

# 정지궤도 해색탐재체(GOCI) 전처리시스템

서석배 · 임현수 · 안상일†

한국항공우주연구원 위성정보연구소 위성운용실 위성지상시스템개발팀

## Introduction to Image Pro-processing Subsystem of Geostationary Ocean Color Imager (GOCI)

Seok-Bae Seo, Hyun-Su Lim, and Sang-IL Ahn†

Ground System Development Department, Korea Aerospace Research Institute

**Abstract :** This paper introduces Geostationary Ocean Color Imager, IMage Pre-processing Subsystem (GOCI IMPS) of Communication, Ocean, and Meteorological Satellite (COMS), and describes its functions, development states, and operational concepts. The primary and backup systems of GOCI IMPS have been installed in Korea Ocean Satellite Center (KOSC) and Satellite Operation Center (SOC) and the system are the prelaunch test phase after completing all required tests. It is expected that the GOCI data observed continuously over the Korea Peninsular in the geostationary orbit will be usefully utilized in marine environment research fields such as sea surface temperature changes or marine ecosystems.

**Key Words :** COMS, GOCI, IMPS, KOSC, SOC, Geostationary Earth Observation Imager.

**요약 :** 본 논문은 통신해양기상위성에 탑재된 해양탐재체의 관측자료를 지상에서 처리하는 영상전처리 시스템을 소개하는 것으로, 주요 기능, 개발 과정, 운영 계획으로 나누어 기술한다. 해양탐재체 영상전처리 시스템은 주 시스템과 백업 시스템이 해양위성센터 (한국해양연구원)와 위성운영센터 (한국항공우주연구원)에 각각 설치되어 있으며, 현재 모든 시험을 완료하고 위성 발사 전의 최종 시험 운영 중에 있다. 해양탐재체 영상전처리시스템이 제공할 통신해양기상위성의 해양데이터는 정지궤도에서 연속적으로 한반도 주변을 관측한 것으로서, 해수 온도 변화나 해양 생태계 등의 해양환경연구에 중요한 자료로 활용 가능할 것으로 기대되고 있다.

### 1. 개요

국내 최초 정지궤도 개발위성인 통신해양기상위성 (Communication, Ocean, and Meteorological Satellite, COMS)은 해양관측, 기상관측 및 위성통신

서비스의 복합임무 수행을 목적으로 2003년부터 현재 까지 개발 중이다. 한국항공우주연구원은 통신해양기상 위성 시스템/ 본체 개발, 기상/해양탐재체 및 지상국개발, 총 조립/시험을 담당하고 있으며, 위성 발사 후 통신 해양기상위성의 주 관제 및 기상/해양탐재체 영상전처

접수일(2010년 4월 10일), 수정일(1차 : 2010년 4월 20일, 2차 : 4월 22일), 게재확정일(2010년 4월 22일).

† 교신저자: 안상일(siahn@kari.re.kr)

Table 1. Roles of COMS Centers

센터명	역할
위성운영센터	- 위성 관제 - 해양/기상탐재체 영상전처리 (백업)
해양위성센터	- 해양탐재체 영상전처리 - 해양자료 검토정 - 해양자료 배포
기상위성센터	- 위성 관제 (백업) - 기상탐재체 영상전처리 - 기상자료 검토정 - 기상자료 배포
통신시험지구국	-Ka-band 통신 신호 감시

리의 백업운영을 수행할 예정이다 (KARI, 2009).

통신해양기상위성 해양탐재체 영상전처리시스템 (Geostationary Ocean Color Imager, Image Preprocessing Subsystem, 이하, GOCI IMPS)은 통신해양기상위성 (이하, 위성)에서 지상으로 전달된 해석탐재체 데이터의 전처리를 수행하는 시스템으로 해양위성센터 (한국해양연구원, 안산)와 위성운영센터 (한국항공우주연구원, 대전)에 설치되어있다. 위성의 운영을 위한 지상 센터는 네 개로 구성되며, 역할은 Table 1과 같다.

