

실시간 컴퓨터제어를 위한 ROOM기법의 적용에 관한 연구

김종선\* · 유지윤\*  
고려대학교 전기공학과\*

A Study on the Application of Real-Time Object-Oriented Modeling Technique for Real-Time Computer Control

Jong-Sun Kim\* · Ji-Yoon Yoo\*  
Korea University\*

**Abstract** - 본 연구는 철도 신호분야에서 가장 중요한 단위 제어 시스템인 전자 연동 시스템의 실시간 제어 알고리즘 설계 기법을 제안한 것이다. 제안한 기법은 ROOM(Real-Time Object-Oriented Modeling)을 기반으로 한 구조설계와 상세설계로 구성된다. 구조 설계는 모델링 휴리스틱기법에 의해 설계되는데 먼저 특정의 요구조건을 포착하여 이해하고, 그 다음에 요구조건을 기반으로 설계된다. 상세 설계는 구조설계에 의한 자료를 비교, 검토한 후 반복적으로 모델링하여 만족할 만한 값을 얻으면 바로 구현할 수 있도록 설계함으로써 신뢰성있는 시스템 구축과 정확성을 높인다. 기존 환경과의 인터페이스가 편리하며 이식성이 좋은 C++언어로 구현하였으며, 또한 운영시스템은 실시간 운영체제(Real-Time OS)인 VRTX 기반에서 설계, 실행되었다. 제안한 기법은 대표적인 모델역에 대하여 적용하고, 그 성능을 검증함으로써 유용성을 입증하고자 한다.

1. 서 론

철도 시스템은 수송 능력의 향상을 도모하기 위해 열차의 속도 향상은 물론, 운행 횟수 및 수송 단위의 급속한 증가를 실현하였다. 따라서, 열차의 운행은 매우 복잡성을 띄게 되었고, 사고 발생시 대형 사고를 초래하게 됨으로서, 철도 사업자들은 열차 운행시 열차간 충돌이나 탈선 사고를 방지하여 열차가 안전하게 정해진 목적지에 도달할 수 있도록 하는 신호 보안 문제에 많은 관심을 집중하였다.[1-2]

특히, 역 구내에서는 선로를 접합 또는 분기하고, 열차의 도착, 출발, 입환작업등을 위해 신호기와 전철기를 조작하게 되는데, 이들 작업들이 매우 빈번하게 이루어짐으로서, 진로 조작자의 주의력만으로는 항상 사고의 우려가 있으며, 작업능률의 개선도 기대하기 어렵다. 따라서, 인위적으로 전철기나 신호기를 잘못 조작하더라도 일정한 순서에 따라서 동작하고, 잘못된 조작에는 쇄정하여 조작되지 않도록 하는 연동장치가 도입, 운용되고 있다. 연동장치로는 계전연동장치와 마이크로 컴퓨터를 활용한 전자연동장치가 주로 쓰여지고 있다. 계전연동장치는 안전축 동작 원리에 의해 설계되어, 시스템이 어떤 고장의 결과로서 특별한 위험상황으로 발전하지 않도록 한 것이다. 이는 동작시간이 빠르고 안전축 동작이 이루어지는 가장 안전한 신호 보안 시스템으로 수십년 동안 널리 사용되어 왔으나, 그 동안 연동 논리 표준화, 연동 검사, 설계의 자동화, 조직성, 확장성 등에 있어서 문제점이 제기 되어 왔다.[3-4] 이러한 문제점을 극복하고 인실, 개량시 확장성 및 보수 유지 비용을 최소화하기 위한 목적으로 마이크로 컴퓨터에 근거한 전자연동장치가 고안되었다.[5-7] 그러나 디바이스 하나의 고장에 대해서도 정확한 진단결과를 예측하기 어렵고 더구나 가상해야 할 상황이 극히 많기 때문에 전자연동장치의 적용효과를 극대화하기 위해서는 무엇보다도 기존의 계전연동장치와 동등한 수준으로 안전성이 확보될 수 있어야 한다. 안전성은 하드웨어와 소프트웨어의 설계 협조를 통해 확보되

는데, 연동 S/W 안정성은 연동전략 구현에 대한 신뢰성과 효율성 그리고, 보수유지의 편리성에 좌우된다. 연동 소프트웨어의 안정성을 제고하기 위한 다양한 접근법들이 제안되었는데, 문헌[8]에서는 인공지능기법을 이용한 전자연동 소프트웨어 구현 기법이 제안된다. 본 연구에서는 객체지향 분석기법임에도 불구하고 구조적 분석기법과 유사한 하향 지향적인(Top-Down) 설계기법으로 실시간 문제에 효과적인 ROOM기법에 근거함으로써, 표준화 및 확장성, 보수유지의 편리성은 물론 전자연동장치의 신뢰성과 안전성 향상에 기여할 수 있는 실시간 연동처리 제어 알고리즘을 제안한다.

