인터넷 구조에 적합한 그리드 데이터베이스 갱신 정책

김준상°, 조지훈*, 이원주**, 전창호*
한양대학교 컴퓨터공학과°, 한양대학교 컴퓨터공학과*, 두원공과대학 모바일인터넷과**,
kimjs@cse.hanyang.ac.kr°, jojh@cse.hanyang.ac.kr*,
wonjoo@doowon.ac.kr**, chjeon@cse.hanyang.ac.kr***

A Grid Database Update Strategy Suitable for Internet Architecture

Junsang Kim°, Jihun Jo*, Wonjoo Lee**, Changho Jeon***
Department of Computer Science & Engineering, Hanyang University°,
Department of Computer Science & Engineering, Hanyang University*,
Department of Mobile Internet, Doowon Technical College**

요 약

그리드 데이터베이스는 여러 사이트에 데이터베이스의 복사본을 두어 네트워크 전송 지연을 감소시킨다. 그러나 데이터베이스가 갱신될 때 마다 모든 복사본들이 갱신되어야 하기 때문에 이로 인해 발생되는 네트워크 대역폭 소모와 시스템 부하 또한 무시할 수 없는 수준이다. 본 논문에서는 그리드에 사용되는 광대역 네트워크인 인터넷의 구조에 적합한 새로운 데이터베이스 갱신 정책을 제안한다. 본 정책은 인터넷의 구성요소인 AS(Autonomous System)와 ISP(Internet Service Provider)의 계층성과 네트워크의 속도 차를 고려하여 네트워크의 병목구간을 최대한 회피하고, 시스템 부하와 네트워크 부하의 균형을 조절함으로써 그리드 데이터베이스의 성능을 향상시킬 수 있다.

1. 서론

그리드는 광대역 네트워크를 통하여 이기종 컴퓨팅 자원을 가상 조직(Virtual Organization)으로 결합하여 공유할 수 있도록 하는 컴퓨팅 환경이다. 특히 그리드의 한 종류인 데이터 그리드는 전세계에 분산된 데이터를 공유할 수 있도록 하여 협동 연구환경을 제공한다[1]. 데이터 그리드는 방대한 데이터를 다루고 광대역 네트워크를 이용하는 특징 때문에 통신 지연이 그리드의 성능에 큰 영향을 끼친다. 이를 보완하기 위하여 원본의 복사본을 만들어 그리드의 여러 사이트에 배치하는 방법으로 성능을 향상시킨다.

그리드 데이터베이스는 데이터 그리드의 일종으로 그리드 환경에서 분산된 데이터의 효율적인 처리와 사용을 위한 데이터베이스 관리 시스템이다[2]. 그리드 데이터베이스 또한 네트워크 통신 지연에 따른 성능저하의 문제점이 있기 때문에 데이터베이스의 복사본을 정해진 정책에 따라 여러 사이트에 분산시킨다. 현재 그리드 데이터베이스에 사용되는 복제 정책은 모든 노드의 복사본 데이터베이스를 동기화하는데 중점을 두고 있다. 분산 데이터베이스 환경과는 달리 광대역 네트워크로 수많은 노드가 연결되는 그리드 환경에서는 모든 복사본들을 갱신하는 작업 자체가 전체 시스템의 성능에 큰 영향을 끼친다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 일반적인 광대역 네트워크인 인터넷의 구조에 적합한 새로운 데이터베이스 갱신 정책을 제안한다.

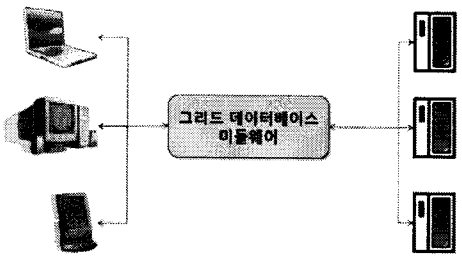
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 그리드 데이터베이스의 관련 연구에 대하여 설명한다. 3장에서는 제안하는 복사본 갱신 정책에 대하여 자세히 설명하고 4장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 그리드 데이터베이스

그리드 데이터베이스는 그리드 환경에서 분산된 데이터의 효율적인 처리와 사용을 위한 데이터베이스 관리 시스템이며 그리드 환경에 사용되는 분산 데이터베이스라고 할 수 있다. 분산 데이터베이스의 특징을 모두 가지고 있으면서 그리드의 협업, 가상화 등의 특징이 추가되었다. 또한 시스템과 데이터의

규모가 일반적인 분산 데이터베이스보다 크다.



