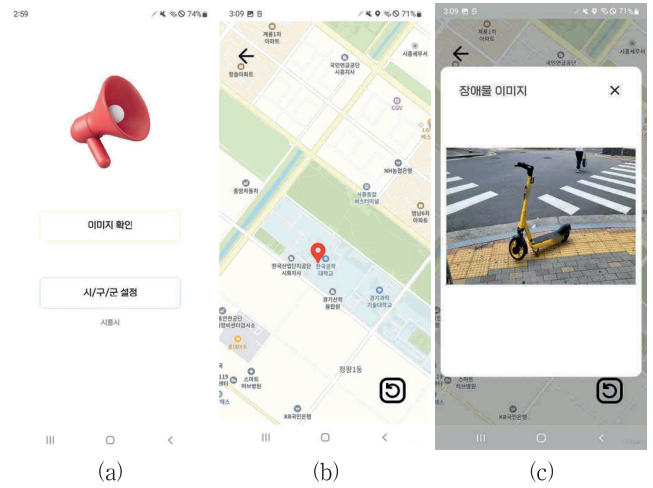


[그림 2] 동작 순서



[그림 5] 사용자 및 관리자 App

하게 반영할 수 있다. 점자블록과 장애물은 각각 다음과 같은 형태로 표현된다.

$$[x_1, y_1, x_2, y_2, x_3, y_3, \dots, x_n, y_n] \quad [1]$$

여기서 (x_n, y_n) 는 객체의 꼭짓점 좌표를 나타낸다. 객체 간 겹침 여부는 세 단계로 구성된 알고리즘에 의해 판단된다. 알고리즘의 동작 순서는 [그림 2]와 같다.

[그림 2]에서 볼 수 있듯이, 먼저 두 다각형의 최소 및 최대 x, y 좌표를 이용하여 Bounding Box의 위치를 계산하고, 이들이 물리적으로 겹치지 않는 경우에는 겹침이 없는 것으로 간주한다. 다음으로, 두 다각형의 변(edge)을 순차적으로 비교하여 선분 간 교차 여부를 검사한다. 만약 어느 한 쌍의 변이라도 교차할 경우, 두 객체는 공간적으로 겹친 것으로 판단한다. 마지막으로, 한 다각형의 모든 꼭짓점이 다른 다각형 내부에 포함되는지를 확인하여 포함 여부를 판단한다. 이 세 가지 절차를 통해 점자블록 위에 장애물이 존재하는지 정밀하게 분석할 수 있다.



[그림 3] (좌) 장애물이 있는 경우 (우) 인식 결과



[그림 4] (좌) 장애물이 없는 경우 (우) 인식 결과

실제 검출 결과는 [그림 3]과 [그림 4]에 제시되어 있다. 장애물 유무에 따라 시스템이 “Obstacle is present” 또는 “No obstacle on the braille block” 메시지를 정확히 출력함을 확인할 수 있다.

사용자용 애플리케이션 구현 결과는 [그림 5]에 나타나 있으며, 초기 화면[그림5-(a)]과 장애물 위치를 지도에 표시하는 기능[그림5-(b)], 해당 지점의 실제 이미지 제공 화면[그림5-(c)]으로 구성된다. 이를 통해 시각 장애인 및 관리자가 현장 상황을 직관적으로 인지하고 대응할 수 있다.

III. 결론

본 논문에서는 점자블록 위 장애물을 자동 검출하고 실시간 알림을 제공하는 시스템을 제안하였다. YOLOv8 기반 Polygon Segmentation을 통해 객체 형상을 정밀하게 인식하고, 겹침 판단 알고리즘으로 장애물 여부를 정확히 판별하였다. 검출 결과는 Firebase를 통해 애플리케이션에 실시간 전송되며, 시각장애인은 보행 중 장애물을 사전에 인지할 수 있다. 이를 통해, 보행 안전성 향상과 스마트 보행 환경 구현에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

향후 연구에서는 킥보드, 자전거 외에도 다양한 장애물 유형을 인식할 수 있도록 모델을 확장할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2025년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (RS-2024-00415938, 2024년 산업혁신인재성장지원사업)

참 고 문 헌

- [1] 국민권익위원회, “‘화장실 불편하고 점자블록 부실해’ 장애인 편의시설 민원 빈발,” 국민권익위원회 보도자료, Apr. 25, 2024. [Online]. Available: https://www.acrc.go.kr/board.es?mid=a10402010000&bid=4A&act=view&list_no=69570&tag=&nPage=1
- [2] D.-s. Lee, S.-h. Kim, and S.-k. Kwon, “Guidance for visually impaired person through Braille block detection by deep learning,” Journal of Multimedia Information System, vol. 9, no. 4, pp. 253 – 260, Dec. 2022.
- [3] Ruixue Zhu, Fengqi Hao, and Dexin Ma, “Research on Polygon Pest-Infected Leaf Region Detection Based on YOLOv8,” Agriculture, vol. 13, no. 12, article 2253, Dec. 2023.