

천리안위성 Ka대역 통신탑재체 제어관리시스템(TMC)

유 문 회*, 정 원 찬*, 이 성 팔*, 김 재 훈* 정회원

Transponder Monitoring and Control System for COMS Ka-band Communication Payload

Moon-Hee You*, Jung-Won Chan*, Seong-Pal Lee*, Jae-Hoon Kim* *Regular Members*

요 약

2010년 6월 23일 발사되어 동경 128.2도의 정지궤도에서 운용하게 될 천리안위성은 Ka대역 통신실험, 해양탐사 및 기상관측 등을 임무로 하는 복합위성이다. 천리안위성의 세 가지 임무중 Ka대역 통신실험을 목적으로 하는 Ka대역 통신탑재체를 효과적이고 원활하게 운용하기 위해서 통신탑재체 감시/제어관리를 목적으로 하는 Ka 대역 통신탑재체 제어관리 시스템(Transponder Monitoring and Control; TMC)이 요구된다. 본 논문에서는 TMC 시스템의 개념과 설계에 대하여 논하도록 한다.

Key Words : 천리안위성; COMS; satellite Ka-band Communication Payload; Monitoring and Control System; Telemetry Telecommand.

ABSTRACT

COMS (Communication, Ocean and Meteorological Satellite), which will be launched in June 23rd, 2010 and located on geostationary orbit at the latitude of 128.2°E, is a multi-function satellite for communications, ocean observation, and meteorology. In order to operate Ka-band communication payload effectively, which is one of the three payloads for COMS, the Transponder Monitoring and Control (TMC) system are necessary in ground systems. In this paper, the concepts and design of the TMC system for COMS Ka-band payload are described.

I. 서 론

천리안위성(통신해양기상위성, COMS)은 국가우주개발 중장기 기본계획에 따라 차세대 통신위성기술 개발 및 해양/기상 실용서비스의 제공을 위하여 통신탑재체, 해양탑재체 및 기상탑재체를 포함한 복합위성으로, 2010년 6월 23일 동경 128.2도의 정지궤도로 발사될 예정이다.

천리안위성이 탑재한 세 가지 탑재체 중에서 Ka대역 통신탑재체는 한국전자통신연구원 국내기술로 개발한 최초의 국산 통신탑재체로서, 한반도 지역을 서비스 제공지역으로 하고 상향/하향 링크 각각 30/20GHz의 Ka대역 주파수를 사용한다. 통신중계기는 예비기 포함 총 4기이며 각 중계기 대역폭은 100MHz이다. 통신 탑재체의 송신 성능인 EIRP는 58dBW 이상이고 탑재체 수신 성능인 G/T는 13dB/K 이상이며 99.7%의 링크 가용도로 제작되었다. 천리안위성 Ka대역 통신탑재체를 효과적이고 원활하게 운용하기 위해서, Ka대역 통신탑재체의

각 부품별 성능 및 상태를 감시하고 채널구성 조정 및 부품 이상에 대처하기 위한 탑재체 제어관리를 목적으로 하는 Ka대역 통신탑재체 제어관리(Transponder Monitoring and Control; TMC) 시스템이 요구된다.

본 논문에서는 천리안위성 Ka대역 통신탑재체를 위한 TMC 시스템의 개념과 설계에 대하여 기술한다. 이를 위하여 2장에서는 Ka대역 통신탑재체 시스템의 구조와 관련 감시/제어 관리 정보에 대하여 설명하고, 3장에서는 감시/제어관리 기능을 효과적으로 표현할 수 있는 TMC 시스템의 개념과 구성에 대해 기술한다. 이어서 4장에서는 TMC 시스템의 기능 설계에 대해 기술한 후 5장에서 결론을 맺는다.

