

MapReduce 기반 데이터분석을 위한 과학실험데이터 전처리

강윤희*, 강경우*, 공상환*, 장행진**
*백석대학교 정보통신학부
**한국과학기술정보원 GSDC
e-mail : yunh.kang@gmail.com

Preprocessor of Scientific Experimental Data for MapReduce based Data Analysis

Yun-Hee Kang*, Sang-wang Kung*, Kyung-woo Kang*, Haeng-Jin Jang**
*Div. of Information and Communication, Baek-Seok University
**GSDC, KISTI

요 약

이 논문에서는 MapReduce 프레임워크를 활용한 기후 시뮬레이션 결과의 데이터분석을 위한 전처리 과정을 다룬다. 이를 위해 기후 시뮬레이션 결과 데이터 셋으로부터 특정변수를 추출하여 자료를 변환한 후 변환된 자료를 HDFS 에 저장하기 위한 과학데이터 필터를 설계한다. 설계된 필터를 통해 저장된 자료는 Hadoop 의 MapReduce 응용을 통해 연도별 통계처리를 분산병렬 방식으로 수행한다.

1. 서론

인터넷 포털을 포함한 다양한 분야에서 대용량 데이터 처리를 위한 대안으로 MapReduce 플랫폼이 도입되었다. 과학기술 분야에서도 MapReduce 플랫폼은 대용량 데이터의 가공에 이용되고 있다[1,2,3,5,10]. 과학데이터실험은 시뮬레이션을 위한 데이터 준비, 시뮬레이션 수행 및 데이터분석의 단계를 갖는다. 데이터분석은 시뮬레이션 결과데이터에 대한 형식변환 및 자료추출의 과정이 필요하다[6]. 이 논문은 이를 위해 자료의 추출(extraction), 추출 값으로 구성된 레코드 파일 구성 및 HDFS 저장을 수행하는 전처리 개발을 기술한다. 이 논문에서 전처리는 기후 시뮬레이션의 출력에 사용되는 바이너리 형식인 NetCDF 포맷의 과학데이터를 Hadoop 의 MapReduce 응용을 통해 처리한다.

이 논문의 2 장에서는 MapReduce 의 주요 특징을 기술하고 3 장에서는 전처리의 설계 및 설계된 전처리의 구현을 기술하고 마지막으로 4 장에서는 결론을 기술한다.

2. 관련 연구

MapReduce 프로그래밍은 분산병렬 방식으로 응용을 처리하기 위한 프로그래밍 모델로서 구글에서 제안하였다. MapReduce 프레임워크는 신속적인 확장성을 갖는 대규모의 클러스터 및 멀티코어 시스템에서 응용을 수행하도록 기능을 제공한다 [1,2,3]. 전통적인 HPC 환경에서 MPI 는 고성능의 처리를 요구하는 응

용에 사용한다. 그러나 MPI 는 프로그래머에게 상당한 통제권을 제공하지만 응용처리를 위한 고수준 알고리즘 외에도 소켓 과 같은 API 를 통해 데이터 흐름의 메커니즘을 명백하게 다루도록 요구한다. 반면 MapReduce 는 문제를 map 과 reduce 함수로 추상화한 후 프로그래머는 키/값 쌍 에 대한 처리만을 고려하고 데이터 흐름은 주어진 MapReduce 플랫폼 내부에서 담당한다.

MapReduce 프로그래밍 모델은 Lisp 및 ML 과 같은 함수 프로그래밍에 기반을 두고 있다. MapReduce 미들웨어인 Hadoop 은 map 함수와 reduce 함수를 위한 Mapper 태스크와 Reducer 태스크를 독립적으로 수행하도록 지원한다. Mapper 는 주어진 데이터로 읽고 응용처리를 위한 기본 자료구조인 key-value 의 쌍을 생성한다. Reducer 는 Mapper 의 처리결과로부터 동일한 key 와 관련된 모든 값을 새로운 key-value 의 쌍으로 출력한다. 이 과정에서는 중간 값에 대한 그룹핑(group by) 연산이 수행되며, 각 Reducer 로부터의 key-value 출력은 분산파일 시스템인 HDFS(Hadoop Distributed File System) 에 저장한다. 이 과정에서 Mapper 태스크와 Reducer 태스크는 데이터를 병렬적으로 처리한다[7].

