

## 정지궤도 해색탑재체(GOCI) 해양자료처리시스템(GDPS)의 개발

한희정 · 유주형<sup>†</sup> · 안유환

한국해양연구원 해양위성센터

### Development the Geostationary Ocean Color Imager (GOCI) Data Processing System (GDPS)

Hee-Jeong Han, Joo-Hyung Ryu<sup>†</sup>, and Yu-Hwan Ahn

Korea Ocean Satellite Center, Korea Ocean Research & Development Institute (KORDI)

**Abstract :** The Geostationary Ocean Color Imager (GOCI) data-processing system (GDPS), which is a software system for satellite data processing and analysis of the first geostationary ocean color observation satellite, has been developed concurrently with the development of the satellite. The GDPS has functions to generate level 2 and 3 oceanographic analytical data, from level 1B data that comprise the total radiance information, by programming a specialized atmospheric algorithm and oceanic analytical algorithms to the software module. The GDPS will be a multiversion system not only as a standard Korea Ocean Satellite Center(KOSC) operational system, but also as a basic GOCI data-processing system for researchers and other users. Additionally, the GDPS will be used to make the GOCI images available for distribution by satellite network, to calculate the lookup table for radiometric calibration coefficients, to divide/mosaic several region images, to analyze time-series satellite data. The developed GDPS system has satisfied the user requirement to complete data production within 30 minutes. This system is expected to be able to be an excellent tool for monitoring both long-term and short-term changes of ocean environmental characteristics.

**Key Words :** GOCI, GDPS, Data Processing Software, GOCI Level 2 Products, COMS.

**요약 :** 세계 최초로 정지궤도에 위치한 해색 위성의 위성자료를 처리/분석하는 시스템인 해양자료처리 시스템(GDPS)의 개발은 정지궤도 해색탑재체(GOCI)의 하드웨어 개발과 동시에 시작되었다. GOCI의 관측 영역에 특화된 대기 알고리즘 및 해양 분석 알고리즘을 개발하고 소프트웨어 모듈화 하여, GOCI가 수신한 총 복사휘도 정보인 레벨 1B 자료에서 레벨 2와 3의 해양 분석 자료를 생성할 수 있는 기능을 개발하였다. 해양자료처리시스템은 해양위성센터에서 표준 운영시스템으로 활용될 뿐만 아니라, 일반 사용자에게 기본 GOCI 자료처리시스템으로 활용될 수 있도록 다양한 버전으로 개발되었다. 부가적인 기능으로 GOCI 이미지 위성 배포파일(LRIT) 생성, 복사보정계수 계산, 영역 분할/병합, 시계열 분석 등을 제공한다. 개발된 GDPS 시스템은 30분 이내에 자료를 안정적으로 생산하여, 이용자 요구사항을 만족시켰다. 해양자료처리 시스템은 여러 해양환경분석 알고리즘을 통해 해양의 장단기 환경특성 변화를 감시하는데 훌륭한 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

접수일(2010년 4월 5일), 수정일(1차 : 2010년 4월 13일, 2차 : 4월 20일), 게재확정일(2010년 4월 21일).

<sup>†</sup> 교신저자: 유주형(jhryu@kordi.re.kr)

## 1. 서론

1978년 NIMBUS위성의 CZCS(Coastal Zone Color Scanner)가 해색을 세계 최초로 관측한 이래로 SeaWiFS, MODIS, MERIS 등 극궤도 태양동기화 위성의 해색을 관측하는 센서는 지속적으로 개발되어 왔다. 그리고 각 센서들의 위성자료를 처리하는 소프트웨어가 SeaDAS, BEAM, TeraSCAN과 같이 각각의 센서의 특징에 맞게 개발되었다. SeaDAS는 Linux 기반의 IDL+C+Fortran으로 개발된 해색위성자료 처리, 가시화, 분석, 검증 기능이 모두 구현된 통합 영상분석 프로그램으로써, 미국 NASA에서 1994년부터 개발하였으며, MODIS, SeaWiFS, OCTS, CZCS, MOS 등의 위성자료 처리를 지원한다. ESA의 MERIS 자료처리를 위해 개발된 BEAM은 윈도우 기반 소프트웨어이며, 기존의 상용 위성자료처리소프트웨어와 중복되지 않는 MERIS 자료처리에 전문화된 기능들을 충실히 구현하고 있다. 최근에는 다른 위성자료의 처리도 가능하도록 기능을 확장하고 있다. TeraSCAN은 NOAA, SeaWiFS, MODIS 등 다양한 위성을 수신 처리할 수 있는 우수한 시스템으로, Unix/Linux에서 구동되며, 특화된 자료형식을 이용하여 독립적인 자료처리체계를 갖추고 있다. 한국해양연구원에서는 1998년부터 TeraSCAN을 도입하여, 해수표면온도(SST) 등의 정보를 대내외에 제공함으로써, 위성영상 처리에 대한 기반 기술 습득 및 위성영상자료 대외 서비스 기능을 담당하고 있다(안유환 외, 2003, 안유환 외, 2007, 안유환 외, 2008).

2010년에 발사하게 될 통신해양기상위성 COMS (Communications, Ocean, Meteorological Satellite)의 정지궤도 해색탑재체(GOCI, Geostationary Ocean Color Imager)은 세계 최초로 정지궤도에서 해색을 관측할 수 있는 센서이며, 특별히 한반도 연안의 CASE-2 Water를 관측하게 되어 새로운 위성자료처리시스템을 요구하였고, 위성개발 시점인 2003년부터 위성개발과 더불어 소프트웨어의 개발이 진행되었다(Ahn *et al.*, 2006).

