

# 데이터 그리드에서의 작업 예약 정보를 이용한 데이터 관리

김미옥<sup>o</sup> R.S. Ramakrishna  
광주과학기술원  
{mokim<sup>o</sup>, rsr}@kjist.ac.kr

## Data Management Based on Job Reservation Information in Data Grid

MiOk Kim<sup>o</sup> R.S. Ramakrishna  
Kwangju Institute of Science and Technology

### 요 약

데이터 그리드의 작업 수행시 먼거리에 위치한 자원 사용을 위해 그리드 자원 중개자를 이용한다. 그러나 효율적인 작업 수행이 필요로 하는 모든 자원들의 최적화된 사용은 제공하지 못한다. 이에 본 논문에서는 작업 예약 정보를 이용하여 실시간으로 자원 간의 최적화된 사용을 이루는 데이터 복제 알고리즘을 제안하고 구현하였다.

### 1. 서 론

데이터 그리드 환경에서 데이터는 사용자의 작업 수행시 중요한 자원이다. 따라서 연구데이터 자원이 제공되는 시간은 작업 수행시간에 큰 영향을 미친다. 그러므로 작업 수행을 효율적으로 하기 위해서는 적절한 데이터의 관리가 필요하다.

분산환경에서 데이터 복제 (Data Replication) 은 다양한 사용자의 요구사항 반영, 자원의 상태와 서버의 로드 상태 고려, 그리고 네트워크 인접성 제공 등을 해야하는 복잡한 문제점을 가지고 있다[1].

데이터 그리드에서는 작업 수행을 위해 그리드 자원 브로커를 이용하여 계산 자원을 예약한다. 이러한 과정 뒤에 작업 수행시 필요로 하는 대용량 데이터를 요구한다.

본 논문에서는 데이터 그리드 환경에서의 데이터 관리를 위해 작업 예약 정보를 이용한 Prediction Function을 정의한다. 그리고 이 값을 이용하여 실시간으로 데이터를 관리하는 알고리즘을 제시한다.

### 2. 관련 연구

데이터 복제는 성능 향상을 가져다 줄 수 있는 한 가지 방법이다. 따라서 경제학적인 관점에서 그리드 환경에서는 데이터 복제를 이용하여 자원 사용 비용을 줄인다. 그러므로 동적인 데이터 복제는 그리드 작업 스케줄링 문제의 기본으로 여겨진다.

Nimrod-G[2] 는 작업 스케줄링을 위한 경제적인 모델을 제시한다. 그러나 Nimrod-G에서는 데이터 복제는 스케줄링 알고리즘에 포함되어 있지 않다.

OptorSim[3,4,5] 는 자원 사용을 위해 경매 프로토콜을 사용한다.

본 논문에서는 데이터를 필요로 하는 작업의 정보를

이용하여 prediction function 을 설계하고 데이터를 관리하는 알고리즘을 제안한다. 이는 그리드에서 작업 수행시 성능향상을 시키고, 실시간으로 저장장치 자원 사용률을 높인다.

### 3. 제안된 동적인 데이터 복제 관리 알고리즘

그리드에서 효과적인 데이터 서비스를 관리하기 위해 그리드 Site 는 데이터 복제를 결정할 수 있다. Replica Manager 는 데이터 복제했을 때의 얻게 되는 이익을 계산하고, 그 값을 비교하여 데이터 복제 여부를 결정한다.

### 3.1 시스템 구조

데이터 그리드는 여러 그리드 Site 로 이루어져 있으며 그림 1은 그리드 Site 의 구조를 나타낸다. 그림 2에서 Replica Manager 는 흐름도에 따라 파일의 가치를 비교하고 데이터 복제를 결정한다.

