전자연동장치 연동검사시스템 개발

이 재 호 조 봉 관 김 현 민 박 귀 태
한국철도기술연구원 한국철도기술연구원 코웰시스넷 고려대학교

A Study on Development of Interlocking Inspector for Electronic Interlocking System

Lee Jae-Ho* Cho Bong-Kwan* Kim Hyun-Min** Park Gwi-Tae***
Korea Railroad Research Institute* Cowell SysNet** Korea University**

Abstract - The 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 Electronic Interlocking System(EIS) that control requirements of interlocking at junctions using electronic circuits.

In this paper, by examine checking technique of EIS, we will to acquire interlocking inspection algorithm and method for EIS and to develope inspection system for EIS.

By using inspection system we obtain every advantage. It has the functions for test data generation and automatic test execution, and it can operate on personal computer. Time and cost for test work can be reduced to more of those now required by using this developed inspection system

1. 서 론

정거장구내에는 복잡한 선로를 개통시키는 선로전환기, 진로를 지시하는 신호기나 입환표지가 있다. 열차의 도착, 출발이나 차량의 입환을 구내선로배선이 허용하는 한 비동기적으로 진행하여 수송의 효율을 올리기 위해서는 빈번하게 선로전환기나 신호기, 입환표지를 조작하여야 하지만 그 조작은 복잡하다. 이러한 조작을 취급자의 주의력에만 의지할 경우 취급자의 오류로 인한 작업효율의 저하 및 취급 안전성에 적지 않은 문제를 일으킬 수 있다. 따라서 취급의 오류가 발생 하더 라도 그 오류를 장치가 보완 혹은 차단하여 작업의 안정성과 효율성을 향상시킬 목적으로 설비되는 신호장치가 연동기이다.

선로전환기, 신호기나 입환표지, 선로상의 열차 혹은 차량의 유무 등 현장설비의 조건 및 관계를 상호 유기적으로 구성하여 제어나 취급에 일정한 순서와 제한을 시행한 장치가 연동기이며, 연동기를 중심으로 하여 선로전환기, 신호기나 입환표지, 열차나 차량을 검지하는 궤도회로등을 종합하여 연동장치라고 부른다.

그림 1은 선로전환기, 신호기나 입환표지 및 열차나 차량의 유무 관계를 상호 유기적으로 표현한 것이다. (이러한 기기 사이의 상호 유기적 동작 순서나 관계를 interlock관계 혹은 "연쇄" 라고 부른다.)

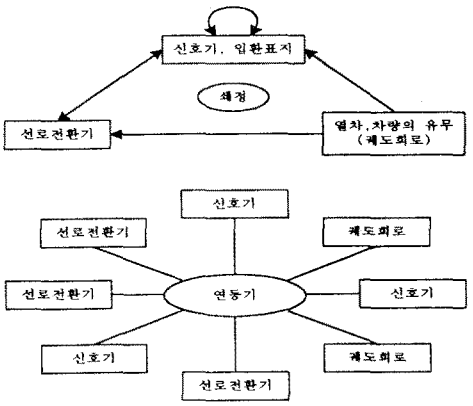

그림 1 연쇄, 연동기와 현장기기와의 연결

선로전환기, 궤도회로, 신호기를 서로 연관시켜 열차를 안전하게 그리고 효율적으로 운행시키는 위해서 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 기능부가 등으로 연동장치의 연동검사 취급 및 확인횟수가 증가하여 많은 시험시간과 인간의 노력이 필요하며 이에 따른 제작 기간의 장기화 및 비용증가의 문제점이 예상되고 있다.

또한 검사에서 발생하는 오류는 열차 운영상 중대한 사고를 야기할 수 있으며 이러한 문제점을 정리하면 다음과 같이 요약 할 수 있다.

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

따라서 연동도표로부터 연동표 및 각종 조건표에 의한 연동검사 제어알고리즘을 구현하고 이를 바탕으로 복잡한 연동검사를 자동으로 실시하는 연동검사장치를 개발하여 검사의 효율 및 연동장치의 안전성을 확보 하고자 한다.

