



# 미래 컴퓨팅 기술의 대통합, 그리드

## 그리드 기술 표준화의 어제와 오늘, 그리고 내일

글 \_ 김양우 교수, 한동헌 박사 · 동국대학교 정보통신공학과 · ywkim@dongguk.edu, dhan73@hanmail.net

### 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, 대용량의 데이터 처리, 첨단 장비의 상호 공유 등을 가능하게 하고, 가상공간에서 협업 연구나 작업을 가능하게 해주는 새로운 개념의 정보통신 인프라 및 서비스를 통칭하는 기술이다.

1998년, 미국에서 처음 그리드 개념이 제안된 이래로 글로벌 그리드 포럼(GGF: Global Grid Forum)[1]을 중심으로 그리드 기술의 개발과 표준화 활동이 활발하게 전개되고 있으며, 국내에서도 2001년 5월, 정보통신부가 “차세대 인터넷 기반구축을 위한 국가 그리드 기본 계획”을 수립하고, 2001년 10월, 그리드 포럼 코리아(GFK: Grid Forum Korea)[2]가 발족되어 해외 그리드 기술 및 표준화 동향을 조사, 분석해 국내의 각 연구 및 상용 기간망을 통합하는 등 본격적인 활동을 해 오고 있다. 이 활동의 일환으로 우리나라에서도 2005년 3월, 서울에서 GGF13이 열렸고, 한국의 그리드 기술을 세계적인 수준으로 한 단계 끌어올리는 동시에 국내 그리드 관련 연구가 더욱 힘을 받는 계기가 되었다.

한편 그리드 기술의 표준은 현재까지는 글로버스(Globus) 미들웨어[3]를 중심으로 자리 잡아 왔지만, 이제는 웹 서비스 표준과 결합되어 통합된 기술 표준 형태로 발전하고 있다. 앞으로도 그리드 컴퓨팅 분야는 기술 표준의 통합과 컴퓨팅 모델의 퓨전 현상, 그리고 더 편리한 그리드 서비스를 제공하는 방향으로 발전할 것으로 전망된다.

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 OGS는 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.



본고에서는 그리드와 관련된 여러 인접 기술 분야들을 그리드 기술의 발전 동향에 맞추어 표준화의 관점에서 연관성을 기술하였다.

## 2. 본 론

### • 그리드와 P2P

지난 2000년 10월, 넷스텝이 한참 집중 조명을 받고 있을 당시 인텔 주도로 결성되었던 Peer-to-Peer 워킹그룹이 2002년 4월에 GGF의 한 영역(area)으로 합류하였다[4]. 일반적으로 파일공유 시스템만이 P2P 시스템으로 이해되고 있지만, 넷스텝 이전부터 SETI@Home과 국내의 Korea@Home같은 P2P 프로젝트들이 성공적으로 자리 잡아 왔다. 수많은 PC를 이용하여 복잡한 계산을 분산시키는 유망한 기술로 P2P가 주목 받아 오면서, 그리드 커뮤니티와의 결합은 사실상 예견되어 왔다. 그 동안 서버 기반으로 개발되어온 그리드 시스템을 P2P 프로토콜을 이용해 구성하는 방안은 적극 모색되어야 하고, 컴퓨팅 자원의 접근 용이성과 경제성으로 인하여 P2P 컴퓨팅 역시 그리드의 한 부류로 계속 발전할 것이다.

### • 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[5]. 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 간의 정보교환이

가능하게 하여 웹상의 데이터의 의미를 사람이 아닌 컴퓨터가 이해, 처리할 수 있도록 하기 위해 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.

### • 그리드와 유비쿼터스 컴퓨팅

유비쿼터스(Ubiquitous)란 라틴어로 ‘편재하다(보편적으로 존재하다)’라는 의미이다. 모든 곳에 존재하는 네트워크라는 것은 지금처럼 책상 위 PC의 네트워크화 뿐만아니라 휴대전화, TV, 게임기, 휴대용 단말기, 자동차 네비게이터, 센서 등 PC가 아닌 모든 비 PC 기기가 네트워크화 되어 언제, 어디서나, 누구나 대용량의 통신망을 사용할 수 있고, 저비용으로 커뮤니케이션 할 수 있는 것을 가리킨다. 우리나라에서는 2002년 4월부터 전자신문이 20주년 기념 미래기획으로 연재한 ‘21세기 아젠다 u코리아-제3공간에 대한 도전과 기회’를 통해 크게 이슈화되어, 2003년 4월에 u-Korea 포럼이 창립되었다. GGF에서는 2002년 10월, 미국 시카고에서 열린 GGF6에서 P2P 영역에 Appliance Aggregation Architecture 연구그룹이 결성되어 활동하여 왔는데, 2003년 10월, 미국 시카고에서 열린 GGF9에서는 UbiComp 연구그룹이 본격 결성되었다 [6]. 한편 OGSA 워킹그룹에서도 PDA 등을 지원할 수 있는 ‘Grid Lite’를 사용사례로 제시하기도 하였다.