GOCI는 Kang *et al.* 2004과 안유환 외, 2007의 연구에서 제시한 바와 같이 가시광선 영역과 근적외선 영역의 8개 밴드(412, 490, 512, 555, 660, 680, 765,

875nm)를 가지고 있으며, 각 밴드의 폭이 10~40nm로 좁고, 신호대잡음비(SNR)가 1000이상, 공간 분해 선명도(MTF)를 0.3 이상을 요구하는 등 기존 해색센서에 비해 고성능을 가지고 있어 위성자료를 처리하기 위하여 별도의 해수환경 분석 알고리즘 기술이 개발될 필요가 있었으며, 모든 개발된 알고리즘은 GOCI 해양자료처리 시스템(GDPS, GOCI Data Processing System)에 접목되었다(안유환 외, 2007).

위성자료는 기본 신호자료와 분석 자료로 구분된다. 기본 신호자료는 위성에서 관측된 신호인 원시자료(Raw, Level 0 자료)와 위성의 자세제어, 모터 구동 등에 의한 기계적인 잡음 및 오류를 제거하는 복사보정이 이루어진 Level 1A 자료, 위성관측 시 관측지점의 위치를 고려하여 기하보정을 통해 지도영상으로 투영한 Level 1B자료가 있다. 수출복사량( $L_w$ , Water Leaving Radiance), 정규 수출복사량( $L_n$ , Normalized Water Leaving Radiance), 원격반사도( $R_{rs}$ , Remote Sensing Reflectance) 등의 기초 정보와 염록소 농도, 부유물 농도, 용존 유기물, 해수 광특성 정보(확산소멸 계수, 흡광계수, 역산란계수 등), 해양일차생산력 등과 같은 해양 분석 정보를 가리키는 Level 2 자료와 일정 기간의 Level 2자료를 합성한 기간별 자료인 Level 3 자료 등의 분석 자료가 있다(Han *et al.*, 2007, 한희정 외, 2008a, 2009a, 2009b). Table 1에는 GOCI Level 별 산출 자료를 정리하였다.

GOCI는 Level 1B까지의 자료처리를 영상전처리시스템(IMPS, Image Pre-processing System)에서 담당하고, GDPS는 Level 1B부터 Level 3까지의 자료 생산을 담당한다. 영상전처리시스템(IMPS)의 성능에 따라 후처리시스템인 GDPS의 성능이 좌우되므로, 성공적인 GDPS 개발을 위해서는 IMPS의 결과자료가 GDPS에 최적화되어야 했다. GOCI의 검출기로 얻어진 위성신호는 지상에서 IMPS를 통해 복사보정을 수행하면 물리적인 복사량(Radiance)을 나타내게 되며, 16개 슬롯의 GOCI 관측영역을 촬영한 16개의 부분 영상(Level 0와 Level 1A)은 기하보정 단계를 거쳐 지형적인 왜곡이 없는 하나의 영상(Level 1B)으로 병합되는 과정을 거치게 된다. 따라서 투영법(Orthographic), L1B 헤더 정보와 같이 IMPS 구현과 인터페이스에 필요한 핵심 요구사항을 제시하였다.

Table 1. List of GOCI product. GOCI Level 0 data is 16 slot raw signal images and Level 1A is a product of radiometric correction. GOCI Level 1B is a product of geometric correction. GOCI Level 2 data is a compound of several ocean analytic data stored as 2 files (L2A, L2B) and GOCI Level 3 is daily composition data and daily product like water current vector, water quality index, primary production, etc.

자료 레벨	약어	산출물	설명	예상용량(MB)
Raw	Raw	GOCI Raw file	위성신호수신파일	600
L0	L0	GOCI Level 0 file	16 슬롯별 원시영상	600
L1A	L1A	GOCI Level 1A file	16 슬롯별 복사보정된 영상	1000
L1B	L1B	GOCI Level 1B file	기하보정된 1개의 영상	800
L2A (총29개)	LW (8)	수출복사량( $L_w$ )	밴드별 복사휘도	800
	NLW (8)	정규 수출복사량( $nL_w$ )	밴드별 정규화된 복사휘도	800
	KD	해수광특성 계수 - 확산소멸계수( $K_d$ )	3가지 분석 알고리즘 이용 490nm에서의 $K_d$ 구함	100
	CDOM	용존 유기물	경험식 이용	100
	CHL	엽록소 농도	밴드비, 형광법, 경험식 이용	100
	TSS	총 부유물질	경험식 이용	100
	RI	적조지수	1밴드 지수식 이용	100
	VIS	수중 가시거리(시계거리)	$K_d$ 에서 경험식으로 도출	100
	LAND_EVI	육상 식생지수 1	식생 신호에 최적화된 지수	100
	LAND_NDVI	육상 식생지수 2	2개 밴드를 이용한 식생지수	100
	DUST_AE	황사 - 옹스트롬지수	에어로졸의 크기정보	100
	DUST_AOT	황사 - 에어로졸광학두께	에어로졸의 양	100
	DUST_TYPE	황사 - 에어로졸 타입	4가지 에어로졸 타입을 구분	100
	MASK	-	구름, 육지 마스킹 정보	25
	L2B (총9개)	A (4)	해수광특성 계수 - 흡광계수	400-500nm 4개 밴드에서의 흡광 계수
BB (4)		해수광특성 계수 - 역산란계수	400-500nm 4개 밴드에서의 역산란 계수	400
MASK		-	구름, 육지 마스킹 정보	25
L3	FGI	어장정보지수	먹이량, 해수면온도(MI, NOAA) 등에 기반한 어장정보	100
	WCL	수질등급지수	연안 수질 등급 지수	200
	PP	해양일차생산력	하루동안의 일차생산력 계산	100
	WCV	해류벡터	별도 파일로 생성	3
	DP	일간 자료 합성	8개의 관측자료를 바탕으로 L2A 자료 중 선택된 정보를 중첩	TBD

GDPS는 지구 바깥의 위성에서 관측된 신호인 Level 1B로부터 대기신호를 제거하고 해양신호만을 뽑아내는 대기보정과정을 거쳐 기초 정보를 생산하고, 다양한 알고리즘을 활용하여 해양환경 분석 자료를 생산하게 된다. GDPS는 자료처리 방식에 따라 실시간 규칙적으로 자료를 생산하는 실시간 자료처리 GDPS와 환경 설정 및 비실시간 자료처리를 하는 대화형 GDPS로 나눌 수 있다. GDPS는 해양위성센터의 표준 해양분석자료 생산시스템으로 활용하게 되며, 국가 연구기관 및 일반 연구자에게 대화형 GDPS를 제공하여 GOCI 위성자료의 기본 자료처리시스템으로 활용하게 할 것이다(Han *et al.*, 2006).

