論文
6-2-15

Ad-Hoc 네트워크를 이용한 모바일 그리드의 구조 설계 (The Design of Mobile Grid Architecture using Ad-Hoc Network)

김태경(Tea-Kyoung Kim)[1] 서희석(Hee-Sek Seo)[2] 김희완(Hee-Wan Kim)[3]

요약

그리드 사용자에게 시간과 장소에 상관없이 그리드 서비스를 이용할 수 있게 해주는 기술이 모바일 그리드이다. 이동환경에서 그리드 서비스를 제공하기 위해서는 단말기 배터리의 성능 및 이동성의 고려 등 여러 가지 제약사항이 따르며, 유선망에서의 그리드 기술을 이동 환경에 적용하기에는 많은 어려움이 있다. 따라서 본 논문에서는 모바일 그리드 서비스를 제공하기 위한 모바일 그리드 구조를 Ad-hoc 네트워크를 이용하여 설계를 하였으며, NS-2(Network Simulator)를 이용한 시뮬레이션을 통한 세 가지 방법의 라우팅 프로토콜의 지연시간에 대한 측정 및 이동 단말기 배터리의 성능을 고려한 비교를 통해, hybrid 방식의 라우팅 프로토콜이 효율적임을 제시하였다. 향후 모바일 그리드 서비스를 제공하기 위한 자원 할당 및 신뢰성 확보 방안에 대한 연구를 수행할 예정이다.

Abstract

Mobile grid can provide the grid service to grid users regardless of space and time. There are many restrictions to use grid service in mobile environment such as battery power of mobile device, movement pattern of mobile device etc. So it is difficult to apply the grid technologies of wired network to wireless network environments. Therefore, to provide the mobile grid service, we suggested the mobile grid architecture using ad-hoc network. Also we showed that hybrid routing protocol is efficient for mobile grid service by considering the battery power of mobile device and simulations of evaluating the delay time of three routing protocols using NS-2. We will study the methods of resource allocations and network reliability to provide the mobile grid service.

Keywords : Mobile grid service, Ad-hoc network, Routing protocol

논문접수 : 2005. 5. 10.
심사완료 : 2005. 6. 11.

1) 정회원 : 성균관대학교 정보통신공학부 박사과정수료
2) 정회원 : 한국기술교육대학원 인터넷미디어전공 전임강사
3) 정회원 : 삼육대학교 컴퓨터과학과 부교수

1. 서 론

그리드는 지리학적으로 분산되어 있는 고성능 컴퓨터 자원을 네트워크로 상호 연동하여 조직과 지역에 관계없이 사용할 수 있는 환경을 말한다. 그리드는 네트워크, 통신, 연산, 정보 자원을 통합하여 동일한 방식으로 연산과 데이터 관리를 위한 가상의 플랫폼을 제공하는 것으로, 인터넷에서 자원을 통합하여 정보를 위한 가상의 플랫폼을 구성한다. 즉, 그리드 기반 구조는 능동적으로 자원을 결합하여 대규모의 많은 자원을 필요로 하는 분산 응용 프로그램을 수행할 수 있는 능력을 제공한다[1]. 이러한 슈퍼 컴퓨팅과 고속 네트워크 개념을 확장하고, 급속히 발전하고 있는 무선이동 통신망 기술을 이용하여 이동성을 보장하는 것이 모바일 그리드이다. 모바일 그리드는 이동 단말의 급속한 증가와 성능의 향상으로 인하여 그 필요성이 더욱 증대되고 있다.

유선망에서는 자원의 위치가 고정되어 있어 자원의 할당 및 스케줄링, 작업의 처리 등에 있어서 용이하나, 이동 환경에서는 자원의 위치 및 주파수, 이동 단말기의 배터리 성능 등의 여러 가지 요인으로 인해 유선망에서의 그리드 기술을 이동 환경에 적용하기에는 많은 어려움이 있다. 무선 환경에서 고려해야 할 문제는 크게 세 가지로 생각할 수 있는데, 첫째는 무선 채널상의 높은 에러율, 둘째는 무선 단말의 전력, 대역폭, 저장공간, 처리능력 등의 한계, 셋째는 노드의 높은 이동성을 들 수 있다. 결국 전송 매체의 변화뿐 아니라, 무선 단말 자체의 특성과 이동성이 전제가 되므로, 단순히 물리계층의 변화뿐 아니라 상위의 데이터링크 계층과 네트워크 계층, 그리고 전송계층에도 변화가 필요하게 된다. Ad-Hoc 네트워크는 노드들에 의해 자율적으로 구성되는 임시적인 네트워크로서 중앙 집중화된 제어를 필요로 하지 않으며, 최근에는 센서 네트워크나 PAN (Personal Area Network) 등으로 응용이 확대되고 있다 [6, 7]. 본 논문에서는 이러한 Ad-Hoc 네트워크 기술을 이용하여 효율적인 모바일 그리드 구조를 제시하였다.

