

OGSA 에서의 그리드 정보 서비스를 기반으로한 대용량 Data Replication 관리

김미옥, R.S. Ramakrishna
광주과학기술원, 정보통신공학과
e-mail : {mokim, rsr}@kjist.ac.kr

Grid Information Service-Based Large Data Replication Management in OGSA

MiOk Kim, R.S. Ramakrishna
Dept. of Information and Communications, K-JIST

요 약

그리드 환경에서 OGSA(Open Grid Service Architecture)는 분산된 서비스의 이용 편의를 위한 시스템 독립적인 인터페이스를 제공한다. 하지만 OGSA 에서 사용자가 작업 수행시 필요로 하는 QoS 와 서비스의 신뢰성을 보장하기 위해, 동일한 그리드 정보 제공자를 이용하는 여러 서비스간의 공유 자원에 대한 경쟁 문제를 해결해야 한다. 본 논문에서는 OGSA 에서 여러 서비스의 효율적인 자원 할당을 보장하는 다이나믹 Data Replication 관리를 위한 의사결정 알고리즘을 제안한다.

1. 서론

그리드 환경에서 사용자의 작업 수행시, 대용량 데이터는 중요한 자원이기 때문에 작업의 수행 비용은 작업에 필요한 데이터의 위치에 큰 영향을 받는다. 따라서 지리적으로 멀리 떨어져 있는 대용량 데이터 자원을 사용하는 그리드 환경에서는 최소한의 자원 사용과 빠르고 효율적인 서비스가 제공되어야 한다.

분산환경에서 Data Replication 은 작업 수행시 사용되는 동일 데이터를 여러 다른 그리드 장소에 복제하여 제공한다. 이러한 Data Replication 으로 그리드 환경에서 작업 수행은 빠른 수행 시간과 신뢰할 만한 가용성을 얻을 수 있다.

Data Replication 관리는 다양한 사용자의 요구 사항 반영, 자원의 상태와 서버의 로드 상태 고려, 그리고 네트워크 인접성 제공 등을 해야 하는 복잡한 문제점을 가지고 있다[1].

본 논문에서는 이러한 효율성을 제공하는 서비스를 논리적 서비스라 하고, 서비스의 Data Replication 을 물리적 서비스 replica 라 칭한다.

OGSA(Open Grid Service Architecture)[2]는 웹 서비스 개념을 도입한 그리드 컴퓨팅 기술이다. 이로 인해 그리드 환경에서 분산된 공유 자원을 이용하는데 효율

적인 서비스를 제공한다. OGSA 에서 그리드 정보 제공자는 여러가지 종류의 논리적 서비스 정보를 제공하며, 각 서비스마다 자신만의 효율적인 물리적 서비스 replica 관리 정책을 가지고 있다[3]. 따라서 OGSA 에서의 자원 할당은 단일의 논리적 서비스만의 문제가 아니라 같은 그리드 정보 서비스를 이용하는 다수의 논리적 서비스 간의 자원 경쟁 문제이다.

본 논문에서는 OGSA 환경에서 Data Replication 관리를 위해 사용자, 그리드 정보 제공자, 서비스 제공자와의 상호작용하고, 사용자의 요구 변화 반영과 자원의 효율적인 사용이 가능한 실시간 Data Replication 관리하는 알고리즘을 제시한다.

2. 관련 연구

그리드 환경에서 서비스의 성능 향상과 높은 가용성을 위한 다양한 다이나믹 Replication 과 Caching 정책이 있다. 하지만 OGSA 에서 이들 시스템은 다수의 논리적 서비스간의 공유 자원 할당 문제와 물리적 서비스 Replica 의 Data Replication 관리 정책 반영 문제를 동시에 해결하지는 못하고 있다.

