

Use Case를 활용한 열차제어시스템의 ATS기능 분석

윤용기, 홍진기, 김용규
한국철도기술연구원

An Analysis of ATS(Automatic Train Supervision) Functions in the Train Control System using Use Case

Yong-Ki Yoon, Jin-Ki Hong, Yong-Gyu Kim
Korea Railroad Research Institute

Abstract - As a train control system becomes a large scale and complex, it is necessary to control rigorously the system requirements specification of the train control system at the early phase. This paper describes Use Cases and activity diagrams of ATS functions requirements in the train control system. Basic functions of the train control system refers to IEC 62290-1and are suggested. And the basic functions includes train operation without a driver. It is anticipated that this paper will be helpful for the analysis of ATS functions, ATO functions and EI function in the train control system.

1. 서 론

열차제어시스템(철도신호시스템)은 철도운영의 안전과 효율성을 보장하는 바이탈 시스템으로서 ATS, ATP (Automatic Train Operation) 및 EI(Electronic Interlocking)로 구성된다. 열차제어시스템의 목적을 극대화하기 위해서는 안전성활동을 포함하는 시스템엔지니어링이 중요한 구성요소가 된다.

최근의 열차제어시스템은 컴퓨터시스템으로 전환되었으며, 무인(driverless)자동운전을 구현하고 있다. 이에 따라 열차제어시스템의 규모는 점점 커지고 복잡도는 점점 높아지고 있다. 또한 열차제어시스템에서 소프트웨어가 차지하는 비중이 매우 높아지고 있다. 따라서 열차제어시스템과 소프트웨어의 신뢰성과 안전성을 높이는 것이 매우 중요한 문제로 인식되고 있다. 이 같은 문제점에 대처하기 위해서 IEEE Std 1474.1, IEC 622267, IEC 62290 및 IEC 61508 등 열차제어시스템의 기능, 안전요구사항 및 RAMS을 대상으로 한 국제표준화를 수행하고 있다. 이 같은 국제표준을 적용하여 열차제어시스템의 소프트웨어 안전성을 확인하기 자동화도구개발이 국내 연구원에서 진행되고 있다[1].

열차제어시스템과 같이 규모가 크고 복잡한 시스템의 소프트웨어의 안전성을 확인하는 것도 중요하지만, 소프트웨어를 개발하기에 앞서 시스템개발에 관련한 모든 이해관계자가 동의할 수 있는 방법으로 개발과정을 조직화하는 것이 보다 중요하다. IEC 62278은 시스템 라이프 사이클을 14개단계로 구분을 하고 있으며, 시스템을 설계하고 제작하기 전에 시스템개념, 시스템정의·적용조건, 리스크분석, 시스템요구사항 및 시스템요구사항의 배치에 대해서 기술하고 있다[2]. 4단계에서 수행되는 시스템요구사항은 시스템의 기능, 시스템의 성능, 인터페이스 등을 포함한다. 4단계에서 작성된 시스템요구사항을 토대로 시스템설계 및 제작단계를 수행하기 전에 본 요구사항을 분석하여 이해관계자가 모두 동의하는 것이 매우 중요하다. 이해당사자가 의뢰인(사용자), 분석자, 프로그래머 등 다양하므로 이것을 반영한 방법을 적용하는 것이 적절하다. 열차제어시스템의 소프트웨어요구사항을

작성하는 방법으로 정형기법, semi정형기법 및 구조제적인 기법 등을 요구하고 있다[3].

본 연구는 semi정형기법에 준하는 소프트웨어개발 틀에서 지원하는 Use Case를 적용하여 무인자동운전을 목표로 하는 열차제어시스템의 ATS의 기능요구사항을 분석하여 ATS기능의 적절성을 확인하고, 본 연구결과를 향 후 ATP와 EI의 기능분석에 활용하여 안전성이 향상된 열차제어시스템 개발에 활용할 것이다.

