

전자연동시스템의 연동검사기법에 관한 연구 (A Study on Interlocking Inspection Technique for Computer Controlled Interlocking System)

이재호* 김종기** 박영수*** 박귀태****
Lee, Jae-Ho Kim, Jong-ki Park, Young-soo Park, Gwi-Tae

ABSTRACT

The purpose of interlocking system was to prevent the route for a train being set up and its protecting signal cleared if there was already another, conflicting route set up and the protecting signal for that route cleared.

Recently, the computer based control systems instead of conventional relays circuitry are widely used to industrial systems, therefore, interlocking system are rapidly changing from relay interlocking system to computer controlled interlocking system that control requirements of interlocking at junctions using electronic circuits.

However, the reliability of interlocking logic for those systems are harder to demonstrate than in traditional relays circuitry because the faults or errors can not be analyzed and predicted to those systems.

In this paper, by examining the technique of computer controlled interlocking system, we will acquire the inspection algorithm and method for computer controlled interlocking system.

1. 서 론

연동장치는 선로전환기, 궤도회로, 신호기를 서로 연관시켜 열차를 안전하게 그리고 효율적으로 운행시키는 장치로 연동장치가 신설되거나 변경되면 반드시 연동시험을 행하여 연쇄관계가 확실한지를 확인하여야 한다.

그러나 최근 수송수요의 증강에 따른 역의 대규모화, 열차횟수의 증가 및 운행 관리와 보수관리를 위한 다양한 기능의 부가 등으로 연동장치의 연동검사 조작, 확인횟수가 상당히 많이 증가하여 많은 시험시간과 인간의 노력이 필요하며 이에 따른 제작 기간의 장기화, 비용의 증가 등이 있다. 또한 검사에서 발생하는 실수는 운영상 중대한 사고를 야기할 수 있으며 검사자는 실수하지 않을까 하는 불안감을 가지는 등 많은 문제점을 가지고 있다.

- * 한국철도기술연구원 시설전기연구본부 선임연구원
- * 한국철도기술연구원 시설전기연구본부 책임연구원
- * 철도청 전기국 전기사무관
- * 고려대학교 전기전자전파공학부 교수

- 검사기간이 아주 많이 걸린다.
- 실수가 많아 재차 체크하는 것이 필요하다.
- 연동장치에 많은 지식을 가진 사람만이 시험할 수 있다.
- 연동변경에 즉시 대응 할 수 없다.

따라서 연동도표로부터 연동표 및 각종 조건표에 의한 연동검사 제어알고리즘을 구현하고 이를 바탕으로 향후 복잡한 연동검사를 자동으로 실시하는 연동검사 시뮬레이터를 개발하여 검사의 효율화를 기여하고자 한다.

2. 본 론

2.1 연동검사 방법 분석

1) 조작표시반

조작표시반에는 선로전환기방향, 신호기현시, 열차위치, 진로설정 유무 등 열차운영에 필요한 모든 정보가 표시된다. 진로표시등(Line Light)은 진로구분쇄정 궤도회로마다 점등하도록 하고 전철기는 개통방향마다 점등하도록 구성하였다. 진로를 취급하여 쇄정이 걸리면 진로방향으로 연속한 백색등이 점등하여 진로쇄정의 완료를 표시한다.

이것은 열차의 운용뿐 아니라 장애보수에도 활용할 수 있다. 만약 진로표시등은 점등했으나 신호현시등이 정지인 경우는 진로쇄정회로까지는 문제가 없고 그 이후의 회로에 문제가 있는 것으로 판단할 수 있으며 진로표시등이 점등되지 않았으면 진로쇄정회로 이전에서 문제가 발생한 것으로 판단할 수 있다. 다음에 전철기표시등이 정위에 있는지 반위에 있는지를 확인하여 전철기가 소정의 방향을 표시하고 있으면 진로쇄정회로(진로조사회로)에서 문제가 발생한 것이고 그렇지 않으면 선로전환기 전환불량 또는 그 전 단계에서 문제가 발생한 것이다. 즉, 조작판 감시등을 확인하면 고장의 범위를 줄일 수 있어 보수를 효율적으로 할 수 있다.

