

플래카드 자동 인식을 위한 관심 영역 추출

허경용*

ROI Extraction for Automatic Placard Recognition

Gyeongyong Heo*

*Associate Professor, Department of Electronic Engineering, Dong-eui University, Busan, 47340 Korea

요 약

컨테이너 표면에는 화물의 위험성을 표시하기 위해 다양한 플래카드를 부착한다. 위험물이 적재된 컨테이너의 경우 일반 컨테이너와 별도로 관리되는 등 그 처리에 주의가 필요하므로 항만 자동화 시스템의 일부로 플래카드 자동 인식에 대한 수요가 생겨나고 있다. 이 논문에서는 플래카드 자동 인식의 전단계로 컨테이너 영상에서 플래카드 영역을 추출하는 방법을 제안한다. 플래카드는 종류가 다양하지만 모두 다이아몬드 형태를 가지고 있다는 점은 인식에서 장점이 될 수 있지만, 컨테이너 표면이 평면이 아니어서 플래카드 영상이 다양하게 변형될 수 있다는 점은 인식에서 단점이라고 할 수 있다. 제안하는 방법을 실제 영상에 적용하였을 때 유형 2 오류(false negative error)는 발생하지 않았다. 또한, 관심 영역 추출을 위해 추출하고자 하는 대상의 형태적인 특징과 기본적인 이미지 연산만을 사용하였으므로 다양한 형태 기반의 관심 영역 추출에 적용될 수 있다.

ABSTRACT

Containers are fitted with various placards on the surface to indicate the risk of cargo. If the containers are loaded with dangerous goods, care should be taken in handling the containers. Therefore, as part of the port automation system, there is a demand for automatic placard recognition. In this paper, proposed is a method to extract placard areas from a container image, which is the first part of the placard recognition system. The fact that placards are of various types but all have a diamond shape can be an advantage in recognition. However, it is a disadvantage in recognition that the placards can be distorted in various ways because the container surface is not flat. When the proposed method was applied to actual images, type I error did not occur. In addition, since the shape feature of the object and basic image operations are used to extract regions of interest, it can be applied to various shape-based region extraction problems.

키워드 : 컨테이너, 플래카드, 관심 영역, 이미지 변형

Keywords : Container, Placard, Region of Interest, Image Deformation

Received 8 January 2019, Revised 17 January 2019, Accepted 23 February 2019

*Corresponding Author Gyeongyong Heo (hgycap@deu.ac.kr, Tel:+82-51-890-1675)

Associate Professor, Department of Electronic Engineering, Dong-eui University, Busan, 47340 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2019.23.4.374>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©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.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서론

컨테이너는 해상을 통한 화물 운송에 사용되는 대표적인 수단 중 하나다. 컨테이너를 통해 운송되는 화물의 종류는 다양하며 그 중 위험물을 운반하는 컨테이너의 경우 운송 및 처리 과정에서의 주의를 위해 플래카드를 컨테이너 표면에 부착하도록 하고 있다. 플래카드는 컨테이너의 여러 면에 부착하지만, 플래카드 자동 인식을 위해서는 촬영이 상대적으로 쉬운 후면 플래카드를 대상으로 하는 것이 일반적이다.

컨테이너를 통해 운송되는 위험물을 표시하기 위해 국제해사기구(International Maritime Organization, IMO)는 국제해상위험물규칙(International Maritime Dangerous Goods code, IMDG code)을 통해 위험물을 나타내는 라벨을 정의하고 있다. 위험물은 9개의 클래스로 나뉘며 각 클래스는 다시 여러 개의 하위 클래스로 나뉜다[1].

