

초고속 이동 환경 기반 모바일 그리드에서

적응적 작업 처리 기법*

조인석⁰¹, 이대원¹, 박지수¹, 정광식², 유현창^{1†}

¹고려대학교 컴퓨터교육학과

{violet⁰, daelee, bluejisu, yuhc}@comedu.korea.ac.kr

²한국방송통신대학교 컴퓨터과학과

kchung0825@knou.ac.kr

Adaptive Task Scheduling

in High-speed movement Environment Based Mobile Grid

InSeock Cho¹, DaeWon Lee¹, JiSu Park¹, KwangSik Chung², HeonChang Yu¹

¹Dept. of Computer Science Education, Korea University

²Dept. of Computer Science, Korea National Open University

요 약

그리드 컴퓨팅은 지리적으로 분산되어 있고 보안상으로 분리되어 있는 기관들 사이의 자원들을 공유하여 협동 작업을 가능하게 하는 대규모 가상 컴퓨팅 환경이다. 다양한 모바일 기기들의 출현으로 인하여 전통적인 그리드 컴퓨팅 환경에 모바일 개념이 도입되어 모바일 그리드 환경이 나타나게 되었다. 모바일 그리드 환경에서 우선 고려해야 할 것은 모바일 기기의 고유한 특성으로 인해 발생하는 제약사항들이다. 본 논문에서 고려하는 환경에서는 이런 제약사항들은 다소 해결이 가능하다. 본 논문에서 제안한 적응적 작업처리 기법은 모바일 그리드 컴퓨팅 환경에서 모바일 기기가 자원 이용자 역할 뿐만 아니라 자원 제공자 역할도 수행할 수 있다. 또한, 결합 포용적인 프록시 서버 역할을 하는 모바일 라우터를 두어서 전체적인 작업 수행에 있어 안정성과 신뢰성을 제공한다.

1. 서 론

그리드 컴퓨팅[1][2]은 지리적으로 분산되어 있고 보안상으로 분리되어 있는 기관들 사이의 자원들을 공유하여 협동 작업을 가능하게 하는 대규모 가상 컴퓨팅 환경이다. 그리드 컴퓨팅은 기존 분산 컴퓨팅 환경에서 해결하지 못했던 원거리 원격자원들의 통합을 가능하게 함으로써 연산 집약적이거나 데이터 집약적인 문제를 해결하는데 큰 도움을 주고 있다. 즉, 기존의 그리드 컴퓨팅은 우선망으로 묶여진 고성능의 유휴자원들을 공유하여 사용함으로써 분산 컴퓨팅 이익을 극대화하는 것을 목표로 하고 있다.

최근 들어, 모바일 기기와 무선 통신망의 성능이 높아짐에 따라 모바일 기기가 가지는 우수한 자원들을 그리드에 포함시켜 그리드의 성능을 향상시키려는 모바일 그리드에 관한 연구[3][4][5][6]가 활발히 진행되고 있다. 유선 그리드 환경에서의 응용은 수치해석, 고에너지 물리학, 분자 모델링과 같은 고성능 컴퓨팅 분야였지만 현재의 그리드 컴퓨팅 환경은 모바일 기기 자원의 출현으로 모바일 자원이나 사용자의 이동성을 응용하는 지진 관측, 생태 환경 관측, 기상 관측, 재난 방지, e-Health, e-Learning과 같이 좀 더 지식 집약적이고 적응적인 워크플로우 수행을 요구

하고 있다.

최근 모바일 그리드에서는 자원 이용자로서 뿐만 아니라 자원 제공자의 역할까지 수행함으로써 좀 더 적극적인 참여를 하게 된다. 기존 이동 컴퓨팅에서 수행하던 많은 연구 결과들이 모바일 그리드의 가능성을 열어놓았다면 이제는 모바일 그리드만의 특징을 반영하고 효과적으로 지원해 줄 수 있는 방법이 필요하다.

따라서, 이 논문에서는 유선 그리드 환경에 주어진 작업을 모바일 그리드 환경을 이용하여 해결할 수 있는 초고속 이동 환경 기반 모바일 그리드에서 적응적 작업 처리 기법을 제안한다. 제안된 적응적 작업 처리 기법은 모바일 그리드 환경에 다중 프록시 서버를 둬서 프록시 서버간의 연합이 가능하고 프록시 서버간의 작업 리스트 복제를 통해 결합포용도 가능하도록 하였다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 유선 그리드와 모바일 기기를 통합하여 사용하려는 모바일 그리드에 대한 관련연구를 살펴보았다. 3장에서는 제안된 시스템 구성과 기반이 되는 환경에 대해 설명하였다. 4장은 본 논문의 핵심인 모바일 그리드 기반 작업 처리 기법에 대해 자세히 다루었다. 5장에서는 결론 및 향후 연구 과제에 대해 서술하였다.

