

전자연동장치를 위한 연동데이터 자동 생성 시스템의 개발

A Development of Auto-Interlock Relation Generating System for Electronic Interlocking Equipment

권철† 이기철* 최성범** 이진하**
Kwon, Cheol Lee, Ki-Chul Choi, Sung-Bum Lee, Jin-Ha

ABSTRACT

An interlocking equipment of railway signalling systems is manufactured with electrical devices and electrical interlocking equipment has been substituted for existing interlock equipment(relay sequential logic type). But interlock conditions are still generated from rail diagram and used to make Interlock Table manually. In order to make EIS(Electrical Interlock System) operate, we should write interlock data which is made from interlock table. But, as the station is larger and more complicated, handwork may becomes a very tedious work and makes more mistakes. Therefore the development of CAD system for Interlocking System is very significant, if CAD can reduce the mistakes from handwork and help the configuring the interlocking system. In this paper, we first arrange some rules which can be used to extract route information automatically from rail diagram and interlocking rules. And then we propose "Search-And-Rollback" algorithm to extract route information and individual interlocking rules. The proposed algorithm is implemented and tested through the signal design process of the Hyundai-Steel private railway to carry melted pig iron from the blast furnace to the steel-making workshop. some cases. It shows that CAD for Interlocking system is very helpful in time saving aspect and system reliability.

1. 서 론

열차제어 지상신호시스템에서 핵심적인 철도보안기능을 수행하는 연동장치는 전자 산업의 발전에 따라 전자 제어 시스템으로 구성된 전자연동장치가 기존의 설비를 빠르게 대체하고 있다. 하지만 제어의 기준이 되는 연동조건은 배선약도로부터 수작업으로 작성하여 하나의 연동도표에 기술하게 된다. 실제 연동장치가 운용되기 위해서는 기술된 연동도표에 따라 연동데이터를 연동장치에 입력해야 한다. 하지만 수작업으로 작성되는 연동도표는 역구성이 복잡해질수록 오류 가능성이 많아지며, 이를 연동장치를 위한 데이터로 가공하는 것도 상당히 지루한 작업이다.[2] 따라서 이러한 작업을 쉽고 빠르게 할 수 있을 뿐 아니라 오류의 가능성도 줄여주는 CAD(Computer Aided Design)시스템의 개발은 상당히 의미있는 작업이다. 본 논문에서는 배선약도와 연동도표 작성 규칙으로부터 연동도표의 진로 정보를 추출을 자동화 할 수 있는 기본 규칙들을 정리한다. 다음 배선약도로부터 진로 정보를 자동으로 추출하는 Search-And-Rollback 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘을 용선수송을 위한 현대제철 전용철도 신호설계에 실제 구현하여 분석한 결과, 다양한 진로의 검색 및 연동도표상의 다양한 설정 조건을 자동으

† 책임저자 : 정희원, (주)오시에스티, 자동화기술연구소, 연구소장
E-mail : naomib@chol.com
TEL : (02)2205-4038 FAX : (02)2205-4080

+ 정희원, (주)오시에스티, 대표이사

** 비희원, 현대제철(주), 운송하역시설팀

로 추출함으로써 설계 자동화 도구로의 성능을 확인한다.

2. 연동도표의 개요

연동도표는 정거장구내의 열차운전이 안전하게 이루어지도록 연동장치에 의해 채정되는 내용을 일목요연하게 알 수 있도록 표시한 도면으로 연동도표는 궤도, 신호기, 선로전환기등의 선형 배치를 도식화한 선로배선약도와 연동 규칙을 기술한 연동도표로 구성되어 있으나 '연동도표'로 불려지고 있다

2.1 연동도표의 기본 규칙

연동장치의 연동 기능을 규정하기 위한 각종 채정 조건을 도표형식으로 기술하는 연동도표는 각각의 진로에 대하여 해당진로에 관련된 채정 및 다른 신호기 및 진로에 대한 채정 조건을 기술한다.[1]

(1) 진로의 구성

진로는 신호기와 도착점, 신호기 궤도에서 도착점 궤도까지의 연속궤도로 구성된다. 즉 진로라는 것은 열차가 신호를 보고 진입할 수 있는 궤도의 집합을 의미한다. 진로의 개별 속성으로 장내신호기, 출발신호기, 유도신호기, 입환신호기, 입환표지등의 진로로 구분한다.

(2) 채정조건

진로를 설정하기 위해 전환하고 채정해야 하는 선로전환기, 폐로채정에 관계있는 궤도회로명을 표기하며, 진로 구성 후 진로내 열차 진행을 보호하기 위해 채정해야 하는 신호기 및 표지등을 기술한다.

○ 채정선로전환기: 열차의 진행방향순으로 선로전환기 번호 및 방향을 표시한다.

○ 채정신호기 : 진로내 상대신호기 및 도착점 공유하는 상대진로, 일괄제어신호기를 표기한다.

