서울도시철도(SMRT) L-CTC의 문제점 분석 및 해결 방안 도출
(Analysis of the problems in(SMRT) L-CTC and derivation of measures)

박금희† 이종우*
Park, Geumheui Lee, Jongwoo

ABSTRACT

This study enables to troubleshoot the problems of the existing dual system with the help of the implementation of totally dualized fault-tolerant system to L-CTC computer and HADAX , and equipments are simplified and systems are modernized with the addition of the control function, as a upgraded LCP control system, to L-CTC computer on the basis of WINDOWS based O/S switched from DOS environment. An error on Microlok, which is aninterlocking apparatus, forwarded to L-CTC computer ensures to handle the false data during the operation of the system.

This paper discusses a sure way to prevent the deterioration of (SMRT) L-CYC system and to bolster its stability with formation of the dual system. Additionally, WINDOW based O/S consisting of L-CTC computer leads to simplification and modernization of facilities and enhances maintenance functions offering centralization for branch offices and machine rooms as well.

국문요약

현재 서울도시철도 5,7,8호선 신호기계실에 설치되어 운영 중인 열차운행 제어 시스템 (L-CTC)는 DOS로 운용되는 컴퓨터를 사용하고 있다. DOS 기반 L-CTC는 H/W의 부품, DOS 운영 체제에서의 S/W 확보 등으로 시스템 확장과 유지보수가 불가능하게 되었다. L-CTC 노후화는 전체 시스템의 운용에 영향을 미치고 있어 시스템의 개량이 필요한 상태이다.

본 연구에서는 L-CTC 컴퓨터 및 HADAX의 기능을 결함허용시스템을 적용한 완전한 이중계로 구현함으로써 기존 이중계 시스템의 문제점을 해결하였으며, 현재 DOS 기반의 O/S로 운영중인 L-CTC 컴퓨터를 WINDOWS 기반의 O/S로 구현하여 L-CTC 컴퓨터에 제어기능을 추가함으로써 기존 LCP제어 방식을 개선하여 장비의 간소화 및 시스템 현대화를 구현하였다. 또한 기존 연동장치인 Microlok의 오류정보를 L-CTC 컴퓨터로 수신하여 운영 중 발생하는 Microlok의 오류 사항에 대하여 효율적인 대처가 가능하도록 하였다. 또한 현장 감시 기능만을 수행하는 분소 시스템에 제어 기능을 추가하여 사령과 현장 기계실 시스템의 중간 단계에 통합분소 시스템을 구축함으로써 사령제어 불가능 시, 통합분소 시스템이 현장 L-CTC 시스템을 통제하도록 구성하여 성능 향상 및 분소와 기계실의 집중화 방안을 제시하였다.

본 논문을 통해 서울도시철도 L-CTC 시스템 장비의 노후화를 대비할 수 있으며, 완전한 이중계 구성으로 시스템을 더욱 안정화 하였다. 또한, WINDOWS 기반의 O/S로 L-CTC 컴퓨터를 구성하여 장비의 간소화 및 현대화가 가능해 졌으며, 분소 및 기계실의 집중화 방안을 제시하여 유지 보수 기능을 향상시켰다.

† 책임저자 : 비회원, 서울산업대학교 철도전문대학원 철도전기신호공학과 석사과정, 서울도시철도공사 종합기술센터,
E-mail : boonagh@hanmail.net
TEL : (02)6311-3775 FAX : (02)6311-4024
* 교신저자, 서울산업대학교 철도전문대학원 철도전기신호공학과 교수

1. 서 론

열차집중제어장치(CTC : Centralized Traffic Control)는 전체 신호제어시스템을 종합적으로 감시 및 제어하는 기능을 제공하며 열차를 안전하고 효율적으로 운전하도록 하는 시스템이다. CTC는 열차운행의 감시에 필요한 열차위치의 집중감시, 각 역의 진로를 원격으로 제어, 열차의 운행상황을 직접 파악할 수 있도록 CTC 제어구역 내의 모든 열차의 위치와 신호기들의 상태 및 열차번호 등을 표시할 수 있는 표시기능, 열차운행에 혼란이 발생할 경우 운전정리와 열차대피나 추월 등의 운전정리기능 등을 포함하고 있다. 열차집중제어장치는 현장신호설비의 원격제어 및 관리를 통하여 열차운행의 효율성을 향상시키고 열차의 안전을 확보를 위한 부수적인 시스템이다.

