

ERTMS 규격에 적합한 MMI 국산화 개발에 관한 연구

The Study on Development of the MMI based on ERTMS Standards

김광준† 이종성* 강덕원**
Kim, Kwang-Jun Lee, Jeong-Sung Kang, Deok-Won

ABSTRACT

MMI (Man Machine Interface) is the system that monitors the operating condition of the ATP/ATC/ATS systems and receives defined information from ATP/ATC/ATS systems through the interface with On-board systems.

Based on the data from the ATP/ATC/ATS system, MMI can display the information and status of the train to secure safe operation. It is possible for the display mode and quantities of MMI to be improved by the customer's demand, and it can be designed as the same structure of existing devices for the driver. The ERTMS is Regular Safety Standards of high-speed railroad. It is fundamental structure of European Rail Control System which train control, safety and operate facilities.

In this paper, I study requirements of ERTMS form which design function each section of MMI and application at ATP/ATC/ATS combined Train Control System.

1. 서론

열차제어는 철도운행관리 시스템의 중요한 부분이다. 지금까지 서로 다른 시대에 여러 국가에서 다양한 자동열차제어 시스템이 발달되어 왔다. 이들 시스템들은 호환성이 없으며 상호간에 정보교환이 불가능하다. 이들 시스템들 중에서 소수의 시스템만이 여러 국가에서 사용되며, 이러한 경우에도 세부적인 개발품에 있어서는 호환성이 없고 상호정보교환이 불가능한 버전으로 인한 차이점들을 나타낸다. ERTMS(European Railway Traffic Management System)는 상호운용성의 문제점을 해결하기 위해 기술적, 경제적, 상업적인 면에 있어서 철도 수송량 취급을 개량하기 위해 각 국가에서 사용하는 열차제어 및 안전 관련 설비 운영을 통합하기 위해 급속도로 발전되어왔다. ERTMS는 열차 운행의 안전성을 필수조건으로 하는 차세대 열차제어시스템인 ETCS(European Train Control System)와 ERTMS에서 중점적으로 사용할 예정인 무선정보전송방식인 GSM-R(Global System Mobile for Railway), 그리고 운영을 주요 목적으로 하는 ETML(European Traffic Management Layer)로 분류된다. ERTMS/ETCS는 현재의 기술한계와 미래의 가능한 기술 개발능력을 고려하여 기능적인 면에 있어서 ERTMS/ETCS 레벨1, 레벨2,레벨3으로 분류하여 취급한다. 이미 국내에서도 ERTMS에 적합한 차상신호 시스템이설치 운영되고 있고, 이러한 기술을 국산화 하기위한 노력과 연구가 진행 중이다.

† 김광준: 비회원, (주)현대로템, 신호팀, 주임연구원
E-mail : kjkim@hyundai-rotam.co.kr
TEL : (031)596-9155 FAX : (031)596-9767
* 이종성 : 정회원, (주)현대로템, 신호팀, 책임연구원
** 강덕원 : 비회원, (주)현대로템, 신호팀, 선임연구원

2. 본론

2.1 목적

국내에도 기존 철도신호를 ERTMS/ETCS 기반의 ATP 시스템으로 개량화 하는 사업을 진행하고 있으며, KTX-II 차량의 경우 ATP/ATC/ATS 통합시스템을 설치하여 운행하고 있다.

ERTMS/ETCS는 유럽 통합 열차제어 시스템이 보유해야 하는 기본적인 요구사항을 의미하며, 관련 산업체는 이들 사양에 대한 요구조건을 만족하는 제품을 설계,생산해야 한다. 본 논문에서는 기장에게 차량의 속도와 궤도의 한계 속도를 기장에게 제공함으로써 안전 운행을 수행할 수 있도록 한 통합신호시스템에서 제공하는 ATC,ATS 관한 MMI 화면구성 및 ERTMS/ETCS 규격이 요구하는 MMI 화면구성과 기능 대한 국산화 개발 방안을 연구한다.

