

# 시인성 향상을 위한 컬러 LCD형 열차행선안내장치

## Colored-LCD Type Train Information Display System for Visibility Improvement

황종규\*, 이재호\*, 윤용기\*, 조현정\*

Jong-Gyu Hwang, Jae-Ho Lee, Yong-Gi Yoon, Hyun-Jeong Jo

---

### ABSTRACT

Currently, most of TIDS(Train Information Display System) is operated colored-LED type equipment in Korea. This current LED type TIDS equipment has not graceful display and causes passengers' fatigues because of the LED module inherent characteristics as a display light source, high power consumption, high operating and maintenance costs, and et al. To address these several, we are developed new colored-LCD type TIDS equipment. According to our developed new TIDS equipment, we can achieve high resolution and graceful color stone of information display. Thus high graded service are able to provide to passengers. In addition, LCD module decreases power consumption, and it can be used permanently by changing only backlight in comparison with conventional equipment. Therefore we can decrease the maintenance cost and extend durability-period of TIDS equipment using new equipment.

---

### 1. 서론

열차행선안내장치(TIDS : Train Information Display System)는 열차운행 관련 정보를 편집 및 가공하여 표시기에 표출하는 기능을 갖는다[1][2]. 이 TIDS는 이전에 FLAP 방식을 사용하다가 최근에는 LED를 이용한 방법을 사용하고 있으나, 주로 RED, GREEN 두 가지의 LED를 사용하여 RED, GREEN 그리고 RED와 GREEN을 합성한 AMBER의 3색을 표현하여 승객들에게 필요한 정보를 제공하고 있다. 이러한 컬러 LED 모듈은 화질 측면을 고려할 때 TV 모니터나, PC 모니터의 해상도를 갖추기 위해서는 표시장치의 크기가 대형화되어야 하지만, 표시장치는 역사 또는 승강장에 설치 및 운용되므로 정보전달 거리는 수 미터에서 수십 미터정도로 제한되어 있어 표시기의 크기를 대형화할 수 없다. 따라서 LCD 타입의 열차행선안내기는 고해상도와 시인성 향상에 제한이 될 수밖에 없고, 이로 인해 승객이 오랫동안 주시 할 경우 눈의 피로를 느낄 수 있으며, 색상이 미려하지 못한 단점이 있고, 또한 LCD에 비하여 전력소비가 많아, 열이 발생하는 단점이 있다.

최근에는 LED로 만든 열차행선안내표시기 측면에 TFT LCD MONITOR를 측면에 부착하여 광고를 상업광고를 하는 TIDS가 일부 설치 운용되고 있으나, 이는 LED 소자가 TFT LCD에 비하여 밝기 때문에 광고 효과가 떨어지는 부작용이 발생한다.

이러한 문제점을 개선하기 위해서, 현재의 LED 타입의 열차행선안내기를 컬러 LCD 타입으로 개발할 경우 LED 타입에 비해 고해상도의 표시가 가능하고 또한 색상이 미려해질 수 있으며, 표시기 측면에 부착된 광고용 TFT LCD MONITOR와 거의 같은 밝기로 표시가 가능하여 광고효과가 떨어지는 단점도

---

\* 한국철도기술연구원 열차제어연구팀, 정회원

개선이 가능하다. 또한 표시기의 LED 모듈에 비해 LCD 모듈이 전력소비가 적고, LED는 소자 자체의 고장이나 휘도 감소로 인하여 모듈이나 또는 전체를 교체하는 경우가 발생되나, LCD는 백라이트 부분만 교체하면 영구적으로 사용할 수 있기 때문에 내구연한을 늘릴 수 있어 유지보수비용이 적은 단점이 있다[1][3]-[5].