본 논문의 구성을 살펴보면, 2장에서는 모바일 그리드의 대표적인 연구들에 대해서 살펴보았으며, 3장에서는 모바일 그리드 시스템의 설계의 제시 및 Ad-hoc 라우팅 방법에 대해서 정리하였다. 그리고 4장에서는 Ad-hoc 네트워크를 이용한 모바일 그리드에서 효율적인 라우팅 알고리즘에 대해서 시뮬레이션을 수행하였으며, 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대하여 언급하였다.

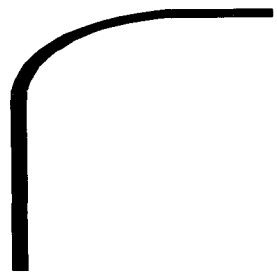
2. 관련 연구

관련 연구에서는 모바일 그리드를 구축하기 위한 연구 프로젝트들의 접근 방법 및 장, 단점에 대해서 분석하였다. 현재 모바일 그리드 분야에서 추진되고 있는 방식으로는 프락시 기반의 클러스터 구조의 방식과 모바일 에이전트를 이용하는 방식이 있으며, 수행되고 있는 프로젝트들은 다음과 같다. Mobile Condor는 기존 Condor 시스템에 영향을 미치지 않고 단말에만 Mobile Condor Agent를 추가하여 Condor distributed system을 확장하는 프로젝트 및 InviNet, SETI@Anywhere, Agile computing 등 다양한 프로젝트들이 수행되고 있다.

2.1 Mobile Condor

이 시스템은 이동 컴퓨팅을 사용하는 사용자가 언제 어디서나 Condor pool과의 연결 상태에 관계없이 Condor 환경과 상호 작용할 수 있도록 하기 위한 것으로 기존 Condor 시스템에 영향을 미치지 않고 단말에만 Mobile Condor Agent를 추가한 것이다 [2]. Condor란 네트워크에 연결된 컴퓨터들 간의 작업을 공유하기 위한 분산 배치 시스템으로, Condor pool내의 모든 장비들은 "schedd"와 "startd"라는 데몬을 가지고 있다. 이런 요소 중 스케줄러 데몬인

"schedd"는 주어진 장비에 제출된 모든 작업을 관리하는 역할을 담당하는데queue manager와 scheduler로 구성된다. 또한 "startd" 데몬은 "Central Manager(CM)"가 할당한 작업을 시작하고 감시하며 종료하는 일을 하고 키보드나 마우스 작업 또는 CPU 부하와 같이 Condor 작업을 수행하기 위해 필요한 장비의 정보를 감시한다. CM은 pool내의 모든 자원들과 작업을 감시, 관리한다. 이를 위해 pool 내의 모든 schedd와 startd 데몬들은 CM 상의 "collector"라는 데몬에게 그 정보를 보고한다. CM 내의 또 다른 데몬인 "negotiator"는 주기적으로 collector로부터 정보를 받아 기다리고 있는 작업을 위해 적절한 장비를 선택한다. Condor 시스템의 구조는 아래의 <그림 1>과 같다.



<그림 1> Condor 시스템 구조

이러한 시스템에서 무선 단말로 액세스하여 작업을 제출하고 그 결과를 보기 위해서는 무선 단말의 제약성을 고려해야 한다. 이러한 사항을 고려하여 제안된 것이 mobile Condor 시스템이다. 이 시스템에서는 무선 단말에 Queue Manager와 Mobile Condor Agent가 탑재되며 이를 통해 Condor 시스템에 제출하게 된다. 먼저 이동 단말은 수행할 작업을 제출하고 이는 이동 단말의 queue에 저장된다. 그 후 이동 단말은 고정 장비 내의 "schedd" 프로세스와 연결을 맺게 되는데, 이때 Mobile Condor Agent는 Queue Manager를 통해 제출할 작업을 선택한 후 해당 파일을 고정 장비로 전송한다. 고정 장비는 이를 저장한 후 일반적인 Condor 동작 절차에 따라 다른 실행 장비에 제출하게 되고 결과를 얻어 이동 단말로 알려주게 된다. 또한 이동 단말의 유형에 따라 작업 제출이나 제출 후 작업의 수정, 진행 상황 검색 등의 기능이 선택적으로 구현되었다. 모바일 Condor 시스템의 구조는 아래의 <그림 2>와 같다.