Table. 1 Container placards

Class	Label
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

위험물이 적재된 컨테이너는 운송 및 처리 과정에서 주의가 필요하며, 컨테이너 부두에서도 위험물의 종류에 따라 전용 구역을 설치하여 별도로 관리되고 있다. 따라서 항만 자동화 시스템의 일부로 위험물이 적재된 컨테이너를 자동으로 식별하는 방법에 대한 수요가 생겨나고 있다. 플래카드 인식은 영상에서 적은 부분을 차지하는 다수의 변형된 대상을 인식해야 한다는 점에서 교통 표지판 인식[2-3]과 유사하다. 동일한 모양 내의 서로 다른 정보를 인식해야 한다는 점에서 자동차 번호판 인식[4]과도 유사하지만, 번호판 인식의 경우 인식 대상에 변형이 거의 없다는 점에서 차이가 있다. 교통 표지판이나 번호판 인식은 관심 영역(Region Of Interest, ROI)을 추출한 후 이를 인식하는 두 단계로 이루어지는 경우가 많으며, 플래카드 인식 역시 두 단계로 이루어질 수 있다. 하지만 인식 대상의 특성 차이에 의해 각 단계에서 사용할 수 있는 방법에는 차이가 있다. 특히 컨테이너 표면이 평면이 아니어서 인식 대상에 다양한 변형이 발생할 수 있으므로, 플래카드 인식에서는 변형과 잡음에 강한 방법이 요구된다.

이 논문에서는 플래카드 자동 인식 시스템의 첫 번째 단계인 관심 영역 추출 방법을 제안한다. 관심 영역 추출을 위해서는 플래카드가 다이아몬드 형태를 가진다는 점, 그리고 실제 획득된 영상에서는 다양한 변형이 발생할 수 있다는 점을 고려하여야 한다. 영상 인식을 위해서는 CNN (Convolutional Neural Network)[5-6] 등의 방법이 우수한 성능을 보이는 것으로 알려져 있지만, 다양한 변형에 대응하기 위해서는 많은 수의 학습 데이터가 필수적이다. 하지만 플래카드 영상은 많은 수를 확보하기가 현실적으로 쉽지 않다. 또한, CNN은 학습 과정에서 많은 시간이 필요하다는 점이 플래카드 인식 시스템에서 고려하지 않은 이유 중 하나다. 따라서 이 논문에서는 플래카드의 형태적인 특징을 기반으로 기본적인 이미지 연산을 사용하여 관심 영역을 추출하는 방법을 제안한다. 또한, 관심 영역 추출은 인식의 전단계인 만큼 유형 2 오류(false negative error)는 발생하지 않는 것을 목표로 하며, 발생한 유형 1 오류(false positive error)는 인식 단계에서 처리하는 것으로 가정하였다. 제안하는 방법을 실제 컨테이너 영상에 적용하였을 때 유형 2 오류는 발생하지 않았다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관심 영역 추출 및 인식에 사용할 수 있는 플래카드의 형태적인 특

징을 설명한다. 3장에서는 기본적인 이미지 연산을 통해 관심 영역을 추출하는 방법을 설명하며, 실험 결과 및 향후 연구 방향에 대해서는 4장에서 언급한다.

II. 플래카드

플래카드는 다양한 형태가 존재하고 있다. 표 1의 플래카드는 사용되는 플래카드 중 일부에 지나지 않으며, 일부 변형된 플래카드까지 포함하면 조사된 플래카드의 수만도 70여 종에 이르고 있다. 또한, 전체 컨테이너에서 플래카드가 부착된 컨테이너는 극히 일부분에 지나지 않아 데이터 획득이 쉽지 않으므로 CNN과 같은 학습 기반의 알고리즘을 적용하기는 어렵다. 다행히 플래카드는 그 크기와 형태가 국제해사기구에 의해 정의되어 있으므로 플래카드 인식 시스템은 플래카드의 형태적인 특징을 최대한 활용하는 것이 바람직하다. 플래카드는 그림 1과 같이 다이아몬드 형태에 클래스 마크, 부가 정보, 클래스 번호 등이 기록된다.