본 연구에서는 이러한 현재의 LED 타입의 열차행선안내기의 문제점을 개선하기 위하여, 새로운 컬러 LCD 타입의 열차행선안내장치를 개발하였으며, 개발 시제품의 성능시험을 통해 기존 LED 타입에 비해 매우 우수한 성능을 가짐을 확인하였다. 본 논문에서는 2장에서는 기존의 LED 타입 TIDS의 문제점을 분석하고 본 연구에 적용한 컬러 LCD 모듈과 그 주요한 특성을 비교하였다. 3장에서는 본 연구를 통해 개발한 컬러 LCD 타입 TIDS 장치의 운용프로그램, 제어기 및 시제품에 대해 설명하였다. 그리고 4장에서는 개발한 시제품의 성능시험 결과를 나타내었으며, 5장에 결론으로 본 연구를 통해 개발한 컬러 LCD형 열차행선안내기의 주요 특징과 향후 전망을 나타내었다.

## 2. LCD형 열차행선안내장치 일반

본 논문의 1장에서도 설명하였듯이 현재의 열차행선안내기는 컬러 LED 타입으로 되어 있어 다양한 색상을 지원하지 못하고 LED의 발광에 의한 컬러 표시로 색번짐 현상이 있어 문자출력이 미려하지 못하는 등의 개선하여야 할 문제점이 있다. 현재의 대부분의 LED형 열차행선안내장치에 대하여 개선사항으로 요구되는 사항 등을 정리하면 다음과 같다.

- 문자출력의 미려함 결여로 인한 색상과 선명도 보완
- 광고용 모니터와 열차 정보 전달용 표시기의 밸런스 문제로 광고 정보 전달 결려. 즉 열차 정보를 전달하는 LED 모듈의 출력 특성상 표시기를 승객이 주시할 경우 LED모듈의 출력에 의하여 광고용 모니터의 출력 내용 인지가 저하되어 광고효과 감소.
- LED 모듈의 발열 및 과다 전력 소모에 따른 장비의 수명 문제
- 행선지(이번열차, 다음열차), 도착예정시간, 열차진입 및 출발표시, 열차지연표시, 현재시각의 표시 외에도 장애표시 및 공지사항 등의 다양한 메시지를 표출할 수 있는 기능 제공

이러한 요구사항을 바탕으로 본 연구에서는 다음과 같은 기술사항을 갖는 컬러 LCD형 TIDS 장치를 개발하였다.

- 컬러 LCD 유닛의 백라이트는 휘도반감을 기준으로 50,000 시간
- 컬러 LCD 유닛의 휘도는 450cd/m<sup>2</sup> 이상이며 주위의 밝기에 따라 여러 단계로 자동조절 및 외부에서 수동으로 조절 가능
- 콘트라스트 200 : 1 이상
- 시야각: 좌 -60°~ 우 +60°, 상 -15°~ 하 +45°이상
- 백라이트의 발광색 제어에 의하여 멀티 칼라 지원
- 백라이트의 발광색 제어에 의하여 멀티 칼라 표시가 가능하므로 각각의 색상 조정이 가능하고, 최대 32,768가지의 색 중에서 지정한 8색 이상을 표시하도록 하여 출력문자의 미려함 향상

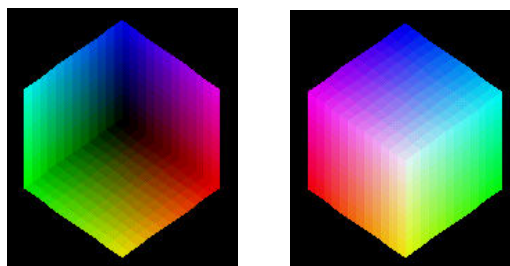


그림 1. 컬러 LCD 모듈에 의한 출력 가능한 다양한 칼라

- 소비전력의 7.5W(현재 사용 중인 3색 LED의 경우는 15W)

- 자동 휘도 조정 기능을 갖추고 있으며, 자체 조도계의 장착으로 주위의 밝기에 따라 자동적으로 표시 유닛의 휘도가 여러 단계로 조정가능
- LCD 유닛과 백라이트가 일체형 구조로 하여 부품단위의 보수성 용이한 구조

이러한 요구사항의 분석을 바탕으로 본 연구를 통해 개발하고자 하는 새로운 TIDS 시스템의 구성은 다음과 같다. 즉, 역 서버 장치로부터 출력 정보를 전송받아 다양한 컬러제어와 주위의 밝기에 따른 출력의 자동휘도 조절 등을 통해 출력의 미려함과 시인성을 향상시키도록 출력을 제어하는 전용 제어기와 최종적으로 출력하는 컬러 LCD 모듈로 구성된 행선안내표시장치로 구성되어진다.