본 논문에서는 GOCI의 위성자료처리시스템인 GDPS의 개발 환경 및 입출력 자료 형식, GDPS 개발 요구사항에 따른 개발 내용, 검증체계와 그 결과 등을 제시하여, GDPS가 위성 운영 요구성능에 맞게 개발되었음을 확인하고, 향후 시스템의 개선 방향도 제시한다.

## 2. GOCI 해양자료처리시스템(GDPS) 개발 설계

### 1) 개발 목표

본 연구는 해양위성자료의 신뢰도 높은 분석처리를

위한 성공적인 해양자료처리시스템 개발을 목표로 통신 해양기상위성의 해양관측 임무의 성공적인 운영과 한반도 해역에 대한 종합적인 해양환경정보의 실시간 분석, 사용자 요구에 부응하는 양질의 해양환경 정보 생산, 해양위성 정보의 실시간 자료처리기반 구축, 국내정지궤도 해양위성 자료처리기술축적으로 세계 기술 선도라는 세부목표를 이루기 위해서 해양자료처리 알고리즘의 프로그래밍, 해양자료처리시스템 소프트웨어 개발 및 해양자료처리시스템 구축 및 시험 운영을 수행했다.

## 2) 알고리즘

기존의 위성자료처리 소프트웨어에서 사용하는 대기보정 알고리즘과 해양 분석 알고리즘들은 A. Morel 등이 1970년대 위성이 없던 때부터 제안한 알고리즘에서 지속적으로 개발되어, 센서 개발을 지원하는 연구자 팀과 해당 센서의 특성에 맞게 적용되었다. SeaWiFS와 MODIS 위성의 자료처리소프트웨어인 SeaDAS의 경우 ver 6.1(2010 Apr)을 이용하고 있으며, 여기에 적용된 알고리즘은 대기보정 중에도 Rayleigh 산란 보정, 에어로졸 산란 모델을 이용한 에어로졸 보정, 태양과 위성위치를 고려한 BRDF(Bidirectional Reflectance Distribution Function) 변환 보정, 일반적으로 정규화된 해수신호를 제공하는 알고리즘을 이용하며, 엽록소 농도를 계산하는 알고리즘만 3~4가지를 활용하고 있고, 다양한 옵션을 통해 사용자가 원하는 산출물을 얻을 수 있도록 제공하고 있다.

GDPS는 한반도 주변의 CASE-2 탁한 해역에 적합한 알고리즘을 한국해양연구원(KORDI)에서 주도적으로 독자 개발하였고, 부족한 부분은 국내의 위탁/공동연구 등을 통해 기술을 축적하였다. 한국해양연구원이 개발한 알고리즘은 대기보정, 엽록소 농도, 부유물질 농도, 용존 유기물, 흡광계수, 역산란계수, 확산소멸 계수, 적조지수, 해양 일차생산력 분석 알고리즘이다. 국외 위탁을 통해 대기보정 중 BRDF 보정, 태양반사점보정 알고리즘(SGCA, Sun Glint Correction Algorithm)을 확보하고, 국내 위탁을 통해 어장정보, 수질등급, 해류벡터, 황사, 에어로졸, 식생지수 알고리즘을 확보하였다.

GDPS의 대기보정 알고리즘은 한국해양연구원에서 독자 개발한 대기보정 알고리즘인 스펙트럼형태조화기법(SSMM, Spectral Shape Matching Method) (Ahn

and Shanmugam, 2004, Shanmugam and Ahn, 2007)과 프랑스 릴리대학에서 개발한 태양반사점보정 알고리즘을 적용하여 위성신호로부터 대기신호를 제거하고 순수 해양신호를 추출한다. 파리 6대학에서 개발한 정지궤도용 해양신호 규격화 알고리즘은 위성과 태양의 위치를 기하학적인 구조로 고려하여 정량화된 해양신호를 제시한다(Morel and Gentili, 1991, 1993, 1996).

## 3) 개발 체계

GDPS는 대기보정 알고리즘 개발, 해양환경분석 알고리즘 개발, 소프트웨어 개발, 해양위성자료처리시스템에 접목, 위성발사 후 CAL/VAL이라는 5단계 추진 체계를 가지고 있었다(Fig. 1). 각 단계별 개발 주체는 한국해양연구원을 중심으로 국내외 여러 기관과 연계 개발이 시도되었다.

## 4) 입력자료 형식

GDPS의 입력 자료는 복사보정과 기하보정이 완료된 GOCI의 Level 1B 위성신호자료이다. GOCI Level 1B 자료 파일은 HDF-EOS5(Hierarchical Data Format for Earth Observation System Version 5) 형식이며, 실제 위성신호는 32bit의 정수형(Integer) 값으로 저장되어 있다. 이 값은 실질적인 위성신호가 아닌 DN(Digital Number)값이며, 실제 위성신호인 복사량으로 변환하기 위해서는 Level 1B 자료를 위해 별도로 준비된 밴드별 scale/offset 값인 conversion table을 이용하여 float 형식으로 바꿔야 한다. 이 테이블의 정보는 12bit 인 GOCI 원시 신호자료를 좀 더 효율적이고 정확도 높

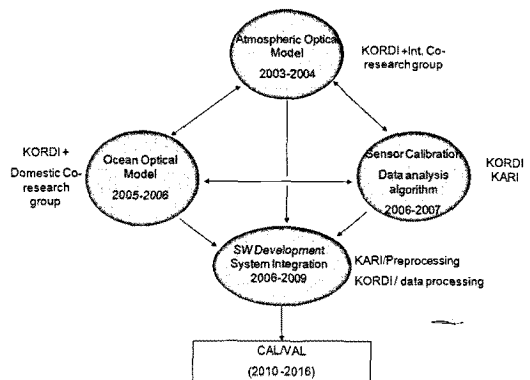


Fig. 1. Scheme for GDPS development.

