

객체지향기법에 의한 철도선로 및 열차운행 모델링

최규형, 구세완  
한국철도기술연구원, 전기연구부

Railway Facilities and Train Movement Modeling by Object Oriented Concept

Choi, Kyu-Hyoung, Gu, Se-Wan  
Electrical Division, Korea Railroad Research Institute

**Abstract** - This paper presents a modeling of railway facilities based on object-oriented software development technique for train operation simulation program. Railway network is decomposed by Line Structure Model and Signal System Model which can be composed to make the train routes and train performance calculation. A brief explanation of class design about these model is provided.

1. 서 론

열차운행 시뮬레이션은 신호체계를 준수하면서 열차의 주행성능 및 선로조건에 따라 철도망에서 주행하는 다수의 열차들의 운용상태를 컴퓨터 시뮬레이션하는 것으로서, 선로의 구성과 열차운행 시격간의 적절한 관계를 찾아내어 고품질의 철도 서비스를 창출하기 위한 것이다. 이는 주어진 선로조건하에서 최적의 운송효율을 얻기 위한 열차배치 또는 열차성능 조건을 결정하거나, 미리 정해지거나 예측 가능한 운송수요, 열차성능에 대해서 선로조건에 적합한 여부를 검토하는 측면에서 활용하는 것을 주목적으로 한다. 따라서 각 열차가 일정 선로 구간을 주행하는데 따른 시각별 위치, 속도, 전력 소비등 열차의 제반 주행성능에 대한 시뮬레이션을 행하고, 각각을 신호시스템과 연계하여 열차상호간의 영향까지도 고려한 시뮬레이션을 행할 수 있어야 하므로, 열차주행성능에 대한 모델링과 더불어 선로 시설에 대한 구체적인 모델링이 필요로 하게 된다. 본 논문에서는, 객체지향 소프트웨어 개발 기법을 응용하여 철도선로시설에 포함되는 선로 및 역, 신호설비에 대한 모델링 기법을 제안함으로써 보다 효율적인 열차운행시뮬레이션 프로그램 개발을 위한 토대를 마련하고자 한다.

2. 열차운행 시뮬레이션

열차운행 시뮬레이션 프로그램이 기본적으로 갖춰야 할 기능들을 구현하기 위해서는, 일반적으로 그림1 및 표1에 나타난 프로그램 구성 및 입출력 사양을 가져야 한다. 여기서 열차성능 시뮬레이터는 일반적으로 TPS(Train Performance Simulator)라고 불리며 지는 것으로서, 선로의 곡선,구배, 제한최고속도등의 주어진 선로조건과 열차성능 데이터로부터 운전곡선으로 표시되는 열차주행특성을 계산하는 프로그램이고, 열차주행 시뮬레이터(Train Movement Simulator)는 다수의 열차가 운용되고 있는 선로상에서 열차 상호간 간섭에 의하여 신호현시상태가 바뀌고 열차진행경로가 변화되는 상황에서 열차의 주행상황을 시뮬레이션 하는 프로그램으로써 열차운행 시뮬레이션의 핵심을 이루고 있는 부분들이다.

