

다중 이미지에서 단일 이미지 검출 및 추적 시스템 구현

최재학* · 박인호* · 김성윤* · 이용환** · 김영섭**†

*† 단국대학교 전자전기공학과, **원광대학교 디지털콘텐츠공학과

Implementation of a Single Image Detection and Tracking System in Multiple Images

Jaehak Choi*, Inho Park*, Seongyoon Kim*, Yonghwan Lee** and Youngseop Kim**†

*Department of Electronic and Electrical Engineering, Dankook University

**† Department of Digital Contents Engineering, Wonkwang University

ABSTRACT

Augmented Reality(AR) is the core technology of the future knowledge service industry. It is expected to be used in various fields such as medical, education, entertainment etc. Briefly, augmented reality technology is a technique in which a mapped virtual object is augmented when a real-world object is viewed through a device after mapping a real-world object and a virtual object. In this paper, we implemented object detection and tracking system, which is a key technology of augmented reality. To speed up the object tracking, the ORB algorithm, which is a lightweight algorithm compared to the detection algorithm, is applied. In addition, KNN classifier, which is a machine learning algorithm, was applied to detect a single object by learning multiple images.

Key Words : AR, SIFT algorithm, ORB algorithm, image detection and tracking system, KNN algorithm

1. 서 론

미래 지식서비스 산업의 핵심으로 등장하는 가상현실 및 증강현실기술은 군사, 의료, 교육, 엔터테인먼트, 게임 등 다양한 분야에서 활용이 예상되며 현재의 기술의 각성단계를 지나 향후 5-10년 사이 상용화 단계에 진입할 것으로 기대되고 있다(1). 그리고 애플, 구글, 페이스북 등 해외 기업은 증강현실에 대한 연구가 이미 오래전부터 진행되고 있다. 그리고 최근 ‘포켓몬고’ 증강현실 모바일 게임으로 인해 증강현실에 대한 관심과 연구가 활발히 진행되고 있다(2).

증강현실은 현실세계에 가상 객체를 증강시키는 것을 말한다. 구현과정을 간략히 소개하면 현실 세계의 좌표에 가상 객체를 매핑한 뒤 디바이스로 해당 좌표를 보게 되면 가상 객체가 증강된다. 이런 증강현실의 주요한 기술은

객체 검출 및 추적 시스템이다. 여러 이미지 중 동일한 이미지를 검출할 수 있어야 하며, 객체를 추적할 수 있어야 가상 객체가 적합한 좌표에 위치시킬 수 있어야 된다. 본 논문에서는 KNN(K-Nearest Neighbor)분류기를 통하여 다수의 이미지를 학습시켜 여러 이미지에서 동일한 이미지 한 장을 검출할 수 있게 했으며, 추적 알고리즘을 검출 알고리즘에 비교 가볍고 빠른 알고리즘을 적용하여 추적에 적합한 시스템을 구현하였다. 객체 검출 알고리즘은 SIFT(Scale Invariant Feature Transform)알고리즘을 적용하였고 추적 알고리즘은 ORB (Orientation FAST and Rotation BRIEF) 알고리즘을 적용하였다.

본 논문의 2장에서는 구현한 시스템에 주요 알고리즘인 SIFT, ORB, KNN 알고리즘에 대한 이론을, 3장에선 기계 학습 기반인 다중 이미지에서의 동일 객체 검출 및 추적 시스템 구현 및 실험에 대해서 논의한다. 마지막으로 4장에선 결론짓는다.

†E-mail: wangcho@dankook.ac.kr

2. 이 론

2.1 SIFT(Scale Invariant Feature Transform)

특징점 기반 객체 검출 알고리즘 중 SIFT알고리즘이 가장 많이 사용된다. SIFT 알고리즘의 강력한 점은, 크기(Scaling)변환, Orientation변환, 밝기변환, 아핀변환(Affine Transform)변환과 노이즈(Noise)에 관계없이 동일한 특징점을 추출한다는 점이다. 처리시간이 많이 사용되지만 특징 검출에 강력하다는 장점으로 많이 사용되고 있다. 그림1은 SIFT 알고리즘의 처리과정을 보여준다.

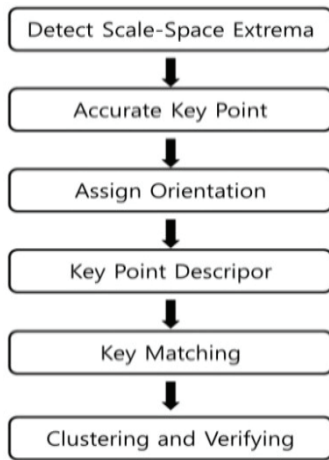


Fig. 1. Flowchart of SIFT Algorithm.