(3) 신호제어 및 철사채정

연동장치는 열차가 진로에 진입하기 전 진로가 열차의 안전한 운행을 보장할 수 없게 되면 신호기 현시를 정지로 변경하게 되는데, 이에 관계되는 조건들을 신호제어 조건이라 한다. 운행진로 및 진로조사에 관계있는 궤도회로, 차량접촉한계내 궤도회로, 폐색구간의 폐색조건들이 이에 해당한다. 단, 입환표지 및 유도신호기의 도착점 궤도회로를 제외한다.

(4) 진로(구분)채정

열차가 설정된 진로상에서 안전한 운행을 보장하기 위해 채정되어야 하는 항목들으로써 운전방향 및 조사에 관련되어 있는 진로 또는 진로구분채정 궤도회로명 및 시간채정을 표기하며, 도착궤도는 제외한다.

(5) 접근 및 보류채정

접근 및 보류채정이란 신호가 취소될때 운전자가 인지하지 못하고 진로에 진입하는 경우를 대비하여 지정된 시간동안 진로의 채정상태를 유지시키는 것을 의미하는 것으로, 진로 진입측으로 연결될 궤도회로의 명칭과 채정시간을 표기한다.

2.2 연동도표 작성을 위한 절차

연동도표를 자동으로 작성하기 신호설비들이 객체화되어 만들어진 배선약도가 존재해야 하며, 이를 토대로 하여 연동도표를 작성하게 된다. 배선약도에는 기타조건들을 검색하기 위해 작성해야 하는 내용들이 있는데, 그중에는 경로궤도의 인접궤도에 존재하는 차량 접촉한계정보, 인접역으로 출발시키기 위한 폐색조건, 진행정위 진로구성정보(TTB)등이 있다.

자동으로 진로를 검색하는 방법은 설계자가 직접 신호기와 도착점을 지정하여 진로를 탐색하도록 하는 것과 구획을 나누어 모든 가능한 진로를 검색하도록 하는 방법이 있다. 후자의 경우는 신호기의 속성과 도착점의 속성을 정확히 지정하여, 조합이 가능한 출발/도착쌍의 진로 명칭을 자동으로 구성한 후 진

로 탐색을 수행하도록 한다. 다음 그림 1에 연동도표 자동 생성을 위한 절차를 나타내었다.

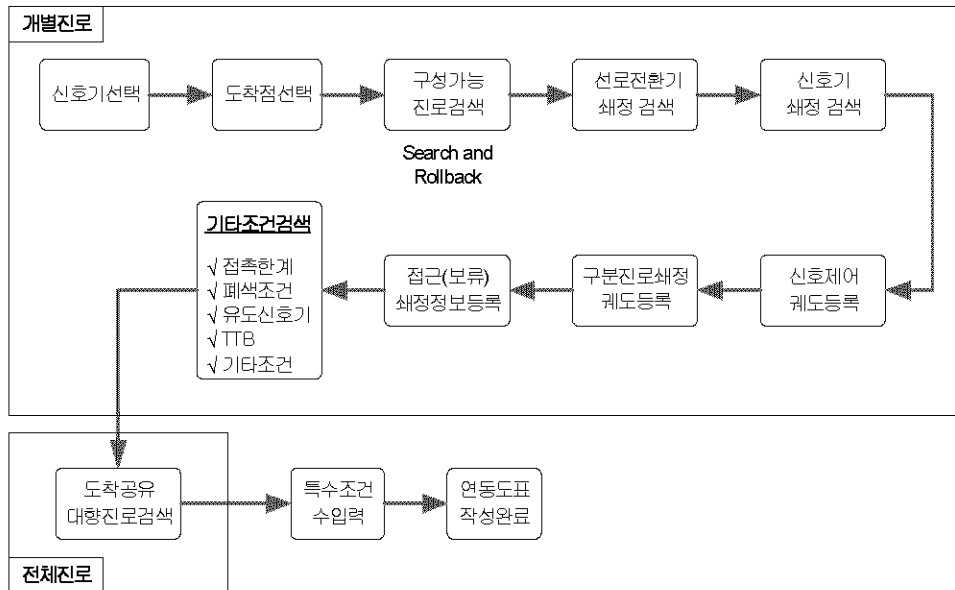


그림 1. 연동도표 자동 생성을 위한 절차

3 연동데이터 작성을 위한 자동화 프로그램

연동데이터 작성을 위한 자동화 프로그램은 선로형상 및 속성 데이터를 작성하는 CAD프로그램과 진로의 경로를 탐색하는 탐색 알고리즘, 그리고 각종 쇄정정보를 자동 검색하는 쇄정정보 검색 프로그램으로 구성된다.

3.1 배선약도 작성을 위한 CAD 프로그램

선로배선약도의 작성은 그래픽에 의한 CAD기능을 이용하여 데이터를 작성하는 방식으로 구현한다. 선로, 신호기, 선로전환기 등의 심볼은 CAD 기능으로 작도하고, 명칭, 관계정보, 노선상의 각종 정보는 선로객체 정보 편집기를 이용하여 기입하는 방식으로 구현한다. 자동화된 진로 검색 및 연동도표 작성 기능을 구현하기 위해서는 객체들 간의 연관관계가 정의되어 있어야 하며, 이러한 속성들은 자동 또는 수동으로 지정하여 선로배선약도를 작성한다.