2. 본 론

2.1 연동검사 방법

전기연동장치에서는 조작표시반에 선로전환기방향, 신호기현시, 열차위치, 진로설정 유무 등 열차운영에 필요한 모든 정보가 표시된다. 진로표시등은 진로구분쇄정의 궤도회로마다 점등하도록 하고 선로전환기는 개통방향마다 점

등하도록 구성하였다. 진로를 취급하여 쇄정이 걸리면 진로방향으로 진로표시등이 점등하여 진로쇄정의 완료를 표시한다.

이것은 열차의 운용뿐아니라 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 선로전환기표시등이 정위에 있는지 반위에 있는지를 확인하여 선로전환기가 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 있다.

다음은 연동장치의 연동검사를 위한 분석을 한 내용을 나타낸다.

1) 연동장치 입출력

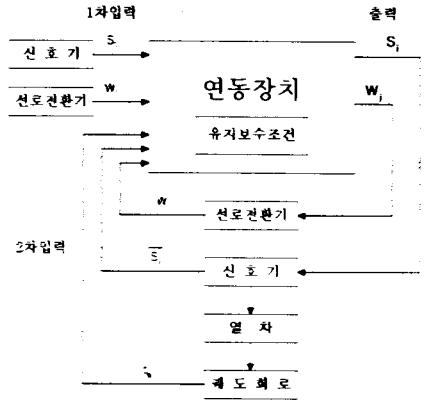

그림 2 연동장치의 입출력 정보

연동장치는 선로전환기 압구, 신호 압구의 조작에 의해서 동작하고 선로전환기 및 신호기를 제어한다. 이때 현장 신호기의 상태, 선로전환기의 상태를 궤환(feedback)신호로 사용하고 궤도회로 정보를 열차의 위치정보를 사용하는 시컨스 회로이다. 그림 2는 연동장치의 입출력정보에 대한 개략적인 내용을 도식으로 나타내었다

2) 연동검사 분석

효율적인 연동검사리스트를 작성하기 위하여 현재 국철에서 사용하고 있는 연동검사방법 및 지침과 일본의 연동검사방법 즉, JIS규격에 의해 규정한 계전연동장치 검사방법 및 각 민철에서 규정하고 있는 방법을 조사 분석하였으며, 국내의 공장출하시 연동검사에 직접 참석하여 현재의 시험방법에 대한 어려움을 직접 경험하였다.

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 3과 같다.

② 연동검사 항목

연동검사는 기본적으로 계전기로 구성된 전기연동장치의 검사기법을 답습하는 기능검사로 구성되고 있으며 따라서 전자연동장치의 연동검사도 이를 바탕으로 기본항목은 연동도표와 연동장치 검사규격서에서 제시하는 조건을 바탕으로 하고 부가적으로 전자연동장치가 가져야하는 특수한 조건을 표 1과 같이 정리하였다.

표 2 연동검사의 기본항목

연동검사 항목		연동도표 데이블
선로전환기 근독전환		선로전환기란
진로설정검사	단순진로 병렬진로 지장진로 검사	취급버튼란 쇄정란
철사쇄정검사	궤도회로만인 경우 궤도회로에 선로전환기 조건 부가 과방호검사	취급버튼란 철사쇄정란
상호쇄정검사	신호기, 선로전환기 상호간 쇄정검사 신호기 상호간 쇄정검사	취급버튼란 쇄정란
궤로쇄정검사		
보류쇄정검사		
접근쇄정검사	궤도회로만인 경우 궤도회로에 신호기 조건 부가	접근쇄정란
표시쇄정검사		
진로쇄정검사	신호기, 선로전환기 상호간 검사 신호기 상호간 검사	쇄정란 진로쇄정란
신호제어검사	궤도회로만인 경우 궤도회로에 선로전환기 조건 부가 과방호검사	

2.2 연동검사 장치 개발

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 용이하게 하고 수작업에 의한 연동검사시 발생가능한 실수를 배제하고 검사 수행 시간을 단축하여 효율적인 연동검사를 수행하는데 그 목적이 있다.