<그림 2> Mobile Condor 시스템 구조

이 시스템은 모바일 장비를 기존의 시스템과 연결하여 작업의 수행을 요구할 수는 있으나, 모바일 장비를 애플리케이션을 수행하기 위한 자원의 제공을 할 수 없다는 단점이 있다.

2.2 InviNet

InviNet (Invisible Network)이란 그리드 컴퓨팅을 사용하는 이용자, 컨텐츠 그리고 서비스에 pervasive access를 제공하기 위해서 진행하고 있는 프로젝트이다 [3]. InviNet은 front-end와 back-end의 두 단계로 구성되어 있다. Front-end는 InviNet Kernel(INK)이라 불리며, 동일화된 사용자 namespace 제공, 안전한 서비스 발견 및 사용자와 단말에 대한 이동성 처리 기능을 제공한다. Back-end는 그리드 컴퓨팅에 기반을 두고 서비스를 제공하기 위한 자원 제공 기능을 수행하는데, 제공할 수 있는 자원에 대한 사항에 변동이 발생해도 이용자가 원하는 서비스가 계속적으로 제공될 수 있도록 능동적으로 자원 할당을 수행한다.

2.3 SETI@Anywhere

SETI@Anywhere는 기존 유선 PC를 기반으로 하여 전파 망원경의 신호를 분석하는데 사용하던 SETI@Home을 확장시켜 이동 단말기까지 참여할 수 있도록 한 데모 시스템이다. 이 시스

템에서 사용한 단말은 Compaq iPaq 3670을 사용하였으며, 운영체제는 www.handhelds.org의 Linux를 이용하였고 GPRS 망을 통한 인터넷 연결을 가지도록 하였다. 이러한 환경에서 SETI가 iPaq 상에서 3개월 동안 성공적으로 운영됨을 보임으로써 모바일 그리드의 가능성을 검토하였다 [4].

2.4 Agile Computing

그리드 시스템에서는 실행 코드가 한번 목적지로 옮겨가서 특정 작업을 수행하는데 비해 Agile computing 환경에서는 환경 조건의 변화 및 요구 자원의 위치에 따라 실행 코드가 반복적으로 그리고 가능할 때마다 비록 실행 중이라도 다른 장비로 이동할 수 있도록 구성되어 있다 [5]. 이를 위해 agile computing에서는 환경의 변화에 빠르게 적응하고 짧은 기간 동안만 이용 가능한 transient 자원들을 사용 가능하게 하는 기술이 필요하며 이는 그리드 컴퓨팅, ad-hoc 네트워킹 및 peer-to-peer resource sharing 기술에 기반을 둔다. Agile Computing의 장점은 첫 번째로, 필요에 따라 주요한 기능을 이용 가능한 다른 시스템으로 이동 가능하게 함으로써 생존성이 증가한다. 두 번째로, 하드웨어의 중복 투자의 감소를 들 수 있는데, 이는 프로그램 수행의 안정성을 확보하기 위해서 하드웨어 장비의 중복을 통한 방법이 아닌 소프트웨어와 프로세스 전이를 통해 안정성의 문제를 해결할 수 있기 때문이다. 기존의 SETI@home은 동적 환경이 아닌 고정된 그룹을 대상으로 하는 것이었으나, agile computing은 동적으로 변하는 자원을 발견하고 이를 사용할 수 있는 방안을 제공한다.

그러나 agile computing 커널을 사용해야 하므로 일반적인 모바일 노드로 확장하여 사용하기에는 부족한 측면이 있다. 그래서 본 연구에서는 기존의 모바일 장비들을 이용하여 효율적으로 모바일 그리드를 사용할 수 있도록 Ad-hoc 네트워킹 기술을 이용한 모바일 그리드 구조에 대해서 설계를 수행하였다.

3. 모바일 그리드 시스템의 설계

모바일 그리드를 사용하기 위해서는 기존의 무선통신 환경에서 모바일 단말기들에 대한 그리드 컴퓨팅 기능을 제공할 수 있어야 한다. 아래의 <그림 3>은 무선 전화망에서 그리드 컴퓨팅을 제공하는 방안을 나타낸 것이다.

<그림 3> 모바일 그리드 시스템의 구조

이 시스템 구조에서 Ad-Hoc 네트워크를 이용하는 부분은 하나의 VO (Virtual Organization)에 속해 있는 모바일 장비들에게 작업의 요청 및 그 결과를 받기 위해서 사용이 된다. 무선 단말기들은 이동성과 배터리 전력 제한, 다중 홉 무선 채널에 의한 채널 효과 등으로 인해 기존의 유선망에서 사용되는 프로토콜들을 그대로 사용하기에는 부적합하며, 이를 위해서 IETF (Internet Engineering Task Force)의 MANET (Mobile Ad-hoc NETworks)의 워킹 그룹에서 Ad-hoc 네트워크 라우팅 프로토콜에 대한 표준화 작업을 수행하고 있다 [8].

