

천리안위성 기상자료처리를 위한 컴포넌트 기반의 시스템 아키텍처 설계

조상규* 정희원, 김병길*, 사공영보*

A Design of Component-based System Architecture for COMS Meteorological Data Processing

Sanggyu Cho* Regular Members, Byunggil Kim*, Youngbo Sakong*

요 약

통신해양기상위성 자료처리시스템(CMDPS)은 기상 관측과 기상 예측을 지원하기 위해서 국가기상위성센터에 의해서 개발되었고, 16종 기상자료(Level 2)를 생성하고 있다. 현재 CMDPS는 후속 기상위성자료처리를 위한 시스템 확장이나 통합 S/W에 대한 효율성, 유지관리 관점에서 다소 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서, 본 논문에서는 확장성을 갖는 통신해양기상위성 기상자료처리를 위한 컴포넌트 기반 시스템 아키텍처를 제안하였다. 제안된 시스템은 확장 가능한 아키텍처를 갖는 컴포넌트 기반의 프레임워크를 채택하고 있으며, 신규 위성자료처리 알고리즘 개발과 시스템 유지관리를 위해 손쉬운 방법을 제공할 것으로 기대된다.

Key Words : COMS, CMDPS, Component, CBD, Level 2

ABSTRACT

The Communication, Ocean and Meteorological Satellite(COMS) data processing system(CMDPS) has developed to support the meteorological observation and weather prediction by NMSC(National Meteorological Satellite Center) and it is generating the 16 kind of meteorological data(Level 2 product). Unfortunately, currently CMDPS has some problems in terms of the system maintenance and the integrated software efficiency, and the extension to support the next generation meteorological satellite data processing.

To solve this problems, in this paper, we suggest the extensible component-based system architecture for COMS meteorological data processing with consideration of identified issues. Proposed system is adapted the component-based frameworks with extensible architecture. We expects that this system will be provide easy ways to develop new satellite data processing algorithms and to maintain the system.

I. 서 론

최근 기후변화가 큰 이슈가 됨에 따라서 전 지구적인 기후나 환경변화를 감시하고 분석하는 일은 매우 중요하다. 특히, 위성을 통한 지구 관측은 기상분야 뿐만 아니라, 전지구 환경감시나 기후변화, 생물자원의 효과적인 활용 및 보존 등 많은 분야에서 그 중요성이 강조되고 있다. 이에 선진 각국에서는 다양한 종류의 관측용 센서 및 위성 개발에 많은 자원을 투자하고 있으며, 위성 강국인 미국이나 일본을 중심으로 우주기상 감시 및 예보서비스가 활발히 추진되고 있다.

이는 기상·기후정보가 산업 및 국가경쟁력 확보, 국가안보 등 다양한 분야에서 매우 중요한 요소로 부각되고 있음의 미한다[1].

우리나라는 국가전략사업의 일환으로, 우리나라 최초의 정지궤도 복합위성인 통신해양기상위성(COMS 또는 천리안 위성)을 2010년 6월 27일에 성공적으로 발사한 바 있다. 현재, COMS는 지상과의 통신 서비스, 기상관측, 해양관측 임무를 수행하고 있다. 특히, 기상현상의 연속 감시나 기상요소 산출 및 분석, 위험기상(태풍, 집중호우, 황사) 조기 탐지, 기후변화 분석 등의 기상임무는 한반도 주변의 악기상 대처능력을 제고하는데 가장 큰 비중을 두고 있다.

* 솔탐 (sgcho@soletop.com, kbk@soletop.com, ybsakong@soletop.com), 교신저자 : 조상규

※ 이 연구는 한국기상산업진흥원 “2013년도 기상산업 지원 및 활용기술개발” 사업의 연구비 지원을 받아 수행된 연구 결과임.