* 이 논문은 2006년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임.(KRF-2006-311-D00173)

† 교신저자

2. 관련 연구

모바일 기기를 그리드 컴퓨팅 환경에 적용하기 위한 연

구는 2000년대 초반부터 미국과 유럽을 중심으로 진행되어 왔다. 그러나 그 당시의 모바일 기기는 자원 제공자로서가 아닌 자원 사용자의 관점에서 연구되었으며 모바일 기기가 그리드 컴퓨팅 환경에 통합되기 위한 몇 가지 도전 과제들을 제시하는 수준이었다.

하지만 현재 무선 환경의 발달과 모바일 기기의 성능 향상으로 모바일 기기를 유선 그리드와 통합하기 위한 방법이 필요하다. 대표적인 연구로 AKOGRIMO[7]를 들 수 있다.

논문[4]에서는 특정 프록시 서비스를 두는 것이 아닌 소규모의 모바일 웹서버를 모바일 기기에 설치하고 설치된 모바일 웹 서버에서 그리드 서비스를 구동하도록 하고 있다. 본 논문에서는 프록시 서버 역할을 수행하는 계층이 모바일 기기와 유선 그리드 사이에 존재한다는 차이점이 있다. 논문[5]에서는 프록시 역할을 하는 그리드 호스트를 선택하고 여기에 모바일 객체를 복제하여 유선망에서의 그리드 객체의 공유를 제안하고 있다. 본 논문에서는 [5]와는 달리 모바일 기기의 역할이 서비스 사용자의 역할도 추가되었다는 점이 차이점이다.

논문[4][5]의 방법은 모바일 기기와 유선 그리드를 통합하기 위한 방법이지만 본 논문과의 가장 큰 차이점은 프록시 관리 방법이 본 논문에서는 프록시 서버와 상호 연합하여 동작하며 복제 방법을 통해 관리한다는 점이다. 표 1은 본 논문과 기존의 모바일 그리드 관련 연구에서의 모바일 기기의 역할, 통합방법, 프록시 관리 방법, 협업형태를 비교한 것이다.

표 1. 기존의 모바일 그리드 관련 연구와의 비교

	모바일 기기의 역할	통합방법	프록시 관리 방법	협업형태
[4]	서비스제공자, 사용자	모바일 웹서버	-	-
[5]	서비스 제공자	프록시 기반	-	유선망
본 논문	서비스제공자, 사용자	프록시 기반	프록시복제, 프록시연합	유, 무선망

본 논문에서 제안하는 시스템 구조는 모바일 그리드 환경에서 초고속으로 이동하는 비행기와 기차같이 모바일 기기가 속하는 환경 자체가 이동성을 가지는 NEMO[8][9] 환경을 고려하였다. 왜냐하면 이 환경은 모바일 장치의 고유한 특성으로 인해 발생하는 제약사항들을 줄여줄 수 있는 장점을 가지고 있다.

3. 시스템 구성

그리드가 모바일 개념과 통합되어 모바일 그리드로 발전해 감에 있어 모바일 장치의 고유한 특성(낮은 전력, 간헐적 접속 등)이 제약사항으로 작용한다. 모바일 그리드 환경에서 모바일 기기의 고유한 특성으로 인해 발생하는 제약사항을 우선 해결하여야 모바일 기기를 자원 이용자의 역할 뿐만 아니라 자원 제공자의 역할을 수행하게 할 수 있다.

그림 1은 모바일 그리드 환경을 나타낸 그림이다. 기존의 유선 그리드 환경에 무선 환경이 연결됨에 따라 이동성을 가진 환경을 고려해야 한다.