## 2. GOCI IMPS의 기능

GOCI IMPS는 네 개의 서브시스템(Decomposition Module; DM, Image Radiometric Correction Module; IRCM, Image Navigation and Registration Software Module; INRSM, and Product Management Module; PMM)으로 구성되어 있으며(서석배 외, 2006), 생성되는 결과물은 Raw Data(이하, RAW), Level 0 Product(이하, LV0), Level 0C Product(이하, LV0C), Level 1A Product(이하, LV1A), 및 INRSM Output, Level 1B Product

Table 2. Subsystems vs. Product of GOCI IMPS

Subsystem		Generated Product
Name	Functions	
DM	탐재체 데이터 저장 영상데이터 생성	RAW LV0 LV0C
IRCM	복사보정	LV1A
INRSM	기하보정	INRSM Output
PMM	데이터 관리 인터페이스 모니터링 Graphic User Interface	LV1B

(이하, LV1B) 이다(서석배 외, 2007). GOCI IMPS의 서브시스템의 기능과 결과물을 Table 2에 정리하였다.

기하보정을 수행하는 INRSM을 제외한 GOCI IMPS는 한국항공우주연구원이 설계/개발 및 검증을 수행하였으며, INRSM은 위성제와 탐재체에 종속적인 이유로 통신해양기상위성 체계팀과 해외협력업체인 프랑스 Astrium이 공동 개발하였다.

### 1) 해석탐재체 데이터 저장: DM

Fig. 1은 해석탐재체 데이터 수신 및 저장의 개념을 설명한다(서석배와 안상일, 2008).

위성에서는 Consultative Committee for Space Data Systems, Advanced Orbiting System(CCSDS AOS) 포맷에 따른 Channel Access Data Unit (CADU) 형태의 데이터를 지상으로 전송하며, 지상장비 (Cortex-XL)는 이를 수신하여 RAW 를 생성한다. 영상전처리시스템은 지상장비로 RAW를 요청하여 이를 GOCI IMPS에 저장한다. CADU는 sync marker, Virtual Channel Data Unit(VCDU), Error Correction Code(ECC)로, RAW는 지상장비에서 생성하는 헤더 (Cortex Header), VCDU, 지상장비의 트레일러 (Cortex Trailer)로 구성된다. 지상장비의 헤더에는 수

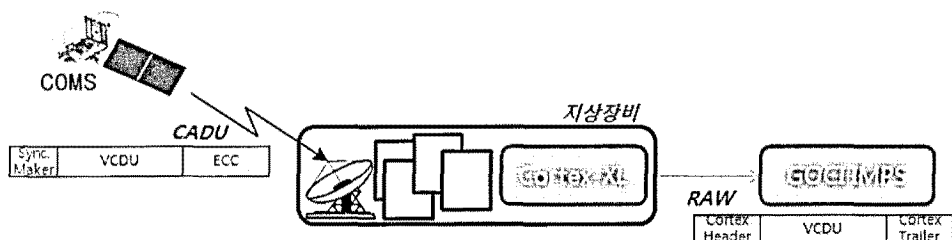


Fig. 1. Data Receiving in GOCI IMPS.

신시간, 수신 시 에러 보정결과 및 장비의 상태 등이, VCDU에는 해양탐재체 데이터가, 그리고 트레일러에는 데이터 구분을 위한 고정된 값이 채워져 있다(KARI, 2007).

2) 영상데이터 생성: DM

해색탐재체는 500m×500m 공간해상도로 정규 관측 시 한반도 주변 해양을 16개의 슬롯으로 분할하여 관측할 예정이다. Fig. 2에 설명된 해색탐재체 관측 순서와 같이, 하나의 슬롯에는 8개 채널의 지구관측과 복사 보정을 위한 2개 채널의 암흑관측을 지구 관측 전후로 수행하며, 계획된 슬롯을 모두 관측할 때까지 반복한다(강급실과 윤희식, 2008). 이러한 정규 관측 (Normal Operation) 자료는 현재 일일 10회 계획되어 있으며, 정규 관측 외에 해색탐재체 자료의 복사보정을 위한 Calibration 관측도 수행할 예정이다(양찬수 외, 2009).