3.1 무선 단말기의 분류

모바일 그리드를 구성하는 요소 중에 실질적으로 연산이 수행되는 무선 단말기의 역할은 중요하다. 무선 단말은 이동 단말에 비하여 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- 이동 단말의 전력 소모에 관한 제약
- 이동 단말의 프로세싱 및 메모리 능력의 한

계
- 사용자 I/O 인터페이스의 제약

모바일 장비들은 강력한 성능을 가지는 랩탑 컴퓨터부터 모바일 전화까지 다양한 특성을 가지고 있는데, 그 특성으로는 최대 전송능력, 에너지 가용성, 이동의 패턴 그리고 QoS의 요구사항 등이 있다. 이것은 그리드 서비스를 일부 단말에서는 전체 작업의 생성에서 결과의 표시까지 모든 작업을 수행시키며, 일부 다른 장비에서는 배터리의 제약으로 작업을 거의 수행할 수 없고 정보를 수집하는 센서의 기능만 수행할 수 있다. 또한 다양한 사용자 인터페이스가 존재하는데, PDA 같은 경우에는 프로그램을 수행할 수 있지만, 모바일 전화의 경우에는 특정 애플리케이션의 클라이언트로 제한되어 사용된다. 모바일 단말기는 I/O 대역폭, 배터리 성능, CPU의 성능에 따라 <그림 4>와 같이 세 가지로 분류된다 [22].

<그림 4> 이동 단말기의 분류

3.2 모바일 그리드 서비스

이동 단말들이 그리드 서비스를 제공하기 위해서는 각각의 단말들이 제공할 수 있는 자원 및 서비스를 웹 서비스의 UDDI (Universal Description, Discovery and Integration)에 등록해야 한다. UDDI는 그리드 서비스의 전화번호부 역할을 하는 온라인 레지스트리를 나타나며, UDDI 레지스트리는 모든 종류의 서비스에 대한 메타 데이터를 포함한다. 그리드 사용자는 모바일 그리드 서비스를 사용하기 위해 우선적으로 서비스를 제공할 수 있는 이동 단말기의 목록을 UDDI에서 찾는다(①). UDDI는 SOAP (Simple Object Access Protocol) 프레임워크를 이용하여 가용한 모바일 장비들의 서비스와 자원의 정보를 취합한다(②) [23]. 또한, UDDI는 가용한 모바일 장비들을 관리하는 모바일 그리드 게이트웨이의 위치 정보를 제공한다. 그리드 사용자가 모바일 그리드 게이트웨이에게 작업의 수행을 요청하면(③), 그리드 게이트웨이 안에 있는 그리드 미들웨어는 그리드 사용자를 GSI (Grid Security Infrastructure)[24]를 이용해 적합한 사용자인지를 인증하는 작업을 수행한다. 인증작업이 성공적으로 수행되면, 작업 관리자(Job manager)는 작업이 가용한 모바일 단말의 개수에 맞게 작업을 분할하고(④) 이동단말 관리자 (Mobile Device Manager)의 정보를 이용하여(⑤) 각각의 작업들을 해당 이동 단말로 전달하기 위해, 네트워크 스위치 장비 및 BSC (Basestation Controller)를 거쳐 모바일 그리드 게이트웨이에 속해있는 VO의 모바일 그리드 노드로 분산된 작업 수행을 요청한다 (⑥, ⑦, ⑧). 작업의 수행이 완료되면, 수행된 결과값들은 모바일 그리드 게이트웨이에서 취합되어 모바일 그리드 사용자에게 결과값을 제공하게 된다. 여기서 세션 관리자(session manager)는 모바일 단말과의 통신을 제공하는 기능을 수행한다.

모바일 그리드의 서비스 절차는 아래의 <그림 5>와 같다.

<그림 5> 모바일 그리드 서비스의 절차

3.3 Ad-hoc 라우팅 프로토콜

Ad-hoc 라우팅 프로토콜은 모바일 그리드 게이트웨이에서 할당된 이동 단말에게 작업 수행을 요청하는 패킷을 전송할 때 필요하다. 모

바일 그리드 게이트웨이에서 전송 가능한 거리에 있는 이동 단말에게는 직접적으로 전송을 하지만, 전송 거리 밖에 있는 이동 단말에게는 Ad-hoc 라우팅을 이용해서 패킷을 전송해야 한다.

