

CASE tool을 이용한 전동차 제어감시장치(TCMS)의 소프트웨어 설계기법

*한 성호, 안 태기, 김 원경, 최 규형
한국철도기술연구원 도시철도표준화사업단

Software design technique of Train Control and Monitoring System (TCMS) using CASE tool

*Seong-ho Han, Tae-ki Ahn, Won-kyong, Kim, Kyu-hyoung Choi
Urban Transit Standardization Division, Korea Railroad Research Institute

Abstract - The train control and monitoring system(TCMS) is an on board computer system in railway vehicles performing the control, supervisory and diagnostic functions of the complete train. This system replaces a lot of hard-wired relays and minimizes the necessities vehicle wiring thus increasing the reliability of the train. In this paper, we proposed a software design technique of TCMS using CASE tool (SAO+). The TCMS functions are implemented in software easily programmed, using a functional block, graphic programming language. We applied the compressor air module to a case study.

1. 서 론

도시철도차량분야는 마이크로프로세서 및 통신기술의 급격한 발전에 따라 실시간 영역에서의 열차자동운전 및 고속, 고밀도 열차운행을 위한 최신제어기술의 적용이 활발히 연구되고 있다[1,2]. 열차의 시스템 성능을 좌우하는 차상컴퓨터장치인 전동차제어감시장치(TCMS)는 보다 높은 신뢰도 및 안전성의 확보와 개선을 요구하고 있다. TCMS는 기존의 릴레이 방식을 차상컴퓨터의 소프트웨어 모듈에 포함시키므로써 필요한 열차의 배선을 최소화할 수 있다. 이는 시스템을 단순화할 수 있어 기기의 고장을과 복구시간을 단축시켜주며 전동차시스템의 신뢰성을 향상시킨다. 특히 추진 및 제동장치 등과 같은 차상 주요 기기의 제어 및 감시기능 뿐만 아니라 차상시험기능과 기기고장정보를 신속하게 전달하고 복구조치정보를 제공하므로써 차량의 안전운행과 유지보수의 효율성을 얻을 수 있다. 따라서 TCMS의 소프트웨어는 어떠한 구조적, 기능적 오류가 있어서는 안되며 이를 위해서는 기존의 단순한 프로그램 작업이 아닌 체계적인 기능별 모듈화 구현을 통한 신뢰성 있는 프로그램을 개발하여야 한다. 최근 소프트웨어엔지니어링 분야에 활발히 적용되고 있는 CASE tool (computer aided software engineering tool)은 사용자의 목적

및 개발환경과 요구분석, 구현, 설계, 검증 등의 적용 범위에 따라 S/W 분석 및 테스팅 툴, 모델링 툴, 객체지향 분석·설계툴, DB Tuning Tool등 종류별로 다양하게 사용되고 있다[3]. 본 연구에서는 신뢰성 및 안전성을 보장하는 TCMS의 소프트웨어 개발을 위해 Safety Critical 프로그래밍 전용의 CASE tool인 SAO+를 적용하였다. 이 툴은 다중그래픽편집기능, 자동소스코드생성기능, 시뮬레이터기능으로 구성되어 있으며 현재 항공기, 헬리콥터, 원자력발전소 보호장치, 고속철도 지상신호제어장치(TVM430), 홍콩지하철등 고도의 신뢰성을 요구하는 산업분야에 적용되고 있다[3]. 시뮬레이션 사례는 TCMS의 제어모듈중 주·보조 공기압축기의 제어 및 감시기능을 수행하는 공기압축기제어모듈을 선정하였다. 공기압축기장치는 열차의 출입문 개·폐와 공기제동장치, 판도그래프 상·하강 등의 기능을 담당한다.

2. 전동차 제어감시장치(TCMS)

2.1 TCMS의 구성 및 기능

TCMS는 편성제어컴퓨터(train computer), 차량제어컴퓨터(car computer), 모니터링장치, 지상출력분석장치 및 기타부수장치 등으로 구성되며 그림 1과 같이 고전압장치, 추진제어장치, 제동장치, 보조전원장치등과 입·출력신호 및 통신신호를 통해 제어 및 감시 기능을 수행한다[4,5].

