

## 지식공학기법에 의한 열차은행 및 신호설비 정상상태 감시기법

최규형  
한국철도기술연구원

### Knowledge Engineering Approach to Supervising Train and Signalling Devices Operation

Choi, Kyu-Hyoung  
Korea Railroad Research Institute

**Abstract** - 열차은행에 따른 신호설비 동작상태의 이상여부를 효과적으로 감시하고 신호설비의 고장 발생시 이를 신속하게 검출하여 그 원인을 진단함으로써 유지보수 고도화를 구현하기 위하여, 열차은행상황 및 신호설비 동작상태에 관한 방대한 데이터들을 효과적으로 분석·정리하기 위한 지식공학적 기법을 제안한다.

#### 1. 서 론

선로상에서도 특히 역구간에서는 열차의 교행/대피, 열차 입환등을 위한 복잡한 선로로 구성되어 있고, 이에 따라 많은 선로를 분기/집합하고, 열차의 출발/도착/입환을 위하여 선로전환기 및 신호기의 빈번한 취급이 필요하다. 이에 따라 역구간에서는 궤도회로 및 장내신호기와 출발신호기를 포함하여 진로를 제어하기 위한 선로전환기등 다양한 신호설비들이 설치되어 있고, 신호취급자의 부담 증대 및 인위적 오류 발생 가능성이 높은 곳이다.

선로상에서 주행하는 열차은행에 관한 정보 및 관련된 신호장치의 동작상태에 대한 정보는, 역에 설치된 연동장치 및 통신장치를 통하여 철도정보통신망을 경유해서 중앙사령실 시스템에 전송되어 열차은행상황을 그래픽으로 표시등 열차은행제어에 필요한 정보로써 활용된다. 열차집중제어장치는 이러한 전송 데이터를 토대로 열차들의 진로를 원격감시하여 열차 출발 및 도착 스케줄을 확보하고 정해진 목적지나 중간역 정차시 지연을 최소화하도록 열차를 제어하는 임무를 지니고 있는 시스템으로써, 열차 운영의 핵심부부이라고 할 수 있다.

그러나, 선로를 따라 넓은 지역에 분산되어 있는 다수의 신호설비 상태정보 및 열차은행정보등이 실시간 연속적으로 전송되어 오기 때문에, 중앙사령실에 수집되는 데이터는 팽대한 양에 달하게 되고 이 데이터를 분석해서 신호설비상태를 감시하고 고장/사고발생시 그 원인을 진단하기가 곤란하다는 문제가 있다.

본 연구에서는, 현장 선로/역으로부터 사령실 CTC로 통신신호를 통하여 송수신되는 열차은행/신호동작 데이터를 분석·정리하는데 있어서 지식공학기법을 응용하여 분석하는 기법을 제안한다. 이에 따라, 현장선로에서 송신되어 오는 팽대한 양의 데이터를 논리적으로 분석함으로써, CTC 시스템 자체의 기능장애 여부와 고장진단은 물론이고, 역에 설치되어 있는 각종 신호설비들의 오동작이나 장애발생내용을 정확하게 분석하여 신호설비의 고장진단작업을 효율화시키고 전체 시스템의 신뢰도를 향상시키는 것을 목적으로 한다.

#### 2. 열차집중제어장치 운영현황

##### 2.1 열차집중제어장치 구조 및 주요기능

열차집중제어장치는 현장정보를 수집하고 신호설비를 제어하기 위한 역정보전송장치(LDTS:Local Data Transmission System)와 역에서 송신된 정보를 수신하며 또한 현장으로의 제어정보를 전송하는 중앙정보 전송

장치(CDTS:Central Data Transmission System), 열차의 운행 및 감시 제어기능을 수행하는 컴퓨터 시스템으로 구성되어 있다.

이러한 열차집중제어 장치의 주요 기능은 열차은행계획 관리 및 운용기능, 신호제어장치의 감시제어기능, 열차계획에 따른 열차의 진로 자동제어 및 운전정리, 열차은행상황 표시기능을 들 수 있다.