CTC 시스템은 기능상으로 동일하지만 적용되는 노선에 따라서 시스템의 기능과 복잡도가 달라진다. CTC의 구분은 기능의 종류, 제어하는 구간의 길이 및 역의 수, 역의 배선도의 복잡도에 따라 달라진다. 서울역, 청량리 및 망우역과 같이 배선도가 복잡한 경우는 사령자의 능력과 운용의 복잡성으로 인해 한 개의CTC에서 통합적으로 제어를 수행하기가 어렵다. 고속철도와 같이 노선의 길이는 길지만, 포함하는 역, 폐색구간이 기존선 보다는 상대적으로 적어, 기존선의 CTC 보다 고속철도 CTC시스템이 많은 처리능력을 요구하지는 않는다. 그러나 고속철도의 특성으로 인하여 기존선 보다는 고속선에서 CTC는 많은 기능이 요구된다. 도시철도의 경우는 노선의 길이는 짧지만 많은 역을 포함하고 있어, 기존선의 CTC 시스템과는 다른 특성의 CTC가 필요하다. 따라서 CTC의 시스템은 노선의 특성에 따라서 기능과 성능이 다르게 설계되어야 한다.

CTC 시스템의 구성은 기능을 수행하는 소프트웨어와 하드웨어 시스템으로 이루어진 주 컴퓨터, 주 컴퓨터와 연결되어 있는 정보 송수신 시스템, 표시장치 및 MMI(Man-Machine Interface System)으로 구성되어 있다. 지하철 및 간선철도시스템은 일상생활에서 필수 시스템이므로, 철도을 구성하는 시스템은 필연적으로 신뢰성과 가용성이 확보되어야 한다. CTC 시스템의 신뢰성과 가용성을 확보하기 위해서 하드웨어 시스템은 Fault Tolerant 시스템과 시스템의 이중계를 채용하고 있으며, 소프트웨어 시스템은 모듈화 및 문서화를 실행하고 있다. CTC 시스템의 무순단 운용이 매우 중요하므로, 신뢰성과 가용성을 정량화하여 사용하고 있다.

본 논문에서는 서울도시철도 공사에서 사용하고 있는 CTC시스템(L-CTC)이노후화 되어 개량을 해야 할 시기에 있어, L-CTC을 대상으로 하여 CTC 시스템의 기능, 성능, 신뢰성 및 가용성에 대한 정량적인 평가를 수행하였다.

2. CTC 시스템

2.1 시스템 일반

일반 열차집중제어장치의 가장 기본적인 기능과 시스템은 그림 와 같이 구성될 수 있다. Traffic 컴퓨터는 열차운행계획, 운전정리, 운행표시, 신호 기능, 운영 및 유지보수 기능을 수행하고, 표시기는 열차번호를 표시하며, 운용자 및 유지보수자를 위한 콘솔은 열차운행상황표시, 사건 등의 화면표시 등을 하며, 개발용 컴퓨터는 시스템 개량에 사용된다.

2.2 도시철도 CTC 시스템 기능

CTC 시스템의 기능은 현재 사용하고 있는 전자연동장치에 포함되고 있다. 연동장치는 진로를 제어하는 vital system과 바이탈 시스템을 제어하는 제어시스템으로 구분할 수 있다. 연동장치의 제어시스템은 non-vital 장치로서, 열차계획 및 관리, 운전정리, 신호기능, 표시기능 등 CTC의 기능을 많이 포함하고 있다. 컴퓨터화된 연동장치를 이용하여 역 전체 혹은 여러 개 역을 동시에 관리 제어할 수 있다.

서울도시철도 시스템은 중앙에 CTC, L-CTC및 연동장치로 구성되어 있다. 직접 신호기기를 제어하는 연동장치는 vital 시스템으로서 중앙 혹은 로컬에서 생성된 제어명령에 따라 동작을 하나, 제어될 수 있는 논리가 성립되어야만 동작을 한다. 연동장치의 명령 생성은 CTC 혹은 L-CTC에서 생성되어 연동장치에 전달되고, 연동장치는 현장신호기 상태를 정보수집장치를 통하여 L-CTC와 중앙 CTC로 전달된다. CTC와 L-CTC와의 기능은 표1에 비교하여 나타내었다.