2) 연동장치 입출력

연동장치는 전철압구, 신호압구의 조작에 의해서 동작하고 선로전환기 및 신호기를 제어한다. 이때 현장신호기의 상태, 선로전환기의 상태를 케환(feedback)신호로 사용하고 궤도회로 정보를 열차의 위치정보를 사용하는 시컨스 회로이다. 그림 1은 연동장치의 입출력정보를 나타낸 것이다.

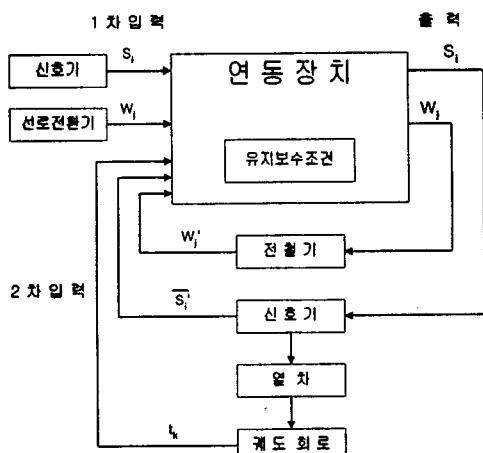


그림 1 연동장치의 입출력정보

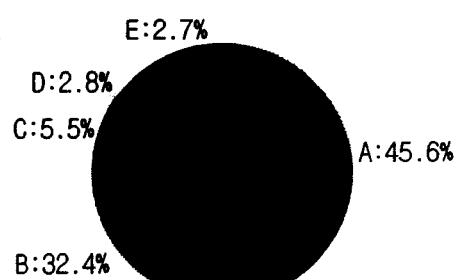


그림 2 검사 항목별 비율

3) 연동검사 분석

① 조작, 확인횟수 점검

연동장치는 역구내에서 열차운전을 안전하고 원활하게 하기 위해서 신호기, 선로전환기 등을 제어하는 장치이고, 연동검사는 연동장치가 연동도표에 의한 모든 기능을 가지고 있는지에 대한 조건검사이다.

이제까지 시행하는 검사방법을 기준으로 전체 연동검사에서 검사항목을 검사종별로 나누어 보면 그림 2와 같다.

② 연동검사 항목

연동검사의 기본항목은 연동도표와 연동장치 검사규격서에서 제시하는 조건을 수용하고 또한 부과적으로 추가되어야 하는 항목으로 표 1과 같이 나타낼 수 있다.

③ 연동검사 항목

연동검사의 기본항목은 연동도표와 연동장치 검사규격서에서 제시하는 조건을 수용하고 또한 부과적으로 추가되어야 하는 항목으로 표 1과 같이 나타낼 수 있다.

표 1 연동검사의 기본항목

번호	연동검사 항목	연동도표 테이블
1	선로전환기 단독전환	선로전환기란
2	진로설정검사	취급버튼란/쇄정란
3	철사쇄정검사 궤도회로만인 경우 궤도회로에 전철기의 조건을 부가한 경우 과방호검사	취급버튼란/철사쇄정란
4	상호쇄정검사 신호기와 선로전환기 상호간의 쇄정검사 신호기 상호간의 쇄정검사	취급버튼란/쇄정란
5	폐로쇄정검사	
6	보류쇄정검사	
7	접근쇄정검사 궤도회로만인 경우 궤도회로에 신호기의 조건을 부가한 경우	접근쇄정란
8	표시쇄정검사	
9	진로쇄정검사 신호기와 선로전환기 상호간의 검사 신호기 상호간의 검사	쇄정란/진로쇄정란
10	신호제어검사 궤도회로만인 경우 궤도회로에 선로전환기 조건을 부가한 경우 과방호검사	
11	부가기능검사 전철기 사용정지 검사 신호기 사용정지 검사	

2.2 연동검사 프로그램개발

본 시스템은 연동장치의 기능확인을 위해 연동검사를 시행하여 주어진 연동도표대로 설비가 기능 발휘하는지를 판정하기 위함이다. 따라서 연동검사장치는 연동도표 상의 모든 발생가능한 조건에 대한 시험을 빠짐 없이 신속하게 자동 처리함으로써 연동장치의 성능 검증 및 유지보수를 함에 있어 수작업에 의한 연동검사시 발생가능한 실수를 배제하고 검사 수행 시간을 단축하여 효율적인 연동검사를 수행하는데 그 목적을 둔다.