계 활용하기 위해 고안된 것으로 IMPS와 공동으로 활용하는 정보이다.

GOCI Level 1B 파일은 GRIDS attribute로 5185×4967 크기의 데이터 정보를 8개 가지고 있으며, 기본 정보가 포함된 POINTS attribute가 다수 존재한다. 주로 file description, scene header, map projection 챕터에 포함되어 있으며, 기준 시간은 scan start time으로, 세계표준시(UTC)로 처리된다. 관측 영역 및 해당 자료의 복사보정, 기하보정 성능도 확인이 가능하다. 본 입력 자료는 1개의 파일로 구성되며, 크기는 대략 800MB 이상이다. 파일명은 위성\_센서\_자료레벨\_관측영역\_관측일시.확장자와 같은 형식이다. ex) COMS\_GOCI\_L1B\_GA\_YYYYMMDDHHmmSS.he5 (GA: GOCI 영역, YYYYMMDD:년월일, HHmmSS:시분초)

5) 출력자료 형식

GDPS의 출력자료는 Level 2 자료이다. 기존의 극궤도 위성인 SeaWiFS, MODIS 등이 하루 1회의 위성영상을 제공했던 것과는 달리, GOCI는 1시간 간격으로 하루 8회의 위성영상을 제공하므로, Level 2 자료가 하루

8회 생산되게 되었다. 또한, 공간해상도의 증가 및 관측 영역의 확대로 인해 1회 촬영영상의 크기가 총 4GB에 이르게 되어, 일반적인 32bit 컴퓨터에서는 1개의 파일로 생성이 불가능한 상황이었다. 따라서 COMS\_GOCI\_L2A와 COMS\_GOCI\_L2B 파일로 구분하여 생산하기로 하였으며, 두 파일의 구조는 Level 1B와 마찬가지로 HDF-EOS5 형식을 따르도록 하였다. 헤더 정보는 L2A, L2B가 동일하며, GRIDS attribute 데이터만 구분하여 저장하였다.

GDPS의 또 다른 출력자료는 Level 3 자료인데, 형식은 L2A와 동일하며, 하루 8회 생산된 L2A 자료를 바탕으로 최대/최소/평균 방법 중의 하나를 선택적으로 적용하여, 일평균자료를 생산하는 것을 목표로 하고 있다. 그리고 일 1회 생산하는 자료도 Level 3 자료에 포함해서 생산한다.

6) 개발 요구사항

GDPS는 개발된 대기보정 및 해양광학 알고리즘, 해양환경분석알고리즘을 실시간으로 처리할 수 있는 하나의 소프트웨어 및 시스템으로 만들고자 하는 가장 큰 요구사항이 있었다. 그리고 GOCI Level 1B부터 Level 2

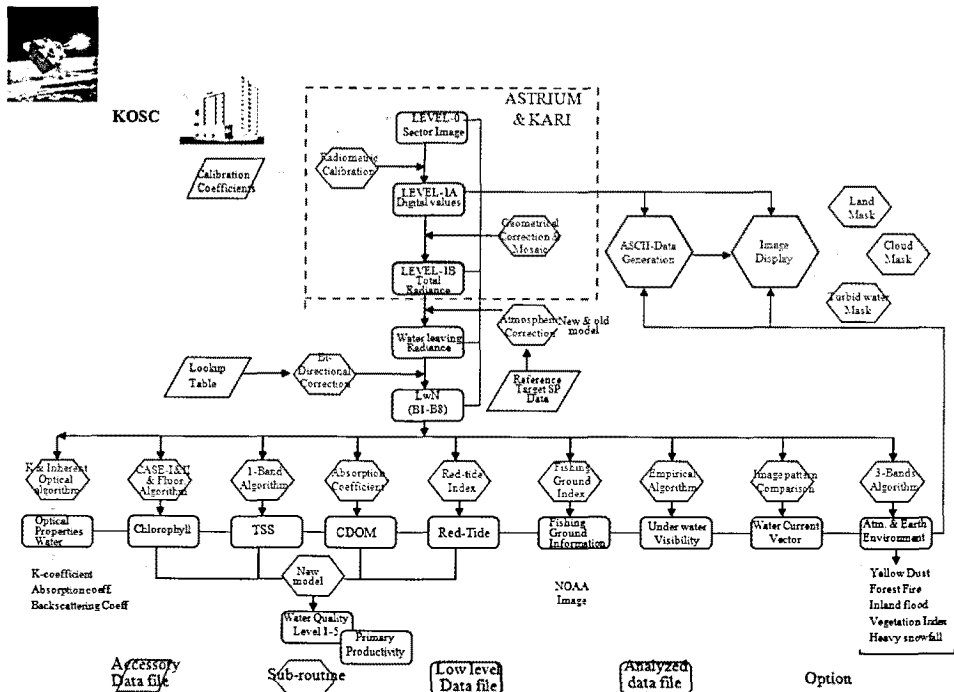


Fig. 2. GDPS algorithm and flow design of data processing (Ahn et al., 2003).

까지 생성하는데 30분 내에 모든 처리가 완료되어 사용자에게 신속하게 정보를 제공할 수 있도록 하였다. 모든 자료처리 과정은 미리 정의된 자료처리환경정보를 바탕으로 자동화 처리가 가능하도록 요구되었다.