Service Grid[4]는 Legion 시스템을 기반으로 사용자 그룹, Replication 매니저, 장소(Site) 매니저의 3 가지

구성 요소간의 통신을 통해 Data Replication 관리한다. Economic Replication 관리 정책[5] 시스템은 저장 장치 자원과 계산 장치 자원 간의 가상적인 경매를 통해 자원을 할당하는 경제적인 Replication 관리 방법을 사용한다.

Fluid Replication[6]는 사용자 중심의 다이나믹한 Replication 관리가 가능하다. 사용자가 성능을 모니터링하며 성능이 나빠지는 경우 자동적으로 Replica 를 생성할 수 있도록 한다.

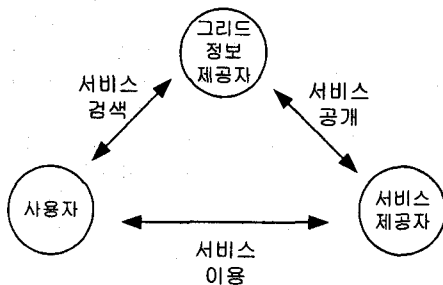
본 논문에서 OGSA 환경에서 사용자, 그리드 정보 제공자, 서비스 제공자가 상호작용하는 알고리즘을 제안한다. 그리고 그리드 정보 제공자를 중심으로 다이나믹한 Replication 관리 방식을 제공[7]하고, 이는 성능 향상과 실시간으로 저장 장치 자원 사용률을 높인다.

3. 시스템 구조

OGSA 에는 크게 세 가지 기본 구성원 사용자, 그리드 정보 제공자, 그리고 서비스 제공자가 있다 [그림 1].

사용자는 그리드 환경에서 원하는 서비스를 이용하기 위해 그리드 정보 제공자에게 서비스 정보를 요청한다. 그리고 제공받은 정보를 이용하여 직접 서비스 제공자에게 접근하여 서비스를 이용한다. 그리고 사용자는 서비스 검색시 사용자는 자신의 네트워크 위치 정보와 원하는 QoS 정보를 파라미터로 보낸다.

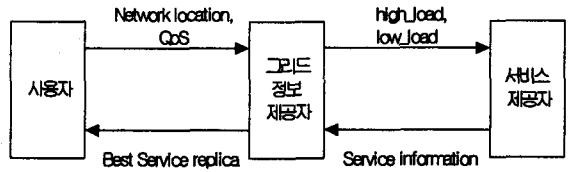
그리드 정보 제공자는 주기적으로 사용자의 서비스에 대한 정보 호출 횟수와 저장 장치 자원 소모율을 모니터링한다. 만약 서비스 정보 요구가 정보 요구의 한계값 이상인 경우, 그 서비스 제공자에게 상위 한계 로드 정보를 보낸다. 만약 저장 장치 자원의 소모율이 자원 소모율의 한계값 이하인 경우, 그 서비스 제공자에게 하위 한계 로드 정보를 보낸다.



[그림 1] OGSA 시스템 모델

서비스 제공자는 동일한 서비스를 제공하는 여러 물리적 서비스 Replica 그룹이다. 각 서비스 Replica 는 주기적으로 자신의 로드 상태를 측정한다. 만약 상위 한계 로드값보다 로드가 커지면, 서비스 Replica 는 생성 모드로 전환되고 물리적 서비스 Replication[7] 이 수행된다. 만약 하위 한계 로드값보다 서버의 로드가 작아지면, 물리적 서비스 Replica 는 소멸 모드로 전환

되고 사용하던 저장 장치 자원을 반납한다.



[그림 2] 사용자, 그리드 정보 제공자와 서비스 제공자

[그림 2] 은 Dynamic Replication 을 위한 사용자, 그리드 정보 제공자, 서비스 제공자의 상호작용을 나타낸다.

