

기준점과 크기를 사용한 객체 인식 시스템 향상

Enhanced Object Recognition System using Reference Point and Size

이 태 환*, 이 유 진*★

Taehwan Lee*, Eugene Rhee*★

Abstract

In this paper, a system that can classify the objects in the image according to their sizes using the reference points is proposed. The object is studied with samples. The proposed system recognizes and classifies objects by the size in images acquired using a mobile phone camera. Conventional object recognition systems classify objects using only object size. As the size of the object varies depending on the distance, such systems have the disadvantage that an error may occur if the image is not acquired with a certain distance. In order to overcome the limitation of the conventional object recognition system, the object recognition system proposed in this paper can classify the object regardless of the distance with comparing the size of the reference point by placing it at the upper left corner of the image.

요 약

본 논문에서는 영상 내에서의 객체를 기준점을 사용하여 크기에 따라 분류할 수 있는 시스템을 제안한다. 본 논문에선 객체를 샘플로 하여 연구를 진행하였다. 제안된 시스템은 휴대폰 카메라를 이용하여 획득한 영상에서 객체를 크기 별로 인식해서 그 종류를 파악하고 분류한다. 기존의 객체 인식 시스템들은 객체의 크기만을 이용해서 해당 객체를 분류하였다. 그러한 시스템들은 일정한 거리를 두어 획득한 영상이 아니면 거리에 따라 객체의 크기가 달라져 오류가 발생하는 단점이 있다. 이에 본 논문에서 제안하는 객체 인식 시스템은 이러한 기존의 객체 인식 시스템의 한계를 극복하고자 영상의 왼쪽 상단에 기준점을 두어 그 기준점과 객체의 크기를 비교하여 거리에 상관없이 객체를 분류할 수 있다.

Key words : Object Recognition, Image Processing, Binarization, Benchmark, Classification

* Dept. of Electronic Engineering, Sangmyung University

★ Corresponding author

E-mail: eugenerhee@smu.ac.kr, Tel: +82-41-550-5413

Manuscript received Jun. 11, 2018; revised Jun. 14, 2018; Accepted Jun. 29, 2018

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

최근에는 디지털 영상처리를 사용한 감시 시스템이나 검출 시스템이 많이 개발 되고 있다. 디지털 영상처리란 영상의 디지털 수 값을 컴퓨터에 의해 편집 처리하는 것을 말한다. 디지털로 취득한 원격탐사 데이터를 특별히 고안된 소프트웨어를 이용하여 전처리(방사 및 기하 보정), 영상 강조, 분류, 변화 탐지 등을 수행하는 것이다[1]-[8]. 공장에서는 디지털 영상처리를 활용해 생산 라인에서 생산된 물건의 불량검사와 프로세스 감시에 이용되고 있다. 본 논문에서는 이러한 검사에서 사용된 객체 인식 시스템에서의 문제점인 거리에서의 제약이 없는 시스템을 제안한다. 객체의 예로는 일상생활에서 쉽게 구할 수 있는 객체로 하였다. 대부분의 일반적인 객체 인식 시스템은 객체의 분류 과정에서 고정된 카메라와 객체의 거리로 객체의 크기를 계산한다. 하지만 카메라가 고정되지 않고 높이가 달라진다면 검출된 객체의 크기는 카메라와 객체의 거리에 따라 크기가 다르게 검출된다. 예를 들어 100원짜리 객체와 카메라의 거리를 30cm 정도 떨어진 곳에서 검출한 100원짜리 객체의 크기와 500원짜리 객체와 카메라의 거리를 50cm 정도 떨어진 곳에서 검출한 500원짜리 객체의 크기는 거리에 의해 서로 비슷한 크기로 보여서 오분류 될 것이다. 따라서 본 논문에서는 기존 방식의 문제점을 보완하기 위해서 일정거리를 고정시키는 방법이 아닌 하나의 기준점을 만들어 그것을 기준으로 거리에 따라 객체의 크기를 비율로 나누어 객체 분류의 오류를 줄일 수 있는 방법을 제안한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장 서론에서는 본 작품의 개발 배경과 동기에 대해서 설명하고 2장에서는 디지털 영상처리 기법을 이용한 객체 인식방법에 대하여 기술한다. 또한 기준점을 이용한 거리에 제약이 없는 객체 인식에 대해서 설명한다. 3장에서 제안한 시스템을 이용한 실험 결과를 제시하며, 마지막으로 4장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

II. 기존 객체 인식 시스템

1. 객체 인식 시스템의 구조 및 원리

[표 1]은 객체 인식 시스템 구현을 위한 시스템 환경 및 구성이다. 검은색 종이 위에 있는 객체들을 카메라 기능이 있는 휴대폰을 통하여 영상을

획득한 후, 획득한 영상을 컴퓨터의 본 시스템을 통하여 각 객체의 개수와 총 금액을 알 수 있다.

