

특징 추출 방식에 따른 ORB 알고리즘 기반 객체 자세 추정

김범수¹, 정창훈², 안서현³, 서상현⁴

^{1,3,4}중앙대학교 예술공학부, ²중앙대학교 첨단영상대학원 영상학과

e-mail : bumsookim00@gmail.com, grchjung@gmail.com,

seohyun0226@gmail.com, sanghyun@cau.ac.kr

Object Pose Estimation based on ORB Algorithm according to Feature Extraction Method

Bumsoo Kim¹, Changhun Jung², Seohyun Ahn³, Sanghyun Seo⁴

^{1,3,4}School of Computer Art, Chung-Ang University

²Graduate School of Advanced Imaging Science, Multimedia & Film,
Chung-Ang University

요 약

컴퓨터 비전에서 객체가 어떻게 위치하고 있는지 파악하는 것은 중요한 작업 중 하나이다. 우리는 Fast 알고리즘과 Brief를 기반으로 하는 ORB 알고리즘을 사용하여 Pose Estimation을 수행한다. 그 과정에서 더 높은 성능의 Estimation을 위해서 이미지에서 유의미한 정보만을 가질 수 있도록 전처리된 이미지를 사용하여 Point Matching을 진행하는 방식을 제안한다. 전처리 과정에서는 Sobel, Laplacian, Canny 알고리즘이 사용되며, 타겟 이미지와 소스 이미지를 비교하는 과정에서는 동일한 전처리 방식을 사용한다. 3가지 방식으로 전처리된 이미지를 통해 Pose Estimation 성능을 비교한다.

1. 서 론

컴퓨터 비전에서 객체가 실세계에 어떻게 위치하고 있는지 파악하는 것은 중요한 문제로, 2004년 Lowe에 의해 제안된 SIFT[1], 2006년에 Bay에 의한 제안된 SURF[2], BRIEF (Binary Robust Independent Elementary Features)[3], CHoG (Compressed Histogram of Gradients)[4] 등 여러 알고리즘이 등장하면서 Pose Estimation이 활발히 연구되었다. 2011년 제안된 ORB 알고리즘은 SIFT와 SURF 알고리즘을 대체하기 위해 탄생하였으며[5], FAST 알고리즘과 Brief 알고리즘을 활용한 방식이다. ORB 알고리즘은 RGB 이미지에서 특징 추출하여 수행되기 때문에 주변 환경에 많은 영향을 받는다. 이러한 문제를 해결하기 위해 우리는 RGB 이미지에서 유의미한 정보만을 가질 수 있도록 전처리하는 과정을 통해서 Point Matching을 진행한다. 전처리 방식으로는 Sobel, Laplacian, Canny 알고리즘을 사용하며, 실시간 연산을 통해서 객체의 자세를 추정한다.

2. 본 론

2.1 Target Image Processing

우리는 입력된 이미지에서 객체의 Pose Estimation을 위해서 타겟 이미지 데이터셋을 45도씩 촬영한 총 9개의 이미지와 비교한다. 해당 데이터셋은 객체만을 담은 Bounding Box 크기와 동일하게 Crop 처리를 해주었다.

우리는 객체별 특징에 따라서 총 4개의 타겟 클래스를 준비하였고, 타겟 클래스 이미지는 그림 1과 같다. 촬영

각도에 따라서 변형가능한 형태를 지닌 경우, 각도에 따라서 특징 추출이 크게 변화하는 경우 유무에 따라서 클래스를 나누었고, 이에 해당하는 객체로 장난감 밥솥, 장난감 냉장고, 농구공, 야구공을 선정하였다.



(그림 1) 위치 추정 알고리즘을 적용할 4개 객체, 장난감 밥솥, 장난감 냉장고, 농구공, 야구공

2.2 Feature Extraction Method

우리는 ORB 알고리즘에서 더 정확하게 자세 추정을 위해서 이미지를 유의미한 정보만을 가질 수 있도록 전처리한다. 이 때 특징을 추출하기 위한 방식으로 Sobel, Laplacian, Canny 알고리즘을 사용하였다. Sobel 필터는 [6]. Laplacian 필터는 2차 미분 가우시안 필터 형태를 가진다[7]. Canny 알고리즘은 Sobel 필터와 Laplacian 필터, 그리고 Harris Detector를 결합한 알고리즘이다[8].

그림 2는 특징 추출 방식에 따라서 전처리된 농구공 클래스 타겟 데이터셋을 보여준다. Laplacian 알고리즘의 경우 특징이 비교적 작게 나타나, Dilation 연산[9]으로 조정하여 비교하였다