본 논문에서는 그리드 환경에서 Replication 관리를 위해 그리드 정보 제공자가 사용자에게 최적의 서비스 Replica 를 제공하고, 서비스 제공자에게는 서비스 Replica 관리를 위한 로드 한계 정보를 보낸다. 이러한 로드값을 반영한 다이나믹 Replication 관리는 이미 웹에서 분산 객체의 Replication 관리에도 많이 쓰이고 있다[8].

4. 사용자 측면에서의 Data Replication 관리

서비스를 이용하기 위해, 사용자는 그리드 환경에서 작업 수행 전 그리드 정보 제공자에게 서비스에 관한 정보를 요청한다. 그리드에서의 서비스 Replica 의 경우 네트워크 측면에서의 사용자와의 근접성이 성능에 큰 영향을 미치므로 사용자는 자신의 네트워크 위치 정보를 보내어 최적의 서비스 Replica 선택을 할 수 있도록 한다. 그리고 요구하는 QoS 정보를 보내어 제공된 서비스의 만족도를 나타낼 수 있다. 또한 기본적으로 그리드 정보 제공자로부터 제공받은 서비스 정보를 이용하여 직접 서비스 제공자에게 접근하여 서비스를 이용한다.

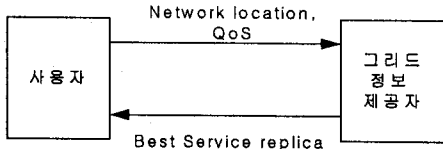
[그림 3]은 사용자와 그리드 정보 사이의 상호작용 방법을 나타낸다.

5. 그리드 정보 제공자에서의 Data Replication 관리

그리드 정보 제공자는 두가지 기능을 수행한다. 사용자에게 요구하는 서비스의 replica selection 과 서비스 제공자에게 서비스 replication 관리를 위해 상위 한계 로드와 하위 한계 로드를 제공하는 것이다.

5.1. Replica 선택

서비스의 Replica Selection 을 위해 사용자의 서비스 정보 요청을 받는다. 이때 파라미터로 사용자의 네트워크 위치 정보와 원하는 QoS 를 인자로 전달받는다. 사용자의 위치 정보를 이용하여 가지고 있는 서비스 Replica 중 사용자와 인접한 Replica 를 선택하고, QoS 와 선택된 서비스 Replica 의 성능을 비교한다.



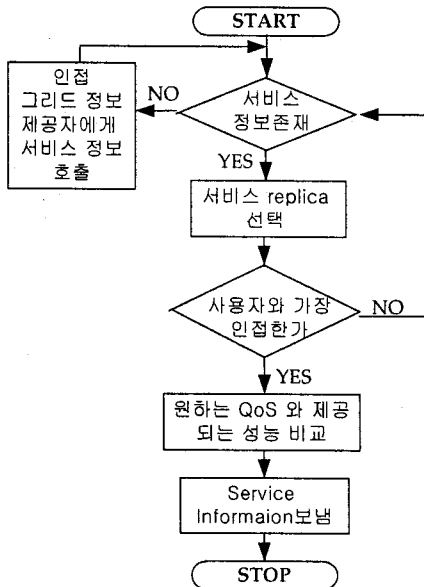
[그림 3] 사용자와 그리드 정보 제공자

[그림 4]은 그리드 정보 제공자가 사용자에게 서비스 정보를 보내는 과정이다.

5.2 서비스 관리

그리드 정보 제공자는 주기적으로 논리적 서비스에 대한 사용자 정보 호출 횟수와 QoS 만족도를 모니터링한다. 이 정보를 바탕으로 물리적 서비스 Replica의 상위 한계 로드를 설정하고, 저장 장치 자원의 소모율도 주기적으로 모니터링하여 한계값 이상으로 증가한 경우 물리적 서비스 Replica의 하위 한계 로드를 설정한다.