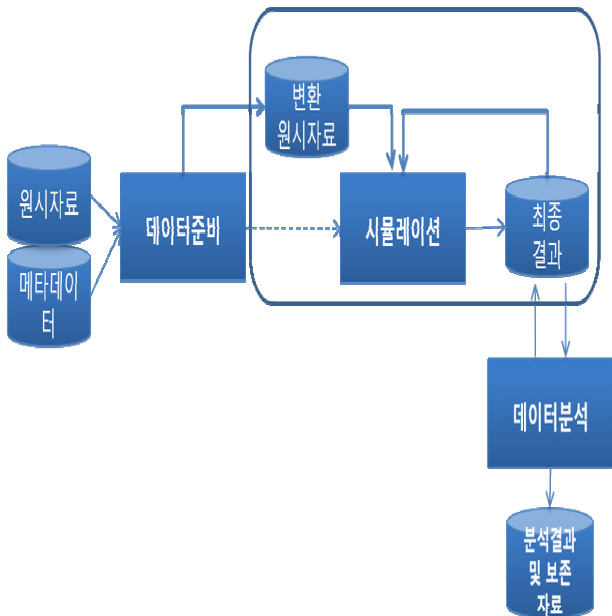
3. 전처리 설계

3.1 기후 시뮬레이션 개요

고해상도 및 앙상블 기반 기후 시뮬레이션은 데이

터중심 및 계산중심 응용으로서 응용의 수행은 데이터 준비, 시뮬레이션 수행 및 데이터 분석의 과정으로 이루어진다. 앙상블 기후 시뮬레이션인 CAM3은 다수의 멤버가 병렬 수행한 후 결과를 생성하고 이를 통합하는 반복과정으로 이루어진다. 기후 시뮬레이션에 사용되는 입력 및 출력 파일은 netCDF 형식의 바이너리 데이터가 사용한다[8,8,9].

전처리기의 입력으로 사용되는 netCDF의 바이너리 결과파일은 KISTI의 데이터팜(data farm)으로부터 전송된 자료이다. 실험결과 파일은 전송 이후 지정된 영역에 저장한 후 이를 HDFS에 유지한다. 그림 1은 기후시뮬레이션의 전체 과정을 보인 것으로 라운드 박스는 데이터팜에서 수행되는 시뮬레이션의 과정을 보인 것으로 여기서는 데이터분석을 위한 전처리 구성을 한정하여 설명한다.

