

# Mobile-Grid : 확장된 가상환경에서의 협업을 위한 미들웨어 설계

강수연<sup>○</sup> 임익진 이승룡

경희대학교 컴퓨터 공학과

{onmoon<sup>○</sup>, limga, sylee}@oslab.kyunghee.ac.kr

## Mobile-Grid : Middleware for Collaboration In Extended Virtual Environment

Kang SuYouen<sup>○</sup> Lim-Eak Jin Sungyoung Lee

Dept. of Computer Engineering, KyungHee University

### 요 약

Grid는 고성능의 프로세스와 네트워크의 발전으로 인한 분산 컴퓨팅 환경에서의 이기종성을 극복하고, 대규모의 자원 및 데이터를 관리하고, 고속의 연산 수행이 가능한 시스템 개발을 가능하게 하였다. 또한, 현재 국가 및 대학 연구소를 중심으로 가상 환경에서의 협업 및 정보 공유가 가능한 가상 조직을 구축을 목표로 하고 있다. Grid는 고정된 분산 시스템을 기반으로 연구되고 있으며, 현재 컴퓨팅 환경의 변화의 촉진 이동성을 고려하지 않고 있다. 경량화된 프로세스는 이동기기의 대중화를 가져왔으며, 무선 네트워크의 저가화로 인해 무선 인터넷을 통한 콘텐츠 및 어플리케이션의 사용이 범람하게 되었다. 컴퓨팅 자원들의 산재와 이동성의 부여 등의 컴퓨팅 환경의 변화는 사용자 중심의 컴퓨터 패러다임을 낳았으며, Grid 환경의 지속적인 발전을 위해서는 이러한 변화 수용이 필수적이다. 또한 변화된 컴퓨팅 환경에서의 사용자의 요구사항들에 대한 Grid 컴퓨팅 환경의 적용에 관한 많은 문제점들이 제시되고 있다. 본 논문에서는 이러한 관점을 고려하여 이동 컴퓨팅 환경의 인프라들을 기반으로 기존의 Grid 컴퓨팅 과의 연동을 고려하여 적응성 및 재구성성이 가능한 Mobile-Grid 아키텍처를 제시하고, 가상 조직 내에서 확장성, 유연성, 호환성, 개방성 등의 특징을 가지는 Mobile-Grid의 미들웨어를 제안한다.

### 1. 서 론

프로세서의 발달로 PC의 보급이 보편화 되면서 사람들은 네트워크를 통해 데이터를 공유하고, 기업이나 대학의 연구실을 중심으로 공동 작업 환경을 요구하게 되었다[1]. 인터넷의 대중화와 네트워크의 발달은 이러한 요구들을 충족시켜 정보의 범람과 대규모의 분산 컴퓨팅 환경을 구축하게 되었고, 다양한 운영체제 기반의 어플리케이션 및 콘텐츠들을 포함하게 되었다. 서로 다른 플랫폼들을 기반으로 한 서비스들은 호환성 및 자원 관리 등의 문제가 제기되기 시작하였고, Grid는 분산 컴퓨팅 환경에서의 이기종성을 극복하고 대량의 정보 및 물리적 컴퓨팅 자원의 공유와 플랫폼 독립적인 어플리케이션을 위한 통합 가상 협업 환경 제공을 목적으로 국가 연구소 및 대학의 연구소 등을 중심으로 연구되고 있다. 한편, 앞에서 언급한 프로세서 기술은 경량화되고 있으며 네트워크 기술 또한 무선화와 고속화로 인한 이동성을 고려한 컴퓨팅 환경은 대규모로 확대되고 있다. 이동 기기들의 대중화와 무선 네트워크의 보급은 사용자 주변에 전기와 같이 항상 존재하는 산재된 퍼베이시브 컴퓨팅 환경을 생성하였고, 이동 컴퓨팅 환경으로의 확장은 유무선 통합 환경의 기반 인프라들에 따른 컴퓨팅 환경의 변화를 가져왔다. 더 이상 사용자는 고정된 컴퓨팅 환경에 머물러 있지 않게 되었다. 하지만 기존의 Grid 시스템은 고정 인프라를 기반으로 한 컴퓨팅 환경에 초점이 맞춰져 있어 사용자들의 요구사항을 만족하기에 매우 부적합하여 앞으로 Grid 컴퓨팅 환경의 가상 조직의 확장성 및 재활동성에 대해 많은 문제점들이 제기되고 있다[2]. 그리고 이동 컴퓨팅 환경 또한 초기의 분산 컴퓨팅 환경의 과도기적 현상인 이동 기기의 임베디드 운영체제의 이기종성과 무선 콘텐츠 및 어플리케이션의 다양성으로 인한 사용자 간의 커뮤니케이션 및 고정 환경과의 호환성 문제 등이 제기되고 있다. 때문에 Grid 컴퓨팅 환경과 이동 컴퓨팅 간의 호환성을 고려한 통합 플랫폼의 개발 및 확장된 가상 환경의 특징을 고려한 서비스의 제공에 대한 연구가 매우 필요하다.