Table 1 CTC와 L-CTC 기능 비교

기능분류	일반 CTC 기능	도시철도 L-CTC 기능
열차계획의 관리 및 응용	- 스케줄링 기능 - 스케줄링 입력기능 - 수정 및 편집기능 - 시뮬레이션 기능	- 스케줄링 보기 기능
운전정리 기능	- 열차번호 변경 - 진로변경 - 열차운행시각 변경	
신호기능	- 장치상태 - 진로설정 - 진로해제	- 장치 상태 - 진로 설정 - 진로 해제
표시기능	- 신호설비 관련 정보 표시 - 열차번호 표시 기능	- 열차번호 - 출입문 열림/닫힘 - PSD 열림/닫힘 - TWC 장치 통신상태
유지보수기능		- 열차운행 기록(EVENT LOG) - 장치 고장정보 표시

2.3 L-CTC 하드웨어 시스템

L-CTC는 현장에서 열차의 이동에 대한 제어 및 감시하는 컴퓨터 시스템이다 이것은 로컬 제어 패널(LCP) 및 CTC와 같은 제어 장치와 인터페이스하고 또한 현장의 전자연동장치와 열차간의 인터페이스를 수행한다. 이것은 운영자의 제어 요구를 제어명령으로 전자연동장치에 보내고, 그리고 전자연동장치의 상태 정보를 표시정보로 패널/CRT에 보낸다.

현재 사용하고 있는 L-CTC 시스템은 3가지 타입으로 나눌 수 있다

- 연동역(Interlocking Station)
- 비연동역(Non-Interlocking Station)
- 차량기지(Car Depot)

또한 L-CTC 시스템을 구성하는 하드웨어 장치와 그 기능은 다음과 같다.

가. 컴퓨터

다른 모든 하드웨어 장치를 상호 연결시켜주는 역할을 하며, 상용과 예비용으로 2대의 컴퓨터를 갖춰 HADAX라는 스위칭 장치를 통하여 다른 하드웨어 장치들과 연결된다.

나. HADAX 스위칭 장치

컴퓨터와 다른 하드웨어 장치들을 최대 16개까지 연결가능하며, 상용 컴퓨터를 예비로 절체하는 기능을 수행한다. 또한 각 슬롯은 3개(A,B,COMMON)의 채널을 통해 이중계(A,B) 기능을 갖는다.

다. L-DTS(Local Data Transmission System)

L-CTC 컴퓨터는 L-DTS를 통하여 CTC에 접속된다. 즉 CTC와 인터페이스하기 위한 접속장치이다.

라. 마이크로락

마이크로락은 연동역과 차량기지에 사용되는 vital logic 장치로 L-CTC 컴퓨터에 현장의 신호기,선로전환기,궤도들의 상태를 송신하고, L-CTC 컴퓨터로부터 제어명령을 받아 신호기 현시 및 선로전환기를 전환한다. 비연동역은 마이크로락 대신 제니시스를 사용하여 L-CTC 컴퓨터로 궤도상태를 전하는 기능을 수행한다.

마. 제니시스

현장 열차의 출입문 제어, 회차와 관련된 ATO 기능 수행을 목적으로 사용되고, 추가로 L-CTC 컴퓨터에 경보표시 정보를 제공한다. 또한 차량기지의 유치선 궤도에 ATC 속도코드 출력을 위해 사용된다.

바. TWC(Train to Wayside Communication) 장치

열차와 L-CTC 컴퓨터간 인터페이스를 제공한다

사. 프린터

L-CTC 컴퓨터에 저장된 이벤트로깅 데이터를 하드카피 하는데 사용된다.

아. Local Maintenance Panel

모자이크 디스플레이 패널과 디스플레이 구동 장치로 구성되었으며, L-CTC로부터 현장 상태를 수신하여 유지보수 목적을 위해 신호기계실에 위치하였다.

자. SCR(Signal Control Room)

차량기지와 연동역에서만 운영되며, 제어 장치를 통하여 제어 패널로부터 명령을 수신하고 이 명령을 L-CTC 컴퓨터로 송신한다. L-CTC로부터 수신된 표시정보는 표시장치를 통하여 표시 패널 내용을 새로이 갱신한다.

차. MTO(Maintenance Office)

해당 관내의 본선,기지의 현장 상태를 표시한다. 컴퓨터와 모자이크 패널과 LDU/DIU장치로 구성되며, 컴퓨터는 운영 범위내의 모든 L-CTC로부터 현장 정보를 수신하고 LDU/DIU 장치를 통해 모자이크 패널의 표시내용을 갱신한다.

2.4 L-CTC 시스템의 기능 요건

L-CTC 시스템은 24h/24h, 7days/7days 가동되어 현장 열차 이동에 대한 제어 및 감시를 수행하는 시스템이다.

