

데이터그리드 환경에서의 전문가 시스템을 이용한 Data Replication 시스템의 개선

김미옥, 이동우, 최지현, R.S.Ramakrishna
광주과학기술원, 정보통신공학과
e-mail : {mokim, leepro, jhchoi80, rsr}@kjist.ac.kr

Enhancing Data Replication System using Expert System in a Data Grid

MiOk Kim, DongWoo Lee, JiHyun Choi, R.S. Ramakrishna
Dept. of Information and Communications, K-JIST

요 약

기존 데이터그리드에서는 대용량의 데이터 서비스를 위해 Peer-to-Peer 기반의 Data Replication 을 사용하였다. 하지만 기존의 방법은 로컬 사이트의 정보만을 가지고 Data Replication 을 수행하므로, 데이터그리드 전체의 Data Replication 을 수행하는 데 비효율적이다. 이에 본 논문에서는 Rule 기반 Forward Chaining 을 수행하는 전문가 시스템을 이용하여, 데이터그리드 전체의 Data Replication 을 수행하는 방법을 제안하고 이를 구현하였다.

1. 서론

그리드 환경은 컴퓨팅 자원과 대용량 데이터서비스 등의 기반구조를 제공하여 전세계에 분산되어 있는 과학분야 연구자들이 상호협동하여 연구할 수 있도록 한다. 그리드 환경에서 사용자의 작업 수행시 데이터는 중요한 자원이다. 따라서 연구 데이터 자원이 제공되는 시간은 작업 수행 시간에 큰 영향을 미친다 [2]. 특히 데이터그리드[1]는 물리학, 지구 관측, 생물학 등의 연구를 수행함에 있어서 원거리에 위치한 대용량 데이터의 빠른 전송을 요구한다.

데이터 복제(Data Replication)는 이런 서비스에서 사용되는 데이터의 접근 비용을 줄이는 중요한 기술이다[3]. 데이터 복제는 동일 데이터를 여러 다른 그리드 장소에 위치하게 한다. 이로 인해 데이터 접근 시간을 줄일 수 있고, 신뢰할 만한 가용성을 제공할 수 있다.

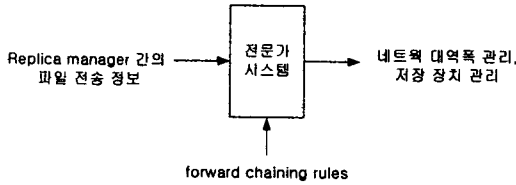
데이터그리드 환경에서의 작업 수행은 먼거리에 위치한 대용량 파일을 이용하기 때문에 중앙 집중적인 관리가 어렵다. 따라서 이러한 대용량 파일을 관리하기 위해서는 Freenet[4]에서 사용되어진 Peer-to-peer

기반 Data Replication 방법이 많이 사용되었다.

하지만 Peer-to-Peer 방법은 로컬 사이트에 대한 정보만을 기반으로 하기 때문에, 그리드 전체의 Data Replication 및 이주시키는 작업에 대해서는 적절하지 않다. 부분적인 로컬 데이터 정보만으로는 데이터그리드 전체의 데이터 위치를 알 수 없기 때문에 효율적인 Data Replication 을 할 수가 없다. 따라서 Data Replication 시스템의 의사결정 단계에서 데이터그리드 전체 Data 에 대한 고려가 필요하다.

본 논문에서는 Peer-to-Peer 이용한 데이터그리드 환경에서 효율적인 Data Replication 관리를 위해 전체 시스템에 대한 지식을 얻고, 그 지식을 바탕으로 환경 변화에 능동적으로 대처할 수 있도록 Rule 을 기반으로 한 전문가 시스템을 이용한다.

[그림 1]은 전문가 시스템을 이용하여 지식을 얻는 과정을 나타낸다.



[그림 1] 전문가 시스템

본 논문은 Peer-to-Peer 방법을 이용한 데이터그리드 환경을 사용한다. 그리고 작업 효율을 높이기 위해 전문가 시스템을 이용한 Data Replication 관리 방법을 제시한다. 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 전문가 시스템을 적용한 데이터그리드의 시스템 구조를 소개한다. 3 절에서는 Replica 관리 방법에 대해 기술한다. 4 절에서는 2 절에서 소개한 시스템을 이용한 시뮬레이션을 수행한다. 마지막으로 5 절에서는 결론 및 향후 연구과제를 기술한다.