GDPS의 개발환경은 Windows 2003 기반의 Visual C++ 2005 이었으며, 자료처리 기능 및 표출 기능은 자체 개발이 이루어지도록 요구되었다. 분석/처리된 자료는 HDF-EOS5 형식으로 저장되어야 하며, 사용자가 친숙한 텍스트 혹은 binary 등의 일반 형식이나 ENVI 등의 원격탐사소프트웨어 포맷으로 저장할 수 있어야 했다. Fig. 2는 GDPS에서 구현해야 할 알고리즘과 그 산출물을 정리하고, IMPS와 개발 연계를 보여주고 있다. 또한, 한국항공우주연구원(KARI)과 Astrium이 IMPS를 개발하며, 한국해양연구원의 해양위성센터(KOSC, Korea Ocean Satellite Center)가 Level 2 위성자료를 생산하고, 모든 위성자료의 관리 및 배포, GDPS의 개발 및 배포 등을 담당하는 것을 나타내고 있다(한희정 외, 2008b, 양찬수 외, 2007).

해양위성센터는 GDPS를 운용하기 위해서 3.4GHz 이상의 2-CPU, 4GB RAM, Gigabit Ethernet을 장착한 4way급 서버를 구축했다. 국가연구기관에서 GDPS를 운영위해서는 해양위성센터에 준하는 서버를 확충하는 것이 필요하며, 일반 사용자는 3.0GHz이상의 CPU와 2GB 이상의 메모리를 장착하고 Windows XP 이상

의 운영체제를 설치한 컴퓨터에서 대화형 GDPS를 운용할 수 있다.

### 7) 기능

GDPS는 기능 적으로 모든 알고리즘을 포함한 실시간 자료처리 기능을 가져야 했을 뿐만 아니라, 생산된 결과에 대한 분석기능도 포함하고 있어야 했다. 이를 위해서 입출력 파일에 대한 읽기/쓰기 기능과 함께 화면 디스플레이 기능이 필요했으며, 마우스 선택 시 해당 지점의 위, 경도 좌표와 영상 값이 표시되는 등의 기본적인 위치정보표시기능을 포함한 직관적인 자료 표출/분석 인터페이스 구축이 요구되었다. 이런 기능을 자료처리, 자료 표출, 자료 관리 등으로 분류하여 정리한 것이 Fig. 3과 같다.

### 8) 검증 체계

GDPS는 한국해양연구원 및 여러 연구팀에서 미리 개발된 다양한 버전의 알고리즘과 관련 프로그램 코드가 제공되었기 때문에, 구현된 GDPS에 적용된 알고리즘의 버전(수식)과 동일하게 구현되었는지를 점검할 필요가 있었다. 그리고 GDPS에서 새롭게 개발된 함수들이 기능별로 맞게 동작하는지를 기능 시험을 통해 점검해야 했으며, 생산된 자료를 분석하여 원하는 결과가 맞게 나왔는지 확인한 뒤, 전체 GDPS의 통합시험을 진행



Fig. 3. Brief diagram of contents of GDPS software.

해야 했다.

### 9) 문서체계

GDPS의 개발문서는 각 알고리즘에 대해 기술한 알고리즘 기본이론문서인 ATBD를 비롯해, 각 개발 단계 별로 요구사항정의, 기본설계, 상세설계, 화면설계, 시험문서, 기술보고서를 작성하였다. 원활한 운용을 위해 관리자 지침서와 사용자 지침서를 작성하고, 도움말 기능을 구현하였다.

## 3. 해양자료처리시스템 구현

### 1) GDPS 개발 일정

GDPS는 2003년부터 알고리즘 개발을 추진하여, 2007년 이미 완성된 몇몇 알고리즘을 기반으로 실시간 자료처리 GDPS와 대화형 자료처리 GDPS를 2008년에 완성하였다. 2008년에는 GDPS 기능 개선을 통해 황사, 육상 등 추가 기능을 구현하고, 실시간 처리기능을 좀 더 완벽하게 수정하였다. 2009년에는 GDPS 기능 구현을 마무리하고, 완성도를 평가하기 위해 GDPS 검증을 추진하였으며, 2010년 위성발사를 기점으로 GDPS 궤도상시험(IOT, In-orbit test)을 실시할 예정이다. 위성 운영기간 동안 지속적인 최신화를 통해 위성 자료 처리 및 분석이 원활히 이루어 질 수 있도록 할 것이다.

### 2) 이중화 구축 방안

GDPS는 안정적인 운영을 목표로 Fig. 4와 같이 실시간 자료처리 서버인 GDPS-R1을 물리적으로 이중화

하여 GDPS-R1A, GDPS-R1B로 구성하고 분산처리 기능을 구현하기 위해 GDPS-R2 서버를 추가하였으며, 환경 설정 및 처리 결과 확인/분석을 위한 대화형 자료 분석 서버인 GDPS-UI까지 총 4대의 서버로 구성하였다(한희정 외, 2008b).

### 3) 자료 생산

GDPS는 대기보정을 통해 얻게 된 밴드별 수출복사량, 정규 수출복사량 정보로부터 엽록소 농도, 총 부유물질, 용존 유기물, 흡광계수, 역산란 계수, 확산소멸계수, 적조지수, 해양일차생산력, 어장등급, 해류벡터, 수질 등급, 시계 거리, 황사지수, 에어로졸 광학두께, 에어로졸 타입, 식생지수와 같은 자료를 생산하는 여러 알고리즘을 개발, 구현하였다. 각 자료는 선행 자료의 필요 여부에 따라 처리순서가 정해졌으며, 자료 생산에 여러 알고리즘이 구현되었을 경우, 특정 알고리즘을 선택적으로 적용할 수 있었다. 예를 들어 엽록소 농도의 경우, 밴드 비를 이용한 계산 방법과 형광법 등 계산 방법이 여러 가지이고, 이중 하나를 실제 위성자료처리에서 선택하게 되어있다. Table 2는 GDPS를 통해 생산할 수 있는 주요 산출물과 그 활용방안을 설명하였다.

