

인공지능 기술 기반 전기도면의 심볼 검출에 관한 연구

김근형

동의대학교

geunkim@deu.ac.kr

A Study on the Symbol Detection in Electrical Diagrams based on Artificial Intelligence Technologies

Geun-Hyung Kim

Don-eui University

요약

4차 산업혁명의 기반이 되는 디지털 전환이 최근 다양한 산업영역에서 이루어지고 있다. 본 논문은 과거부터 축적된 종이 도면 또는 그림 형식의 아날로그 데이터를 디지털 공간에서 유용하게 활용하기 위해 종이 전기도면의 디지털 전환을 자동화하기 위해 도면의 디바이스(심볼) 검출을 인공지능 기술을 활용하여 수행한 실험 결과를 기술한다.

I. 서론

전기도면은 디바이스, 디바이스(심볼)간 연결 관계 및 디바이스와 연결 관계를 설명하는 텍스트로 구성된다. 본 논문에서는 기존 연구[1]와 달리 머신러닝을 이용한 영상의 객체 검출방법인 YOLO(You Only Look Once) [2] 기술을 전기도면의 심볼 검출에 적용하여 수행한 실험 결과를 기술한다. YOLO 기술을 활용하여 도면의 객체 검출 시 커다란 객체의 검출은 정확하나 작은 객체의 검출은 정확도가 낮았다. 이러한 문제를 해결 방법으로 작은 심볼을 확대하여 객체를 검출하는 방법 등을 실험하였으며 실험 결과를 기술한다.

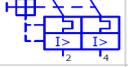
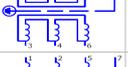
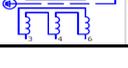
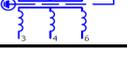
II. 본론

종이로 작성된 전기도면의 디지털 전환은 단순히 종이 도면을 스캔하여 이미지 파일로 전환하는 방법과 향후 물리공간의 변경 내용을 CAD(Computer-Aided Design) 툴을 통해 지속적인 유지 보수가 가능하도록 CAD 파일의 형태로 전환하는 방법이 존재한다. 본 논문에서는 딥러닝 기반 인공지능 기술을 활용하여 종이로 작성된 전기도면을 CAD 파일의 형태로 디지털 전환을 하는 과정에서 전기도면을 구성하는 디바이스(심볼)의 종류와 위치를 검출하였다.

종이 전기도면을 CAD 파일 형태로 전환하는 절차는 그림 1과 같다. 디지털 이미지 파일로부터 심볼을 검출한 후 심볼을 제외한 전기도면에서 심볼 간 연결 상태를 표현하는 선의 검출과 심볼 및 연결에 대한 설명을 기술한 텍스트를 검출한 후 세 가지의 검출 결과 정보를 조합하여 최종적으로 CAD 파일을 구성하게 된다. 본 논문의 내용은 그림 1의 심볼 검출(점선 박스)에 관한 것이다.

실험에 사용한 전기도면의 심볼은 IEC(International Electro-technical Commission) 60617 [3] 표준 규격에서 정의된 것이다. IEC 60617 표준은 전기도면에 사용하는 약 1,900개의 심볼을 규정하고 있다. 전기도면의 심볼을 검출하기 위한 실험은 구글 Colab에서 수행하였으며 YOLOv5[4] 아키텍처 모델 중 가장 가벼운 모델인 YOLOv5s를 사용하여 실험하였다. 실험에 사용한 심볼은 스위치 10개, 변압기 5개, 전력용 차단기 6개와 전력용 차단기와 모양이 유사한 연동형 릴레이 1개를 사용하였으며, 본 논문에서 사용한 대표적인 그래픽 심볼 예를 표 1에 나타냈다.