설계항목은 다음과 같이 구성하였다.

· 소프트웨어(S/W) 처리 기능

S/W의 전체적인 Task별 처리기능, 관련 DB중심의 블록선도 및 Task별 기능 구조도에 대하여 세부 설명을 한다.

· 입출력 설계

입, 출력중 처리할 화면 목록 및 보고서로 출력할 목록을 정의할 것이며, 화면 양식 및 보고서 출력 양식에 대한 설계를 한다.

· 데이터베이스(DB) 설계

시스템 운영에 필요한 모든 DB에 대한 목록과 저장 장소, 설명, 구조 및 사용 Task에 대한 것을 설계한다.

· 프로그램 설계

각 모듈별 프로그램의 목록과 프로그램의 개요, 개략적인 처리 흐름도, 입출력 관련 DB를 설명하고, 이벤트 발생시 처리되는 프로세서의 흐름을 설계한다.

· 시스템 환경

연동검사장치는 Multi-Tasking과 Multi- Thread를 지원하는 범용 O/S인 Windows NT 4.0 혹은 Windows 2000을 탑재한 펜티엄 PC환경에서 구동된다.

응용 S/W의 개발언어는 MS-Visual C++ 6.0을 사용하여 모듈별로 프로그램을 구성하여 손쉽게 다룰 수 있도록 되어 있다.

1) 시스템 구성

그림 3에 시스템의 구성도를 나타내었으며 그 장치의 기능을 간단하게 기술하였다.

· 시뮬레이터 컴퓨터

각 시험기능의 기동 및 시험현황을 모니터하는 장치로

서 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.
시뮬레이터 컴퓨터는 시험과정을 모니터링하는 관계로 이동이 쉽고 편리한 Note Book컴퓨터를 사용하였으며, 연동장치의 조작반 컴퓨터와는 직렬포트를 현장시뮬레이터와는 USB포트를 이용하여 통신을 수행한다.

· 현장시뮬레이터
시뮬레이터 컴퓨터 또는 연동장치로부터 현장신호에 대하여 제어상태를 입력받아 변화되는 현장상태를 연동장치로 전달하기 위하여 운용되는 장치이며 그 구성은 각 I/O모듈로부터 데이터를 수신하여 이를 처리하고 또한 시뮬레이션 컴퓨터와의 통신을 담당하는 CPU보드, 입출력보드 및 인터페이스 보드 등으로 구성되어 있다.

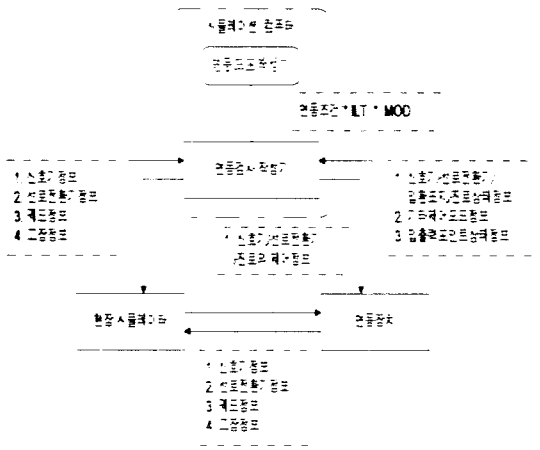

그림 3 연동검사 시스템 구성 블럭도

2) 연동검사 처리절차
연동검사항목은 표1을 기준하고 그 연동검사 처리절차는 그림5에서 나타낸바와 같이 연동검사 준비단계와 연동검사 수행단계로 구별하여 처리하였다.