RAW를 수신한 DM은 8개 채널의 지구관측자료를 슬롯 별로 LV0로 생성하며, 복사 보정을 위한 다음의 calibration자료들은 각 관측 별로 LVOC에 저장한다.

- 슬롯 당 암흑관측자료
- Solar diffuser(SD) 관측자료
- Diffuser Aging Monitoring(DAMD) 관측 자료

LV0와 LVOC는 IRCM로 전송되어, 복사 보정의 입력자료로 사용된다(KARI, 2007).

3) 복사보정: IRCM

복사보정은 electromagnetic radiation 및 detector 자체 특성을 고려하여 탐재체가 취득한 영상에 대한 실제의 radiance 값을 계산하는 과정으로, GOCI IMPS의 복사보정 흐름도는 Fig. 3과 같다.

해색탐재체는 관측 시 radiance의 dynamic range를 최대화하기 위해, 2가지 gain(high gain 및 low gain)으로 각각 슬롯을 촬영한 다음 이 중 적정 영상을 지상으로 전송한다. 복사보정의 첫 단계는 각 픽셀 별 해양탐재체의 gain에 대한 처리로서, 각 픽셀의 최상위 비트(MSB, Most Significant Bit)에 저장된 gain 정보를 이용한다(서석배 외, 2007). 이후 LVOC를 이용하여 LV0의 오프셋에 대한 영향을 처리하고 Gain Table을

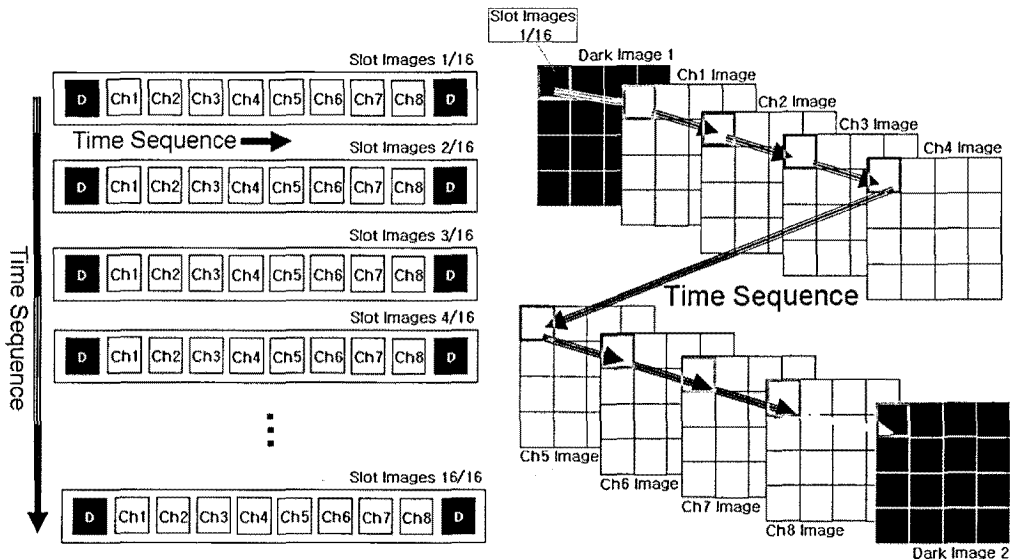


Fig. 2. Generation Flow of GOCI Image.

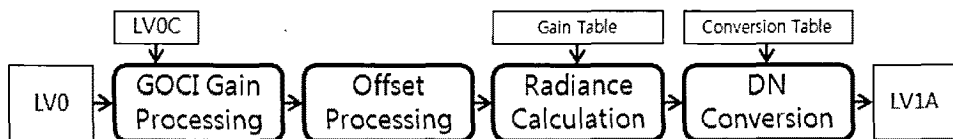


Fig. 3. Flowchart of Radiometric Calibration in GOCI IMPS.

