

Sun Grid Engine 기반 위성영상 처리 시스템

최윤수*, 이민호*, 이상환*

*한국과학기술정보연구원

e-mail:armian@kisti.re.kr

Sun Grid Engine-based Satellite Image Processing System

Yun-soo Choi*, Min-ho Lee*, Sang-hwan Lee*

*Korea Institute of Science and Technology Information

요 약

환경, 해양, 지질자원, 기상 기후 등 다양한 분야에서 연구목적으로 인공위성에 의해 관측된 위성영상을 활용하고 있다. 인공위성으로부터 수신된 영상데이터는 많은 왜곡을 포함하고 있으므로, 이를 이용하여 신뢰할 수 있는 분석을 하기 위해서는 영상데이터에 대한 보정 작업이 선행되어야 한다. 하지만 대부분의 전처리 작업이 단일노드/단일코어를 이용하고 있기 때문에 많은 연구자들이 불편함을 가지고 있다. 본 논문은 단일노드/단일코어 상에서 수행되는 위성영상 처리 방식을 다중노드/다중코어를 이용하는 분산 처리 방안을 제안한다. 7개의 작업 실행 노드를 이용하여 실험한 결과에서, 분산 기반의 처리 성능이 단일노드/단일코어에서 수행된 처리 성능보다 최고 560.65% 향상되었음을 보여주었다.

1. 서론

인공위성에 의해 관측된 위성영상은 환경, 해양, 지질자원, 기상 기후 등 다양한 분야에서 활용되고 있다[1]. 인공위성으로부터 수신된 최초의 영상데이터는 많은 왜곡을 포함하고 있으므로, 이를 이용하여 신뢰할 수 있는 분석을 하기 위해서는 영상데이터에 대한 보정 작업이 필수적으로 선행되어야 한다.

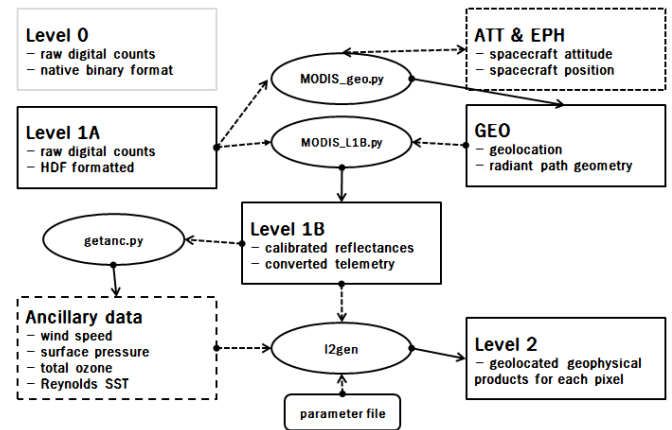
이러한 보정 작업은 위성영상을 처리하는 모든 연구 분야에서 필수적인 요소임에도 불구하고, 그 처리 방식이 단일노드/단일코어 상에서 이루어지고 있기 때문에 상당히 느린 처리 속도를 보여 주고 있다.

본 논문은 NASA에서 제공하는 위성영상을 처리하기 위해 제공되는 SeaDAS(SeaWiFS Data Analysis System)의 영상 처리 흐름을 분석하고, Sun Grid Engine (이하 SGE)을 이용한 위성영상 분산 처리 시스템을 제안하고 평가 한다.

2. 관련연구

SeaDAS는 1994년 SeaWiFS(Sea-viewing Wide Field of view Sensor)영상을 처리하기 위하여 시작된 프로젝트로서, 20여년 동안 지속적인 발전을 통해, OCTS(Ocean Color Temperature Scanner), CZCS(Coastal Zone Color Scanner), MODIS(Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer)등 다양한 인공위성 센서로부터 얻어진

영상에 대한 처리 방법을 제공하고 있다[2].



(그림 1) 위성영상 처리 흐름도

(그림 1)은 MODIS 센서로부터 얻어진 위성영상 데이터를 단일노드/단일코어 상에서 SeaDAS를 이용하여 처리하는 전체적인 흐름을 보여 준다.