### • 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

유비쿼터스(Ubiquitous)란 라틴어로 '편재하다(보편적으로 존재하다)'라는 의미이다.

모든 곳에 존재하는 네트워크라는 것은 지금처럼 책상 위 PC의 네트워크화 뿐만아니라

PC가 아닌 모든 기기가 네트워크화 되어 언제, 어디서나, 누구나 대용량의 통신망을 사용할 수 있고,

저비용으로 커뮤니케이션 할 수 있는 것을 가리킨다.

애플리케이션의 공유를 위한 웹 서비스 표준을 상호 결합한 기술 개념으로 개방형 통합 기술 표준이다. 기존 글로벌스 툴킷의 단점을 보완하기 위해서 글로벌스 미들웨어의 장점과 웹 서비스의 주요 요소인 XML, WSDL, SOAP, UDDI 등의 기술 표준을 통합하여 그리드 서비스의 개념을 확장하였다[7].

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 야기 시켰기 때문이다. 그런 점에서 웹 서비스는 기존의 분산 컴퓨팅을 위한 표준들인 DCE, CORBA, Java RMI 등과 차별화되는 새로운 컴퓨팅 패러다임을 제공한다.

그 동안 업계에서는 널리 수용되어 온 웹 서비스 표준을 그리드 프로토콜과 결합시킴으로써, OGSA는 업계의 주도적인 표준으로 자리 잡아 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 글로벌스 툴킷 3.0 버전이 발표되었다.

• **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[8]. 이렇게 하여 기업 환경에서 그리드 컴퓨팅의 적용이 좀 더 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 현재GGF의 OGSI 워킹그룹[9]에 의해 초안이 만들어진 상태이고 OASIS(Organization for the Advancement of Structured Information Standards)를 통해 표준화가 추진 중이다.

이와 관련해 글로벌스 얼라이언스는 WSRF에 기초한 글로벌스 툴킷 4.0 버전을 2005년 5월 초에 발표하였고, 비로소 그리드는 실제로 웹 서비스를 기반으로 구축되고 동작하게 되었다. 따라서 용어상으로도 그리드 컴퓨팅은 그리드 서비스로 변경되어야 더 적합하게 되었다.

• **그리드와 SOA(Service Oriented Architecture)**

SOA는 지금까지 통합 컴퓨팅 시스템을 구성하기 위한 아키텍처를 만들면서 혁신적인 개념으로 생각되어온 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 컴포넌트화 하여 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 모듈화해서 최대의 효율성을 가지게 하는가에 주안점을 두고 있기 때문이다.

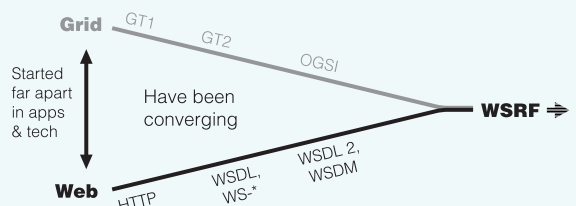
하지만 웹 서비스를 이용한 SOA는 이들과 근본적인 차이점을 가지고 있다. 시스템을 누구나 이용 가능한 서비스로 간주하고 연동과 통합을 전제로 아키텍처를 만든다. 즉, 시스템을 개발하면서 처음부터 불특정 다수의 외부 시스템 혹은 고객과의 연동을 고려한다. 여기서 불특정 다수라는 것은 어떠한 플랫폼에 있는 사용자가 요청을 하더라도 문제없이 처리할 수 있도록 한다는 것이다.

SOA가 주목을 받는 또 다른 이유는 최근 컴퓨팅의 큰 변화인 유틸리티 컴퓨팅 서비스와 온 디맨드 컴퓨팅 서비스 환경으로 가기 위한 중요한 징검다리가 되기 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[10].