이용하여 LV0 영상의 radiance를 계산한다. 계산된 radiance는 사용자들에게 전달되기 위해 Digital Number(DN)로 변환되며, 이때 Conversion Table을 이용한다. 복사보정 결과물은 LV1A로 기하보정 서브시스템으로 입력된다.

GOCI IMPS는 복사 보정 처리에 해양위성센서로부터 입력 받은 Gain Table와 Conversion Table을 사용하는데, Gain Table 생성에도 영상전처리시스템이 생성한 LV0C가 이용된다.

#### 4) 기하보정: INRSM

기하보정은 해상탐재체 관측 시 발생한 기하학적인 왜곡을 보정하는 과정으로, 통신해양기상 위성시스템에서는 INRSM이 Landmark와 Tie-point의 정합을 통해 각 픽셀의 지구상 위치를 추정하고 영상 Resampling을 통해 기하보정 결과물을 생성한다.

복사보정 결과물인 LV1A에 수행되는 기하보정에는 다음과 같이 위성관제시스템이 전달하는 관측 당시의 위성체 정보가 사용된다.

- Telemetry : 해상탐재체 상태 정보, UTC-OBT 시간 동기 정보
- Event: 관측스케줄, 슬롯 당 Image Motion Compensation(IMC) 위경도 보정값
- Ephemerides : 위성체 및 태양/달의 궤도 정보

기하보정 결과, 온보드 상의 슬롯 포인팅 오프셋 조정이 필요하다고 판단되면 INRSM이 생성한 IMC가 위성관제시스템으로 전달되어 위성으로 보내지고 해양탐재체는 매 슬롯 관측 시 IMC 값을 반영하여 슬롯 관측을 수행하게 된다. IMC는 지구 중심 좌표로 계산된 16개 슬롯 포인팅 타겟의 위경도 보정값(단위: radian)으로 구성되며, 지상에서의 기하보정 처리에도 관측 당시 사용된 IMC값이 반영된다(Astrium, 2007).

Fig. 4의 기하보정 결과, 16개 슬롯 영상은 하나의 Orthographic Projection 영상으로 생성된다(KARI, 2007).

#### 5) 자료 및 접속 관리, 모니터링: PMM

기하보정결과인 INRSM Output은 PMM에서 일반 사용자가 사용하기 편리한 Hierarchical Data Format (HDF) 형태로 변환되며, 이렇게 생성된 HDF를 영상전처리시스템의 최종 결과물인LV1B로 정의된다(KARI, 2007). LV1B는 LV2 생성 시스템인 GDPS로 전달되어 해양자료분석시스템의 입력자료로 이용된다. PMM은 LV1B를 생성하는 기능 이외에 GOCI IMPS 전체의 상황 모니터링, 자료 관리, 외부 시스템과의 접속 등을 관장하고 있으며, GOCI IMPS 중 유일하게 GUI를 가지고 있다. Fig. 5는 GOCI IMPS의 GUI이다.

지금까지 살펴본 GOCI IMPS의 기능을 데이터 접속 관점에서 재 정리하여 Fig. 6에 나타내었다.

### 3. GOCI IMPS 개발

GOCI IMPS 개발 과정은 Table 3과 같이 사용자 요구사항 분석을 기반으로 설계, 해석을 수행하고 주요 설계 결과를 사용자 기관에게 검토 받은 후 시스템 개발을 시작하였다. 검증은 단위 레벨부터 관련 시스템과의 접속 시험, 통합 시험을 거쳐 전체 통신해양기상위성 시스템 레벨의 기능 및 운영 시험을 완료하였다.