MODIS_geo.py는 필요한 보조 데이터들을 지정된 웹사이트로부터 다운로드 한 뒤, Level-1A 파일에 대한 GEO 파일을 생성한다. MODIS_L1B.py는 Level-1A 파일과 GEO 파일을 이용하여 Level-1B 파일을 생성한다. getanc.py는 Level-2 파일을 생성하기 위해 필요한 보조 데이터를 다운로드하는 작업이고, I2gen은 Level-1B 파일과 연관된 보조 데이터를 이용하여 Level-2 파일을 생성

한다. 4개의 하부 프로세스들은 순차적으로 실행되어 전체 공정을 완성한다[3].

Sun Grid Engine(SGE)은 이기종의 분산 환경에서 사용자의 작업을 분산해주는 배치 스케줄러이다. SGE는 크게 마스터 노드(master node), 작업 제출 노드(submit node), 작업 실행 노드(execution node)로 구성되어 있으며, 사용자가 자신의 작업을 작업 제출 노드의 작업큐에 제출하면, 마스터 노드가 자신이 관리하는 작업 실행 노드들 중에서 작업 부하가 가장 적은 노드를 선택하여 작업을 전달하는 방식으로 동작한다[4][5].

SGE이 동시에 처리할 수 있는 작업의 수는 작업 실행 노드들의 모든 코어수를 합한 수와 동일하며 이를 작업슬롯이라 부른다. 작업큐에 제출된 작업의 수가 전체 작업슬롯의 개수보다 많은 경우, 나머지 작업들은 작업큐에서 대기하다가 작업슬롯이 사용가능한 시점에 할당 된다.

3. SGE기반 위성영상 전처리 시스템

SeaDAS를 이용하여 단일노드/단일코어에서 수행하던 작업을 다중노드/다중코어를 이용한 분산 처리로 전환하기 위해서는 먼저 위성 영상 처리 작업에 대한 독립성과 병목현상을 파악해야 한다. 독립성이 보장되는 영역은 분산 처리가 가능하지만 중속성이 있는 영역은 잘못된 결과를 생성할 수 있고, 병목현상이 발생하는 영역은 처리 속도가 저하되거나 처리가 불가능할 수 있으므로 분산 처리에 적합하지 않다.

SeaDAS의 처리 흐름에서 병목현상이 발생하는 부분과 중속성이 발생하는 부분은 다음과 같다.

Level-1A 파일에서 GEO 파일과 Level-1B 파일 생성 작업을 수행하기 전에, 필요한 보조 파일들을 해당 웹사이트로부터 다운로드하는 작업을 수행한다. Level-1B 파일에서 Level-2 파일 생성 작업에서도 관련된 보조 파일들을 다운로드 하는 작업을 수행한다.

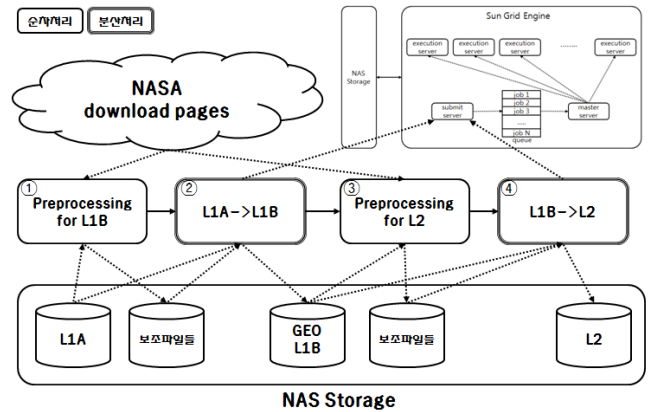
위성영상 처리를 위한 보조 파일들을 다운로드하는 작업은 동시에 분산 처리되는 파일들의 개수만큼 발생하므로, 웹 자원에 접근하는 작업에서 병목현상이 발생하게 된다. 또한 여러 위성 영상들에 대한 보조 파일들은 실제적인 거의 동일한 파일이기 때문에, 이 부분을 분산 처리하게 되면 동일한 보조 파일들을 동시에 중복해서 다운로드하는 불필요한 작업을 수행하게 된다.

SeaDAS는 Level-1A 파일을 입력받아 Level-1B 파일을 만드는 과정에서 작업 디렉토리에 임시 파일들을 생성한다. 이 임시 파일들은 처리 과정에서 일시적으로 생성되는 파일이다. 처리가 정상적으로 종료하는 경우, 임시 파일들은 종료 시점에 제거된다.