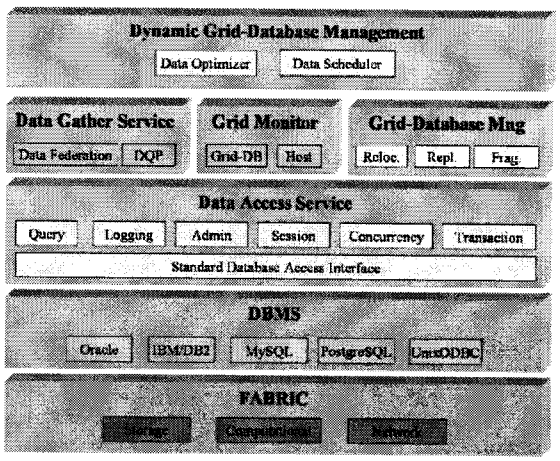
<그림 1> 그리드 데이터베이스 미들웨어

<그림 1>에서 그리드 미들웨어는 그리드 데이터베이스의 핵심부분으로, 그리드의 상태와 사용자의 요구에 따라 데이터베이스 자원을 동적으로 조직하여 사용자가 여러 형태로 접근 가능할 수 있게 한다.데이터베이스 전송에 따른 통신 지연을 줄이기 위한 데이터베이스 복제 정책 또한 미들웨어에서 담당한다.

현재 그리드 데이터베이스 미들웨어는 연구 및 개발단계이고 구조만 제안되어 있는 상황이다 그리드 데이터베이스 구조는 2.2절에서 자세하게 설명한다.

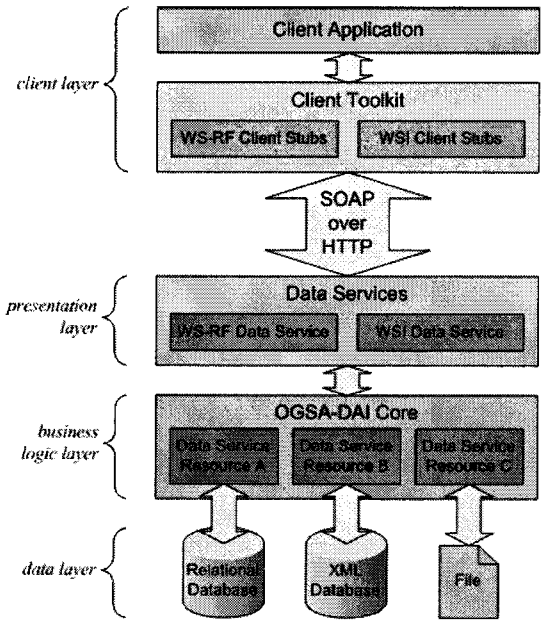
2.2 그리드 데이터베이스 구조

그리드 데이터베이스가 본격적으로 연구되면서 다양한 구조의 미들웨어가 제안되었다.



<그림 2> Grid-DBMS의 구조

Grid-DBMS의 미들웨어 구조는 <그림 2>와 같다[2]. Fabric 계층은 그리드 시스템을 구성하는 하드웨어이고, DBMS계층은 다양한 상용 DBMS를 포함하는 계층이다. Data Access Service 계층은 이기종간의 데이터베이스를 연결 및 접근을 제공한다. Data Gather Service는 분산 질의 프로세싱과 데이터 통합에 관련된 서비스를 제공하며 Grid Monitor는 시스템 성능 감시를 제공한다. Grid-Database Mng는 데이터베이스의 기본적인 관리 기능을 제공하며 데이터 복제도 이 부분에서 담당한다. Dynamic Grid-Database Management에서는 데이터 최적화 및 작업의 스케줄 관리 기능을 제공한다.