본 논문에서는 앞에서 제기한 두 컴퓨팅 환경의 문제점들을 고려하여 이동 컴퓨팅 환경의 인프라들을 기반으로 기존의 Grid 컴퓨팅 과의 연동성을 고려한 Mobile-Grid 아키텍처를 제시한다. 또한 확장된 가상 환경에서의 협업을 위한 요구사항을 설명하고 이를 지원하기 위한 Mobile-Grid 컴퓨팅 플랫폼의 특징을 기술하며, 사용자 컴퓨팅 환경의 편리성을 위한 개방성, 호환성, 재활동성을 갖는 Mobile-Grid 미들웨어를 제시한다.

### 2. 관련연구

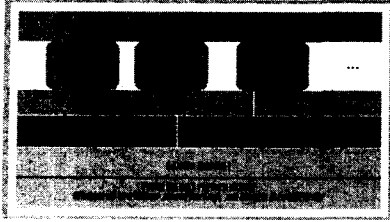
#### • GLOBUS/JavaCoG Kit

Globus는 Argonne 미국 국립 연구소를 중심으로 오픈 소스로 진행 중인 가장 널리 사용되는 Grid Toolkits중 하나이다. Globus는 Grid 인프라스트럭처에서 업계 표준(Defacto)으로 사용되고 있으며, 현재는 2.0버전의 개발 작업과 함께 IBM과 기존의 웹 서비스와의 연동을 위한 표준화 작업을 수행하고 있다[4]. 한편, 개발자와 디자이너를 위해 Globus와 연동이 가능하며 Java, CORBA, Python과 같은 고급 언어를 사용할 수 있는 상위 통합 프레임워크인 CoG Kits가 연구중이다. Globus에서는 지원하지 않는 실제 서비스를 제공할 수 있는 API들을 내장하고 있으며, 웹 서비스와도 연동할 수 있는 특징을 가지고 있다. 여기서 Java CoG Kits는 자바 기반의 프레임워크를 Globus에 제공해주어 내장형 시스템과 같은 곳에서도 Grid 서비스를 사용하게 해준다. 하지만, 이동 환경을 지원할 경우 Globus는 무선 네트워크 및 이동 기반의 네트워크에 대한 지원이 미비하기 때문에 본 논문에서 제안하는 바와 같이 이동 네트워크 환경에서는 취약한 특징을 가지고 있다.

#### • AURA

Aura의 목적은 하위 레이어인 하드웨어 시스템부터, 운영체제와 어플리케이션은 물론이고 사용자 계층까지 컴퓨팅 환경의 다양한 계층들을 모두 포함할 수 있는 시스템 구축이다. 이러한 목적은 상위계층의 요구사항들을 고려하면서, 각각의 계층들은 스스로 자신의 성능과 자원사용을 제어할 수 있음을 나타내고 있다.[그림 2]는 Aura 아키텍처를 논리적으로 잘 나타내 있다. 리눅스 운영체제를 기반으로 하고 있으며 Coda와 Odyssey는 기존의 시스템을 퍼베이

시브 컴퓨팅 환경에 맞게 수정되어졌다. Odyssey는 자원 모니터링과 적응형 어플리케이션 서비스를 제공하며, Coda는 이동 환경의

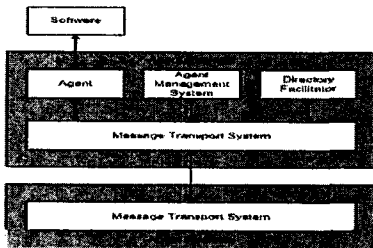


[그림 1] AURA 구조도

비연결성과 대역폭에 적응하는 파일에 대한 접근을 위한 시스템이다. 위의 계층인 Spectra는 최적화된 원격 실행 메커니즘을 지원하고 있다. 최상위의 Prism은 새로운 시스템 계층으로 사용자 지향의 관리 서비스를 제공하게 된다. 하지만 이동성을 지원하기 위한 연구 및 통합적 시스템을 위한 Grid와의 연동을 위한 연구가 부족하다.