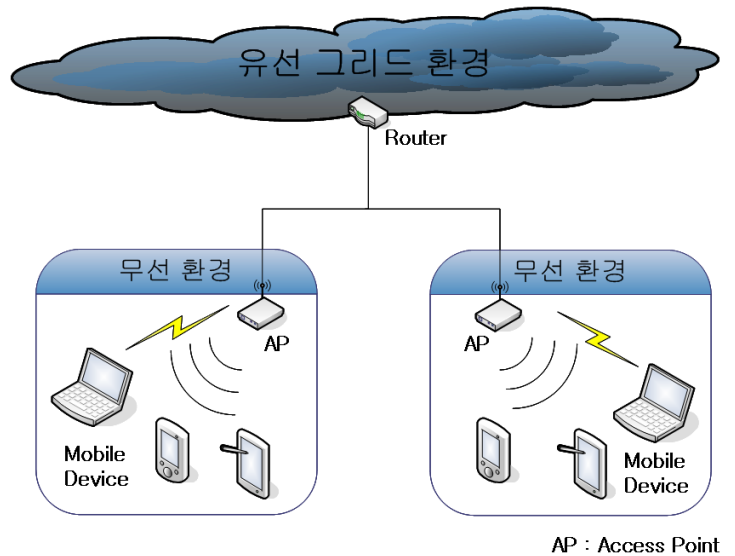


그림 1. 모바일 그리드 환경 구성

본 논문은 비행기나 기차 같은 이동성을 가진 환경을 고려한다. 노트북, PDA 등과 같은 모바일 기기를 가진 사용자가 서울에서 부산으로 가는 KTX 열차를 타고 이동한다고 가정해 보자. KTX는 서울에서 부산으로 이동하지만 모바일 기기를 가진 사용자는 기차 안에서 항상 머물고 있다. 한 기차 칸에 많은 모바일 기기 사용자가 있을 수 있으며, 이런 다양한 모바일 기기들의 자원들을 통합하여 그리드 환경에서 필요한 작업을 해결하는 데 사용할 수 있다. 기차가 출발지에서 도착지까지 이동하는 일정시간동안 모바일 기기 자체는 기차 외부의 라우터와의 연결을 고려하지 않아도 된다. 기차내의 모바일 라우터가 외부 라우터와의 연결을 담당하므로 모바일 기기는 단지 기차내의 모바일 라우터와의 연결만을 고려하면 된다.

위와 같은 시나리오에서는 모바일 장치의 고유한 특성으로 인해 발생하는 제약사항들을 줄여줄 수 있는 장점을 가지고 있다. 먼저 기차 객석에 충전할 수 있는 환경이 구축되어 있어 모바일 기기의 전력 소모를 줄일 수 있다. 또한, 출발지에서 도착지까지 이동 중 모바일 기기가 프록시 서버의 기능을 가진 모바일 라우터를 통해 외부의 유선 그리드 환경과 접속한다. 유선 그리드에서 요청한 작업은 모바일 라우터가 담당하므로 기차 내부에는 모바일 기기의 간헐적 접속이 발생하더라도 프록시 서버의 기능을 가진 모바일 라우터를 통해 유선 그리드에 작업의 결과를 전달할 수 있다. 그러므로 전체 모바일 그리드 환경에 안정적인 자원을 제공할 수 있다. 이 때 유선 그리드 환경에서 요청한 작업의 전반적인 책임은 모바일 라우터가 담당하게 된다.

본 논문에서 제시하는 전체 시스템 구성 환경은 그림 2와 같다.

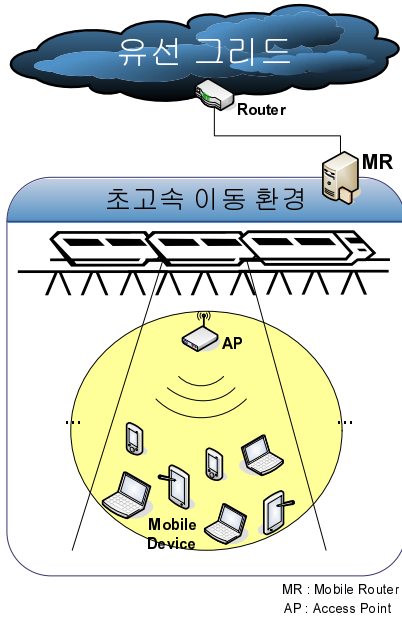


그림 2. 시스템 구성 환경

위에서 언급한 초고속 이동 환경은 기차 내의 한 칸마다 AP(Access Point)가 있어서 그 칸 내의 모바일 기기들의 정보를 알 수 있으며, 기차의 모바일 라우터에 프록시 서버 기능을 두어 전체 기차 내부의 AP들을 관리하는 환경이다.

모바일 그리드 환경에서도 유선 그리드 환경과 마찬가지로 가상 조직(Virtual Organization)을 사용자의 목적에 맞게 구성한다. 초고속 이동 환경 기반 모바일 그리드에서는 가상 조직이 유선으로 연결된 장치뿐만 아니라 모바일 기기도 포함하는 오버레이(overlay) 네트워크로 구성된다. 본 논문에서 고려한 초고속 이동 환경은 개별 모바일 기기를 모아서 관리가 용이한 네트워크 그룹으로 만들어준다. 전체 가상 조직의 구성은 그림 3과 같다.