<그림 3> OGSA-DAI의 구조

OGSA-DAI(Open Grid Service Architecture - Data Access and Integration) 프로젝트에서 제안한 구조는 <그림 3>과 같다[3]. 데이터베이스나 XML 데이터베이스 등을 웹 서비스를 통해 접근할 수 있도록 미들웨어를 개발하는 것이 이 프로젝트의 목표이다. OGSA-DAI는 총 4개의 계층으로 이루어져 있다. Business logic layer는 데이터 자원들과 연결되어 있어서 질의처리, 세션관리, 데이터 전송기능을 제공한다. 데이터를 관리하는 역할을 하기 때문에 데이터 복제도 이 계층에서 담당한다. Presentation layer는 Client layer에서 웹 서비스에 접근할 수 있도록 인터페이스를 제공해준다. 마지막으로 Client layer는 사용자가 웹 서비스를 통하여 데이터에 접근할 수 있게 하여 원하는 작업을 처리해주는 역할을 한다.

2.3 그리드 데이터베이스 복제/갱신 정책

현재 데이터 그리드와 달리 그리드 데이터베이스를 위한 복제정책은 거의 연구되지 않은 상태이다. 제안된 그리드 데이터베이스 구조에서 데이터베이스 복제 부분은 데이터가 갱신될 때 모든 복사본을 갱신시키는 단순한 형태로 구성되어 있다. 이때 사용되는 기법은 두 가지가 있는데 질의 전파 방법과 로그 전파 기법이 있다[4].

질의 전파 기법은 사용자의 갱신 질의를 모든 노드에 전송하여 복사본을 갱신한다. 질의 전송은 네트워크 비용이 적게 발생하지만 각 시스템에서 질의를 처리해야 하므로 시스템에 걸리는 부하가 커진다. 시스템을 연결하는 네트워크의 대역폭이 좁지만 각 시스템에서 처리해야 할 갱신 질의가 적을 경우에 유리하다.

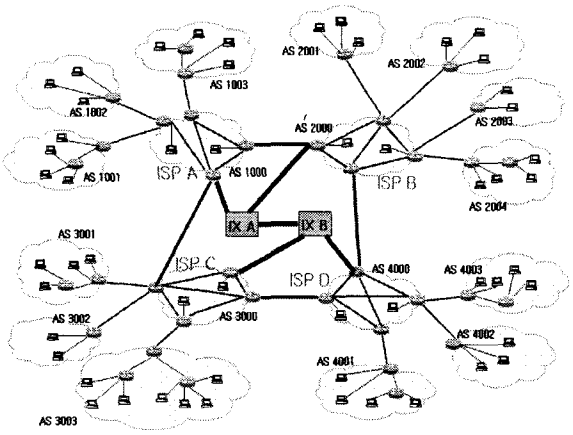
로그 전파 기법은 갱신된 데이터 자체를 논리 로그의 형태로 모든 노드에 전송하여 복사본을 갱신한다. 질의 전파 기법과는 반대로 네트워크 비용이 많이 발생하지만 시스템이 걸리는 부하는 적어진다. 네트워크 대역폭이 넓고 각 시스템에서 처리해야 할 갱신 질의가 많을 경우에 유리하다.

그리드 데이터베이스는 규모 자체가 커서 갱신 질의가 많아 발생되고 광대역 네트워크를 사용하기 때문에 대역폭도 좁다. 그러므로 두 가지 방법 모두 적합하지 않으며 이를 절충한 새로운 갱신 정책이 필요하다.