Fig. 1을 보면, SIFT 알고리즘의 개발목표를 확인할 수 있다. 우선 가우시안 피라미드를 사용하여 크기변환에 불변함을, 물체 위에 극대, 극소점을 찾아 밝기변환에 불변함을, 특징점을 벡터로 추출 및 계산하여 Orientation변환 및 아핀변환에 강인함을 특징으로 만들었다. SIFT 알고리즘에서 가장 주요한 내용은 가우시안 이미지 피라미드를 사용했다는 점이다. 기존의 이미지 피라미드는 다운 샘플링을 통해 이미지 피라미드를 생성하였지만, 가우시안 이미지 피라미드는 다운 샘플링 사이에 가우시안 필터 처리를 하여 5개의 다른 스케일의 이미지를 생성하였다. 이러한 처리과정을 통해 크기와 orientation 변환에 강인하다는 특징과 더 나아가 노이즈 및 아핀변환에 강인하다는 특징까지 도출해 낼 수 있다(3).

2.2 ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF)

ORB알고리즘은 FAST 알고리즘을 사용하여 특징점을 추출하고 BRIEF알고리즘을 사용하여 서술자를 계산한다. 여기서 주목해야 될 점은 기존 BRIEF알고리즘을 사용하

여 계산된 서술자는 특징점의 방향값(orientation)을 나타내지 않았는데, ORB 알고리즘은 Intensity centroid를 사용하여 orientation값을 계산한다는 점이다. 이렇게 orientation값을 가지고 있어 회전변환에 강력하다는 특징이 더해져 고속화 및 회전변환에도 강력하다는 특징을 가지고 있다. 그림2는 ORB알고리즘의 처리과정을 간략하게 보여준다.

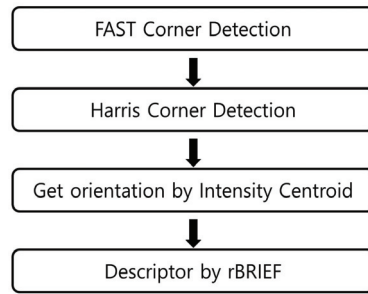


Fig. 2. Flowchart of ORB Algorithm.

orientation값을 계산하는 방법은 추출한 특징점 주변에 명도값을 사용하여 벡터의 방향값을 계산할 수 있다. 방향값은 중심 모멘트(Central moments)를 이용하여 Intensity Centroid값을 계산하여 구할 수 있다. 아래 식 1은 중심 모멘트값을 이용하여 방향값을 계산하는 식을 보여준다 (4)(5).

$$m_{p,q} = \sum_x^w \sum_y^h (x - x_c)^p (y - y_c)^q I(x, y)$$

(x_c, y_c = 특징영역의 중심 x, y = 특징점들)

$$\bar{x} = \frac{m_{1,0}}{m_{0,0}} \quad \bar{y} = \frac{m_{0,1}}{m_{0,0}}$$

$$\tan^{-1} \frac{\bar{y}}{\bar{x}} = \theta$$

Formula. 1. Calculate orientation at keypoint.

2.3 KNN (K-Nearest Neighbor) Algorithm

K-NN알고리즘은 기계학습 분류기로서, 각각의 클래스로 분류된 훈련 데이터(Train data)를 먼저 입력 및 훈련시킨다. 그 후 쿼리 데이터(Query data)를 입력값으로 주게 되면 훈련된 데이터값들과 비교하여 쿼리 데이터의 클래스를 분류해 준다. 분류 기준은 쿼리 데이터를 중심으로 가까운 k개의 훈련된 데이터 추출하고 추출된 데이터의 클래스들 중 가장 많이 추출된 클래스로 분류하게 된다.

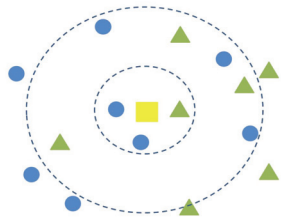


Fig. 3. Example of the KNN Algorithm.

Fig 3은 2차원 평면에서의 KNN 알고리즘 예시이다. 가운데 네모가 쿼리 데이터이고 원(A class)과 세모(B class)가 클래스로 분류된 훈련 데이터라고 가정한다. K=3인 경우 작은 원 범위에 A=2, B=1이므로 쿼리 데이터는 A클래스로 분류된다. 만약 k=9라면 A=5, B=4이므로 A클래스로 분류된다(6)(7).

3. 구현 및 실험

3.1 실험환경

실험환경은 Windows 10 Home, Intel® Core™ i5-5200U CPU, 8.00GB RAM, Visual Studio 2013, OpenCV Library를 사용하였다.

3.2 구현한 검출 및 추적 알고리즘

KNN 알고리즘을 사용하여 미리 다수의 이미지를 훈련시킨다. 이때, 훈련 데이터는 각각의 이미지에서 검출한 특징점의 서술자로 설정하였다. 다수의 이미지 데이터를 훈련시킨 뒤 쿼리 이미지를 입력하여 객체 검출 및 추적 시스템을 구현하였다. 이때, 검출 알고리즘과 추적 알고리즘을 다르게 적용하여 검출된 객체를 고속으로 추적하게 하였다.