### 3. 컬러 LCD형 행선안내장치의 개발

본 연구를 통해 개발한 칼라 LCD 형 열차행선안내장치는 운영프로그램이 탑재되어 운용될 컴퓨터, 전용 제어기, 8-color LCD 타입의 열차행선안내표시기, 광고용 모니터로 구성된다.

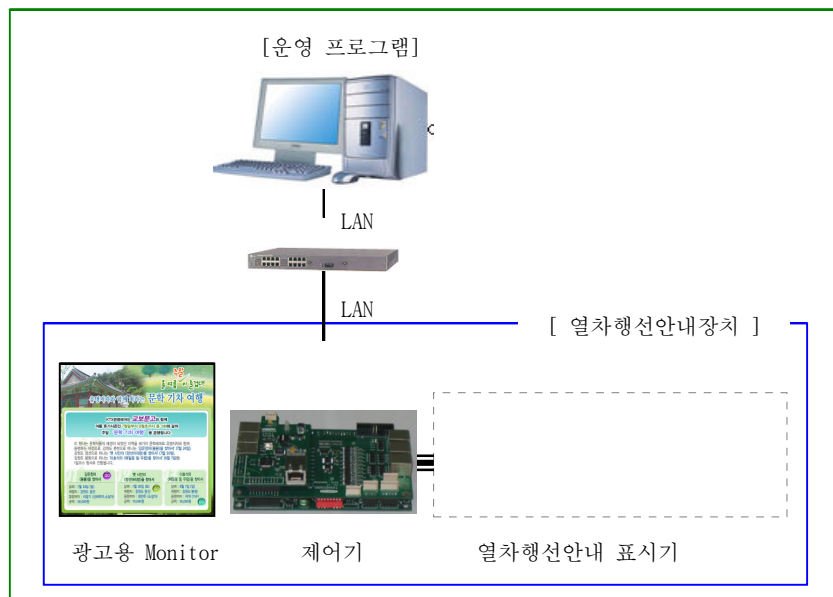


그림 2. 개발 시스템 구성

#### 3.1 운영 프로그램 개발

운영 프로그램은 일반철도, 고속철도 및 각 지자체의 지하철별로 각각 요구되는 기능들이 서로 달라 이에 따른 운용프로그램도 서로 상이하다. 따라서 본 연구에서는 운영프로그램에 대해 이러한 서로 상이한 요구사항들로 인해 특정 모델을 대상으로 하지 않고, 범용적으로 적용할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 즉, 열차행선안내기에 표출할 수 있는 정보의 편집이나 이를 적절한 애니메이션을 통해 표출할 수 있는 별도의 운영 프로그램을 개발하였다. 따라서 개발한 시제품이 상용화되기 위해서는 본 연구를 통해 개발한 운용프로그램을 각 운영기관으로부터의 요구조건에 맞추어 수정을 필요로 한다.

본 연구에서는 열차행선안내장치의 프로그램과 통신하여 정보 다운로드, 정보의 표출효과 제어 등을 수행할 수 있는 기능을 제공하는 별도의 운용프로그램인 “Appear”란 프로그램을 개발하였다. 이 프로그램은 LCD형 행선안내기의 제어기용 컴퓨터에 설치하여 운용하며, 윈도우 운영체제 하에서 동작되는 프로그램이다. 이 프로그램을 이용하여 열차행선안내장치에 표출할 문자 및 컬러를 편집할 수 있도록 하였으며, 이 모듈을 통해 편집한 표출문자를 이더넷이나 시리얼 통신에 의해 행선안내기 제어기로 전송하도록 하였다. 따라서 운용 프로그램 구성은 표출문자 편집모듈, 표출문자 선택모듈, 표준문자 전송모

들로 구성되어져 있다.