(1) 궤도회로의 작성

궤도회로는 가장 배선약도에서 가장 기본이 되는 객체이다. 기본적인 작도는 그림 2와 같은 CAD기능에 의해 수행하고, 속성은 그림 3의 궤도 속성 편집기에서 수작업으로 기입한다.

궤도회로의 속성은 크게 형상에 관련된 속성과 연동기능에 관련된 속성으로 분류할 수 있다. 궤도속성 중 연동기능에 관련된 중요한 정보는 궤도회로 간의 연결정보, 도착점, 신호기 및 선로전환기 정보이다. 이 중 궤도회로의 연결정보는 중요한 속성으로 연결정보가 있어야 자동으로 궤도를 탐색할 수 있다. 입환표지진로는 입환도착 또는 공용도착점으로만 진로를 탐색해야 하는데, 이 처럼 탐색 대상 진로를 분류하고 탐색 유무를 결성할 수 있기 위해서는 도착점의 종별 및 방향정보를 필요로 한다.

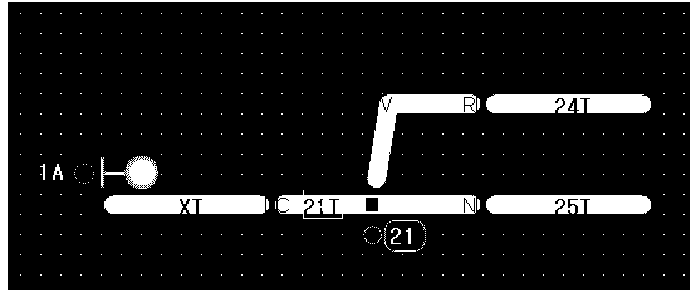


그림 2. 궤도회로의 작도

궤도편집상자

Track ID: 21T 궤도회로 반동계전기 적용

Switch ID: 21 복귀지연: 2000 ms

객입각: 80 도

좌표	C	O	N	R	궤도ID	연번
X	285	335	390	390	310	문자방향 315
Y	175	175	175	125	175	0 도 195

보정좌표	C	Cv	O	Nv	N	Rv	R
X	291	291	335	384	384	343	384
Y	175	175	175	175	175	125	125

도착점1: X 295 Y 166 도착점2: X 335 Y 166 연결궤도ID 위치

종류	출발/장내	종류	출발/장내
C	XT	N	N
N	25T	C	C
R	24T	C	C

궤도회로 열표시: C N R

궤도열연표시: C N R

부속신호기ID와 위치(C[0] N[1] R[2])

C1	N1	R1
C2	N2	R2

그림 3. 궤도 속성 편집

(2) 신호기와 선로전환기 추가

신호기와 선로전환기는 궤도에 부속된 설비로 판단하는 것이 매우 유용하다. 왜냐하면, 신호기나 표지는 부속한 궤도로 시작되는 진로로의 진입을 허용하거나, 해당 진로의 상태를 표시하기 때문이다. 그림 3. 궤도 속성 편집창에서 선로전환기나 신호기의 명칭을 기입함으로써 신호기 또는 선로전환기 객체를 추가한다. 신호기 및 선로전환기에 대해서는 그림 4와 같이 속성 편집창을 제공하여 편집하도록 한다. 신호기 속성에는 출발, 장내, 입환등의 종별 표시 및 다등형 신호기 형식 등의 물리적 속성 지정이 가능하다. 선로전환기는 단동, 쌍동 등의 속성을 지정할 수 있도록 하였다.

신호기편집상자

신호기 ID: 1A

출발버튼명칭: []

신호좌표 X: 200 Y: 159 궤도 ID: XT

ID좌표 X: 169 Y: 153

신호종별: 좌/우행 상/하

장내신호기: TTB Left Up Over

신호기종류: Right Down Under

진로수: 11

선로전환기편집상자

선로전환기ID: 21

좌표 X: 335 Y: 190

선로전환기속성: 단동 쌍동

선로전환기방향: Right Left

상대선로전환기ID: []

소속궤도 ID: 21T

그림 4. 신호기 및 선로전환기 속성 편집

3.2 진로 검색 알고리즘

작성된 배선약도로부터 자동으로 진로 정보를 추출하는 첫번째 단계는 신호기와 도착점 사이의 연결 궤도를 추출하는 작업이다. 흔히 경로를 검색하는 방법으로 등고선법이 있는데, 출발궤도에서 도착궤도까지의 궤도 수량에 대한 가중치에 의해 최소 궤도 경로를 탐색하는 방법으로 다음의 절차에 의해 연결

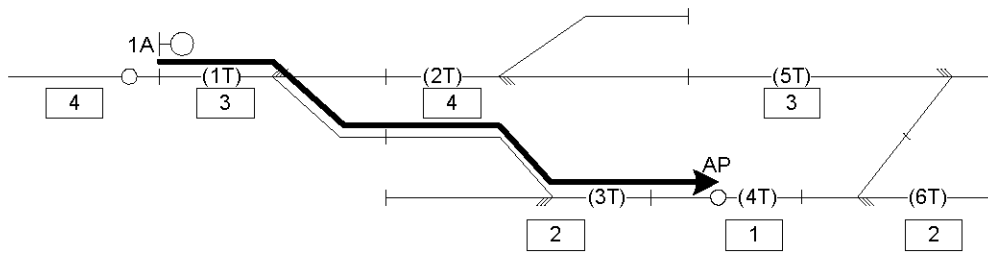
궤도 집합을 검색한다.

