

## Smart열차진로제어를 위한 선로데이터 생성관리프로그램의 데이터 구조

윤용기, 황종규, 조현정, 이재호  
한국철도기술연구원

### Data Structure of a Program Generation and Managing Track Data for Smart Train Route Control

Yoon Yong-Ki, Hwang Jong-Gyu, Jo Hyun-Jeong, Lee Jae-Ho  
Korea Railroad Research Institute

**Abstract** - Even though the existing train route controlling method, using track circuits, ensures the sufficient number of operation, it still has problems such as discordance between train numbers which was planned for operating and train numbers being operated on the track, and allowing only one train entering for one route. To solve those problems, we study and develop the Smart train route controlling system which uses the real-time informations of train positions. This system enables improve the coefficient of utilization in a certain train route controlling section, and the safety level of train route controlling, but we should ensure satisfying reliability of data about tracks operated by trains. In addition, there is a need to protect accidents caused by erroneous information of train position, by reflecting changes of tracks, for example maintenance, improvement, expansion of tracks.

In this paper, we describes data structure of a developed program which required to change CAD files to wiring diagrams and to generate them to data of tracks. And we show the result that the simulator, using the data structure, controls speed and route of trains without problems.

## 1. 서 론

Smart열차진로제어시스템은 현재 사용하고 있는 전자연동장치와 동등이상의 안전성을 확보하면서 진로제어구간(예:역내)에서의 공간활용도를 높이는 것을 목적으로 연구가 시작되었다. 또한 이동폐색기반 열차제어시스템이 갖고 있는 운행시각 단축을 통한 수송량 증대와 열차운영의 유연성확보 등에 많은 기여할 것으로 기대된다.

Smart열차진로제어시스템은 다음과 같은 몇 가지의 기술적인 특징을 갖고 있다. 첫 번째는 지상-차상간의 연속적인 양방향통신으로 지상-차상간 폐루프(closed loop)제어를 한다. 두 번째는 논리적인 가상폐색(세그먼트)을 사용하고 있어 기존 방식에 비해서 보다 많은 진로를 설정할 수 있다. 세 번째는 2편성 이상의 열차를 하나의 진로에 동시에 진입시킬 수 있다. 네 번째는 진로를 설정하면서 진입할 수 있는 열차ID를 동시에 설정한다. 이처럼 Smart열차진로제어시스템은 실시간 열차위치정보를 포함한 풍부한 데이터의 사용에 의한 이선진입에 의한 장애 또는 사고를 방지 등 기존 전자연동장치보다 높은 안전성을 확보할 수 있다.

그렇지만 역 장내의 선로확장 또는 선로개량 등의 작업을 수행한 경우에 선로정보변경을 지연하거나 정확하지 않을 경우, 2편성 이상의 열차를 동시에 1개의 진로에 진입시키는 경우 폐색의 길이정보와 열차위치정보의 오류로 인해서 선행열차와 후속열차의 충돌사고 또는 지

정된 진로를 초과하는 장애 등을 발생시킬 수 있다. 따라서 세그먼트길이, 선로곡선반경, 선로구배 등 세그먼트정보를 변경했을 때는 ATS(Automatic Train Stop)장치, ATP(Automatic Train Protection)장치 및 연동장치에서 관련 정보를 즉각 갱신하는 것이 반드시 요구된다.

이에 선로선형정보를 갖고 있는 도면파일을 입력정보로 하여 ATS, ATP, 연동장치에서 필요로 정보(파일)로 생성하고, 통신망을 통해서 각 장치에 전송하여 선로정보를 갱신하는 일련의 작업을 자동으로 수행할 수 있는 선로데이터 생성관리 프로그램을 개발하였다. 특히, 각 장치에서 요구하는 정보의 종류와 형식에 차이가 있고, 정보를 갱신하는 과정에서의 오류를 방지하기 위해서 데이터구조를 정의하였다.

## 2. 데이터구조

### 2.1 프로그램 흐름

#### 2.1.1 프로그램 구성

선로작업을 수행하면, 선로데이터 생성·관리프로그램은 작업이 완료되어 정확한 선로정보를 갖고 있는 도면파일(CAD파일)을 입력으로 받아 새로운 데이터를 생성하여 각 장비에 이를 전송하여 경제적, 시간적인 노력을 최소화하고 안전성을 높인다. 본 프로그램은 그림1.과 같이 CAD파일 변환, 선로도면 편집, 자료구조생성, 시뮬레이터 데이터출력 등으로 구성되어 있다.

