

컴퓨팅 환경의 컨버전스, 그리드

그리드 기술 표준화 동향

김 양 우*

한 동 현**

이 필 우***

김 윤 희****

◆ 목 차 ◆

1. 서론

2. 국외 그리드 기술 개발 동향

3. 국내 그리드 기술 개발 동향

4. 산업체의 그리드 기술 개발 동향

5. 결론

1. 서론

그리드는 주로 하이퍼텍스트 형태의 정보만을 공유하는 웹과는 달리 지리적으로 분산된 고성능 컴퓨터, 대용량 데이터베이스 및 첨단 장비 등 다양한 컴퓨팅 자원을 초고속 네트워크로 연동함으로써 고속 연산, 대량의 데이터 처리, 첨단 장비의 상호 공유 등을 가능하게 하고, 가상 공간에서 협업 연구나 작업을 가능하게 해주는 새로운 개념의 정보통신 인프라 및 서비스를 통칭하는 기술이다[7].

1998년, 미국에서 처음 그리드 개념이 제안된 이래로 글로벌 그리드 포럼(GGF: Global Grid Forum)을 중심으로 그리드 기술의 개발과 표준화 활동이 진행되어 왔는데, 2006년 9월, OGF18을 전환점으로 EGA(Enterprise Grid Alliance)를 통합한 오픈 그리드 포럼(OGF: Open Grid Forum)[11]이 새롭게 출범하였다. 국내에서도 2001년 5월, 정보통신부가 “차세대 인터넷 기반구축을 위한 국가 그리드 기본계획”을 수립하고, 2001년 10월, 그리드 포럼 코리아(GFK: Grid Forum Korea)[12]가 발족되어 해외 그리드 기술 및 표준화 동향을 조사, 분석해 국내의 각 연구 및 상용 기

간망을 통합하는 등 본격적인 활동을 해 오고 있다. 이 활동의 일환으로 우리나라에서도 2005년 3월, 서울에서 GGF13이 열렸고, 한국의 그리드 기술을 세계적인 수준으로 한 단계 끌어올리는 것과 동시에 국내 그리드 관련 연구가 더욱 힘을 받는 계기를 마련하였다.

한편 그리드 기술의 표준은 초기에는 글로버스(Globus) 미들웨어[13]를 중심으로 자리잡아 왔지만, 현재는 웹 서비스 표준과 결합되어 통합된 기술 표준 형태로 발전하고 있다[1][2]. 앞으로도 그리드 컴퓨팅 분야는 기술 표준의 통합과 컴퓨팅 모델의 퓨전 현상, 그리고 더 편리한 그리드 서비스를 제공하는 방향으로 발전할 것으로 전망된다[8].

그러한 대표적인 개방형 기술 표준의 예가 OGSA(Open Grid Services Architecture), WSRF(Web Services Resource Framework), SOA(Service Oriented Architecture) 등이다. OGSA는 인프라 자원의 공유를 위한 그리드 미들웨어 표준과 애플리케이션의 공유를 위한 웹 서비스 표준을 결합함으로써 그리드 기술을 보다 발전시키기 위한 개방형 기술 표준이다. WSRF는 2004년 1월, 글로버스 월드 2004에서 처음 발표되었는데, 그리드와 웹 서비스의 통합 아키텍처인 OGSA는 WSRF를 통해 차세대 그리드 표준 아키텍처로 한 걸음 더 발전하게 되었고, Globus Toolkit 4.0을 통해 완성되었다. 또한 SOA는 IT 인프라 상의 모든 자원들을 서비스 형태로 공유할 수 있게 함으로써, 향후 그리드 기술은 SOA를 기반으로 기술 표준으로 더욱 발전할 수 있게 되었다

* 동국대학교 정보통신공학과 교수

** 캐나다 맥마스터 대학 컴퓨터학과 박사과정

*** 한국과학기술정보연구원 그리드컴퓨팅연구팀 책임연구원/팀장

**** 숙명여자대학교 부교수

본 고에서는 그리드와 관련된 여러 인접 기술분야들을 그리드 기술의 발전동향에 맞추어 표준화의 관점에서 연관성을 기술하였고, 대표적인 그리드 기술 표준화 기구인 Open Grid Forum(OGF)의 조직과 기능 그리고 표준화 문서들에 대해 소개하였다.

2. 컴퓨팅 환경의 컨버전스

(1) 그리드와 P2P

지난 2000년 10월, 넷스터가 한참 집중 조명을 받고 있을 당시 인텔 주도로 결성되었던 Peer-to-Peer 워킹그룹이 2002년 4월에 GGF의 한 영역(area)으로 합류하였다[14]. 일반적으로 파일공유 시스템만이 P2P 시스템으로 이해되고 있지만, 넷스터 이전부터 SETI@Home과 국내의 Korea@Home같은 P2P 프로젝트들이 성공적으로 자리잡아 왔다.

수많은 PC를 이용하여 복잡한 계산을 분산시키는 유망한 기술로 P2P가 주목 받아 오면서, 그리드 커뮤니티와의 결합은 사실상 예견되어 왔다. P2P 기술 자체는 흥미로운 분산 기능을 갖고 있고 이중 많은 부분이 그리드 환경에서 쓰이면 유용한 것들이다.