2.2 통합신호시스템 MMI 개발

통합신호시스템 MMI는 이중계구현, 설치공간 및 기장의 시야 확보를 위해 세로형으로 구현하였다. 현재 KTX-II 또한 세로형의 MMI로 이중계로 구성되어있다. 본 논문에서는 이중계 구현이 용이하게 하기 위하여 800 X 600 픽셀의 세로형 화면으로 설계한 터치스크린 방식의 MMI 개발에 대하여 설명하였다.



그림1. 제작된 MMI(좌)와 모드선택화면(우)

2.2.1 ATC 정보 표시

STM ATC 모드는 ATC 신호시스템이 설치된 고속선에서 열차를 운행하기 위해 사용된다.

STM ATC 모드는 레벨 전환 절차를 통해서 자동적으로 활성화되거나 미션 시작 시 선택에 의해 수동으로 활성화 되도록 구성하였다. 아래 그림은 STM ATC가 활성화 될 때 MMI의 표시 화면이다.

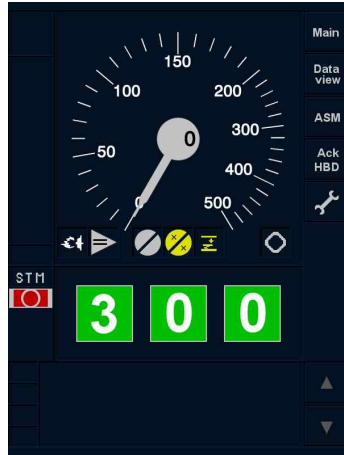


그림2. STM ATC 화면표시

2.2.2.ATS 정보 표시

STM ATS 모드는 ATS 신호 시스템이 설치된 선로에서 열차를 운행하기 위해 사용된다. STM ATS 모드는 레벨 전환 절차를 통해서 자동적으로 활성화되거나 미션 시작 시 선택에 의해 수동으로 활성화된다. STM ATS 모드가 활성화 되면, MMI는 아래와 같은 화면을 표시 하도록 구성하였다.

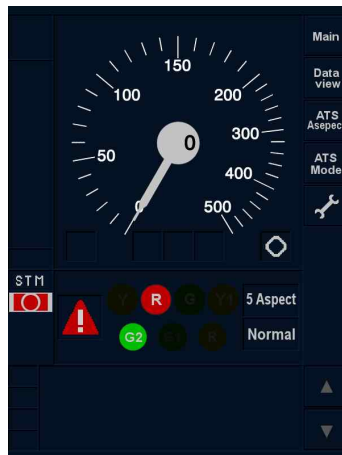


그림3. STM ATS 화면표시

2.3.ERTMS/ETCS (ATP) 정보 표시

본 논문에서 MMI의 표시사항, 기호, 문자, 색상, 위치 등 화면에 표현되는 내용들을 ERTMS/ETCS에서 (ERA-ERTMS-015560_v2.3) 제시한 사항으로 기술하였다. ERTMS/ETCS(ATP) 운영 화면은 아래와 같이 구성하였다. 차상장치로부터 운영레벨이 Level0, Level1, Level2, Level3으로 설정되어 수신될 때 ERTMS/ETCS(ATP) 운영화면을 표시하고, 각 영역에 아래의 항에 따라 정보를 표시할 수 있게 하였다.



그림4. ERTMS/ETCS (ATP) 화면표시

2.3.1.A영역 - 거리 감시 정보

A영역은 제동곡선의 감시와 관련된 정보를 표시 하도록 하였다. 각 하위 구역의 표시 조건은 다음과 같이 정의하도록 하였다.

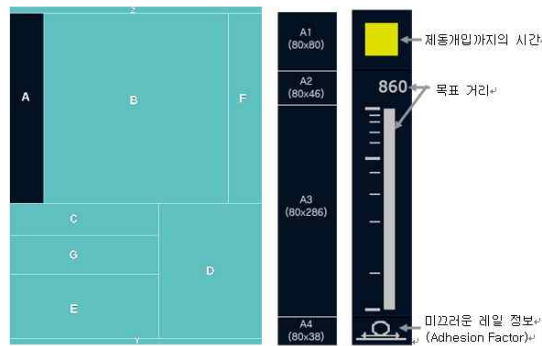


그림5. 구현된 A-영역화면과 좌표

(1) A1 영역: 제동 개입까지의 경고 시간

이 영역에는 차상 장치에 의한 제동 개입까지의 경고 시간을 표시 하도록 하였다. 제동 개입까지의 시간은 정사각형으로 표시하고 사각형의 크기는 제동 체결 예상 시간 및 거리에 따라서 아래의 표와 같이 표시 하도록 하였다.