(1) 등고선법 검색 알고리즘

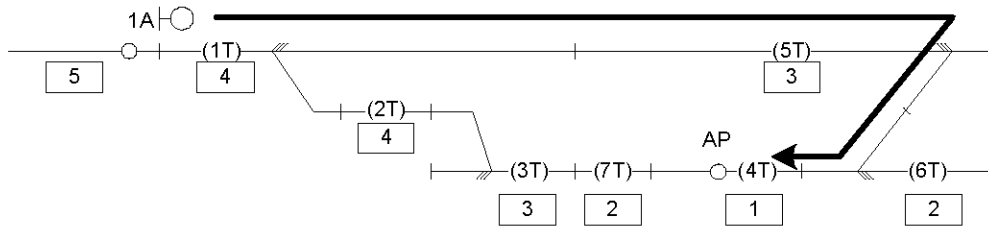
```

STEP 1 : weight = 1
STEP 2 : 도착궤도의 WEIGHT = weight 할당하고 다른 모든 궤도는 WEIGHT = -1 할당
STEP 3 : WEIGHT = weight인 궤도에 대하여 해당궤도의 인접궤도의 WEIGHT = -1이면
        인접 궤도 WEIGHT = weight+1 할당
STEP 4 : WEIGHT = weight+1로 할당되는 궤도가 존재하지 않으면 goto STEP 6
STEP 5 : weight = weight+1, goto STEP 3
STEP 6 : 신호기 궤도를 시작으로 인접궤도의 WEIGHT가 궤도의 WEIGHT보다 작아지는 방향으로 궤도 탐색하면서 궤도
        집합 작성
    
```

경로를 탐색하게 되는 자동화된 방법은 STEP 6에 의해 그림 5. (a)와 같이 1A 신호기에서 도착점 AP까지 가중치가 감소하는 방향으로 진행이 도착점 궤도를 향하게 되는 검색방법이다.



(a) 정상적인 검색 궤도 리스트 : (1T) (3T) (4T)



(b) 비정상적 검색 궤도 리스트 : (1T) (5T) (4T)

그림 5. 등고선법에 의한 경로 탐색 절차

등고선법 알고리즘은 최단거리의 진로를 추출할 수 있다는 장점이 있지만, 신호기에서 도착점으로 이어지는 궤도 연결 리스트가 여러 가지 경로로 존재하는 경우 단지 1개만 얻을 수 있다는 문제점이 있다. 현장 운행 여건상 얻어진 경로보다 여러 궤도를 거치는 다른 진로가 사용되는 경우도 많기 때문에 등고선법 알고리즘으로 검색된 경로의 적용이 실패할 가능성이 많다. 또한 등고선법으로 검색된 경로가 궤도의 정위측과 반위측으로 형성될 수 있는데 이는 물리적으로 불가능한 경우의 결과를 내기도 한다. 따라서 본 논문에서는 시작궤도에서 인접궤도를 검색해 나가면서 도착점 검색에 실패하면 바로 이전 선로전환기 궤도로 복귀하여 분기 방향으로 다시 검색을 시도하는 Search-And-Rollback 알고리즘을 사용한다.