##### 2.2 열차집중제어장치 유지보수의 문제점

열차집중제어장치에서는 방대한 양의 데이터가 발생되는데, 이러한 데이터는 열차위치, 신호표시등의 주요데이터가 포함되어 있다. 만일 사고나 장애가 발생하면 방대한 양의 이력데이터를 분석하여야 하는데, 현재는 이러한 데이터를 주기적으로 저장하지 않고 있으며, 또한 저장된 데이터도 그 해석작업을 위해서 많은 시간과 노력이 필요로 함과 동시에 해석에 있어서 오류의 문제도 있었다.

#### 3. 상태감시 데이터 수집

현장 선로에서의 신호설비 및 열차은행 데이터를 수집하기 위한 시뮬레이터 시스템 구성을 그림 1에 보인다. 현장 역에서 전송되어 오는 데이터들은 중앙장치의 CDTS를 거쳐 C-L Controller 및 M-T Controller에서 가공·처리된다. 따라서, CTC와의 접속은 MPS의 M-T Controller, C-L Controller와 CDTS 보드에 장착되어 있는 PAC용 RS232C 단자를 케이블로 연결하여 구성하여 데이터를 송수신할 수 있도록 한다.

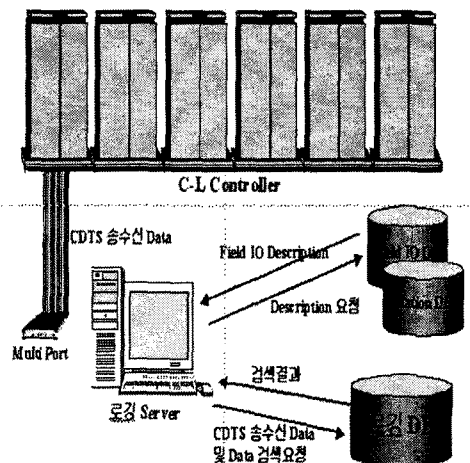


그림 1. 데이터 수집용 시뮬레이터 구성

시뮬레이터 장치는 서버용 컴퓨터, 외부장치와의 인터페이스를 위한 Switch Module 및 RS232C Module로 구성된 인터페이스 Board, 데이터베이스 프로그램 및 응용 프로그램으로 구성한다.

#### 4. 상태감시데이터 해석

##### 4.1 신호설비 상태감시데이터

열차가 역에 접근하여 플랫폼에 정차하고 출발신호기 현시에 따라 역을 출발하여 다음 역에 향할 때까지, 역구내에 설치되어 있는 신호기 및 전철기, 궤도회로들은 열차가 다른 열차와 충돌하지 않도록 진로를 확보하고 안전운행을 할 수 있도록 선로전환기 채정, 궤도회로 점유상태 확인, 신호기 진행 현시등 일련의 조작업무를 수행하여야 한다.

또한, 이러한 신호제어업무에 포함되는 각 신호장치도 일련의 조작과정을 거쳐서 그 상태전환을 수행하여야 하고, 이때의 각 전환과정에 따라 상태표시데이터가 발생하게 된다. 표2는 선로전환기의 전환과정을 나타낸 것으로, 선로전환기 해정에서부터 정위로 전환하여 채정하는 과정까지 발생하는 상태표시데이터를 나타낸다.

표 1. 선로전환기 상태 정보

순서	표시 데이터(Field I/O List)	해석
1	SWITCH LOCK 23 OFF	전철기 해정
2	SWITCH I/O 23 OFF	전철기 불일치
3	SWITCH POSITION 23(+) ON	+방향으로 전환
4	SWITCH POSITION 23(-) OFF	+방향으로 전환
5	SWITCH LOCK 23 ON	전철기 채정
6	SWITCH I/O 23 ON	전철기 일치 (정위치)