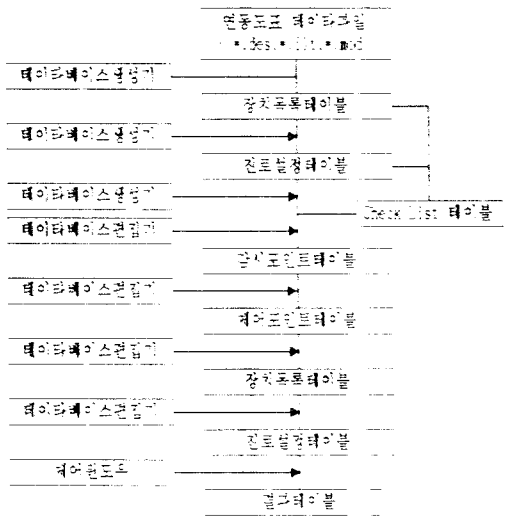

그림 4 연동검사 데이터베이스 생성순서도

또한, 각 연동검사항목에 대해서는 항목별 플로차트를 구성하여 연동검사프로그램에서 직접 작성되어 구현되도록 구성하였다.
각 검사항목별 S/W의 개발언어는 MS-Visual C++ 6.0을 사용하였으며 S/W의 전체적인 Task별 처리기능은 다음과 같이 분류 구성하였으며 관련 DB중심의 블록선도는 그림 4에 표시하였다.

3) 연동검사 항목 프로그램
위의 항에서 제시한 연동검사 항목을 프로그램하기 위하여 아래와 같이 각 항목별로 플로차트를 구성하여 이 프로차트를 기반으로 하여 프로그램을 구성하여 각 항목에 대한 검사가 진행되도록 하였다.

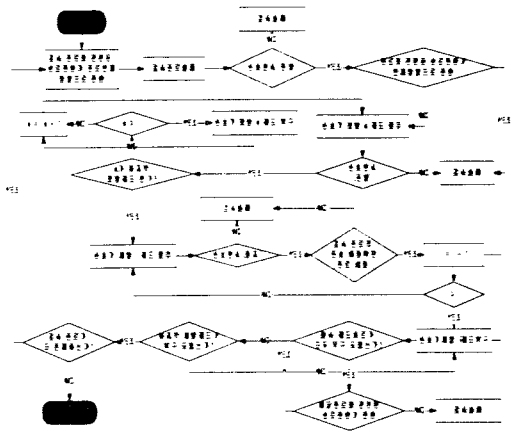

그림 5 진로설정검사 프로차트

4) 연동검사 프로그램 구성
프로그램 구성은 연동도표 파일을 재구성하고 연동장치의 현재상태를 그래픽 화면으로 표시하고 시스템에 필요한 유틸리티 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 유틸리티 프로그램을 관리하고 실행시킨다.
- 연동장치 Simulator Main 프로그램 : 연동도표 파일로부터 생성된 체크리스트를 이용하여 자동 수동의 연동검사를 수행한다. 연동장치 및 현장 Simulator와의 데이터 통신 및 연동검사 수행 후 검사결과를 판단하고 출력한다.
- 제어윈도우 : 연동장치 Simulator Main 프로그램로부터 받은 연동검사 명령을 연동장치로 전송한다.
- 경보윈도우 : 연동장치로부터 받은 감시정보를 및 연동장치 Simulator의 모든 동작상태를 리스트형식으로 표시하고 데이터베이스에 저장한다.
- 시험결과 윈도우 : 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 윈도우즈 탐색기 형식으로 데이터베이스 테이블

별 선택이 용이하다.

- 그래픽 편집기 : L/S View 화면을 구성하고 . 그래픽 링크기능으로 연동장치의 데이터와 그래픽화면의 각 객체와 연결하여 연동검사에 필요한 데이터 베이스를 생성하고 변경이 용이하도록 구성된다.
- 통신프로그램 : 연동장치 및 현장 Simulator와의 통신을 수행한다. 그림 6은 위에서 언급한 연동검사 프로그램의 구성을 보여준다.