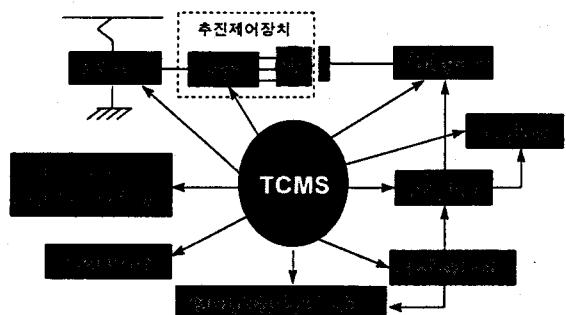


그림 1. TCMS의 인터페이스 블록도

TCMS의 각 컴퓨터가 수행하는 주요기능들은 제어 및 감시 대상 기기의 종류에 따라 각각의 소프트웨어 모듈로 구분된다. 고전압장치의 제어·감시기능을 처리하는 고전압제어모듈, 제동장치의 제어·감시기능용 제동제어모듈, 추진제어장치의 제어·감시용 견인제어모듈, 보조전원장치 및 밧데리의 제어·감시용 보조전원제어모듈, 주·보조 압축기장치의 제어·감시기능을 처리하는 공기압축기제어모듈등 세부기능 별로 20개정도의 각 모듈로 구성된다.

2.2 CASE tool을 이용한 소프트웨어 개발

소프트웨어공학분야의 일반적인 엔지니어링 방법과 기술은 소프트웨어 요구분석, 설계, 구현, 검증, 유지보수, 정량화등 진행 단계별로 구분된다. CASE tool은 사용자에게 소프트웨어의 요구분석, 설계, 구현의 전반적인 지원과 개발의 자동화 및 컴퓨터와 그래픽기능의 활용, 생산성 향상을 위한 공학기법 등을 제공한다. 또한 소프트웨어 개발기간의 단축 및 개발비용의 절감과 생산성향상, 고품질의 시스템개발을 지원하며 유지보수의 용이성과 비용절감, 특히 표준화된 시스템의 개발을 가능하게 한다[3].

전동차 TCMS의 소프트웨어개발에 있어서 툴의 적용범위는 크게 두 가지 측면에서 고려된다. 첫째는 제어로직구현을 위한 신뢰성 있는 툴의 사용과 둘째는 구현된 소스코드수준의 프로그램을 테스트할 수 있는 검증용 툴의 사용이다. 그림 2는 이러한 두가지 단계별 적용범위에 툴을 적용하여 기능별 모듈을 생성하는 소프트웨어 개발과정을 나타낸 것이다.

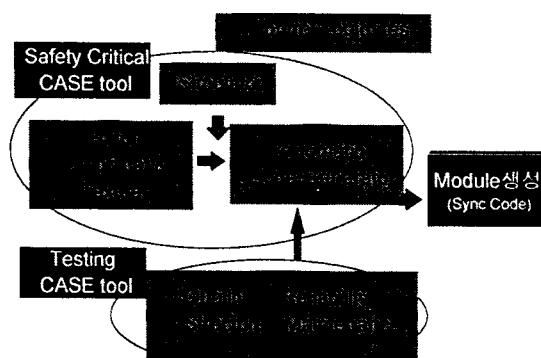


그림 2. 툴을 이용한 단계별 S/W개발 절차

구현하고자 하는 각 모듈의 제어로직은 그래픽편집기상에서 그래픽심벌을 토대로 기능블럭화되고 자동코드생성기에 의해 소스코드(ANSI C)를 생성하며 동시에 시뮬레이터를 이용하여 모듈의 제어로직을 테스트한다. 한편 제어로직의 테스트 외에도 소스코드 검증용 툴을 이용하여 소프트웨어의 품질, 신뢰도, 구조 등을 분석하고 유지보수측면에서의 텍스트의 복잡도, 유사성 등을 측정하며 이를 수정·보완하고 관리한다.

