

# 철도차량 비상인터폰-카메라 통합 구현 및 성능 평가에 관한 연구

## A Study on Integrated Implementation and Performance Evaluation of PECU-camera in Rolling Stock

주영복\*<sup>†</sup>, 전윤수\*, 신광균\*

Young-Bhok Joo\*<sup>†</sup>, Yoon-Soo Jeon\*, Kwang-Kyun Shin\*

**초 록** 비상인터폰은 열차 운행 중 비상 시 승객이 기관사 또는 관제실과 통화가 가능하도록 하는 주요 장치이다. 본 연구는 철도차량 비상인터폰-카메라 통합 기술에 관한 내용으로 비상 시 승객이 비상인터폰을 취급 시 해당 비상인터폰 카메라 영상을 관제실 및 운전실로 전달하여 관제사 또는 기관사가 승객과 음성 통화뿐만 아니라 영상 이미지 정보도 확인이 가능하도록 구현한 기술이다. 본 기술은 국내 철도차량에 적용된 사례가 없으며, 최근 해외 신규 철도차량에 적용되기 시작한 기술이다. 본 연구는 국내 최초로 철도차량 비상인터폰-카메라 통합 기술 구현 방안을 소개하고 비상인터폰-카메라 시야각 시뮬레이션 분석 결과와 현차 성능평가 결과를 소개한다.

**주요어** : 철도차량, 방송장치, 비상인터폰, CCTV, 카메라

### 1. 서 론

비상인터폰(PECU; Passenger Emergency Communication Unit)은 열차 운행 중 비상 시 승객들이 기관사 및 관제사와 통화가 가능하도록 하는 주요 장치이며, 최근 무인 전동차량이 많이 적용되는 추세이므로 더욱 비상인터폰의 역할이 중요하게 대두되고 있다. 비상인터폰은 아날로그 신호를 이용한 방식에서 최근 이더넷 통신을 기반으로한 IP 방식으로 적용되고 있으며, 기존 핸드마이크 타입에서 매립형 버튼식의 타입으로 적용되고 있는 추세이다. 본 논문은 스마트트레인의 일환으로 비상인터폰-카메라 통합 기술에 관한 내용이다. 국내 최초로 국산화 개발하여 설계 및 구현, 비상인터폰-카메라 시

야각 시뮬레이션 분석 결과와 현차 시험을 통한 성능 평가 결과를 소개한다. 본 비상인터폰은 말레이시아 2호선 전동차량에 적용되었다.

### 2. 본 론

#### 2.1 PECU-camera 구성 및 기능

PECU-camera 장치는 푸시버튼, 마이크, 스피커, 램프 및 IP 카메라로 구성된다. 램프는 Idle(대기중), Progress(통화중), Hold(연결중) 상태를 표시하며, 승객이 비상인터폰 버튼을 취급하면 기관사 또는 관제사가 통화 응답을 누르면 비상인터폰의 카메라 영상과 함께 통화가 가능하다. PECU-camera 장치는 승객과 관제실 간 또는 승객과 기관사 간 양방향 Full-Duplex 통신이 가능하다. PECU-camera 장치는 PID(Passenger Information Display) 제어기에 의해 제어되고 ICPMC(Integrated Communication Panel with

<sup>†</sup> 교신저자: 현대로템(주) 철도기술연구소 통신시스템팀(youngbhok@hyundai-rotem.co.kr)

\* 현대로템(주) 철도기술연구소 통신시스템팀

Media Controller)를 통해 TMS(Train Management System)에 의해 모니터링 된다. 비상인터폰 취급 시 TMS 모니터 및 관제실에 Alarm이 전달되며, 2개 이상의 비상인터폰 취급 시 기관사 또는 관제실에서 선택 통화가 가능하다. 비상인터폰 개별 또는 전체 Reset이 가능하고, 비상인터폰 대기 시 비상인터폰 마이크는 노이즈 센서 기능을 제공한다. 비상인터폰은 NVR(Network Video Recorder) 또는 관제실에서 요청 시 Video Stream 방식으로 전송한다. 본 비상인터폰이 적용된 말레이시아 2호선 전동차량은 4량 1편성(M-T-T-M)으로 구성되며, PA/PIS 시스템 구성은 Fig. 1과 같다.