II. Ka대역 통신탑재체 시스템

1. 통신탑재체 구조

Ka대역 통신탑재체시스템(COPS)은 그림 1과 같이 중계기 서브시스템, 안테나 서브시스템, 비콘 어셈블리로 구성된다

* 한국전자통신연구원 위성시스템연구팀 (moon@etri.re.kr, wcjung@etri.re.kr, spallee@etri.re.kr, jhkim@etri.re.kr)

※ 본 연구는 지식경제부 지식경제 기술혁신사업(과제번호:10035607) 지원으로 수행되었습니다

접수일자 : 2010년 6월 7일, 수정완료일자 : 2010년 6월 18일, 최종게재확정일자 : 2010년 6월 25일

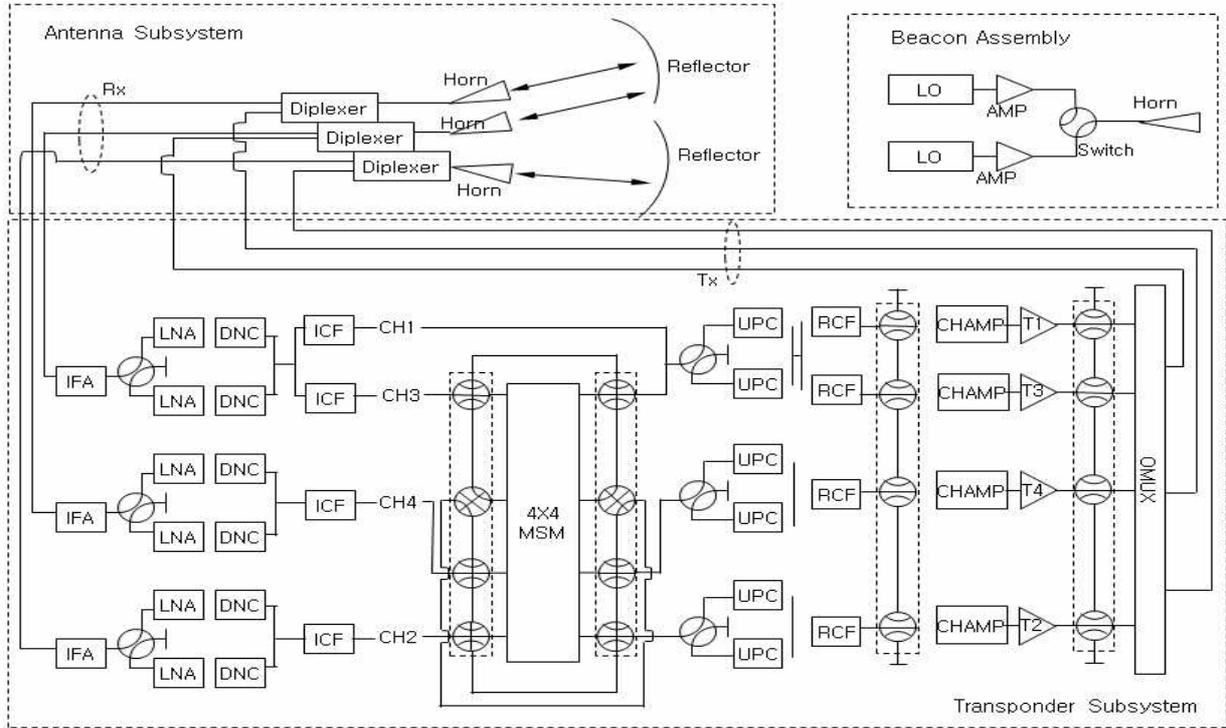


그림 1. COPS 구조

[1]. Ka 대역 중계기 서브시스템은 3개의 온보드 스위칭 채널과 1개의 일반적인 단순중계 채널로 구성되어 있다. 400MHz 대역폭을 가진 30GHz 주파수 대역의 신호를 수신하여 3GHz 대역으로 하향 변환한 뒤 4 X 4 MSM (Microwave Switching Matrix) 을 통한 스위칭 단계를 거쳐 20GHz 대역의 신호로 상향 변환후 지상으로 송신하게 된다. 안테나 서브시스템은 직경 1.1m의 전개형 오프셋 단일 반사판을 채택하여 위성체 동편 패널과 서편 패널에 각각 설치된다. 비콘 어셈블리는 비콘 전송기, 도파관스위치 및 혼 안테나로 구성되어, 커버리지 끝단에서 22dBW 이상의 EIRP를 제공한다.