L-CTC의 기능로컬 제어 패널(LCP) 및 CTC와 같은 제어 장치와 인터페이스하고, 현장의 전자연동장치와 열차간의 인터페이스를 수행한다. 즉 운영자의 제어 요구를 제어명령으로 전자연동장치에 보내고, 그리고 전자연동장치의 상태 정보를 표시정보로 패널(LCP) 및 CTC에 보낸다.

L-CTC 하드웨어가 담당하는 구역은 평균 2개역을 담당하며, 최대한으로 궤도회로 50개, 선로전환기 20개, 신호기 20개, 진로수 20개 정도를 표시 및 제어하며, 최대 30s마다 현장정보를 갱신하여야 하며, 제어 명령은 1,000ms이내에 현장에 전달이 되어야 한다.

세부적인 L-CTC 시스템의 기능요건은 다음과 같다

- 운영체제는 MMI 기능이 가능한 Windows 여야 한다.
- 장애 추적이 가능하도록 REPLAY 기능이 구현되어야 한다.
- Fault tolerant 시스템으로 구현되어야 한다.
- 제어/표시 정보가 실시간으로 처리되도록 한다.(현재 9600bps)
- 내부의 온도를 조절하기 위한 fan이 장착되어야 한다.

3. L-CTC Fault tolerant 시스템

3.1 Fault tolerant 일반

일반적으로 Fault tolerant 시스템을 구성하기 위해서는 각 시스템에 적당한 Fault tolerant 시스템을 구성하여야 한다. Fault tolerant system의 구성방법은 시스템의 요구 사양에 따라 달라 질 수 있다.

은행과 같이 high reliability를 요구하는 시스템은 2 혹은 n개의 back-up 시스템이 동시에 동작하는 시스템으로 구성되어 있다. 제어권을 가지고 있는 Master 컴퓨터와 제어권이 없는 slave 컴퓨터는 독립적으로 동작으로 하며, 동시에 같은 정보를 획득을 한다. Master 컴퓨터가 고장이 발생하였을 경우에 다른 slave 컴퓨터가 제어권을 갖는 방법의 Fault tolerant 이 있다.

다른 방법으로는 1개의 컴퓨터를 2중계로 하여 시스템 가용성을 높이는 방법이 있다.

n개의 시스템을 동시에 사용하는 방법으로 n개의 서브시스템과 n개의 주변장치를 공유하는 사용하는 방법이 있다.

Fault tolerant 시스템 선정은 시스템 구성에 있어서 또 다른 요구사항이 된다.

3.2 L-CTC Fault tolerant 요건

L-CTC는 현장 시스템의 상태감시와 제어를 수행한다. L-CTC의 기능은 Table 1에서 나타낸 것과 같이, 스케쥴 표시기능, 신호기능, 표시기능 및 유지보수기능 등이 있다.

Table 2 L-CTC 기능 분석

기능분류	도시철도 L-CTC 기능	현장정보	제어
열차계획의 관리 및 응용	- 스케줄링 보기 기능	off-line	-
신호기능	- 장치 상태	실시간	실시간
	- 진로 설정	실시간	실시간
	- 진로 해제	실시간	실시간
표시기능	- 열차번호	실시간	실시간
	- 출입문 열림/닫힘	실시간	실시간
	- PSD 열림/닫힘	실시간	실시간
	- TWC 장치 통신상태	실시간	실시간
유지보수기능	- 열차운행 기록(EVENT LOG)	실시간	실시간
	- 장치 고장정보 표시	실기간	실시간

L-CTC 시스템 기능은 실시간으로 동작으로 해야 하는 시스템이다. 따라서 L-CTC 시스템에 사용되는 Fault tolerant 시스템은 2개의 시스템이 동시에 동작을 하며, 제어만을 master 시스템이 수행하는 HOT STAND-BY 형태가 적당하다.

3.3 L-CTC Fault tolerant 시스템

L-CTC 컴퓨터는 2개의 컴퓨터(이중계)가 설치되었으며, HOT STAND-BY 형태로 구성한다. 즉 L-CTC 소프트웨어에 의해 ON-LINE 컴퓨터가 9600BPS로 STNAD-BY 컴퓨터와 통신한다. ON-LINE COMPUTER는 STAND-BY 컴퓨터로부터 ACK 메시지를 받을 때까지 STAND-BY 컴퓨터에 “ON-LINE 메시지”를 전송한다. 그리고서 ON-LINE 컴퓨터는 STAND-BY 컴퓨터에 데이터(열차정보,궤도,신호기,선로전환기,진로쇄정 데이터)를 수시로 송신하여 현재의 데이터 값을 공유한다.

