

# 차상 전력 공급 기능분석을 통한 시나리오 모델 개발 사례 연구

## A CASE OF STUDY FOR DEVELOPE ELECTRICAL SUPPLYING SCENARIO MODEL USING FUNCTIONAL ANALYSIS

홍선호\*  
Hong, Seon-Ho

김영태\*\*  
Kim, Young-Tae

---

### ABSTRACT

Currently the railway system's operational strategy for developing various scenarios did not establish how the development. This is a realistic time constraints and thus virtually no model for development due to operational activities and functions because of the lack of a clear understanding. Therefore, activities and functions of the definition for how to take advantage of it through the development of the situation is urgent.

---

## 1. 서 론

현재 철도시스템의 다양한 운용전략 수립을 개발하기 위한 시나리오 개발 방법이 정립되지 않았다. 이는 현실적인 시간 제약상으로 인하여 운용모형을 개발하지 못하며 그리고 활동과 기능에 대한 명확한 이해가 부족했기 때문이다. 따라서 활동과 기능에 대한 정의를 통해 이를 활용하는 방법의 개발이 시급한 상황이다.

## 2. 상태전이 모델 개념

### 1) 상태 및 전이

시스템 상태에 이벤트를 받았을 때 객체는 동작을 수행할 수 있다. 진입 동작은 어떤 상태로 또는, 어떤 이벤트에 의해서 왔는지에 상관없이 준비 상태에 들어갈 때마다 실행된다. 준비상태에는 어떤 경로를 통해서 나가는지와 상관없이 객체가 이 상태를 떠날 때마다 실행되는 탈출 동작이 있다.

내부 전이(internal transition)는 “자신으로의 전이(transition-to-self)”와 마찬가지로 전이의 시작 상태와 끝 상태가 서로 같다. 하지만 자신으로의 전이는 전이 자체에 명시된 동작뿐만 아니라 탈출과 진입 동작도 실행된다. 내부 전이는 탈출 동작이나 진입 동작을 실행시키지 않는다. 즉, 특정 이벤트에 반응해서 내부 전이에 명시된 동작만을 실행한다. 객체가 준비 상태에 있을 때 이 두 이벤트 중 하나가 발생하면 해당 이벤트의 동작만이 실행되며 진입 동작이나 탈출 동작은 실행되지 않는다.

전이는 시작 상태로부터 목적지 상태까지를 연결한 방향이 있는 선이다. 전이는 일반적으로 이름이 붙은 이벤트 트리거(event trigger)와 전이가 선택될 때 수행될 동작(즉, 실행 가능한 명령문과 오퍼레이션)으로 구성된다.

즉, 이벤트-이름 ‘(’ 매개 변수-목록 ‘)’ ‘[’ 전이 조건-식 ‘]’ ‘/’ 동작-목록 같이 정의된다. 모든 요소는 생략할 수 있다. 이벤트 signature 없는 전이는 그 상태에 들어가자마자(즉, 진입 동작이 끝날 때)또는 해당 상태 내의 정의된 활동이 모두 끝나자마자 촉발된다.

---

\* 한국철도기술연구원, 철도종합안전기술개발사업단, 선임연구원  
E-mail : shhong@krri.re.kr  
TEL : (031)460-5542 FAX : (031)460-5509

\*\* 한국철도기술연구원, 철도종합안전기술개발사업단, 연구원

2) 상태 전이 모델링 방법

2.1 전이 조건에 의한 Action

전이 조건에 해당 될 경우 다른 액션이 취해지는데, 이 액션에 의한 시나리오가 바뀌게 된다. 각각의 액션은 네모 박스로 나타내고, 전이 조건은 - 로 이루어진다. 전이 조건에 의한 액션이 없는 경우도 있을 수 있고, 전이 조건이 없는 경우도 있을 수 있다. 액션에 의한 그 기능과 다른 기능과의 컨트롤 관계가 나타나게 된다.

2.2 논리를 갖는 전이 조건

전이 조건에서 NOT, OR, AND 논리를 가지고 있는 전이 조건들이 있다. 이는 두 가지의 전이를 서로 비교하여 조건에 성립을 할 경우 다음 액션을 취할 수 있도록 한다. 또 액션 이후 전이 조건이 2개로 나뉘어져 다시 초기화로 액션으로 돌아갈것인지, 아니면 또 다른 액션을 행할것인지 정해지는 상태 전이 모델도 있다.