P2P 시스템의 특징은 중앙 관리 포인트가 부족하다는 것이다. 때문에 익명성에 알맞고 트레이싱을 방지한다. 반면 그리드 환경은 예를 들어, 자원 관리 또는 워크로드 스케줄링 의 경우에서처럼 중앙 관리 및 보안 형식을 갖추고 있다. P2P 환경의 중앙화 부재는 두 개의 중요한 결과를 낳는데, 첫째, P2P 시스템은 일반적으로 그리드 컴퓨팅 시스템보다 확장성이 크다. 책임의 제어와 분산 간 균형을 따져봐도 그리드 컴퓨팅 시스템은 근본적으로 P2P 시스템보다 확장성이 덜하다. 둘째, P2P 시스템은 일반적으로 그리드 컴퓨팅 시스템보다 싱글 포인트 오류 내구성이 강하다. 그리드가 강 결합 분산 시스템 보다 탄력적이긴 하지만 그리드는 불가피하게 싱글 포인트 오류가 될 수 있는 핵심 요소를 가지고 있다[5][6].

그리드 컴퓨팅 시스템을 구현하는 핵심은 분권과 관리성 간 접점을 찾는 것이 핵심이다. 그리드 컴퓨팅의 중요한 특징이 자원이 동적이라는 데 있는 반면,

P2P 시스템에서는 자원이 훨씬 더 동적이고 그리드 상의 자원들 보다 훨씬 더 빠르며, 분산 자원들의 활용이 더욱 구체적이다. 풍부한 컴퓨팅 자원들 덕분에 두 시스템 모두 가능한 한 많이 사용되게 될 것이다. 두 시스템들 간 마지막 차이는 표준인데, P2P 커뮤니티에서의 표준 부재는 그리드 커뮤니티의 여러 표준들과 대조된다. Open Grid Forum 덕분에 그리드는 기존 표준을 정비하고 새로운 표준을 만드는 메커니즘을 갖추게 되었다.

앞으로 서버 기반으로 개발되어온 그리드 시스템을 P2P 프로토콜을 이용해 구성하는 방안 역시 적극 모색되어야 하고, 컴퓨팅 자원의 접근 용이성과 경제성으로 인하여 P2P 컴퓨팅 역시 그리드의 한 부류로 계속 발전할 것이다. 그리드와 P2P 시스템들은 서로 보완적이며, 그리드가 대중화가 될 때 “inter-grid” 개발 단계에 이르면 두 방식이 서로를 보완하게 될 것이다.

(2) 그리드와 시맨틱 웹

2002년 7월, 스코틀랜드 에딘버러에서 열린 GGF5에서 Semantic Grid 연구그룹이 결성되어 ISO 및 W3C와 더불어, 시맨틱 웹을 표현하기 위한 언어 기술을 그리드 상에서 구현해 가고 있다[15].

지금까지의 웹 기술은 인간과 컴퓨터 간의 정보교환에 치중하고 정보와 태그가 혼합되어 정보추출이 어려울 뿐만 아니라, 컴퓨터의 웹 데이터에 대한 의미적 해석과 처리가 매우 취약하였다. 시맨틱 웹은 컴퓨터(특히 소프트웨어, 프로그램, 혹은 에이전트) 간의 정보교환이 가능하게 하여 정보의 의미를 이해하고 처리할 수 있는 환경으로 1990년대 말에 소개되었다.

시맨틱 웹은 분산처리 환경 하에서 서로 다른 데이터베이스 및 이기종 컴퓨터마다 상이한 의미를 갖는 데이터를 각각의 컴퓨터 및 응용 프로그램들에서도 자유롭게 접근이 가능하도록 한다. 관계형 데이터베이스에서는 관계가 의미미듯이 웹에서는 정보 자원들 사이에 존재하는 여러 형태의 연관성이 의미이다. 물론 개별 데이터베이스와는 규모 면에서 비교가 안될 정도로 웹 환경 하에서의 정보들 간 연관성은 복잡하고 다양하다. 그런데 만약 문서의 각 부분을 컴퓨터가 이해할 수 있는 형식으로 기술(description)해 줄 수만

있다면 복잡하게 얽혀져 있는 정보 자원들 사이의 의미적 연관성을 통해 다양한 정보들이 보다 효과적으로 활용될 수 있다.

존재하는 문서의 내용 자체는 인간만이 이해할 수 있으며, 컴퓨터에게는 기본적으로 무의미한 전통적인 웹에 비하여, 데이터들 사이에 연관성을 표현할 수 있는 구조가 더해진 시맨틱 웹에서는 각종 에이전트들이 이러한 연관성에 기반하여 기존 정보들로부터의 추론을 통해 새로운 정보를 만들어 내게 되고 이렇게 체계화된 정보들은 향후 에이전트들 혹은 인간의 의사결정이나 행동에 영향을 줄 수 있게 된다. 즉, 단순한 패턴 매칭(pattern matching)에 의한 구문론적인 방식의 기존의 웹과는 달리, 시맨틱 웹 환경에서는 보다 수준 높은 정보와 지식을 효과적으로 처리하고자 하는 것이다.

앞으로는 에이전트들이 주어진 상황에 맞는 적절한 행동을 취하고, 또한 그들 사이에서 상당히 복잡한 수준의 의사소통이 가능하게 되는 시맨틱 웹의 기술들은 그리드 기술과 함께 상호보완적으로 더욱 발전하게 될 것이다.