- request_info(서비스)/total_request(t) : 일정시간 t 동안 각 서비스의 정보 요청 비율
- 제공된 성능/원하는 QoS : 서비스 만족도
- storage_amount(t) : t 시간의 저장 장치 자원의 양
- storage_rate = $\frac{\text{storage_amount}(t) - \text{storage_amount}(s)}{(t-s)}$: 시간 s 부터 시간 t 까지의 저장 장치 소모율



[그림 4] Replica Selection 흐름도

/* low_load 설정 알고리즘 */

1. 만약 storage_rate 이 설정된 한계치보다 크면 서비스의 정보 요청 횟수가 가장 작은 서비스를 선택한다.
2. 서비스의 low_load 를 일정하게 높인후

low_load 를 서비스 제공자에게 보낸다.

low_load := low_load + α

/* high_load 설정 알고리즘 */

1. 만약 서비스 만족도 값이 설정된 한계치보다 낮으면 서비스를 선택한다.
2. 서비스의 high_load 를 일정하게 낮게한 후

high_load 를 서비스 제공자에게 보낸다.

high_load := high_load - β

[그림 5] high_load 와 low_load 설정 알고리즘

[그림 5]는 그리드 정보 제공자에서 주기적으로 실행되는 high_load 와 low_load 설정을 위한 알고리즘이다.

6. 서비스 제공자에서의 Data Replication 관리

서비스 제공자는 서비스 특징에 따른 물리적 서비스 Replica 관리 정책을 갖고 있고, Data Replication 관리를 위해 Replica creation 과 Replica deletion 두 가지 algorithm 을 실행한다.

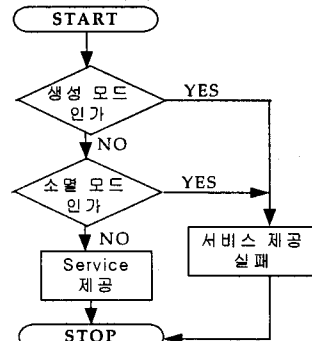
서비스 제공자는 그리드 정보 제공자로부터 사용자의 서비스 정보 호출 횟수와 QoS 만족도에 따른 한계 로드 값을 제공받는다. 그리고 이 한계 로드값을 바탕으로 Data Replication 관리하는 알고리즘을 수행하고 서비스 제공자는 자신의 로드 상태도 모니터링한다.

- load : 현재 서비스 replica 큐에 저장되어 있는 사용자의 요청
- service_time : 서비스 제공 시간

또한 서비스 제공자는 사용자가 서비스를 요청하기 전에 작업 실행 예측 시간, T_{exec} , 을 제공하여 사용자가 제공하는 QoS 와 비교할 수 있어야 한다. 대용량 데이터를 다루기 때문에 작업 실행 시간은 데이터 전송 시간($\text{data_size}/\text{network_bandwidth}$)에 민감하다.

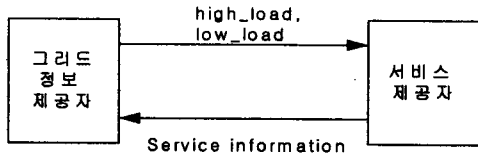
$$T_{exec} = \frac{\text{data_size}}{\text{network_bandwidth}} + \text{load} * \text{service_time}$$

[그림 6]은 사용자가 서비스 제공자에게 서비스 이용을 요청하는 과정을 나타낸다.



[그림 6] 서비스 제공 흐름도

[그림 7]은 알고리즘 수행을 위해 그리드 정보 제공자로부터 주어지는 파라미터를 나타낸다.



[그림 7] 그리드 정보 제공자와 서비스 제공자

6.1 Replica Creation

서비스 Replica 의 로드 상태가 상위 한계 로드보다 큰 경우, 서비스 Replica 는 생성 모드로 전환되며 새로운 동일 서비스 Replica 를 생성한다.

본 논문에서는 Replica Deletion 을 수행하기 위해 Replica Creation 알고리즘을 사용한다[그림 8].