L-CTC 컴퓨터의 이중계 동작은 HADAX라는 장치에서 상용 컴퓨터를 지속적으로 감시하여 L-CTC 컴퓨터와 정보를 교환하다가 상용 컴퓨터에 고장이 발생되거나 문제점이 있을 때, 즉시 예비 컴퓨터로 절체가 이루어 진다.

이에 Fig.2와 같은 구조로 L-CTC 시스템 장비의 정보를 공유하는 시간 및 연산 처리 과정이 다르기 때문에 완벽한 이중계 동작에 대한 오류 및 가능성을 내포하고 있다. 즉 L-CTC 시스템의 각 하드웨어 장치로부터 전송된 데이터는 HADAX를 거쳐 Active인 컴퓨터로 전송되며, 이 데이터는 다시 HADAX를 통해 Standby계로 전송되는 구조로 HADAX 고장 시 또는 Active 컴퓨터에 오류 발생할 경우 Standby계로 데이터가 전송되지 못하여 Standby 컴퓨터는 과거의 데이터를 수신하지 못해 Standby 컴퓨터가 Active로 전환된 상태에서 즉시 모든 상황을 완벽히 파악하지 못하는 오류가 발생하게 된다. 이러한 미비사항을 완벽하게 보완하기 위하여 아래와 같이 L-CTC의 Fault tolerant 구현을 보완하였다.

가. 이중계 구조로 구성되어있으며, 모든 하드웨어적 요소의 이중화를 통하여 한쪽에 장애가 생기더라도 Fault Tolerant를 구현한다.

나. 모듈화된 하드웨어적 요소는 교체 및 서비스를 보다 쉽게 구현토록 한다.

즉 Suitcases, CPU/Memory board, I/O Controller, power supply등의 모든 하드웨어적 요소가 CRU(Customer Replace Unit)로 구성되어있어 최소한의 훈련과 장비로 현장에서 쉽게 교체가 가능하도록 한다.

다. 모든 하드웨어적 요소에 대하여 장애가 발생하더라도 시스템 운용 중에 Part에 대한 교체가 가능하도록 한다.

라. 모든 하드웨어적 요소에 대하여 자가진단 기능이 있어서 어떠한 장애에 대하여 진단 및 통보를 할 수 있도록 한다. 하드웨어적/소프트웨어적인 장애에 대하여 항상 관리자에게 monitoring 된다.(분소감시장치 시스템 감시)

마. 모든 하드웨어적 요소는 시스템 LED를 갖추고 있어서 그 LED를 통하여 시스템의 상태를 운영자에게 통보할 수도 있다.

4. 시스템 설계 및 제작

3장에서 제시한 신호시스템의 문제점 및 해결방안을 모색하기 위해 Fig.1 에 명시된 절차로 설계를 진행하였다. 분석단계에서는 DOS 운영체제에서 실행되는 프로그램의 소스를 분석하여 기존 L-CTC 프로그램의 처리 구조 및 이중계 처리 구조를 분석하였으며, 각 장치들간의 인터페이스 프로토콜을 분석하여 본 논문에서 제작한 L-CTC 윈도우 프로그램의 제작에 반영하였다. 설계단계에서는 L-CTC 윈도우 프로그램의 기능을 정의하고, HADAX의 동작 기능을 설계 하였

으며, 향후 통합 분소 구조를 위한 신호 기계실의 개선점에 중점을 두고 설계하였다. 또한 제작된 L-CTC 윈도우 프로그램의 실험을 위한 시뮬레이터를 설계하였다.
제작단계에서는 L-CTC 윈도우 프로그램을 제작하였으며, 각 장치를 대신할 수 있는 시뮬레이터를 제작하였다. 실험단계에서는 시뮬레이터와 윈도우용 L-CTC 프로그램으로 구성된 시스템을 구성하여 동작 상태가 현장 시스템의 동작 상태와의 일치 여부를 비교하였다.