(3) 그리드와 유비쿼터스 컴퓨팅

유비쿼터스(Ubiquitous)란 라틴어로 '편재하다(보편적으로 존재하다)'라는 의미이다. 모든 곳에 존재하는 네트워크라는 것은 지금처럼 책상 위 컴퓨터의 네트워크화 뿐만 아니라 휴대전화, TV, 게임기, 휴대용 단말기, 자동차 네비게이터, 센서 등 컴퓨터가 아닌 모든 비 컴퓨터 기기가 네트워크화되어 언제, 어디서나, 누구나 대용량의 통신망을 사용할 수 있고, 저비용으로 커뮤니케이션 할 수 있는 것을 가리킨다. 우리나라에서는 2002년 4월부터 전자신문이 20주년 기념 미래 기획으로 연재한 '21세기 아젠다 u코리아-제3공간에 대한 도전과 기회'를 통해 크게 이슈화되어, 2003년 4월에 u-Korea 포럼이 창립되었다. GGF에서는 2002년 10월, 미국 시카고에서 열린 GGF6 에서 P2P 영역에 Appliance Aggregation Architecture 연구그룹이 결성되어 활동하여 왔는데, 2003년 10월, 미국 시카고에서 열린 GGF9 에서는 Ubicomp 연구그룹이 본격 결성되었다 [16]. 한편 OGSA 워킹그룹에서도 PDA 등을 지원할

수 있는 'Grid Lite'를 사용사례로 제시하기도 하였다.

유비쿼터스는 컴퓨터 중심의 '유비쿼터스 컴퓨팅'과 네트워크 중심의 '유비쿼터스 네트워크'으로 구분할 수 있으며, 그리드 컴퓨팅은 컴퓨터와 네트워크를 통합한 개념으로 '네트워크가 곧 컴퓨터'라고 할 수 있다. 그리드 컴퓨팅의 연결대상은 컴퓨터 뿐만 아니라, 가전제품, 센서와 같은 비 컴퓨터 기기까지 포함된다. 즉, 모든 형태의 디지털 기기들이 연결되는 게 바로 그리드 컴퓨팅이다. 그리드 컴퓨팅을 통하여 계산능력을 연결하고, 저장공간을 연결하고, 각종 작업을 위한 것들을 연결하며, 이는 각각의 디지털 기기들을 연결하여 언제 어디서나 원하는 서비스를 제공할 수 있는 유비쿼터스 네트워크 개념과 거의 유사하다고 할 수 있다.

유비쿼터스 환경을 위한 장치와 서비스들이 서로 연동되기 위해서는 표준과 환경이 전제되어야 하는데, 유비쿼터스 컴퓨팅 확산이 늦어지는 데는 유비쿼터스 애플리케이션과 서비스 개발, 전파를 쉽게 해줄 수 있는 공통 분산시스템 인프라 부족이 주된 원인이다. 인프라 부족은 수많은 특정 미들웨어 플랫폼(GAIA, Aura, Cooltown 등)의 개발을 이끌어냈다. 그러나, 이러한 플랫폼들은 자연히 독점적으로 운영되고, 과학자들이 새로운 연구와 개발을 하는데 이용하기 어려웠기 때문에 공통 표준으로 널리 자리잡지 못했다.

유비쿼터스 컴퓨팅에 관한 많은 문제들을 해결하기 위한 플랫폼 개발에 어려움을 겪고 있는 반면에, 글로벌 분산컴퓨팅 플랫폼인 그리드는 많은 과학적 비전을 보이고 있다. 그리드는 표준화 및 통일성, 저비용, 유비쿼터스, 신뢰성을 가지고 공공 분야의 컴퓨팅 자원을 액세스하는 개념이다. 그리드 개념이 유비쿼터스 컴퓨팅 개념과 완전히 일치하는 것은 아니지만, 많은 분야에서 유사한 점을 가지고 있으며, Ubicomp 연구 그룹에서도 유비쿼터스 애플리케이션이 그리드를 기반으로 하는 것이 유비쿼터스 컴퓨팅과 그리드 컴퓨팅 양쪽에게 시너지 효과를 준다고 보고 있다.

진정한 유비쿼터스가 실현되려면 모든 장치와 서비스들이 표준 인터페이스를 통해 서로 연동될 수 있어야 하며, 장비간에 통신을 통한 서비스 이용이 가능하여야 한다. 유비쿼터스에서 요구되는 많은 기술들은 그리드와도 연관이 있다. 초기에 그리드는 '고성능 분

산컴퓨팅을 위한 플랫폼'으로 여겨졌으나, 현재는 '서비스 연동을 위한 플랫폼'으로 각광받고 있다. 그리드가 가지고 있는 기술들을 집목하면, 유비쿼터스 컴퓨팅이 더 빨리 도래할 것이다. 그리드 컴퓨팅은 현재 IT 인프라를 Access와 Data, Computational 세 분야로 나누어 모두 통합시킬 수 있는 기술로써, 유비쿼터스 컴퓨팅을 위해서 반드시 필요한 인프라로 여겨지고 있다.

3. 그리드 기술 표준화 동향

(1) 그리드와 OGSA (Open Grid Services Architecture)

2002년 2월, 캐나다 토론토에서 열린 GGF4에서 인터넷상의 애플리케이션 및 컴퓨팅 자원을 공유할 수 있는 통합된 개념의 OGSA가 처음 공개되었다. OGSA는 인프라 자원의 공유를 위한 그리드 기술과 애플리케이션의 공유를 위한 웹 서비스 표준을 상호 결합한 기술 개념으로 개방형 통합 기술 표준이다. 기존 글로벌 툴킷의 단점을 보완하기 위해서 글로벌스 미들웨어의 장점과 웹 서비스의 주요 요소인 XML, WSDL, SOAP, UDDI 등의 기술 표준을 통합하여 그리드 서비스의 개념을 확장하였다[1][2][17]. 여기서 '서비스'는 네트워크에서 특정한 기능을 수행하는 개체(entity)를 의미한다. 굳이 객체(object)라는 용어를 사용하지 않고 서비스라는 용어를 사용한 것은 지금까지의 객체 관련 프로토콜이 시스템에 부하를 너무 많이 야기시켰기 때문이다. 그런 점에서 웹 서비스는 기존의 분산 컴퓨팅을 위한 표준들인 DCE, CORBA, Java RMI 등과는 차별화되는 새로운 컴퓨팅 패러다임을 제공한다.