2. 시스템 구조

본 논문에서는 데이터그리드 환경에서 대용량 데이터의 서비스를 위해 파일 단위로 데이터를 전송한다고 가정한다. 그리고 사용자는 자신과 가까운 위치한 Replica Manager 에게 파일을 요청한다. 이러한 개별 Replica Manager 를 Peer 노드로 하여 Peer-to-Peer 시스템을 구성한다. 그리고 각 개별 Replica Manager 는 바로 인접한 이웃 노드와 자신간의 네트워크 대역폭, 소유하고 있는 파일 정보를 가지고 있다.

각 개별 Replica Manager 는 인접한 이웃 Replica Manager 에게 메시지를 보내 네트워크에 분산된 파일을 찾고, 동시에 로컬 정보의 Forward Chaining 을 이용하여 직접 연결되어 있지않은 다른 Replica Manager 사이의 라우팅 정보를 생성한다. 이 정보를 이용하여 그리드 환경에서 데이터를 얻기 위한 효율적인 경로에 있는 Replica 를 알아낼 수 있고, 또한 효율적인 데이터 관리 서비스가 가능하다.

3. Replica 관리

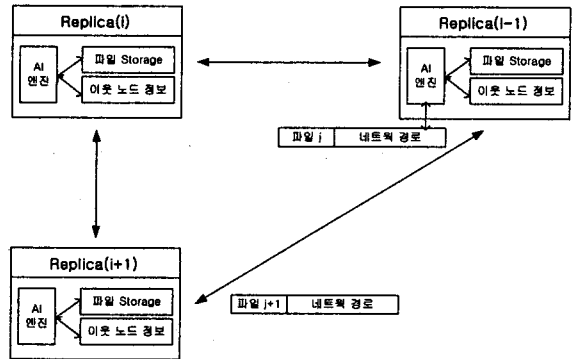
데이터그리드에서 Replica 관리를 위한 비용은 저장 공간 사용 비용과 데이터 전송시 네트워크 대역폭 사용 비용으로 나눌 수 있다. 따라서 본 논문에서는 데이터그리드 환경에서 효율적인 Replica 관리를 제공하기 위해, 이 두 가지 비용을 최소화하고 성능은 최대화 하는데 초점을 맞추어 전문가 시스템을 설계하고 구현하여 본다.

제안한 전문가 시스템은 데이터 전송 시마다 Path 정보를 저장한다. 이 Path 정보를 바탕으로 Replica Manager 선택하고 추가적인 저장 장치를 제공한다. 따라서 저장 장치 자원이 제한되어 있는 경우, 효율적인 사용을 도모할 수 있다.

로컬 Replica Manager 가 사용자가 원하는 파일을

소유하고 있지 않은 경우, 네트워크로 파일 요청 메시지를 보내고 동시에 네트워크 대역폭 정보도 저장한다. 이를 바탕으로 Forward Chaining 을 수행하여 빠른 데이터 전송로를 알아내고, 효율적인 네트워크 Path 를 알아낼 수 있다.

[그림 2]은 Pee-to-Peer 환경에서 전문가 시스템이 위치한 장소와 기능을 나타낸다.



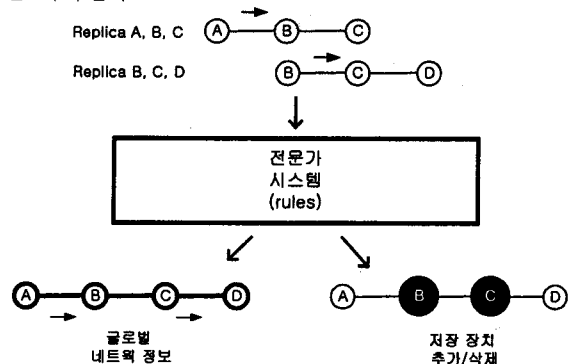
[그림 2] 데이터그리드에서의 전문가 시스템

3.1 Rule

본 논문에서는 로컬 정보를 이용하여 Forward Chaining 을 수행하는 두 가지 종류의 Rule 을 구현하고, 이를 이용하여 전문가 시스템을 설계하였다.

Rule 1) 파일 요구가 많이 있는 Replicas Manager 선택 : 각 Replica Manager 는 다른 Replicas Manager 로부터 받은 파일 요청 횟수를 저장한다. 파일 요구가 많이 있는 Replica 를 알 수 있다.

