IEEE CVPR, Washington, pp 432-441, 1983.
- [6] Burt P.J., Yen C. and Xu X., "Multiresolution flow-through motion analysis", Proc. IEEE CVPR, Washington, pp 246-252, 1983.
- [7] Little J.J. and Verri A., "Analysis of differential and matching methods for optical flow", IEEE Workshop on Visual Motion, Irvine CA, pp 173-180, 1989.
- [8] Fleet D.J. and Jepson A.D., "Computation of component image velocity from local phase information", Int. J. Comp. Vision 5, pp 77-104, 1990.
- [9] Fleet D.J., "Measurement of Image Velocity", Kluwer Academic Publishers, Norwell, 1992.
- [10] Heeger D.J., "Optical flow using spatiotemporal filters", Int. J. Comp. Vision 1, pp 279-302, 1988.
- [11] Jean-Yves Bouguet, "Pyramidal Implementation of the Lucas Kanade Feature Tracker", http://opencvlibrary.sourceforge.net/papers/algo_tracking.pdf.
- [12] Simon Baker, Ralph Gross, and Iain Matthews, "Lucas-Kanade 20 Years On: A Unifying Framework", International Journal of Computer Vision, vol. 56, pp. 221-255, 2004.