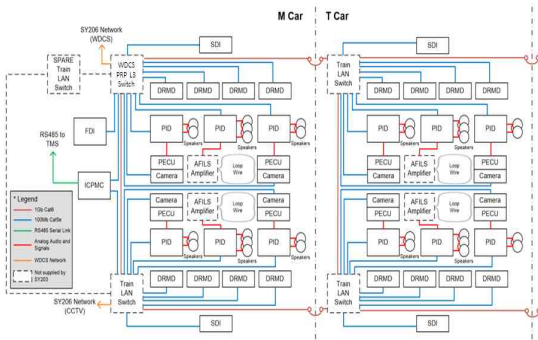
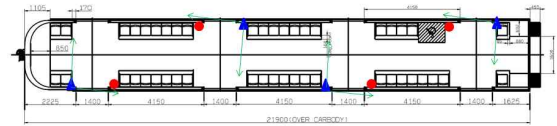


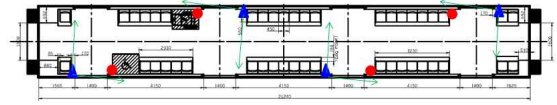
Fig. 1 The PA/PIS system configuration diagram

## 2.2 PECU-camera 설계 및 제작

PECU-camera 장치는 량당 4EA씩 설치되며, Fig. 2는 PECU와 SCAM(Saloon Camera)의 설치 위치를 나타낸다. (a)는 M-car, (b)는 T-car에서의 설치 위치를 나타내며, 적색 원형 표기는 PECU의 설치 위치를 나타내고, 청색 세모 표기는 SCAM의 설치 위치를 나타낸다. PECU-camera 장치 특징은 Table 1과 같으며, 제작품 형상 및 판넬 구성은 Fig. 3과 같다.



(a) Installation Position of PECU and SCAM (M-car)



(b) Installation Position of PECU and SCAM (T-car)

Fig. 2 The installation position of PECU and SCAM

Table 1 PECU features

Part	Description	Remark
Composition	- Button	- Button to have help point with braille.
	- Push-button	- CCTV NVR to record the camera image inside PECU.
	- Microphone	- Recessed push-button to prevent accidental operation.
	- Loudspeaker	(The PECU push-button is installed in 3[mm] depth to prevent the accidental operation)
PECU-Train Operator communication	- Video IP camera (compatible to ONVIF)	
	- Bi-directional full-duplex	
Installation	- Door bay adjacent to the door pillar.	- 1.5[m]~2.05[m] from the floor.
	- Wheelchair space at a height that will enable a disabled passenger to activate.	
Quantities	- M(4)-T(4)-T(4)- M(4)	
Sound Pressure Level	- At least 85dB(A)	- 1[m] from the PECU speaker
Protocol	- IP (Internet Protocol), SIP (Session Initiation Protocol) compatible.	- IP addresses using DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol).
Power	- PoE (IEEE802.3) compliant.	- Ethernet switches. - PoE camera only
Status Indicator	- Three different status indicators - Idle(Yellow) / In Progress(Red) / On hold(Green).	
Function	- Reset an individual PECU or all PECUs. - Monitoring, Fault reporting, Self-test.	- Reset by driver (ICPMC/TMS VDU) or OCC(unmanned operation)
Digital Output	- NO/NC dry contacts.	- Latches when PEC call is active.

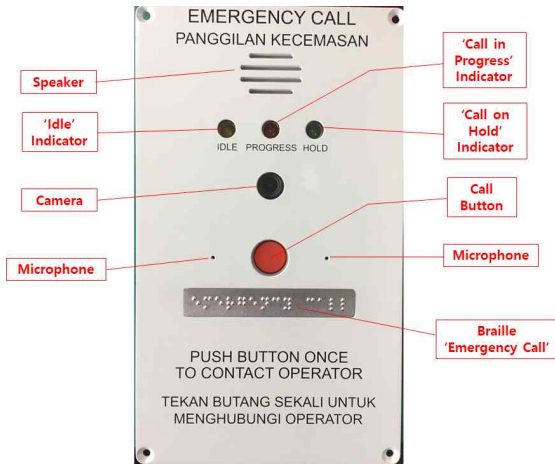


Fig. 3 The PECU equipment & faceplate details

### 2.3 PECU-camera 시뮬레이션 분석 결과

비상인터폰의 렌즈 시야각은 60° (수평), 80° (수직), 그리고 승객과 비상인터폰의 거리는 30[cm] 기준으로 시뮬레이션 분석을 실시하였다. 시뮬레이션 분석 Tool은 CATIA V5 3D 설계 프로그램을 이용하였다. Fig. 4, 5는 2D, 3D 상의 시야각 시뮬레이션 결과를 나타낸다.