접수일자 : 2014년 1월 27일, 수정완료일자 : 2014년 3월 6일, 최종게재확정일자 : 2014년 3월 10일

기상청의 국가기상위성센터에서는 COMS의 기상탑재체(Meteorological Imager)로부터 관측자료(Level 0)를 실시간 수신하여 복사보정(radiometric calibration) 및 위치보정(geometric correction) 등의 전처리 과정을 거치고 이 자료(Level 1B)를 이용하여 기상분야 활용을 위한 구름정보, 강수, 안개, 바람 등의 16가지 기상정보(Level 2)를 산출하고 있다. 이 시스템을 천리안위성 기상자료처리시스템(COMS Meteorological Data Processing System, CMDPS)이라 한다. CMDPS는 COMS 원시자료처리(Level 0), 분배, 저장, 관리의 등의 기능을 수행하는 현업운영시스템(operation system)과 함께 결합되어 실시간 운영되고 있다[2]. 다만, CMDPS 개발 5차년도 이후, 천리안위성 지상국시스템과의 결합을 통한 CMDPS 운영의 안정성 확보에 중점을 두다 보니, 시스템 개발자에 의한 대대적인 알고리즘 수정 및 개선 작업을 진행하기 어려운 상황이었다. 따라서 현재의 CMDPS 통합 S/W에 대한 효율성을 분석할 필요성이 제기 되었다[3]. 또한, 현재 CMDPS는 현업 예보 업무를 우선적으로 지원하기 위한 목적으로 개발되었기 때문에 국내·외의 다양한 수요에 대한 신속한 대응을 위해서는 재정적·기술적 부담을 감수해야 한다.

우리나라는 2017년 COMS 대체 기상위성 발사를 계획하고 있으며, 후속 기상위성의 경우에 COMS에 비해서 관측 채널수가 5채널에서 16채널, 산출물 수는 16종에서 58종, 자료 전송속도는 2.6Mbps에서 60Mbps, 운용기간은 7년에서 10년으로 확장될 예정이다. 이때, 기 개발이 완료되어 운영 중인 CMDPS를 통해 후속 기상위성 자료처리를 수행하고자 한다면 확장 개발이 필요하다[4]. 또한, 향후 개발될 다양한 위성 영상처리시스템의 개발에 있어, 시스템의 확장성과 타 시스템과의 상호 운용성, 그리고 기존 시스템의 재사용성 및 변경 가능성 등의 다양한 요구사항 등이 증가하고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 미국이나 유럽 등의 선진국에서는 기존의 시스템에 대한 아키텍처를 개선하거나 새로운 시스템 아키텍처를 도입하고 있다[5].

본 논문에서는 천리안위성의 Level 2 자료와 같은 기상요소 산출물을 필요로 하는 국내외 사용자(기상관련 연구소, 대학, 기관, 소방방재청 등)의 수요에 대응하고 후속 기상위성 자료처리를 지원과 같은 다양한 요구사항을 만족시키기 위해서 확장 가능한 컴포넌트 기반 천리안위성 기상자료처리시스템(Component-based CMDPS) 아키텍처를 제안하였다.

II. 천리안위성 기상자료처리 시스템

본 장에서는 천리안위성 기상자료처리시스템(CMDPS)의 16종 기본산출자료에 대한 자료처리 과정에 대해서 간략히 소개한다. 보다 상세한 설명은 참고문헌 [6]을 참조하기 바란다.

다. 그림 1은 CMDPS 통합 S/W의 구성을 도시한 것이다.

CMDPS 통합 S/W는 온라인(Online)과 오프라인(Off-line)으로 동작한다. 온라인 모드는 실시간 CMDPS 처리과정을 관리 및 제어, 감시하는 작업관리모듈(Job Control Module, JCM), 각 산출물 생성을 위한 입력 자료를 준비하는 전처리 모듈(Preprocessing Module, PRM)과 16종의 기상요소 산출자료를 생산하는 자료처리 모듈(Data Processing Module, DPM), DPM 산출자료를 분배하고 다음 관측시간의 산출물 생성에 필요한 입력자료 및 합성장을 생산하는 후처리 모듈(Post-processing Module, POM)로 구성 된다.