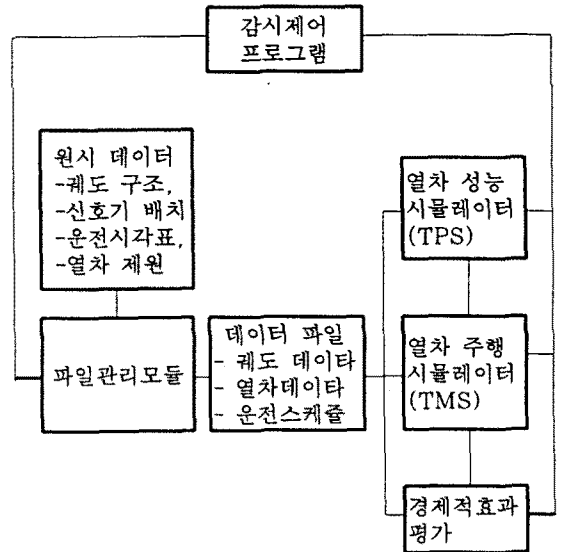


그림 1. 열차운행 시뮬레이터의 기본 구성도

표 1. 열차운행 시뮬레이터의 입·출력 사양

입 력	출 력
1. 선로 시설 데이터 - 선로망 구조 - 플랫폼 위치/정차지점 - 신호기, 폐색구간의 위치 및 길이, 신호기 제어 로직 - 전철기 위치 및 기능 - 선로의 구배, 곡선, 제한속도, 궤도등급	1. 열차 다이어아 2. 시각표 3. 운전곡선 4. 주행 경로 5. 신호기 동작 이력 6. 전철기 동작 이력 7. 시뮬레이션 진행중 열차주행상황 표시 그래픽화면
2. 열차 데이터 - 열차 가감속성능 - 제동성능 - 열차중량, 길이, 최대 속도, 하중요소	
3. 열차운영계획 - 열차 운행 시간표 - 열차진행 경로	

### 3. 철도망 모델링

철도망을 구성하는 설비는 궤도와 역과 같은 선로설비와 신호설비로 나눌 수 있다. 열차운용 시뮬레이션을 위해서는 이와 같은 설비에 대하여 열차주행과 연계하여 열차위치 및 경로를 지정하고 신호기를 정확하게 동작시키기 위한 상세한 모델링이 요구된다.

그림2는 본 논문에서 제안한 철도망 모델링 과정을 나타낸다. 철도망은 1차적으로 역과 역간선로로 구성되는 선로로 모델링 할 수 있고, 선로는 다시 분기점과 같은 Node와 트랙과 같은 Link로 구성되는 Node-Link 모델로 나타낼 수 있다. 이 모델에서 노드는 진로전환기와 같은 교차점이고, 링크는 교차점간의 track section으로써, 각각에 대하여 전체적인 일련번호를 부여하고 Node와 Link간의 접속관계를 지정함으로써 망구조를 모델링한다. 이와 같은 Node-Link모델을 통해서 열차의 진행경로를 임의적으로 설정하고 변경할 수 있다. 마지막으로 최하위 레벨의 모델링에서는, 각 Node와 Link를 진로전환기, 폐색구간, 궤도회로, 폐색신호기, 연동장치와 같은 보다 상세한 요소단위로 구성하여 모델링할 수 있다.

이상과 같은 철도망 모델을 객체지향기법을 응용하여 구현하기 위하여, 객체지향 소프트웨어 설계 지원을 위한 개발 tool인 Rational사의 ROSE/C++를 이용하여 클래스들을 설계하였다. 그림3은 작성된 Class Diagram이다..