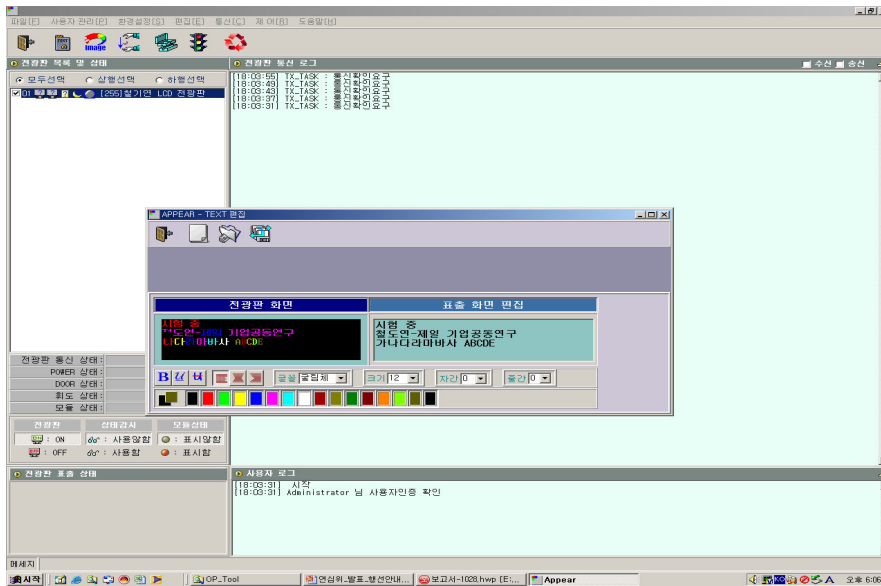


그림 3. 개발 운영프로그램 메인 윈도우

### 3.2 제어기 개발

LCD형 열차행선안내장치를 위한 제어기는 다음과 같은 기능을 내장하여 운영 프로그램과 통신 및 조건에 따른 정보를 LCD로 출력하여 승객에게 정보를 전달 할 수 있도록 한다.

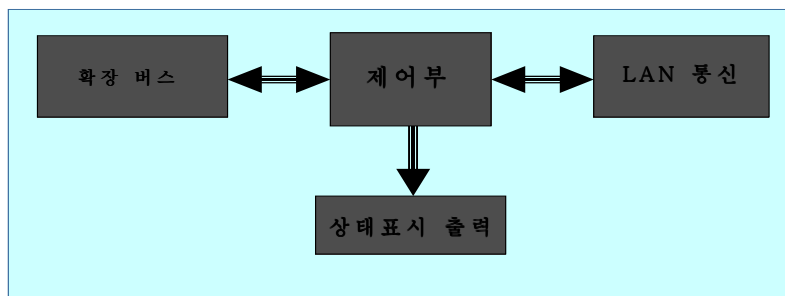


그림 4. 제어기 구성 블록도

본 연구를 통해 개발한 제어기는 32bit RISC 칩인 SH7709A를 사용하였으며, 또한 제어기를 위한 전용 운영체제를 개발하였다. 이 운영체제는 리눅스를 기반으로 하여 제어기에 적합하게 전용 운영체제인 “K-OS-10”을 개발하였다. 열차행선안내장치의 제어 프로그램은 독립적인 운영체제와 Application을 혼용하여 사용하여 프로세서의 부하를 최소화하였다. 본 연구를 통해 개발한 제어기의 주요한 기능은 다음과 같다.