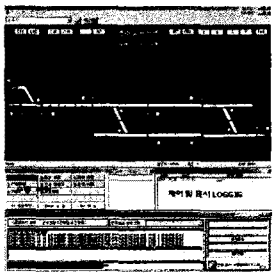

그림6 연동검사 프로그램의 구성

6) 시험역 시험

제작된 연동검사장치의 기능을 확인하기 위하여 영주역 교육용 전자연동장치에 접속하여 시험을 수행한 결과 연동검사장치가 목적으로 한 기능을 수행하였으나 연동검사장치와 실제장치와의 H/W적인 접속에서는 현재의 전자연동장치의 단말랙 구조로는 신속한 접속이 어려웠으며 또한, S/W 적인 접속으로는 전자연동장치 조반표시반과의 통신에서 정확한 프로토콜이 정리되어 있지 않아 어려움이 발생되었다.

그림 7은 영주 시험 역 연동검사를 위한 준비과정을 도식화 한 것이며 그림 8은 연동검사를 위한 기본묘듈 생성순서를 나타낸 것이다.

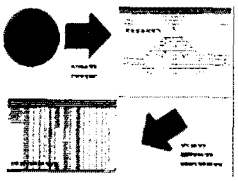

그림 7 연동검사 준비과정

그림 8 연동검사 기본 묘듈 생성 과정

시험역의 영동검사항목은 약 1,200여가지로 검사시간은 약 3시간이 소요되었으며 검사결과는 아래 그림9에서 보는 바와 같이 그 검사결과가 실패로 되었을 때의 이유를 검사자가 판단할 수 있도록 표시하고 있다.

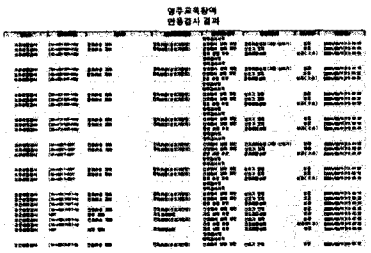

그림 9 연동검사 결과

7) 시스템 도입의 효과

본 시스템의 기능적인 효율성은 각 역에 대한 현장데이터입력이 필요하지만 전자연동장치에 대한 전문적인 지식이 거의 필요 없으므로 연동검사 체크리스트의 작성에는 문제가 없으며, 또한 실제 기기에 대한 사용은 기능검사이므로 대부분의 검사가 H/W제작이 후에 즉시 가능하고 검사시 오류에 대한 정확한 메시지를 출력하므로 검사후 오류의 원인을 용이하게 규명하여 신속한 수정될 수 있도록 하였다.

3. 결 론

본 연구는 이러한 복잡하고 많은 시간을 요하는 연동검사를 효율적이고 체계적으로 수행하기 위한 알고리즘을 제시하고 이를 구현하였다.

전자연동장치와 직접적인 인터페이스를 통하여 연동검사를 수행함으로써 효과적이고 체계적인 검사가 가능 하도록 하였으며 이를 통해 전자연동장치의 신뢰성을 확인하고 연동검사에 투입되는 검사시간의 단축 및 향후 검사이력관리의 편이성을 제공하였다.

향후 미비점을 보완하여 현장에서 직접 사용할 수 있는 장치로의 구현이 필요할 것으로 예상된다.

《참 고 문 헌》

[1] 石原俊次외, 1996, "신형전자연동장치의 자동검사시스템" 철도와 전기기술, Vol.7, No.6.

[2] 西堀 典幸, 1991, 전자연동장치 검사시스템개발, RTRI Vol.5, No.1

[3] 島添 敏之 외, PRIME 설계. 검사지원 TOOL의 개발,

[4] 계전연동기 검사방법, JIS E 3004, 1993.

[5] 渡辺俊勝, 秋田雄志, 1989, 전자연동장치의 개발-연동처리프로그램의 구성-, 철도기술연구소속보, No. A-86-116

[6] 연동장치 총합기능검사표준(예), 관서철도학원, 소화 59

[7] 한국철도기술연구원, 1999, "전자연동시스템 검증을 위한 시뮬레이터 개발에 관한 연구"

[8] 이재호외 3인, 2000, "전자연동장치의 연동기법에 관한 연구", 2000 철도학회 학술발표집

[9] J Waller, "Railway Control Systems"", 1993, A&C Black · London