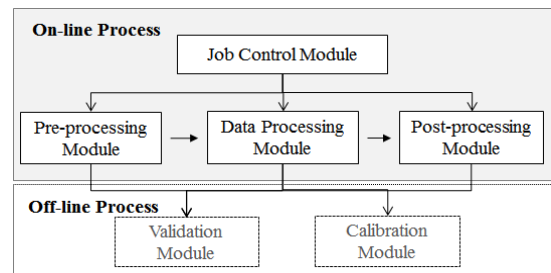


그림 1. CMDPS 통합 S/W 구성

표 1. 천리안위성 2차 산출물 목록

산출물 명	설명
구름 탐지	- Cloud Detection(CLD) - 구름의 존재 유/무 정보
청천복사휘도	- Clear Sky Radiance(CSR) - 구름이 없는 지역의 복사량 추정
대기운동벡터	- Atmospheric Moving Vector(AMV) - 구름 이동 분석(풍향/풍속/바람정보)
해수면온도	- Sea Surface Temperature(SST) - 해양 표면 온도 정보
지표면온도	- Land Surface Temperature(LST) - 지표면 온도 정보
해빙/적설역 탐지	- Sea Ice/Snow Detection(SSI) - 극지방의 해빙, 눈 쌓인 지역 추정
표면도달일사량	- Insolation(INS) - 지표면 도달 에너지 추정
상층수증기량	- Upper Tropospheric Humidity(UTH) - 대류권 상층의 상대습도 분석
가강수량	- Total Precipitable Water(TPW) - 대류권의 연직 수증기 총량 추정
구름 분석	- Cloud Analysis(CLA) - 구름 형태/양/구름상/광학특성 추정
운정온도/고도	- Cloud Top Temp./Height(CTTH) - 구름 상부의 온도/고도/기압 추정
안개 탐지	- Fog Detection(FOG) - 주/야간 안개 추정 정보
강우강도	- Rainfall Index(RI) - 강수 가능 지역과 강우강도 추정
지구방출 복사량	- Outgoing Long Radiance(OLR) - 대기 상한의 구름장파 복사량 추정
에어로솔 탐지	- Aerosol Index(AI) - 황사의 발생 및 이동경로 추정
에어로솔 광학두께	- Aerosol Optical Depth(AOD) - 에어로솔에 대한 대기혼탁도 추정

반면에 오프라인 모드는 DPM의 산출 자료에 대한 품질을 검증하는 검증 모듈(Validation Module, VAD)과 COMS 관측자료(Level 1B)의 자료를 검정하는 검정 모듈(Calibration Module, CAM)로 구성된다. 위 구성은 일련의 기상위성자료처리 과정을 기능 별로 분할하여 6개의 모듈로 구성한 것이다[6]. 특히, DPM에서는 천리안위성의 원시자료에 대해서 전처리 과정을 거친 Level 1B 자료와 오존(Ozone), 식생지수(Normalized Differential Vegetation Index) 등의 외국 기상위성 자료, 수치예보모델(Numerical Weather Predictor) 자료와 같은 국내·외 기상예보 및 관측 자료 등을 이용하여 표 1과 같은 16종의 Level 2가 생성된다.

그림 2는 DPM에서 각 산출물을 생성하기 위해 수행되는 자료처리 흐름을 도시한 것이며, DPM은 내부적으로 일괄모드(union mode)와 단일모드(single mode)로 동작한다. 일괄모드는 각각 분리된 16종 산출물 알고리즘 S/W를 하나의 주 S/W로 통합하고 일괄적으로 산출물을 생성하는 모드로 정규관측과 특별관측 상황에 따라 실시간 자료처리가 가능하다. 이때, 정규관측은 COMS 관측시간 스케줄(schedule)에 따라 주기적으로 산출물을 생성하기 위해 수행되며, 특별관측은 정규관측과 달리 태풍, 악기상 등 재해기상 발생 시 수행된다. 단일모드는 각 산출물 알고리즘 S/W가 단계별·독립적으로 수행된다. 단, AMV 산출물은 알고리즘의 복잡도로 인해서 CLD 산출물을 포함한 15종의 산출물 자료처리시스템과는 별개의 시스템에서 생산된다.