현재 Ad-hoc 라우팅 프로토콜 중에 AODV (Ad Hoc On Demand Distance Vector), OLSR (Optimized Link State Routing Protocol), TBRPF (Topology Dissemination Based on Reverse-Path Forwarding) 프로토콜들이 RFC (Request For Comments)로 제출되었으며, DSR (Dynamic Source Routing Protocol)이 인터넷 드래프트(Internet-Drafts)로 제출되어 있다. 본 연구에서는 여러 가지 Ad-Hoc 네트워크 프로토콜 중에서 모바일 그리드에 적합한 라우팅 프로토콜을 찾는 작업을 수행하였다.

라우팅 프로토콜은 MANET에서 제시한 프로토콜 이외에도 여러 가지 프로토콜들이 존재하는데 루트 정보를 획득하는 방법에 따라 Proactive 방식과 Reactive 방식으로 분류하며, Proactive 방식은 유선 인터넷에서의 라우팅 방식과 유사하게 네트워크 토폴로지 상의 변화가 있을 경우, 또는 주기적으로 라우팅 정보를 네트워크 전체로 브로드캐스팅하며, Reactive 방식은 트래픽이 발생하는 시점에서 목적 노드로의 루트를 탐색하는 방법이다. Proactive 방식의 라우팅 프로토콜로는 DSDV (Destination Sequenced Distance Vector)[9], WRP (Wireless Routing Protocol)[10], OLSR, TBRPF, FSR (Fisheye State Routing)[11], STAR (Source Tree Routing)[12] 등이 있고, Reactive 방식의 프로토콜로는 DSR, AODV, ABR (Associativity-Based Long Lived Routing)[13], TORA (Temporally Ordered Routing Algorithm)[14] 등이 있다. 또한 ZRP (Zone Routing Protocol)[15, 16, 17] 프로토콜은 hybrid 방식으로 위의 두 방식을 모두 사용한다.

라우팅 프로토콜은 수행되는 네트워크 토폴로지의 구조에 따라 평면적인 것과 계층적인 것으로 나눌 수 있으며, 평면적인 성격의 라우팅 프로토콜에서는 Ad-hoc 네트워크 전체를 하나의 영역으로 보며, 라우팅 프로토콜을 수행하는 노드들이 모두 동등한 역할을 수행한다. 그러나, 계층적인 라우팅 프로토콜에는 클러스터링과 같은 방법을 사용하여 네트워크를 다수의 영역으로 분할하고, 각각의 영역 내에서 특정 노드에게 헤드의 역할을 부여한다. 계층적인 라우팅 프로토콜은 확장성 측면에서는 우수하나, 제어 구조가 복잡하다는 단점이 있다. 계층적인 라우팅 프로토콜로는 CGSR (Clusterhead Gateway Switch Routing)[18]과 LANMAR (Landmark Ad-hoc Routing)[19] 등이 있다. 이 외에는 목적 노드의 위치 정보에 기초하여 목적 노드가 위치하는 방향으로 데이터 패킷이 포워딩이 이루어지는 GPSR (Greedy Perimeter Stateless Routing)[20], DREAM (Distance Routing Effect Algorithm for Mobility)[21]의 위치 기반 라우팅 방식이 있다.

4. 라우팅 프로토콜의 성능 비교

모바일 그리드에서 그리드 애플리케이션이 수행되는 방식은 사용자가 작업을 요청하면, 모바일 그리드 게이트웨이에서 각각의 이동 단말기에게 작업을 분할하여 할당을 하게 된다. 여기서 가용한 단말기에 대한 정보는 웹 서비스의 UDDI의 검색을 통해서 얻게 되며, 각각의 단말들은 하나의 VO에 속하고, 각 VO에 대해서 하나의 모바일 그리드 게이트웨이가 할당 된다. UDDI를 사용하는 이유는 UDDI에서 항상 가용한 서비스와 자원의 목록을 유지함으로, 모바일 그리드 게이트웨이에서 주기적으로 메시지를 전송하여 단말기가 프로그램 수행이 가능한지를 확인해야 하는 부하를 줄여 줄 수 있으며, 기능을 분화하여 부하 분배의 기능을 수행할 수 있기 때문이다. 이 장에서는 라우팅 프로토콜의 세 가지 방식인 Proactive, Reactive 그리고 Hybrid 라우팅 프로토콜에 대해서 모바일 그리드에 적합한 라우팅 프로토콜을 제시하기 위한

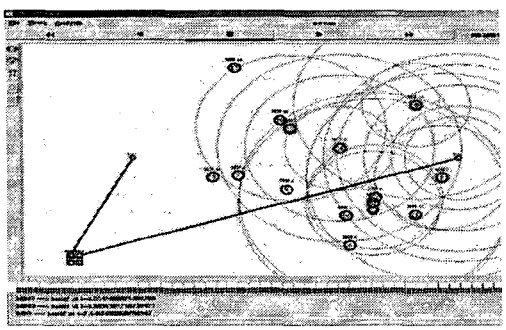
비교를 수행하였다.