Table 1. Required Equipment List for System

표 1. 시스템에 필요한 장비

Equipment
Computer
Mobile Phone with Camera Function
Black Paper
Coin

본 시스템에서 제안한 순서도는 [그림1]과 같다. 처음으로 카메라 기능이 있는 휴대폰을 사용하여 객체 인식 시스템의 사용할 원본영상을 획득한다. 획득한 영상은 컬러영상이지만 객체를 추출하기 위하여 흑백영상으로 변환한다. 그 후, 이진화 알고리즘을 통하여 이진영상으로 변환 시킨다. 처음 이진화 한 영상은 [그림 2]와 같이 많은 노이즈가 발생 한다. 많은 노이즈가 발생한 영상을 팽창 알고리즘과 침식 알고리즘을 통하여 이진화한 영상의 노이즈를 소거한다. 그 후 레이블링을 통하여 객체들을 하나씩 분류 시킨다. 마지막으로 하나씩 분류된 객체의 크기를 계산하여 각 객체의 개수와 총 금액을 얻는다.

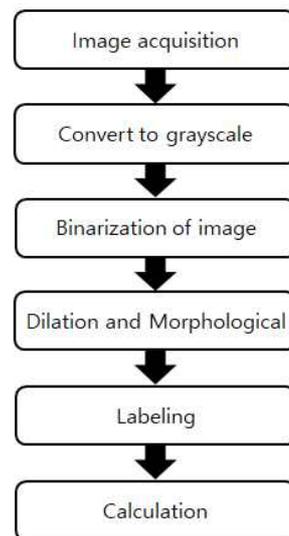


Fig. 1. Object Recognition System

그림 1. 객체 인식 시스템

2 영상 이진화 알고리즘

영상 이진화란 [표 2]와 같이 어떤 주어진 임계값보다 밝은 픽셀들은 모두 255(흰색)으로, 그렇지 않은 픽셀들은 모두 0(검은색)으로 바꾸는 것이다[9]-[11]. 만약 객체의 색상과 배경의 색상이 비슷하거나 같으면 객체를 검출할 때 객체와 배경의 구분이 어려워 객체 인식에 오분류가 날 수 있다. 본 시스템에선 검은색 종이를 객체 밑에 두어 [그림 2]와 같이 정확한 이진영상을 획득할 수 있었다.

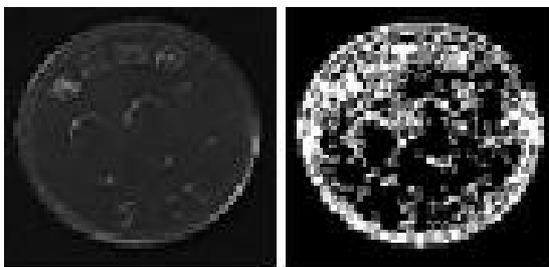


Fig. 2. Object Binarization Image
그림 2. 객체 이진화 영상

Table 2. Binarization Operation
표 2. 이진화 연산

Input Image $I(x, y)$	Output Image $O(x, y)$
$0 \sim \text{Threshold}$	0
$\text{Threshold} + 1 \sim 255$	255

3. 영상 침식과 팽창

영상 침식이란 배경인 0(검은색)과 전경인 255(흰색)으로 이루어진 영상에서 전경인 흰색을 축소시키는 것이다. 영상 침식을 사용하는 이유는 객체 내부에 있는 검은색 노이즈를 소거하기 위함이다[12],[13]. 결과영상은 [그림 3]과 같다. 반대로 영상 팽창은 배경인 0(검은색)과 전경이 255(흰색)으로 이루어진 이진영상에서 전경인 흰색을 확대시키는 것이다. 영상 팽창은 검은색 노이즈를 소거하면서 작아진 객체의 크기를 다시 원래의 크기로 만들기 위함이다. 결과영상은 [그림 4]와 같다. [그림 5]는 침식과 팽창의 단면도이다. [그림 5]처럼 1개의 픽셀을 침식하면 없어지고, 팽창을 하면 3개로 늘어난다.