3. 사례 연구

3.1 TCMS의 공기압축기 제어모듈

본 연구에서는 CASE tool을 이용한 TCMS의 소프트웨어 개발기법의 사례연구로서 주·보조 공기압축기의 제어 및 감시기능을 수행하는 공기압축기 제어모듈을 적용하였다. 전동차(8량편성)의 공기압축기 장치는 주공기압축기와 보조공기압축기가 각 2대씩 차량에 장착되어 있다. 주공기압축기는 전동차의 공기제동장치와 공기스프링, 출입문 개·폐, 공기경적 및 운전실 창닦이 장치 등에 필요한 공기를 공급해 주는 장치이며, 보조공기압축기는 판토그래프(pantograph)의 상승·하강을 위한 장치이다[4,5].

TCMS는 편성제어컴퓨터와 차량제어컴퓨터의 공기압축기 제어모듈을 통해 주·보조 공기압축기의 기동 및 정지를 제어하며 이들의 고장 상태를 감시한다. 공기압축기모듈은 처리될 컴퓨터의 종류에 따라 편성제어컴퓨터용 모듈(TM)과 차량제어컴퓨터용 모듈(CM)로 구분되며, 각 모듈은 세부기능에 따라 기능블록인 입력인터페이스블럭, 주공기압축기제어블럭, 보조공기압축기제어블럭, 출력인터페이스블럭으로 분류된다. 그림 3은 두 모듈의 상호 인터페이스와 각 기능블럭의 입·출력신호 인터페이스 관계를 간략하게 나타낸 것이다.

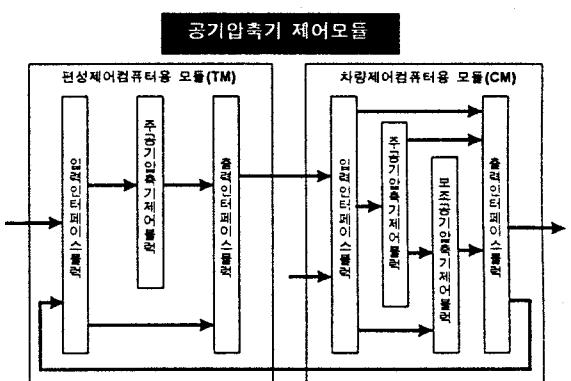


그림 3. 공기압축기 제어모듈의 구성도

TM은 입력인터페이스블럭, 주공기압축기제어블럭, 출력인터페이스블럭으로 구성되며 주공기압축기의 압력상태와 보조전원제어모듈의 전원정상신호, CM으로 부터의 보조압축기동작신호등을 수신하여 주공기압축기제어블럭에서 기동신호를 발생하고 이를 CM으로 출력한다. CM은 보조공기압축기제어블럭을 포함하며 TM으로부터 주공기압축기의 동작신호와 차량에 취부된 주공기압축기와 보조공기압축기에 관련된 입력신호를 수신하고 동작시작신호를 출력하고 고장시 상태정보를 통신선로를 통해 편성제어컴퓨터로 전송하여 모니터링장치에 현시 하는 기능을 한다.

3.2 시뮬레이션 결과

공기압축기 제어모듈은 CASE tool 개발환경에서 그래픽식별을 이용하여 기능블럭화되었으며 이 가운데 편성제어컴퓨터에서 처리되는 주공기압축기제어블럭을 그림 4에 나타내었다. 주공기압축기제어모듈은 주공기압력 "low"신호와 2개의 보조전원장치의 전원정상신호를 받아 기동하도록 되어있으며, 연장급전시에는 전원공급을 담당하는 보조전원장치의 과부하 방지를 위해 연장급전동작신호를 입력으로 받아 주공기압축기(2)가 6초의 시간지연을 갖고 기동하도록 시한계전기(turn-on delay)를 사용한다.