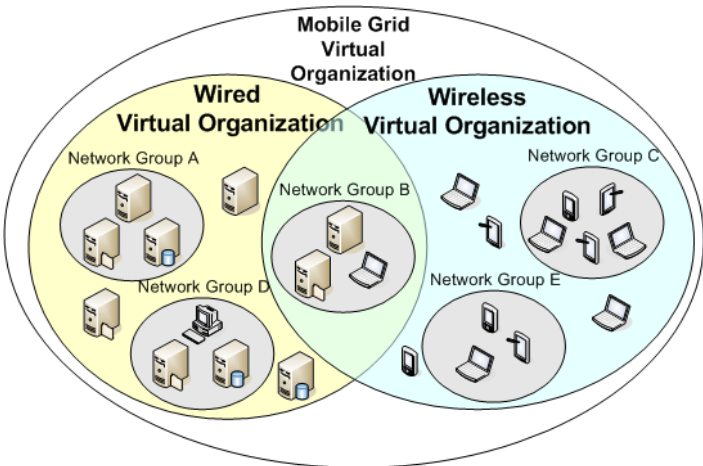


그림 3. 초고속 이동 환경의 가상 조직

4. 모바일 그리드 기반 작업처리방법

4.1 설계 시 고려사항

모바일 그리드에서의 작업 처리 시 최우선으로 고려해야 할 사항으로 이동성을 들 수 있다. 본 논문에서는 초고속 이동 환경을 기반으로 하고 있어서 모바일 자체의 이동성 보다는 모바일 네트워크 그룹의 이동성에 초점을 두었다. 초고속 이동 환경과 유선 그리드와의 연결 구조와 연결 구조의 핵심이 되는 부분인 모바일 라우터의 역할은 다음과 같다.

4.1.1 연결 구조

초고속 이동 환경이 포함된 모바일 그리드 시스템 구조 설계 시 우선 고려해야 되는 부분은 연결 구조이다. 이 논문에서는 연결 구조를 크게 2부분으로 나눈다. 초고속 이동 환경 내부에서 모바일 기기들 사이의 연결 부분과 초고속 이동 환경과 유선 그리드 환경과의 연결 부분이다.

먼저, 모바일 기기와 모바일 라우터와의 연결 부분을 살펴보자. 초고속 이동 환경 내부에는 프록시 서버 기능을 하는 모바일 라우터가 존재한다. 모바일 라우터는 초고속 이동 환경 내부의 고정 노드(Fixed Node) 중 가장 성능이 뛰어난 것으로 정하며, 모바일 라우터는 초고속 이동 환경 내부에 속한 모바일 기기들의 사양을 AP를 통해 알고 있고 리스트 형식으로 관리한다. 이 리스트에는 모바일 기기의 자원의 종류와 타입(정적 자원 정보) 뿐만 아니라 자원의 남아있는 양(동적 자원 정보)도 기록되어 진다.

다음으로, 초고속 이동 환경과 유선 그리드 환경과의 연결 부분을 살펴보자. 유선 그리드 환경 내의 작업이 요청되어 초고속 이동 환경내의 자원을 사용할 경우는 모바일 라우터를 통해 작업을 관리하도록 하여 효율적으로 작업이 수행되도록 하며 작업 수행 시간도 줄일 수 있다. 모바일 라우터가 없을 경우는 유선 그리드에 있는 라우터가 직접 모바일 기기들을 일일이 관리한다. 이럴 경우에는 모바일 기기가 많아지면 많아질수록 유선 그리드에 있는 라우터가 처리해야 할 부분이 많아져서 병목 현상이 발생할 수 있다. 또한, 모바일 기기의 특성상 잦은 끊김 현상이 발생할 수도 있는데 이 때마다 수행되던 작업이 재수행 되어야 한다면 효율적이지 못하다. 이에 모바일 라우터가 프록시 서버 기능을 하도록 하여 자신이 속한 초고속 이동 환경 내의 모바일 기기를 관리하고 유선 그리드에 있는 라우터에게 작업 수행에 관한 전반적인 책임을 가지게 하는 것이다.