• JADE/LEAP

FIPA에서는 [그림 5]과 같은 에이전트의 생성, 등록, 위치, 통신, 이동, 회수의 기능을 제공하는 에이전트 관리에 대한 참조 모델을 발표하였다. 참조모델은 각각 개발자에 의한 선택으로 맡겨졌으며, 물리적인 환경과는 독립적으로 작동하게 되어 있다[3]. JADE는 자바 에이전트 프레임 워크로 가상의 엔터프라이즈 환경에서 고도의 이기종 시스템들로 이루어진 복잡한 분산 환경을 지원하기 위한 기술로써 자율적인 프로세스 실행과 하위 레벨의 커뮤니케이션을 좀더 지능적인 서비스의 제공을 목적으로 한다[4]. 에이전트 시스템 표준인FIPA를 기반으로 개발되었으며, 순수 자바를 사용하고 있다. 그러나 Grid 및 이동 환경과의 호환성에 대한 연구가 필요하다.



[그림 2] JADE 구조도

성능의 연산을 필요로 하는 분야인 유전자 공학, 기계 모델링, 가상관측 등에서 많이 응용 되어 사용되어 졌다. 때문에 이기종적인 시스템들 간의 CPU, 메모리, 기억장치 등의 자원 관리와 할당 서비스, 이동 자원에 대한 정보를 관리하는 정보 서비스, 사용자들 간의 안전한 커뮤니케이션을 위한 보안 서비스와 에러처리 서비스 등을 제공한다. 이러한 서비스들은 시스템의 통합성, 상호운용성, 협업성을 지원하게 된다. 하지만 컴퓨팅 환경의 변화로 인해 사용자 환경은 이동성이라는 새로운 컴퓨팅 요소를 축으로 변화하기 시작하였다. 고정된 데스크 탑들 간의 협업뿐만 아니라 이동하면서도 자신이 가지고 있는 PDA, 세룰러폰, 양방향기기 등을 통해 비즈니스, 엔터테인먼트, 의료, 전자상거래등의 다양한 문헌 콘텐츠를 사용하게 되었다. 때문에 기존의 Grid 컴퓨터은 고정된 환경 내에서의 가상조직으로 인한 확장성의 제한과 사용자의 편리성의 부족으로 인한 문제점들이 제시되고 있다. 반면 이동 컴퓨팅 환경은 사용자의 편리성 및 확장성의 기반을 갖추고 있지만, 다양한 시스템들에 특화된 어플리케이션 및 콘텐츠의 범용으로 인한 이기종성의 극복과 고정 컴퓨팅 환경과의 연동성 문제가 고려되고 있다. [표 1]은 이러한 내용을 요약해놓은 것이다.

	특징	문제점
Grid Comp.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Integrating System</li> <li>Interoperability</li> <li>limited Openness</li> <li>Collaboration System</li> </ul>	제한된 컴퓨팅 환경의 극복 과 사용자편리성 요구
Mobile Comp.	<ul style="list-style-type: none"> <li>User Mobility</li> <li>Service Diversity (Specification)</li> <li>Service Portability</li> <li>eXtended Openness</li> </ul>	다양한 서비스들의 통합성과 기존 환경 과의 연동성 요구

[표 1] Grid와 이동 컴퓨팅 환경 비교

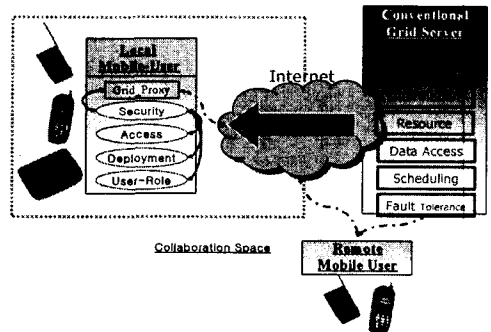
Mobile-Grid는 이러한 앞에서 언급한 문제점들을 고려하여 두 컴퓨팅 환경의 연동성과 호환성을 보장하는 컴퓨팅 아키텍처로써, 확장된 가상 환경에서의 협업을 목적을 한다. Mobile-Grid를 통한 가상조직의 확장은 다양한 사용자들 간의 커뮤니케이션과 서비스의 제공을 위한 편리한 인터페이스가 가능하고, 공공기관, 회사, 학교, 연구소등에서의 정보 및 데이터 공유와 공동작업을 위한 협업이 가능하다. [그림 3] Mobile-Grid의 구조를 나타낸 것이다. 먼저 사용자와 Grid 서버간의 신분확인과정보호를 위한 보안 서비스가 필요하다. 보안은 다양한 사용자들에게 범용적으로 적용될 수 있도록 인증서를 기반으로 이루어지며, 또한 서비스 사용과 데이터 접근을 위한 권한 확인 과정이 포함된다.

