

안정적인 점자블록의 인식을 위한 YOLOv5와 평균 해시

매칭 기법 연구

안소명¹ · 성민우¹ · 강준구² · 바제네자 발렌틴² · 이영석³¹강남대학교 소프트웨어응용학부 대학생, ²강남대학교 IoT전자공학과 대학생,³강남대학교 KNU참인재대학 교수

{sso.mmyeong, okekdma2, engineerJKK, bajeneza13}@gmail.com, yslee38@kangnam.ac.kr

A Study on YOLOv5 and Mean Hash Matching Method for Stable Braille Block Recognition

Somyeong Ahn¹ · Minwoo Sung¹ · Junekoo Kang² · Valentin BAJENEZA² · Youngseok Lee³¹Undergraduate student, School of Software Application, Kangnam University²Undergraduate student, Department of IoT Electronic Engineering, Kangnam University³Professor, KNU College of Liberal Arts and Sciences, Kangnam University

요 약

시각장애인이 안전하게 다닐 수 있도록 사람들이 통행하는 바닥에는 점자블록이 설치되어 있다. 영상처리를 이용한 기존 보행 보조 장치 연구의 경우 다양한 요인에 의해 색이 변하거나 손상된 점자블록을 인식하는데 어려움이 발생한다. 따라서 본 연구에서는 작은 객체도 높은 정확도로 빠르게 인식하는 YOLOv5 모델과 평균 해시 매칭 기법을 활용하여 실시간 객체 검출과 안정적인 점자블록 인식 운영 기법을 제시한다. YOLOv5를 통해 점자블록을 학습 시키고, 학습된 모델을 바탕으로 검출한 점자블록의 Bounding Box 중앙 좌표값을 기준으로 관심 영역을 설정한 뒤, K-means 군집 기법을 통해 RGB 최대·최소값을 구하여 효율적인 이진화를 진행한다. 이러한 인식 기법을 통해 이진화된 Bounding Box를 평균 해시 매칭을 통해 이진법으로 배열화된 패턴을 활용하여 정확도를 높여 보조 보행 장치 연구에 기여하고자 한다.

1. 서 론

시각장애인은 보행 시 여러 요인으로 인하여 이동의 불편함과 위험에 처할 수 있다. 이를 위해 시각장애인들은 보행 시 장애물이나 위험 요소로부터 점자블록을 이용하여 안전하게 보행할 수 있도록 교육을 받는다. 하지만, 다양한 요인에 의해 색이 변하거나 손상된 점자블록으로 인한 보행에 어려움이 발생한다.

이러한 어려움을 해결하기 위한 기존 시각장애인 보행 보조 관련 연구들에서는 대부분 지하철이나 실내 위주의 점자블록 연구가 이루어졌는데, RGB 값, HSV 값을 이용하여 정해진 색 검출만을 이용하였다[1].

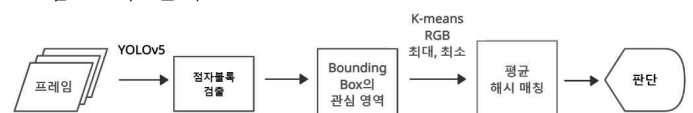
또한, 색채 변환 모듈을 사용하여 이진화를 진행한 평균 해시 매칭으로 점자블록 패턴 인식 시스템[2]과 점자블록 패턴 분류[3]의 연구가 이루어졌는데, 이러한 경우 카메라 영상 속 다른 곳에 점자블록과 비슷한 색상이 검출될 때와 다양한 요인에 의해 손상되고, 노후화로 인한 색이 바랜 점자블록의 경우 인식의 어려움이 발생한다.

실시간 객체 탐지 기법 YOLO를 통한 점자블록 연구[4]에 경우 다양한 점자블록 상황에 대해 판단하는 한계점이 발생하였다.

본 연구에서는 이러한 문제점들을 보완하기 위해 안정적인 점자블록의 인식을 위한 YOLOv5와 평균 해시 매칭 기법을 더한 알고리즘을 제시하고자 한다.