Fig. 3. Binary Erosion
그림 3. 이진 침식



Fig. 4. Binary Dilation
그림 4. 이진 팽창

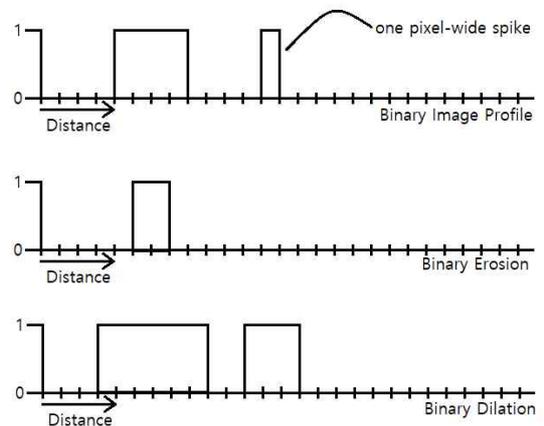


Fig. 5. Section of Dilation, Erosion
그림 5. 침식, 팽창의 단면도

본 시스템에서는 침식과 팽창을 여러 번 반복하여 검은색 노이즈를 소거하였다. [그림 6]을 보면 객체 안에 검은색 노이즈가 있는 것을 볼 수 있다. 하지만 침식과 팽창을 여러 번 시도하면 [그림 6]의 오른쪽과 같이 검은색노이즈가 소거된 객체의 모습을 볼 수 있다.

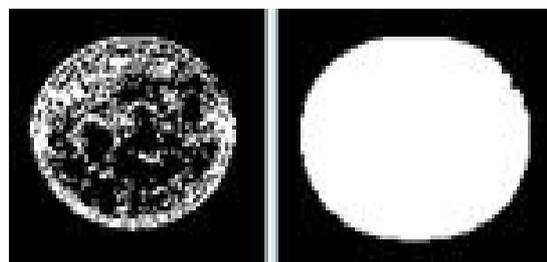


Fig. 6. Noise Cancellation
그림 6. 노이즈 소거

4. 영상 레이블링 및 거리에 따른 크기 계산

영상 레이블링이란 인접한 화소에 모두 같은 번호(Label)를 붙이고 연결되지 않은 다른 성분에는 다른 번호를 붙이는 일이다[8]. 침식과 팽창을 통하여 노이즈가 없는 객체 영상을 획득하면 각 객체마다 번호를 붙여서 객체를 분류해야 된다. 레이블링은 왼쪽 맨 위에서부터 오른쪽으로 진행하면서 인접해 있는 픽셀이 같으면 같은 번호를 붙인다. [그림 7]은 첫 번째 그림을 레이블링 하면 두 번째와 세 번째 그림처럼 나뉘진다는 것을 보여주는 예이다.



Fig. 7. Labeling
그림 7. 레이블링

III. 거리에 따른 객체 크기 계산

레이블링이 끝나면 분류된 객체의 크기를 계산해서 객체를 분류하게 되는데, 일반적인 객체 인식 시스템은 객체와 카메라의 거리가 입력한 거리랑 다르게 되면 객체를 분류할 때 입력한 거리보다 가까워서 찍게 되면 객체가 크게 찍혀서 면적이 크게 계산되고, 멀리서 찍게 되면 객체가 작게 찍혀서 면적이 작게 계산된다[4],[10]. 이러한 문제를 해결하기 위해 왼쪽 맨 위에 기준점을 두고 이 크기에 따라 객체의 크기를 비율적으로 계산하는 것이다. 거리가 정해진 객체 인식 프로그램은 500원짜리 동전의 픽셀의 개수는 4300개 초과, 100원짜리 동전의 픽셀의 개수는 4200개와 3300개 사이, 50원짜리 동전의 픽셀의 개수는 3200개와 2600개 사이, 10원짜리 동전의 픽셀의 개수는 2500개 미만이다. 기준점은 픽셀의 개수를 2000개 정도로 가진 흰색 종이를 한다. 만약 처음 레이블링 된 기준점의 픽셀의 개수가 1000개라고 가정하면 레이블링된 픽셀의 개수(1000) / 기본 기준점의 픽셀의 개수(2000)을 하면 기준점이 50% 줄어든

0.5가 나오게 된다. 이 크기를 R이라 하고, [그림 8]과 같이 각 객체의 크기별 분류를 하는 공식에 R을 곱해서 각 객체들도 거리에 따라 크기가 변하는 것을 계산할 수 있다.