3. 상태 전이 모델 분해 사례

다음은 모터블록에 대한 시나리오 사례를 분석하기 위하여 KTX 고속철도 열차의 견인 동력 시나리오를 참고하면 다음과 같다.

<표1> KTX 견인 및 제동 시나리오

첫 번째 숫자	두 번째 숫자	세 번째 숫자	네 번째 숫자
0: 제동	0: 의미없음	0: 견인	0: 의미없음
1: 단상견인	1: 제동	1: 제동	1: 준비
또는 회생제동	2: 견인		2: 동작 진행
5: 견인			3: 중지

첫 번째	두 번째 수	세 번째 수	네 번째 수	의 미
0	0	0	0	시스템 초기화
0	0	0	1	기능 모드
0	1	0	2	제동(제동의 초기단계)
0	1	1	2	발전제동+공기제동
0	1	1	3	발전제동 중지
1	1	1	1	회생제동 준비
1	1	1	2	회생제동 진행
1	1	1	3	회생제동 중지
1	0	0	0	견인 접촉기 닫힘 대기 (견인의 초기단계)
1	2	0	1	견인 준비
1	2	0	2	견인 진행
1	2	0	3	견인 중지
5	0	0	0	고장 처리
5	0	0	1	고장 처리 후 활용

이 시나리오는 4개의 숫자 그룹으로 구성되어지며 각 숫자 그룹은 상태 정보를 기반으로 하여 시나리오 간의 관계를 정의한 것이다. 그러나 각 기능과 전이에 대한 조건들이 정의되지 않아 상호 관계를 명확히 알 수 없다. 따라서 아래와 같은 모델을 구성하였으며 이 모델은 기능/시나리오의 관계를 정의(도출)하였다.

방법 : KTX 설계 자료 중 제어기능을 검토하여 각 기능의 상태 그룹별 시나리오의 관련성을 확인하였다.

<표2> 기능 및 상태와 시나리오의 관계

상태번호 시나리오 번호	D012						D003		D009		D010		D014		
	상태도 1				상태도 2		X00	X01	X00	X01	X00	X01	X00	X01	X02
	X00	X01	X02	X03	X10	X11									
0102	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
0112	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0113	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1111	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1112	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
1113	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
1000	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
1201	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1202	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
1203	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1

즉, 기능별 상태에 따른 운영시나리오는 견인의 경우 시나리오 1201와 1202의 변경되는 상황을 정의했고, 제동의 경우 시나리오 0102와 0112의 변경되는 상황을 정의하여 시스템의 운영을 제어하게 된다. 이것을 상세히 설명하면 다음과 같다.

1) 견인

※ 시나리오번호 1201(보조 정류기의 제어 준비)와 시나리오번호 1202(보조 정류기의 제어 및 필터 전압의 조절)의 시나리오 상태 변화 비교

- D012 X00(견인 구성) 정상일 경우 시나리오번호 1201로 수행이 되는데 이 때 로컬 기압 제동 요청으로 D012 X10(제동 요청)과 D003 X00(판토타그래프 정상 스위치상태)이 정상 조건이어야만 시나리오번호 1201의 수행이 정상적으로 된다. D012 기능은 상태도가 두개로 되어 있는데 서로 다른 상태이기 때문에 따로 분류를 해야하고, 한 개의 상태도에는 한 개의 상태만 수행될 수 있다.

- 1201 시나리오번호가 수행 중 D012 X00(견인 구성)이 활성화되지 않은 상태로 바뀌면서 D012 X02(제동하고 있는 것에 대한 취소하는 견인) X03(변경 상태 없음) D014 X00이 활성화로 바뀌게 된다면 1202 시나리오번호로 전환이 되고, 1202 시나리오번호가 정상적으로 수행이 된다.

위 시나리오번호 1202번을 수행될 때 장치의 변화는 컨버터 정류기에서는 인버터로 공급되는 견인 전류(출력전류) 조절, AC 1800 정류하고, 여자초퍼는 보조컨버터로부터 570V 받아 견인 전동기 회전자 권선 공급 한다.