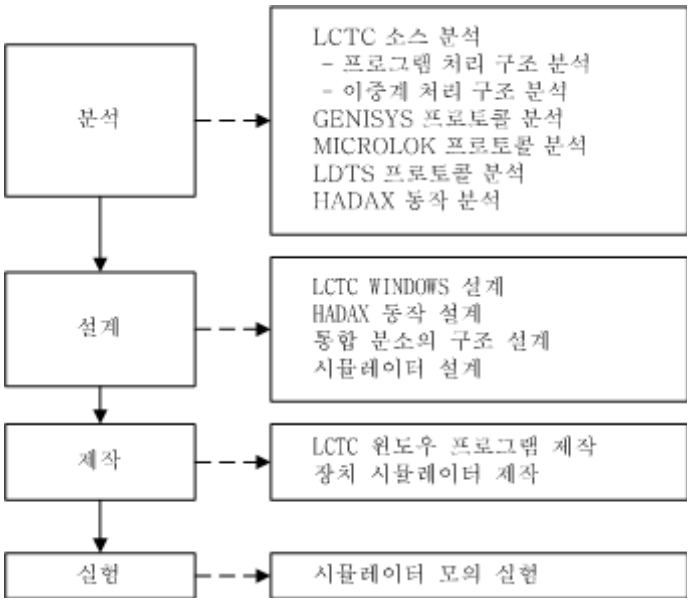

Fig. 1 설계 수행 절차

4.1 분석

분석단계에서는 기존 L-CTC 컴퓨터에서 운영중인 프로그램 소스를 분석하고, 이와 인터페이스 되는 GENISYS, MICROLCK, L-DTS 프로토콜과 HADAX의 동작을 분석하여 시스템 구성 및 동작 방식을 분석하였다.

기존 L-CTC 컴퓨터는 DOS 운영체계 기반에서 응용프로그램이 동작하여 열차 신호 제어를 담당하고 있으며, 장비의 노후화로 인한 문제점이 발생할 시점에 있기 때문에 장비의 대체 및 유지보수가 필요한 실정이다. 또한 DOS 운영체제 기반으로 키보드만으로 조작할 수 있도록 하여 인터페이스 측면에서 불편하고, 모니터 상으로 제어가 불가능하여 운영자는 별도의 조작 패널을 이용해서 명령을 발생시키는 구조로 되어 있다. 즉 모니터로 상태를 감시하면서 제어할 수 없으며 별도 설치된 LCP 패널에서 제어해야 하는 불편함을 가지고있다. 이중계에 대한 동작 방식도 Fig.2와 같은 구조로 로컬 장비의 정보를 공유하는 시간 및 연산 처리 과정이 다르기 때문에 완벽한 2중계 동작에 대한 오류 및 가능성을 내포하고 있다. 즉 말단장치로부터 전송된 데이터는 HADAX를 거쳐 Active인 컴퓨터로 전송되며, 이 데이터는 다시 HADAX를 통해 Standby계로 전송되는 구조로 HADAX 고장 시 또는 Active 컴퓨터에 오류 발생할 경우 Standby계로 데이터가 전송되지 못하여 Standby 컴퓨터는 과거의 데이터를 수신하지 못해 Standby 컴퓨터가 Active로 전환된 상태에서 즉시 모든 상황을 완벽히 파악하지 못하는 오류가 발생하게 된다. 예를 들어 회차 열차가 플래폼에 정차 시 이러한 절체가 발생하였다면 열차 출입문 방향을 잘못 인식하는 경우가 발생한다. 더욱이 HADAX가 없을 경우 -LCTC 컴퓨터는 서로 절체를 할 수 없는 구조로 되어 있어. Active/Standby의 판단을 독립된 L-CTC 컴퓨터에서 하지 못하고 HADAX에 의존해야 하기 때문에 완전히 독립된 이중계 시스템으로 보기 어려우며 HADAX에 종속되어 동작한다.

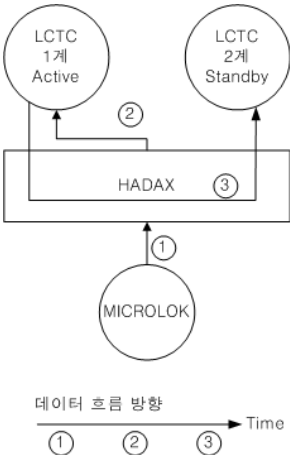

Fig.2 HADAX와의 이중계 연동

4.2 설계

분석 단계에서 제시한 문제점을 해결하기 위한 설계 사양은 Table 2에 나타내었다.

Table 2 설계 사양

장치	기존 사양	설계 사양
L-CTC 컴퓨터 운영체제	DOS	Windows
L-CTC 컴퓨터 동작 모드	모니터링	제어 기능 추가
L-CTC 컴퓨터 이중계	Active->Standby 데이터 전송	HADAX 양방향 전송으로 인한 동기화 실현
LCP 패널	연동역 기계실 설치 Genisys 설치	제거 Genisys 제거
운영자실 컴퓨터	운영자실 별도 설치	제거 또는 유지
HADAX	단일 방향 전송	양방향 전송

Fig.3 은 기존 HADAX의 데이터 단방향 전송으로 인한 오류 발생 원인을 제거하기 위한 방법으로 양방향으로 데이터를 전송하기 위한 구성도이다. L-CTC 컴퓨터는 Active/Standby와 관계없이 데이터를 수신하여 내부 연산을 처리하고 데이터 출력만 별도로 구성하면 된다. 하위로의 데이터 전송은 기존과 같이 Active인 L-CTC 컴퓨터에만 가능하며, Standby 에서 잘못된 연산으로 출력을 발생시키더라도 HADAX에서 차단하도록 설계되었다.