1) 시스템 구성

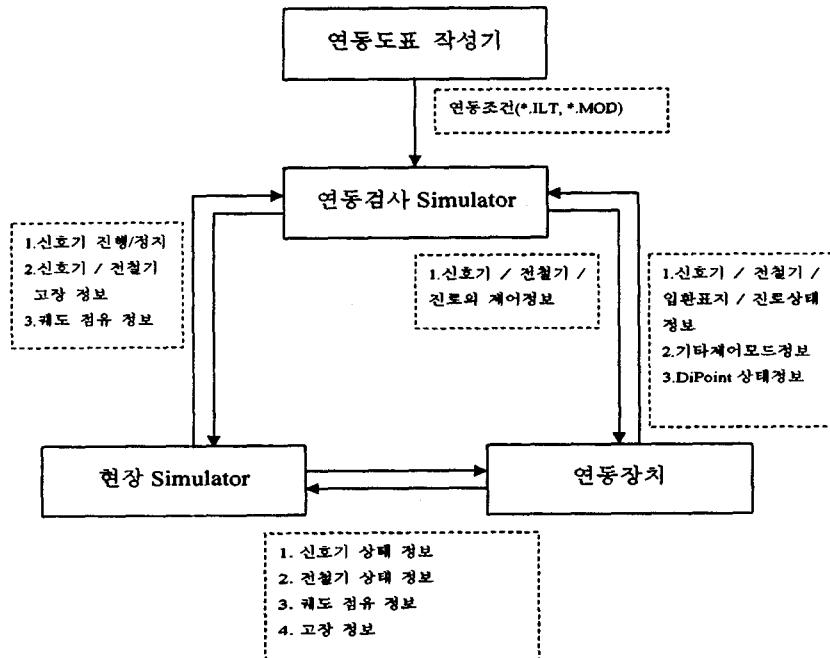


그림 3 연동검사 시스템 구성도

- 시뮬레이터 컴퓨터 : 각 시험기능의 기동 및 시험현황을 모니터하는 장치로서 프린터가 접속되어 있는 컴퓨터 시스템이다. 연동도표 작성기에서 생성된 연동도표에 의하여 연동검사항목에 대한 제어명령을 연동장치로 전송하고 현장의 변화된 정보를 연동장치로부터 수신하여 해당 검사항목에 대한 결과를 표시하고 프린트로 출력하는 장치이다.
- 현장시뮬레이터 : 시뮬레이터 컴퓨터 또는 연동장치로부터 현장신호에 대하여 제어상태를 입력 받아 변화되는 현장상태를 연동장치로 전달하기 위하여 설치되는 장치이다.

2) 소프트웨어(S/W) 처리 기능

S/W의 개발언어는 MS-Visual C++ 6.0을 사용하였으며 S/W의 전체적인 Task별 처리기능은 다음과 같이 분류 구성하였으며 관련 DB중심의 블록선도는 그림5에 표시하였다.

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - 연동도표 작성기 - Start-up Task - Physical Indication Task - Logging Task - Graphic Builder Task - Logical Control Task - System Builder Task | <ul style="list-style-type: none"> - Database Management Tool - Logical Indication Task - Physical Control Task - L/S View Task - Simulator Main Task - Report Task - Communication Task(연동장치/현장 Simulator) |
|--|--|

3) 데이터베이스(DB) 설계

시스템 운영에 필요한 모든 DB에 대한 목록과 저장 장소, 설명, 구조 및 사용 Task에 대한 것

을 설계하며 표2에 데이터베이스 파일목록을 그림 5에서는 DB 생성관계도를 나타내었다.