4.1.2 모바일 라우터의 역할

프록시 서버 역할을 하는 모바일 라우터는 주변의 다른 모바일 라우터와 협업할 수 있다. 유선 그리드에 속한 사용자가 요청한 작업이 모바일 라우터가 속한 범위에서 처리할 수 있는 작업량을 초과하거나 사용자가 원하는 시간 내에 작업을 처리하지 못할 경우에는 주변의 다른 모바일 라우터에 작업을 복제하여 처리한다. 모바일 라우터는 자신이 관리하는 모바일 기기들의 리스트 중 가장 성능이 뛰어난 모바일 기기들부터 작업을 분배하며, 모바일 기기의 현재 남아있는 자원의 양에 맞게 배분한다. 그림 4는 모바일 라우터에서 작업 처리 과정을 보여주는 알고리즘이다.

```

while (모바일 라우터 실행 중)
{
    while (작업 리스트에 있는 작업의 수 > 0) {
        작업 리스트 중 가장 빠른 순서의 작업 가져옴;
        if (작업 수행 권한이 없을 경우) {
            작업 리스트의 다음 작업 수행;
        } else {
            if ((현재 총 자원 < 작업 처리 시 필요한 자원) ||
                (작업 수행 예상 시간 > 작업 요청 시 요구한 작업
                 수행 시간))
            {
                주변의 다른 모바일 라우터에게 작업 복제 ||
                유선 그리드에 작업 분배;
            }
            자신이 관리하는 모바일 기기들에게 작업 분배;
        }
    }
    if (모바일 기기에서 작업 결과 반환될 경우)
        서버 작업 번호와 작업 ID와 mapping하여 작업 결과 통합;
    if (작업 완료된 작업 ID가 있을 경우) 작업 결과 반환;
}
    
```

그림 4. 모바일 라우터에서의 작업 처리 알고리즘

4.2 시스템 구조

모바일 그리드 시스템 구조에서 핵심이 되는 부분을 모바일 라우터(프록시 서버)와 모바일 기기로 각각 모듈화하여 구성요소들을 정의하였다. 그림 5는 모바일 그리드 시스템에서 모바일 라우터(프록시 서버)와 모바일 기기에서 사용되는 구성요소들을 나타낸 그림이다.

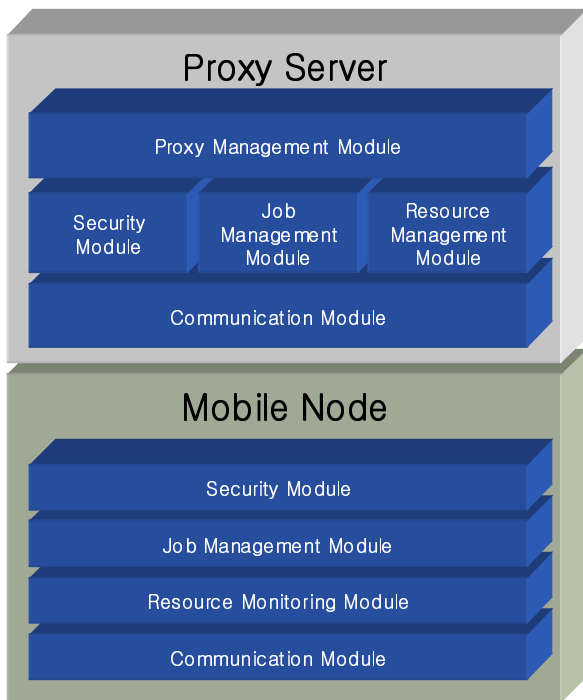


그림 5. 모바일 그리드 시스템 구성요소들

- * Proxy Management Module(프록시 관리 모듈)
 - : 모바일 그리드 시스템에 속하는 모든 라우터들 간의 협업을 담당하는 부분.
 - Proxy Integration Module(프록시 통합 모듈)
 - : 유선 그리드에 있는 라우터와 프록시 서버 역할을 담당하는 모바일 라우터 간의 협업을 담당하는 부분.
 - Mobile Proxy Module(모바일 프록시 모듈)
 - : 모바일 라우터들 간의 협업을 담당하는 부분.
- * Security Module(보안 모듈)
 - : 작업 및 자원에 대한 사용 권한 여부 검사를 담당하는 부분.
- * Job Management Module(작업 관리 모듈)
 - : 사용자가 요청한 작업에 대한 정보, 스케줄링, 실행, 분배, 통합 등을 담당하는 부분.
- * Resource Management Module(자원 관리 모듈)
 - : 모바일 기기의 자원에 대한 전반적인 기능을 담당하는 부분.
 - Resource Information Module(자원 정보 모듈)
 - : 모바일 기기의 자원 정보를 관리하는 부분.
 - Resource Monitoring Module(자원 감시 모듈)
 - : 현재 모바일 기기의 자원의 변화를 체크하는 부분. (CPU 사용량, 남은 memory 등)
- * Communication Module(통신 모듈)
 - : 모바일 라우터(프록시 서버)와 모바일 기기간의 통신을 담당하는 부분.