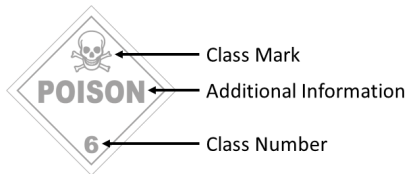


Fig. 1 Information on a placard

각 내용은 그 위치가 정해져 있지만, 세부 위치와 형태에서는 차이가 있다. 그림 2는 클래스 6에 속하는 동일한 플래카드의 예로, 특히 부가 정보의 내용과 크기에서 차이가 크다는 것을 알 수 있다. 따라서 관심 영역 추출을 위해서는 모든 플래카드의 공통점인 다이아몬드 형태라는 점을 사용해야 한다.



Fig. 2 Different placards of the same class

모든 플래카드가 다이아몬드 형태를 가지는 하지만 컨테이너 표면이 평면이 아니어서 플래카드 영상에

다양한 변형이 발생할 수 있다는 점은 관심 영역 추출 및 인식에서 문제가 된다. 그림 3은 컨테이너 표면에 의해 발생하는 변형의 예를 보인 것으로, 수직 방향의 변형이 가장 많이 발생하고 이외에도 수평 방향의 변형, 곡면에 의한 변형, 플래카드가 기울어져 부착되어 발생하는 변형, 플래카드 일부분이 들떠서 발생하는 변형 등 다양한 변형이 존재한다.

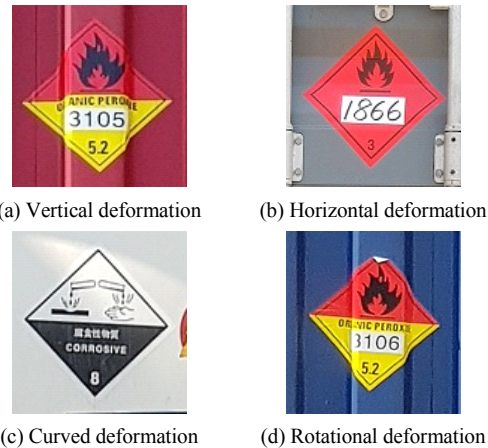


Fig. 3 Placard image deformation

플래카드에는 이처럼 다양한 변형이 존재하지만, 기본적으로 다이아몬드 형태를 유지하고 있으므로 45° 및 -45° 대각선 성분을 기준으로 관심 영역을 찾아낼 수 있다. 다만 다양한 변형을 흡수하기 위해서는 알고리즘의 적용 범위를 넓혀 유형 2 오류가 발생하지 않는 수준에서 후보 영역을 추출한 후, 추출된 후보 영역에 대한 검증을 통해 관심 영역의 수를 줄이거나 인식 단계에서 처리하는 것이 바람직하다. 이 논문에서는 일부 후보 영역을 검증을 통해 제거하고 제거되지 않는 영역은 인식 단계에서 처리하는 것으로 가정한다.

III. 관심 영역 추출

플래카드 인식에 사용되는 영상은 RGB 컬러 이미지로, 컨테이너 차량이 검사소를 통과할 때 자동으로 촬영된다. 촬영된 영상은 관리용으로 별도 저장될 수 있으므로 가능한 높은 해상도로 촬영할 예정이다. 영상 촬영 시점은 컨테이너 차량의 움직임에 따라 자동으로 결정

되므로 컨테이너 후면의 크기는 거의 일정하고, 따라서 영상에 포함된 플래카드 영역의 크기 역시 거의 일정한 것으로 가정할 수 있다. 또한 영상 획득을 위한 환경은 컨테이너 게이트로 통제 가능한 환경이므로 영상의 품질은 균일한 것으로 가정하였다.

실험 영상은 컨테이너가 검사를 통과하는 위치에서 임시 설치한 카메라로 촬영되었으며 컨테이너 후면 전체가 약 2000×2000 크기로 촬영되었다. 관심 영역 추출에서는 플래카드 내 내용이 아닌 대각선 성분을 기준으로 하므로 영상의 해상도가 높을 필요는 없다. 따라서 처리 속도를 높이기 위해 플래카드 영역이 100×100 전후 크기를 가지도록 영상의 크기를 원본 크기의 약 34%로 조절하여 사용하였다.