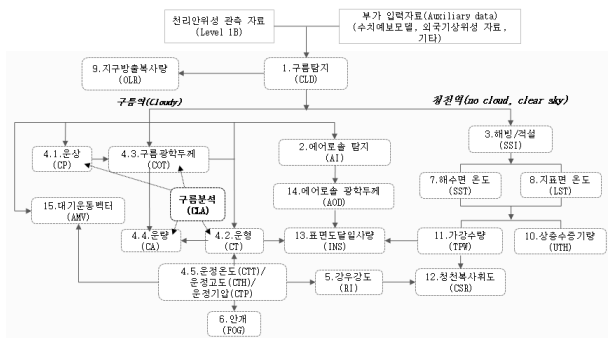


그림 2. CMDPS DPM의 자료처리 흐름

지금까지 CMDPS의 기상자료처리 과정을 살펴보았다. CMDPS는 쉘(shell) 프로그램을 기본 인터페이스(interface)로 채택하고 있으며, 각 산출물 알고리즘은 FORTRAN90을 이용한 표준 S/W 작성 규칙을 준수하여 공통 항목의 모듈화, 모듈 간 변수 전달 방식의 일관성 및 효율성, 병렬화, 통신 속도, 메모리 크기 등을 고려하여 개발되었다[7].

하지만, 향후 개발될 다양한 위성 영상처리시스템을 지원하기 위해서는 유지보수, S/W 인터페이스 면에서 확장성을 고려하여 구조적인 변경이 필요할 것으로 판단된다[5].

III. 컴포넌트기반 천리안위성 기상자료처리시스템 설계

본 장에서는 컴포넌트 기반의 천리안위성 기상자료처리 시스템에 대해서 기술한다.

향후 다양한 위성영상처리 시스템 개발에 있어서, CMDPS의 확장성과 타 시스템과의 상호 운영성, 기존 시스템의 재사용과 변경 및 유지보수 용이성 등의 다양한 요구사항에 대응하기 위한 CMDPS의 확장된 시스템 아키텍처를 제안하였다. 이때, 제안된 시스템은 CMDPS와 같은 신규 시스템의 개발이 아니라, 이미 잘 개발되어 운영되고 있는 CMDPS의 고유한 기능에 대해서 컴포넌트 단위의 작업을 수행하고, 표준 인터페이스(Standard Interface)를 갖는 공통 프레임워크(Common Framework)를 기반으로 하여 그림 3과 같은 CBD(Component-based Development) S/W 개발 절차에 따라 확장성이 뛰어난 시스템 아키텍처로 설계된 컴포넌트 기반의 천리안위성 기상자료처리 시스템이다.

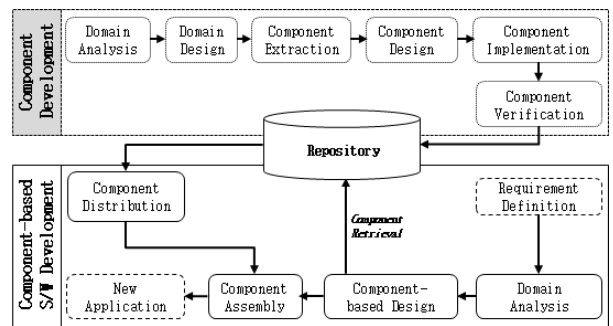


그림 3. 컴포넌트 기반 S/W 개발 흐름

1. 공통 프레임워크(Common Framework)

기존에 구축된 위성영상처리 시스템은 특정 자료 및 기능에 국한되어, 제한적인 구조를 갖고 있기 때문에 새롭게 개발될 시스템은 표준화를 통한 통합개발 환경이 요구된다[5]. 본 논문에서는 그림 4와 같은 공통 프레임워크를 컴포넌트 기반의 천리안위성 기상자료처리시스템 설계에 반영하였다.

공통 프레임워크는 신규 시스템의 고유 기능에 따라 Application, Framework, Component로 세분화 된다. 이때, Application 항목은 사용자 인터페이스나 시스템 관리 및 서비스 역할, Framework 항목은 표준 인터페이스를 통한 어플리케이션이나 컴포넌트에 대한 관리 역할, Component 항목은 Framework 항목에서의 표준 인터페이스에 의해 이용되는 그림 5와 같은 단위 컴포넌트 관리 등의 역할을 한다.