2. 안정적인 점자블록 탐지 기법 설계

본 연구에서 제안하는 안정적인 점자블록 탐지 기법은 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 점자블록 탐지 기법의 절차

제안하는 점자블록 탐지 기법을 간략히 설명하면 첫째, 카메라를 통해서 입력된 실시간 프레임을 YOLOv5에 전송한다. 둘째, YOLOv5에서 점자블록이 검출됐을 경우 Bounding Box의 중앙을 관심 영역으로 설정한다. 셋째, RGB 값을 K-means 군집 기법을 통해 3개의 군집으로 나눈다. 넷째, 군집 중앙값의 최대·최소값을 이용하여 이진화를 진행하고, 마지막으로 이진화된 이미지를 평균 해시 매칭 기법을 이용하여 점자블록의 상태를 판단한다.

2.1. YOLO (You Only Look Once)

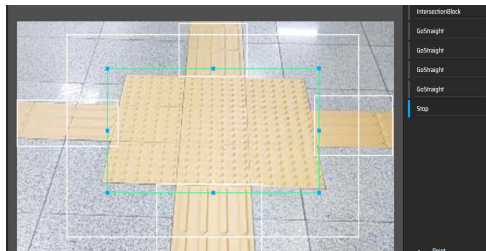
기존의 YOLOv3가 FPS(Frame per seconds)는 높은 반면에 mAP(mean Average Precision)는 비교적 낮은 모델이었다[4]. 하지만 YOLOv5는 FPS와 mAP 측면에서 모두

뛰어난 성능을 발휘하고, 작은 객체도 높은 정확도로 빠르게 인식하는 데 유용하며 색 인식과 패턴 인식이 가능하기 때문에 YOLOv5를 사용하고자 한다[5].

2.2. 이미지 데이터 수집과 학습 과정

YOLOv5 학습을 위해 직접 촬영한 이미지와 Github[6]에서 데이터를 수집하였으며, 이미지 데이터 중 점자블록은 500장, 횡단보도와 신호등은 1,500장을 학습시켰다.

실시간 객체 탐지 기법 학습을 위한 이미지 Labeling 작업은 Makesense.ai 사이트를 이용하여 <그림 2>와 같이 실시하였다[7].



```
3 0.518868 0.488584 0.773585 0.865572
6 0.892099 0.444994 0.206368 0.255313
6 0.509434 0.847558 0.278302 0.304883
6 0.133844 0.434615 0.267689 0.197193
6 0.519458 0.121182 0.180425 0.226253
5 0.520047 0.466789 0.561321 0.531382
```

<그림 2> Makesense.ai를 이용한 라벨링 작업 예시

Labeling 작업 후 이미지 학습을 위해서는 Labeling 된 이미지를 TXT 파일로 변환해 주어야 한다. <그림 2>의 아래 TXT 파일을 살펴보면 5개의 값이 나타난다. 첫 번째 3, 5, 6은 Labeling 번호를 뜻하며, 두 번째는 좌표 X 값, 세 번째는 좌표 Y 값, 네 번째 값은 너비, 다섯 번째 값은 높이를 뜻한다.

학습 사진은 점자블록 500장 중 350장, 횡단보도와 신호등 1,500장 중 1,000장이며, 검증 사진은 점자블록 150장, 횡단보도와 신호등 500장이다.

총 학습 횟수는 60회로 설정하였으며, 한 번 학습에 소요된 시간은 평균 2분 8초이고, 60회 학습이 진행된 시간은 2시간 22분이 소요되었다.

시각장애인의 보행 편의를 위하여 점자블록은 감지용 점형블록과 유도용 선형블록을 사용한다[1, 3]. 선형블록은 표시하는 길을 따라 걸을 수 있도록 유도하는 역할을 하고, 점형블록은 시각장애인에게 위험을 알리는 표시로 멈추게 하거나 돌아가도록 하는 표시의 기능을 한다[1, 3]. 본 연구에서는 점자블록을 점형블록과 선형블록, ‘삼거리’, ‘사거리’ 블록으로 나누어 학습 시켰다.

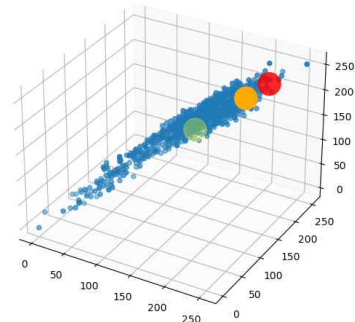
학습 결과 점형블록과, 선형블록에서 90%의 정확도가 나왔지만, 점형블록과 선형블록이 합쳐진 ‘삼거리’, ‘사거리’ 블록에서는 70%의 정확도가 나왔다. 이에 비교적 정확도가 낮은 ‘삼거리’와 ‘사거리’ 블록을 평균 해시 매칭 기법을 통해 정확도를 향상시키고자 한다.