표 1. 실험에 사용된 대표적인 그래픽 심볼

심볼	설명	심볼	설명
	릴레이 NC 접점		3 위치 선택 스위치
	릴레이 NO 접점		선택 스위치
	2극 몰드 케이스 회로 차단기		전력용 차단기
	2극 전력용 차단기		3극 전력용 차단기
	3상 변압기		단상 변압기
	%0상 변압기		%0상 변압기 Y-Y 접속

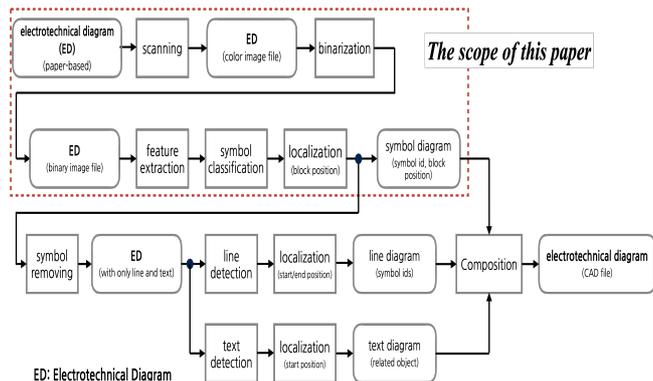


그림 1. 종이 전기도면의 디지털 전환 흐름도

작은 심볼의 검출 정확도 측정을 위해 2500x1406 해상도의 학습 도면 30장, 검증 도면 6장, 테스트 도면 4장을 10 개의 작은 스위치 심볼을 조합하여 만들어 사용하였다. 작은 심볼을 검출하기 위한 하이퍼 파라미터는 다음과 같이 설정하였다. YOLOv5의 기본 하이퍼 파라미터에서 fliplr(좌우 반전 확률) 값을 0으로 변경하였고 scale 값이 0.5로 설정된 경우 심볼이 검출이 어려울 정도로 크기가 작아져 0.2로 변경하였다.

```
scale: 0.2 # image scale (+/- gain)
shear: 0.0 # image shear (+/- deg)
perspective: 0.0 # image perspective (+/- fraction), range 0-0.001
flipud: 0.0 # image flip up-down (probability)
fliplr: 0.0 # image flip left-right (probability)
mosaic: 0.5 # image mosaic (probability)
mixup: 0.0 # image mixup (probability)
copy_paste: 0.0 # segment copy-paste (probability)
```

그림 2. 심볼 검출 시 설정한 하이퍼 파라미터 값

그림 2는 YOLOv5를 사용할 때 사용한 하이퍼 파라미터 값이며 학습한 모델의 confusion matrix는 그림 3과 같다. 하이퍼 파라미터 값을 변경하였을 때 릴레이 NO 접점 심볼(MC_S)과 리미트 스위치(LS_SSEND)의 구분 검출 정확도가 향상되었다.

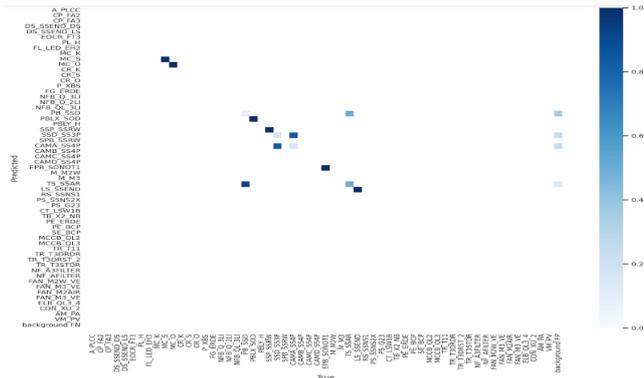


그림 3. 작은 심볼 대상 학습 모델의 confusion matrix

학습 모델을 4 개의 테스트 도면에 적용한 결과 그림 4와 같이 모든 심볼을 정확하게 검출하였다.

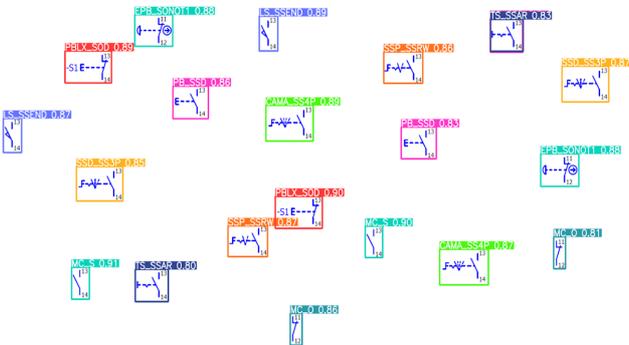


그림 4. 작은 심볼 테스트 도면에서 심볼 검출 결과

큰 심볼의 검출 정확도를 실험하기 위해 2500x1406 해상도의 도면을 20 장을 제작하고 학습 도면으로 15장, 검증 도면으로 3장, 테스트 도면으로 2장을 사용하였다. 학습 도면을 사용하여 얻은 학습 모델을 테스트 도면에 적용하였을 때 심볼 검출 결과는 그림 5와 같다.