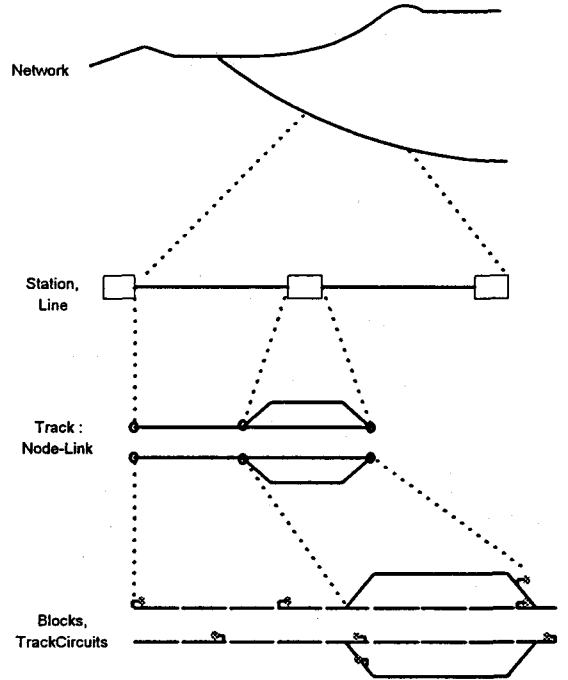


그림 2. 철도망 모델

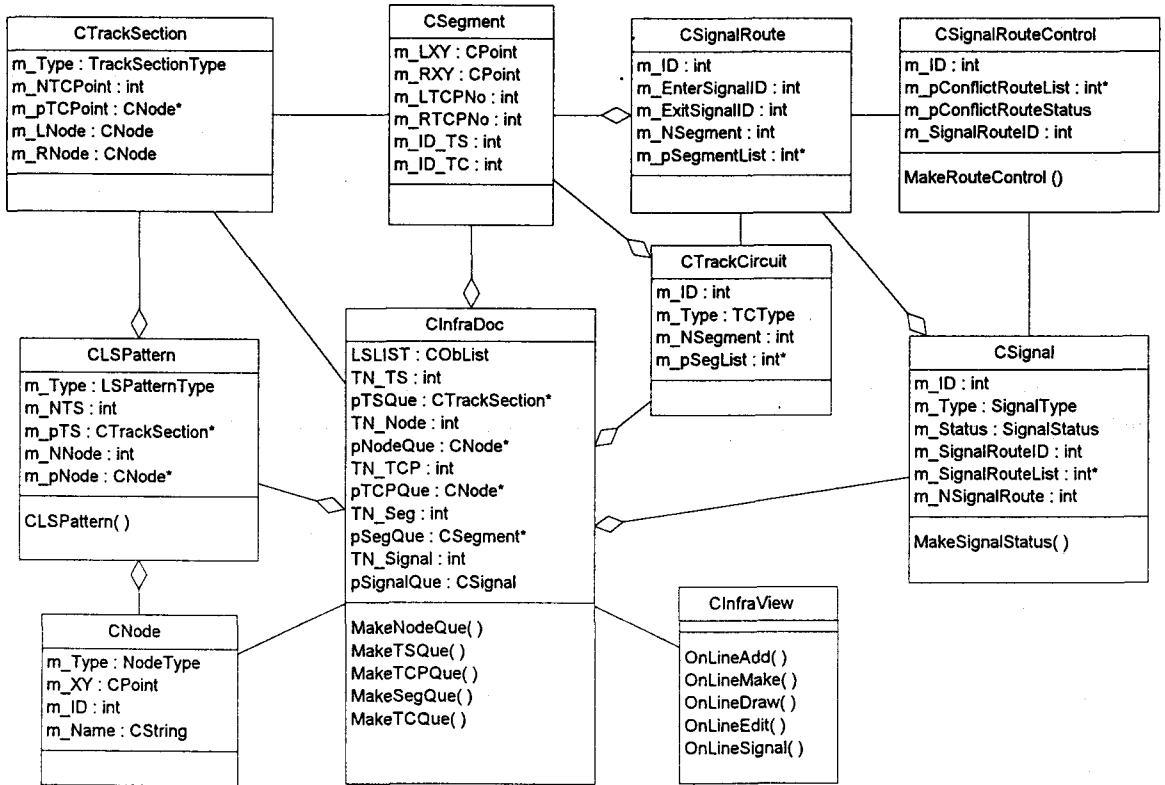


그림 3. 철도망 모델의 클래스 다이어그램

그림3의 클래스 다이어그램에서, 선로시설을 모델링하기 위한 클래스들은 다음과 같다.

**Node Class** : 선로망 구조에서의 절점에 해당하는 클래스로써, 분기점이나 시발/종착역에서의 시발/종착점등으로 구성되며 전 선로를 통하여 일련번호를 부여하고 실제 위치 데이터를 갖도록 한다.

**Switch Class** : Node Class로부터 상속된 클래스로써, 전로전환기 특성을 모델링하기 위한 것이며 분기점 번호와 분기점 위치, 분기되어 접속되는 Track Section 등을 포함한다.

**TrackSection Class** : Node와 Node를 연결하는 Link에 해당하는 클래스로써, 전선로를 통하여 일련번호를 부여하고 접속되는 양쪽 Node의 인식번호를 포함하여 선로망을 구성하도록 하며, Track Section에 포함되는 궤도회로 경계점(Track Circuit Point)의 수에 따라 궤도회로를 구성하는 Segment의 집합으로 구성된다.

