

# P2P를 기반으로 한 확장된 그리드 정보서비스 시스템 설계

강윤희\*, 강경우\*, 김도현\*, 조광문\*

\* 천안대학교 정보통신학부

e-mail:{yhkang,kwkang,dhkim,kmcho}@infocom.cheonan.ac.kr

## Design of an Extended Grid Information Service System Based on P2P

YunHee Kang\*, KyungWoo Kang\*, DoHyeon Kim\*, KwangMoon Cho\*

\*Department of Computer and Communication Engineering,

Cheonan University

### 요 약

본 논문에서는 기존의 그리드 컴퓨팅을 위한 미들웨어인 Globus의 정보 서비스 시스템인 MDS의 확장된 정보시스템 설계를 기술한다. 제안된 시스템은 자원 접근 및 발견을 위해 P2P 기반의 결합 포용을 갖는 강건하고 적응형 정보 서비스를 제공한다. MDS는 가상 조직(Virtual Organization, VO)으로 이루어진 네트워크 상에 자원의 위치 및 상태 정보를 제공하는 디렉토리 서비스이다. 그러나 현재 MDS 시스템은 결합의 기점(Single-point failure) 및 중복으로 등록된 자원에 대한 추가적인 트래픽을 발생시킨다. P2P 기반 정보 서비스 시스템은 기존의 클라이언트/서버 기반의 정보 서비스에 비해 정보의 가용성이 높고 수동적인 정보 서비스 수행 객체인 VO의 자치성을 보장함으로써 그리드 컴퓨팅 자원에 대한 유효한 실시간 접근을 제공한다. 또한 그리드 컴퓨팅의 확장으로 그리드 컴퓨팅에 참여하는 자원의 수가 증가함에 따라 정보 서비스 시스템의 확장성 및 정보 서비스의 개체인 VO간의 자기 조직화(self-organization)를 지원한다.

### 1. 서론

그리드 컴퓨팅(Grid Computing)은 방대하고 광대역의 자원 공유와 고성능 처리를 위한 분산 시스템의 설계, 구현 및 관리를 위한 기술이다[1]. 광대역의 자원을 기반으로 한 컴퓨팅을 위해서는 자원 정보에 대한 수집 및 수집된 정보에 대한 서비스를 위한 디렉토리 서비스가 필수적이다[2].

본 논문에서는 기존의 그리드 컴퓨팅을 위한 미들웨어인 Globus[2]의 정보 서비스 시스템인 MDS(Metacomputing Directory Service)의 확장을 기술한다. 제안된 확장 시스템은 자원 접근 및 발견을 위해 P2P 기반의 결합 포용을 갖는 강건하고 적응형 정보 서비스를 제공한다.

MDS는 가상 조직(Virtual Organization, VO)으로 이루어진 네트워크 상에 자원의 위치 및 상태 정보를 제공하는 디렉토리 서비스이다[3,4]. 디렉토리 서비스는 분산되어 있는 자원에 대한 메타데이터

에 대한 접근을 가능하게 지원한다. 사용자는 속성들을 입력하여 자원을 검색할 수 있다. MDS의 디렉토리 서비스는 프로토콜인 LDAP을 기반으로 한 계층적 정보서비스를 제공한다[1,2,3].

현재의 MDS 시스템은 제한적인 개형에 따른 불필요한 그리드 정보서비스 서버 접근, 다양한 응용 사용자를 위한 최적의 자원 정보 발견의 어려움 및 DIT(Directory Information Tree) 내의 노드 결합 또는 네트워크 단절에 따른 서비스 중단의 문제점 등을 갖는다.

VO는 응용 제공자, 저장공간 서비스 제공자 또는 컴퓨팅 자원 제공자 및 협력 작업자 등 다양한 형태로 구성되어지며 Globus에서의 컴퓨팅 환경에서 VO는 협력 되어진 자원 공유와 문제 해결을 위해 구성된 여러 조직의 컴퓨팅 자원으로 구성된다[3].

특히, 그리드 정보서비스는 결합의 기점(Single-point failure) 및 중복으로 등록된 자원에

대한 추가적인 트래픽을 발생시킨다. 본 논문에서는 기존의 MDS에 강건성을 갖고 네트워크 트래픽 감소를 위해 P2P를 기반으로 확장된 그리드 정보서비스 아키텍처 설계를 제안한다.

본 논문의 제 2절에서는 관련연구를 기술하고 제 3절에서는 개선된 정보서비스를 기술하고 마지막으로 제 4절에서는 결론을 기술한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 그리드 컴퓨팅 환경

그리드의 컴퓨팅 환경은 응용에 따라 많은 양의 계산을 수행하는 계산그리드(computational grid). 데이터 전송이 빈번한 데이터 그리드(data grid) 및 여러 다른 분야 전문가들이 협업을 위한 액세스 그리드(access grid)로 구분된다[1].