이 중에서 고정된 파일이름을 갖는 임시 파일들이 존재한다. 2개 이상의 프로세스가 동일한 작업 디렉토리를 이용하여 각각 위성 영상을 처리하는 경우, 고정된 파일이름으로 인해 독립성이 보장되지 않기 때문에 부적합한 처리

결과를 발생시킨다.

본 논문에서는 병목현상을 발생시키는 보조 파일 다운로드 부분을 순차 작업으로 전환하여 마스터 노드에서 수행하도록 하고, 나머지 부분은 분산 작업으로 수행하도록 하였다. 분산 작업에서 독립성을 보장하기 위하여 각각의 처리 프로그램에 독립된 작업 디렉토리를 할당하도록 구성하였다.



(그림 2) 분산 기반 위성 영상 처리 구성도

<표 1> 단계별 작업 내용

| 단계 | 작업내용 |
|----|---|
| 1) | GEO, L1B 파일 생성을 위한 전처리 작업 (순차 작업) |
| | 작업할 모든 L1A 파일들에 대해서, 웹 사이트로부터 필요한 보조 파일들을 다운로드 한다. SGE에서 처리할 작업에 대한 쉘 스크립트를 생성한다. |
| 2) | GEO, L1B 생성 작업 (분산 작업) |
| | 작성된 쉘 스크립트들을 SGE의 작업 제출 서버에 제출하고, SGE의 작업 실행 노드들에서 작업들이 분산되어 수행된다. |
| 3) | L2 생성을 위한 전처리 작업 (순차 작업) |
| | 2)작업이 모두 종료할 때까지 기다린 후, 작업할 모든 L1B 파일들에 대해서, 웹 사이트로부터 필요한 보조 파일들을 다운로드 한다. SGE에서 처리할 작업에 대한 쉘 스크립트를 생성한다. |
| 4) | L2 생성 작업 (분산 작업) |
| | 작성된 쉘 스크립트들을 SGE의 작업 제출 서버에 제출하고, SGE의 작업 실행 노드들에서 작업들이 분산되어 수행된다. |

(그림 2)는 SGE를 이용한 위성 영상 분산 처리에 대한 구성도이고, <표 1>은 단계별 작업 내용을 보여 준다.

단계 1)과 단계 3)은 순차 작업이고, 단계 2)와 단계 4)는 SGE를 이용한 분산 작업이다. 단계 1)과 단계 3)은 각각 단계 2)와 단계 4)를 수행하기 위해 필요한 보조 파일들을 다운로드하는 작업을 수행하고, 단계 2)는 Level-1B 파일을 생성하는 분산 작업, 단계 4)는 Level-2 파일을 생성하는 분산 작업이다.

단계 3)의 전처리 작업은 단계 2)에서 생성된 Level-1B 파일들을 입력으로 사용하기 때문에, 단계 2)와 단계 3)

사이에서 동기화 작업이 수행되어야 한다. 단계 2)에서 모든 작업들이 종료한 후에 단계 3)과 단계 4)가 실행된다.

본 논문에서 사용된 클러스터 사양은 <표 2>와 같다. SGE의 작업 실행 노드는 7대이다. MODIS Level-1A 70 개 파일(평균 크기 381.7MB)이 실험을 위한 데이터로 사용되었다¹⁾.

<표 2> 클러스터 서버 사양

| 항목 | CPU | MM | Storage | Nodes |
|----|------------------|------|------------|-----------------------------|
| 내용 | 3.50GHz 8Core | 32GB | NAS 3TB | Master - 1 Execution - 7 |

<표 3> 입력 데이터 및 생성 데이터

| 단계 | 파일 유형 | 평균 크기 |
|------------------------|---------|--------------------|
| 입력 데이터 | L1A_LAC | 381,695,833 |
| 단계 1),2) (L1A->L1B) | GEO | 60,685,417 |
| | L1B_LAC | 243,114,582 |
| | L1B_HKM | 137,593,024 |
| | L1B_QKM | 143,090,917 |
| | TOTAL | 584,483,939 |
| 단계 3),4) (L1B->L2) | L2_LAC | 148,610,443 |

<표 3>은 70개의 입력 데이터와 단계별 처리 후 생성된 데이터에 대한 통계를 보여 준다. Level-1B 파일 처리 시 생성되는 파일의 평균 크기는 Level-2 파일 처리 시 생성되는 파일 크기의 약 3.93배이다.