프록시 서버 역할을 하는 모바일 라우터에는 모바일 라우터 간의 상호 연동 부분과 모바일 기기 및 AP와의 통신 부분을 담당하는 Communication Module(통신 모듈), 자신의 범위에 속하는 모바일 기기들의 자원을 통합 관리 하는 Resource Management Module(자원 관리 모듈), 요청받은 작업들을 작업 리스트의 형태로 관리하는 Job Management Module(작업 관리 모듈), 작업과 자원에 대한 권한 및 인증 등 보안 부분을 관리하는 Security Module(보안 모듈), 주변의 다른 모바일 라우터나 유선 그리드의 라우터와의 협업을 관리해주는 Proxy Management Module(프록시 관리 모듈)이 있다.

모바일 기기에는 AP 및 모바일 라우터와의 통신 부분을 담당하는 Communication Module(통신 모듈), 자신의 자원 정보의 변화를 감시하여 모바일 라우터에게 전달해주는 Resource Monitoring Module(자원 감시 모듈), 모바일 기기에서 수행하고 있는 작업들을 관리해주는 Job Management Module(작업 관리 모듈), 모바일 기기의 자원에 대한 접근 권한 및 인증 등을 관리하는 Security Module(보안 모듈)이 있다. 모바일 기기와 모바일 라우터에 있는 구성 요소들의 차이점은 모바일 기기의 구성요소에는 Proxy Management Module(프록시 관리 모듈)이 없는 것과 모바일 기기는 다른 모바일 기기들의 자원들에 대한 정보를 가지고 있지 않아도 되므로 Resource Management Module(자원 관리 모듈)중 전체 모바일 기기에 대한 Resource Information Module(자원 정보 모듈)이 없어도 된다는 것이다. 즉, 모바일 기기의 구성요소들이 모바일 라우터의 구성요소들보다 경량화 되도록 구성되어 있다.

4.3 작업 수행 과정

작업 수행에 있어 작업을 요청하는 사용자의 위치에 따라 2가지로 나누었다. 유선 그리드에 있는 사용자가 작업을 요청하는 경우(외부 작업 요청)와 초고속 이동 환경에 속한 사용자가 작업을 요청하는 경우(내부 작업 요청)로 나누었다.

먼저, 초고속 이동 환경의 외부 즉, 유선 그리드에서 작업을 요청하였을 경우 작업 수행 과정은 다음과 같다. 유선 그리드에서 요청한 작업이 모바일 라우터에게 전달되고 모바일 라우터는 자신이 속한 환경에 포함된 모바일 기기의 성능에 맞게 작업을 분할하여 분배한다. 모바일 기기들이 배분받은 작업의 부분들을 수행하여 모바일 라우터에게 돌려주면 모바일 라우터는 수집된 작업들을 취합하여 결과를 유선 그리드에게 되돌려준다. 작업 수행 과정을 도식화한 것은 그림 6과 같다.