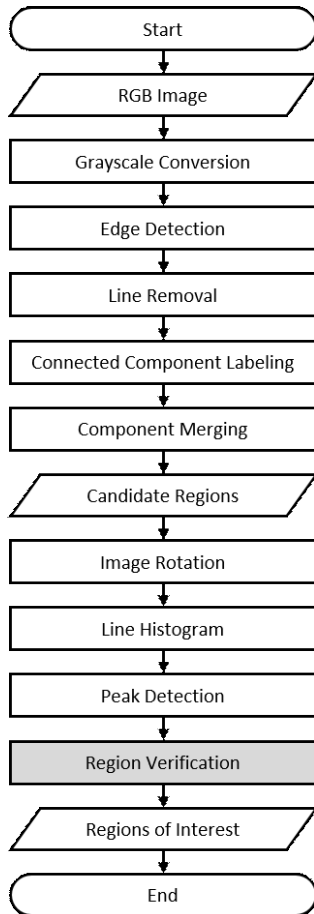


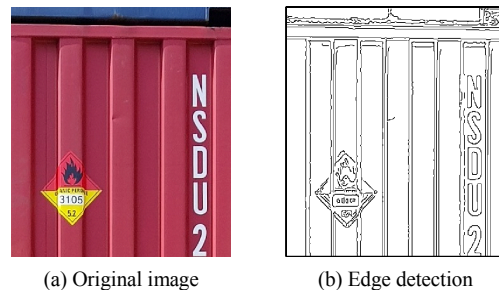
Fig. 4 ROI extraction process

그림 4는 관심 영역 추출 알고리즘의 흐름도를 나타낸 것으로, 대각선 성분을 기준으로 관심 영역을 추출할 수 있도록 기본적인 이미지 연산만을 사용하여 구성하였다[7-9].

입력되는 영상은 먼저 그레이스케일 이미지로 변환하고, 가우시안 필터링을 적용하여 잡음을 제거한 후, 캐니 경계선 검출기를 사용하여 경계선 검출을 시행하였다 (edge detection)(그림 5-(b)). 경계선 영상에는 컨테이너의 특성에 의해 수직 또는 수평선이 다수 존재하며 이는 관심 영역 분리에 방해가 되므로 연속된 수직 또는 수평선을 제거하였다(line removal)(그림 5-(c)). 수직선 제거는 동일한 x 위치에 검정색 픽셀이 5픽셀 이상 연속해서 y축 방향으로 존재하면 제거하는 방법을 사용하였으며, 수평선 제거 역시 이와 유사한 방법을 사용하였다.

수직 및 수평선 제거 과정에서 발생하는 작은 크기의 잡음은 픽셀 수를 기준으로 제거한 후 남아있는 경계선 성분들에 대해 8방향 연결 컴포넌트를 찾아내었다 (connected component labeling)(그림 5-(d)). 직선 제거 과정에서 플래카드의 경계선이 일부 제거되어 플래카드 전체가 하나의 영역으로 인식되지 않을 수 있다. 따라서 연결 컴포넌트의 바운딩 박스(bounding box)를 기준으로 인접한 영역을 병합하여 플래카드 영역이 하나의 영역이 되도록 하였다(component merging)(그림 5-(e)). 영역 병합은 플래카드 크기를 100×100으로 가정했을 때 10픽셀 이상 크기의 영역이 5픽셀 이내 거리에 있을 때 병합하는 규칙을 사용하였다.

마지막으로 병합한 영역 중 일정 크기 이상의 영역을 후보 영역으로 선정하였다(그림 5-(f)). 선정된 후보 영역에는 2개 이상의 플래카드가 포함될 수 있으므로 직선 성분을 기준으로 다시 세부 영역으로 나눈다.