Rule 2) 최소 비용의 네트워크 경로 생성 : 파일 요구하는 메시지는 데이터그리드 네트워크에 보내진다. 각 Peer 노드에 있는 AI 엔진에서 이웃노드 정보를 이용해 노드 정보의 Forward Chaining 을 수행한다. [그림 3]은 전문가 시스템이 Rule 을 사용하는 경우를 나타낸다.

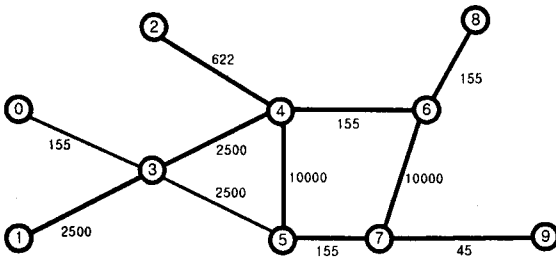


[그림 3] Rule 을 사용한 전문가 시스템

4. 시뮬레이션

4.1. 시뮬레이션 환경

시뮬레이션의 간편화를 위해 네트워크 대역폭의 경정은 없다고 가정하였다. 또한 모든 Replica Manager와 Replica Manager 사이의 네트워크 대역폭은 다양하다고 가정한다. 데이터 전송의 기준이 되는 파일 크기는 1000 Mbytes 이고, 데이터그리드 네트워크 상에는 1000 개의 파일이 분산되어 있다. 개별 Replica Manager 는 200 Gbytes 저장 장치를 갖고 있고 기본적으로 각 Replica Manager 는 최대 100 개의 파일을 소유하고 있다. 전문가 시스템은 Rule 을 이용하여 선택된 Replica 에게 더 많은 저장 장치를 제공한다. 아래 그림은 시뮬레이션을 수행한 네트워크 대역폭 정보를 나타낸다[그림 4].



[그림 4] 예를 위한 Peer-to-Peer System 환경

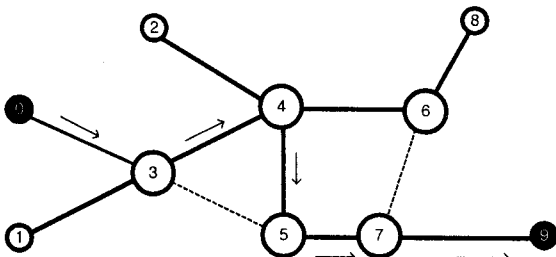
4.2. Replication 관리 방법

본 논문에서는 6 가지 경우의 Data Replication 관리를 비교하고 평가해 본다.

경우 1) 단순한 Peer-to-Peer System : 모든 Replica 들은 파일을 요구받으면 파일을 전달하는 서비스만 제공한다.

경우 2) 접근 경로가 많은 위치에 저장 장치 제공 : 이 경우, 네트워크 Path 에 자주 나타날 가능성이 많은 Replica 에 저장 장치를 추가하여, 시스템의 부하를 분산시키고자 하였다.

- 다른 Replica Manager 와의 접근 경로가 많은 위치 : 다른 Replica Manager 와 접근 가능성이 가장 큰 곳에 저장 장치를 추가한다. 그림의 경우 3, 4, 5, 6, 7 번 노드이다[그림 5].

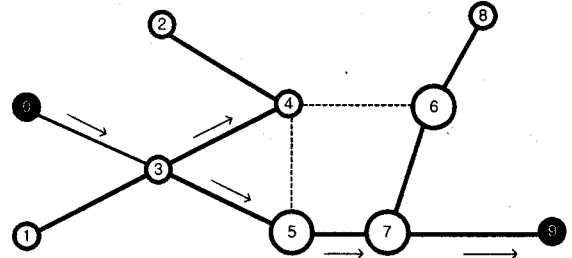


[그림 5] 저장 장치를 추가한 Peer-to-Peer Replicas

경우 3) 전문가 시스템을 이용한 저장 장치 제공 :

이 경우 각 Replica Manager 에 위치한 전문가 시스템으로 위치를 결정할 수 있다. 전문가 시스템은 추가적인 저장 장치를 위해 사용자 파일 접근 요구를 모니터링하고 액세스 패턴을 알아낸다.

- 사용자의 액세스 많은 곳 : 실제 사용자의 파일 액세스 요구가 많은 Replica Manager 에 저장 장치를 추가한다. 그림의 경우 9 번과 8 번 노드 주변에 파일 요구가 몰려있다.[그림 6]



[그림 6] 전문가 시스템을 이용한 peer-to-peer replicas

경우 4) 전문가 시스템을 이용한 최단경로 제공 : 라우팅 정보를 이용하여 네트워크에 존재하는 두 Peer Replica Manager 사이에 최단경로를 제공한다.