### 4) 실시간 자동화 처리 기능

GDPS는 실시간 자료처리를 위해 자동으로 입력 자료가 들어온 것을 확인하고, 해당 자료를 처리한 뒤에는 자료 관리시스템에 자동으로 등록하는 과정을 진행할 필요가 있었다. 해양위성센터의 안정적인 운영을 위하여 GDPS는 GMonitor라는 실시간 감시 및 스케줄 관리 프로그램과 GWork라는 실제 자료처리 명령수신 프로그램으로 이루어진 실시간 자동운영체계를 갖추게 되

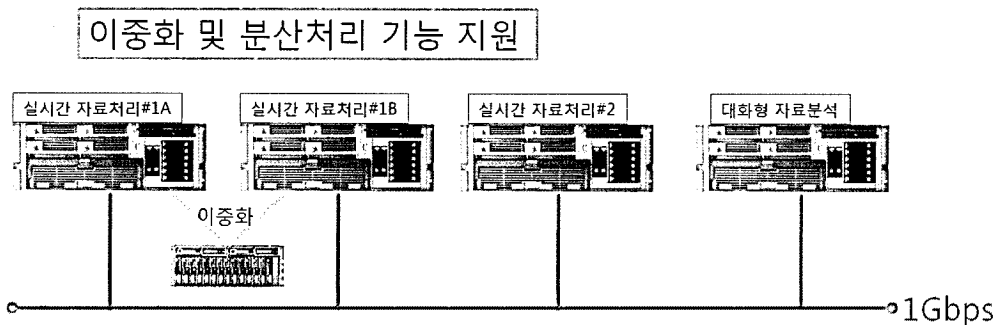


Fig. 4. GDPS hardware configuration.

Table 2. GDPS products and applications

해양위성 산출자료	주요 내용	활용 분야
수출복사량	밴드별 대기보정을 통한 해수면 복사휘도	- 적조, 어장지수 등 해양환경 분석을 위한 기초 자료로 활용
정규 수출복사량	밴드별 대기의 영향이 없는 상태에서 태양이 비쳤을 때의 해수면 복사휘도	- 적조, 어장지수 등 해양환경 분석을 위한 기초 자료로 활용
해수 광특성 계수	확산, 흡광, 역산란 등 해수 광특성 분석 계수	- 해수의 물리적 광특성 연구를 통해 해양환경 분석 및 예측
엽록소 농도	해수 내 식물플랑크톤에 포함된 엽록소 농도	- 해수 생물환경을 분석하기 위한 기본 지표로 활용 - 해양의 기초 생물생산량 추정에 활용. - 투기해역 모니터링에 활용
총 부유물질	해수에 포함된 총 부유 무기물질의 양	- 연안 해양환경 분석 및 감시 - 유류유출 등 오염물질의 이동 및 확산 모니터링
용존 유기물	해수에 녹아 있는 유기물질의 양	- 해수환경오염의 지표 - 해수 엽록소 추정에 활용(저염수 모니터링)
적조지수	적조의 발생정도	- 해양 오염 및 생태환경 모니터링 - 적조의 이동 및 확산경로 예보를 통한 적조관련 피해저감에 기여
어장지수	수산 및 어장 분포도	- 어장환경 감시 및 수산업 생산성 향상에 기여 - 장기간 해양생태계 모니터링을 통한 어족자원의 효율적 관리
수중가시거리	수평적인 물의 맑기 정도	- 수중 시계거리 분석자료를 이용한 해군 수중작전에 활용
해류벡터	해수의 유향, 유속정보 생산	- 해양환경 분석 및 예측 - 중국으로부터 유입되는 오염물질의 이동경로 파악에 활용
황사 및 육상 식생지수	황사, 식생 등 대기 및 지구환경 모니터링 정보	- 육상 산림자원 관리 및 산불 모니터링에 활용 - 황사 예보 등 대기환경 분석 및 예측에 활용
해수 수질등급	연안 해양환경 수질 분석	- 연안 수질관리 활용
일차 생산량	해양의 일차생산력 분석	- 해양환경 분석 및 예측 - 해양의 장기기후변화 연구 - 장기간 분석자료 연구를 통한 기후변화 연구 및 탄소배출관 확보에 활용

었다. 또한 공유 폴더를 이용하여 환경 설정 및 처리결과를 공유함으로써, 서버의 오류에도 불구하고 중단 없는 자료처리가 가능하게 되었다.

5) 대화형 자료처리 기능

대화형 GDPS는 자동설치 기능이 있는 설치파일 형태로 해양위성센터용, 국가연구기관용, 일반 사용자용으로 구분하여 제공된다. 해양위성센터 버전에는 위성 운영과 관련된 추가적인 서브시스템이 더 구현되어 있으며, 국가연구기관이나 일반사용자용에는 GOCI 위성 자료처리에 꼭 필요한 기능들로 구성되었다. 대화형 GDPS를 실행하면 메뉴, 툴바, 자료 리스트 표출 영역(tree 형식)과 이미지 표출영역으로 구성된 기본 화면을 만날 수 있으며, 자료 리스트 표출 영역에서 밴드나 산출물을 선택하여 이미지 형태로 확인이 가능하다. Fig. 5와 같이 GOCI Level 1B와 Level 2 자료의 표출 및 분석이 가능하다.

Fig. 6과 같은 대화형 GDPS의 L2 generation

wizard를 이용하여 사용자가 원하는 GOCI Level 2 해양 분석 자료를 생산할 수 있다. 이 방법은 실시간 자료 처리와 동일한 함수를 이용해서 자료처리가 이루어지므로, 해양위성센터의 표준자료와 동일한 결과를 얻을 수 있으며, 사용자가 원하는 알고리즘을 선택하여 자료를 생산할 수 있으므로, 연구 영역에 맞게 제공되는 알고리즘을 적용할 수 있다.