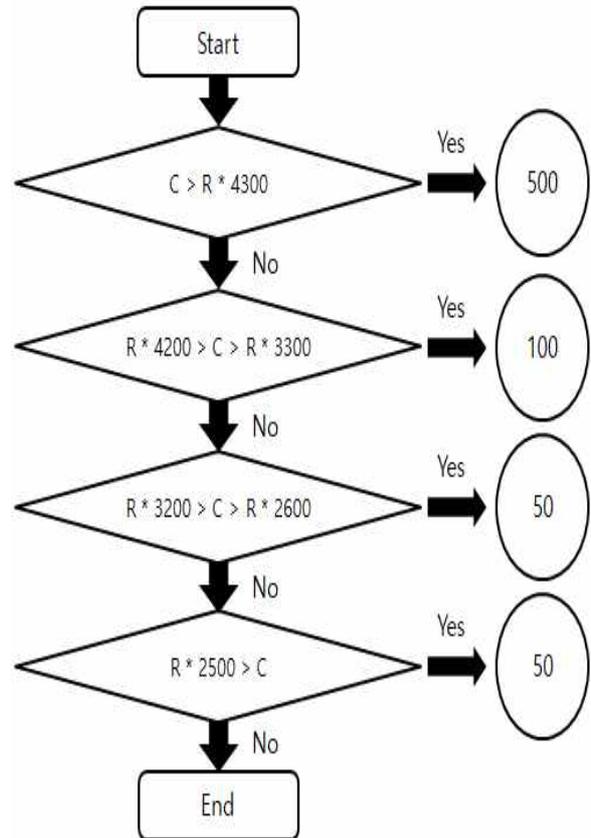


Fig. 8. Flow Chart of Object Size Calculation
그림 8. 객체 크기 계산 순서도

IV. 구현 및 실험

본 논문에서의 테스트에는 10원짜리 동전보다 약간 작은 흰색 종이를 기준점으로 두고 실험을 해보았다. 객체 인식 시스템을 작동시키기 위해 휴대폰을 사용해서 객체를 예로 든 객체 영상을 획득하고 획득한 영상을 컴퓨터로 전송했다. 그 후 획득한 영상으로 프로그램을 실행시켜 보았다. 그 결과 [그림 9]와 [그림 10]과 같이 객체와 카메라의 거리가 가깝던 멀던 상관없이 각 종류의 동전들이 잘 인식되어 객체의 크기별 개수와 총 금액이 출력되었다.

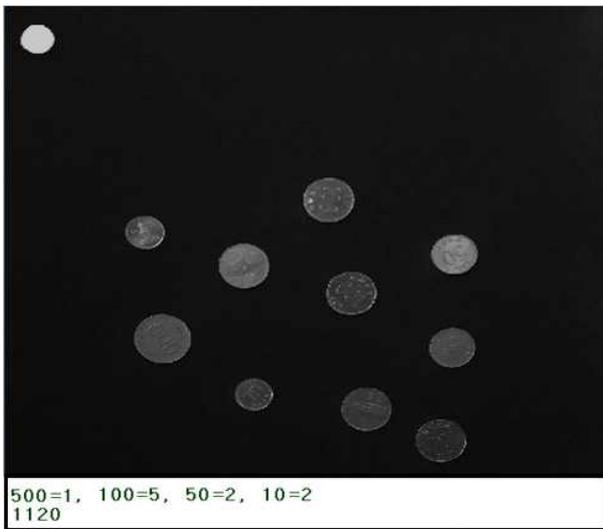


Fig. 9. Object Size Calculation (30cm)

그림 9. 카메라와 객체의 거리가 30cm인 객체 크기 계산

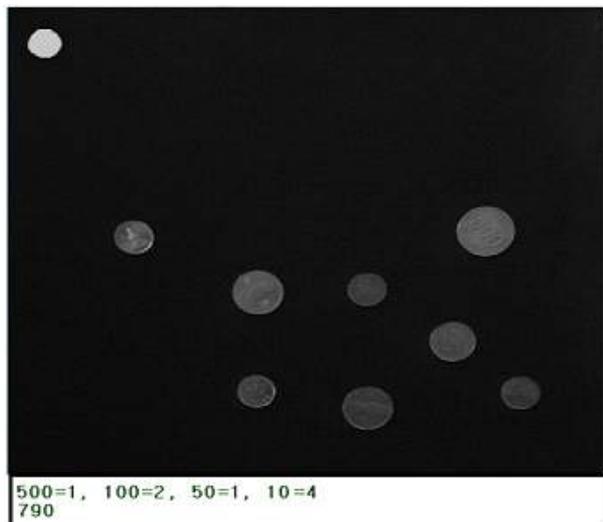


Fig. 10. Object Size Calculation (50cm)