## 2) 제동

※ 시나리오번호 0102(제동의 초기단계)와 시나리오번호 0112(발전제동+공기제동)의 시나리오 상태 변화 비교

- D012 X01(제동 요청) X11(제동 요청) D014 X01(설정된 속도의 제동 요청) 정상일 경우 시나리오 0102 수행이 되다가 D012 X01 D014 X01 활성화 되지 않은 상태로 바뀌고 D014 X02(제동 수요)가 활성화 상태로 바뀌게 된다면 시나리오가 0112로 전환을 하게 되면서 0112 시나리오가 정상적으로 수행이 된다.

위 시나리오번호 0112번을 수행될 때 장치의 변화는 여자초퍼는 배터리 전압을 입력받아서 견인 전동기 전압을 준다. 제동 초퍼는 여자초퍼에 공급받은 전원 570V을 전류 발전기처럼 동작, 이 정류모드의 최소도통을 하여 발전 전류가 흐르도록 하고, 전동기는 발전기 역할을 한다.

위와 같은 시나리오의 각 번호마다 서로의 관계가 각 상태의 전이 조건에 의해 바뀌게 되는데 상태의 진입이나 탈출, 전이에 정의된 활동과 그 중첩 동작(nested action)의 “끝까지 수행” 하게 된다. 이 상태는 다른 활동을 명세하기도 한다. 그런 경우엔 “끝까지 수행”하는 형태라기보다는 그 활동을 계속 수행하다가 어떤 이벤트를 받게 되면 그 활동을 중단하고 정해진 전이를 하는 형태가 된다.

활동을 상태 내부에서만 명세해서 상태의 진입 동작이 끝난 후에야 실행되게 작성하기도 한다. 실제로 스테이트 차트에서 활동은 거의 사용되지 않고, 스테이트 차트가 실행하는 대부분의 기초적인 행동은 다양한 동작을 통해서 표현된다.

때로 객체가 이벤트를 처리하기에 적당하지 않은 상태에 있어서 객체가 그 이벤트를 기억했다가 다음 상태로 전이한 후에 처리하게 하고 싶은 경우가 있다. 미룰 이벤트가 발생하는 경우엔 처리하지 않고 다만 어딘가에 기록한다. 객체가 다른 상태로 전이를 하는데, 그 상태에서도 전의 그 이벤트가 미뤄진 상태면 마찬가지로 기록만 하고 처리하지 않는다. 객체가 이 이벤트를 미루지 않는 상태로 가는 즉시 이벤트가 처리돼서 상태 전이나 내부 전이를 일으키거나 무시된다.

## 4. 결 론

본 논문에서는 운영시나리오의 개발을 위해 철도 차량 전력 공급 기능을 정의였고, 이를 통한 상태와 시나리오의 관계를 도출 하였다. 차량 전력 공급 기능으로 판토타그래프를 운용, 주회로 제동기 차단을 제어, 견인 또는 제동 명령을 처리, 운전 방향을 처리, 견인 또는 제동을 위한 전압회로 설정, 혼합제동, 제동 제어 로직, 견인 제어 로직, 견인 요구를 처리등을 검토하였고, 기능과 기능간의 관계를 검토하여 이를 기반으로 시나리오가 전개 된다. 주요 사용된 방법론은 시스템 엔지니어링에서 사용하는 Activity 모델링 방법을 적용하였다. 시나리오는 사용자 관점에 인수 시험시 사용되어 질수 있으므로 적합한 시스템을 제공 받을 수 있는지에 대한 평가가 가능해진다. 또한 이를 통해 철도시스템 전략 수립시 다양한 분야의 전문가 참여를 통해 철도 안전에 기여 할 수 있을 것이다.

즉, 전이 조건과 액션에 따른 시나리오의 변경을 알 수 있게 되어, 열차 전력 공급에 보다 더 효율적이고 문제가 생길 경우 정확하면서 보다 더 신속하게 대처를 할 수 있는 효과를 볼것으로 예상이 된다. 이와 같은 시나리오가 전력 공급 시스템이 아닌 다른 시스템과 시스템과의 관계를 규명 된다면, 전체 철도의 안전성을 확보 할 수 있다.

## 참고문헌

1. 최석중, 백정현 (2000년), “견인 및 전기제동 장치(I)”, 철도경영연수원
2. 김이중, 임진옥 (2004년), “철도설계편람(전철전력편)”, 한국철도시설공단
3. 최석중 (2000년), “보조 및 공기조화”, 철도경영연수원
4. 브루스 파월 더글라스(2008년), “실시간 UML”, 에이콘