천리안위성 Ka 대역 중계기 서브시스템은 능동형 On-board 스위칭 중계기의 구조로 구성된다.

중계기는 수신 안테나로부터 30 GHz 대역의 상향 링크 신호를 받아 저잡음증폭기(LNA), 하향 주파수변환기(DNC)를 통해 IF 주파수 대역인 3 GHz 대역으로 하향 변환한다. DNC를 통과한 신호는 IF 대역 채널 필터(ICF)를 거쳐, IF 스위치 네트워크 (ISN) 및 4 X 4 MSM를 통해 상향 주파수변환기(UPC)로 연결된다. UPC에서 20 GHz 대역으로 변환된 신호는 RF 채널 필터(RCF)로 입사되어, 4 대 3 예비기 구조의 고전력 증폭부인 채널 증폭기(CHAMP)와 진행파관 증폭기(TWTA)를 통과한 후 출력 멀티플렉서(OMUX)를 통하여 송신 안테나로 연결된다. 채널 증폭기는 고정 이득 모드(FGM ; Fixed Gain Mode) 및 ALC (Automatic Level Control) 기능을 포함한다. 각 기능은 지상 명령계에 의해 모드 변환이 가능하다.

2. 통신탑재체 감시/제어관리 정보

Ka 대역 중계기는 동작 모드 지정과중계기의 상태에 대한

정보 수집을위한 모든 원격명령(Telecommand)과 원격측정(Telemetry) 인터페이스를 제공한다. 원격명령은TWTA 온/오프, 수신기 온/오프, 채널 이득 조정 설정 등의 기능을 포함한다. 원격측정은 TWTA 전류 정보, 온/오프 상태, 중계기 패널 온도, 수신기 온/오프 상태, 스위치 포지션 정보 등에 대한 기능을 포함한다. 표 1은 TMC시스템에서 적용되는 구체적인 Telecommand/Telemetry의 목록을 제시하였다.

III. TMC 시스템 개요

1. 위성통신망 제어센터

천리안위성 위성통신망 제어센터(NCC)는 그림 2와 같이 위성관제시스템을 통하여 Ka 대역 통신탑재체의 구성부품에 대한 상태 감시 및 제어관리를 하는 Ka 대역 통신탑재체 제어관리(Transponder Monitoring and Control; TMC)와 시험지구국의 중심국 RF장비를 이용하여 Ka 대역 위성통신 서비스망을 감시하는 통신시스템 감시 (Communication System Monitoring; CSM) 모듈로 구성된다[2].

Ka 대역 TMC 시스템은 위성관제시스템 (Satellite Ground Control System; SGCS) 을 통하여 통신탑재체의 수동부품, 능동부품 및 OBS (On-Board Switching) 의 상태를 감시하고, 이상 발생 시에는 적합한 시나리오를 사용하여 위성관제시스템을 통하여 통신탑재체의 부품을 제어한다[3].

표 1. Ka대역 통신탑재체 TMTC 항목

Telecommand 항목	Telemetry 항목
<ul style="list-style-type: none"> - LNA & DNC 온/오프 - UPC 온/오프 - DCU 온/오프 - MSM 구성 - CHAMP 이득제어 세팅 - CHAMP 출력레벨 세팅 - CHAMP 모드선택 (ALC/FGM) - CHAMP & TWTA 온/오프 - 도파관스위치 포지션 - 동축관스위치 포지션 - ISN 포지션 구성 - RSN 포지션 구성 - 비콘전송기 온/오프 - 비콘스위치 포지션 	<ul style="list-style-type: none"> - DNC 온/오프 상태 - DNC 입력전류, 출력전압, 온도 - UPC 온/오프 상태 - UPC 입력전류, 출력전압, 온도 - DCU 온/오프 상태 - DCU 입력전류, 출력전압, 온도 - MSM 구성 상태 - CHAMP 모드 상태 (FGM/ALC) - CHAMP FGM 이득 상태 - CHAMP ALC 출력레벨 상태 - CHAMP 출력레벨 - CHAMP & TWTA 온/오프 상태 - TWTA 온도 - TWTA 헬릭스 전류 - TWTA 주 전류 - TWTA anode voltage - TWTA ARC status - 도파관스위치 포지션 상태 - 동축관스위치 포지션 상태 - ISN 포지션 구성 상태 - RSN 포지션 구성 상태 - 비콘전송기 온/오프 상태 - 비콘전송기 입력전류 - 비콘스위치 포지션 상태