70개의 위성 영상을 SGE를 이용하여 분산 처리 작업을 수행할 때 다양한 조합을 사용할 수 있다. 위성 영상 한 파일을 처리하는 일을 '태스크'로, SGE에 제출되는 일을 '작업'이라 정의하면, 1개의 태스크를 1개의 작업으로 처리할 수도 있고, 10개의 태스크를 1개의 작업으로 처리할 수도 있다.

<표 4> 실험결과

| 환경 | 단계 1),2) (L1A->L1B) | 단계 3),4) (L1B->L2) | TOTAL | 성능 |
|--------|------------------------|-----------------------|--------------|----------------|
| single | 1,816 | 4,581 | 6,397 | 100.00% |
| sge 70 | 719 | 496 | 1,215 | 526.50% |
| sge 35 | 692 | 449 | 1,141 | 560.65% |
| sge 14 | 630 | 518 | 1,148 | 557.23% |
| sge 7 | 583 | 803 | 1,386 | 461.54% |

<표 4>에의 '환경'열에서 'single'은 단일노드/단일코어에서 수행한 작업이다. 단계 1),2)작업에 비해 단계 3),4)작

1) 작업 실행 노드가 7대이므로, 정확한 성능을 측정하기 위하여 데이터는 7의 배수로 선택하였다.

업이 약 2.52배의 수행 시간을 요구한다. <표 3>의 생성 파일 크기와 비교해보면, 단계1),2)는 I/O 작업이, 단계 3),4)는 CPU 작업이 많은 비중을 차지함을 알 수 있다.

'sge n'은 SGE를 이용한 다중노드/다중코어에서 수행한 작업이다. 'sge n'의 숫자 n은 SGE에서 수행되는 작업의 개수이다. 'sge 70'은 70개의 태스크가 70개의 작업으로, 'sge 7'은 10개의 태스크가 1개의 작업으로 할당되었음을 의미한다.

실험에서 Level-1B 파일 생성(단계 1과 단계 2)과 Level-2 파일 생성(단계 3과 단계4)을 구분하여 처리 시간을 측정하였고, SGE에 할당되는 작업 환경을 조정하여 각 환경에 대한 성능을 비교하였다. <표 4>의 실험결과에서 단계 1),2)에서는 'sge 7', 단계 3),4)에서는 'sge 35'가 가장 좋은 성능을 보여주었고, 전체적으로는 'sge 35'가 단일노드/단일코어('single') 대비 560.65%의 성능 향상을 보여 주었다.

단계1),2)에서는 I/O 작업이 많은 비중을 차지하기 때문에, 공유되는 NAS 저장소에 대한 경쟁으로 인해 많은 프로세스가 동시에 작업할 때, 오히려 성능이 낮아지는 현상으로 해석되고, 단계 3),4)는 CPU 작업의 비중이 더 크므로 적절하게 태스크를 조합하여 분산할 때 전체적인 자원을 효율적으로 활용하는 것으로 나타났다.

4. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 단일노드/단일코어 상에서 수행되던 위성 영상 처리 방식을 분산 처리 방식으로 전환하기 위해 필요한 방안을 조사하고, SGE를 이용한 분산 처리 시스템을 설계 및 구현하였다.

7개의 작업 실행 노드를 갖는 실험 환경에서 본 논문이 제안한 시스템과 기존 방식을 비교하여, 최고 560.65%의 성능이 향상됨을 보여 주었다.

향후 대규모 작업 실행 노드를 갖는 환경에서 본 논문에서 제안한 분산 처리 방식에 대한 확장성 검증 및 최적화 연구를 수행할 예정이다.

참고문헌

- [1] Euroconsult, "Satellite-based Earth Observation Market Prospects to 2018," 2009.
- [2] OBPG, "SeaDAS Training Manual",2007.
- [3] http://seadas.gsfc.nasa.gov/doc/toplevel/anc_info.html
- [4] W. Gentzsch, "Sun Grid Engine: towards creating a computing power grid," Proceedings 1st IEEE/ACM Intl. Symp. on CC&G, pp. 35-36, 2001.
- [5] <http://gridscheduler.sourceforge.net/howto/GridEngineHowto.html>