2.3. K-means

카메라를 통해 점자블록을 인식해야 하는 보조 보행 장치의 경우 즉각적인 상황에 맞게 대응해야 한다. 이에

본 연구에서는 점자블록의 RGB 값이 실시간으로 변화함에 따라 빛에 강인하도록 K-means 군집 기법을 사용하여 이진화를 진행하였다.

YOLOv5로 검출된 점자블록의 관심 영역 RGB 값을 K-means 군집 기법을 이용하여 3개의 군집 중심값을 추출하였으며, 관심 영역 RGB 값 분포도는 <그림 3>과 같이 시각화하였다.

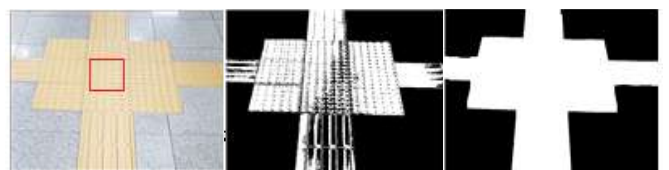


<그림 3> 관심 영역 RGB 값 분포도 및 군집 중심값

추출된 군집 중심값의 위치를 3개의 원으로 표시하였으며, <그림 3>에 따르면 점자블록의 주요 RGB 값을 기준으로 3개의 군집 중심값이 형성되어 있는 것을 확인할 수 있다. 이에 따라 군집 중심값의 최댓값(빨간색)과 최솟값(노란색)을 기준으로 이진화를 진행하여 빛에 강인하도록 하였다.

2.4. 관심 영역을 이용한 이진화 기법

YOLOv5에서 객체를 검출하면 Bounding Box가 이미지 상에 나타나며, Bounding Box의 중앙 좌표를 기준으로 10x10 사각형 형태의 관심 영역을 설정한다. 이러한 관심 영역은 K-means 군집 기법을 통해 나타난 RGB의 최대·최솟값을 바탕으로 <그림 4>와 같이 이진화 처리한다.



<그림 4> 관심 영역 설정과 이진화 처리

이러한 인식 기법을 통해 빛의 영향을 받아 실시간으로 변화하는 RGB 값에 의한 이진화 문제를 관심 영역을 기준으로 이진화를 진행하기 때문에 유동적으로 대응해낼 수 있다.

2.5. 평균 해시 매칭을 통한 이미지 패턴 인식

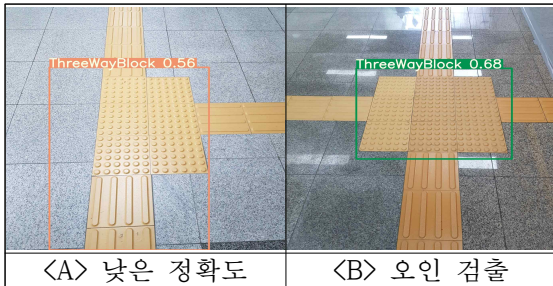
본 연구에서는 YOLOv5를 이용한 점자블록 검출과 평균 해시 매칭을 통한 이미지 패턴 인식을 함께 진행하여 점자블록의 검출 정확도를 향상하고자 한다.

평균 해시 매칭을 통해 가로, 세로 비율과 무관하게 특정 크기로 축소하였으며, pixel 전체의 평균을 계산한 뒤 각 pixel이 평균보다 작으면 0, 크면 1로 바뀌게 하였다.

이렇게 이진화된 pixel 값을 5x5 배열 형태로 나타냈으며, 점자블록의 ‘삼거리’, ‘사거리’ 블록을 평균 해시 매칭을 이용하여 이미지 패턴으로 인식하였다.