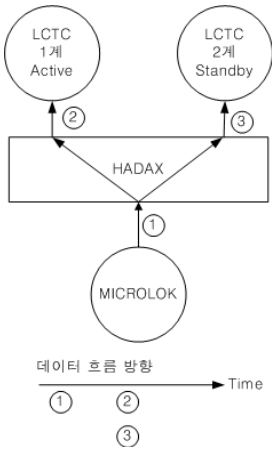

Fig.3 HADAX의 동기화 전송

Table 3은 L-CTC 윈도우 프로그램의 기능 정의 사항이다. 윈도우 프로그램에서는 기존 DOS 프로그램의 모든 기능을 구현하였으며, 모니터상으로 제어가 가능하도록 하여 LCP 패널을 제거하였다. 또한 그래픽 에디터 및 DB 에디터를 설계하여 프로그램의 수정 없이 DB 입력만으로 모든 역을 구성할 수 있도록 하였다.

Table 3 L-CTC Windows 프로그램의 기능 정의

기능	설명	
현장 제어	진로	현장 해당 신호기의 진로 설정 제어 기능
	Fleeting	현장 해당 신호기 Fleeting 설정 제어 기능
	전철기 제어	전철기 수동 전환 제어 기능
	Terminal 모드	자동 회차 설정 제어 기능
	EMS	비상정지 설정 제어 기능
	HDC/HDO	Hold Door Close/Hold Door Open 설정 기능
역 상태 모니터링 및 Map 제어	현장 역 상태 정보를 Map 화면으로 표시하여 현장 역상태를 모니터링 한다. 또한 역화면 Map을 통해 직접 제어 가능하다.	
기기 상태 모니터링	현장 기기 상태 정보를Map 화면으로 표시하여 현장 기기상태를 모니터링 한다.	
메시지 표시	현장장비(MLK, ATO, TWC, LDTS) 등과의 통신 메시지를 메시지 표시창 및 메시지 표시 Dialog에 현시한다.	
메시지 조회	현장장비(MLK, ATO, TWC, LDTS) 등과의 통신 메시지를 Log로 기록하며, 이 기록된 로그를 조회하는 기능이다.	
운행계획 조회	해당 스케줄 ID에 해당하는 스케줄을 조회하는 기능이다.	
환경설정	L-CTC 경보음 설정 및 정차시간 설정 기능이다.	
제어권 전환	사령 제어 모드일 경우 로컬 제어모드로 전환하는 기능이다.	
이중계 절체	이중계 L-CTC의 Master/Slave 중 해당 L-CTC에 제어 권한을 부여하는 기능이다.	
SOP	L-CTC 기본사용 방법을 조회하는 기능이다.	
연동로직	현장 제어 기능 수행 시 연동로직기능을 수행한다.	
인쇄	메시지 조회 및 운행계획 조회에서 인쇄버튼을 클릭하면 조회 내용을 인쇄할 수 있다. 또한 인쇄 설정을 자유롭게 할 수 있다.	
L-CTC 자체 이중계 감시	기존 HADAX를 통하지 않고 Partner L-CTC와의 자체 이중계 감시기능을 한다.	

4.3 제작

Fig.4 은 기존에 DOS로 표현되었던 L-CTC 구성 화면을 Windows화 한 것이다. 기존의 DOS에서 사용중인 프로그램보다 기능을 확장하여 사용자 편의성을 증대하였다.

Fig.4 Windows로 구성된 LCTC 기본 화면

제작된 LCTC 프로그램을 현장 장치에 바로 실험할 수 없는 상황이므로 LCTC와 연결되는 주요 장치인MicroLok, Genisys, TWC장치, LDTS장치를 시뮬레이터로 구현하여 LCTC 프로그램의 동작 시험을 실시하였다.