경우 5) 저장 장치 추가와 최단경로 제공 : 이 경우 위의 2 번과 4 번 관리 방법을 같이 적용한 것이다.

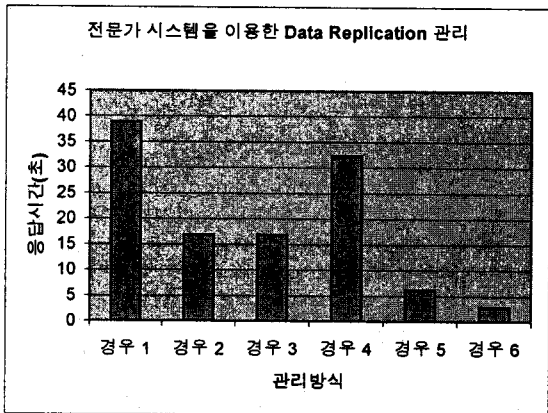
- 다른 Replica Manager 와의 접근 경로가 많은 위치

경우 6) 전문가 시스템을 이용한 저장 장치 추가와 최단경로 제공 : 이 경우 위의 3 번과 4 번 관리 방법을 같이 적용한 것이다.

- 사용자의 액세스 많은 곳

4.3. 시뮬레이션 결과

[그림 7]은 Data Replication 관리 방식을 사용한 경우 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 시뮬레이션 결과 단독으로 저장장치를 관리하거나 최단경로를 제공하는 경우 성능의 향상이 그리 크지 않았다. 하지만 두 관리 방법 3, 4 를 같이 사용한 경우 큰 성능 향상을 볼 수 있었다.



[그림 7] 전문가 시스템을 이용한 Data Replication

5. 결론 및 향후과제

데이터그리드 환경은 먼거리에 위치한 대용량 데이터 자원의 관리를 위해, Peer-to-Peer 시스템을 이용한 Data Replication 관리를 수행한다. 하지만 이런 시스템은 네트워크 전체의 정보를 얻을 수 없으므로, 그리드 자원의 효율적 관리가 어려운 문제점을 가지고 있다. 이러한 환경에 전문가 시스템을 적용함으로써, 데이터그리드 전체의 데이터에 대한 정보를 제공할 수 있다. 따라서 개별 사용자 접근 변화에 대하여 유연하게 대처가 가능하고 성능 향상을 얻어낼 수 있다.

이 논문은 Peer-to-Peer 방법을 이용한 데이터그리드 환경에서의 전문가 시스템을 이용한 Data Replication 관리 방법을 제시하였다. 시뮬레이션 결과 전문가 시스템을 이용한 Data Replication 관리로 성능의 향상이 있었다. 또한 전문가 시스템에서 한가지 방법으로 Replica를 관리하기 보다는 여러가지 방법을 같이 사용하여 사용하는 경우에 더 좋은 효율 향상을 보였다.

실제 그리드환경을 구축하고 작업 성능 개선을 위한 여러가지 관리 기법의 조합과 실시간으로 변하는 환경을 알아내는 확장된 개념의 연구가 필요하다. 또한 실시간 액세스 패턴을 알아내고 적절한 자원을 추가 및 지원을 할 수 있는 전문가 시스템에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] W. Allcock, A. Chervenak, I. Foster, C. Kesselman, C. Salisbury, and S. Tuecke, "The Data Grid: Towards an Architecture for the Distributed Management and Analysis of Large Scientific Datasets,"
- [2] K. Ranganathana and I. Foster. "Decoupling Computation and Data Scheduling in Distributed Data-Intensive Applications," In International Symposium of High Performance Distributed Computing, Edinburgh, Scotland, 2002.
- [3] Wolfgang Hoschek, Javier Jaen-Martinez, Asad Samar, Heinz Stockinger, and Kurt Stockinger, "Data

Management in an International Data Grid Project," In 1st IEEE/ACM Int'l. Workshop on Grid Computing (Grid'2000)

- [4] Clarke, I., Sandberg, O., Wiley, B., and Hong, T, "Freenet: A distributed anonymous information storage and retrieval system," In Proceedings of ICSI Workshop on Design Issues in Anonymity and Unobservability, Berkeley, California, 2000