##### 4.2 메시지 해석

현장선로와 주양사령실간 송수신되는 데이터들은 현장 설비 상태에 대한 표시 및 제어에 대한 특정정보를 나타내는 메시지라고 할 수 있는데, 이러한 메시지들은 정해진 프로토콜에 의해 고유번호와 코드로 구성되어 있어 판독이 어려운 형태로 되어 있다. 따라서, 이러한 데이터를 해석하여 그 내용(메시지)을 사용자가 알기 쉬운 형태로 표현해주는 메시지 해석기능이 일차적으로 필요하다.

```
[CDTS1] TX: 2 2 32 a 35 1f
[CDTS1] RX: 2 6 32 b 0 5d 1c 80 de b8
[MAIN] RX: ed 3 3 4d 37 35 28
[MAIN] TX: ed 8 3 4d 9 ff 5d 12 0 1 49 99
```

Physical Indication Change(0x0B) 5d 1c 80  
 => 대곡역(5d) 궤도회로 BK9191T 점유(1c 80)

Logical Indication Change(0x09) 5d 12 0 1  
 => 대곡역(5d) 궤도회로 9191T 점유(1c 80)

그림 2 메시지 해석사례

그러나, 사고발생이나 기기의 고장등과 같은 상황은 대부분 여러개의 메시지가 복합적으로 분석되어야만 그 상황을 정확하게 진단할 수 있는데, 대량으로 송수신되는 메시지중에서 관련된 메시지들의 인과관계를 분석하여 상황을 파악하는 것이 용이하지 않다는 어려움이 있다.

#### 4.3 지식기반 상태감시기법

앞서 언급한대로, 신호설비 정상상태 감시나 고장상황 등의 파악을 위해선 여러개의 메시지를 종합적으로 분석하여, 복수 메시지간의 인과관계, 발생시간관계, 부수적인 이벤트 발생등을 고려해서 결론을 도출하여야 한다.

이와 같은 업무는 일반적으로 해당 시스템에 대해서 정통하고 있는 전문가라고 할 수 있는 요원들만이 할 수 있을 뿐 아니라, 방대한 데이터를 분석·정리해서 결론을 도출하는 과정에 많은 시간과 노력이 투입되어야 한다는 문제점이 있다.

여기에서는, 이러한 전문가들이 데이터를 분석·정리하는 방법을 지식베이스화하여 적용함으로써, 전문가를 동원하지 않고도 데이터 분석업무를 전문가 수준으로 수행함과 동시에 데이터 분석·정리 업무를 자동화함으로써, 열차집중제어장치의 실시간 운영중에도 감시제어업무의 인터럽트 없이 신호설비 상태감시 및 고장진단을 수행할 수 있는 기법을 고안하였다.

메시지를 종합분석하기 위한 지식베이스를 다음과 같은 과정을 거쳐 구축하였다.

##### (1) 상황 판단결정 리스트

```
D1 : 신호기 장애 발생
D2 : 선로전환기 장애 발생
D3 : 궤도회로 장애 발생
D4 : 통신 장애(데이터 망실) 발생
```

##### (2) 판단 자료

```
Q1 : 열차 위치(접근/도착/출발)
Q2 : 진로제어(설정/해정)
Q3 : 폐색 상태(점유/해방)
Q4 : 궤도회로 상태(점유/해방)
Q5 : 선로전환기 전환상태(정위/반위)
Q6 : 선로전환기 채정/해정
Q7 : 신호기 현시(진행/정지)
```

##### (3) 판단 지식(Rule)

```
if ( Q1 AND NOT(Q3/Q4) ) then D4
if ( Q2 AND NOT(Q7) ) then (D1/D2)
if ( Q5 정위/반위 불일치 ) then D2
if ( Q7 AND 내방 Q4(점유) ) then D3
```

#### 5. 결론

현장 신호설비로부터 전송되어 오는 방대한 데이터를 지식공학적인 기법을 이용하여 효과적으로 분석·정리함으로써 설비상태감시 및 고장진단을 지원하기 위한 기법을 제안하였다. 제안 기법을 열차집중제어장치 및 열차운행 관리시스템등에 응용함으로써 시스템 기능을 향상시키고 유지보수를 고도화하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 참고문헌

- 1) G. Sciuotto, "State of Art of Computer Application to the Railway Traffic Control and Automation", COMPRAIL '98
- 2) A. W. Andersson, "Improving Interface usability for Train dispatchers in Future Traffic Control Systems", COMPRAIL '98, pp.929-938.