그 동안 업계에서는 널리 수용되어 온 웹 서비스 표준을 그리드 프로토콜과 결합시킴으로써, OGSA는 업계의 주도적인 표준으로 자리잡아 왔다. 앞으로도 OGSA 기반의 그리드 표준이 보다 본격적으로 적용되어 간다면 개방형 표준에 기반 한 진정한 의미의 분산 협업 컴퓨팅이 구현될 수 있을 것이다. 한편, OGSA에 기반 한 구체적 명세서(specification)가

OGSI(Open Grid Service Infrastructure)인데, 이에 따라 2003년 7월, OGSI 규약에 맞추어 구현된 최초의 글로벌 툴킷 3.0 버전이 발표되었다.

(2) 그리드와 WSRF (Web Services Resource Framework)

2004년 1월, 글로벌스 월드 2004에서 WSRF가 발표되면서 그리드와 웹 서비스의 통합 아키텍처인 OGSA는 WSRF를 통해 차세대 그리드 표준 아키텍처로 다시 거듭나게 되었다.

OGSI는 W3C의 WSDL을 기반으로 만들어진 웹 서비스의 확장된 형태이기 때문에 그리드와 웹 서비스는 OGSA 발표 이후 급격히 융화되기 시작하였는데, 결국 OGSI를 WSRF 형태로 재구성(refactoring)하여 웹 서비스 스펙에 좀 더 가깝게 바꿈으로써 OGSA는 곧바로 웹 서비스 위에 자연스럽게 통합될 수 있게 되었다[18]. 이렇게 하여 기업 환경에서 그리드 컴퓨팅의 적용이 좀더 현실로 다가오게 되었다.

OGSA는 앞으로도 WSRF와 결합되어 더욱 발전할 것이다. 개념에 있어서 WSRF가 좀 더 웹 서비스를 사용하기 용이하게 만들어졌으며 기존의 OGSI를 크게 수정하지 않기 때문이다. WSRF는 현재 GGF의 OGSI 워킹그룹[19]에 의해 초안이 만들어진 상태이고 OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards)를 통해 표준화가 추진 중이다. 이와 관련해 글로벌스 얼라이언스(The Globus Alliance)[20]는 WSRF에 기초한 글로벌스 툴킷 4.0 버전을 2005년 5월 초에 발표하였고, 비로서 그리드는 실제적으로 웹 서비스를 기반으로 구축되고 동작하게 되었다. 따라서 용어상으로도 그리드 컴퓨팅은 그리드 서비스로 변경되어야 더 적합하게 되었다.

(3) 그리드와 SOA(Service Oriented Architecture)

SOA는 지금까지 통합 컴퓨팅 시스템을 구성하기 위한 아키텍처를 만들면서 혁신적인 개념으로 생각되어 온 객체지향적 방법론(Object Oriented)에서 컴포넌트 기반 방법론(Component Based Development)과 모델

기반 방법론(Model Driven Architecture)의 연장선상에 있는 가장 포괄적이고도 현실적인 서비스 설계 개념이다.

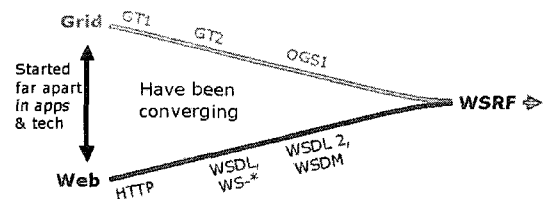
IT 분야에서 통합(Integration)은 일반적으로 프로그램과 프로그램의 통합, 기계와 기계의 통합을 의미하지만 좀 더 근원적인 것은 IT에 의한 비즈니스끼리의 통합을 의미한다. 이처럼 비즈니스의 통합을 위해 중간 매개체로 인터넷 기술을 사용하려는 것이 웹 서비스이다. 웹 서비스가 지닌 가장 큰 특징은 '서비스' 개념에 충실하다는 것이다. 웹 서비스는 SOA라고 통칭되는 개념 아키텍처에 충실한 대표 기술로 볼 수 있다.

웹 서비스 이전에도 비즈니스 로직을 컴포넌트화하여 이것을 서비스로 보고자 하는 DCOM, EJB, CORBA와 같은 개념이 있었지만 이들은 웹 서비스를 이용한 SOA와 명확한 차이를 가지고 있다. DCOM, EJB, CORBA 같은 개념들은 오히려 컴포넌트 기반 방법론에 가깝다. 왜냐하면 이들은 자신이 가지는 프레임워크 내부에서 비즈니스 로직을 어떻게 잘 모듈화 해서 최대의 효율성을 가지게 하는가에 주안점을 두고 있기 때문이다. 하지만 웹 서비스를 이용한 SOA는 이들과 근본적인 차이점을 가지고 있다. 시스템을 누구나 이용 가능한 서비스로 간주하고 연동과 통합을 전제로 아키텍처를 만든다. 즉, 시스템을 개발하면서 처음부터 불특정 다수의 외부 시스템 혹은 고객과의 연동을 고려한다. 여기서 불특정 다수라는 것은 어떠한 플랫폼에 있는 사용자가 요청을 하더라도 문제 없이 처리할 수 있도록 한다는 것이다.