2. 전자연동개념

2.1 전자연동시스템 구성

전자연동시스템의 하드웨어에 전체적인 구성은 안전도와 가용도, 신뢰도를 높이는 하드웨어 기법이 사용된다. 전자연동시스템은 각각의 열차에 대해 직접 제어를 하는 것은 물론 선구의 전체적 흐름을 직접 파악함으로써 결과적으로 열차 흐름을 제어할 수 있는 기능을 가진 CTC(열차집중장치)와 연동논리를 처리하는 전자연동장치, 지역 역을 제어하는 LCP(조작반), 그리고 현장 신호 설비를 제어하는모듈(TFM)로 구성된다.

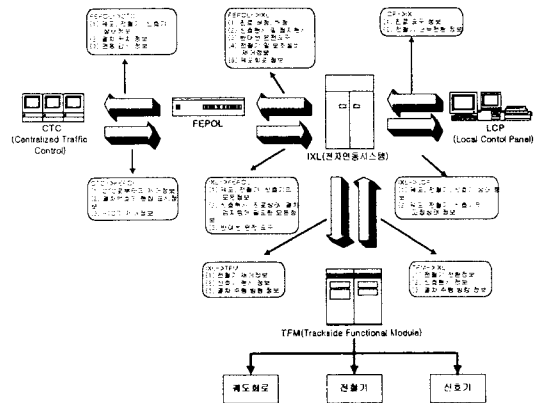


그림 1 전자연동시스템 구성도

Fig. 1 The Electronic Interlocking System Construct model

전자연동시스템에서 사용되는 Main Computer는 SUN Workstation을 이용하여 VRTX 개발 환경을 구축하게 된다. 범용 IBM PC는 Operator용으로 기존의 표시반 기능을 하며(LCP), 표시 제어반의 압구로서 Key board 입력력을 사용하고, Graphic display를 하며, Data Logging 기능을 갖는다. 또한, 시스템의 경제적인 면과 안전성을 고려하여 3개의 통신 Network을 갖도록 설계되었다.

## 2.2 전자연동시스템 전략

철도시스템은 선로와 역들로 구성된다. 선로들은 복선으로 구성되면 역들은 열차의 정차나 통과 그리고, 화물 열차들의 입환작업이 효과적으로 이루어질 수 있도록 수개의 선로들로 구성된다. 열차들이 일정구간에 진입하면 열차 집중 제어장치는 열차들이 역내에 안전하게 진입할 수 있도록 연동장치에 열차진입허가를 요청하게 된다. 이때, 전자연동시스템은 역구내의 전철기, 신호기 그리고 열차위치 정보로부터 안전성을 실시간으로 확인한 후 진로허가여부를 결정하게 된다.

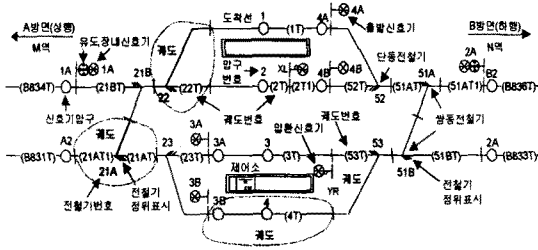


그림 2 대표적인 역 모델  
Fig. 2 The typical station model

## 3. ROOM기법을 이용한 연동시스템 설계

본 연구에서 제안하는 설계기법은 정확하고도 간명한 시스템모델의 구축이 용이한 반복적인 프로세스 구조 설계를 하기 위하여 ROOM기법을 이용하고 있다. 연동시스템은 제한된 시간 내에 외부에서 주어진 사건에 응답해야 하고 자료를 처리해야 한다. 실시간 동작을 하기 때문에 시스템은 모두 복잡성을 가지고 있다. 이러한 복잡성을 해결하기 위해 시스템의 모든 디바이스를 각각의 객체로 보고 반복적인 모델링을 하게 된다. 설계전략은 휴리스틱기법에 의해 설계되는데, 먼저 특정의 요구조건을 포착하여 이해하고, 그 다음에 시스템의 요구조건을 기반으로 상세설계를 하여야 한다. 요구시나리오를 분석하여 MSC(Message Sequence Chart)를 작성한 후, 시스템 내부 구조 모델링을 하게 된다. 내부 구조 모델링에서 발견된 객체는 각각 객체간의 논리 관계를 모델링하게 되는데, 이와 같은 시스템 모델링 후 요구시나리오와 비교하여 최적 모델링을 생성하게 된다. 또한 모델링에 대한 점진적이고 반복적인 접근법이 생성되고, 각 모델링 주기는 모델 요구조건의 작은 증분을 다루며, 반복은 그전 주기에서 창출된 클래스들을 재검토할 때 일어난다. 이러한 주기에 의해 발견, 및 검증의 모델링 활동이 끊임없이 교호작용을 하게 된다.