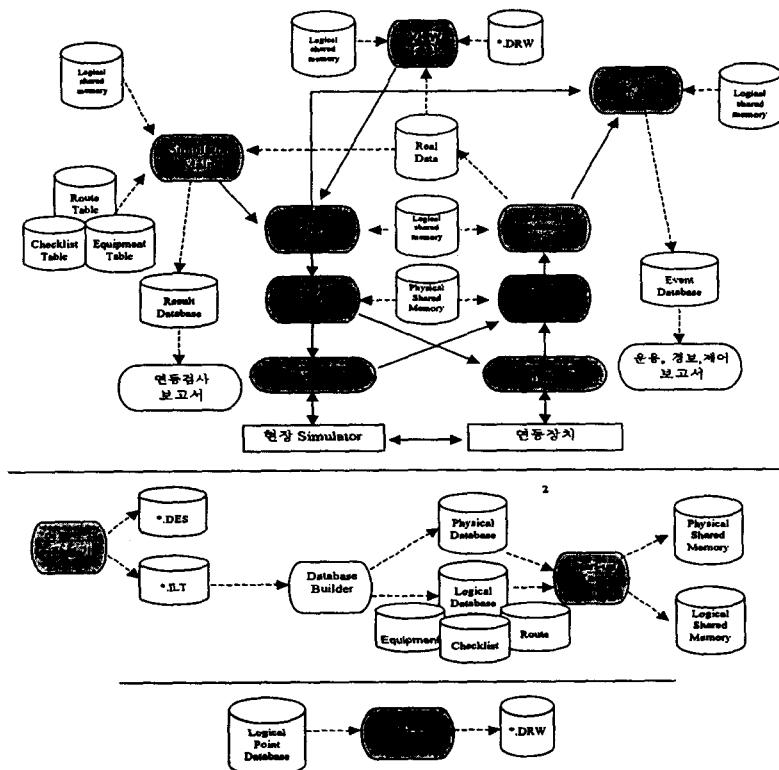


그림 4. 소프트웨어 처리 블록선도

표2. 데이터 베이스 파일 목록

DB명	테이블명	설명
*.des		배선약도 구성 파일로 각 그래픽 객체(선로, 분기, 신호기, 차점버튼)의 속성데이터를 저장. 연동도표 작성기로부터 생성
*.ilt		연동표를 구성하는 진로 및 각 쇄정정보를 저장하고, 연동도표 작성기로부터 생성된다.
*.mod		연동도표의 변경사항을 저장. 연동도표 작성기로부터 생성된다.
*.drw		배선약도를 구성하는 각 그래픽 객체의 속성과 연동장치 입출력 포인트 데이터와의 링크 정보를 저장한다.
.mdb		연동도표 구성파일(.des,*.ilt)을 읽어 연동검사에 필요한 데이터를 저장하는 MS-Access형식의 데이터 베이스 파일이다. 연동장치 Simulator Main 프로그램에서 연동도표 파일 선택시 생성되며, 연동장치 입출력 포인트등록 및 수정시에 자동 변경된다.
	Route	진로설정에 관련된 정보가 저장된다.
	Equipment	배선약도를 구성하는 각 객체의 속성을 저장.
	DiPoint	연동장치로부터 받는 감시 포인트 데이터 테이블
	DicalPoint	연동장치로부터 받는 감시연산 포인트 데이터 테이블
	DoPoint	연동장치로 보내어지는 제어 포인트 데이터 테이블
	CheckList	Check List 내용을 저장한다.
	Result	연동검사 시험결과의 저장 및 제어윈도우에서 연동검사 수행후 생성