SOA가 주목을 받는 또 다른 이유는 최근 컴퓨팅의 큰 변화인 유틸리티 컴퓨팅 서비스와 온 디맨드 컴퓨팅 서비스 환경으로 가기 위한 중요한 징검다리다기 때문이다. 유틸리티 컴퓨팅은 솔루션이나 시스템을 소비자가 예전처럼 구매하지 않고 기존에 구축된 내용을 이용한 만큼만 비용을 지불하는 개념이다. 따라서 보다 쉽게 사용할 컴퓨팅 자원을 선택하고 교체하려면 이들이 SOA 기반 하에 구축되어야 한다[21]. 앞으로 그리드 컴퓨팅이나 웹 서비스 표준 기술은 향후 SOA 기반으로 발전하면서 더욱 통합 추세가 촉진될 것이며, IT의 기반 아키텍처로 자리잡게 될 것이다.

(4) 그리드와 글로벌 툴킷 GT4

1998년 10월에 처음 소개된 글로벌 툴킷은 GT2 상태인 2002년 2월, GGF4에서 인터넷상에서 애플리케이션 및 컴퓨팅 자원을 공유할 수 있는 통합된 개념의 OGSA(Open Grid Services Architecture)가 처음 공개되면서 새로운 전환점을 맞이하였다. OGSA는 인프라 자원의 공유를 위한 그리드 기술과 애플리케이션의 공유를 위한 웹 서비스 표준을 상호 결합한 기술 개념으로 개방형 통합 기술 표준을 표방하였다. 기존 글로벌 툴킷의 단점을 보완하기 위해서 글로벌 툴킷의 장점과 웹 서비스의 주요 요소인 XML, WSDL, SOAP, UDDI 등의 기술 표준을 통합하여 그리드 서비스의 개념을 확장하였다. 2003년 7월에는 OGSA에 기초한 스펙인 OGSII(Open Grid Service Infrastructure) 규약에 따라 GT3이 발표되었다.

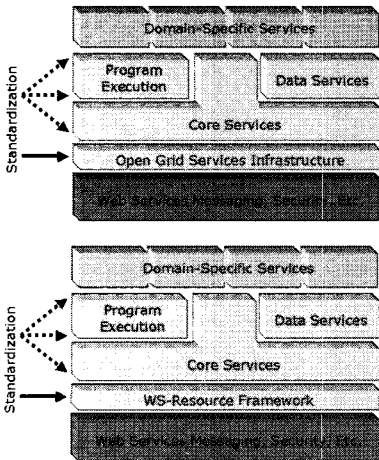


<그림1> 그리드와 웹 서비스의 융합

2004년 1월, 글로벌 툴킷 2004에서는 WSRF(Web Services Resource Framework)가 소개되었는데, 이를 통해 그리드와 웹 서비스의 통합 아키텍처인 OGSA를 차세대 그리드 표준 아키텍처로 한 걸음 더 발전되게 하는 계기가 되었다. 그리고 2005년 5월, 마침내 WSRF에 기초한 GT4가 발표되면서 <그림1>과 같이 그리드 기술과 웹 서비스 기술이 융합되어 발전하게 되었다[22].

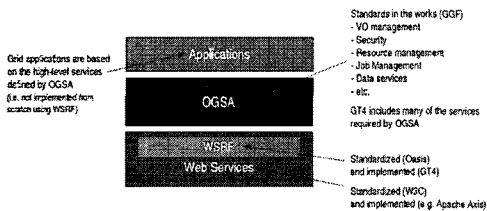
현재 글로벌 툴킷은 웹 서비스 표준을 기반으로 효율적인 자원 관리를 위해 확장된 표준인 WSRF를 구현한 GT4가 발표된 상태이다. 기존의 OGSII는 W3C의 WSDL을 기반으로 만들어진 웹 서비스의 확장된 형태였기 때문에 그리드와 웹 서비스는 OGSA 발표 이후 급격히 융화되기 시작하였는데, <그림2>와 같이 GT4를 통해 OGSA는 WSRF와 결합되면서 더욱 발전하

게 되었다. 이것은 개념에 있어서 WSRF가 좀 더 웹 서비스를 사용하기 용이하게 만들어졌으며 기존의 OGSi를 크게 수정하지 않았기 때문이다.



〈그림2〉 GT3와 GT4에서의 그리드 서비스 아키텍처 변화

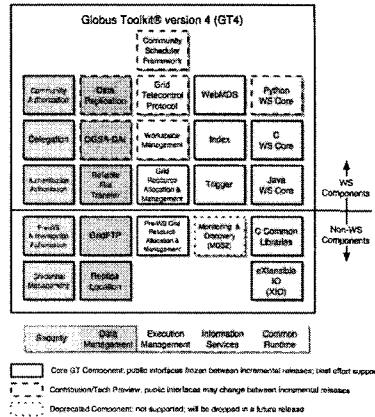
GT4는 기존의 웹 서비스 인프라에 사용할 수 있게 보완된 OGSi를 WS-Resource 개념을 도입하여 WSRF 형태로 재구성(refactoring)하면서 웹 서비스 스펙으로 바꾸었다. 이를 통해, 〈그림3〉과 같이 OGSA는 곧바로 웹 서비스 위에 자연스럽게 통합되어 올려지게 되었고, 비로서 그리드는 실제적으로 웹 서비스를 기반으로 구축되고 동작하게 되었다.