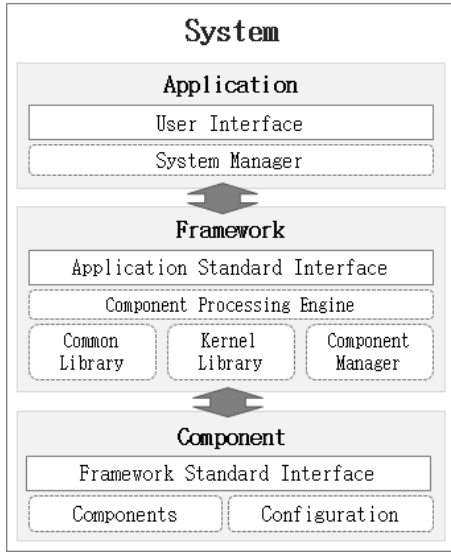


그림 4. 공통 프레임워크 개념도

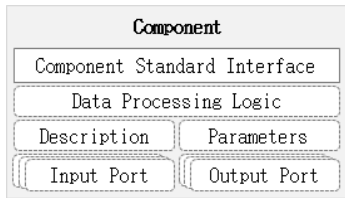


그림 5. 컴포넌트 내부 인터페이스

2. 컴포넌트 기반의 천리안위성 기상자료처리시스템

제안된 시스템은 공통 프레임워크를 기반으로 그림 6과 같이 3개의 서브시스템(Sub-system)을 갖는 형태로 설계하였다. 각 서브시스템은 Level 1B나 보조 자료의 수집 및 가공 역할을 수행하는 DAS(Data Acquisition Sub-system), 각 서브시스템의 상태나 Level 2 자료 생성에 대해서 제어하는 CMS(Control and Monitoring Sub-system), Level 2 자료를 직접 생산하는 DPS(Data Processing Sub-system)가 포함된다.

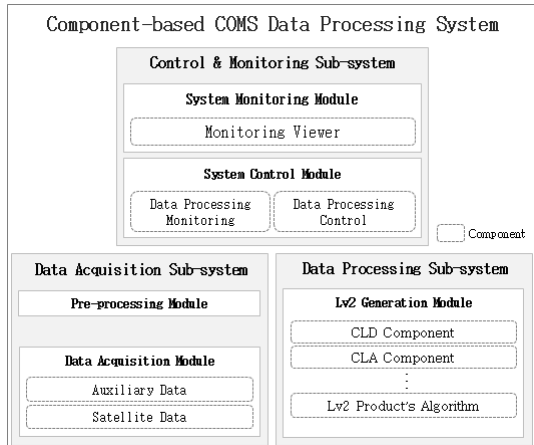


그림 6. 제안 시스템의 구조

이때, 각 서브시스템은 고유 역할에 따라 그림 6의 세부적인 모듈에 대한 다수의 컴포넌트를 포함한다. 특히, 이미 개발되어 있는 CMDPS의 Level 2 산출물 알고리즘을 그림 5와 같은 컴포넌트 형태를 갖도록 하였다. 이는 기존 CMDPS와 같은 기존 시스템의 특화된 내용을 재사용할 수 있도록 하는 것이다. 그림 7은 제안된 시스템 간의 자료 교환 및 내부 인터페이스를 도시한 것이다. 각 서브시스템 별로 고유 기능을 수행하는 모듈(module)을 포함하도록 구상하였다.