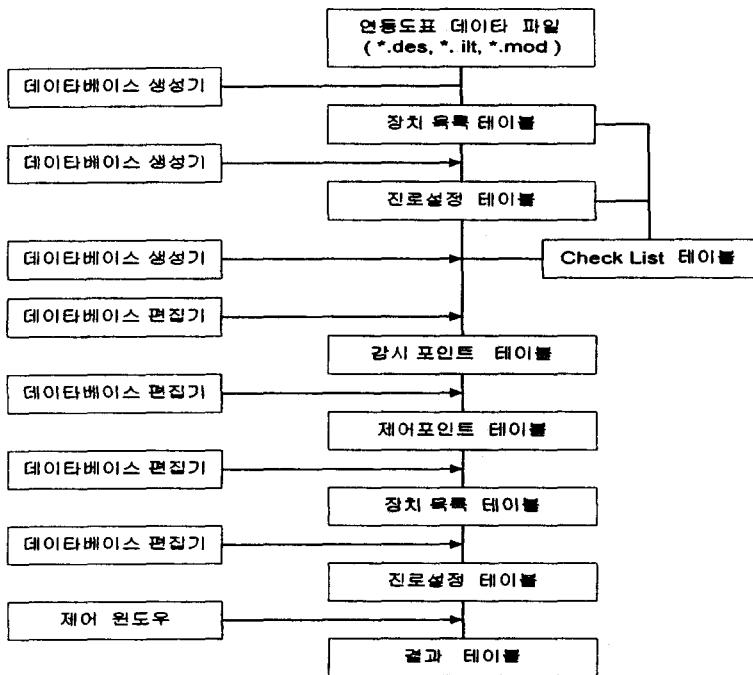


그림 5. 데이터 베이스 생성 및 관계도

4) 프로그램 구성

프로그램 구성은 연동도표 파일을 재구성하고 연동장치의 현재상태를 그래픽 화면으로 표시하고 시스템에 필요한 유필리티 프로그램을 관리하고 실행시킨다. 또한, 기존의 연동도표 작성기로부터 생성되는 연동도표 파일을 읽어 연동검사에 필요한 데이터를 연결하고 그래픽 링크기능으로 연동장치의 데이터와 그래픽화면의 각 객체와 연결한다.

- L/S View 프로그램 : 연동도표 파일을 재구성하여 연동장치의 현재 상태를 그래픽화면으로 표시하고 시스템에 필요한 유필리티 프로그램을 관리하고 실행시킨다. 또한,
- 연동장치 Simulator Main 프로그램 : 연동도표 파일로 부터 생성된 CHECK LIST를 이용하여 자동/수동의 연동검사를 수행한다. 연동장치 및 현장 Simulator와의 데이터 통신 및 연동 검사 수행후 검사결과를 판단하고 출력한다.
- 제어원도우 : 연동장치 Simulator Main 프로그램로부터 받은 연동검사 명령을 연동장치로 전송한다.
- 경보원도우 : 연동장치로부터 받은 감시정보를 및 연동장치 Simulator의 모든 동작상태를 리스트형식으로 표시하고 데이터베이스에 저장한다.
- 시험결과 원도우 : 각 연동시험별로 시험결과를 화면에 표시하고, 연동검사표와 비교형식으로 표시하여 검사자로 하여금 비교, 판단이 용이하다
- 데이터베이스 편집기 : 연동도표 작성기로부터 생성되는 연동도표 파일을 읽어 연동검사에 필요한 데이터를 생성하고, 연동장치 입출력 포인트를 등록/수정한다. 또한 원도우즈 탐색기 형식으로 데이터베이스 테이블별 선택이 용이하다.
- 그래픽 편집기 : L/S View 화면을 구성하고 . 그래픽 링크기능으로 연동장치의 데이터와 그

래피화면의 각 객체와 연결하여 연동검사에 필요한 데이터 베이스를 생성하고 변경이 용이하도록 구성된다.

- 통신프로그램 : 연동장치 및 현장 Simulator와의 통신을 수행한다.