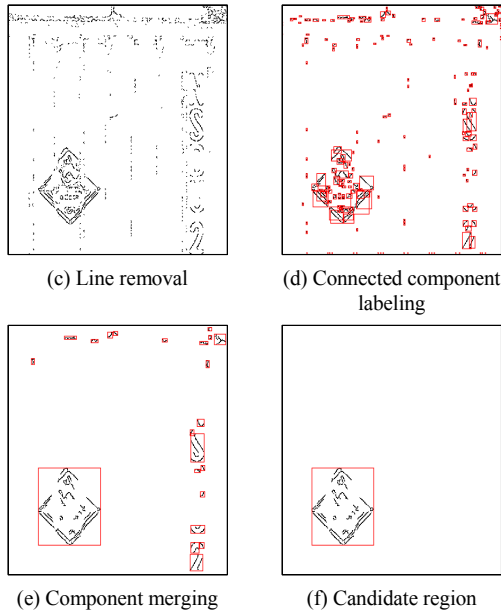


Fig. 5 Candidate region detection

그림 6은 후보 영역에 대한 영역 분할 및 검증 과정을 나타내고 있다. 그림 6-(a)에서 후보 영역에는 2개의 플래카드가 포함되어 있다. 후보 영역은 먼저 45° 회전시킨다(그림 6-(d)). 원 영상에서 대각선은 45° 회전시킨 영상에서 수직 또는 수평선으로 나타나므로 대각선에 비해 직관적인 분석이 가능하다.

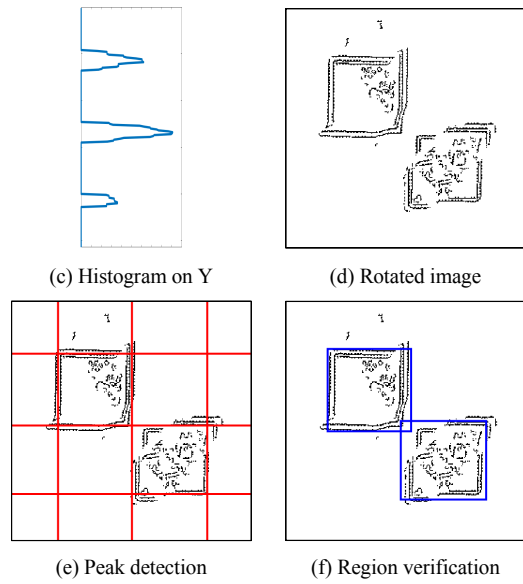
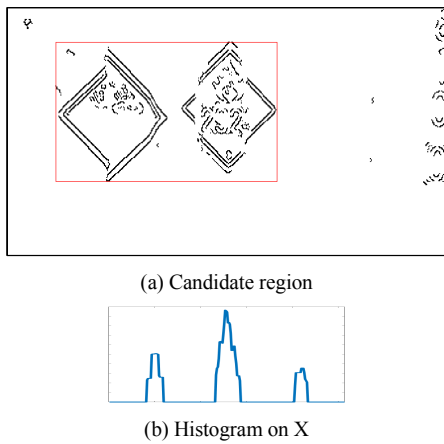


Fig. 6 Region separation

회전된 영상에 대해서는 x축과 y축 방향으로 직선 성분을 누적시킨 히스토그램을 구한다(line histogram)(그림 6-(b), (c)). 이때 히스토그램은 픽셀 수가 아닌 일정 길이 이상의 연속된 픽셀로 이루어지는 직선 성분의 수를 누적시켜 일정 길이 이상의 직선만이 강조되도록 하였다. 또한 영상 획득 상황에 따라 정확하게 수직 또는 수평선이 아닐 수 있으므로 인접한 위치의 픽셀 수를 함함으로써 회전 전 $45^\circ \pm \alpha$ 범위의 대각선 성분이 포함되도록 하였다. 구해진 히스토그램의 극부 최대 위치에서는 직선을 기대할 수 있다(peak detection)(그림 6-(e)). 하지만 피크 간격이 너무 작거나 큰 경우에는 플래카드가 존재할 수 없으므로, 피크 사이의 거리가 기준 크기 범위에 포함되는 경우에만 관심 영역 후보가 존재하는 것으로 판단하였다. 그림 6-(e)에서는 수평 방향으로 피크 1와 피크 2사이 그리고 피크 2와 피크 3 사이에 관심 영역 후보가 위치하며 수직 방향 역시 마찬가지이다. 이를 기준으로 관심 영역 후보는 모두 4개를 찾아낼 수 있다. 찾아진 관심 영역 후보는 실제 관심 영역인지를 검증할 수 있다(region verification). 하지만 관심 영역 후보의 검증은 관심 영역 추출부와 인식부 모두에 포함될 수 있으므로 인식부의 설계에 따라 달라질 수 있다. 이 논문에서는 관심 영역 후보의 경계 부분에 직선 성분의 존재 유무를 판단하여 최종 관심 영역을 결정하는 방법만을