3. 인터넷 구조에 적합한 그리드 데이터베이스 갱신 정책

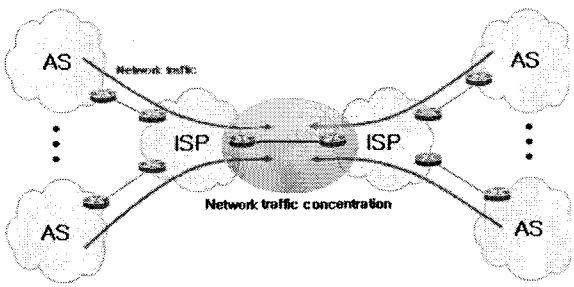
3.1 인터넷 구조

인터넷은 수많은 AS(Autonomous System)들로 구성된다. 각 AS는 고유의 AS번호를 가지며, 자율적인 네트워크 정책의 운영이 가능하다. 현재 대부분의 정부기관, 대기업, 중견기업, 대형 연구기관, 대학교들이 AS번호를 가지고 있으며 독립적인 네트워크로 관리되고 있다. 그 외의 개인회선 사용자들이나 벤처회사 등 소형 네트워크들은 ISP의 AS로 묶여져 ISP의 네트워크 정책을 따른다. 각 AS들은 ISP(Internet Service Provider)를 통하여 인터넷에 접속한다. ISP는 인터넷에 직접 접속하거나 IX(Internet Exchange)를 통하여 인터넷에 접속한다.



<그림 4> 간략화한 인터넷 토폴로지

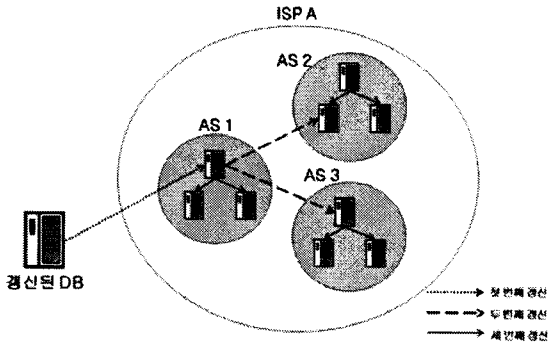
<그림 4>는 실제 인터넷 구조를 축소하여 표현한 인터넷 토폴로지이다. AS번호를 가지고 있는 로컬 네트워크는 보통 기가비트급 이상의 고대역폭 백본 네트워크로 구성되어 있어서 내부 전송속도가 빠르다. 하지만 외부 네트워크와의 통신을 위해서는 ISP와 연결되는 외부 라인을 거쳐야 하는데, 외부로 연결되는 전용선은 내부 네트워크에 비해 훨씬 낮은 대역폭을 가지고 있기 때문에 병목현상으로 인한 전송속도 저하가 일어난다. 외부 네트워크에 데이터를 전송하는 경우, 같은 ISP에 연결된 네트워크일 경우와 다른 ISP에 연결된 네트워크일 경우가 있다. 다른 ISP에 연결된 경우 더 많은 ISP들 간의 경로를 거쳐야 한다. ISP의 네트워크는 다른 AS의 트래픽도 같이 집중되기 때문에 <그림 5>와 같이 병목현상이 일어난다. 그러므로 다른 ISP에 있는 네트워크라면 전송 속도 저하가 더 심해진다[5].



<그림 5> 인터넷의 병목현상

3.2 제안하는 데이터베이스 갱신 정책

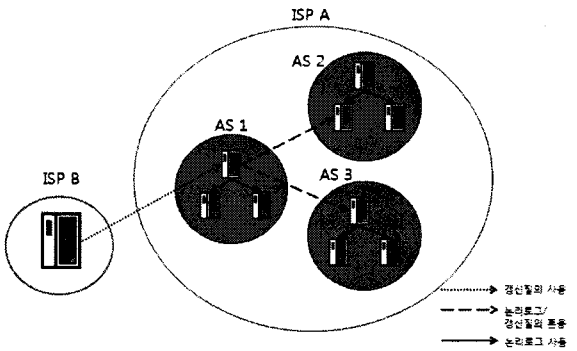
제안하는 갱신 정책은 네트워크 대역폭 소모와 시스템 부하를 감소시켜 그리드 데이터베이스의 성능을 높이는데 목적이 있다. 우선 ISP간의 네트워크 병목 구간을 최대한 회피하기 위하여 총 3단계의 갱신을 수행한다. 논리 로그나 갱신 질의를 모든 복사본에게 연속적으로 전송할 경우 그 ISP간의 전송빈도 수가 커진다. 이를 줄이기 위하여 갱신할 데이터베이스의 사용빈도가 가장 높은 사이트를 각 ISP에서 하나씩 선택하여 우선적으로 갱신한다.