3. Mobile-Grid 아키텍처

본 절에서는 Grid 컴퓨팅 과 이동 컴퓨팅 환경에서의 각각의 특징들과 문제점을 설명하고 확장된 가상 협업 환경에서의 사용자 요구사항들을 적용하기 위한 문제점들을 나타낸다. 이를 고려하여 두 컴퓨팅 환경에서의 사용자 중심의 통합 시스템을 위해 디자인 한 Mobile-Grid 아키텍처를 제시한다. 이는 사용자의 이동성으로 인한 가상조직의 확장성과 사용자 편리성을 지원하며, 기존 인프라와의 재활용성 및 호환성 제공을 목적으로 한다. 또한 이를 지원하기 정의된 Mobile-Grid 아키텍처의 서비스들을 설명한다. 이러한 구조를 기본으로 하여

3.1 Mobile-Grid

Grid 컴퓨팅 환경은 대규모 분산 시스템의 이기종성을 극복하여 서로 다른 시스템들 간의 상호 운용성 및 통합성을 제공하여 이를 바탕으로 각 연구소 및 공공기관들 간의 자원 및 정보 공유를 실현하여 협업 환경을 가능하게 한다. Grid는 주로 고



[그림 3] Mobile-Grid 구조도

또한 협업 환경에서의 사용자의 신분에 따른 권한등급을 고려하여 확장된 Mobile-Grid 컴퓨팅에서의 정보 및 데이터의 접근

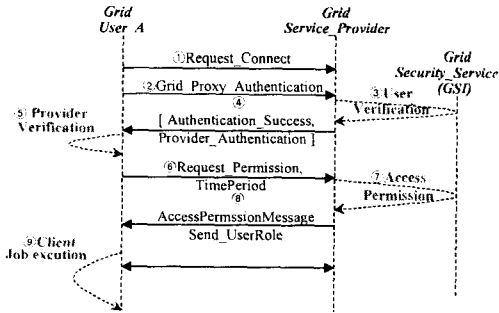
관리 기능을 제공한다 또한 이동성으로 인한 공간 제약성의 극복은 사용자에게 편리함을 제공하는 한편, 이동기기의 낮은 파워를 고려한 콘텐츠 및 어플리케이션의 다운로드 환경에 대한 고려를 요구 하고 있다. 이러한 인터페이스를 위하여 동적 배포기능의 서비스를 정의 하였다. 사용자 자격 관리는 개방적인 컴퓨팅 환경에서 사용자의 접근이 지역 내에서 접속과 원격접속 또는 자기 자신과 대리인에 따른 차등을 두고 이동 환경에서의 협업을 효율적으로 관리하도록 한다.

서비스 종류	서비스
Security Management	·제공자와 사용자간의 인증 및 권한 부여 등의 보안 서비스 제공
Access control Management	·정보 및 데이터 접근관리 기능제공
Deployment Management	·동적환경에서의 profile 다운로드 인터페이스 제공
User-Role Management	·사용자의 이동성에 따른 자격 권한 관리

[표 2] Mobile-Grid 서비스

3.2 Mobile-Grid 미들웨어

앞 절에서 설명한 Mobile-Grid 아키텍처에서 제공하는 서비스들의 속성들을 디자인하고, 자세한 동작 과정을 아래의 시퀀스 다이어그램을 통해 설명한다.



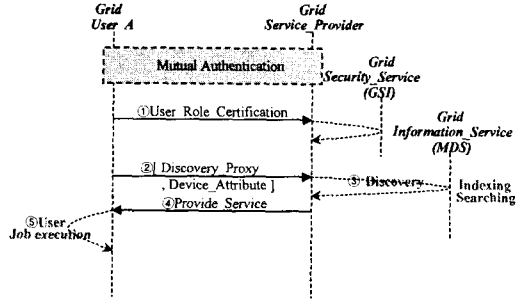
[그림 4] Mobile-Grid 미들웨어에서의 보안 서비스

Mobile-Grid 미들웨어는 이동 환경에 맞게 경량화 되어 있어야 하며, 기존 Grid 시스템과의 연동을 위해 프락시를 통해 서비스 요청 과정이 이루어지도록 한다. 또한 사용자의 이동성을 고려하여 사용자의 자격에 따른 접근 권한이 이루어지도록 하며 공간의 변화에 따른 동적 배포를 가능하게 하여, Mobile-Grid 미들웨어의 호환성, 개방성, 재활용성을 지원한다.