적용하였다. 이 방법을 통해 그림 6-(f)에서는 그림 6-(e)의 4개 관심 영역 후보 중 2개의 관심 영역 후보만이 최종 관심 영역으로 확정되었다. 그림 7은 구해진 관심 영역을 원본 이미지에 표시한 것이다.

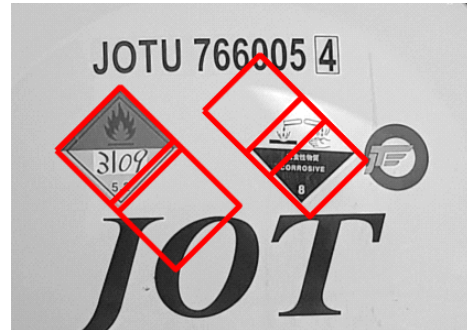


Fig. 7 ROI marking

제안하는 관심 영역 추출 방법을 실제 컨테이너 이미지에 적용한 결과 모든 테스트 이미지에서 플래카드 영역이 관심 영역에 포함되었다. 즉, 유형 2 오류는 발생하지 않았다. 반면 유형 1 오류는 일부 발생하였다. 총 24개의 플래카드가 부착된 15장의 컨테이너 영상과 플래카드 이외의 부착물이 있는 5장의 컨테이너 영상을 대상으로 실험한 결과 추출된 관심 영역 후보는 50개였지만, 영역 검증을 거친 최종 관심 영역은 39개로 약 1.6배로 나타났다. 영역 검증 과정에서 중첩된 영역 검사, 영역 내 구성 요소 검사 등의 추가 검증 도입을 통해 최종 관심 영역의 수를 더 줄일 수 있지만, 인식부와의 연계가 확정되지 않아 이 논문에서는 적용하지 않았으며 히스토그램 분석을 통한 직선 성분 검사만 적용하였다.

잘못된 관심 영역이 추출되는 경우 대부분은 그림 8-(a)과 같이 여러 개의 플래카드가 부착된 경우로 직선 성분 히스토그램의 임계치를 낮게 설정해서 발생하였다. 임계치를 높게 설정하면 잘못된 관심 영역의 수는 줄일 수 있지만, 플래카드 변형으로 인해 유형 2의 오류가 발생할 수 있으므로 영역 검증 또는 인식부에서 처리하도록 하였다.

잘못된 관심 영역이 추출되는 또 다른 예는 그림 8-(b)에서와 같이 플래카드가 기울어져 부착된 경우로 직선 성분 히스토그램에서 $45^\circ \pm \alpha$ 범위의 대각선 성분이 포함되도록 하여 비슷한 위치에서 여러 개의 피크가 발생했기 때문이다. 영역 중첩 검사를 통해 영역 병합이 가능하지만, 이 논문에서는 적용하지 않았다.