그림 10. 카메라와 객체의 거리가 50cm인 객체 크기 계산

V. 결론

본 논문에서 제안한 객체 인식 시스템은 기존 시스템의 문제점인 거리와 상관없이 객체를 인식한다는 것을 실험결과로 확인 할 수 있었다. 제안된 시스템은 일상생활 대부분에 보급되어있는 휴대폰과 컴퓨터를 활용하여 가정이나 일반 환경에서 고가의 장비 없이 객체를 인식할 수 있는 경제적인 측면의 장점 또한 가지고 있다. 또한, 스마트 기기용 프로그램으로 확장하여 휴대폰으로 찍은 영상을 컴퓨터로 옮김 없이 바로 확인할 수 있는 확장성도 가지고 있다. 다른 기능과 응용하여 다양한 분야에 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

References

- [1] H. Won and K. Lee. "Fast Hough Circle Detection using Motion in Video Frames," *Journal of Korean Society for Internet Information*, Vol. 11, No. 6, pp. 31-39, 2010.
- [2] S. Chae and K. Jun, "Automatic Coin Calculation System using Circular Hough Transform and Post-processing Techniques," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 17, No. 4, pp. 413-419, 2014. DOI: 10.9717/kmms.2014.17.4.413
- [3] D. Comaniciu, V. Ramesh, and P. Meer, "Kernel-basaed Object Tracking," *IEEE Trans. Patt. Analy. Mach. Intel*, Vol. 25, pp. 564-575, 2003. DOI: 10.1109/TPAMI.2003.1195991
- [4] S. Chae and K. Jun, "Automatic Coin Calculation System using Circular Hough Transform and Post-processing Techniques," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 17, No, pp. 413-419, 2014. DOI : 10.9717/kmms.2014.17.4.413
- [5] J. Lee, J. Lee, and C. Hyun, "Coin Recognition and Classification using Digital Image Processing." *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*, Vol. 22, No. 1, pp. 7-11, 2012. DOI : 10.5391/JKIIS.2012.22.1.7
- [6] J. Choi and C. Kim, "Interval Hough Transform For Prominent Line Detection," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 16, No. 11, pp. 1288-1296, 2013. DOI : 10.9717/kmms.2013.16.11.1288
- [7] P. M. Merlin and D. J. Farber, "A Parallel Mechanism for Detecting Curves in Pictures," *IEEE Trans. Computer*, Vol. 24, pp. 96-98, 1975. DOI: 10.1109/T-C.1975.224087
- [8] S. Malik, P. Bajaj and M. Kaur, "Sample Coin Recognition System using Artificial Neural Network on Static Image Dataset Network on Static Image Dataset," *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, Vol. 4, Issue 1, pp. 762-770, 2014.

- [9] T. Kailath, "The Divergence and Bhattacharyya Distance Measures in Signal Selection," *IEEE Trans. Communication Technology*, Vol. 15, No. 1, pp. 52-60, 1996. DOI: 10.1109/TCOM.1967.1089532
- [10] J. Shi and C. Tomasi, "Good Features to Track," *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, pp. 593-600, 1994. DOI: 10.1109/CVPR.1994.323794
- [11] S. Avidan, "Support Vector Tracking," *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, pp. 184-191, 2001. DOI: 10.1109/CVPR.2001.990474
- [12] J. Lym, Y. Lee, S. Moon, and S. Yang, "Detection of Circle and Rectangle Image by Hough Transform for a Tape Substrate Alignment," *Journal of Institute of Control, Robotics and Systems*, Vol. 37, pp. 140-144, 2008.
- [13] J. Canny, "A Computational Approach to Edge Detection," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 8, No. 6, pp. 679-698, 1986. DOI: 10.1109/TPAMI.1986.4767851

EugeneRhee(Member)

2001 : BS degree in Electronic Engineering, Hanyang University.
 2003 : MS degree in Electronic Engineering, Hanyang University.
 2010 : PhD degree in Electronic Engineering, Hanyang University.
 2012~present : Assistant Professor, Sangmyung University.

BIOGRAPHY

TaehwanLee(Member)

2013~present : Undergraduate in Electronic Engineering, Sangmyung University.