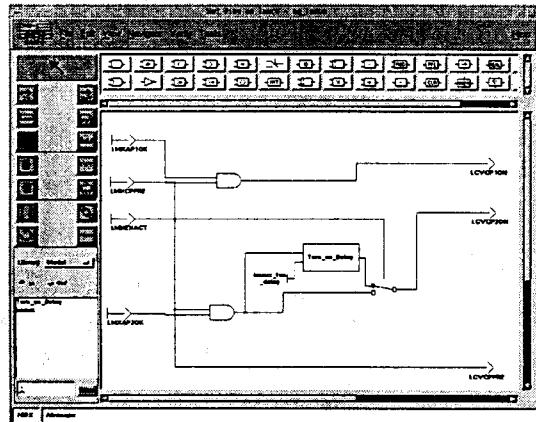


그림 4. 공기압축기 제어모듈의 그래픽 입력화면

윗 그림은 주공기압축기제어블럭의 제어로직을 구현한 다음 소스코드를 자동생성하고 시뮬레이터를 이용하여 제어로직의 정상동작여부를 테스트한다. 그림 5-(a)와 5-(b)는 주공기압축기제어블럭의 입·출력신호리스트를 나타낸 것이다. 입력변수는 위로부터 주공기압력 "low"신호, 보조전원(1)정상신호, 보조전원(2)정상신호, 연장급전동작신호를 나타내며 출력변수는 주공기압축기(1)기동신호, 주공기압축기(2)기동신호, 주공기압력 "low"신호(CM입력)를 나타낸다.

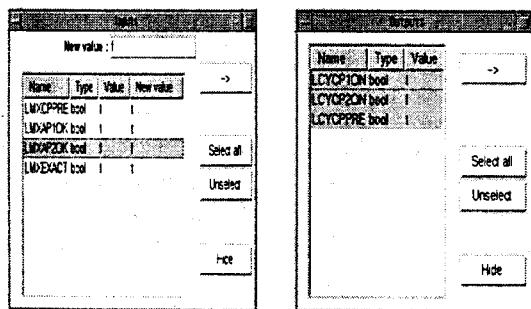


그림 5-(a), (b)는 제어동작시퀀스의 시뮬레이션 결과를 입력변수와 출력변수의 구동타이밍도로 나타낸 것이다.

다. 여기서, 연장급전시 주공기압축기제어블럭의 출력신호인 주공기압축기(2)의 기동제어신호가 정확히 6초후에 발생하는 것을 알 수 있다.

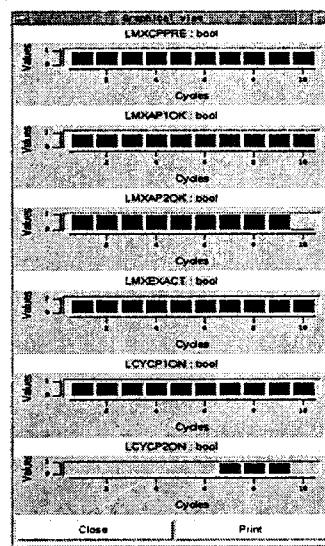


그림 5. 공기압축기 제어모듈의 시뮬레이션 결과

4. 결론

본 연구는 전동차의 안전운행 및 주행성능에 있어서 가장 중요한 역할을 담당하는 TCMS의 소프트웨어개발기법을 CASE tool을 적용하여 제시하였다. 사례연구로서 TCMS의 제어모듈 중 공기압축기모듈을 선정하여 기능블럭별로 그래픽 프로그래밍 하였다. 시뮬레이션 결과 제안된 소프트웨어 개발기법의 융이성과 신뢰성을 입증할 수 있었다. 현재 나머지 모듈에 대해서도 계속적인 기능별 블록화 작업을 진행하고 있으며 향후 전체 모듈에 대한 라이브러리가 구축된다면 TCMS의 여러 가지 기능을 사용자의 목적에 따라 다양하게 구현하는 것이 가능하다.

(참고문헌)

- [1] K.J. Gemmeke, "Experiences with the implementation of the train communication network", Computers in Railways IV, Vol.1, pp253~267, 1994.
- [2] Motoo Kusakari, Masaharu Sakuma, Eisuke Isobe, Tadashi Takaoka, "On-Board Train Information Control Network Systems", Hitachi Review Vol.40, No.4 pp303~308, 1991.
- [3] G. Legoff, P. Sainton, "Using Synchronous Language for Signalling".
- [4] 서울특별시 도시철도공사, "서울시 지하철 5호선 (336량) 전차정비지침서", 제4권-VII장, 1995.
- [5] 서울특별시 도시철도공사, "서울시 지하철 7, 8호선(226량) 전차정비지침서", 제3권-VII, 1996.