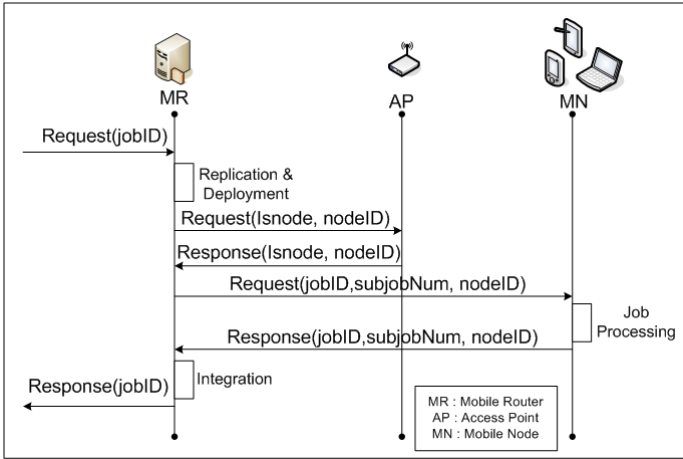


그림 6. 외부 작업 요청 시 작업 수행 과정

또한, 모바일 기기의 사용자가 작업을 요청하였을 경우 작업 수행 과정은 다음과 같다. 모바일 기기는 자신을 담당하는 모바일 라우터에게 작업을 요청한다. 요청을 받은 모바일 라우터는 자신이 관리하는 모바일 기기에서 수행이 가능한지 검토한다(작업 수행 시간과 자원의 비교). 자신이 관리하는 모바일 기기들에서 현재 수행이 불가능하거나, 작업 수행 예상시간이 오래 걸리는 경우 외부 작업 요청 시와 마찬가지로 다른 모바일 라우터에게 작업을 복제하여 수행할 수도 있고, 유선 그리드를 통해서 작업을 수행할 수도 있다. 이 경우 모바일 라우터는 자신이 관리하는 모바일 기기들의 성능에 맞게 작업을 분할한 부분과 유선 그리드에 작업을 분할한 부분을 함께 관리해 주어야 한다. 모바일 기기는 자신이 요청한 작업에 대해 중복된 결과를 받을 경우 결과를 비교하여 우선순위가 높은 작업 결과를 반영한다. 우선순위는 작업 수행 시간과 작업이 수행된 그룹을 바탕으로 평가한다. 가장 신뢰성이 높은 것은 유선 그리드에서 가장 짧은 시간에 수행된 작업 결과이다. 다음으로 성능이 좋은 모바일 기기들을 많이 보유하고 있는 모바일 라우터에서 수행된 작업 결과이다. 작업 수행 과정을 도식화한 것은 그림 7과 같다.

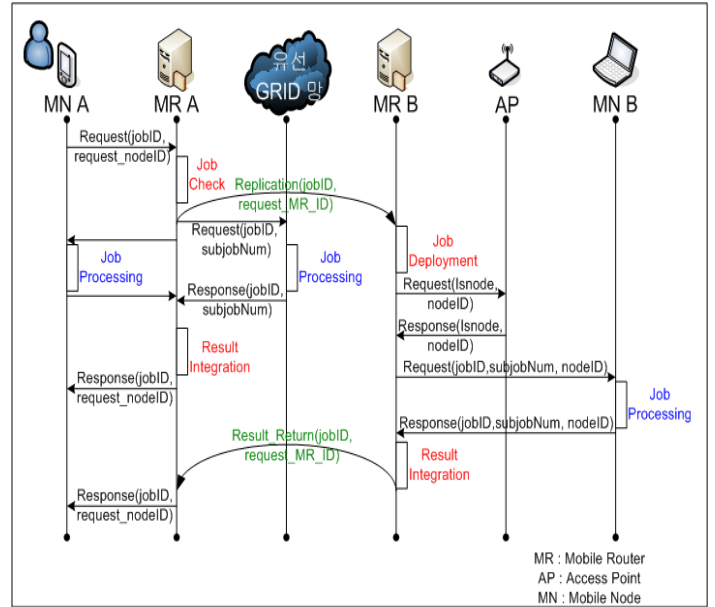


그림 7. 내부 작업 요청 시 작업 수행 과정

4.4 작업 수행 시간 비교

위의 방법은 모바일 라우터가 자신의 범위에 속한 모바일 기기들을 수집하여 일종의 가상 조직을 만들어서 사용한다. 프록시 서버의 역할을 하는 모바일 라우터가 없이 모바일 기기가 직접 그리드 망에 접속할 경우와 제안된 방법을 사용하였을 때의 통신 시간을 표 2와 같이 비교하였다. 모든 모바일 기기의 성능은 동일하다고 가정하였다.

표 2. 프록시 서버 유무시 작업 수행 시간 비교

	프록시 서버 없을때	프록시 서버 사용시
단일 모바일 기기에서 하나의 작업 수행 시간	$2\beta T_c + \alpha T_p$ (1)	$2\beta(T_{c1} + T_{c2}) + \alpha T_p$ (4)
전체 모바일 기기에서 하나의 작업 수행 시간	$2N\beta T_c / \gamma + \alpha T_p / N$ (2)	$2\beta(T_{c1} + NT_{c2} / \gamma) + \alpha T_p / N$ (5)
전체 모바일 기기에서 총 작업 수행 시간	$J(2N\beta T_c / \gamma + \alpha T_p / N)$ (3)	$J(2\beta(T_{c1} + NT_{c2} / \gamma) + \alpha T_p / N)$ (6)

- T_c : 유선 그리드에서 모바일 기기까지 작업 전송 시간
- T_p : 모바일 기기에서 작업 처리 시간
- T_{c1} : 유선 그리드에서 모바일 라우터까지 작업 전송 시간
- T_{c2} : 모바일 라우터에서 모바일 기기까지 작업 전송 시간
- N : 모바일 그리드 환경에 속한 모바일 기기 수
- J : 유선 그리드에서 요청한 작업의 수
- α : 모바일 기기의 결함 발생 비율 ($0 < \alpha < 1$)
- β : 통신 결함 발생 비율 ($0 < \beta < 1$)
- γ : 동시에 통신할 수 있는 최대 Network Throughput

모바일 그리드에 속한 모바일 기기의 전체 성능을 1이라 하면, 모바일 라우터를 사용하지 않을 경우 하나의 모바일 기기에서 한 개의 작업 수행 시간은 (1)이고, 전체 모바일 기기에서 한 개의 작업 수행 시간은 (2), 총 작업 수행 시간은 (3)이다. 모바일 라우터를 사용하였을 경우 하나의 모바일 기기에서 한 개의 작업 수행 시간은 (4)이다. 전체 모바일 기기에서 한 개의 작업 수행 시간은 (5), 총 작업 수행 시간은 (6)이다.