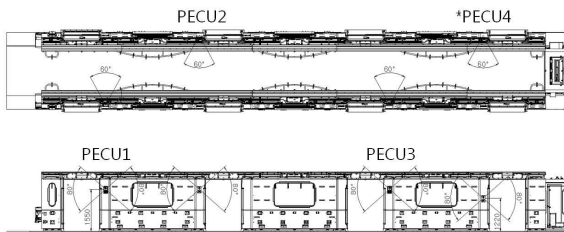
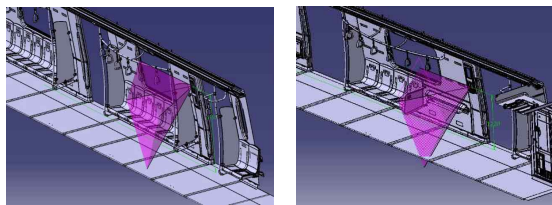


Fig. 4 The view coverage simulation for PECU-camera as 2D drawing

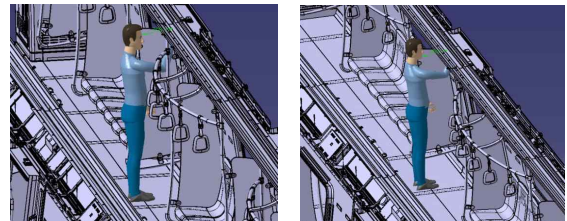


(a) PECU-camera at normal position (b) PECU-camera at wheelchair position

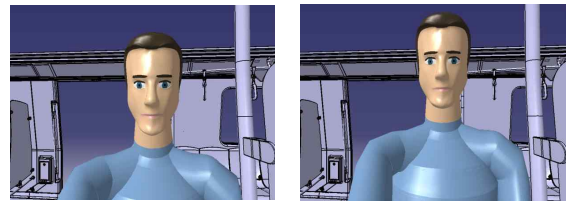
Fig. 5 The view coverage simulation for PECU-camera as 3D drawing

비상인터폰의 설치 높이는 1,550[mm], 1,220[mm](휠체어 위치)로 평균 승객 신장 166.4[cm](말레이시아 기준) Data 기준으로 설계하였으며, 165[cm]와 180[cm] 신장을 기준으로 시뮬레이션한 결과, Fig. 6과 같이 승객의 얼굴(eye level)이 시야각 내에 포함됨을 확인할 수 있었다.

휠체어 승객을 기준으로 시뮬레이션을 실시하였고, Fig. 7과 같이 휠체어 승객의 얼굴이 시야각 내에 포함되는 만족한 결과를 확인하였다.



(a) 165 [cm] height (b) 180 [cm] height



(c) PECU-camera view of 165 [cm] height (d) PECU-camera view of 180 [cm] height

Fig. 6 The view coverage simulation for normal passenger (two heights)

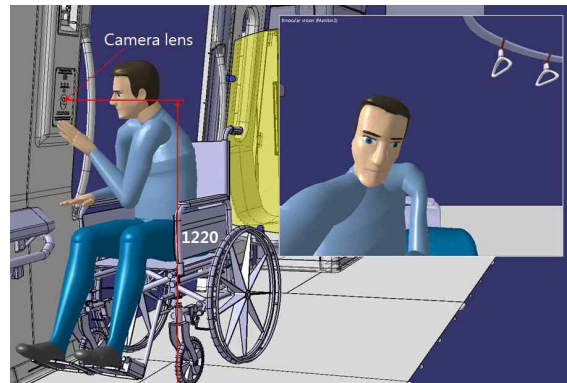


Fig. 7 The view coverage simulation for wheelchair passenger

## 2.4 PECU-camera 현차 성능 평가 결과

완성차량 단계에서 전체 비상인터폰의 카메라 영상을 확인하기 위해, IP Camera Viewer 프로그램을 이용하여 각 비상인터폰의 IP 주소로 접속 후 카메라 영상을 확인하였다. Fig. 8은 출입문 옆 비상인터폰 실제 설치된 모습을 보여준다. (a)는 일반 위치에서의 비상인터폰 설치 모습이고, (b)는 휠체어 위치에서의 비상인터폰 설치 모습이다.



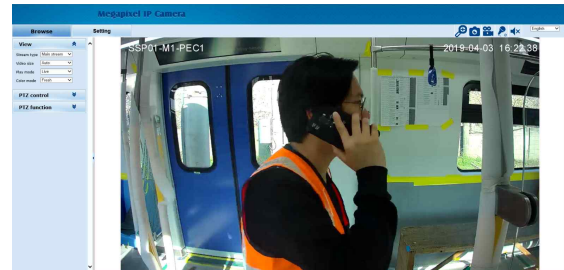
(a) PECU-camera at normal position (b) PECU-camera at wheelchair position