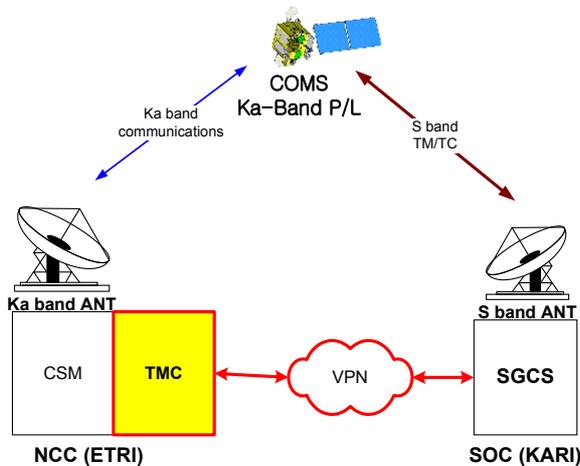


그림 2. 통해기위성 위성통신망 제어센터 (NCC).

2. TMC 시스템 개요

TMC는 그림 3에서 보는 바와 같이 SGCS와 가상전용선(VPN)으로 연결되어 있으며, TMC에서는 VPN을 통하여 전용 ID 및 암호를 사용한 FTP 접속 후 구축된 GUI를 이용하여 중계기의 상태에 대한 요청이나 조회를 SGCS로 전송하거나 수신한다. SGCS에서는 TMC로부터 전송받은 요청내용을 처리하여 그 결과를 TMC로 전송하고, 중계기의 상태를 나타내는 Telemetry 데이터를 VPN을 통하여 FTP방식으로 TMC에 전달한다.

Ka대역 통신탑재체 운영자는 TMC 시스템을 통하여 통신탑재체 능동부품이나 MSM의 성능에 이상발생시 가시/가청 경보를 제공받아, 채널 증폭기의 레벨에 이상이 있는 경우에는 적절한 레벨로 수정하거나 기타 능동부품의 이상발생일 경우

에는 잉여부품으로 스위칭, 또는 통신탑재체 OBS 부품의 이상발생 시 적절한 우회경로 시나리오를 선택할 수 있도록 SGCS에 요청하게 된다.

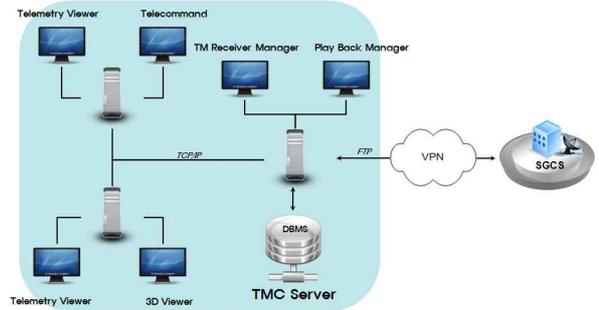


그림 3. TMC시스템 하드웨어 구성도.

TMC 시스템의 하드웨어 구성도는 그림 3과 같다. 또한 요구기능에 대한 소프트웨어 기능 블록도는 그림 4와 같다.