4.1 라우팅 프로토콜 시뮬레이션

시뮬레이션의 수행은 네트워크 시뮬레이터인 NS-2를 사용하였다. NS-2는 LBNL (Lawrence Berkeley National Laboratory)에서 개발되었으며, TCP, 라우팅 프로토콜, 멀티캐스트 프로토콜, RTP (Real Time Protocol), SRM (Scalable Reliable Multicast) 등 다양한 인터넷 프로토콜에 대한 시뮬레이션을 수행하기에 적절한 여러 환경을 제공하고 있어, 현재 널리 사용되고 있는 네트워크 시뮬레이션 도구이다[25]. 시뮬레이션의 환경은 다음과 같다.

- CPU: Intel Pentium III 600 MHz
- MEMORY: 192MB
- DISK: 6.1GB, 3.1GB

이 시뮬레이션에서는 2명의 그리드 사용자 시스템과 2개의 모바일 그리드 게이트웨이 그리고 15개의 모바일노드를 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 15개의 모바일 노드 중에서다섯 개의 노드는 CBR (Constant Bit Rate)를 이용하여 데이터를 전송하였다. 아래의 <그림 6>은 수행한 시뮬레이션의 모습을 제시한 것이다.



<그림 6> 시뮬레이션 화면

여기에서 모바일 노드의 이동 모델 및 통신 모델은 [26]에서 수행한 방식과 같이 이동 패턴은 CMU의 이동 생성기(setdest)에 의해 생성되었고, 트래픽 연결 패턴은 CMU의 트래픽 생성기(cbr-gen.tcl)에 의해 생성되었다. 모바일 노드의 최대 전송 범위는 250m로 두 이동 단말기가 250m 이상 떨어져 있으면 직접적인 통신이 불가능하며, 시뮬레이션 시간은 900초 동안 수행하였다. 패킷의 크기는 512byte이고, 패킷의 전송은 5packets/s로 수행하였다. 또한 proactive 방식과 hybrid 방식에서는 Advertisement_interval 이라는 파라미터를 사용하였고, 그 값은 2 ~ 60초까지 다양하게 주어 시뮬레이션을 하였다.

시뮬레이션을 수행한 결과에 의하면, 우선 패킷의 전송률은 세 가지의 방식 모두 99.8% 이상의 우수한 전송률을 가지고 있음을 보였다. Advertisement interval에 따른 전송지연 시간의 시뮬레이션의 수행 결과는 아래의 <표 1>과 같다.

<표 1> 프로토콜별 전송 지연시간

Interval Protocol	0~10	10~ 20	20~ 30	30~ 40	40~ 50	50~ 60
Reactive	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5
Proactive	19.28	19.47	19.61	19.72	19.72	19.72
Hybrid	19.37	19.35	19.4	19.47	19.51	19.52

(단, 여기서Interval은 Advertisement Interval을 의미하며 시간의 단위는 ms이다.)

여기서 알 수 있는 것은reactive 방식에 비하여 proactive 방식이나, hybrid 방식이 지연시간이 적게 걸리는 것을 알 수 있다. 이는 proactive 방식이나 hybrid 방식은 주기적으로 모바일 그리드 게이트웨이의 정보를 전송해서 라우트 엔트리를 변경해 주므로, 전송이 시작될 때 경로를 찾는reactive 방식에 비해 지연시간이 적게 소요되는 것을 알 수 있다. 또한 advertisement interval이 커 질수록 전송지연 시간이 조금씩 증가하는 것을 알 수 있다.

4.2 확장성의 고려

가까운 거리에 있는 이동 단말들은 모바일 그리드 게이트웨이로부터 직접적으로 작업의 할당을 받을 수 있지만, 무선 랜과 같이 전송거리의 제한이 있을 경우에 대규모의 작업을 수행하기 위해서는, 이동 단말들을 통해서 작업의 요청 및 작업 수행의 결과를 중간에서 라우팅 해 주어야 한다. IMT2000과 같은 망에서는 모든 이동 단말들에 대한 위치 관리가HLR (Home Location Register)과 VLR (Visitor Location Register)에 의해서 이루어지고 데이터의 전송이 용이하게 되지만 무선 랜과 같은 경우에는 아래의 <표 2>와 같이 전송거리에 제한이 있어서, 그 전송거리를 벗어나게 되면 통신을 할 수 없다는 단점이 있다.