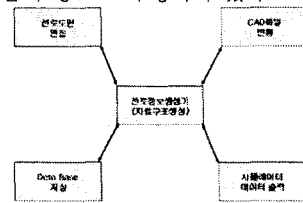


그림 1. 프로그램 구성

#### 2.1.2 CAD파일 변환

CAD파일 변환기의 주요 기능은 CAD파일의 선로정보 생성기 파일형식으로 변환하고, CAD파일의 선로도면과 관련하여 있는 데이터를 저장한다. 현 프로그램 버전에서 변환할 수는 CAD는 AutoCAD R12/L12 DFX파일의 형식만 지원하며 몇 가지 제한을 갖고 있다. 1) 모든 element는 블록으로 표현 2) 블록내부에 블록을 포함하지 않음. 3) 텍스트, 직선, 사각형 및 타원은 절대로 블록지정을 하지 않음. 4) naming 5) element와 comment의 구분.

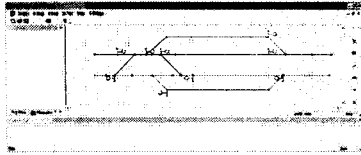


그림2. CAD파일 변환 결과

### 2.1.3 선로도면 편집

선로도면 편집은 CAD파일을 변환하여 생성한 선로도면 파일의 데이터입력요구를 수정하거나 직접 선로도면을 작성하는 기능을 갖고 있다. 선로도면을 작성하는데 필요한 Element를 제공한다. 선로도면에서 입력한 데이터는 선로정보데이터를 생성하는 기본자료가 된다.

선로도면편집은 작업영역에 그려진 선로도면의 좌측에서 시작해서 우측으로 이동하면서 각 element의 자료구조를 연결list로 연결한다. 선로정보생성기에서 자료구조를 처리하므로 복잡한 연결자료구조를 적용하지 않고 단순한 연결list만 생성한다.

### 2.1.4 선로정보생성기

선로정보생성기는 선로도면편집기에서 생성하고 수정된 데이터를 이용하여 자료구조를 생성하고 데이터를 출력하는 기능을 수행한다. 이러한 역할을 수행하기 위해서 Element연결, Route Tree, Route Line, Route List 등 5가지의 자료구조를 만든다. Element연결은 각 element의 연결관계를 저장하는 기능을 수행한다. Route Tree는 터미널 → 터미널, 터미널 → offpage, offpage → 터미널, offpage → off page간의 세그먼트 데이터를 저장하는 tree형태의 자료구조로서 상행과 하행을 구분하지 않고 모든 진로를 저장한다. Route Line은 tree구조의 진로자료구조를 토대로 모든 진로를 저장하는 linked list 형태의 자료구조를 생성하는 기능을 수행한다. Route List는 진로구분자간의 세그먼트데이터를 저장하는 자료구조로서 사용자가 원하는 최종진로를 저장하는 기능을 수행한다. 또한, 데이터출력기능을 추가하여 위에서 작성한 자료구조를 참조하여 모의장치(시뮬레이터)에 필요한 데이터 file을 출력한다. 그림3은 기본자료구조를 생성하는 흐름도이다.

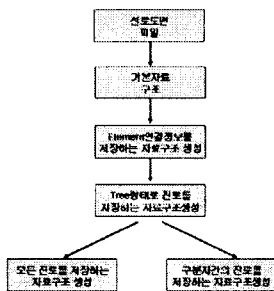


그림3. 자료구조생성 flow

## 2.2 자료구조

본 프로그램의 자료구조는 CD\_NODE의 구조체를 기본 자료구조로 하여 구현된다. 각 element는 CS\_NODE를 기초로 하여 필요한 데이터를 추가하여 각각의 자료구조를 생성한다. 각 Element 자료구조의 종류와 내용은 다음 표와 같다.

각 element는 element의 CS\_NODE와 함께 char 배열형의 name, id, guid를 기본으로 자료구조에 포함한다. 여러 가지 자료중 element연결정보, RSRT, RSRL 및 RSRT에 대해서 설계한 자료구조는 그림 4. ~ 그림.6과 같다.

표 1. Element 및 자료구조내용

Elements	자료구조내용
RSST	역정보
RSSM	세그먼트정보
RSSG	신호기정보
RSSW	선로전환기정보
RSTP	지상자정보
SRPF	Platform(승강장)정보
RSTM	Terminal(종단역)정보
RSOP	Offpage정보
RSSP	Separator(구분자)정보
RSRT	Rect(도형)정보

#### 1) Element연결정보

각 element간의 연결관계를 저장하는 구조이며, 역정보자료구조를 기본으로 하여 각 node에 해당하는 데이터를 연결하여 구성한다. 진로생성에 관련한 모든 자료구조를 결정하는 기초자료구조이다.

#### 2) Route Tree자료구조(RSRTL)

역에 속하는 터미널(또는 offpage)에서 터미널(또는 offpage)까지의 세그먼트연결정보를 저장하는 트리자료구조로 각 세그먼트의 데이터를 CRailTreeData 클래스를 통해서 저장된다.