(2) Search-And-Rollback 알고리즘

● 코드정의

- ✓ 궤도의 공통측, 정위측, 반위측을 각각 C, N, R로 표시
- ✓ 궤도 경로 추적 코드 : TRACE_CODE_CN : 공통측에서 정위측으로
 (TraceCode) TRACE_CODE_CR : 공통측에서 반위측으로
 TRACE_CODE_NC : 정위측에서 공통측으로
 TRACE_CODE_RC : 반위측에서 공통측으로
 TRACE_CODE_TG : 도착점임

```

TRACE_CODE_NN : 연결케도 없음
✓ 검색 상태 :      SEARCH_STATE_NULL : 진로 검색 상태
                   SEARCH_STATE_NEXT : 다음 진로 검색
                   SEARCH_STATE_BND  : 진로 검색 종료
✓ 검색 케도 경로 구조체 : TraceState = {TrackID, TraceCode}
✓ 검색 케도 경로 리스트 : TrackStateList
STEP 1 : 신호기 소속 케도를 시작으로 하여 다음과 같이 초기화하여 케도 경로 리스트에 등록
        신호기 케도에 대하여 TraceState변수를 작성하고 신호기 위치에 따라 추적 코드를 기록
        if          신호기 위치 = 공통측 then    TraceState.TraceCode = TRACE_CODE_CN
        else if     신호기 위치 = 정위측 then    TraceState.TraceCode = TRACE_CODE_NC
        else
TraceState.TraceCode = TRACE_CODE_RC
STEP 2 : Start Forward Search
        TrackStateList(LAST).TraceState.TraceCode경로코드가 CN이면 N쪽, CR이면 R쪽, NC/RC이면 C쪽 연결
        케도를 새로운 TraceState로 작성하고 다음과 같이 코드 할당
        A. 연결케도에 도착점이 있으면                TraceState.TraceCode = TRACE_CODE_TG
        B. 연결케도가 존재하지 않으면                TraceState.TraceCode = TRACE_CODE_NN
        C. 그밖의 경우
            연결케도가 케도회로가 없으면 TraceState.TraceCode = TRACE_CODE_NN
            연결케도가 케도회로가 있고
            연결케도의 공통측이면          TraceState.TraceCode= TRACE_CODE_CN (CN방
향 우선탐색)
            연결케도의 정위측이면          TraceState.TraceCode= TRACE_CODE_NC
            연결케도의 반위측이면          TraceState.TraceCode= TRACE_CODE_RC
        TrackStateList.Add(TraceState) : 케도 경로 리스트(TrackStateList)에 TraceState정보 추가
STEP 3 : 전방 탐색 계속 또는 Rollback 판별
        진행방향 검색 종료 조건이 아니면 계속 진행
        if (TraceState.TraceCode!=TRACE_CODE_TG) && (TraceState!=TRACE_CODE_NN) then
            goto STEP 2
        if (TraceState.TraceCode=TRACE_CODE_TG)
            현재까지 작성된 케도 경로 리스트는 완성된 하나의 경로로 따로 저장
STEP 4 : Rollback 과정 : 마지막 TraceState를 삭제하면서 새로운 탐색 가능한 분기까지 Rollback
        SearchResultCode = SEARCH_STATE_END로 초기화
STEP 4.1 :
        if (TrackStateList.GetSize()==0) then                                goto STEP 5
        if TrackStateList(LAST).TraceState.TraceCode=TRACE_CODE_CN then
            if 해당 케도의 선로전환기가 없으면 해당 TraceState를 삭제
            if 해당 케도의 선로전환기가 있으면
                TrackStateList(LAST).TraceState.TraceCode = TRACE_CODE_CR
                SearchResultCode=SEARCH_STATE_NEXT
        else
            TrackStateList.Delete(LAST) : 마지막 TraceState를 삭제
            if SearchResultCode=SEARCH_STATE_NULL then                goto STEP 4.1
STEP 5 : 검색 종료 또는 이전 분기에서 재탐색
        if SearchResultCode=SEARCH_STATE_NEXT then
            goto STEP 2
        else
            Exit

```

그림 6는 Seach-And-Rollback 알고리즘을 도식적으로 표현한 것으로, 전방 탐색 후 케도 끝에 도달하면 Rollback을 통해 다음 탐색 가능한 분기까지 후퇴한 후 다시 전방 탐색을 반복하는 과정을 통해 진로의 경로를 검색한다. Seach-And-Rollback 알고리즘은 지정된 출발-도착케도로 정의되는 모든 경로를 탐색한다. 이렇게 탐색된 진로중에서 설계자의 선택을 통해 선정되도록 함으로써 기존의 등고선법에

의해 발생하는 문제점을 해결할 수 있었다.

Search-And-Rollback 알고리즘을 적용한 진로탐색 프로그램을 구현하여 실제 적용하였다. 다음에 보인 그림 7은 현대제철 연동장치에 적용된 선로 형상에 대하여 임의 지정된 경로를 Search-And-Rollback 알고리즘에 의해 검색되는 과정으로 보여준다. 25R-M12P 진로에 대하여 검색하기 위해 신호기 25R을 선택하고 도착점 M12P를 선택하면 자동 검색을 시작한다. Search-And-Rollback 알고리즘에 의해 25R-M12P 진로에 대한 경로가 모두 5가지가 검색되었다. 자동화 프로그램은 실제로 어떤 경로를 통해 열차 운행을 시킬지 알 수 없기 때문에 작성된 5가지 경로 중 현장여건 등을 고려하여 설계자가 경로를 선택하고 나머지는 삭제하여 선별하는 과정을 거친다.