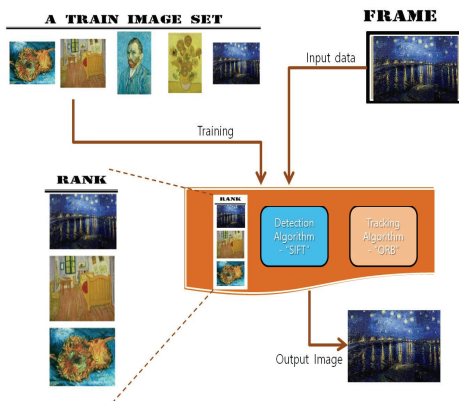


Fig. 4. Implemented Algorithm.

Fig 4는 구현한 알고리즘의 다이어그램이다.객체 검출 알고리즘은 SIFT알고리즘을, 추적 알고리즘은 ORB알고리즘을 적용하였다. 그 외에도 카메라 캘리브레이션(camera calibration)값을 계산하여 카메라 왜곡을 조정하였으며, 호모그래피(Homography)계산 및 와핑변환(Warping Transform)를 통해 추적 시스템을 구현하였다.

3.3 실험결과

Fig 5와 6은 구현한 알고리즘의 결과 영상이다. 결과 영상을 보면 쿼리 이미지(Query Image)와 훈련된 이미지들 중 동일한 이미지가 출력되고 객체가 비교적 정확하게 추적되는 것을 확인할 수 있다.

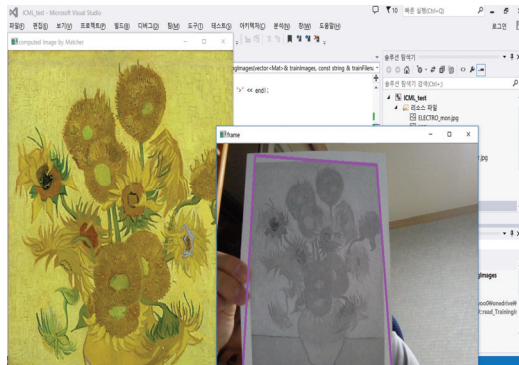


Fig. 5. Result image of implemented algorithm(1).

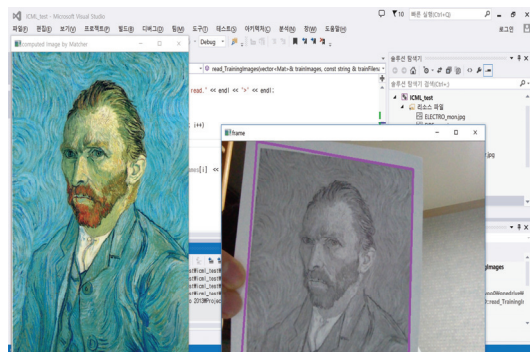


Fig. 6. Result image of implemented algorithm(2).

4. 결론

본 논문에서는 전처리 과정으로 다수의 이미지를 학습시켜 쿼리 이미지 입력 시 학습된 이미지 중 동일한 이미지를 검출 및 추적하는 시스템을 구현하였다. 이미지 추

적과정에서 고속화를 위하여 검출 알고리즘을 통해 검출된 이미지를 따로 저장하여 비교적 가벼운 추적 알고리즘을 따로 적용하였다. 그 결과 학습된 이미지 중 입력 이미지와 동일한 이미지 검출 결과 오차 없이 수행되었고 객체 추적 역시 비교적 빠른 속도로 추적되었다.

현재 객체 검출 및 추적 시스템을 구현해 놓아 가상 객체를 학습된 이미지에 맵핑하여 증강 현실 시스템을 구현할 것이다. 또한 효율적인 자료구조 형태를 구성하고 GPU 적용 등 고속화 및 경량화에 대한 연구를 진행할 것이다.

감사의 글

이 논문은 2017년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2017-0-00329, 360도 카메라와 스마트폰을 이용한 멀티미디어 집합 (.DIL파일 포맷) 저작 및 AR 기반 표출 기술 개발)

참고문헌

1. “Augmented Reality and Augmented Human”, Korea Internet & Security Agency, Issue & Trend 2015, 8.
2. Heejae Kim, “Authoring System using Panoramas of Real World”, Sejong University, thesis for a degree, 2014.
3. Sungpil Choi, “Scale-Invariant-Feature Transform (SIFT)”, Department of Electrical and Electronic Engineering, KAIST, 2014.
4. Taeryong Park, “Implementation of Real time based Multi-object recognition algorithm”, Journal of IKEEE. Vol. 17, No. 1, pp. 051-056, March, 2013.
5. Daejin Kim, Jaesik Yun and Insoo Kim. “Method and apparatus for recognizing an object using a covariance descriptor”. Patent No. 10-14914461. 2015.
6. https://en.wikipedia.org/wiki/K-nearest_neighbors_algorithm
7. Cui Yu, Beng Chin Ooi, Kian-Lee Tan, H.V. Jagadish “Indexing the Distance: An Efficient Method to KNN Processing”. Department of Computer Science National University of Singapore, Proceedings of the 27th VLDB Conference, Roma, Italy, 2001

접수일: 2017년 9월 11일, 심사일: 2017년 9월 22일,
게재확정일: 2017년 9월 24일