(a) Multiple placards in a candidate region (4 ROIs)



(b) Rotated placard (2 ROIs)

Fig. 8 Type II error in ROI extraction

IV. 결론

컨테이너 표면에는 화물의 위험성을 표시하기 위해 다양한 플래카드가 부착되며, 항만 자동화 시스템에서는 위험물 자동 관리를 위해 플래카드를 자동으로 인식할 수 있는 시스템을 필요로 한다. 이 논문에서는 플래카드 자동 인식을 위한 전단계로 관심 영역을 자동으로 추출하는 방법을 제시하였다. 플래카드는 그 종류가 많고, 다양한 변형이 존재하며, 데이터 획득이 쉽지 않아 학습이 필요한 알고리즘을 적용하기는 쉽지 않다. 이 논문에서 제안한 관심 영역 추출 방법은 플래카드가 다이아몬드 형태를 가지고 있다는 점을 이용하여 기본적인 이미지 연산만으로 관심 영역을 추출할 수 있었다. 제안하는 방법을 실제 컨테이너 영상에 적용했을 때 유형 2 오류는 발생하지 않았다. 일부 유형 1 오류는 더욱 엄밀한 영역 검증을 통해 줄일 수 있지만, 인식 단계와의 연동을 고려하여 대각선 성분 검사만을 적용하였다.

제안하는 방법이 관심 영역을 유형 2 오류 없이 찾아 내기는 하였지만, 이는 이미지의 특성과 연관성이 높다. 실험 영상은 야외에서 촬영된 것으로 실제 시스템이 설치될 장소에서 획득되는 영상과는 그 특성이 다를 수 있

다. 제안하는 방법은 대각선 성분의 유무가 영역 추출에 많은 영향을 미치므로 다양한 특성의 영상에서 대각선 성분에 민감한 경계선 검출기에 관한 연구가 보완되어야 할 것으로 생각된다. 또한, 영역 분할에서 대부분의 유형 1 오류가 발생하므로 히스토그램 생성 및 피크 검출 과정에서의 보완을 고려해볼 수 있다. 이러한 개선점에 대해서는 인식부와의 연동을 고려하여 현재 연구가 진행 중에 있다.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was a part of the project titled 'Development of source technology for volume calculation and placement automation of cargo to secure operational stability of RoRo vessel (20170037)', funded by the Ministry of Oceans and Fisheries, Korea.

REFERENCES

- [1] IMDG Code, International Maritime Organization [Internet]. Available: <http://www.imo.org/en/Publications/IMDGCode/Pages/Default.aspx>.
- [2] Z. Zhu, D. Liang, S. Zhang, X. Huang, B. Li, and S. Hu, "Traffic-Sign Detection and Classification in the Wild," in *Proceedings of the 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Las Vegas, NV, USA, pp. 2110-2118, 2016.
- [3] A. A. Sheikh, A. Kole, and T. Maity, "Traffic sign detection and classification using colour feature and neural network," in *Proceedings of the 2016 International Conference on Intelligent Control Power and Instrumentation*, Kolkata, India, pp. 307-311, 2016.
- [4] H. Oh, and E. Rhee, "Enhancement of Car License Plate Recognition Rate and Security with Rotation Algorithm," *Journal of Security Engineering*, vol. 13, no. 2, pp. 83-90, April 2016.
- [5] Y. J. Kim, and E. G. Kim, "Image based fire detection using convolutional neural network," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 20, no. 9, pp. 1649-1656, Sep. 2016.
- [6] H. S. Lee, and K. Kim, "Simultaneous Traffic Sign Detection and Boundary Estimation Using Convolutional Neural Network," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 19, no. 5, pp. 1652-1663, May 2018.
- [7] R. C. Gonzalez, and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, 4th ed. Pearson, 2017.
- [8] G. Heo, I. Lee, and Y. W. Woo, "ROI Extraction for Container Placard Recognition," in *Proceedings of the 2018 Fall Conference of Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Jeju, Korea, pp. 629-630, 2018.
- [9] W. J. Lee, "An Empirical Approach to Evaluate College Image Perception," *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, vol. 5, no. 1, pp. 57-66, Feb. 2015.



허경용(Gyeongyong Heo)

연세대학교 전자공학과 공학석사 (1996)
University of Florida 컴퓨터공학과 공학박사 (2009)
동일대학교 전자공학과 교수 (2012~현재)
※관심분야 : 인공지능, 패턴인식, IoT 시스템