다음은 그리드 컴퓨팅 환경의 특징을 보인 것이다.

#### 1) 자원들의 이질성

여러 기관에 흩어져 있는 서로 다른 자원들은 다양한 형태로 존재한다. 컴퓨터 구조, 기종, 운영 체제, 작업 스케줄러, 운영 정책 등이 서로 다를 수 있다.

#### 2) 자원 상태의 빈번한 변화

그리드 환경은 가입과 탈퇴가 자유로운 가상 공간으로 각 시점에 따라 네트워크 속도, 각 시스템의 부하, 사용 가능한 디스크 용량, 각 프로세서의 사용 가능 여부 등과 같은 정보는 시간에 따라 동적으로 변경되는 요소들이다.

#### 3) 응용 분야에 따른 필요정보의 다양성

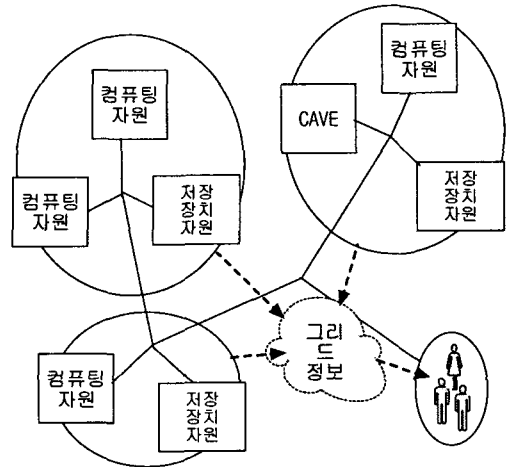
그리드를 사용하는 사용자들은 자신의 응용 분야에 따라 필요로 하는 정보가 서로 다르다. 어플리케이션에 따라 계산량이 많을 수도 있고 통신량이 많을 수도 있고 입출력이 많을 수도 있다. 이런 특징에 따라 필요한 정보도 서로 다르다.

### 2.2 계층적 정보 서비스

그리드 정보 서비스(Grid Information Service)는 그리드 미들웨어의 중요한 요소 시스템으로서 분산되어 있는 그리드 환경 내에 존재하는 자원들에 관한 최신의 정보를 사용자 또는 그리드 미들웨어의 다른 요소 시스템에 제공하는 시스템이다.

그리드 정보 서비스는 <그림 1>과 같이 분산되어 있는 그리드 환경 내에 존재하는 자원들에 관한 최

신의 정보를 사용자 또는 그리드 미들웨어의 다른 요소 시스템에 제공한다[2,3]



<그림 1> 그리드 환경에서의 정보 서비스

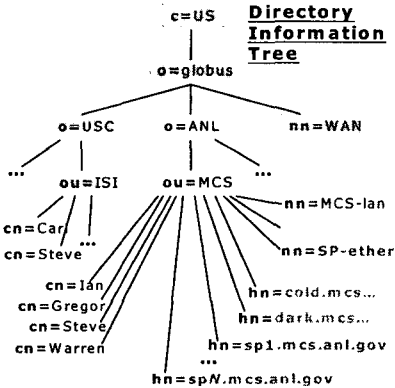
그리드 정보서비스의 역할은 인터넷에서 DNS와 유사한 자원 정보 서비스를 제공한다. 이를 위해 자원에 관한 정보를 수집하고 정리해서 사용자 또는 다른 미들웨어에게 제공한다.

그리드 미들웨어인 Globus Toolkit에서는 사용자에게 자원의 상태 정보를 서비스하기 위해 MDS라고 하는 정보서비스를 포함하고 있다[3,4]. MDS의 구조는 클라이언트/서버 형태로 구성되며 정보를 제공하는 서버들이 DIT 구조로 연결되어 있고 각 클라이언트는 DIT의 특정 노드에 있는 서버에 질의를 할 수 있다.

MDS는 그리드 내에 존재하는 자원들의 상태 정보를 공유하고 사용자들에게 제공하기 위한 요소로서 정보를 저장하고 사용자들에게 제공하기 위해 LDAP(Lightweight Directory Access Protocol)를 이용한다[5]. LDAP은 <그림 2>과 같이 트리 구조의 체계적인 DIT라 불리는 이름 공간을 정의한 분산 서비스로 설계되었다. 임의의 서브트리는 독특한 서비스와 연관될 수 있다. 그러므로 MDS를 지원하는데 필요한 지역적인 서비스는 실질적으로 LDAP 서버(여러 개의 사이트가 서버를 공유한다면 다른 LDAP 서버에 대한 게이트웨이)이고 동시에 그 사이트 안에 있는 자원들의 구조와 상태에 대한 최근의 정보로 구성된 유틸리티라고 할 수 있다.