2. 열차제어시스템

2.1 열차제어시스템 구성

본 연구에서 대상으로 하고 있는 열차제어시스템은 무선통신기술을 활용한 무인(driverless)자동운전을 구현하는 것을 목적으로 한다. 열차제어시스템은 Fig. 1과 같이 지상설비와 차상설비로 구성되며, 지상-차상간 양방향통신을 지원하는 열차제어용 통신망을 사용한다.

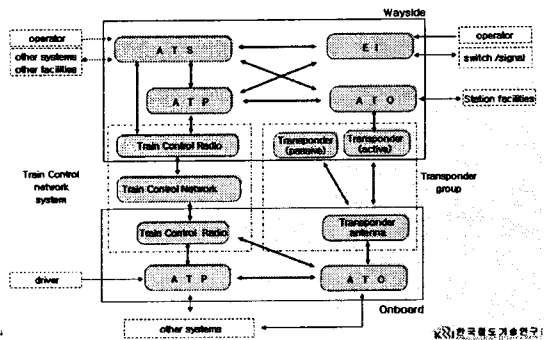


Fig.1 Train Control System Structure

지상설비에는 ATS, ATP, ATO 및 트랜스ponder(수동, 능동)가 포함되며, 차상설비에는 ATP 및 ATO가 포함된다. 지상ATP가 제어할 수 있는 열차용량은 최대 40편성이며, 열차의 성능최대속도는 150[km/h]이며, 열차최소 운행시격은 90[sec]이다.

2.2 열차제어시스템 기능

Fig. 1과 같은 시스템을 구성하는 ATS, ATP/ATO 및 EI장치에서 수행할 기능을 배치하기에 앞서 무인자동운전을 안전하게 수행하는데 필요한 기능을 Table. 1과 같이 정의하였다[4].

Table 1 Basic functions of train operation without driverless

구분	기본기능
Ensuring safe movement of trains	Ensure safe route
	Ensure safe separation of trains
	Ensure safe speed
Driving	Control acceleration and braking
Supervising guideway	Prevent collision with obstacles
	Prevent collision with persons

Table 1의 요구사항에 맞추어 열차제어시스템을 구성하는 하부장치가 수행할 기능을 정의하였으며, ATS에 할당된 기능은 Table 2와 같다.

Table 2 Basic functions of ATS

구분	기본기능
Manage the timetable	Import timetable & select timetable
	Modify timetable
	Assign journeys to the timetable
Manage the train service	Set routes & regulate trains
	Manage train missions
	Add and withdraw trains to/from revenue service
Supervise train tracking	
Supervise the status of the TCS equipments, trains and other systems	
Monitor traction power	
Process command	Process safety related commands
	Process non safety related commands
Provide operator interface	Provide system operational status
	Provide onboard and fixed equipment status information
Provide interface with the communication system for passenger and staff	
Provide interface with the passenger information system	
Manage rolling stock and staff resources	

3. ATS기능요구사항 분석

2.1 Actors 및 Use Case 설정

본 연구는 열차제어시스템을 구성하는 ATS를 대상으로 한 기능요구사항을 분석하였다. 따라서 ATS와 상호작용을 하는 ATP, ATO 및 EI도 actors로 설정하였다.

ATS기능요구사항에 대한 Use Case분석은 Fig. 2와 같다. ATS기능에 대한 Use Case를 작성하기 위해서 열차영업운전준비단계, 열차영업단계 및 열차영업종료단계로 구분하였으며, 열차영업단계의 경우 열차출발전, 열차주행중 및 열차정차중으로 상세구분하였다.