<표 2> 무선 랜 표준 및 전송거리

대역		5GHz				
표준	802.11	802.11b	802.11g	HomeRF	802.11a	Hiper Lan2
영역	70 ~ 100m	70 ~ 100m	50 ~ 80m	70 ~ 100m	15 ~ 35m	15 ~ 35m

이러한 이유로 다양한 무선 네트워크 환경에서 모바일 그리드 시스템을 사용하기 위해서는 무선 이동 단말을 이용하여 라우팅을 해 주어야 하며, 이 경우에 모바일 그리드 게이트웨이의 전송 영역에 있는 이동 단말에게는 Proactive 방식을 이용하고, 전송 영역 외에 있는 단말기에게는 Reactive 방식을 이용하는 hybrid 방식을 이용하는 것이 단말기의 배터리의 성능 및 지연시간을 고려할 때 효율적이라고 판단되며, 이와 관련하여 이동 단말기의 배터리의 능력을 고려한 라우팅 방법에 대한 세부적인 연구가 필요하다.

5. 결론 및 향후 연구방향

슈퍼 컴퓨팅과 고속 네트워크 개념을 확장하여, 급속히 발전하고 있는 무선이동 통신망 기술을 이용하여 이동성을 보장하는 것이 모바일 그리드이다. 모바일 그리드는 이동 단말의 급속한 증가와 성능의 향상으로 인하여 그 필요성이 더욱 증대되고 있다. 본 논문에서는 이러한 모바일 그리드를 실현하기 Ad-hoc 라우팅을 이용한 모델을 제시하였다. Ad-hoc 네트워크는 모바일 그리드 시스템을 적용할 수 있는 무선 네트워크 환경에 대해서 확장성을 제공할 수 있으며, Ad-hoc 네트워크에서 제공하는 라우팅 프로토콜 중에서 모바일 그리드 네트워크에 적합한 프로토콜을 제시하기 위해서 간단한 시뮬레이션을 수행하였다. 그 결과 hybrid 방식이 효율적이라 판단되며, 이에 대한 연구는 각 세부 라우팅 프로토콜 별로 추가적인 연구 및 새로운 라우팅 프로토콜의 제시가 필요하다고 판단된다.

향후 계획으로는 라우팅 프로토콜에 대한 세부적인 연구 및 모바일 그리드에서 UDDI를 이용한 자원의 등록 및 활용방안에 대해서 연구를 수행할 계획이며, 각 모바일 단말에 작업의 효율적인 할당 방안 및 작업의 실패에 대한 신뢰성 확보 방안에 대해서도 연구를 수행할 예정이다.

참고 문헌

[1] F. Berman, G. Fox, T. Hey, The Grid: past, present, future, Grid Computing - Making the Global Infrastructure a Reality, Wiley and Sons.

[2] S. Y. Yi and M. Livny, "Extending the Condor Distributed System for Mobile Clients", ACM Mobile Computing and Communications Review, 1999.

[3] M. Migliardi, M. Maheswaran, B. Maniymaran, P. Card, and F. Azzedin, "Mobile Interfaces to Computational, Data, and Service Grid System", Mobile Computing and Communication Review, Volume1, Number 2.

[4] T. Hayton, "The mobile Grid", Global Grid Forum 5.

[5] N. Suri, J. M. Bradshaw, M. M. Carvalho, and T. B. Cowin, "Agile Computing: Bridging the Gap between Grid Computing and Ad-hoc Peer-to-Peer Resource Sharing", Proceedings of the 3rd IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid, 2003.

[6] C. E. Perkins, Ad Hoc Networking, Addison-Wesley, 2001.

[7] C. K. Toh, Ad Hoc Mobile Wireless Networks: Protocols and Systems, Prentice Hall PTR, 2002.

[8] http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html

[9] C. E. Perkins and P. Bhagwat, "Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector Routing (DSDV) for Mobile Computers", Computer Communications Review, Oct. 1994.

[10] S. Murthy and J. J. Garcia-Luna-Aceves, "An Efficient Routing Protocol for Wireless Network", ACM Mobile Networks and Applications Journal, Oct. 1996.

[11] M. Gerla, X. Hong, and G. Pei, "Fisheye state Routing Protocol (FSR) for Ad-hoc Networks", IETF Internet Draft, draft-ieft-manet-fsr-02.txt, Dec. 2001.