〈그림3〉 GT4에서의 그리드 아키텍처

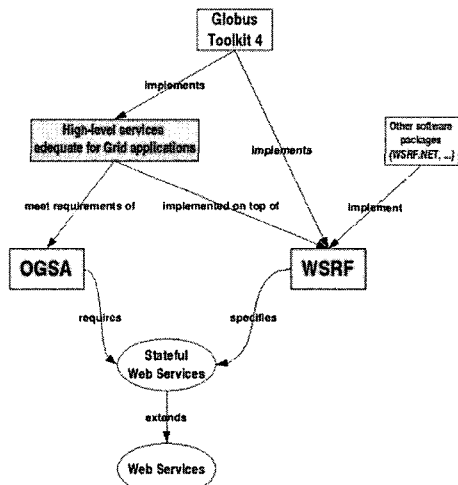
또한 현재 글로벌스 툴킷은 GT3를 거쳐 GT4로 발전하면서 Java WS Core와 C WS Core, 기존의 globus_io를 대체해 보다 많은 윈도우를 제공할 수 있는 XIO, 신뢰할 수 있는 파일전송을 위한 RFT(Reliable File Transfer), API와 프로토콜을 상호운

용 할 수 있는 새로운 버전의 GridFTP 서버 등이 <그림4>와 같이 기본 서비스 모듈로 추가되었다.



〈그림4〉 GT4의 서비스 모듈

〈그림5〉는 그리드 서비스의 구현과정을 보여준다. 그리드 서비스 개발자들은 GT4를 이용해 그리드 애플리케이션에 필요한 서비스들을 OGSA의 요구사항에 맞추어 개발하는데, GT4에 구현된 WSRF 위에 올려지게 된다. 이 때 OGSA가 요구하는 웹 서비스들은 자원의 상태 정보를 유지해야 하며, 이것은 WSRF를 통해 정의된다. 그리고 이러한 상태 정보를 유지하고 있는 웹 서비스들은 보다 일반적인 웹 서비스들로 확장된다.



〈그림5〉 그리드 서비스 구현과정

4. 국제 그리드 기술 표준화 기구, Open Grid Forum

2001년 초에 발족되어 그 동안 그리드 기술의 발전과 표준화를 선도해온 글로벌 그리드 포럼(GGF: Global Grid Forum)이 지난 2006년 9월, 미국 워싱턴 DC에서 열린 OGF18을 전환점으로 EGA(Enterprise Grid Alliance)를 통합하여 오픈 그리드 포럼(OGF: Open Grid Forum)으로 새롭게 거듭났다.

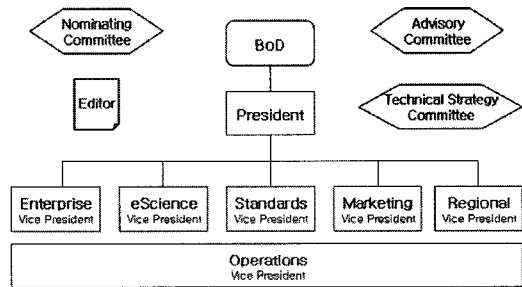
2004년에 결성된 EGA는 기업 데이터 센터에 그리드 기술을 접목시키고자 하는 목적으로 IBM, HP, Sun 등 IT 기업들을 중심으로 발족된 기구로, 그 동안 기업들이 엔터프라이즈 그리드 기술을 어떻게 개방적이고 상호 호환성 있게 사용할 수 있도록 할 것인가 하는 문제를 다루어 왔다. 학계와 연구계에 주된 기반을 두고 있었던 GGF와 엔터프라이즈 그리드 솔루션의 개발과 보급에 중점을 두었던 기업 기반의 EGA가 OGF로 통합됨으로써 그리드 기술의 발전이 더욱 가속화되리라 기대되고 있다.

두 기구의 통합으로 새롭게 발족한 OGF는 미국 시카고에 본부를 두고 있으며, 그리드 기술의 보급과 정착을 가속화시키자는 산업계와 연구 및 학계 그리고 개인들로 조직된 비영리 컨소시엄 기구이다. OGF는 개방된 포럼을 제공하고 그리드 소프트웨어의 호환성을 위한 표준을 개발함으로써 산업적 가치와 과학기술 혁신을 위한 그리드 기술의 정착을 가속화시키자는 목표를 가지고 있다.

(1) 새로운 OGF의 조직 구성과 운영

OGF의 조직은 <그림6>과 같이 구성된다. 이사회 밑에 의장이 있으며 그 밑에 6개의 평선(function)이 존재한다. 각 평선에는 한 명의 부의장들이 존재하며 각 평선별로 공통의 관심사를 갖는 여러 개의 영역(Area)들이 있고, 각 영역은 영역 관리자(Area Director)에 의해 관리된다. 또한 각 영역에는 여러 개의 그룹(Group)이 있으며 그룹들은 그 성격 및 역할에 따라 워킹그룹, 연구그룹, 그리고 커뮤니티 그룹으로 분류되고, 역시 각 그룹은 그룹의장에 의해 운영된다

(<그림6>).그림은 직접적인 표준화 활동과 연관된 워킹그룹과 아직은 표준화 단계가 아니지만 미래를 위해 연구가 필요한 내용을 다루는 연구그룹, 그리고 그리드 교육 등과 같이 공통의 사회적 관심사나 성공적인 그리드 구축 및 적용 사례를 다루는 커뮤니티 그룹으로 분류된다. 한 예로, 가장 큰 규모인 "Standards" 평선에는 "Applications" 영역을 포함하는 8개의 영역이 있고, "Applications" 영역에는 5개의 워킹그룹과 1개의 연구그룹이 존재한다. (참고 http://www.ogf.org/gfi/group_info/areagroups.php)