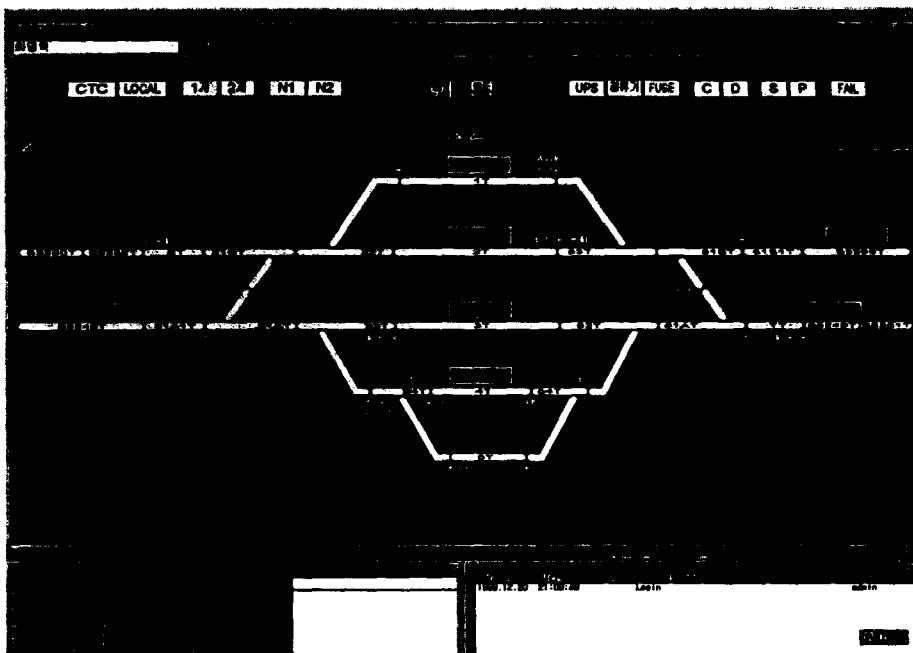


그림 5. 연동검사 프로그램 화면

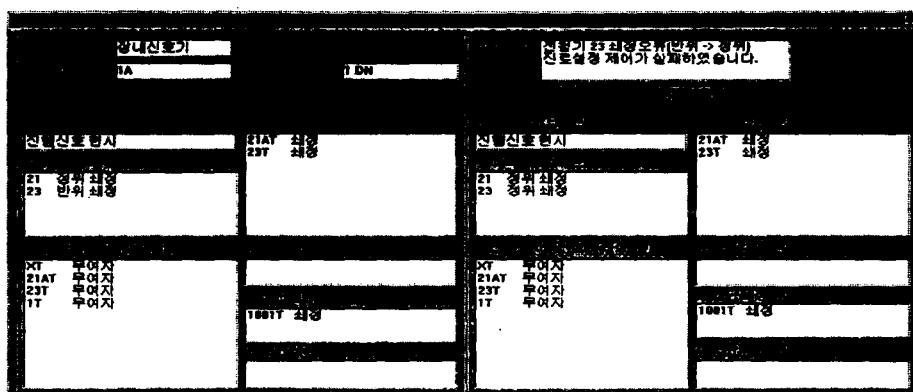


그림 6. 시험결과 화면

3. 결론 및 향후수행계획

최근 수송수요의 증강에 따른 역의 대규모화, 열차횟수의 증가 및 운행 관리와 보수관리를 위한 다양한 기능의 부가 등으로 연동장치의 연동검사 조작, 확인횟수가 상당히 많이 증가하여 많은 시험시간과 인간의 노력이 필요하며 이에 따른 제작 기간의 장기화, 비용의 증가 등이 있다. 또한 검사에서 발생하는 실수는 운영상 중대한 사고를 야기할 수 있으며 검사자는 실수하지 않을까 하

는 불안감을 가지는 등 많은 문제점을 가지고 있다.

본 연구는 이러한 복잡하고 많은 시간을 요하는 연동검사를 효율적이고 체계적으로 수행하기 위한 알고리즘의 작성하고 이를 장치로 구현하여 전자연동장치와 직접 인터페이스를 통하여 전자연동장치의 연동검사를 수행함으로써 효과적이고 체계적인 검사의 실행하여 전자연동장치의 신뢰성을 확인하고 또한, 연동검사에 투입되는 검사시간의 단축을 도모하고자 하였다.

현재까지 연동검사를 위한 알고리즘을 작성하고 이를 구현하기 위한 장치의 구성은 이루어진 상태이고 실장치와의 인터페이스를 준비중에 있다. 따라서 향후 이 장치를 이용하여 전자연동장치와 직접적인 인터페이스를 통한 검사를 실행하여 미비점을 보완하여 현장에서 직접 사용할 수 있는 장치로의 구현이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 石原俊次의(1996), “신형전자연동장치의 자동검사시스템” 철도와 전기기술, Vol.7, No.6.
2. 연동장치 도표해설, 일본철도도서주식회사
5. 西堀 典幸, 전자연동장치 검사시스템개발, RTRI Vol.5, No.1, 1991 1
6. 島添 敏之 외, PRIME 설계. 검사지원 TOOL의 개발,
7. 田形欽次, 연동검사훈련지원장치, 철도와 전기기술, 1996.6 Vol.7 No.6
8. 한국철도기술연구원 “전자연동시스템 검증을 위한 시뮬레이터 개발에 관한 연구”, 1999