[12] J. J. Garcia-Luna-Aceves and M. Spohn, "Source-Tree Routing in Wireless Networks", Proc. of ICNP'99, Oct. 1999.

[13] C. K. Toh, "Associativity based Routing for Ad Hoc Mobile Networks", Wireless Personal Communications, Mar. 1997.

[14] V. Park and S. Corson, "Temporally-Ordered Routing Algorithm (TORA) Version 1 Functional Specification", IETF Internet Draft, draft-ietf-manet-tora-spec-04.txt, July 2001.

[15] Z. J. Mass, M. R. Pearlman, and P. Samar, "The Intrazone Routing Protocol (IARP) for Ad-hoc Networks", IETF Internet Draft, draft-ietf-manet-iarp-01.txt, June 2001.

[16] Z. J. Mass, M. R. Pearlman, and P. Samar, "The Interzone Routing Protocol (IERP) for Ad-hoc Networks", IETF Internet Draft, draft-ietf-manet-ierp-01.txt, June 2001.

[17] Z. J. Mass, M. R. Pearlman, and P. Samar, "The Bordercast Resolution Protocol (BRP) for Ad-hoc Networks", IETF Internet Draft, draft-ietf-manet-brp-01.txt, June 2001.

[18] C. C. Chang, H. K. Wu, W. Liu, and M. Gerla, "Routing in Cluster Multihop Mobile Wireless Networks with Fading Channel", Proc. of IEEE SICON'97, April 1997.

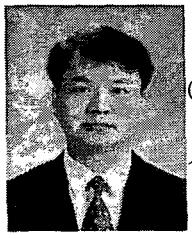
[19] M. Gerla, X. Hong, and G. Pei, "Landmark Routing Protocol (LANMAR) for Large Scale Ad-hoc Networks", IETFInternet Draft, draft-ietf-manet-lanmar-03.txt, Dec. 2001.

[20] B. Karp and H. T. Kung, "GPSR: Greedy Perimeter Stateless Routing for Wireless Networks", Proc. of MobiCom'00, 2000.

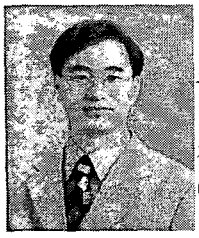
[21] S. Basagni, I. Chlamatac, V. Syrotiuk, and B. Woodward, "A Distance Routing Effect Algorithm for Mobility", Proc. of MobiCom'98, 1998.

[22] F. J. Gonzalez-Castano, J. Vales-Alonso, M. Livny, E. Costa-Montenegro, and L. Anido-Rifon, "Condor Grid Computing from Handheld Devices", Mobile

Computing and Communications Rivew, Volume 6, Number 2, 2002.
[23] SOAP Framework: W3C Simple Object Access Protocol Version 1.2, June 2003, http://www.w3.org/TR/SOAP
[24] L. Pearlman, V. Welch, I. Foster, C. Kesselman, and S. Tuecke, A Community Authorization Service for Group Collaboration, Proceedings of the IEEE 3rd International Workshop on Policies for Distributed Systems and Networks, 2002.
[25] NS. http://www-mash.cs.berkeley.edu/ns.



김태경
1997. 2. 단국대학교 수학교육(학사).
2001. 2. 성균관대학교 정보통신공학 (석사).
1996-1997 기아 정보 시스템.
1997 - 2001 서울신학대학교 종합 전산실 주임 대리.
현재: 성균관대학교 정보통신공학부 박사과정 수료.
관심분야 : 그리드 네트워크, 네트워크 보안, Mobile Agent.



서희석
2000. 2. 성균관대학교 산업공학과 졸업 (공학사).
2002. 2. 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 졸업 (공학석사).
2004. 3. 한국 정보 감리 평가원 (선임 연구원).
2005. 2. 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 졸업 (공학박사).
2005. 3. 한국기술교육대학교 인터넷미디어공학부 전임강사.
관심분야 : 네트워크 보안 시뮬레이션, 지능형 시스템, 분산 에이전트.

김희완
1987년 광운대학교 전자계산학과 졸업(이학사).
1988년 한국전력공사 정보처리처(DBA)
1995년 성균관대학교 정보공학과(공학석사)
1996년 정보처리 기술사(정보관리 부문) 취득
1999년 정보시스템 감리인(한국전산원) 자격 취득
2002년 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 (공학박사)
1996년 삼육의명대학교 전산정보과 조교수
2001년~ 현 삼육대학교 컴퓨터과학과 부교수
관심분야 : 컴퓨터 및 네트워크 보안, 동시성 제어, 분산 DB, 보안 시뮬레이션