#### 3) Route Line자료구조(RSRL)

Route Tree에서 작성된 트리구조에서 터미널(또는 offpage)에서 터미널(또는 offpage)까지의 진로를 저장하는 자료구조로 각 진로에 해당하는 세그먼트정보를 COBList의 형식으로 저장한다.

#### 4) Route List자료구조(RSRTL)

Route Line에서 생성된 진로를 참조하여 구분자에서 구분자까지의 진로를 생성하기 위한 자료구조로서 구분자와 구분자사이의 세그먼트정보를 저장한다.

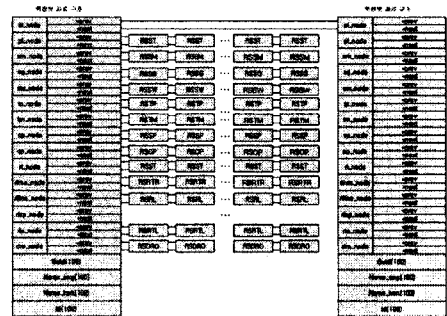


그림 4. Route List 자료구조

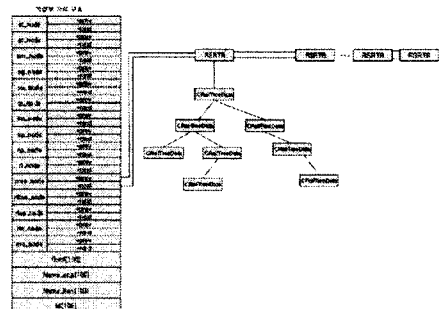


그림 5 Route Tree 자료구조

[참 고 문 헌]

- (1) 윤용기, 황종규, 이재호, 김원형, "Smart열차진로제어알고리즘연구용 모의장치 개발", 한국철도학회 추계학술대회 논문집, 2006년도
- (2) 한국철도기술연구원, "철도원천기술연구-Smart열차제어시스템연구보고서", 한국철도기술연구원, 2006년도

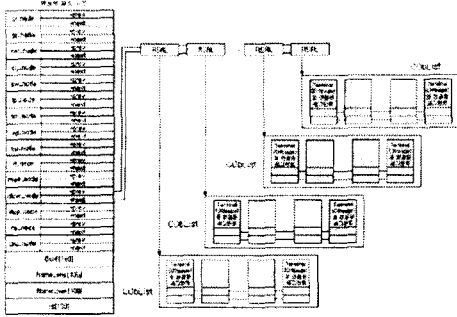


그림 6 Route Line 자료구조

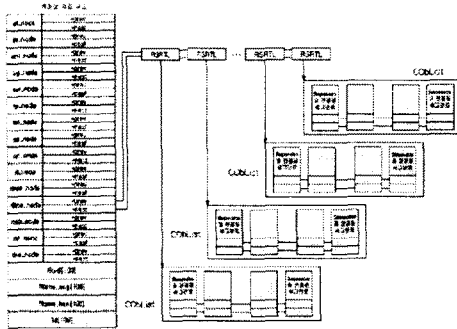


그림 7 Route List자료구조

2.3 데이터출력

선로데이터 생성관리프로그램은 이상과 같은 자료구조를 갖는 정보를 출력한다. 또한 Smart열차제어시스템의 열차간격제어알고리즘과 열차진로제어알고리즘을 검증하기 위해서 제작한 모의장치에서 사용하는 데이터형식에 맞게 정보를 출력한다. 모의장치를 대상으로 하여 선로도면파일의 정보를 설계한 자료구조로 변환되어 저장되었는지를 점검하였다.

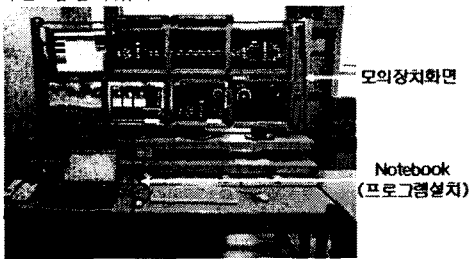


그림8. 모의장치-프로그램 인터페이스

3. 결 론

자료구조에 맞추어 프로그램에서 생성한 선로데이터를 Smart열차진로제어시스템 모의장치에 적용한 결과 모의장치에서 선행열차와 후속열차간에 안전간격을 유지하는 것과 3곳의 역 구내에서의 열차진로제어를 수행하는 것을 확인하였다. 또한 CS\_NODE의 구조체를 기본구조로 하여 필요한 데이터를 추가하여 자료구조를 생성하는 방법을 적용함으로써 철도신호시스템에서 필요로 하는 데이터를 지원하는 것이 적절한 것을 확인하였다.

본 논문의 자료구조를 적용한 프로그램을 이동폐색기반의 열차제어시스템에 적용하면 새로운 선로정보의 갱신을 신속하고 정확하게 갱신할 수 있으므로 열차운영의 효율성과 안전성을 높일 수 있을 것으로 예상된다.