

영상기반 에스컬레이터 사고 감지 기술

Image-based Escalator Accidents Detection Technology

임재호*†, 최성록*, 이재영*, 임을균*, 조재일*, 안세영**, 이호담**, 이상재**

Jaeho Lim*†, Sunglok Choi*, Jae-Yeong Lee*, Eul-Gyoon Lim*, Jae-Il Cho*, Saeyeong Ahn**,
Hodam Lee**, Sangjae Lee**

초 록 철도역사 내에서 발생하는 역내전도 사고 중 대다수는 에스컬레이터 이용도중 일어나는 사고이다. 본 논문에서는 에스컬레이터에서 사고가 발생 시 이를 즉각 감지할 수 있는 지능형 인지 기술을 제안한다. 제안한 기술은 철도역사 내에 설치되어 있는 CCTV에서 획득한 영상을 분석하여 에스컬레이터 역주행과 전도 사고를 실시간으로 감지하고 알람을 울려서 관리자가 골든타임 내에 사고를 조치하고 전파하도록 할 수 있다. 본 기술을 동대구역 역사 내에 설치된 테스트베드에서 획득한 영상 데이터셋에 적용한 결과, 검출율 약 82%, 오보율 약 20%의 성능을 갖는 것을 실험적으로 확인할 수 있었다.

주요어 : 에스컬레이터 사고, CCTV, 지능형 인지 기술, 철도역사

1. 서 론

철도 여객 사고유형 중 역사 내에서 넘어지는 “역내전도” 사고는 전체 여객사고의 약 14.6%를 차지하고 있으며, 이중에 37.8%가 에스컬레이터에서 발생하고 있다 [1]. 에스컬레이터에서 발생하는 사고는 사고의 특성상 연쇄적으로 후속 사고들이 발생하는 경우가 빈번하므로 후속 사고들이 발생하기 전 골든타임 내에 사고 조치를 하는 것이 매우 중요하다 [2]. 현재 철도역사 내에는 여러 대의 CCTV가 설치되어 운용되고 있지만 전문 모니터링 요원이 없거나 있어도 1인이 커버하는 CCTV의 갯수가 과다하여 실질적으로 관리자가 CCTV 영상을 통해 사고를 인지하여 골든타임 내에 사고 조치를 하고 전파하는 것이 불가능한 실정이다. 따라서 CCTV에서 획득된 영상을 자동으로 모니터링하고 사고

를 감지하여 관리자가 빠르게 대처할 수 있다면 현재 철도역사 내에서 발생하고 있는

획득된 영상을 자동으로 모니터링하고 사고를 감지하여 관리자가 빠르게 대처할 수 있다면 현재 철도역사 내에서 발생하고 있는 사고를 획기적으로 줄일 수 있을 것이다.

본 논문에서는 CCTV에서 획득한 영상을 기반으로 이를 분석하여 에스컬레이터 역주행 및 전도 사고를 실시간으로 감지할 수 있는 지능형 인지 기술을 제안한다. 그리고 동대구역 역사 내에 설치된 테스트베드에서 획득한 영상 데이터셋에 제안한 기술을 적용하여 성능평가를 수행한다.

2. 본 론

2.1 Dense Optical Flow 알고리즘 적용

Optical Flow는 연속된 2개의 영상 사이의 가시적인 동작 패턴을 의미하며 해당픽셀별 이전 프레임에서의 위치(상대좌표)를 벡터값으로 반환하는 알고리즘이다 [3]. 에스컬레이터에서 발생하는 사고를 감지하는 문제는 Optical Flow 알고리즘을 이용하여 접근할

† 교신저자: 한국전자통신연구원 지능형
로봇시스템연구그룹
(jh.lim@etri.re.kr)

* 한국전자통신연구원 지능형로봇시스템연구그룹

** 한국철도공사연구원 스마트경영연구처



Fig. 1 영상기반 에스컬레이터 사고 감지 적용 예

수 있다. 본 논문에서 제안하는 영상기반 에스컬레이터 사고 감지 기술은 CCTV를 통해 전달받는 에스컬레이터 영상들에 Dense Optical Flow 알고리즘을 적용하여 에스컬레이터와 그 위에 위치한 사람 및 물체들의 움직임 변화 정보를 획득하고 이를 분석하여 사고를 감지한다. 구체적으로 움직임 변화 정보는 각 픽셀별 각도 변화 정보를 의미하며 이 각도가 일정 각도(e.g. 30 ~ 150도)에 해당하는 픽셀영역을 사고 후보 blob으로 생성한다. 그리고 이 후보 blob이 일정 크기(e.g. 3500 pixels)와 시간(e.g. 3 frames) 이상으로 유지되면 최종적으로 사고 blob으로 감지한다.

2.2 3D 공간정보 적용

하지만 후보 blob에서 사고 blob을 선정하기 위해 적용하는 일정 크기 임계치를 획일적으로 적용하게 되면 영상의 상단에서 발생하는 사고는 전혀 감지할 수 없는 문제가 발생한다. 원인은 동일 물체라도 카메라에서 가까운 위치일수록 더 크게, 먼 위치일수록 더 작게 영상으로 투영되어 발생하는 원근왜곡(Perspective distortion) 때문이다. 본 논문에서는 이를 해결하기 위하여 3D 공간정보를 이용하였다. 3D 공간정보는 카메라 파라미터를 알면 핀홀카메라 모델을 이용하여 도출할 수 있다. 이 3D 공간정보를 이용하여 영상의 하단에서 상단으로 갈수록 큰 값을 가지는 가중치 마스크를 생성하였으며 이 가중치 마스크를 후보 blob 중 일정 크기이하를 필터링하는 일정 크기 임계치를 normalization 하는 데에 사용하였다.

2.3 성능 평가

본 기술을 동대구역 역사 내에 설치된 테스트베드에서 획득한 영상 데이터셋 검증을 통해 성능을 평가 하였으며 그 결과, 검출율 약 82%, 오보율 약 20%의 성능을 나타내는 것을 실험적으로 확인할 수 있었다.

3. 결론

본 논문은 영상기반 에스컬레이터 사고 감지 기술을 제안하였다. 제안한 기술은 관리자가 사고 후속조치 및 전과를 빠르게 수행할 수 있도록 하여 철도역사 내에서 발생하는 에스컬레이터 사고를 획기적으로 줄일 수 있을 것으로 기대되며 CCTV 외에 추가적인 센서 및 장치들이 필요하지 않아서 경제성도 갖추었다고 볼 수 있다.

후 기

본 연구는 국토교통부와 국토교통과학기술진흥원의 연구과제(철도역사 안전관리 자동화 및 설계 최적화 기술 개발, 17RTRP-B088249-04)에 의해서 수행되었음.

참고문헌

- [1] 이재영 외 (2015), 철도역사 환경에서의 지능형 인지기반 안전관리 자동화 연구, 2015년도 한국철도학회 추계학술대회.
- [2] 임재호 외 (2017), 에스컬레이터 사고 감지를 위한 영상데이터셋 구축, 제12회한국로봇종합학술대회(KRoC'17).
- [3] https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_flow