

다채널 실시간 철도역사 선로/승강장 이상상황 인지기술

Multi-channel Real-time Abnormality Detection in Train Platforms and Railways

최성록*[†], 이재영*, 임재호*, 조재일*, 안세영**, 이호담**, 이상재**

Sunglok Choi*[†], Jae-Yeong Lee*, Jaeho Lim*, Jae-Il Cho*,

Saeyoung Ahn**, Hodam Lee**, Sangjae Lee**

초 록 철도역사의 선로와 승강장은 선로침입, 열차끼임과 같이 사망이나 중상에 이를 수 있는 사고가 일어나는 장소이다. 본 논문에서 선로와 승강장에서 사고를 예방하고 사고 발생 시 빠르게 대처할 수 있는 지능형영상감시시스템(intelligent visual surveillance; IVS)을 소개한다. 철도역사의 많은 CCTV 영상을 실시간으로 처리하기 위한 컴퓨팅 자원의 제약과 기존 시스템이 갖는 오보(false alarm) 문제와 단점은 철도역사 선로와 승강장의 공간적 특징을 이용한 3차원 영상처리 기법을 통해 극복한다. 제안하는 이상상황 인지기술은 3개의 광역철도 역사에서 촬영된 영상 데이터셋에서 검출율 약 93%, 오보율 약 5%를 갖는 것을 실험적으로 확인하였다.

주요어 : 선로/승강장 이상상황, 지능형영상감시시스템, 제한구역 진입감지, 전경추출

1. 서 론

철도안전사고 중 선로침입에 의한 사고는 여객사고의 66.5%, 공중사고의 93.9%를 차지하고 각각 55.6%, 80.1%가 사망할 정도로 빈번하고 심각한 사고유형이다 [1]. 현재 대부분의 철도역사의 선로와 승강장에 CCTV가 설치되어 있지만 대부분 사고가 발생한 후, 사고 상황과 원인을 살펴보는 용도로 사용되고 있다. CCTV 영상을 이용하여 실시간으로 선로와 승강장에서 발생하는 이상상황을 인지하고 사망/중상 사고를 예방하고 사고 발생 후 골든타임 내에 빠르게 대처할 수 있다면 1년에 약 140억 원 정도의 사고비용이 줄일 수 있을 것으로 기대되고 있다 [1].

본 논문에서는 선로와 승강장에서 이상상황을 실시간으로 인지하는 지능형영상감시시스템을 소개하고자 한다. 지능형영상감시는 영상처리 및 컴퓨터비전 분야의 초창기부터 많은 연구와 제품화가 이뤄진 분야지만, 실제

갖은 오보로 인해 현장에서는 외면 받고 있다. 동대구역과 같은 대형 철도역사의 경우 CCTV가 100대 이상 설치되어 있는데, 비용/공간적 제약으로 인해 이러한 다채널 영상을 10대 이하의 컴퓨터에서 실시간으로 처리하여야 한다. 따라서 철도역사 선로/승강장 이상상황을 인지하는 지능형영상감시시스템은 컴퓨팅 자원의 제약 내에서 오보를 최소화할 수 있도록 설계/개발되어야 한다.

2. 선로/승강장 이상상황 인지기술 개발

선로/승강장의 이상상황 유형은 크게 선로 침입, 안전선진입, 열차끼임이고, 정해진 영역(region-of-interest; ROI)내 물체의 유무를 확인하는 제한구역 진입감지 문제로 일반화할 수 있다. 진입감지 문제는 전경추출기술과 물체감지기술로 접근할 수 있다. 실험적으로 Intel Core i7 CPU와 NVIDIA GeForce GTX 1060 GPU를 탑재한 컴퓨터에서 단일 채널에 대해 MOG2 전경추출기술은 약 160 FPS, YOLO v3 물체검출기술은 약 20 FPS로 동작하였다. 본 논문에서는 철도역사의 컴퓨팅 제약을 고려하여 전경추출기술을 기반 기술로