그 외에도 위성 자료 배포시스템을 이용한 GOCI 이미지 자료 배포를 위해 LRIT 이미지를 자동 생산하고, GOCI의 관측 성능을 유지하기 위한 복사보정계수를 생산하는 소프트웨어 모듈을 개발하였으며, 위성의 지구 촬영 노출 시간, 영상중첩빈도 등의 영상관측파라미터를 입력할 수 있는 소프트웨어 모듈도 포함되어 있다.

6) GDPS 검증 및 문서화

위성 발사 전 테스트를 위해 준비된 GOCI Level 1B 샘플자료를 이용하여 시스템을 지속적으로 시험하여 약 17분의 자료처리 시간이 소요되는 것으로 확인되어, 초



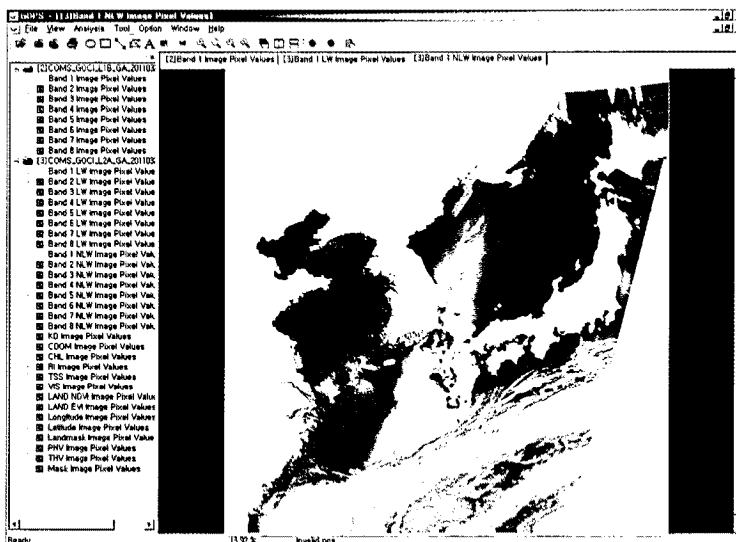
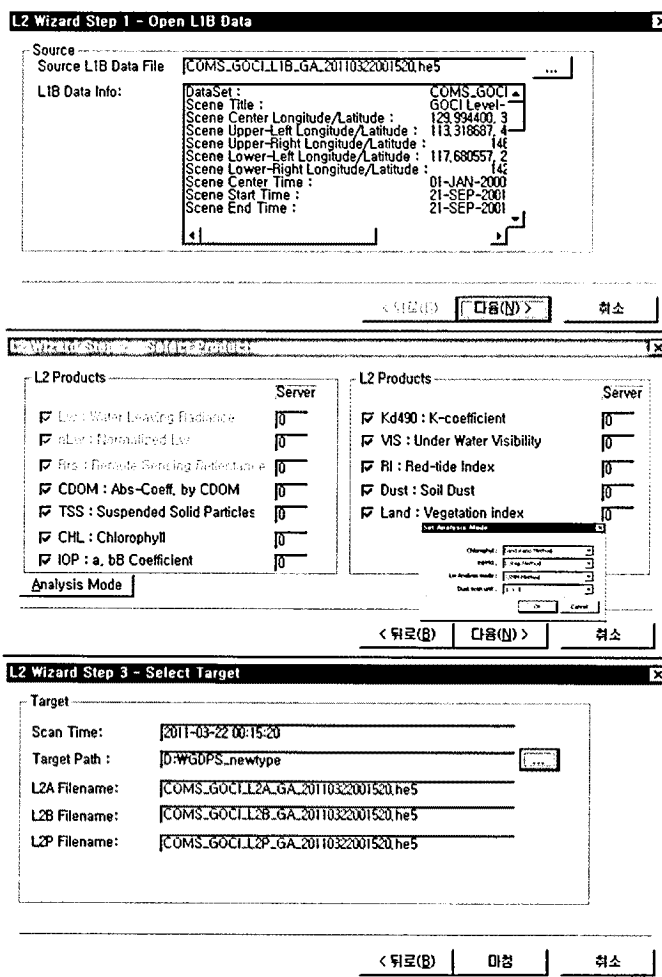


Fig. 5. GDPS interactive user interface could display the input file (level 1B) and the output file (level 2).



Window showing each step of GDPS Level 2 data generation. Step 1. Select input file. Step 2. Select product and analysis algorithm. Step 3. Select target path. The output filename will be set automatically according to the input file.

기 요구사항에 적합하게 개발되었음을 확인할 수 있었다. 그리고 샘플 위성자료가 가지고 있는 한계점으로 인해 구체적인 자료의 품질은 측정하기 어려웠지만, 각 알고리즘에서 사용되는 파라미터와 계산식이 적절하게 프로그래밍되었는지에 대한 소스코드 확인 및 기능 검증은 잘 수행되었다. GDPS 개발에 사용된 알고리즘에 대한 17종의 알고리즘 기초 문서를 작성하였고, 충실한 도움말과 사용자 지침서를 통해 GDPS 사용 편의성을 높였다.

#### 4. 결론 및 향후 개발 방향

해양위성센터의 표준운영 소프트웨어이자, GOCI의 기본 위성자료처리 소프트웨어로서의 GDPS는 위성자료 실시간 처리 및 대화형 처리/분석 기능을 비롯한 모든 기능이 구현되었고, 실시간 위성자료처리를 위해서 원도우 서버 환경에 설치되어 있는 상태이다. 해양위성센터에서 GDPS에 대한 안정화 시험 및 궤도상 시험을 마친 후 일반사용자를 위한 GDPS가 배포설치 버전으로 배포될 것이며, 지속적인 알고리즘 개선과 자료처리 및 분석 환경 개선을 추진할 예정이다.