만약, 프록시 서버가 통신부하가 거의 걸리지 않는다고 가정하면 $T_c = T_{c1} + T_{c2}$ 과 같다. 이 경우는 총 작업 수행 시간이 $J2\beta T_{c1}(N/\gamma - 1)$ 만큼 단축된다. 즉, 프록시 역할을 하는 모바일 라우터를 사용하는 제안된 방법을 이용하였을 경우 통신 결합 발생 비율이 낮고, 모바일 그리드 환경에 속한 모바일 기기의 수가 많을수록 총 작업 수행 시간이 단축되어 전체 시스템 성능의 향상을 가져온다.

또한, 모바일 라우터가 모바일 기기에서 작업한 결과를 수집하여 최종 결과를 만들어 주므로 모바일 기기가 작업 도중 끊겨도 작업 결과만 제한된 시간 내에 제대로 돌려준다면 아무런 문제가 발생하지 않는다. 이와 같은 측면에서 신뢰성이 향상된다고 할 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구 과제

이 논문은 모바일 그리드 환경에서 작업 수행에 있어 모바일 기기가 단지 클라이언트(자원 이용자) 역할 뿐만 아니라 자원 제공자 역할도 수행할 수 있도록 하였다. 뿐만 아니라, 위에서 언급한 시나리오 환경에서는 모바일 기기의 고유한 특성에 의한 제약 사항에 크게 제약을 받지 않을 수 있다. 또한 작업 수행에 있어 유선 그리드 환경뿐만 아니라 모바일 환경도 고려하였다. 즉, 모바일 그리드 환경에서 적합한 적응적 작업 처리 기법을 제안하였다. 제안된 초고속 이동 환경 기반 모바일 그리드에서 적응적 작업 처리 기법은 모바일 환경에 프록시 서버 기능을 하는 모바일 라우터를 둬서 프록시 서버간의 연합이 가능하고 프록시 서버간의 작업 리스트 복제를 통해 결합포용도 가능하다. 프록시의 성능적인 측면과 신뢰적인 측면을 고려하여 프록시를 복제하고 복제된 프록시들 사이에서의 통신을 통하여 정보를 교환하게 함으로써 더욱 가용성(availability)이 높고 신뢰적(reliable)이고 응답 속도(response)가 빠른 프록시 서비스 방법을 제공한다.

추후 연구 내용은 본 논문에서 제시된 초고속 이동 환경에서 프록시 서버의 기능을 하는 모바일 라우터를 다중으로 관리하는 부분에 대한 연구를 진행할 것이다.

참고문헌

[1] I. Foster, C. Kesselman, S. Tuecke, "The Anatomy of the Grid: Enabling scalable Virtual Organizations", International Journal Supercomputer Applications, 2001
 [2] I. Foster, C. Kesselman, J. M. Nick, S. Tuecke, "The Physiology of the Grid", <http://www.globus.org/research/papers/ogsa.pdf>, 2002
 [3] Umar Kalim, Hassan Jameel, Ali Sajjad, and Sun

gyoung Lee, "Mobile-to-Grid Middleware: An Approach for Breaching the Divide Between Mobile and Grid Environments", ICN 2005, LNCS 3420, pp. 1~8, 2005

[4] Saad Liaquat Kianil, Maria Riaz, Sungyoung Lee, Taewoong Jeon, and Hagbae Kim, "Grid Access Middleware for Handheld Devices, EGC 2005, LNCS 3470, pp. 1002~1011. 2005

[5] Stavros Isaiadis and Vladimir Getov, "A Lightweight Platform for Integration of Mobile Devices into Pervasive Grids", HPCC 2005, LNCS 3726, pp. 1058~1063, 2005

[6] Stavros Isaiadis and Vladimir Getov, "Integrating Mobile Devices into the Grid: Design Considerations and Evaluation", Euro-Par 2005, LNCS 3648, pp. 1080-1088, 2005

[7] The AKOGRIMO project: <http://www.akogrimo.org>

[8] NEMO Home Page : <http://www.mobilenetworks.org/nemo/>

[9] Network Mobility (nemo) : <http://www1.ietf.org/html.charters/nemo-charter.html>