**TrackCircuitPoint Class** : 궤도회로의 경계점을 나타내기 위한 것으로써 고유의 일련번호와 위치좌표 데이터를 갖는다.

**Segment Class** : Track Circuit의 경계점과 Node에 의해 구분되는 선로 구조중 가장 하위의 선로요소 단위로써, Track Section, Track Circuit을 구성하고 그 래픽으로 표시하기 위한 기초요소이다.

**LineSection Class** : 선로를 구성하기 위한 역이나 역간선로와 같은 단위 선로 구조를 모델링하는 것으로써, Node와 TrackSection의 조합으로 모델링된다.

또한, 신호시스템의 모델링을 위한 클래스들은 다음과 같다.

**Signal Class** : 신호기 현시 색상에 의한 진입 열차의 제한속도 지시 특성과, 그 신호기로부터 열차가 진행할 수 있는 복수개의 루트중 하나를 선택하는 기능을 구현한다.

**TrackCircuit Class** : 관련된 Signal Object가 그 현시상태를 정정할 수 있도록 열차 점유상태를 판단 설정한다. Track Circuit은 분기기가 포함되는 구간의 Branch Track Circuit과 그렇지 않은 경우의 Plain Track Circuit으로 구분하여 모델링한다.

**Block Class** : 신호기와 신호기 사이의 폐색구간으로서, 열차점유 상태에 따라 신호기 현시상태를 설정하기 위한 것이며 Track Circuit 및 Segment의 조합으로 모델링한다.

**Signal Route Class** : 그림4에 보이는 것처럼, 어떤 신호기의 전면에서 열차가 진행할 수 있는 다음 신호기까지의 진로구간을 나타내며, Signal Route는 진입/퇴출 Signal 객체 및 경유하는 Track Circuit의 ID로 구성된다.

**Signal Route Control Table Class** : 장내신호기와 같이 열차가 진행할 수 있는 경로가 많고, 또한 경합 진로의 열차점유상태에 따라 열차 진행 여부 및 진행할 진로를 설정할 필요가 있는 신호기를 위한 것으로써, 각역에 설치되어 있는 연동장치의 연동논리를 도표화하여 모델링한다.

#### 4. 결 론

철도 시스템은 복잡한 구조를 갖는 궤도와 신호 시스템, 그리고 열차들의 주행성능, 운전 스케줄등이 복잡하게 작용하는 복합거대시스템이라고 할 수 있다. 이에 따라, 열차운용 시뮬레이션 프로그램의 성능은 철도선로 구조 및 신호시스템등의 효율적인 모델링 수법에 크게 좌우된다고 할 수 있으며, 철도 고유의 구조적 특성상 객체지향형 모델 기법을 이용하는 것이 매우 효과적임을 알 수 있었다.

#### [참 고 문 헌]

[1] P. Giger, "A Data Concept for Simulation of Railway Networks", Computers in Railway Management, 1987, pp.67-  
 [2] S. Okumura, "Railway Network Simulation System Based on Object-Oriented Technology", Computers in Railway Management, 1992, pp.557- .

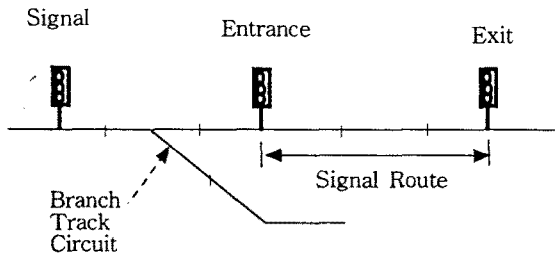


그림 4. Signal Route