Use Case A : Manage the train timetable & control mode

Use Case B : Manage the train mission and routes

Use Case C : Supervise train operation

Use Case D : Door control and regulate train

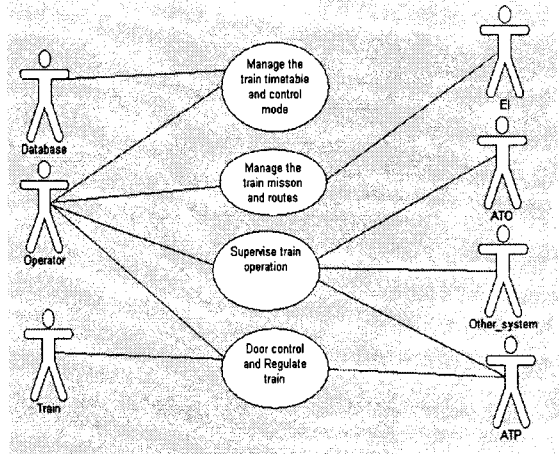


Fig. 2 Use Case analysis of ATS

2.2 Activity 다이어그램

Fig. 2에 주어진 Use Case 내부에서 이루어지는 활동사항을 다이어그램으로 작성하였으며, 이를 바탕으로 ATS기능사양서를 분석하였다.

1) Use Case A의 활동다이어그램

Use Case A의 다이어그램에서 actors는 운영자인 Operator와 타임테이블을 저장하고 있는 Database가 있다. Use Case A는 열차영업운전을 준비하기 위한 것으로서 timetable의 관리 및 ATS운전모드설정 등의 활동을 필요로 한다. 특히 운영자와 ATS간에 많은 상호작용을 필요로 한다.

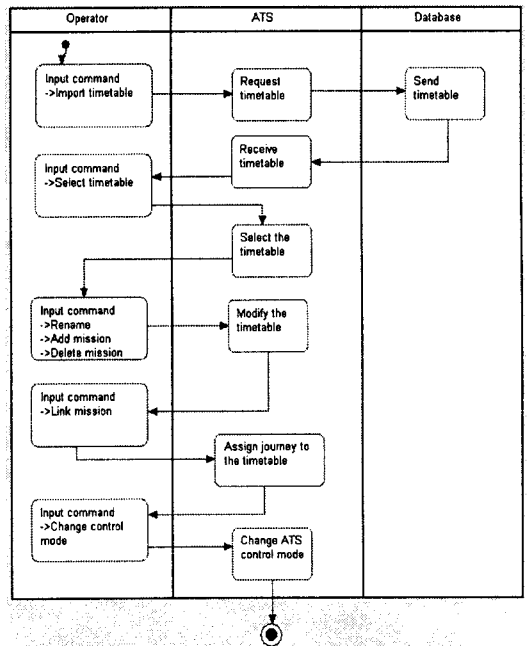


Fig. 3 Activity diagram of Use Case A

2) Use Case B의 활동다이어그램

Use Case B의 다이어그램에서 actors는 운영자인 Operator와 열차진로제어를 담당하는 EI가 있다. Use Case B는 영업주행이 결정된 열차가 역사에 정차하고 있는 상태에서 열차임무와 열차에 필요한 진로를 설정한다.

3. 결 론

열차제어시스템은 컴퓨터기술 및 소프트웨어기술을 적용하여 무인자동운전을 지원하고 있으나, 시스템의 규모와 복잡도가 커지고 있다. 따라서 열차제어시스템개발은 열차제어시스템의 이해당사자 모두의 동의를 확보하는 것으로 시작하여야 한다. 따라서 본 논문은 Use Case와 activity diagram을 사용하여 ATS기능요구사항을 분석한 것을 기술하고 있다. ATS에 대한 Use Case를 설정하고 activity diagram을 작성하기 위해서 많은 분석과 토론을 하였고, 그 결과를 본 논문에 반영하고 있으나 열차제어시스템개발이 완료될 때까지 갱신작업이 지속적으로 이루어 질것이다. Use Case와 activity diagram을 작성하는 과정에서 도출되는 문제점을 통해서 ATS기능요구사항에 대한 수정작업도 같이 이루어졌다.