#### 사 사

본 연구는 국토해양부 연구개발사업인 PM55660, PM55490과 한국해양연구원 일반사업인 PE98492의 지원을 받아 수행되었다. 본 소프트웨어의 기본 알고리즘을 개발/제공한 해양위성센터의 문정언, 민지은, 조성익 연구원, 인도공대의 산무감 교수, 파리6대학의 모델 교수, 국립수산과학원의 김상우 박사, 한국해양연구원 유신재 박사, 박지수 박사, 김웅 박사, 남서울대 정종철 교수, 충남대 노영재 교수, 연세대 김준 교수, 이재화, HYGEOIS의 Francois, Lille 대학의 Deschamp 교수, 미시시피대학의 Zhongping Lee 교수에 감사한다. 본 소프트웨어의 개발과 검증에 함께한 (주)en3환경의 김용준 이사와 (주)새아소프트의 김형균 이사, 김남수 차장에 감사한다.

#### 참고문헌

안유환, 유주형, 유홍룡, 석봉출, 유신재, 이재화, 산무감, 문정언, 강경국, 민지은, 최규홍, 박상영, 송영주, 박재익, 방효준, 김영록, 정종철, 양희범, 정기일, A. Morel, B. Gentili, D. Antoine, 2003. 통신해양기상위성 해양자료처리시스템 개발(I). 한국해양연구원 보고서, BSPM 24400-1624-1, pp.33-40.

안유환, 유주형, 유홍룡, 양찬수, 석봉출, 유신재, 황상철, 석문식, 노재훈, 산무감, 문정언, 민지은, 이누리, 한희정, 한태현, 김현철, 박지수, 장성태, 조성익, 이정아, 홍창수, 양수미, 김상우, 서영상, 고우진, 성기탁, 박종화, 최용규, 한인성, 최광호, 장이현, 야마다게이이코, 임진욱, 오준석, 노영재, 김웅, 정광영, 정종철, 김태훈, 노재민, 박동진, 오입상, 김홍철, 2007. 통신해양기상위성 해양자료처리시스템 개발(IV). 한국해양연구원 보고서, BSPM 39700-1852-7, pp.245-251.

안유환, 유주형, 유홍룡, 양찬수, 석봉출, 유신재, 윤석, 석문식, 산무감, 한희정, 문정언, 민지은, 이누리, 박진규, 한태현, 조성익, 성용욱, 배상수, 양수미, 최진철, 박성준, 박지수, 김용준, 류성현, 임광영, 박서영, 제창언, 박석우, 김준, 이재화, 박종화, 김도형, 정승규, 2008. 통신해양기상위성 해양자료처리시스템 개발(V). 한국해양연구원 보고서, BSPM-43600-1941-1, pp.132-144.

양찬수, 조성익, 한희정, 윤석, 광가용, 안유환, 2007. 해양위성센터 구축: 통신해양기상위성 해색센서(GOCI) 자료의 수신, 처리, 배포 시스템 설계, 대한원격탐사학회지, 23(2): 137-144.

한희정, 안유환, 유주형, 양찬수, 배상수, 조성익, 문정언, 민지은, 2008a. 정지궤도해색위성 자료처리시스템(GDPS)의 SW 개발 현황, 2008년도 한국해양학회 추계학술발표대회 발표요약집, Nov. 6-7, 2008. Vol.1,85.

한희정, 안유환, 유주형, 조성익, 2009a. 정지해양위성 자료처리시스템(GDPS)의 개발 현황 소개, 2009 한국해양학회 추계공동학술발표대회 발표요약

- 집, May.28-29, 2009 Vol.1,35.
- 한희정, 양찬수, 안유환, 임재성, 2009b. 정지궤도해색 위성 자료분석 및 배포 시스템 구축을 위한 메타 데이터 생성 방법 연구, 2009 한국해양학회 추계학술대회 요약집, Nov. 5-6, 2009 vol.1, 87.
- 한희정, 유주형, 안유환, 양찬수, 배상수, 2008b. GOCI 자료처리 및 관리 시스템의 구현 및 HW 구성, 2008 한국해양학회 춘계공동학술발표대회 초록집, May. 29-30, 2008. Vol.1,240.
- Ahn, Y. H. and P. Shanmugam, 2004. New methods for correcting the atmospheric effects in Landsat imagery over turbid (Case-2) waters, *Korean Journal of Remote Sensing*, 20: 289-305.
- Ahn, Y. H., P. Shanmugam, H. J. Han, and J. H. Ryu, 2006. Development of GOCI/COMS data processing system, *Proc. of 2006 ISRS*, Nov.2-4,2006 vol.1,90-93.
- Han H. J., J. H. Ryu, and Y. H. Ahn, 2006. Functionalities of GDPS, *Proc. of The 4th Japan-Korea Workshop on Ocean Color Remote Sensing*, Dec 18-21, 2006 vol.1,8.
- Kang G. S., S. Kang, S. Yong, J. Kim, Y. Chang, and H. Youn, 2004. Korea Geostationary Ocean Color Imager (KGOCI), *Proc. of IGARSS 2004*, Sep 20-24, 2004. Vol.1,3261-3263.
- Morel A. and B. Gentili, 1991. Diffuse reflectance of oceanic waters: its dependence on Sun angle as influenced by the molecular scattering contribution, *Applied Optics*, 30: 4427-4438.
- Morel A. and B. Gentili, 1993. Diffuse reflectance of oceanic waters. II. Bidirectional aspects, *Applied Optics*, 32: 6864-6879.
- Morel A. and B. Gentili, 1996. Diffuse reflectance of oceanic waters. III. Implication of bidirectionality for the remote-sensing problem, *Applied Optics*, 35: 4850-4862.
- Shanmugam, P. and Y. H. Ahn, 2007. New atmospheric correction technique to retrieve the ocean colour from SeaWiFS imagery in complex coastal waters, *Journal of Optics A: Pure and Applied Optics*, 9: 511-530.