<그림 6> 단계별 데이터베이스 갱신

<그림 6>에서 사용빈도 수가 최대인 사이트가 AS 1에 있다면 그 사이트는 AS 1의 모든 사이트를 우선적으로 갱신한다. 그 후 AS 1이 속한 ISP A에 있는 AS 2와 AS 3를 갱신한다. 다른 AS를 갱신할 때는 각 AS별로 갱신할 데이터베이스의 사용빈도가 가장 높은 사이트를 선출하여 데이터를 갱신한다. 마지막으로 AS 2와 AS 3에서 갱신된 사이트가 다른 내부의 사이트를 갱신하는 것으로 모든 갱신과정을 마친다. 제안하는 갱신 정책은 네트워크의 병목현상을 피하고 대역폭 사용량을 감소시켜 그리드 데이터베이스의 성능을 향상시킨다.

본 논문에서 제안하는 갱신 정책에서는 두 정책의 단점을 최소화 시키기 위하여 인터넷의 대역폭 특성에 따라 두 정책을 혼용한다. <그림 7>에서 AS 1 내부에 있는 사이트들 간 갱신인 경우 가용한 대역폭이 넓기 때문에 논리 로그를 사용하여 시스템의 부하를 감소시킨다. AS는 다르지만 같은 ISP A 내부의 AS간 갱신인 경우 네트워크 상황과 시스템 부하에 따라 논리 로그와 갱신 질의를 혼용한다. 하지만 ISP가 다를 경우는 가용한 대역폭이 좁기 때문에 갱신 질의를 이용하여 대역폭 소모를 감소시킨다.



<그림 7> 인터넷 대역폭 특성에 따른 데이터베이스 갱신 방법 변화

4. 결론

본 논문에서는 그리드에 사용되는 광대역 네트워크인 인터넷의 구조에 적합한 새로운 데이터베이스 갱신 정책을 제안하였다. 제안하는 갱신 정책은 병목구간을 최대한 회피하고 시스템 부하와 네트워크 부하의 균형을 조절하여 그리드 데이터베이스의 성능을 향상시킬 수 있다. 추후 연구 과제는 시뮬레이션을 통하여 제안한 정책을 검증하는 것이다. 또한 네트워크의 가용한 대역폭 변화와 각 시스템의 부하에 따라서 능동적으로 데이터베이스를 갱신하는 방법에 대한 연구도 필요하다.

5. 참고 문헌

[1] Ian Foster, Carl Kesselman, The Grid 2: Blueprint for a New Computing Infrastructure, Morgan Kaufmann, 2004.

[2] Giovanni Alosio, Massimo Cafaro, Sandro Fiore, Maria Mirto "The Grid-DBMS: Towards Dynamic Data management in Grid Environment" The International Conference on Information Technology, IEEE 2005

[3] eXist : http://exist.sourceforge.net/

[4] D. Agrawal, G. Alonso, A. E. Abbadi and I. Stanoi., "Exploiting atomic broadcast in replicated databases," In procedings of EuroPar (EuroPar'97), Passau (Germany), pp. 496~503, 1997

[5] 김준상, 이원주, 전창호, "인터넷 구조를 고려한 동적 데이터 그리드 복제 정책", 한국정보과학회 2005 한국컴퓨터종합학술대회 논문집(A), 2005. 7, pp. 64 ~ 66

[6] P. Watson. Databases and the grid. In F. Berman, G. Fox, and T. Hey, editors, Grid Computing: Making The Global Infrastructure a Reality. John Wiley & Sons Inc., 2003.