표1. 제동개입까지의 시간 표시

아이콘	크기(%)	크기(cells)	제동 개입 예상 시간
	10	8 X 8	4초 이상
	20	15 X 15	4초
	40	30 X 30	3초
	60	45 X 45	2초
	80	60 X 60	1초
	100	75 X 75	0초

(2) A2 영역: 목표 거리 숫자 표시 (Distance to target digital)

A2 영역에는 다음 목표 지점까지의 거리를 숫자로 표시 하도록 하였다.

(3) A3 영역 : 목표 거리 바 (Distance to Target Bar)

A3 영역에는 목표 지점까지의 거리를 제공하는 직사각형 바를 표시 하도록 하였다.

(4) A4 영역: 미끄러운 레일 정보

A4 영역에는 미끄러운 레일 설정 정보의 아이콘을 표시 하도록 하였다.

2.3.2.B 영역 - 속도 및 감시 정보

B 영역은 상단중앙에 위치시키고 속도 제어를 위한 다음과 같은 주요 정보를 표시 하도록 하였다.

- 허용 속도 (Permitted Speed)
- 목표 속도(Target Speed)
- 해제 속도(Release Speed)
- 현재 차량 속도 (Train Speed)
- 운진 모드(Current Mode)
- 실행명령(Actual orders)

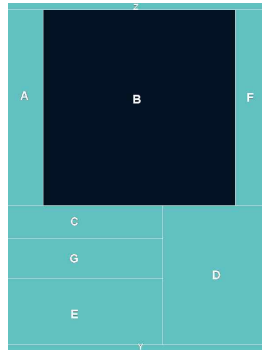


그림6. B-영역 좌표

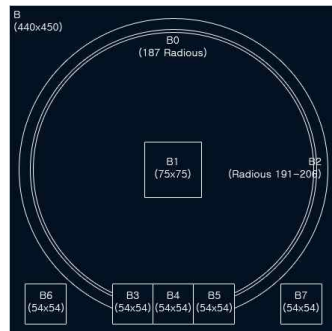


그림7. B-영역 표시 규격



그림8. B-영역화면

(1) B0 영역: 속도계 (Speed dial)

속도계는 원형으로 0km/h부터 500km/h까지의 속도를 표시 하도록 하였다.

(2) B1 영역: 속도 포인터

실제 차량 속도는 속도계 중앙의 포인터로 표시 하도록 하였다.

아래의 그림은 속도포인터의 모양 및 규격을 나타낸다.

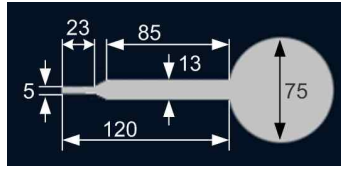


그림9. 속도포인터 규격

(3) B2 영역: 원형 속도게이지 (Circular Speed Gauge)

-원형속도게이지표시

허용속도, 목표속도, 개입속도, 해제속도 등을 속도메타 바깥쪽에 원형테두리 형태로 표시 하도록 하였다.

아래의 그림은 원형속도게이지의 모양 및 규격을 나타낸다.



그림10. 원형속도게이지 규격

원형속도게이지는 아래의 그림과 같이 표현 하였다 .



그림11. 원형속도게이지의 표시

-부분감시에 대한 속도 표시 (Speed indication for partial supervision)

속도계의 바깥쪽에 허용속도와 목표속도를 hook으로 표시하며, OS, SR, SH, RV 운전모드에서 사용한다. 부분감시 속도 표시는 아래의 그림과 같이 표현 하였다.