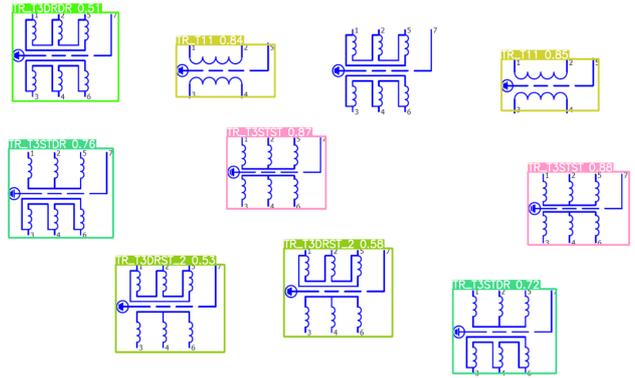


그림 5. 큰 심볼 테스트 도면에서 심볼 검출 결과

큰 심볼에 대해 학습시킨 학습모델에 대해 2 장의 테스트 도면에서 심볼 검출을 수행하였는데 하나의 테스트 도면의 심볼은 정확하게 검출이 되었고 두 번째 테스트 도면에 대한 심볼 검출 결과는 그림 5와 같이 3상 변압기 하나가 검출되지 않았다.

이러한 결과는 학습 데이터 도면의 수가 적어서 발생한 것으로 학습 도면을 30 장으로 늘린 후 검증 도면 6장, 테스트 도면을 4장으로 실험한 결과 모두 정확하게 검출되었다. YOLOv5 문서에 따르면 심볼의 수가 클래스 당 1,500개 이상이 되어야 한다고 권장하며 최적을 학습을 위해 클래스의 인스턴스가 10,000개 이상 필요하다고 기술되어 있다. 최종적으로 작은 심볼과 큰 심볼로 구성된 테스트 도면에서 심볼의 검출도 정확하게 검출하였다. 그러나 학습 모델을 실제 전기도면에 대해 심볼을 검출한 경우 검출되지 않는 심볼이 존재하였다.

III. 결론

본 논문에서는 실시간 영상 인식 사용되는 YOLOv5 기술을 전기도면의 심볼 검출에 적용하였다. 전기도면을 구성하는 심볼을 작은 크기의 심볼과 상대적으로 큰 심볼로 구분하고 심볼로 구성된 전기도면을 생성하여 검출 실험을 하였다. 심볼로만 구성된 도면으로 학습한 학습모델은 심볼로만 구성된 테스트 도면의 심볼은 하이퍼 파라미터의 조정만으로 정확하게 검출이 가능하였으나 학습모델을 실제 전기도면에 적용하여 심볼을 검출한 경우 검출 정확도가 높지 않았다. 향후 최근 개발된 YOLOv7 구조를 실제 전기도면에 적용하여 학습 모델을 개발하고 회선 및 텍스트 검출 결과와 조합 기술을 연구할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 정부(과학기술통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(No. NRF-2021R1F1A1047573)이며 실험을 수행한 블록체인 기술연구소 황희철 연구원께 감사를 표합니다.

참고 문헌

- [1] S. V. Blameyko, S. Uchida, "Recognition of Engineering Drawing Entities: Review of Approaches," International Journal of Image and Graphics, Vol. 7, No. 4, pp. 703-733, 2007.
- [2] J. Relmon, S. Divvala, R. Gishick, A. Farhadi, "You Only Look Once: Unified Real-Time Object Detection," Proceeding of Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) 2016, pp. 779-788, 2016.
- [3] IEC 61617 database, "IEC 61617 - Graphical Symbols for Diagrams," 2022, (<https://std.iec.ch/iec60617>).
- [4] G. Jocher, "YOLOv5 Documentation," May, 2020, (<https://docs.ultralytics.com>).