GOCI IMPS의 개발 및 검증에 사용된 모의데이터는 해외협력업체가 제공한 해양탐재체 데이터를 실제 운영 환경에 맞게 위성이 지상으로 보내주는 포맷 형태로 변환한 것이다(서석배와 안상일, 2008).

2010년 4월 현재, GOCI IMPS의 장기간 데이터 처

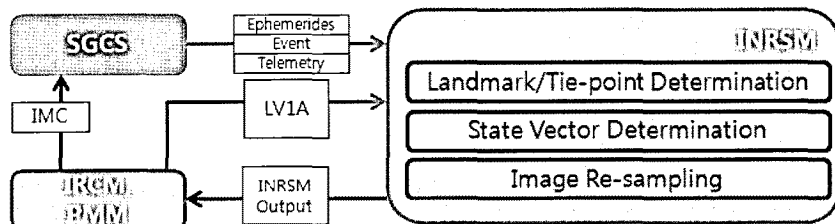


Fig. 4. Flowchart of Geometric Correction in GOCI IMPS.

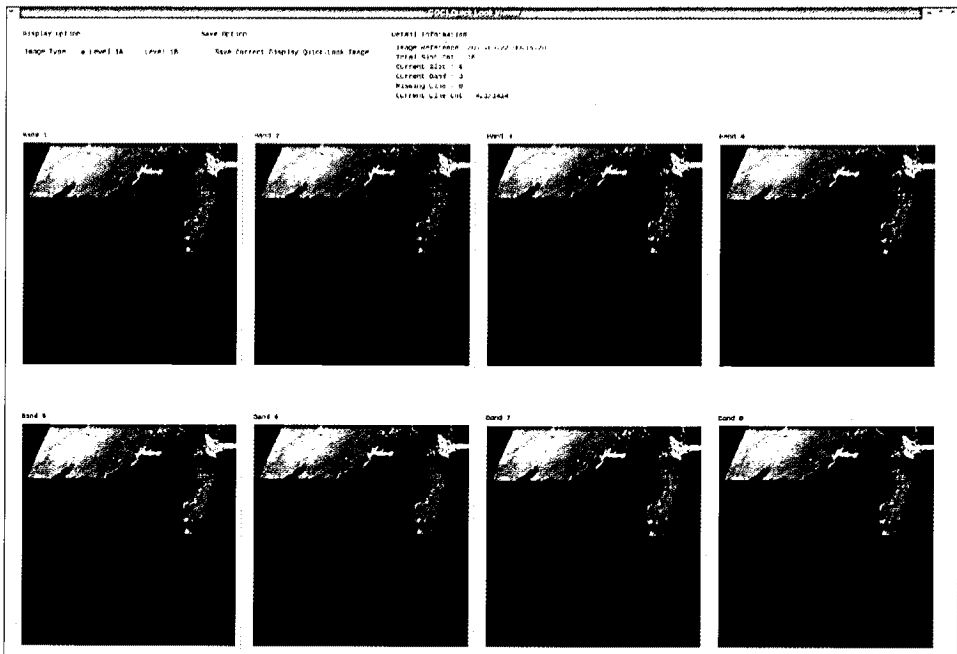
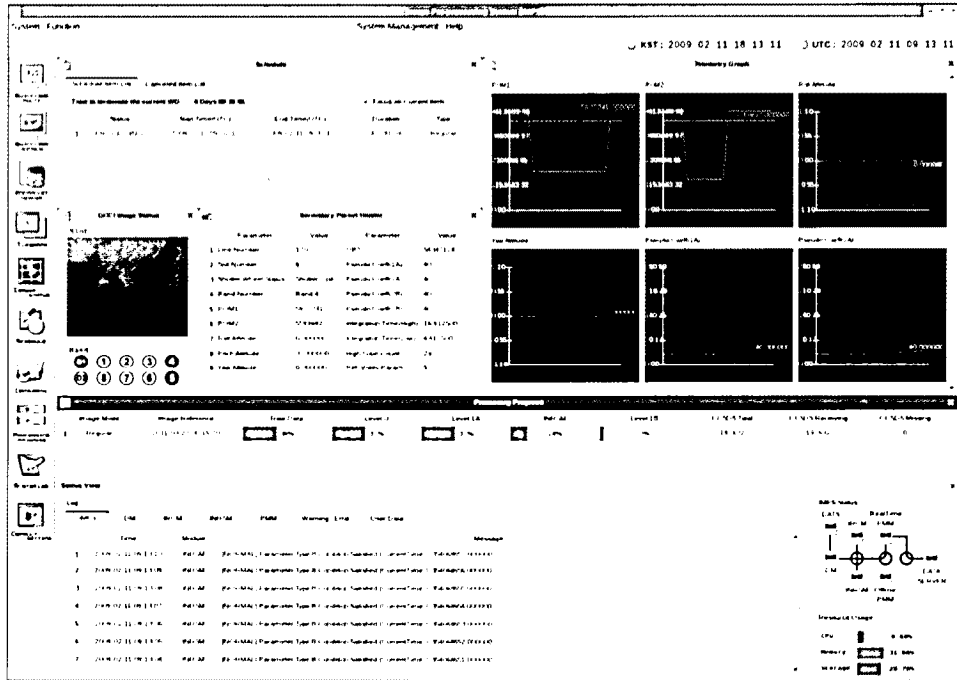