<그림 6> OGF의 조직 구성도

OGF 조직의 운영을 총괄 관리하는 의장직은 이사회에서 지명되고 임명되지만 이사회 결정을 위한 투표가 동수가 되는 경우를 제외하고는 투표권이 없으며, 의장에 의해 임명되고 이사회에서 승인되는 "Operations" 평선의 수석 부의장을 제외한 각 평선의 부의장들은 "Nominating" 위원회의 절차를 거쳐 추천되고 이사회에서 임명이 된다. 특히, OGF에서 인건비를 지불하는 "Operations" 평선의 수석 부의장을 제외하고 의장을 포함한 모든 자리는 자원자들로 구성된다.

OGF에는 3개의 위원회가 있는데, 그 중 자문(Advisory) 위원회는 국제 그리드 커뮤니티의 전문가들 중에서 OGF 의장과 자문 위원회 의장을 임명하고 이사회에서 승인함으로써 구성되며, 이 위원회는 지역적, 국가적, 기술적 그리고 전략적인 중요 이슈들에 대한 자문을 제공한다. 지명(Nominating) 위원회는 본 위원회 의장, OGF의 현재 의장과 이전 의장, 그리고 부의장, 영역 관리자들로 구성되는 GFSG(Grid Forum Steering Committee) 운영위원회의 대표자(전부 투표권

이 없음)와 10명의 자원자(투표권이 있음)로 구성된다. 투표권이 있는 10명은 자원자들 중에서 무작위로 선출되며 그 기간 동안에는 OGF의 다른 보직은 맡을 수 없다. 마지막으로 기술 전략(Technical Strategy) 위원회는 기관의 전체적인 기술 전략과 방향을 개발하는 역할을 한다. 기술 및 전략적 로드맵을 개발 및 관리하고, 이와 더불어 산업계의 중요한 이슈에 대해서는 OGF의 기술적 방향에 대한 입장을 표명하는 문서를 주기적으로 작성한다.

(2) OGF 표준화 문서의 종류

OGF의 표준화 활동과 관련된 문서의 유형은 "Informational", "Experimental", "Community Practice", 그리고 "Recommendation" 문서 등 4가지로 구분된다. "Informational" 문서는 그리드와 관련된 유용한 개념, 기술, 구조 등을 그리드 커뮤니티에 알리기 위한 문서이고, "Experimental" 문서는 그리드와 관련된 실험 결과, 구현 또는 다른 운영상의 경험 등을 다루는 문서이다. "Community Practice" 문서는 그리드 커뮤니티에서 널리 인정을 받고 있는 절차나 접근 방법 등을 커뮤니티에 알리기 위한 문서이고, "Recommendation" 문서는 호환성과 표준을 위해 기술적인 사항의 응용 시 그 기술의 세부사항이나 지침을 규정한 문서이다. 이들은 문서의 접수를 시작으로 문서의 유형에 따라 짧게는 약 5개월에서부터 길게는 약 2년의 검토/평가 기간을 거쳐 공식 문서로 발표된다. 모든 워킹그룹의 궁극적인 목표는 해당 기술 분야에서 "Recommendation" 공식 문서를 만드는 것이라 할 수 있으나 모든 "Recommendation" 문서의 작성에는 그 이전에 그 표준안의 타당성을 검증할 수 있는 여러 개의 "Informational", "Experimental", 또는 "Community Practice" 문서들이 작성되어 그 표준안을 지원할 수 있어야 하는 것이 일반적이다.

5. 결론 미래 컴퓨팅 환경의 컨버전스, 그리드

웹 서비스, P2P, 시맨틱 웹, 유틸리티 컴퓨팅, 유비

쿼터스 컴퓨팅은 미래 컴퓨팅 기술의 핵심 키워드다. 각각의 기술이 지향하는 바가 조금씩 차이는 있지만, 컴퓨팅 작업이 유틸리티 형태로 서비스 될 수 있다는 공통의 발상에서 시작되었다. 즉, 분산된 각 컴퓨팅 자원들을 통합하려는 노력을 하고 있는데, 표준 API를 통해 발견되고 접속할 수 있는 분산 컴퓨팅 자원을 사용한다는 것으로, 역동적으로 확장되며 견고하기 때문에 시스템 부하가 최고를 기록할 때를 대비해 과도한 프로비저닝을 하지 않아도 된다는 장점이 있다.

이런 발전 방향에서 그리드 기술이 중요하게 부각되고 있는 이유는 그리드가 분산된 다양한 이기종 컴퓨팅 자원들을 광범위하게 묶을 수 있는 인프라를 제공하기 때문이다. 따라서 웹 서비스, P2P, 시맨틱 웹, 유틸리티 컴퓨팅, 유비쿼터스 컴퓨팅과 같은 미래 컴퓨팅 기술 커뮤니티들이 그리드 기술에 주목하고, 그리드를 구심점으로 긴밀한 협력을 모색하고 있다[8].

기업 환경에서도 2003년 이래로, IBM, Sun, HP 등 글로벌 서버업체들이 미래 컴퓨팅 환경의 선점을 위해 그리드 상용화 경쟁을 본격화하고 있다[3][9][10]. 이미 세계적 시장조사기관인 IDC는 세상을 바꿀 9가지 신기술 중 하나로 그리드 컴퓨팅을 지목하였으며, 시장 전문가들도 지난 10년 동안 개인과 기업의 업무 환경을 획기적으로 변화시켜 온 것이 웹이었다면 향후 10년은 그리드가 그 역할을 하게 될 것이라고 전망하고 있다.