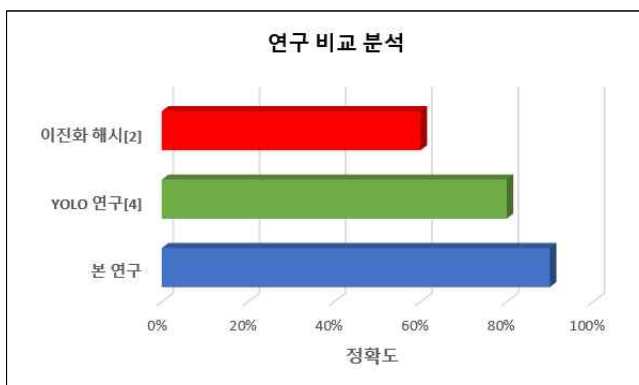
2.6. 실험 결과

본 연구에서 학습된 YOLOv5 모델의 실험 결과 점형블록과 선형블록이 합쳐진 ‘삼거리’, ‘사거리’ 블록에서 검출 성능 저하 문제가 발견되었으며, 이에 관한 표는 <표 1>과 같다.



<표 1> 낮은 정확도와 오인 검출

<표 1>의 문제 해결을 위해서는 YOLOv5를 통해 검출된 점자블록을 Bounding Box 처리하고, Bounding Box의 중앙 좌표를 기준으로 관심 영역을 설정한다. 또한, 관심 영역의 RGB 값을 빛에 강인하도록 K-means 군집 기법 사용하여 최대-최소값을 검출하였으며, 검출된 값을 통해 높은 정확도로 이진화를 진행하였다. 이진화된 pixel 집합을 평균 해시 매칭 기법으로 이미지 패턴을 판단하여 해결하였다. 이를 통해 기존 연구와의 검출 정확도 비교 실험 결과는 <그림 5>와 같다.



<그림 5> 검출 정확도 비교

이진화 해시 연구[2]의 경우 실외에서 점자블록의 빛 반사나 주변 색의 영향으로 이진화 시 노이즈로 인한 해시 매칭이 불가능한 상황이 발생하였다. 또한, YOLO 연구[4]의 경우 ‘삼거리’, ‘사거리’ 블록은 점형블록과 선형블록이 합쳐져 만들어졌기 때문에 오인 검출 상황이 발생하였다. 본 연구에서 제안하는 인식 기법을 사용했을 때에는 기존 연구 이진화 해시 연구[2]에 비해 30% 더 높은 정확도를 나타냈고, YOLO 연구[4]에 비해서는 10% 더 높은 정확도를 보였다. 점자블록의 심한 훼손 시에는

검출 성능 저하의 문제가 나타났지만, 기존 연구에 비해서는 정확도가 향상된 것을 확인할 수 있었다.

3. 결론

본 연구에서는 컴퓨터 비전 기술을 이용하여 시각장애인의 보행을 보조해 주는 기법을 제안한다. 실시간 객체 검출과 이진화를 통한 평균 해시 매칭 기법을 더해 안정적인 점자블록 인식 운영 기법을 제안하였으며, 실험 결과에서 나타난 다양한 요인에 의해 손상되고, 색이 바랜 점자블록에서도 높은 정확도 결과를 통해 기존 연구들보다 우수한 성능을 나타냈다. 제안하는 기법을 활용한다면, 시각장애인이 자립하여 걷기 위한 보행 보조 장치 연구에 기여할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 최상범, 윤여수, 이원영, 박현준. “점자블록 인식을 이용한 횡단보도 보행자 안전 시스템”. 한국정보통신학회 종합학술대회 연구집, 23(2), pp 351-354, 2019
- [2] 양규식, 양준기, “시각 장애인을 위한 점자블록 패턴 인식 시스템이 구비된 지팡이”, 특허 출원 번호 10-2016-003643, 출원일 2016.1.12., 등록일 2017.02.17.
- [3] 김정빈, 정경훈, “시각장애인 보행 유도를 위한 점자블록 패턴 분류”, 대한전자공학회 학술대회, pp356-359, 2020.11
- [4] 오세량, 배영철, “YOLO V3 기반의 시각장애인을 위한 유도 블록 인식 알고리즘”, 한국지능시스템학회 연구지, pp 60-67, 2021.2
- [5] 조영완, 이명학, 김대희, & 이재구. “깊은 신경망 기반 객체 인식기를 활용한 교통 약자 인식”, 한국통신학회 학술대회연구집, pp1402-1403, 2020
- [6] Samuel Yu. (2019, July). ImVisible: Pedestrian Traffic Light Dataset, LytNet Neural Network, and Mobile Application for the Visually Impaired <https://github.com/samuelyu2002/ImVisible>
- [7] Piotr Skalski. 2019. makesense.ai. <https://www.makesense.ai/>