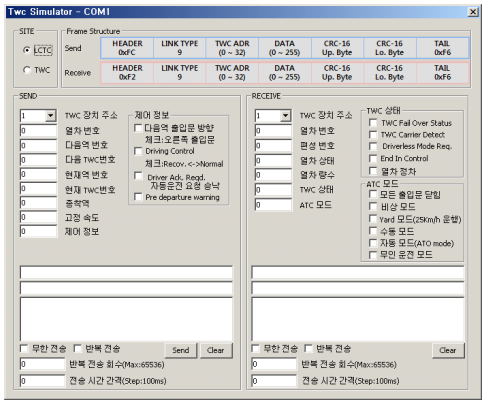

Fig.5 TWC 시뮬레이터

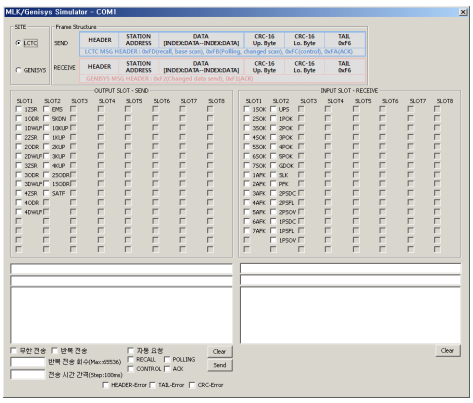

Fig.6 Genisys 시뮬레이터

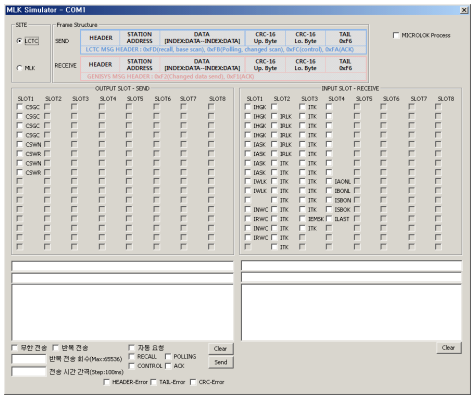

Fig.7 MicroLok 시뮬레이터

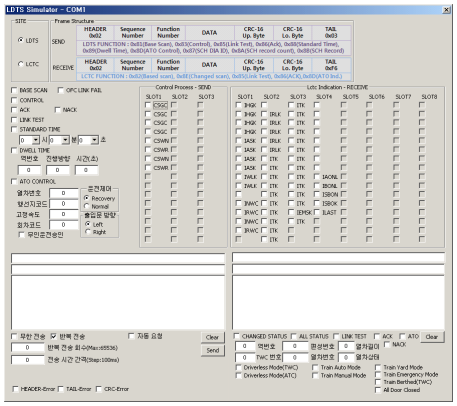

Fig.8 LDTS 시뮬레이터

4.4 실험 및 결과 고찰

제작된 윈도우용 L-CTC 프로그램의 동작을 검증하기 위해서 L-CTC 컴퓨터가 연결되는 단말 장치를 시뮬레이터를 통해서 구현하였다. L-CTC와 연결되는 장치로는 마이크로락, 제니시스, TWC장치, LDTS장치, OSC 컴퓨터, LCP 패널, MTO 컴퓨터들이 있으나, 여기서는 주요 장치인 마이크로락, 제니시스, TWC장치, LDTS장치를 시뮬레이터로 구현하여 L-CTC 프로그램의 동작 검증을 실시하였다. 시험 결과 이상 없이 동작함을 확인하였으며, 현장에서 직접 장치들과의 인터페이스를 통한 검증이 필요한 단계이다.

5. 결 론

현재 도시철도 L-CTC 시스템의 신뢰성 향상을 위하여 아래와 같이 Fault tolerant 구현을 보완하고자 L-CTC 시스템을 분석한 결과 L-CTC 컴퓨터를 Active/Standby와 관계없이 데이터를 수신하여 내부 연산을 처리하고 데이터 출력만 별도로 구성하여 하위로의 데이터 전송은 기존과 같이 Active인 L-CTC 컴퓨터에만 가능하며, Standby 에서 잘못된 연산으로 출력을 발생시키더라도 HADAX에서 차단하도록 설계하였으며, 더불어 유지보수성 향상을 위하여 윈도우 프로그램에서는 기존 DOS 프로그램의 모든 기능을 구현하였으며, 모니터상으로 제어가 가능하도록 하여 LCP 패널을 제거하였다. 또한 그래픽 에디터 및 DB 에디터를 설계하여 프로그램의 수정 없이 DB 입력만으로 모든 역을 구성할 수 있도록 하였다.

참 고 문 헌

1. 서울도시철도공사 “LCTC SOFTWARE 설명서” pp.83-164.