GUI를 통해서 현재의 장치상태를 관리하는 중계기관리기(Transponder management)에서 상태 변경요청을 검증하고, 메시지처리기(Message Handler)를 통해 변경요청에 관한 명령어를 만들거나 상태 조회에 관한 명령어를 만든다. 그리고 통신인터페이스를 통해 SGCS로 명령어를 전송한다. 전송된 명령어는 DB에 저장되고, 변경요청에 대한 처리결과도 DB에 저장된다. TMC에서 발생된 송수신 이벤트는 이벤트처리기(Event Handler)에 의해 수집되고 DB에 저장된다.

SGCS는 TMC 와 연결된 통신인터페이스에 의해 명령어를 수신한다. 명령어에 대한 해석기능은 메시지처리기를 통해 사용자에게 GUI로 표현되며, 중계기상태 모의기에 의해 요청이 처리된다. 처리된 내용은 상태 DB에 반영된다.

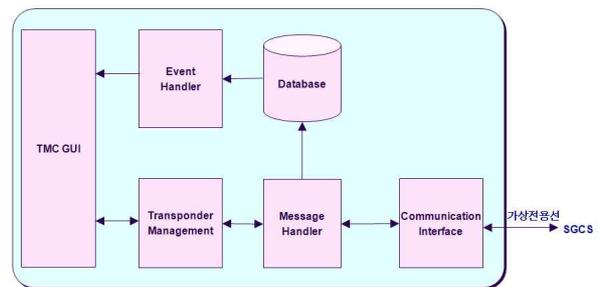


그림 4. TMC 요구기능 블록도.

IV. TMC 시스템 설계 및 구현

1. 운용개념

TMC 시스템의 운용개념은 Telemetry 감시, Telecommand 요청문 구성 및 Telemetry 경향 분석 등 크게 3가지로 구성된다.

Telemetry 감시 운용은 다음과 같이 현재와 과거의 Telemetry 상태 정보를 감시하는 기능이다.

- 실시간 운용 : 48초 간격으로 SGCS에서 수신한

기능으로는 Database Management, Telemetry Receiver Manager, Play Back Manager, 3D View, Telemetry Viewer, Telecommand, Trend analysis 등이 있다.

Database Management 는 Telemetry 기본 정보를 관리하고 SGCS로 송수신되는 모든 데이터를 유지관리하는 기능으로 구현된다.

Telemetry Receiver Manager 는 SGCS로부터 Telemetry를 수집하여 DBMS에 저장 관리하고, Telecommand 요청에 대해 SGCS에서 전송해 온 적용결과를 DBMS에 업데이트하며, 수집된 Telemetry를 실시간으로 각각의 Client에 공급하는 기능, 즉 Telemetry Database 관리하는 기능으로 구현된다.

Play Back Manager는 사용자가 원하는 구간의 Telemetry 데이터를 Play Back 서버를 비롯하여 모든 Client에서 동시에 재실행하거나 각각의 Client에서 단독으로 재실행 가능하게 하는 기능이다.

3D View 는 위성체 궤도 및 자세, Beam Contour, 궤도추이 정보 등을 3차원 영상으로 표출하는 기능으로 구현된다.

Telemetry Viewer는 Telemetry Receiver (또는 Play Back Server) 로부터 제공된 실시간 Telemetry정보를 수치데이터 형식 및 그래프 형식으로 표출하거나 탑재체 주요 구성도 및 각 구성품의 상태를 블록도로 표출하는 기능으로 구현된다.

Telecommand는 탑재체를 제어하기 위하여 SGCS에서 운용되는 FOP(Flight Operation Procedure) 프로그램을 실행하기 위해 필요한 IMP File 및 FOP 지침서를 생성 관리하는 기능을 갖는다.

Trend analysis는 임의의 시점에 대한 탑재체 Telemetry 정보의 통계적 특성을 분석할 수 있도록 통계적 함수처리기능을 보유한다.