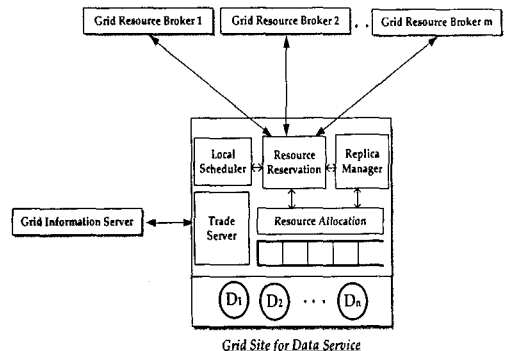
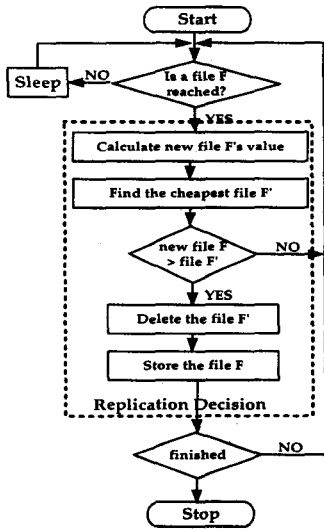


그림 1. 그리드 Site 구조



Storage Element for Data Service

그림 2. 데이터 복제 의사 결정하는 흐름도

3.2. Prediction Function

본 논문에서는 작업 예약 정보에 따른 데이터 복제 의사 결정하는 수학적 모델을 정의한다(그림 3). 이 모델은 아래 식(4)를 이용하여 데이터 복제시 앞으로 사용될 일게 되는 이익을 계산 할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 & Priority(F, w) = Priority(F) / Priority(w), & (1) \\
 & Deadline(F, w) = Deadline(F) / Deadline(w), & (2) \\
 & CT(F, t) = & \\
 & (Priority(F, w)) * (Deadline(F, w)) * & \\
 & N_{Accesses}(F, w, t), & (3) \\
 & Evaluation(F, w, t) = & \\
 & a (CT(F, t)) + (1-a) (Evaluation(F, w, t-)), & (4) \\
 & where, 0 < a < 1.
 \end{aligned}$$

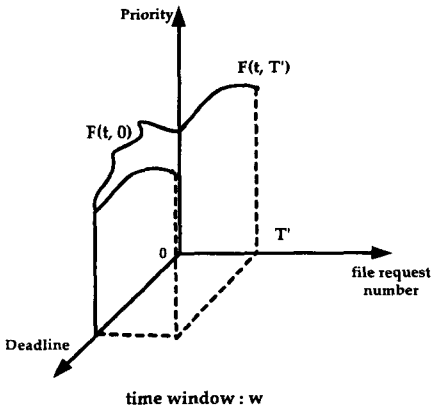


그림 3. Deadline, Priority, 파일 요청 횟수

표 1. 시뮬레이션 인자들

시뮬레이션 인자	값
전체 작업	1800
저장 장치 크기	50 GB
파일 크기	1 GB
파일 수	100
그리드 Site 수	28
작업 수행시 필요한 파일 수	10
윈도우 크기 (w)	10
저장장치 사용 비용	0.01

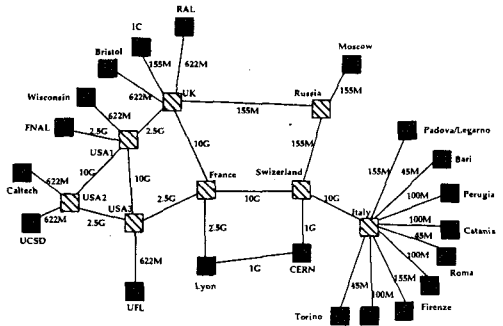


그림 4. 그리드 네트워크 토폴로지

4. 시뮬레이션

4.1 시뮬레이션 환경

데이터 그리드를 위한 본 시뮬레이션 환경은 high energy physics (HEP)에서 CDF 실험을 가정한다. 표 1 은 시뮬레이션을 위한 여러 인자들을 나타내고, 그림 4은 데이터 그리드의 네트워크 토폴로지를 나타낸다.

4.1.1 Replication 관리 방법

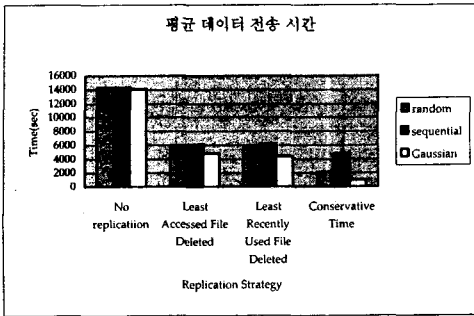
본 논문에서는 데이터관리를 위한 기존의 3가지 최적화 알고리즘과 제안된 알고리즘을 비교한다.