(그림 2) 전처리된 타겟 데이터셋 이미지

2.3 BFMatcher Point Matching

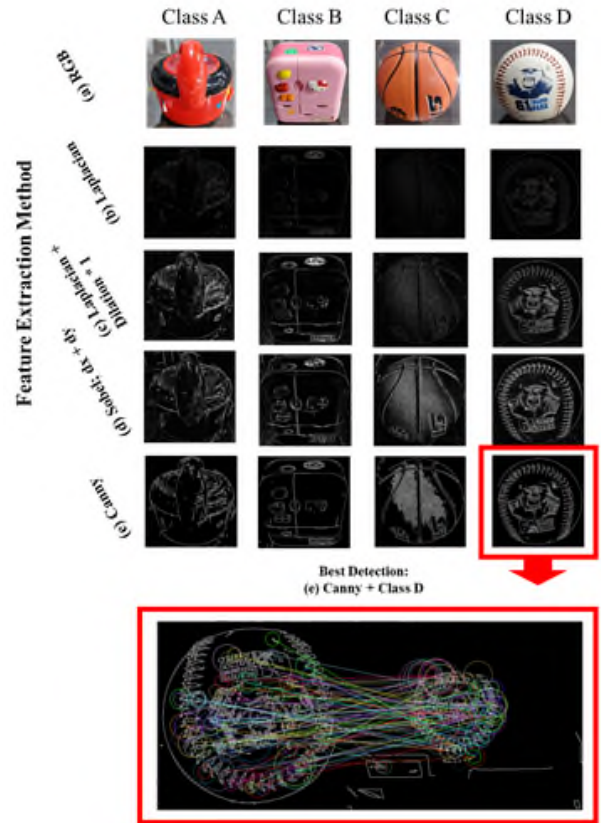
우리는 ORB 알고리즘을 통해서 Point를 추출하고, 이를 BFMatcher를 통해서 타겟 이미지와 입력 이미지를 비교한다. ORB에서 검출할 특징 포인트의 개수를 30,000개로 설정하고, 추출된 피쳐 포인트를 기반으로 타겟 이미지와 입력 이미지를 비교하였다. 비교하여 맵핑된 포인트를 정렬하여 그 중 제일 적합하게 매칭된 점 100개를 시각화하였다.



(그림 3) 포인트 매칭 시각화 화면

그림 3은 장난감 밥솥을 기반으로 가장 높은 수치로 매칭된 타겟 이미지와 입력 이미지 사이에서 Point Matching을 시각화한 사진이다. 이를 통해 어떤 부분이 Point Matching에 사용된 것인지 파악할 수 있다.

우리는 입력된 RGB 이미지와 Sobel, Laplacian, Canny 알고리즘을 전처리된 이미지에서 객체 자세 추정을 진행하였고, 그 결과에 대한 분석은 그림 4와 같다. 전처리된 이미지로 비교한 경우가, 기존 RGB 이미지로 비교한 경우보다 비교적 더 높은 매칭 결과를 보였다. 하지만 Laplacian 필터에 경우에는 RGB 이미지보다 더 낮은 성능을 보였다. 또한, 촬영 구도와 주변 환경에 영향을 크게 받는 유광 재질의 오브젝트는 모든 과정에서 성능이 좋지 않았으며, 야구공 객체는 RGB 이미지를 포함하여 모든 특징 추출 방식에서 좋은 성능을 보여주었다. 대부분의 경우 Canny 알고리즘을 통해서 전처리한 경우가 가장 높은 성능을 보이는 것으로 나타났다.



(그림 4) 최종 객체 자세 추정 성능 결과

3. 결 론

우리는 ORB 알고리즘을 통한 객체 자세 추정 성능을 높이기 위해 3가지 Feature Extraction 방식으로 이미지를 전처리하여 기존 RGB 이미지와 비교하였다. Laplacian 필터를 사용한 경우는 RGB 이미지를 사용한 경우보다 정확도가 낮았고, Canny 알고리즘을 사용한 경우에는 어떤 클래스에서도 RGB 이미지보다 더 높은 성능을 보여주었다. 모든 테스트 중에서 야구공과 Canny 알고리즘을 사용한 경우가 가장 높은 정확도를 보여주었다.

ORB 알고리즘을 사용하여 객체 위치를 추정하는 과정에 있어서 Canny 알고리즘을 사용한 경우 가장 높은 정확도를 보여주었으며, 이는 기존에 RGB 이미지로 위치 추정 성능이 좋지 않은 객체에 대해서 위치 추정이 원활하게 수행되는 것을 볼 수 있었다.

감사의 글

This work has supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government(MSIT) (No. NRF-2019R1F1A1058715)

참고 문헌

- [1] David G. Lowe, "Distinctive image features from scale-invariant keypoints," International Journal of Computer Vision, 60, 2 (2004), pp. 91-110.
- [2] Bay H., Tuytelaars T., Van Gool L. (2006) SURF:

- Speeded Up Robust Features. In: Leonardis A., Bischof H., Pinz A. (eds) Computer Vision - ECCV 2006. ECCV 2006. Lecture Notes in Computer Science, vol 3951. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/11744023_32
- [3] Calonder, Michael & Lepetit, Vincent & Strecha, Christoph & Fua, Pascal. (2010). BRIEF: Binary Robust Independent Elementary Features. Eur. Conf. Comput. Vis.. 6314. 778-792. 10.1007/978-3-642-15561-1_56.
- [4] E. Rublee, V. Rabaud, K. Konolige and G. Bradski, "ORB: An efficient alternative to SIFT or SURF," 2011 International Conference on Computer Vision, 2011, pp. 2564-2571, doi: 10.1109/ICCV.2011.6126544.
- [5] E. Rublee, V. Rabaud, K. Konolige and G. Bradski, "ORB: An efficient alternative to SIFT or SURF," 2011 International Conference on Computer Vision, 2011, pp. 2564-2571, doi: 10.1109/ICCV.2011.6126544.
- [6] Gupta, S., S. Mazumdar and M. Student. "Sobel Edge Detection Algorithm." (2013).
- [7] Mathieu Aubry, Sylvain Paris, Samuel W. Hasinoff, Jan Kautz, and Frédo Durand. 2014. Fast Local Laplacian Filters: Theory and Applications. ACM Trans. Graph. 33, 5, Article 167 (August 2014), 14 pages. DOI:<https://doi.org/10.1145/2629645>.
- [8] J. Canny, "A Computational Approach to Edge Detection," in IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. PAMI-8, no. 6, pp. 679-698, Nov. 1986, doi: 10.1109/TPAMI.1986.4767851.
- [9] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, 'Digital Image Processing', 2nd Edition, Prentice Hall, 2001.