Fig. 5. GUI of GOCI IMPS.

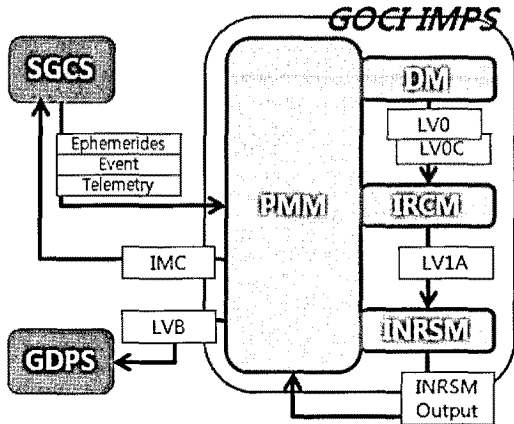


Fig. 6. Data Interfaces of GOCI IMPS.

Table 3. Development Schedule of GOCI IMPS

2005.12	개발 제안요청서 작성
2006.01	개발 착수
2006.12	예비설계 검토회의
2007.04	상세설계 검토회의
2008.03	구현/단위시험 완료 후, 위성운영센터에 설치 통합 시험
2008.11	운영자 교육
2008.12	해양위성센터에 설치 시험
2009.01	지상센터간 접속 시험
2009.02	위성-지상국간 접속 호환 시험에서 해양탐재체를 직접 수신 처리함
2009.02~2010.03	통신해양기상위성 시스템 레벨의 각종 기능 및 운영 시험
2010.03	장기간 데이터처리 및 비상복구 테스트
2010.04	위성 발사 전 시험운영

리 및 복구 테스트를 완료한 다음 발사 전까지 GOCI IMPS 시험 운영을 수행하고 있다.

#### 4. GOCI IMPS 운영

GOCI IMPS은 두 가지 운영모드 (실시간 운영모드, 오프라인 운영모드)로 운영될 수 있다. 실시간 운영모드는 위성의 해색탐재체에서 전송하는 데이터를 실시간으로 처리하는 역할을, 오프라인 운영모드에서는 실시간 운영모드에서 처리한 결과를 분석하고 재처리 하는 역할을 수행한다.

해양위성센터에서 해색탐재체 주 영상전처리 시스템

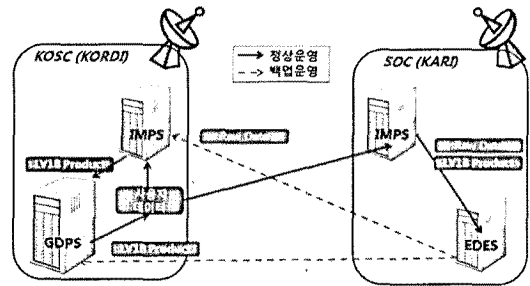


Fig. 7. GOCI IMPS Operation.