그림12. 부분감시 속도 표시

(4) B3/B4/B5 영역: Orders and announcements

표2.Orders and announcements

Icon	Track Conditions	Symbol size (cells)
	Pantograph lowered	48 X 48
	Lower pantograph	48 X 32
	Lower pantograph	48 X 32
	Raise pantograph	48 X 32
	Raise pantograph	48 X 32
	Neutral section and Neutral section announcement	48 X 32
	Neutral section announcement	48 X 48
	End of neutral section	48 X 48
	End of neutral section	48 X 48
	Non stopping area	48 X 48
	Non stopping area announcement	48 X 48
	Radio hole	48 X 48
	Inhibition of Magnetic Shoe Brakes	48 X 48
	Inhibition of Magnetic Shoe Brakes	48 X 48
	Inhibition of Eddy Current Brakes	48 X 48
	Inhibition of Eddy Current Brakes	48 X 48
	Inhibition of Regenerative Brakes	48 X 48
	Inhibition of Regenerative Brakes	48 X 48
	Close Air Conditioning intake	48 X 48
	Open Air Conditioning intake	48 X 48
	Close Air Conditioning intake	48 X 48
	Open Air Conditioning intake	48 X 48

(5) B6 영역: 해제 속도 (Release Speed)

해제속도는 B2영역의 원형속도게이지에 허용속도 등과 같이 표시 하였으며, 아래의 좌측 그림은 해제속도가 허용속도보다 낮을 때의 경우이고, 오른쪽 그림은 해제속도가 허용속도보다 클 때의 경우의 예이다.



그림13. 해제속도 표시

아래의 그림은 해제속도를 표시할 때의 게이지 크기에 대한 정의이다.



그림14. 해제속도 표시의 규격

해제속도는 원형속도게이지와 함께 B6 영역에 디지털 숫자로 해제속도를 표시하며 위의 그림의 예를 참조한다.

(6) B7 영역 : 운전모드 정보

현재 차상 장치의 운전모드를 표시하며, 각 운전모드에 대한 아이콘은 아래의 표와 같이 구현하였다.

표3. 운전모드 아이콘

Icon	Mode	
	FS	완전 감시 모드
	OS	시각 감시 모드
	SR	기장 책임 모드
	Override	오버라이드
	UN	비장착 모드
	SH	입환 모드
	TR	트립(통제) 모드
	PT	포스트트립(진과운전) 모드
	NL	보기 모드
	RV	퇴행 모드
	SB	대기 모드
	SL	휴면 모드
	SF	장애 모드

(7) 속도정보의 표시/숨김(Toggling function) 기능

A영역과 B영역을 기장이 터치(Touch)했을 때 정보를 표시/비표시의 토글형태로 상태가 변화하며, 표시/비표시의 항목은 운전모드에 따라 다르다.

아래의 표는 운전모드에 따라 토글 형태의 표시/비표시되는 항목을 나타낸다.

표4. 정보표시/숨김 모드

Mode	Concerned Object
OS	부분감시에 대한 속도표시 (허용/목표속도 hook)
	해제속도 숫자(Release speed digital)
	목표 거리 디지털
SR	부분감시에 대한 속도표시 (허용/목표속도 hook)
	목표 거리 디지털
SR/SH/RV	부분감시에 대한 속도표시 (허용/목표속도 hook)

2.3.3.C 영역 - 운전 보조 정보

C 영역은 속도계 영역 아래에 위치시키고 레벨, 비상제동 같은 운전 보조 정보를 표시 하도록 하였다.

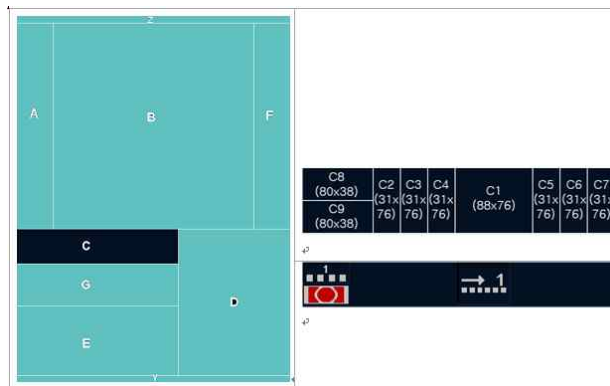


그림15. C-영역 표시규격 및 구현화면

C2/C3/C4/C5/C6/C7 영역은 사용하지 않는다.