- 운영체제(K-OS-10) + Application
- 이중화를 통한 안정적인 프로그램 운영
- File System 구축을 통하여 안정적인 데이터 관리 운영
- 확장 버스(데이터 및 어드레스)를 제공 (예 : LAN Driver 장착)
- 콘솔용 단자를 제공하여 실시간 시험 환경 제공
- 다기능 시리얼 통신 단자 제공
- 칼라 LCD 모듈 제어

### 3.3 열차행선안내기용 컬러 LCD 모듈

본 연구를 통해 개발한 LCD형 TIDS 장치를 위해 사용한 컬러 LCD 모듈의 특징은 다음과 같다.

- 백라이트를 RED/GREEN/BLUE용 LED를 적용하여 색상을 재현하는 방식을 사용하였다.
- LCD 모듈 단위로 칼라를 제공한다.
- 8 컬러 LCD 유닛 × 40개 ⇒ 1개의 표시장치 구성
- LCD 유닛의 백라이트 : 선택된 8개의 컬러 표시 가능하고 8단계의 조도의 조절이 가능하며 백라이트의 평균수명은 휘도의 반감치(50%)를 기준으로 50,000시간 이상

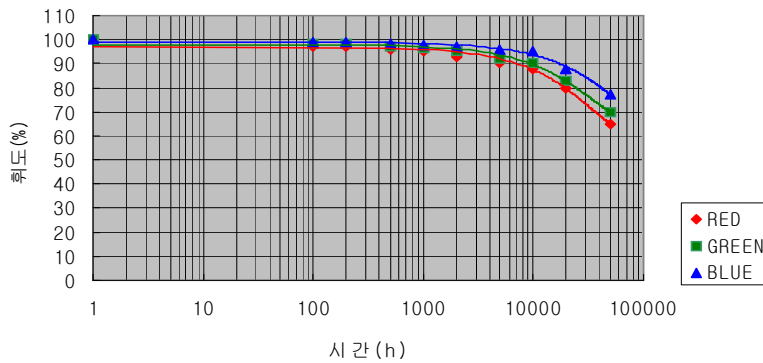


그림 5. LED 백라이트의 평균수명

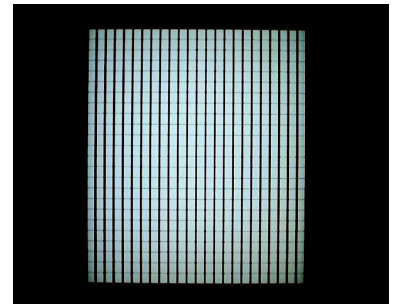
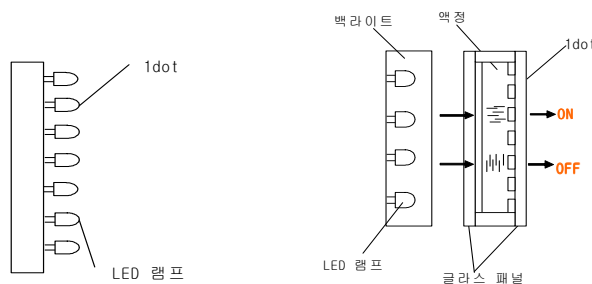


그림 6. LCD 유닛의 사진

- LCD 유닛 해상도 : 24 × 24 Dots
- LCD Dot의 무결성

일반적으로 열차행선안내기에 많이 적용되고 있는 3색 LED의 경우 DOT는 각 LED 램프로 형성되어 있고, 개별 반도체의 집합으로 되어있다. LED 램프는 LED 1개가 1 DOT 이므로 장시간 표시한 경우, 램프가 열화되어 LED 램프 각각의 노화에 따라 2~5만 시간에서 수명이 다하기 때문에 DOT의 불량을 일으키는 가능성이 LCD에 비해서 높다.