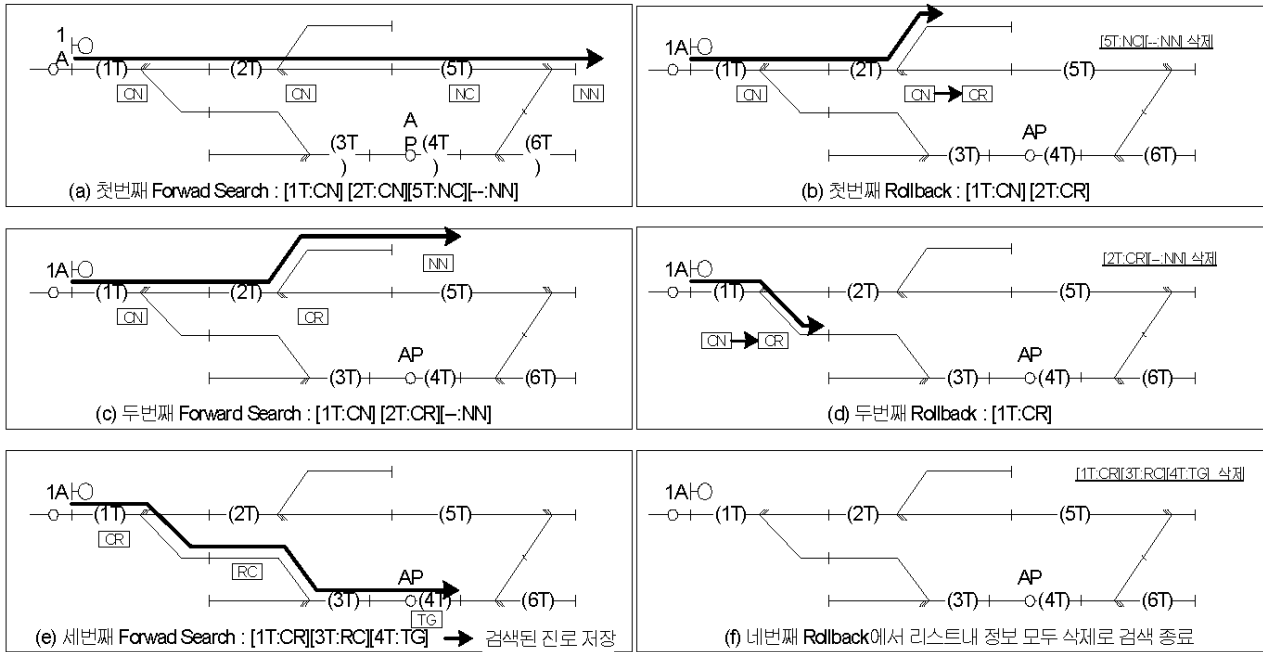
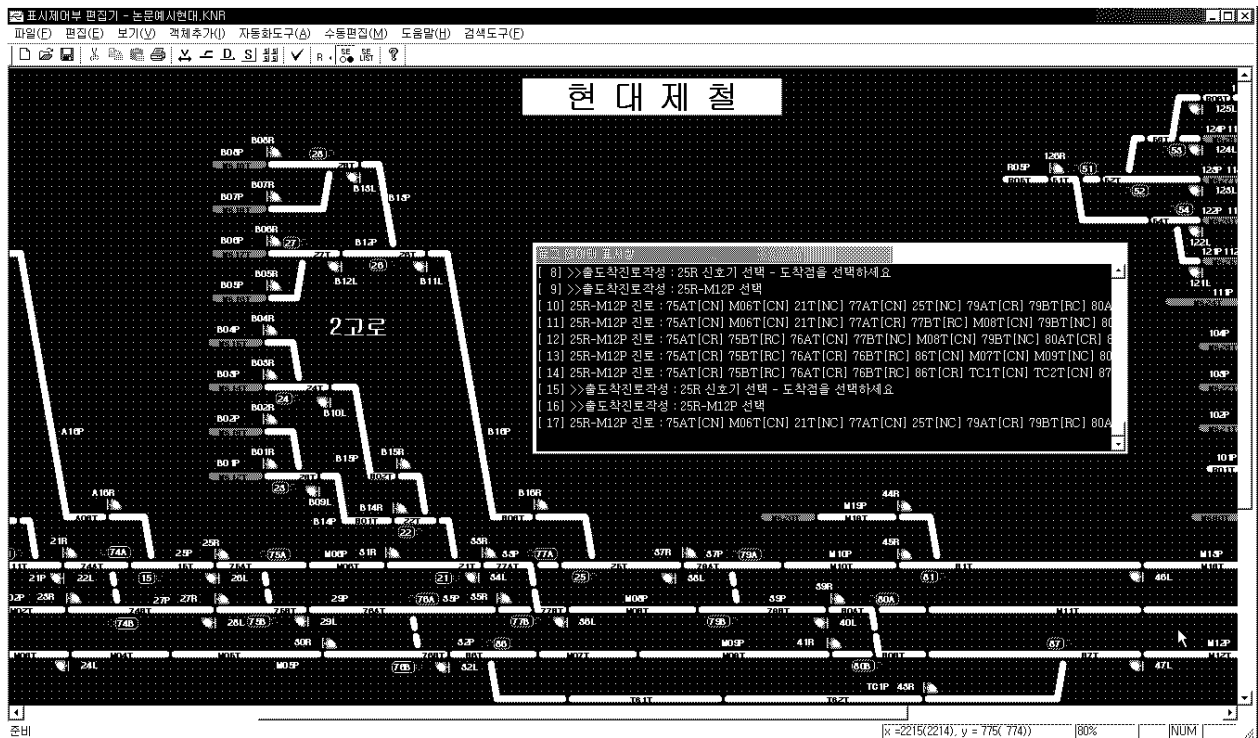