(1) C1 영역

Level 또는 운전모드의 변경/인지에 대한 아이콘을 표시 하도록 하였다.

(2) C8 영역: ERTMS 레벨


이 구역은 기장에게 현재의 ERTMS 레벨에 관한 정보를 제공하는 곳으로, 아래의 표와 같은 레벨 아이콘을 표시 하도록 하였다.

표5.C8영역의 레벨아이콘

ICON	Level
	Level 0
	Level 1
	Level 2
	Level 3

(3) C9 영역: 비상/상용 재동 개입

표6. C9영역의비상/상용 재동 개입 아이콘

ICON	Status
	- Service brake intervention - emergency brake intervention

2.3.4.D 영역 - Planning Information

D 영역은 MMI의 하부에 위치시키고 계획정보를 표시 하도록 하였다.

계획정보는 완전감시(FS) 모드에서만 표시하며, 표시 또는 비 표시 상태를 기장이 선택할 수 있다.

아래의 그림은 D영역 및 계획정보의 주요 요소의 개요를 나타낸다.

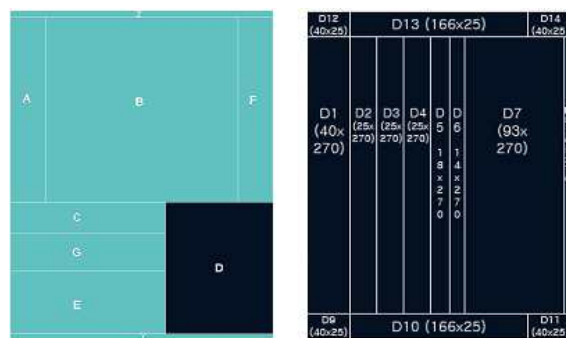


그림16. D-영역 좌표와 표시규격

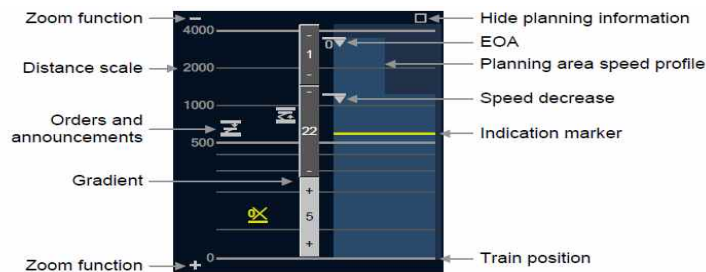


그림17. 계획정보 표시

(1) D1 영역: 거리 표시

이 구역에는 계획이 표시되는 거리는 1000m에서 최대 32000m까지 표시할 수 있으며, 4000m를 기본으로 표시 하도록 하였다.

(2) D2/D3/D4 영역: orders and announcements

선택되는 거리 범위 내에 차상장치에 의해 수신되는 모든 순서와 공지를 표시 하도록 하였다.

(3) D5 영역: 구배 표시




이 영역은 구배 단면도의 개요를 표시 하도록 하였다. 구배는 설정된 거리 범위와 동작 권한 범위 내에서 표시 하도록 하였다.

(4) D6/D7 영역: 속도 프로파일 표시

이 영역은 거리범위 내에서 속도가 증가하는지 감소하는지의 프로파일을 표시 하도록

하였다.

표7. 속도 프로파일 표시 아이콘

ICON	설 명
	속도 증가
	속도 감소
	속도 0으로 감소

아래의 그림은 속도 프로파일 표시의 예를 나타낸다.