(a) LED 방식

(b) 8색 LCD 방식

그림 7. DOT의 무결성

본 연구에서 적용한 8컬러 LCD 유닛은 액정 패널을 셔터로 이용한다. 각 도트는 글라스면 내에 전극 패턴을 형성해서 제작 하였다. 각 도트에 전압의 인가로 그 부분의 액정분자가 변화되어 ON/OFF의 셔터 동작을 하고 액정은 글라스면 내에서 일체화되어 번짐이 발생하지 않기 때문에 1DOT가 단독으로 불량을 일으키는 일은 없다. 본 유닛에서는 백라이트로 LED를 복수 개 사용한 면광원이므로 만약 LED 램프가 몇 개 열화하여 점등 되지 않아도 관독불능 및 DOT의 불량은 없다.

- 자동휘도 조절 기능

표시기 내부에 조도 센서를 내장하여 주위의 밝기에 따라 표시 유닛의 휘도가 8단계로 자동 조정되어 항상 미려하게 안내 정보를 표시할 수 있다.

현재 열차행선안내장치에 일반적으로 사용되고 있는 LED 타입은 고정패턴을 장시간 표시한 경우, 램프를 구성하고 있는 렌즈를 열화시켜 휘도의 열화가 발생하게 된다. 더욱이 연속 점등함으로써 결국에는 램프가 사용불가로 되어 판독이 불가능한 상태로 된다. 또 램프 단위로 교환할 수 없기 때문에 유닛 단위로 교환할 수밖에 없다. 여기에 비해 본 연구에서 적용한 표시기의 LCD 유닛은 LCD입자를 셔터로 이용하는 방식으로서 LED 램프를 복수 개 사용한 면광원이므로 만약 LED 램프가 몇 개 열화 하여 점등 불가 된 경우라도 판독은 가능하다. 또한 소비전력은 3색 LED와 비교하여 1/2, FULL COLOR와 비교하여 1/5의 대폭적인 전력 절감이 가능하다.

또한 본 연구에서 선정한 LCD는 LCD 패널 내에 컬러 필터가 필요 없는 방식이다. 발색 원리는 장수명이고 고효율의 FULL COLOR LED 램프를 사용하여 면 발광형 백라이트로 하여 RGB 램프의 교환으로 색상 제어를 한다. LCD는 단순히 셔터로서의 역할만 하므로 표시 개구율은 표시색에 관계없이 발색성이 뛰어나며, 콘트라스트 비가 높고 시야각의 범위가 넓어지게 된다. 또한 표시되는 색은 32,768 가지 색상 중에서 임의의 8색으로 선정할 수 있다.

표 1. 소자의 비교

항목	적용 LCD	3색 LED	Full-color LED
표시소자	8-color LCD	3-color LED	Full-color LED
소자의 특성	·눈의 피로도가 적다. ·소비전력이 낮다. ·유지비용이 적다. ·문자가 수려하고 선명하다. ·문자의 번짐 현상이 없다. ·백라이트 일체형	·눈의 피로도가 높으며, 문자의 표시가 산만하다. ·소비전력이 매우 높다. ·유지 비용이 매우 높다. ·문자의 번짐 현상이 있다. ·문자의 떨림 현상이 있다. ·문자의 표현이 거칠다.	
소자의 수명	100,000시간	50,000시간	
최대시인거리	50cm-80m	20m 이내	30m 이내
휘도	450cd/m <sup>2</sup> n 이상	400cd/m <sup>2</sup> 이상	400cd/m <sup>2</sup> 이상
콘트라스트	200 : 1 이상	200 : 1 이상	200 : 1 이상
소비전력	7.5 watt 이하	15 watt 이하	36 watt 이하
소비전력(출발·도착안내기)	39W	78W	187W
시야각	좌·우 : 120°, 상·하 : 105°	좌·우 : 50°, 상·하 : 50°	
교환부품	백라이트	유닛 전체교환	
백라이트 수명	50,000 시간	-	
유지보수비용	적다	높다	