본 논문에서 기술하고 있는 연구내용은 ATP, ATO 및 EI의 기능요구사항을 분석하는데 활용될 것이며, 이를 통해서 보다 높은 신뢰성과 안전성을 갖는 열차제어시스템을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 황종규, 조현정, "열차제어시스템 소프트웨어 안전성 확인을 위한 코딩규칙 테스트 자동화 도구의 개발", 한국철도학회 논문집, 제12권 제1호, pp. 81-87, 2009
- [2] IEC, "Railway applications-Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety(RAM S)", IEC 62278, 2002
- [3] European Committee, "Railway applications-Software for railway control and protection systems", EN50128, 2001
- [4] IEC, "Railway applications-Urban Guided Transport Management and Command/Control Systems-Part1: System principles and fundamental concepts", IEC 62290-1

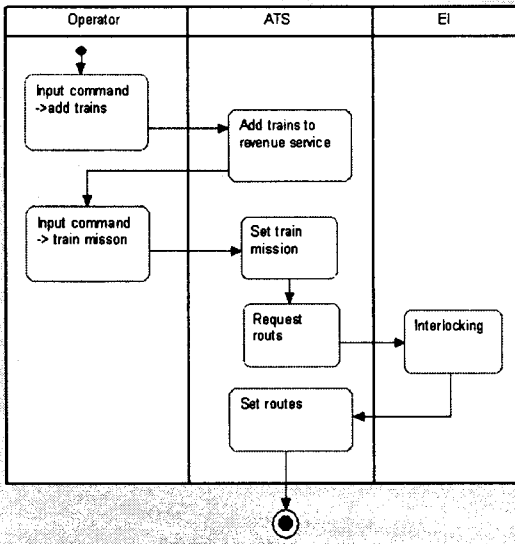


Fig. 4 Activity diagram of Use Case B

3) Use Case C의 활동다이어그램

Use Case C 다이어그램에서 actors는 Operator, 열차간격제어와 인칭제어를 담당하는 ATP_ATO 및 기타설비가 있다. ATP와 ATO는 별도의 actor이지만 분석의 편의를 위해서 통합하였다. ATS는 철도운영상황을 감시하기 위해서 가능한 많은 설비와 연계된다. 이 같은 많은 설비를 모두 나열하는 것이 적절하지 않기 때문에 현 단계에서는 OtherSystem으로 설정하였다. 통합된 이들 actors는 설계단계에서 분리될 것이다. 열차가 정상적으로 주행중인 경우 ATS는 열차 및 기타 설비의 운행상태를 지속적으로 감시하며, 감시결과에 맞추어 필요한 경우 열차속도변경을 요구하거나 열차내 전장품 등을 원격제어한다. 이 같은 활동은 열차가 출발하여 다음 역에서 정차할 때까지 반복된다. 열차가 정차역의 정차지점에 정차하기 위해서 인칭제어를 할 수 없는 경우 ATS에서 수동으로 인칭제어를 담당한다.

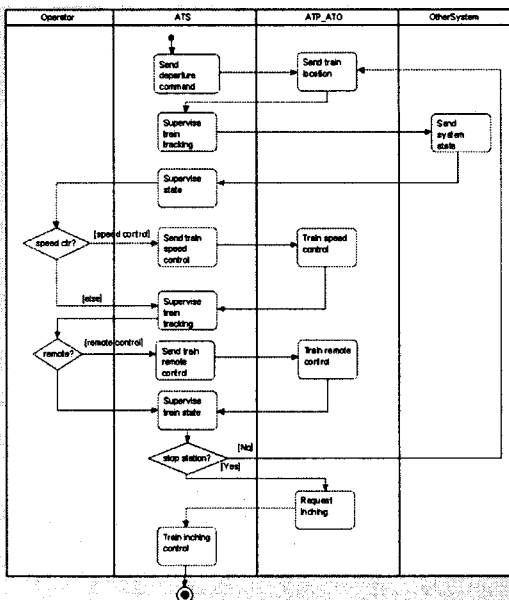


Fig. 5 Activity diagram of Use Case C