† 교신저자: sunglok@etri.re.kr

* 한국전자통신연구원 지능로보틱스연구본부

** 한국철도공사연구원 스마트경영연구처

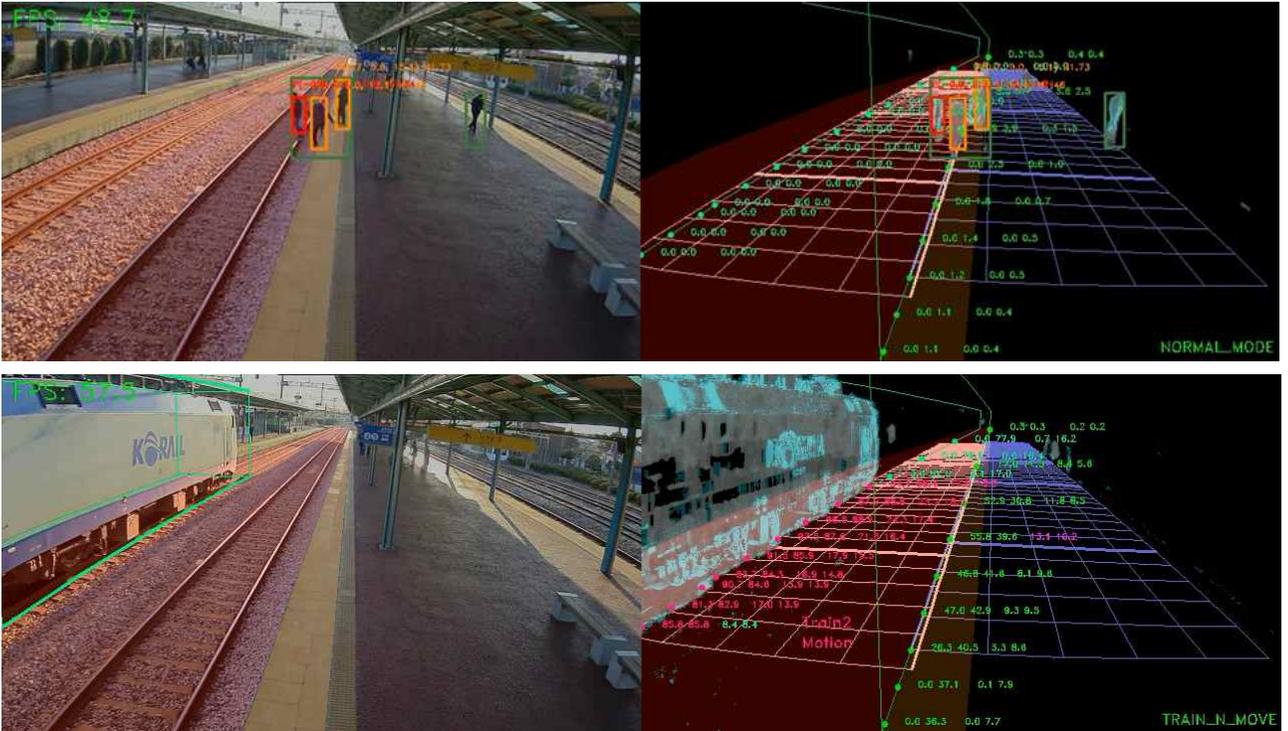


Fig. 1 Abnormal situation detection (top) and train detection with 3D train layout (bottom)

활용하였다. 전경추출기술은 물체감지기술에 비해 적은 컴퓨팅 자원이 필요하다는 장점이 있지만, 배경과 유사한 물체에 대한 미검출, 그림자와 빛 반사에 의한 오검출이 발생하는 단점이 있고, 철도역사의 선로 ROI영역에 열차와 다른 물체를 구분하여 정상상황과 이상 상황을 구분하여야 한다 [2].

본 논문에서는 철도역사 선로/승강장의 공간적 특징을 이용하여 전술한 오보 문제와 전경추출기술의 단점을 해결한다. 철도역사의 대부분의 카메라는 고정카메라이고 검출하여야 하는 물체는 대부분 평면 위를 움직인다. 또한 열차는 대부분은 공간적으로 지정된 선로 위에서만 이동한다. 우선 고정카메라와 평면이동 조건을 통해 하나의 카메라에서도 물체의 미터 단위의 위치와 크기와 같은 3차원 정보의 해석이 가능하다 [3]. 또한 열차가 지정된 영역과 방향으로 이동한다는 조건을 이용하여 열차의 3차원 레이아웃을 예측할 수 있고 이를 통해 전경추출기술만으로 열차검출을 할 수 있다.

3. 결론

본 논문에서 제안하는 시스템을 김제역, 동대구역, 대전역에서 획득한 영상데이터를 이용하여 검출율¹⁾은 92.9%, 오보율 5.3%을 달성함을 확인할 수 있었다. 향후 눈/비와 같은 극한 날씨를 포함한 장시간 영상에 기술을 적용/검증하여 실용화할 예정이다.

후기

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

참고문헌

- [1] 이재영 외, 철도역사 환경에서의 지능형 인지 기반 안전관리 자동화 연구, 한국철도학회 추계학술대회, 2015.

1) 검출율은 recall, 오보율은 1-precision으로 정의

- [2] 최성록 외, 배경추출 및 물체감지알고리즘의 성능평가, 한국로봇종합학술대회, 2016.
- [3] 최성록 외, 3D공간정보를 이용한 영상기반 제한/유의구간 진입감지기술, 한국로봇종합학술대회, 2017.
- [4] 최성록 외, 영상기반 제한구역 진입감지기술의 철도역사 적용을 위한 환경적 난제 및 극복 방안, 영상처리 및 이해에 관한 워크샵, 2017.