그림 6. Search and Rollback 알고리즘에 의한 경로 탐색 절차



(a) 25R-M12P 진로 검색 과정

```

로그 데이터 표시창
[ 12] 25R-M12P 진로 : 75AT[CR] 75BT[RC] 76AT[CN] 77BT[NC] M08T[CN] 79BT[NC] 80AT[CR] 80BT[RC] 87T[NC] M12T[TG]
[ 13] 25R-M12P 진로 : 75AT[CR] 75BT[RC] 76AT[CR] 76BT[RC] 86T[CN] M07T[CN] M09T[NC] 80BT[NC] 87T[NC] M12T[TG]
[ 14] 25R-M12P 진로 : 75AT[CR] 75BT[RC] 76AT[CR] 76BT[RC] 86T[CR] TC1T[CN] TC2T[CN] 87T[RC] M12T[TG]
[ 15] >>출도착진로작성 : 25R 신호기 선택 - 도착경을 선택하세요
[ 16] >>출도착진로작성 : 25R-M12P 선택
[ 17] 25R-M12P 진로 : 75AT[CN] M06T[CN] 21T[NC] 77AT[CN] 25T[NC] 79AT[CR] 79BT[RC] 80AT[CR] 80BT[RC] 87T[NC] M12T[TG]
[ 18] 25R-M12P 진로 : 75AT[CN] M06T[CN] 21T[NC] 77AT[CR] 77BT[RC] M08T[CN] 79BT[NC] 80AT[CR] 80BT[RC] 87T[NC] M12T[TG]
[ 19] 25R-M12P 진로 : 75AT[CR] 75BT[RC] 76AT[CN] 77BT[NC] M08T[CN] 79BT[NC] 80AT[CR] 80BT[RC] 87T[NC] M12T[TG]
[ 20] 25R-M12P 진로 : 75AT[CR] 75BT[RC] 76AT[CR] 76BT[RC] 86T[CN] M07T[CN] M09T[NC] 80BT[NC] 87T[NC] M12T[TG]
[ 21] 25R-M12P 진로 : 75AT[CR] 75BT[RC] 76AT[CR] 76BT[RC] 86T[CR] TC1T[CN] TC2T[CN] 87T[RC] M12T[TG]

```

(b) 경로 검색 결과

그림 7. Search-And-Rollback 알고리즘에 의한 경로 탐색

3.3 쇄정정보의 작성

연동도표상의 각종 쇄정정보는 자동으로 작성될 수 있지만 일부 속성들은 현장정보가 명확하지 않으므로 수동으로 지정해야 하는 정보들이 있다. Search-And-Rollback 알고리즘에 의해 검색된 경로정보로부터 각종 연동정보를 검색하는 절차에 대하여 다음에 나타내었다.

(1) 쇄정란 작성

A. 선로전환기

- 검색된 경로 정보와 TraceCode로 부터 레도에 부속된 선로전환기 및 방향 등록
- 검색된 경로 레도상의 선로전환기가 시서스분기인 경우 쌍을 이루는 선로전환기 등록
- 오버랩 전철기의 경우 검색이 불가능하므로 수동으로 설계자가 지정

B. 신호기 및 진로

- 경로 레도 리스트상의 진로방향이 대향인(선로전환기방향이 동일)대향신호기 검색
- 경로 레도 이외의 레도상에 존재하는 신호기중 공유 선로 전환기와 방향이 일치하는 진로중 경로 레도를 공유하는 진로의 신호기 검색 (선로전환기에 의해 쇄정되는 신호(진로)는 제외)
- 도착점을 공유하는 진로를 검색하여 해당 신호기를 신호쇄정으로 등록

C. 단조건 및 총괄제어 신호기

- 단조건 및 총괄제어는 현장상황에 따라 설계자가 판단해야 하므로 수작업지정

(2) 신호제어란 작성

A. 신호제어 레도

- 검색된 경로상에 존재하는 레도 등록
- 검색된 경로상의 분기에 접촉한계 정보가 있는 경우 해당 레도를 등록

B. 폐색 조건

- 출발 및 입환신호기이고 도착점이 인접역방향으로 해당 폐색이 있으면 폐색조건을 등록

(3) 진로(구분)쇄정란 작성

- 검색된 경로상에 존재하는 레도 등록
- 도착레도가 구간으로 지정되는 유효장 또는 시간쇄정의 경우 수동 지정

(4) 접근(보류)쇄정

- 검색된 진로의 시작레도에 운행방향과 역방향 레도를 접근레도로 등록
- 다수의 접근레도가 필요한 경우 수작업 지정
- 쇄정시간은 신호기 종별에 따라 자동 지정(출발/입환의 경우 30초, 장내신호의 경우 90초)

연동도표상의 각종 쇄정정보의 작성중 대부분은 탐색된 경로정보로부터 추출이 가능하지만 일부는 전체 진로를 대상으로 검색해야 하는 조건들이 있다. 예를 들어 도착점을 공유하는 대향 진로의 쇄정정보는 모든 진로정보가 기본적으로 작성되어 있어야 검색되는 것이다. 다음 그림 7은 자동으로 검색된 도착점 공유 대향 진로의 예를 보여준다. 그림 8은 진로 미리보기 기능을 통해 15R-M05P진로의 정보를 대략적으로 표시한 것으로 쇄정 신호기는 적색으로 표시하였다. 자동 검색된 연동도표 쇄정란[신호기]항

목에 보면 32L-M05P가 쇄정 진로로 검색된 것을 확인할 수 있다.