앞으로 그리드 컴퓨팅이나 웹 서비스 표준 기술은 향후SOA 기반으로 발전하면서 더욱 통합 추세가 촉진 될 것이며, IT의 기반 아키텍처로 자리 잡게 될 것이다.

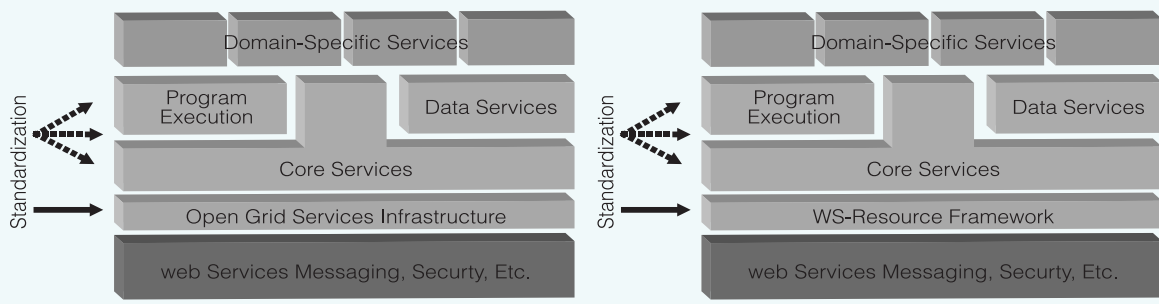
#### • 그리드와 글로벌스 툴킷 GT4

1998년 10월에 처음 소개된 글로벌스 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 글로벌스의 단점을 보완하기 위해서 글로벌스의 장점과 웹 서비스의 주요 요소인 XML, WSDL, SOAP, UDDI 등의 기술 표준을 통합하여 그리드 서비스의 개념을 확장하였다. 2003년 7월에는 OGSA에 기초한 스펙인 OGSi(Open Grid Service Infrastructure) 규약에 따라 GT3이 발표되었다.



〈그림〉 그리드와 웹 서비스의 융합

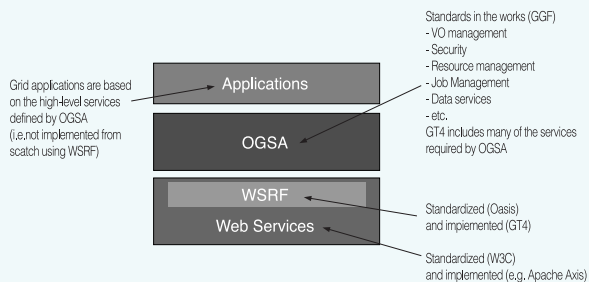
2004년 1월, 글로벌스 월드 2004에서는 WSRF(Web Services Resource Framework)가 소개되었는데, 이를 통해 그리드와 웹 서비스의 통합 아키텍처인 OGSA를 차세대 그리드 표준 아키텍처로 한 걸음 더 발전되게 하는 계기가 되었다. 그리고 2005년 5월, 마침내 WSRF에 기초한 GT4가 발표되었다(〈그림1〉)[11].



〈그림2〉 GT3와 GT4에서의 그리드 서비스 아키텍처 변화

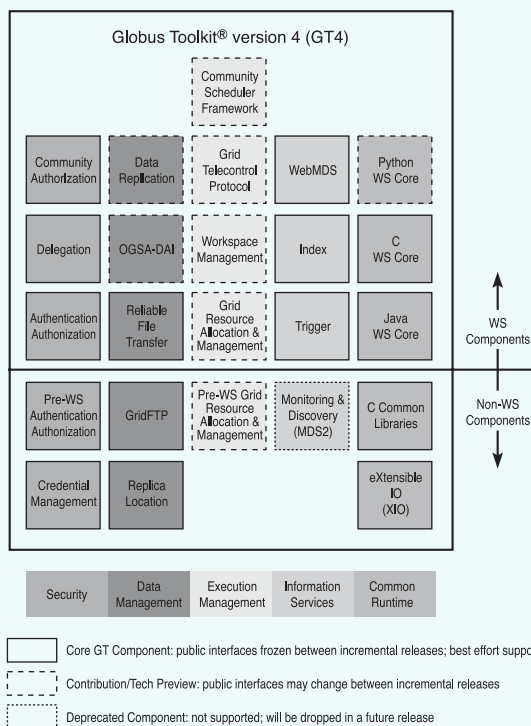
현재 글로벌 툴킷은 웹 서비스 표준을 기반으로 효율적인 자원 관리를 위해 확장된 표준안인 WSRF를 구현한 GT4가 발표된 상태이다. 기존의 OGSI는 W3C의 WSDL을 기반으로 만들어진 웹 서비스의 확장된 형태였기 때문에 그리드와 웹 서비스는 OGSA 발표 이후 급격히 융화되기 시작하였는데, GT4를 통해 OGSA는 WSRF와 결합되면서 더욱 발전하게 되었다. 이것은 개념에 있어서 WSRF가 좀 더 웹 서비스를 사용하기 용이하게 만들어졌으며 기존의 OGSI를 크게 수정하지 않았기 때문이다(〈그림2〉).