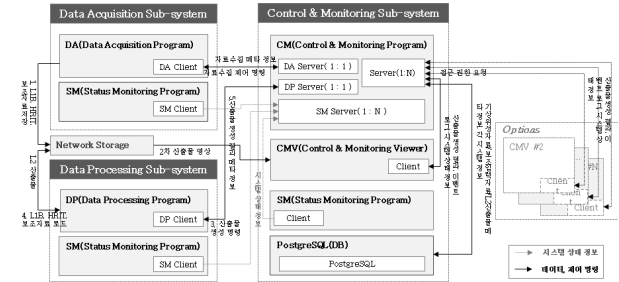


그림 7. 제안 시스템의 서브시스템 인터페이스

추후 설계된 시스템에 대해서, CMDPS의 산출물 별 알고리즘을 컴포넌트 단위로 제작하고 각 산출물의 컴포넌트를 유기적으로 조립하여 사용자가 원하는 Level 2 자료를 생성하도록 개발한다. 이는 기존 CMDPS 내의 산출물 별 알고리즘을 재사용함으로써 손쉽게 신규 시스템을 구축할 수 있으며, 후속 기상위성자료처리시스템을 통해 생성하고자 하는 산출물에 대한 알고리즘을 컴포넌트로 작업할 수 있다면 손쉽게 제안된 시스템을 통해서 사용자가 원하는 산출물을 생산할 수 있음을 의미한다.

IV. 결론

본 논문에서는 기존의 CMDPS에 대해서 분석하고, 기존 시스템의 확장성을 고려한 컴포넌트 기반의 기상자료처리시스템을 제안하였다.

제안된 시스템은 기존 CMDPS에 대해서 시스템 확장 및 유지보수에 대한 요구 사항과 향후 개발 될 다양한 위성영상 처리시스템의 개발에 있어서 기존 시스템의 재사용성 및 변경 가능성을 고려하였다. 또한, CMDPS의 산출물 별 알고리즘을 컴포넌트 단위로 제작하고 각 산출물의 컴포넌트를 유기적으로 조립하여 사용자가 원하는 Level 2 자료를 생성할 수 있는 형태로 개발을 진행할 예정이다.

특히, 제안된 시스템은 기존 CMDPS 내의 산출물 별 알고리즘을 재사용함으로써 신규 시스템의 구축 시간을 단축시킬 뿐만 아니라, 후속 기상위성의 자료처리 지원과 같은 추가적인 요구 사항에 대해서도 신속하고 유연하게 대처할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 국가과학기술위원회, 2011, '기상업무발전 기본계획(안)
- [2] 국가기상위성센터, 2011, 기상위성영상의 이해(I), pp. 41-44.
- [3] 기상청, 2007, 통신해양기상위성 기상자료처리시스템 기상요소 통합소프트웨어 효율성 분석, pp. 10-11, 2007.10.
- [4] 기상청 국가기상위성센터, 2010, 천리안위성 기상자료처리 및 활용기술 개발을 위한 기획연구 보고서
- [5] Seung Hak Kuk and al, "Survey of System Architectures of Meteorological Satellite Image Processing System for Building NMSC Image Processing System," Korea on Journal of Remote Sensing, Vol. 28, No. 1, pp. 101-116, 2012.
- [6] 국립기상연구소, 2009, 통신해양기상위성 기상자료처리시스템 개발 최종보고서
- [7] 김종근, 윤자영, 이두호, 조미현, 안명환, 정주용, 손은하, "통신해양기상위성 기상자료처리시스템(CMDPS) 통합 S/W 개발," 2007년 한국기상학회 봄 학술대회 논문집, pp. 354-355, 2007.

사공 영 보(Youngbo Sakong)



- 1993년 3월~1995년 2월 : (주)리딩텍
- 1995년 5월~1999년 1월 : 솔답엔지니어링 대표이사
- 1999년 2월~현재 : (주)솔답 대표이사

<주 관심분야> : 위성영상, 위성관계, 위성통신, 기상위성, 위성시스템, 무인기

저자

조 상 규 (Sanggyu Cho)



- 2002년 2월 : 군산대학교 전자공학과 학사졸업
- 2004년 2월 : 군산대학교 정보통신전과 공학 석사
- 2010년 8월 : 군산대학교 정보통신전과 공학 박사

· 2012년 9월~현재 : (주)솔답

<관심분야> : 위성통신, 영상압축, Computer Vision, Image Processing, Video Surveillance System

정회원

김 병 길(Byunggil Kim)



- 2002년 2월 : 경북대학교 전자공학과 학사졸업
- 2005년 8월 : 충남대학교 통신시스템 공학 석사
- 2001년 11월~2011년 01월 : (주)에이알테크놀로지

· 2011년 2월~2012년 6월 : 아이맥소프트(주)

· 2012년 7월~현재 : (주)솔답

<관심분야> : 위성통신시스템, 전파간섭분석