1. 만약 load 가 high_load 보다 크면, 생성모드로 전환한다.
2. 새로운 서비스 Replica 생성을 위한 Strategy 를 실행한다.
3. 그리드 정보 제공자에게 자원을 요청한다.
4. 새로운 Replica 에 서비스 데이터를 복제한다.
5. 새로운 Replica 를 동작 모드로 전환하고, 그리드 정보 제공자에게 Replica 정보를 제공한다.

[그림 8] Replica Creation 알고리즘

6.2 Replica Deletion

서비스 Replica 의 로드가 하위 한계 로드보다 작은 경우, 서비스 Replica 는 소멸 모드로 전환된다. 사용자의 서비스 요구가 없어지면 그리드 정보 제공자에게 자원을 반납한다.

본 논문에서는 Replica Deletion 을 수행하기 위해 Replica Deletion 알고리즘을 사용한다[그림 9].

1. 만약 load 가 low_load 보다 작으면, 소멸모드로 전환한다.
2. 서비스 Replica 소멸을 위한 Strategy 를 실행한다.
3. 사용자의 접근이 없어지면 그리드 정보 제공자에게 자원을 반납한다.

[그림 9] Replica Deletion 알고리즘

7. 결론 및 향후연구

Data Replication 관리는 사용자의 요구 사항 반영, 자원의 상태와 서버의 로드 상태 고려, 네트워크 인접성을 제공해야 하는 복잡한 문제이다. 본 논문에서는 OGSA 환경에서 사용자, 그리드 정보 제공자, 서비스 제공자가 상호 작용하는 다이나믹한 Data replication 관리를 수행한다. 그리드 정보 제공자는 사용자의 정보 요청과 자원의 상태를 기반으로 사용자의 관심도가 높은 단일의 논리적 서비스를 선택한다. 서비스 제공자는 물리적 서비스 replica 관리를 위한 알고리즘을 수행한다. 이러한 Data replication 관리를 위한

의사결정은 그리드 환경에서의 효율적인 다이나믹 replication 관리 방식을 제공한다. 이는 각 서비스의 성능 향상과 실시간으로 저장 장치 자원의 효율적인 사용률을 반영한다.

본 논문에서 제안한 replication 관리 정책은 그리드 정보 서비스가 제공하는 그리드 자원 정보에 의존적이다. 좀더 확장성있는 Replication 관리 서비스를 제공하기 위해서는 그리드 정보 서비스의 신뢰성과 확장성에 대한 연구가 필요하다.

또한 서비스에 적절한 replication 관리 정책을 위해 논리적 서비스를 위한 서비스 선택 정책과 물리적 서비스 replica 관리를 위한 다양한 replication 관리 정책의 연구 및 구현이 요구된다.

참고문헌

- [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] I. Foster, C. Kesselman, J. Nick, S. Tuecke, "The Physiology of the Grid: An Open Grid Services Architecture for Distributed Systems Integration," Globus Project, 2002.
- [3] G. Pierre, M. van Steen, and A.S. Tanenbaum, "Dynamically Selecting Optimal Distribution Strategies for Web Documents," Technical Report IR-486, 2001
- [4] Jon B. Weissman and Byoung-Dai Lee, "The Service Grid: Supporting Scalable Heterogenous Services in Wide-Area Networks," 2001.
- [5] William H. Bell, David G. Cameron, Ruben Carvajal-Schiaffino, A. Paul Millar, Kurt Stockinger, and Floriano Zini, "Evaluation of an Economy-Based File Replication Strategy for a Data Grid," In International Workshop on Agent based Cluster and Grid Computing at CCGrid 2003
- [6] B. Noble, B. Fleis, M. Kim, and J. Zajkowski, "Fluid Replication," Proceedings of Netstore '99, the Network Storage Symposium, 1999.
- [7] G. Pierre, M. van Steen, A.S. Tanenbaum, "Dynamically Selecting Optimal Distribution Strategies for Web Documents," Technical Report IR-486, 2001
- [8] 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