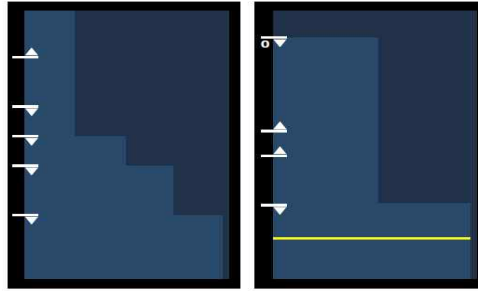


그림18. 속도 프로파일 표시

(5) D9/D12 영역: 계획정보 거리 Zoom

이 영역은 계획정보에 표시할 거리의 범위를 조정하는 버튼을 표시 하도록 하였다.

2.3.5.E 영역 - 모니터링

E 영역은 MMI의 하부에 위치시키고, 시스템의 상태 감시에 관련된 정보를 표시 하도록 하였다.

ERTMS 모드에서는 상태 발생 시각과 메시지를 표시 하도록 하였다.






그림19. E-영역 좌표와 표시규격

(1) E1 ~ E4 영역 : 감시정보

시스템 감시에 관련된 아이콘을 아래와 같이 표시하며 E3/E4 영역에 표시할 아이콘은 없다.

표8.감시정보 표시 아이콘

ICON	영역	Level
	E1	Communication session existing
		No communication session
	E2	Reversing permitted

- (2) E5 ~ E6 영역 : 텍스트메시지 및 인지메시지
 메시지 발생시각과 텍스트메시지를 표시 하도록 하였다.
 일부 인지메시지는 인지가 되지 않을 경우 상용제동이 체결된다.
- (3) E10 ~ E11 영역: 메시지 목록 스크롤
 메시지 목록 검색을 위한 스크롤 버튼을 표시 하도록 하였다.

2.3.6.F 영역 - 취급버튼

F 영역은 MMI의 우측에 위치시키고, 필요 시 기장이 취급할 메뉴 버튼을 표시 하도록 하였다.
 아래의 그림은 F영역의 위치와 크기 및 표시의 예를 나타내며, 버튼을 기장이 취급했을 때 하위의 메뉴화면으로 이동한다.

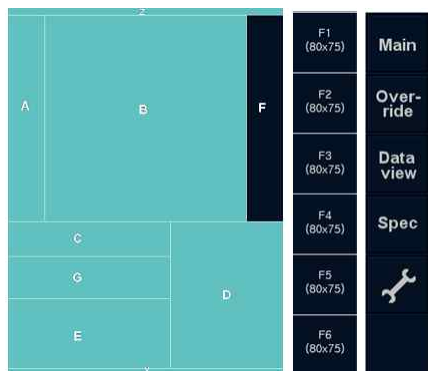


그림20. F-영역 좌표와 표시화면

3. 결론

지금까지 ERTMS/ETCS에서 요구하는 화면표시의 전반적인 내용들을 분석하고 구현한 내용을 기술하였다. ERTMS/ETCS 규격에 적합한 MMI는 표시사항, 표시영역, 기호, 문자, 색상 등을 명확하고 일관되게 구현함으로써 운행열차와 제품공급 업체에 관계없이 기장이 익숙하고 편리하게 적응할 수 있게 할 수 있고, 획일적인 메뉴얼 구성으로 신입 기장의 교육도 원활하게 할 수 있다. 이는 자동차 운전자가 각기 다른 회사의 여러 차종을 운전해도 계기판이나 공조기 등의 사용이 용이하게 이루어지는 것과 같은 원리로 생각할 수 있다. 또한 표시사항, 표시영역 등의 구성은 기장이 착각하거나 실수 할 수 있는 사항을 최대한 고려하여 반영함으로써 차상장치 및 주요장치의 운영 시에 기장의 실수나 오류를 감소시킬 수 있다.

참고문헌

1. “ERA-ERTMS-015560_v2.3”

2. “차세대고속철도용 MMI 제작규격서” (주)현대로템
3. “차세대 차상신호장치용 MMI 고찰” 한국철도학회 2006년도 추계학술대회 논문집 2006
4. “차상신호 도입에 따른 신호기술 전망” 철도웹진 2003 43호(한국철도기술연구원)
5. “차세대 고속열차 열차제어시스템 개발” 철도웹진 2008 3_4월호(한국철도기술연구원)