#### 4. 성능시험

LCD형 열차행선안내장치의 시험은 기본적으로 기능에 대한 시험이 이루어져야 하며, 적용된 8-color LCD의 성능의 충족여부가 확인되어야 한다. 개발한 시제품의 가장 중요한 목적은 8컬러 LCD 모듈의 제어기 개발에 있으며, 이 8 컬러 LCD 모듈을 통해 표출하고자 하는 정보를 표출할 수 있는지 여부에 있다. 따라서 시제품의 시험은 주로 개발한 제어기의 성능 확인과, LCD 모듈에 표출되는 정보가 시각적으로 LED 모듈에 비해 우수한지 확인하는 방식으로 시험을 수행하였다. 또한 8컬러 LCD 모듈이 제

시된 성능을 만족하는지의 확인을 위해 시각범위 측정, 조도 및 휘도 측정, 색상의 변화 등의 LCD 모듈 특성 시험을 수행하였다. 그림 8은 LCD 모듈에 표시되는 정보의 내용과 컬러 및 시인성에 대한 육안확인 사진이다. 그림에서 보듯이 LED 모듈에 비해 다양한 컬러의 표현이 가능하며 또한 rmfTL 또한 미려함을 확인할 수 있다.



그림 8. 다양한 컬러의 문자 출력

그림 9는 8컬러 LCD 모듈의 시각범위를 측정하는 사진으로 표1에 제시한 사양을 만족함을 확인하였다. 그림 10은 반면조도(Lux)에 따른 콘트라스트와 휘도를 측정하는 사진이고 그림 11은 반면조도에 따른 콘트라스트 값을 나타낸 그래프이다. 그리고 휘도계를 통한 휘도측정에서는 8컬러 LCD 모듈의 휘도는 455cd/m<sup>2</sup>으로 기준치를 만족하였다. 그림 12는 LCD 모듈의 휘도 조정 레벨에 대한 휘도를 나타낸 것으로 실제 이미지 표출을 통해 휘도계 및 육안을 통해 표1에 제시된 기준을 만족함을 확인하였다. 이 휘도는 앞 절에서 설명한 바와 같이 LCD 모듈 주위의 밝기에 따라 8단계로 자동으로 조정되도록 제어기를 개발하였으며, 각 단계별 설정되는 휘도 및 LCD 모듈의 출력을 나타낸 사진이다.

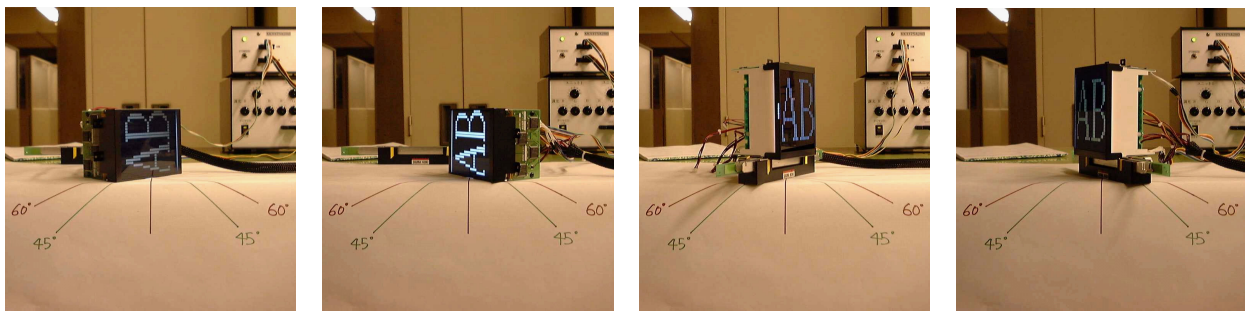
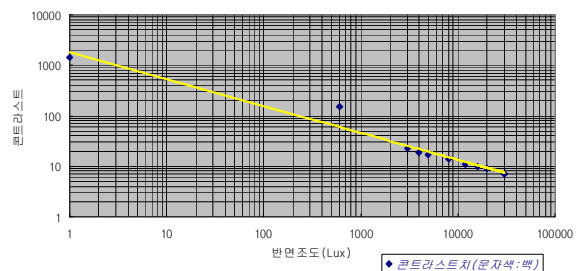