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, OGSA는 곧바로 웹 서비스 위에 자연스럽게 통합되어 올려지게 되었고, 비로소 그리드는 실제로 웹 서비스를 기반으로 구축되고 동작하게 되었다(〈그림3〉).

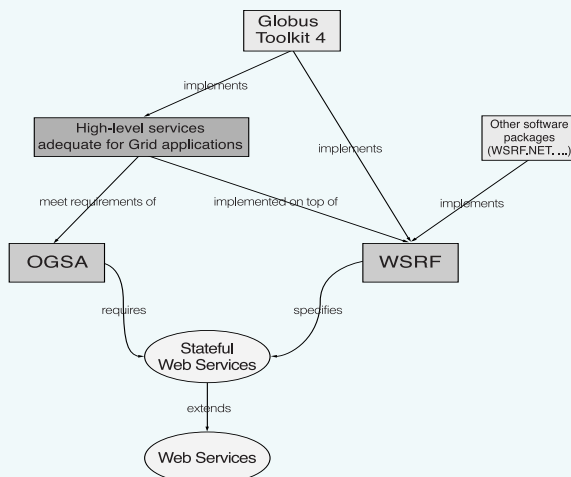


〈그림3〉 GT4에서의 그리드 아키텍처

또한 현재 글로벌 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 상호운용 할 수 있는 새로운 버전의 GridFTP 서버 등이 기본 서비스 모듈로 추가되었다(〈그림4〉).



〈그림4〉 GT4의 서비스 모듈




(그림5) 그리드 서비스 구현과정

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)).

### 3. 결론 미래 컴퓨팅 기술의 대통합, 그리드

웹 서비스, P2P, 시맨틱 웹, 유틸리티 컴퓨팅, 유비쿼터스 컴퓨팅은 미래 컴퓨팅 기술의 핵심 키워드다. 각각의 기술이 지향하는 바가 조금씩 차이는 있지만, 분산된 각 컴퓨팅 자원들을 통합하려는 노력을 함께 하고 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 중심으로 긴밀한 협력을 모색하고 있다.

기업 환경에서도 2003년 이래로, IBM, Sun, HP 등 글로벌 서버업체들이 미래 컴퓨팅 환경의 선점을 위해 그리드 상용화 경쟁을 본격화하고 있다. 이미 세계적인 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. 

#### 참고문헌

- [1] Global Grid Forum  
<http://www.ggf.org/>
- [2] Grid Forum Korea  
<http://www.gridforumkorea.org/>
- [3] The Globus Alliance  
<http://www.globus.org/>
- [4] GGF P2P Project  
<http://forge.ggf.org/st/projects/p2p>
- [5] GGF Semantic Grid RG(SEM-RG)  
<http://forge.ggf.org/st/projects/sem-rg>
- [6] UbiComp  
<http://ubicomp.org/>
- [7] The Open Grid Services Architecture  
<http://www.gridforum.org/documents/GWD-I-E/GFD-I.030.pdf>
- [8] The WS-Resource Framework  
<http://www.globus.org/wsrfl/specs/ws-wsrf.pdf>
- [9] GGF Open Grid Services Infrastructure WG(OGSI-WG)  
<http://forge.ggf.org/st/projects/ogsi-wg>
- [10] GT 4.0 Common Runtime Components: Key Concepts  
<http://www.globus.org/toolkit/docs/4.0/common/key/>
- [11] A Globus Primer: Describing Globus Toolkit Version 4  
[http://www.globus.org/toolkit/docs/4.0/key/GT4\\_Primer\\_0.6.pdf](http://www.globus.org/toolkit/docs/4.0/key/GT4_Primer_0.6.pdf)