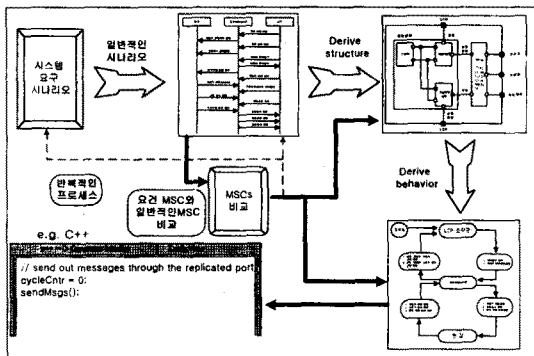


그림 3 연동시스템 소프트웨어 설계 전략  
Fig. 3 The Software Design Strategy of Interlocking System

## 3.1 시스템 요구조건 시나리오

시나리오는 시스템의 요구조건을 기술하기 위한 기본 방법이다. 시나리오는 한 시스템의 어떤 전반적 사용, 또 그 속의 구성요소를 위한 행동의 순차를 식별한다. 시나리오는 객체와 객체간의 메시지의 순차에 초점을 맞추기 때문에 그들은 구성요소와 그들의 요구조건을 도출하는데 특히 유용하다. 전자연동시스템의 진로설정에 대한 요구조건 시나리오는 다음과 같다.

- Scenario 1] LCP에서 전자연동시스템으로 진로설정 명령을 내린다.
- Scenario 2] 전자연동시스템에서 궤도의 상태정보를 요구한다.
- Scenario 3] 전자연동시스템은 궤도상태 정보를 받아 해당 전철기에 전환명령을 내린다.
- Scenario 4] 전철기의 전환이 이루어진 후 다시 궤도상태 정보를 받는다.
- Scenario 5] 전자연동시스템은 진행신호 현시 명령을 내린다.
- Scenario 6] 진행신호 현시가 이루어진 후 다시 궤도상태 정보를 받는다.
- Scenario 7] 모든 진로설정이 이루어진 후 LCP에 결과를 전송한다.

## 3.2 연동시스템 모델링

시스템 범위의 초기 모델을 통해 MSC를 설계한다. 이는 전자연동시스템과 LCP, 현장 신호설비의 관점에서 시스템을 블랙박스로 보고 설계한다. 단지 시스템의 전반적인 사항을 보고 나름대로 객체를 추출하여 모델링을 시작하기 때문에 각 객체의 상세한 특성이 나타나지 않으며, 그들 사이의 관계도 표현되지 않는다. 초기 모델 다음 단계로서 시스템 외부와 내부에서 각각 바라본 모습으로 설계하게 된다. 이는 시스템을 구체화시키고 요구 시나리오를 반복설계 하게된다. 다양하고 복잡한 최종 시나리오는 보다 간단한 다른 시나리오에 의해 순환적으로 정의 될 수도 있다. 반복 프로세서에 의해 시스템 범위의 초기모델에서 그림 4와 같이 전자연동시스템 내부의 모든 핸들러를 규명하고, 핸들러간의 유기적인 메시지 전달 루틴이 규명됨을 알수 있다.

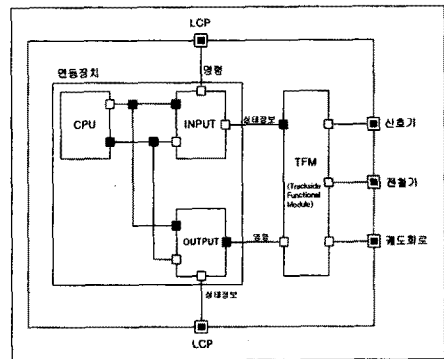


그림 4 최종 전자연동시스템 구조  
Fig. 4 The Last Interlocking System Structure

그림 5는 전자연동시스템 각 객체의 메시지 인터페이스 관계가 반복적인 프로세스를 의해 만들어진 구체화된 최종 MSC이다. 여기에서는 각 객체간에 주고받는 메시지의 내용이 자세히 나타나며, 오류나 비정상적인 상태는 반복적인 프로세스에 의해 리턴 작업에서 추가될 수 있다.