이러한 그리드 기술이 앞으로 보다 범용화 되기 위해서는 상호운용 가능한 표준 정립과 오픈소스 전략이 필수적이다. 그리드에 있어 오픈소스는 글로벌 연함을 통해 그리드 툴킷(GT4)로 구현되고 있으며, 그리드 구축용 오픈소스 기반 솔루션으로써 가능한 많은 표준들이 촘촘히 짜맞춰 넣어지고 있다. 상호운용 가능한 표준에 있어 GT4는 이미 많은 표준들을 내부에 채용해놓았고, 다른 표준들, 특히 웹서비스와 관련된 것들은 등장할 때마다 표준 그리드 실행 절차로 융합될 것으로 보인다[4].

참고 문헌

- [1] "Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual

- Organizations" <http://www.globus.org/alliance/publications/papers/anatomy.pdf>
- [2] "The Physiology of the Grid: An Open Grid Services Architecture for Distributed Systems Integration" <http://www.globus.org/alliance/publications/papers/ogsa.pdf>
- [3] "Accelerating the Adoption of Grid Solutions in the Enterprise" http://www.ogf.org/UnderstandingGrids/documents/accel_adoption_grid_solutions.pdf
- [4] "Grid Computing Looking Forward" ftp://download.intel.com/business/bss/technologies/grid/grid_computing.pdf
- [5] "Distributed Storage for a Scalable Grid Infrastructure" <http://www.netapp.com/library/tr/3385.pdf>
- [6] "Back to the Future: A New Conceptual Model for Grid Storage" <http://h71028.www7.hp.com/ERC/downloads/4AA0-1792ENW.pdf>
- [7] "Grid Computing" http://extranet.fujitsu-siemens.com/acdc/wp_grid.pdf
- [8] "It's a Grid World: The Convergence of Computing and Communications" http://www.intel.com/business/bss/technologies/grid/grid_computing.pdf
- [9] "Oracle 10g: Putting Grids to Work" http://www.oracle.com/technology/tech/grid/collateral/idc_oracle10g.pdf
- [10] "Sun Powers the Grid" http://www.sun.com/solutions/landing/industry/life_sciences.xml
- [11] Open Grid Forum <http://www.ogf.org/>
- [12] Grid Forum Korea <http://www.gridforumkorea.org/>
- [13] The Globus Alliance <http://www.globus.org/>
- [14] GGF P2P Project <http://forge.gridforum.org/sf/projects/p2p>
- [15] GGF Semantic Grid RG (SEM-RG) <https://forge.gridforum.org/sf/projects/sem-rg>
<http://forge.gridforum.org/sf/projects/sem-rg>
- [16] UbiComp <http://ubicomp.org/>
- [17] "The Open Grid Services Architecture" <http://www.ggf.org/documents/GFD.31.pdf>
<http://www.gridforum.org/documents/GWD-I-E/GFD-I.030.pdf>
- [18] "The WS-Resource Framework" <http://www.globus.org/wsrf/specs/ws-wsrf.pdf>
- [19] GGF Open Grid Services Infrastructure WG (OGSI-WG) <http://forge.ggf.org/sf/projects/ogsi-wg>
- [20] The Globus Alliance <http://www.globus.org/>
- [21] "GT 4.0 Common Runtime Components: Key Concepts" <http://www.globus.org/toolkit/docs/4.0/common/key/>
- [22] "A Globus Primer: Describing Globus Toolkit Version 4" http://www.globus.org/toolkit/docs/4.0/key/GT4_Primer_0.6.pdf

◎ 저자 소개 ◎



김 양 우

1984년 연세대학교 전자공학과(공학사)
1986년 Syracuse Univ. 컴퓨터공학전공(공학석사)
1992년 Syracuse Univ. 컴퓨터공학전공(공학박사)
1992년~1996년 한국전자통신연구원 선임연구원
1996년~현재 동국대학교 정보통신공학과 교수
관심분야 : 분산 그리드 컴퓨팅 시스템, 컴퓨터구조
E-mail : ywkim@dongguk.edu



한 동 현

1999년 동국대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)
2001년 동국대학교 대학원 정보통신공학과 졸업(석사)
2003년 동국대학교 대학원 정보통신공학과 수료(박사)
2005년~현재 캐나다 맥마스터 대학 컴퓨터학과 박사과정
관심분야 : 분산컴퓨팅 etc.
E-mail : dhan@dongguk.edu



이 필 우

1988년 동국대학교 전자공학과 졸업 (학사)
1991년 일본 쓰쿠바대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업 (석사)
1997년 일본 쓰쿠바대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업 (박사)
2000~현재 한국과학기술정보연구원 그리드컴퓨팅연구팀 책임연구원/팀장
관심분야 : 그리드컴퓨팅, 분산컴퓨팅, P2P, etc.
E-mail : pwlee@kisti.re.kr



김 윤 희

1991년 숙명여자대학교 전산학과 학사
1996년 Syracuse University 전산학과 석사
2000년 Syracuse University 전산학과 박사
1991년~1994년 한국전자통신연구소 연구원
2000년~2001년 Rochester Institute of Technology, 컴퓨터공학과 조교수
2001년~2004년 숙명여자대학교 조교수
2004년~현재 숙명여자대학교 부교수
관심분야: 문제풀이환경, 자율컴퓨팅, 분산 관리
E-mail: yulan@sm.ac.kr