을 운영하며, 위성운영센터에서는 백업용 시스템을 동시에 운영한다(양찬수 외, 2009). 만약 해양위성센터의 시스템 문제로 원시데이터 (RAW)를 수신하지 못하거나 영상전처리를 수행하지 못한 경우에도 다음의 두 가지 절차에 의해 연속적으로 해양자료처리가 가능하다.

1. 해양위성센터는 External Data Exchange System (EDES)에 접속하여 위성운영센터에서 백업 처리한 결과물 (RAW와 LV1B)를 확보한다. 위성운영센터는 정상 운영 시에도 해양영상을 백업 처리한 다음 EDES에 자동적으로 수집되므로 해양위성센터의 운영자는 백업 시스템에서 처리한 결과를 자유롭게 획득할 수 있다(KARI, 2008).

2. 위성운영센터에서 획득한 LV1B를 해양자료처리 시스템 (GOCI Data Processing System, GDPS)에 입력하여 해양자료처리업무를 중단 없이 수행한다. 또한 위성운영센터의 RAW를 이용하여 GOCI IMPS의 오프라인 운영을 수행하면, Table 3의 생성물을 모두 확보할 수 있다.

이상 설명한 GOCI IMPS의 운영을 Fig. 7에 나타내었다.

#### 5. 결론

본 논문에서는 GOCI IMPS의 기능을 위주로, 개발, 운영에 대한 전반적인 내용을 기술하였다. 세계최초의 정지궤도 해양탐재체의 전처리를 담당할 GOCI IMPS는 국내 주도로 개발되어 현재 해양위성센터와 위성운영센터에 설치되어 위성 발사를 기다리고 있다. 2010년 위성 발사 이후 GOCI IMPS이 제공할 해양 데이터는 정지궤도에서 연속적으로 한반도 주변을 관측한 것으로

서, 해수 온도 변화나 해양 생태계 등의 해양환경연구에 중요한 자료로 활용 가능할 것으로 기대되고 있다.

## 사 사

이 연구는 중대형 정지궤도 통신해양기상위성 개발 사업(주관: 교육과학기술부, 방송통신위원회, 국토해양부, 기상청)의 일환인, 통신해양기상위성 지상국개발사업(과제번호: SR09050)으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

강금실, 윤형식, 2008. 정지궤도 통신해양기상위성 해양탐재체, 한국기상학회 가을학술대회, pp.400-401.  
서석배, 구인회, 안상일, 김은규, 2006. 통신해양기상위성 영상데이터전처리시스템 설계, 대한원격탐사학회 춘계학술대회, pp.390-393.

서석배, 배희진, 안상일, 2007. 통신해양기상위성 해양탐재체의 복사보정 알고리즘 설계 (KARI-GST-TM-2007-004), 한국항공우주연구원 기술논문, pp.4-7.

서석배, 안상일, 2008. COMS CADU Generation for COMS IMPS Test, International Symposium on Remote Sensing, ISSN 1598-6969.

양찬수, 배상수, 한희정, 조성익, 안유환, 2009. 최초의 정지궤도 해색센서 (GOCI) 자료 소개, 해양환경안전학회 춘계학술발표회, pp.135-140.

한국항공우주연구원 (서석배, 안상일), 2007. COMS GS Data Format Definition (C1-DDD-810-001), pp.14-79.

한국항공우주연구원 (임현수, 안상일), 2008. SOC-KOSC Interface Control Document (C1-ICD-800-003), pp.12-14.

한국항공우주연구원, 2009. 통신해양기상위성 (소개자료), pp. 4-5, 12-13, 16-17

Astrium, 2007, INRSM Interface General Description, pp.7-9.