**Fig. 8** The actual installation view of PECU at door post

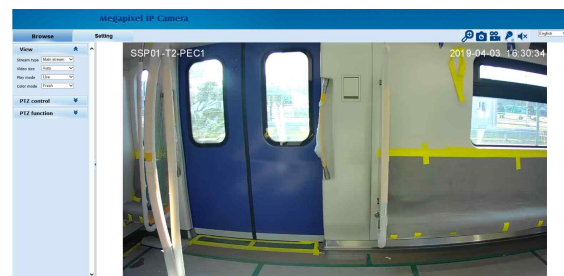
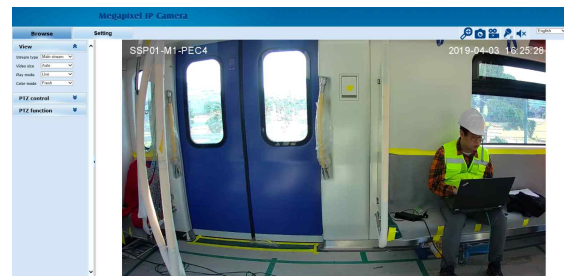
4량 1편성(M1-T1-T2-M2) 전체 16개의 PECU-camera 영상을 확인하였고, 모두 선명하게 나오는 것을 확인할 수 있었다. Fig. 9는 현차에서의 PECU-camera의 실제 영상을 보여주고 있으며, (a)는 M1-car에서의 PECU1과 PECU2의 일반 위치에서의 PECU-camera 영상정보를 보여주며, (b)는 M1-car의 PECU4와 T2-car의 PECU1의 휠체어 위치에서의 PECU-camera 영상정보를 보여주고 있다.

이와 같이 비상인터폰을 취급한 승객의 영상정보를 선명하게 확인할 수 있으며, 해당 영상정보는 무인운전 시 관제실로 전달되어 관제실에서 승객의 음성 통화뿐만 아니라 영상정보 확인이 가능하게 하므로 보다 정확한 승객 안내 및 대처가 가능하게 된다. 수동운전 시에는 해당 영상정보가 운전실 데스크에

있는 CCTV 모니터 화면상에 표시되어 기관사가 음성 통화 및 영상정보 확인이 가능하다.



(a) PECU-camera at normal position



(b) PECU-camera at wheelchair position

**Fig. 9** The real PECU-camera view coverage

## 3. 결론

본 논문은 철도차량 비상인터폰-카메라 통합 기술에 대한 구현 방안과 비상인터폰 내장 카메라의 시야각 시뮬레이션 및 현차 성능 평가 결과를 국내 최초로 제시하였다. 본 연구의 주요 성과는 아래

와 같다.

첫째, 국내 철도차량에 아직 적용되지 않은 비상인터폰-카메라 통합 구현 방안을 국내 최초로 제시하였다. 최근 비상인터폰의 역할이 중요하게 대두되고 있고, 특히 무인차량의 도입이 가속화됨에 따라 더욱 비상인터폰의 성능 및 요구 기능들이 증대되고 있다. 본 논문에서 제시한 비상인터폰-카메라 통합 구현을 통해 기관사 및 관제사는 승객이 비상인터폰을 취급하였을 때 승객의 영상 정보도 확인이 가능함에 따라 정확하고 안전한 대응이 가능하게 된다.

둘째, 비상인터폰 내장 카메라의 시야각을 CATIA V5 설계 프로그램을 통해 시뮬레이션 분석을 실시하였다. 본 논문에서 제시한 시뮬레이션 분석 방법이 향후 신규 철도차량 비상인터폰-카메라 시야각 검토에 표준 가이드가 될 수 있을 것으로 기대한다.

셋째, 비상인터폰-카메라 통합형 장치를 설계, 제작 후 실제 현차에서 설치 후 성능 평가를 실시하였다. IP Camera Viewer 프로그램으로 량당 4개씩 설치된 시험차량에서의 일반석의 PECU-camera, 휠체어석의 PECU-camera의 시야각, 영상 정보가 모두 만족한 결과가 나오는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구가 국내 철도차량 경쟁력 확보, 서비스 및 승객 안전 향상에 크게 기여하게 될 것으로 기대한다.

*KSR Conference, The Korean Society for Railway, Korea, pp.185-189.*

- [4] B. J. Kim, S. H. Park, J. G. Kim (2012) A Study on IP Address Management of Passenger Information System, *KSR Conference, The Korean Society for Railway, Korea, pp.634-638.*
- [5] Y. B. Joo, K. K. Shin, S. H. Park (2016) A Study on the Configuration Method of Indicator and CCTV Integrated System for Electric Train in Incheon Airport Railroad, *KSR Conference, The Korean Society for Railway, Jeju, Korea, pp.826-831.*

## 참고문헌

- [1] Y. B. Joo, S. J. Seo, K. K. Shin (2018) A Study on Implementation and Simulation Analysis of PECU-camera in Rolling Stock, *KSR Conference, The Korean Society for Railway, Jeju, Korea, pp.194-196.*
- [2] M. J. Kwon, Y. S. Jeon, C. Y. Lee, S. H. Park (2011) A Study on Passenger Information Integrated System Based IP, *KSR Conference, The Korean Society for Railway, Korea, pp.1716-1721.*
- [3] J. Y. Youn, S. H. Park, J. G. Kim (2013) A Study on Effective Integrated Passenger Information System,