우선 사용자와 제공자간의 상호 인증과 권한 허락의 내용을 담고 있는 보안 서비스에 대해 제시한다. [그림]을 살펴보면 ① 사용자의 요청에 의해 서버측인 Grid 서비스 제공자와 사용자 사이에 상호 인증 과정이 이루어진다. 이때 사용자 디바이스의 파워를 고려하여 경량화 된 인증서를 사용하게 된다. ② ③ 제공자는 사용자의 인증서를 통해 올바른 사용자임을 확인하고, 자신의 인증서를 보낸다. ④ ⑤ 사용자는 제공자의 인증서를 확인하고 잘못된 제공자가 아님을 확인하게 된다. 사용자와 제공자간의 상호인증이 끝나면, ⑥ 접근 허가를 위한 메시지와 유효시간 정보를 보내게 된다. 인증서에 유효시간 정보를 포함 시키지 않는 이유는 상호 인증 과정을 빠르게 하고 동적인 사용자의 상황에 따른 변화를 고려하기 위해 접근 허가 시 보내게 된다. ⑦ Grid 서비스 제공자의 접근 허락이 이루어지면 ⑧ 확인 메시지를와 함께 사용자의 권한 인증서를 보내게 된다. 이때 사용자의 자격은 공간의 이동, 사용자의 신분에 따라 달라진다. 앞에서는 보안 서비스와 접근 권한 서비스를 나타내었다. 다

음은 상호 인증 후, 사용자와 Grid 서비스 제공자간의 서비스 교환을 설명한다.

우선 ① 사용자는 제공자에게서 전달받은 사용자 자격 인증서를 통해 자신의 권한을 확인받게 되고, ② 다시 원하는 서비스에 대한요



[그림 5] Mobile-Grid 미들웨어의 서비스교환 시퀀스 다이어그램

청 프락시와 함께, 자신의 디바이스의 속성이 담긴 내용을 보내게 된다. 이때 디바이스의 메모리, 파워, 벤더등의 정보를 포함하게 된다. 이는 다양한 이동 컴퓨팅 환경의 이기종성을 극복하고 어느 기기건 혹은 파워에 의존적이지 않은 통합적 서비스 플랫폼으로 사용하기 위해서이다. ③ Grid의 자원 정보 서비스는 사용자의 디브커버리 메시지에 응답하기 위해 인덱싱과 탐색 과정을 거쳐 원하는 서비스 및 어플리케이션을 찾고 사용자가 보내온 디바이스의 정보에 따라 적합하도록 수정하거나, 가장 가능한지 확인 한다. 이러한 과정이 마무리 되면 Grid 서비스 제공자는 사용자에게 원하는 서비스를 전달하게 된다.

4. 결론 및 향후계획

기존의 Grid 컴퓨팅 환경은 고성능의 연산 수행과 대량의 정보를 관리하기 하여 대규모의 가상 조직 구축을 목적으로 하였다. 이는 Data Grid, Computational Grid, Access Grid 등의 프로젝트 그룹으로 나뉘어져 지리적으로 분산된 연구소나 기업들간의 협업을 가능하게 하여 공공 기관 및 연구소 등의 작업을 훨씬 용이하게 하였다. 하지만 이동 기기 와 무선 인터넷의 대중화는 사용자의 컴퓨팅 환경을 확장시켜 새로운 기반 인프라를 구축하게 되었다. 변화된 사용자 컴퓨팅 환경의 적용은 Grid 컴퓨팅이 지향하는 가상 환경의 확장성과 재활용성을 제공하여 이에 대한 연구가 필수적이다.

Mobile-Grid 아키텍처는 확장된 가상 조직 내에서 두 컴퓨팅간의 호환성, 개방성등을 제공하고, 사용자 편리성의 극대화를 목표로 한다. 이러한 시스템을 구축하기 보안, 동적배치, 접근관리, 사용자 자격관리의 서비스를 제공하는 Mobile-Grid 미들웨어를 설계하였다.

향후 동적 사용자 환경에서 강조되는 보안 인터페이스와 미들웨어 유연성을 위한 사용자 이동성에 따른 정책계층에 관한 연구가 필요하다.

5. 참고문헌

[1] Ian Foster, Carl Kesselman Steven Tuecke "The Anatomy of the Grid" Global Grid Forum 2001.  
 [2] Ian Foster, Carl Kesselman, Jeffrey M. Nick, Steven Tuecke "The Physiology of the Grid" 2001.  
 [3] Paolo Bellavista, Antonio Crradi, Aesare Atefanelli "Mobile agent middleware for mobile computing" IEEE 2001.  
 [4] Federico Bergenti Agostino Poggi, Bernard Burg, Giovanni Caire "Deploying FIPA Compliant Systems on Handheld Devices" IEEE Internet Computing 2001.