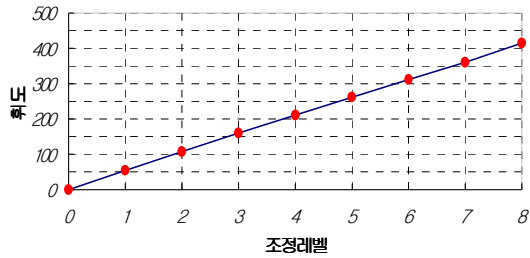
그림 9. 시각범위 측정



그림 10. 조도 및 휘도측정



11. 반면조도에 따른 콘트라스트 특성





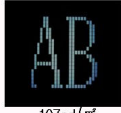

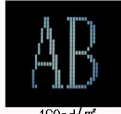



1단계	 54cd/m²	5단계	 262cd/m²
2단계	 107cd/m²	6단계	 312cd/m²
3단계	 160cd/m²	7단계	 361cd/m²
4단계	 211cd/m²	8단계	 415cd/m²

그림 12 휘도조정 단계별 휘도 및 이미지

## 5. 결론

열차행선안내장치는 열차운행 관련 정보를 편집, 가공하여 표시기에 표출하는 기능 및 관련 시스템과의 인터페이스 기능을 담당하는 시스템이다. 관련 여러 장비 중 열차행선안내표시기는 현재 일부 역사에는 LED 모듈과 LCD 모니터를 내장하여 열차 운행 정보 및 광고를 표출하는 기능을 수행하는 장비이다. 현재의 LED 타입의 장치는 LED 모듈의 휘도에 의하여 광고용 LCD 모니터의 표출 정보가 승객에게 정확하게 전달되지 않는 문제와 LED 모듈을 이용한 색상의 미려함에 문제가 있다. 이런 문제를 개선하기 위하여 LED 모듈 대신 컬러 LCD 모듈을 적용한 새로운 열차행선안내장치를 개발하였다.

본 연구를 통해 표출정보의 편집 및 전송을 위한 운용프로그램, 8 컬러 LCD 모듈 제어기 등을 포함한 새로운 시스템은 기존 시스템의 문제점 해결을 통해 보다 시인성이 향상된 열차행선장치로 승객서비스 향상이 기대된다. 향후 본 시제품의 상용화를 위해서는 각 운영기관의 구체적인 요구조건에 맞도록 응용프로그램을 수정 보완되어야 될 것이며, 또한 실내용 시제품을 개발하였으나 플랫폼에 설치되는 실외형일 경우의 운용환경 측면의 프레임 설계 등에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 하지만 컬러 LCD 모듈을 적용한 열차행선안내장치를 위한 핵심모듈은 본 연구를 통해 개발이 완료되었다고 볼 수 있다. 따라서 본 시제품 개발은 향후 각 운영기관으로부터 컬러 LCD형 행선안내기의 구매가 있을 경우 응용프로그램의 수정만을 통해 바로 현장 적용이 가능한 상용화가 가능할 것으로 기대된다.



그림 13. 개발된 LCD형 열차행선안내장치



## 참고문헌

1. 'LCD형 행선안내장치 개발', 한국철도기술연구원 연구보고서, 2005.
2. '열차행선안내장치', 철도용품 표준규격 6330-3245마, 2002.
3. 액정소장연구회, '액정 : LCD의 기초와 응용', 겸지사, 2003.
4. 기술표준원, '액정 디스플레이 소자 : 제2-2부: 매트릭스 컬러 LCD 모듈 - 개별규격지침', 2005.
5. 윤덕용, 'LCD 모듈 활용 마스터 ', Ohm사, 2004.

컬러 LCD형 열차행선안내장치의 공동개발에 참여해 주신 제일(주)에 감사드립니다.