- 데이터 복제가 허용되지 않는 경우 (NO Replication)
- 최근에 사용된 데이터가 복제되는 경우 (Least recently used file deleted)
- 가장 많이 사용된 데이터가 복제되는 경우 (Least accessed file deleted)
- 제안된 prediction function을 이용한 경우 (Conservative Time)

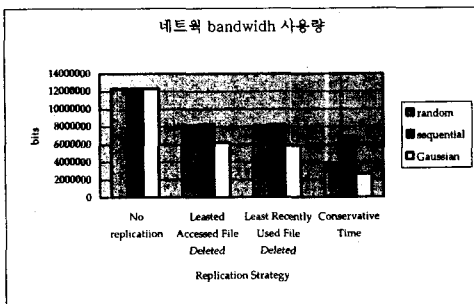
4.1.2 데이터 접근 패턴

HEP에서 수행하는 작업은 대용량의 다수의 파일을 요구한다. 이러한 파일 요청으로 데이터 접근 패턴을 알아낼 수 있다. 위의 각 알고리즘을 위해 3가지 데이터 액세스 패턴을 테스트 하였다.

- 무작위적인(Random) 데이터 접근
- 순차적인(Sequential) 데이터 접근
- Gaussian Random Walk 을 따르는 데이터 접근



(a) 평균 데이터 전송 시간



(b) 네트워크 bandwidth 사용량

그림 5. 그리드 자원 사용량

#### 4.2 실험 결과

그림 5는 데이터 액세스 패턴에 따른 자원 사용량을 실험 결과를 나타낸다. 데이터 복제를 하지 않는 경우 긴 작업 시간을 가지고 자원 사용 효율이 가장 나빴다. 또한 모든 최적화 알고리즘은 순차적인 데이터 접근하는 작업에서 가장 나쁜 작업 수행 과 자원 사용 효율을 보였다. Prediction function 으로 파일에 대한 학습이 가능했기 때문에 제안된 동적인 데이터 관리 알고리즘은 Gaussian Random walk 을 따르는 데이터 접근을 가지는 작업 수행시 효과적이었다.

#### 5. 결론 및 향후과제

데이터 그리드에서는 효율적인 작업 수행을 위해 작업 스케줄링 문제와 데이터 서비스 문제가 밀접하게 관련되어 있다.

본 논문에서는 데이터 관리를 위해 작업 예약 정보를 이용한 prediction function 을 구축하고, 이 정보를 이용하여 데이터 복제 의사 결정하는 알고리즘을 제안하고 구현하였다. 따라서 이 알고리즘으로 자원들 간의 동적인 최적화를 이루어 낼 수 있었다.

실험 결과 기존의 데이터 관리 알고리즘을 사용한 경우보다 제안한 동적인 데이터 복제 관리 알고리즘을 이용한 경우 더 효율적인 자원 관리가 가능하였고 작업 시간을 단축할 수 있었다.

#### 6. 참조문헌

- [1] M. Rabinovich, I. Rabinovich, R. Rajaraman, and A. Aggarwal, "A dynamic object replication and migration protocol for an Internet hosting service," IEEE Int. Conf. on Distributed Computing Systems, 1999.
- [2] R. Buyya, D. Abramson, and J. Giddy, "Nimrod/G: An Architecture for a Resource Management and Scheduling System in a Global Computational Grid," HPC ASIA'2000, China, IEEE CS Press, USA, 2000.
- [3] R. Buyya, D. Abramson, J. Giddy, and H. Stockinger, "Economic Models for Resource Management and Scheduling in Grid Computing," The Journal of Concurrency and Computation: Practice and Experience (CCPE), Wiley Press, May 2002.
- [4] DG Cameron, R. Carvajal-Schiaffino, P. Millar, C. Nicholson, K. Stockinger, F. Zini, "Evaluating Scheduling and Replica Optimisation Strategies in OptorSim," To appear in Proceedings of Grid 2003. Phoenix, AZ, USA. November 2003.
- [5] William H. Bell, David G. Cameron, Luigi Capozza, A. Paul Millar, Kurt Stockinger, Floriano Zini, "OptorSim - A Grid Simulator for Studying Dynamic Data Replication Strategies," International Journal of High Performance Computing Applications, Vol.17 (4), 2003.