그러나 DIT 구조는 신속한 정보 수집의 장점을 갖지만 DIT 상의 하나의 노드 고장 또는 네트워크 장애가 발생하는 경우에 DIT가 고립되어 정보 공유

가 어려워지는 단점이 있다. 이러한 정보 접근 문제는 현재 사용 가능한 고성능 자원이 그리드 상에 존재할 지라도 사용가능 여부를 정보 서비스 시스템이 알려줄 수 없음으로 인하여 그리드 효율에 막대한 지장을 초래할 수 있다.



<그림 2> 디렉토리 정보 트리의 예

### 3. 개선된 정보 서비스 시스템 설계

#### 3.1 그리드 정보 시스템 아키텍처

정보 서비스를 위해 Globus에서는 각 자원의 정보를 수집하는 GRIS(Grid Information Service)와 수집된 정보를 통합하는 GIIS(Grid Index Information Service)의 두 종류의 서버를 제공한다. 이들 서버가 수집하여 제공하는 정보는 각 자원의 구조, 노드 수, 부하 정보, 배치 작업 스케줄러, 네트워크 상태 등이며 LDIF(LDAP Data Interchange Format) 형태로 API나 SDK를 통해서 응용 개발자, 자원 브로커(Resource Broker) 및 스케줄러(Job Scheduler) 등에 제공된다.

그리드 내의 정보서비스에서는 방대하고 분산되어진 개별적인 자원 객체에 대한 접근을 위한 정보 제공자의 모임인 VO로 이루어진다. 또한 상위 수준의 서비스는 이들 정보 제공자에 의해 제공되어진 정보에 대한 수집, 관리, 색인 및 응답을 수행한다. 상위 수준의 서비스는 VO에 대한 자원 발견 및 발견된 자원에 대한 모니터링을 수행하는 집합 디렉토리(Aggregate directory)의 형태로 이루어진다. 이를 위해 GRRP(Grid Resource Registration Protocol)이 개별 사용자를 위한 분산되어진 자원의 집합에 대한 통합 정보의 가용성을 집합 디렉토리

에 통지하기 위해 사용한다. 만약에 GRIS가 VO에 등록하기 위해서는 명시된 VO 서버에 등록하며 등록된 GRIS 서버 또는 VO에 대한 자원 정보를 얻기 위해 GRIP(Grid Resource Information Protocol)이 사용되며 LDAP을 기반으로 한 객체에 대한 정보 접근의 형식으로 수행된다.

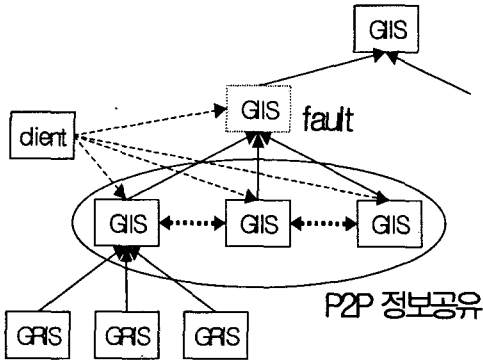
#### 3.2 제안된 P2P 기반 정보서비스 시스템

그리드 컴퓨팅 환경에서 내재되어진 문제는 동적인 VO 내에서의 협력적인 자원 공유와 지속적 정보 서비스이다. P2P 네트워크는 서버 또는 클라이언트로서 동작하는 임의의 노드로 구성된다. P2P는 클라이언트와 서버의 역할이 고정된 전통적인 클라이언트/서버에서 서버의 결함에 따른 서비스의 중단을 해결할 수 있다[6]. 이를 기반으로 기존의 계층적 DIT에 정보 공유 모델을 위해 GIIS 서버간에 P2P 연결을 도입한다.

P2P 기반 정보 서비스 시스템은 기존의 클라이언트/서버 기반의 정보 서비스에 비해 정보의 가용성(availability)이 높고 수동적인 정보 서비스 수행 객체인 VO의 자치성(autonomy)을 보장함으로써 그리드 컴퓨팅 자원에 대한 유효한 실시간 접근을 제공한다. 또한 그리드 컴퓨팅의 확장으로 그리드 컴퓨팅에 참여하는 자원의 수가 증가함에 따라 정보 서비스 시스템의 확장성(scalability) 및 정보 서비스의 개체인 VO간의 자기 조직화(self-organization)를 지원한다.

확장된 P2P 기반 정보 서비스의 개념을 도식화하면 <그림 3>과 같다. 제안된 정보 서비스 시스템에서 클라이언트는 가장 인접한 정보 서비스 서버에 접속하여 질의를 하게 된다. 각 기관 또는 부서 내에서의 정보 저장은 DIT 기반으로 유지하며 추가적으로 P2P로 인접 GIIS서버들이 연결되어 정보를 공유하므로써 DIT의 장점과 P2P의 장점을 모두 활용할 수 있도록 한다.