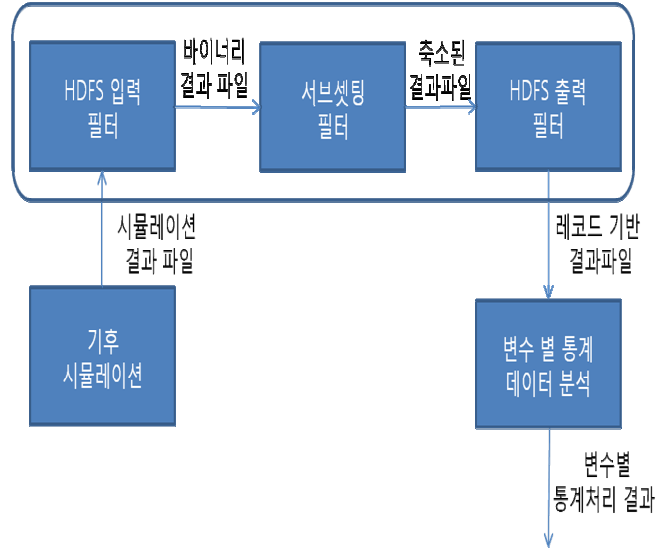


(그림 1) 기후 시뮬레이션 전체 과정

3.2 전처리기 구성

전처리기는 기후 시뮬레이션의 출력파일을 MapReduce 플랫폼인 Hadoop을 사용하여 처리한다. 이를 위해서는 입력데이터의 텍스트 변환이 필요하다. MapReduce 응용의 입출력을 위해서는 HDFS를 사용한다. 전처리된 데이터셋은 반구조적(semi structure)이며 레코드 지향적(record oriented)인 구조를 갖고 있으므로 Hadoop[4] MapReduce 플랫폼을 이용한 데이터 분석에 적합하다.

전처리기는 세종류의 필터(그림 2에서 라운드 박스로 표현)를 가지며 이들 필터는 HDFS에 저장된 netCDF 파일을 읽은 후 특정 필드를 추출하여 텍스트의 레코드로 구성한 후 이를 다시 HDFS에 저장한다. 그림 2의 전처리 필터는 시뮬레이션 결과파일의 변수추출을 위한 서브셋팅(subsetting)과 추출변수로 이루어진 레코드 구성 및 레코드의 HDFS 저장을 수행한다.



(그림 2) 필터내의 작업흐름

3.3 전처리구현

다음은 전처리기 구현을 위한 주요 하드웨어 및 소프트웨어 환경을 보인 것이다.

- Linux 서버 8 core(AMD 3.1GHz)
- Hadoop 0.20.205
- netCDF Java 4.2 라이브러리

필터는 서브세팅(subsetting)을 위해 netCDF Java 라이브러리를 사용하였으며 시뮬레이션 결과 데이터셋에서 추출하고자 하는 변수는 XML 형식의 프로퍼티 파일에 정의한다. 그림 3은 NetCDF에서 추출을 위한 변수를 기술한 프로퍼티 파일의 내용을 보인 것으로 추출 파일은 property.xml에 기술한다. 그림 3에서 추출변수는 요소 variable의 값으로 기술한다.

```
<?xml version="1.0"?>
<config>
<variable>time</variable>
<variable>precip</variable>
</config>
```

(그림 3) 서브세팅을 위한 프로퍼티파일

다음은 NetCDF 파일에서 property.xml에서 지정한 변수의 값을 추출하기 위한 웹스크립트의 내용을 보인 것으로 추출된 변수의 값은 텍스트 파일은 precip.out에 추가되게 된다. 변수 추출을 위한 필터의 구성을 위해서 netCDF Java 라이브러리를 사용한다.

```
LIB=./lib
NETCDF=$LIB/netcdf-4.2.jar
SLF4J_LOG=$LIB/slf4j-log4j12-1.5.6.jar
SLF4J_API=$LIB/slf4j-api-1.5.6.jar
LOG4J=$LIB/log4j-1.2.15.jar
JDOM=$LIB/jdom-1.0.jar
CP=$NETCDF:$SLF4J_LOG:$SLF4J_API:$LOG4J:$JDOM
```

```
for i in `ls *.nc`
do
java -cp ../SCP Precip $i >> precip.out
done
```

다음은 precip.out 의 값의 내용의 일부를 보인 것으로 연도, 타입스텝, 강수량의 세 개의 필드로 구성되며 필드의 분리자로 탭문자를 사용한다.

```
1948 2178264 0.0016162972
1948 2178265 0.0010393402
1948 2178266 5.898371E-4
1948 2178267 4.428791E-4
1948 2178268 8.871069E-5
1948 2178269 1.961202E-4
1948 2178270 3.9832314E-4
1948 2178271 5.3357573E-5
```