그림 5와 그림 6은 TMC 시스템의 GUI 예를 보인 것이다. 그림 5는 Telecommand 기능의 GUI로, Ka 대역 통신탑재체 운용시 채널 1의 고풍력증폭기부 (채널증폭기 또는 TWTA)가 이상이 있을 경우 리던던시 고풍력증폭기부를 이용한 우회 경로 설정이 되도록 관련 IMP File 및 FOP 지침서를 생성하는 예제 실행 그림이다. 좌측 운용 시나리오 목록에서 필요한 시나리오를 선택하면, 중계기 MIMIC 도에서 해당 부품의 변경 내역이 표시되고, 우측과 중앙 하단에서 보이는 것처럼 관련 IMP File 및 FOP 지침서를 생성한다. 좌측 하단의 전송 버튼을 클릭하면 해당 파일들이 SGCS에 보내어져서 관련 FOP 프로그램이 실행될 수 있도록 한다.

그림 6은 Telemetry Viewer 기능의 GUI의 한 예로서, 48 초 단위로 현재의 Ka 대역 통신탑재체 부품의 상태를 나타내 준다. 우측 하단의 중계기 MIMIC 도에서는 전체적인 부품의 상태를 일목요연하게 보여주고, 상단의 그래프와 MIMIC 도 좌측의 수치데이터 표에서는 선택된 Telemetry에 대한 값과 추이를 보여준다. Telemetry의 선택은 좌측 Telemetry 전체 목록표에서 선택 가능하게 한다. 각 수치데이터 표와 MIMIC 도에서 표시되는 Telemetry값은 Telemetry DB 안에 저장되어 있는 각 Telemetry의 정상범위와 비교되어져서, 만약 수신된 Telemetry의 값들이 정상상태가 아니면 경고 또는 알람을 해

주는 기능을 갖는다.

V. 결 론

본고에서는 천리안위성 Ka대역 통신탑재체의 운용을 위한 TMC 시스템의 구성과 기능에 대해 설명하였다. 2010년 6월 23일 천리안위성의 성공적인 발사 이후 수명기간동안 Ka대역 통신탑재체의 궤도내시험(IOT)과 정상 서비스시 통신탑재체를 감시/제어관리하게 될 TMC는 성공적인Ka대역 통신탑재체 운용에 필수적인 시스템이다. 현재 TMC 시스템은 요구사항에 맞추어 설계 및 구현이 완료되어 한국전자통신연구원 통신탑재체 운용실에서 운용 대기 중에 있다.

참 고 문 헌

- [1] ETRI, "Operation Manual for the Satellite Communication Payload System of Communication, Ocean, and Meteorological Satellite (COMS)", October 2008.
- [2] ETRI, "망제어센터 서브시스템 규격서", November 2009.
- [3] ETRI, "통해기위성 Ka대역 통신탑재체 제어관리시스템 (TMC) 요구사항", May 2010.

저 자

유 문 희 (Moon-Hee You)

정회원



1990년 8월 : 한양대학교 전자통신공학 석사

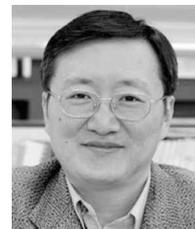
2002년 2월 : 한양대학교 전자통신공학 박사과정수료

1990년 7월~현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원

<관심분야> 위성통신시스템, 통신 탑재체기술

정 원 찬 (Won-Chan Jung)

정회원



1986년 12월 : 미국 Henderson State University 컴퓨터공학과 석사

1992년 5월 : 미국 Louisiana State University 컴퓨터공학과 박사

1992년 6월~현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원

<관심분야> 위성통신시스템, 위성관제시스템, 위성항법시스템

이 성 팔 (Seong-Pal LEE)

정회원



1990년 6월 : 미 뉴욕공대 전자공학과
박사

1980년 4월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원
책임연구원

<관심분야> 위성시스템, 위성통신
시스템, 통신탑재체

김 재 훈 (Jaehoon Kim)

정회원



2001년 9월 : 충북대학교 컴퓨터 공학과
박사

1990년 8월 : 정보처리기술사
1983년 3월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원
책임연구원(팀장)

<관심분야> 위성통신시스템, 위성관제시스템, 위성항법시스템