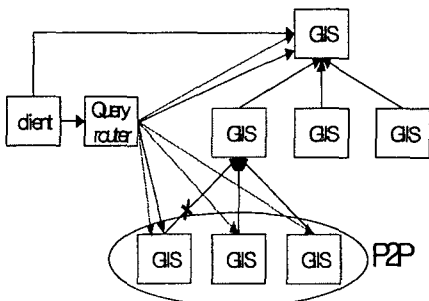
제안된 정보 서비스는 결함 기점의 문제점을 해결하기 위해 P2P를 기반으로 인접 GIIS 서버의 자원 정보의 중복을 갖는 확장된 정보서비스를 구성한다. 즉, P2P 기반 GIIS 서버간에는 자신의 하위 GRIS의 정보 수집 시 변경된 정보를 인접 노드에 중복 유지함으로써 불필요한 GRIS 서버에 대한 접근을 최소화함으로써 네트워크 부하를 경감시키기 위해 인접 노드에 대한 질의 경로를 유지한다



<그림 3> P2P 기반 정보 서비스

이를 위해 P2P 기반 정보 서비스를 위한 주요한 프로토콜인 등록(registration) 및 발견(discovery)을 위한 별도의 서비스를 P2P 기반 정보 서비스에서 활용할 수 있도록 정의하여 VO 수준에서 확장한다. GIS 서버의 P2P 기반 구성은 자원 발견 서비스의 설계 시 기존의 GRIS back end 와 기존의 MDS 와의 호환성(backward compatibility)을 유지하기 위하여 VO간의 접근 및 발견을 위한 메커니즘을 제공하도록 한다. 이를 구현하기 위해 설계 시에 VO간의 결함 종료(fail-over) 메커니즘을 고려하여 VO 그룹을 구성하여 효율적인 자원 정보의 일관성 있는 유지를 위해 자원 정보 질의 및 갱신 메시지의 Hop 수를 결정한다.

기존의 정보서비스는 상위 GIS의 결함 발생 시 클라이언트는 하위 GIS 또는 GRIS 서버와의 단절을 발생시키므로 서비스의 중단을 발생시킨다. 그러나 제안된 정보서비스 모델은 상위 노드의 결함 시 인접 노드로의 서비스를 위해 클라이언트는 질의 라우터(Query Router)을 구성한다.



<그림 4> Query Router 구성

<그림 4>는 P2P 기반 정보 서비스의 장점인 높은 결함포용을 보인 것으로 프로세스 결함, 노드 결함 또는 네트워크 분할에 따른 문제 발생 시 클라이언트는 질의 라우터를 통해 우회 경로를 통해 인접 VO에 의한 지속적인 정보 서비스가 수행될 수 있다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 기존 MDS의 결함 기점을 갖는 DIT 문제를 해결 및 다중 등록에 따라 발생하는 네트워크 트래픽을 경감 하고자 정보 공유 모델을 갖는 P2P 개념을 도입하였다.

제안된 정보 서비스 시스템에서 클라이언트는 질의 라우터를 사용하여 인접한 정보 서비스 서버에 접속하여 질의를 하게 된다. 추가적으로 각 기관 또는 부서의 GIS 서버들은 P2P로 연결되어 정보를 공유하도록 설계하였다. 본 논문에서는 그리드 정보 서비스 분야에 P2P 모델의 장점을 도입함으로써 안정적이고 신속한 정보 서비스를 제공하였다.

#### 참고문헌

- [1] I. Foster and C. Kesselman. The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure Morgan Kaufmann, San Fransisco, CA, 1999.
- [2] I. Foster, C. Kesselman, "Globus: A Metacomputing Infrastructure Toolkit" Intl. J. Supercomputer Applications, 11(2):115-128, 1997
- [3] S. Fitzgerald, I. Foster, C. Kesselman, G. Von Laszewski, W. Smith, and S. Tuecke. "A directory service for configuring high-performance distributed computings," In Proc. 6th IEEE Symp. On High Performance Distributed Computing, PP 365-375, 1997.
- [4] I. Foster and C. Kesselman. "Globus: A metacomputing infrastructure toolkit", Intl. J. Supercomputer Applications, 11(2), 1997.
- [5] "Lightweight Directory Access Protocol (v3)", IETF Request for Comments 2251, 1997.
- [6] RATNASAMY, S., FRANCIS,P.,HANDLEY, M., KARP, R., AND SHENKER, S. "A scalable content-addressable network," In Proc. of ACM SIGCOMM, San Diego, CA, August 2001.