추출 값을 기반으로 생성된 레코드는 셸스크립트로 작성된 HDFS 출력필터를 사용하여 HDFS 에 저장한다. 다음은 1948 년부터 2002 년까지의 강수량의 연도 별 평균을 구하기 위한 Hadoop 응용의 수행을 보인 것으로 Hadoop 응용의 수행을 위해 필터를 통해 추출된 텍스트 문서를 HDFS 저장한다.

```
#!/bin/sh
echo "making PRECIP input HDFS directory"
bin/hadoop fs -mkdir /precip-input
echo "Loading PRECIP baseline"
bin/hadoop fs -put $1 /precip-input
bin/hadoop fs -rmr /precip-output
"PRECIP baseline"
bin/hadoop jar Precip.jar PrecipStat /precip-input/precip.out
/precip-output
```

그림 4 는 Hadoop 응용의 수행을 통해 생성된 연도 별 강수량 평균의 내용을 보인 것으로 MapReduce 작업의 최종작업 내용은 HDFS 내에 디렉토리인 /precip-output 에 저장된다. HDFS 저장을 위한 필터는 HDFS 의 seek 시간을 줄이기 위해 레코드를 단일 파일로 구성한 후 HDFS 에 저장한다. HDFS 의 특성상 많은 수의 작은 파일의 접근은 네임노드의 메타데이터 관리에 부하를 가져올 수 있으므로 단일 파일구성을 통해 이를 해결한다. 즉, 데이터의 크기는 HDFS 의 기본 블록 크기인 64 MB 보다 크게 구성한다. HDFS 입력, 서브세팅 필터와 HDFS 출력 필터는 파이프를 통해 연결한다.

```
~/hadoop-1.0.2$ bin/hadoop fs -cat /precip-output/part-r-00000
1948 5.13514141829961
1949 11.094269624936132
1950 12.205961784990029
1951 12.205961784990025
...
2000 8.670817138987484
2001 8.931055742587398
2002 6.362633505864285
```

(그림 4) HDFS 내의 구성 파일의 내용

4. 결론

이 논문에서는 MapReduce 프로그래밍 모델을 이용하여 기후 시뮬레이션의 결과데이터 셋을 가공하기 위한 전처리 과정에서 사용하는 필터를 설계한 후 Hadoop 응용을 구성하여 처리하도록 하였다. 이를 위해 netCDF 형식의 결과집합에서 처리하고자 하는 특정 변수의 값을 추출하는 응용을 구성하였으며 Hadoop 응용을 통해 이를 HDFS 에 저장한 후 MapReduce 응용을 구성한 후 처리하도록 하였다. 이를 통해 과학실험데이터의 데이터분석을 위해 MapReduce 플랫폼이 활용될 수 있음을 보였다.

참고문헌

- [1] J. Dean and S. Ghemawat, "MapReduce: A Flexible Data Processing Tool," Communications of the ACM, Vol. 53, pp. 72-77, Jan., 2010.
- [2] J. Dean and S. Ghemawat, "Mapreduce: Simplified Data Processing on Large Clusters," Communications of the Acm, Vol. 51, pp. 107-113, Jan., 2008.
- [3] J. Ekanayake, et al., "MapReduce for Data Intensive Scientific Analyses," the 2008 Fourth IEEE International Conference on eScience 2008.
- [4] Hadoop. <http://hadoop.apache.org/>.
- [5] J. Gray, et al., "Scientific data management in the coming decade" SIGMOD Rec., vol. 34, pp. 34-41, 2005 2005.2.
- [6] Y. Kang and H. Choi, "MapReduce based Scientific Data Experiment Framework for Transforming Data Set", NGCIT 2012, 2012.
- [7] ncar, <http://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/>
- [8] http://gcmd.nasa.gov/records/UCAR_WACCM.html
- [9] <http://www.cesm.ucar.edu/models/atm-cam/>
- [10] 강윤희, FutureGrid 클라우드 컴퓨팅 환경에서의 Twister 수행 MapReduce 응용 구성, 한국정보기술 학회논문지 제 9 권 제 4 호, 2011.4, 147-154