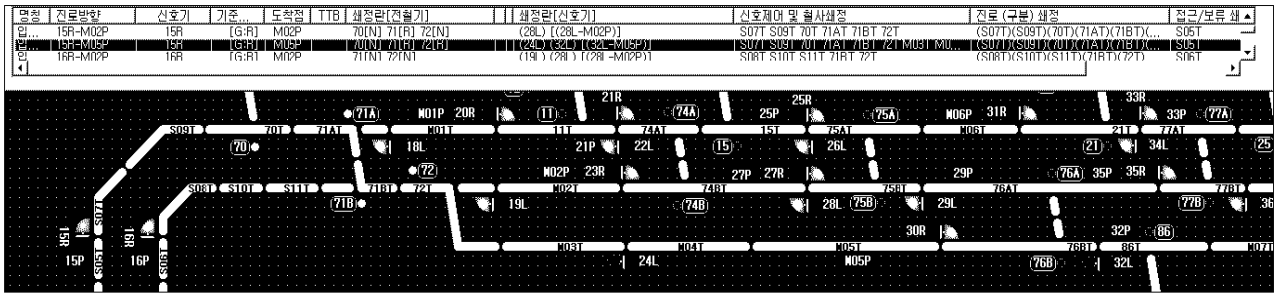


그림 8. 쇄정정보의 자동 검색

3.4 결과 고찰

본 논문에서 제안한 절차 및 알고리즘을 통해 연동 데이터 자동 생성 프로그램을 제작하고 현대제철 전용 철도에 적용하는 연동장치의 연동데이터 작성에 적용하였다. 현대제철 전용 철도는 구내 진로가 200개 이상이 되는 대형역으로 연동데이터를 수작업으로 작성하는 작업은 상당히 지루하며, 구내가 복잡하여 작업도중 쇄정정보를 누락할 가능성이 매우 크다. 특히 흔히 하는 실수중의 하나가 선로전환기 쇄정방향을 반대로 설정하는 경우나 도차공유 대향 진로를 누락시키는 경우이다. 이러한 작업에 연동 데이터 자동 생성 프로그램을 적용한 결과 특수 조건을 제외한 진로데이터를 쉽고 빠르게 작성할 수 있었다. 또한 진로정보 작성시 발생할 수 있는 오류는 발생하지 않았으며, 데이터 작성 후 시각적 검토가 가능하기 때문에 데이터 검증에도 이점이 있었다. 그러나 몇 가지 특수조건에 대해서는 아직 수동 입력해야 하는 문제점이 있지만 향후 캐드 작도 프로그램 및 연동 데이터 작성 프로그램의 기능을 향상시킨다면 손쉽게 표준화된 연동 도표 및 연동데이터를 작성하는 소프트웨어 도구로의 개발이 가능할 것이다.

4. 결 론

본 논문에서는 경로검색 알고리즘인 Search-And-Rollback 알고리즘을 제안하고, 이를 적용한 연동데이터 자동 생성 프로그램을 구현하여 현대제철 전용철도 현장에 적용하였다. 실제 적용에서 수작업으로 인해 발생하던 사소한 오류를 없애고, 작성 시간을 단축하는 효과를 얻어 설계 자동화 도구로서의 성능을 확인하였다. 현재 국내외 철도 분야에서 연동도표를 작성하고 작성된 데이터에 대하여 검토, 분석 및 시뮬레이션이 가능한 자동화된 소프트웨어 도구의 개발이 미진한 상태이고, 연동도표에 관련한 표준화된 규정과 절차가 마련되어 있지만 그 작업은 간단하지 않은 것이 현재의 상황이다. 이러한 현실에서 본 논문에서 제안하고 검증된 방안들을 연동도표 및 연동데이터 자동 생성 프로그램의 개발에 적용하고, 다른 특수 조건 검색 기능 및 배선약도 작화 기능을 보강하며, 연동도표 검토, 분석 및 시뮬레이션 기능을 추가한다면 철도 신호설비 설계 자동화 도구로서 기능을 충분히 할 것이다. 이러한 설계 도구에 의한 신호설계는 신호 설비 설계 효율을 향상시키고, 결과에 대한 신뢰성 제고할 수 있으므로 실제 업무에 널리 적용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. (2004), "신호설비 시공표준 (6장. 연동장치 연동기준)", 한국철도시설공단
2. 장승호외(2008), "연동도표 작성 및 검토 자동화 프로그램 개발 방안", 한국철도학회 2008년도 추계학술대회논문집
3. 전현덕외(2002), "전자연동장치개발, 최종보고서", 국토해양부
4. 박재영외(2001), "철도신호공학", 동일출판사
5. 김영태(2003), "신호제어시스템", 테크미디어