

# 모바일 그리드에서의 작업 할당 스케줄링 알고리즘에 관한 연구

김태경<sup>1</sup> · 서희석<sup>2</sup>

## A Study on the Scheduling Algorithm of Job Allocation in Mobile Grid

Kim Tae-Kyung · Seo Hee-Seok

### ABSTRACT

To achieve the efficient performance within a mobile grid considering the intermittent network connectivity and non-dedicated heterogeneous mobile devices, this paper suggests the scheduling algorithm of job allocation as a viable solution. The suggested scheduling algorithm has two core functions, the prediction of response time for task processing and the identification of the optimal number of mobile devices to process the mobile grid applications. This scheduling algorithm suggests the numerical formulas to calculate the network latency considering the effects of heterogeneous non-dedicated mobile system in wireless network environments. Also we evaluate the performance of mobile grid system using the processing the distributed applications in implemented mobile grid environments.

**Key words** : Mobile Grid, Job Allocation, Scheduling Algorithm

### 요약

모바일 그리드 네트워크의 단점인 연결의 불안정성과 이기종의 비전용 이동장비의 사용을 고려한 환경에서, 모바일 그리드 시스템의 효율적인 성능을 제공하기 위해서 본 논문에서는 작업할당 스케줄링 알고리즘을 제시하였다. 제시한 스케줄링 알고리즘은 두 개의 중요기능이 있으며, 이는 작업처리 시간을 예측하는 것과 작업을 수행시키기 위해 필요한 최적의 이동단말기의 개수를 정하는 것이다. 이러한 성능을 제공하기 위해서 제시한 알고리즘에서는 무선 네트워크 환경에서 이기종의 비전용장비의 영향을 고려한 네트워크의 지연시간을 계산하는 수학적인 수식을 제시하였다. 또한 구현된 모바일 그리드 환경에서 분산 어플리케이션을 수행하여 제시한 스케줄링 알고리즘에 대해 성능평가를 수행하였다.

**주요어** : 모바일 그리드, 작업할당, 스케줄링 알고리즘

## 1. 서론

그리드는 지리학적으로 분산되어 있는 고성능 컴퓨터 자원을 네트워크로 상호 연동하여 조직과 지역에 관계없

이 사용할 수 있는 구조를 의미한다. 그리드는 네트워크, 통신, 연산, 정보자원을 통합하여 동일한 방식으로 연산과 데이터 관리를 위한 가상의 플랫폼을 제공하는 것으로, 인터넷에서 자원을 통합하여 정보를 제공하기 위한 가상의 플랫폼을 구성한다.

즉, 그리드 기반구조는 능동적으로 자원을 결합하여, 대규모의 많은 자원이 소요되는 분산 응용 프로그램을 수행할 수 있도록 자원을 제공한다<sup>[1]</sup>. 공유된 자원을 통하여 정보를 획득하거나 연산을 수행하기 위해서는 성능 및 보안 그리고 작업수행에 대한 투명성의 제공도 중요하지만 이종의 자원 관리와 작업의 스케줄링 방법이 전체 성능에 큰 영향을 미치게 된다<sup>[2,3]</sup>.

\* 본 논문은 2006년도 서일대학 학술연구비에 의해 연구되었음.

2006년 6월 15일 접수, 2006년 7월 20일 채택

<sup>1)</sup> 서일대학

<sup>2)</sup> 한국기술교육대학교

주 저자 : 김태경

교신저자 : 서희석

E-mail; histone@kut.ac.kr

본 논문에서 연구대상으로 하고 있는 모바일 그리드의 개념은 슈퍼 컴퓨팅과 고속 네트워크 개념을 확장하고, 급속히 발전하고 있는 무선이동 통신망 기술을 이용하여 이동성을 보장하는 것이다. 즉, 시간과 장소에 관계없이 그리드 응용의 수행이 필요한 사람에게 그리드 서비스를 이용할 수 있게 해주는 기술이다.

모바일 그리드는 이동 단말의 급속한 증가와 성능의 향상으로 인하여 그 필요성이 더욱 증가하고 있다. 이는 모바일 네트워크 환경에 대한 신뢰성이 더욱 증대 되었으며, 그 성능 또한 급속도로 발전하고 있기 때문이다.

그러나 유선망에서의 그리드는 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 장애 요인으로 인해 유선망에서의 그리드 기술을 이동 환경에 그대로 적용하기에는 많은 어려움이 있다. 이를 정리하면 크게 세 가지로 분류할 수 있는데, 첫 번째는 무선 채널상의 높은 에러율이며, 두 번째는 무선 단말의 전력, 대역폭, 저장 공간, 처리능력 등의 한계 그리고 세 번째는 노드의 높은 이동성을 들 수 있다. 그러므로 본 논문에서는 이러한 무선 환경에서도 그리드 서비스가 원활하게 제공될 수 있도록 하는 작업할당 스케줄링 알고리즘을 제시하였다.

본 논문의 구성은 관련 연구가 2장에서 제시되었으며, 작업 할당 스케줄링 알고리즘을 제시하기 위해서는 3장에서는 모바일 그리드에 대한 모델링을 수행 하여 작업 할당 스케줄링 알고리즘을 제시하였으며, 4장에서는 수학적 분석을 통해 제시한 작업 할당 스케줄링 알고리즘에 대한 유효성을 제시하였다. 그리고 마지막 5장에서는 결론 및 향후 연구계획을 제시하였다.

## 2. 관련연구

모바일 그리드에 대한 모델링을 수행하기 위해 유선의 이종 분산 컴퓨팅 환경에서 분산 작업에 대한 모델링 작업에 대한 관련 연구를 살펴보면 다음과 같다.

Mutka와 Livny 등의 수행한 연구<sup>4)</sup>에 의하면, 워크스테이션들의 클러스터에서 분산 컴퓨팅 사이클의 가용한 패턴을 정의하였는데, 몇 달간의 측정 데이터를 근거로 각 장비의 이용 불가능한 시간 간격의 분포가 hyperexponential 분포를 사용하여 근사치의 값을 측정하는 것이 가능함을 제시하였다. Leutenegger와 Sun<sup>5,6)</sup>은 비전용 동종(non-dedicated homogeneous) 컴퓨팅 환경의 성능

을 결정하는 작업을 수행하였는데, 이 연구에서는 이산모델(discrete model)을 고려하여, 이동 단말기의 소유자들이 수행하는 일정한 작업 길이와 확률을 가지고 성능 모델을 구성하였다. Kleinrock과 Korfhage가 수행한 연구<sup>7)</sup>에서는 비전용 시스템에서 분산 작업의 완료 시간을 Brownian motion을 사용하여 값을 구하였다. 여기에서 이산모델의 각 상태에서 분산 작업들이 동일하게 도착한다는 것을 가정하였으며, 분산 작업 시간의 표준편차와 평균을 구하는 분석적인 수식을 도출하였다. 그러나 그 위에서 수행되는 응용 프로그램에 대해서는 용이하게 제시하지 못하였다는 단점이 있다.

앞서 언급된 대부분의 수행된 연구들은 분산 컴퓨팅을 위해서 비전용 시스템에서 성능 모델링 작업을 수행하였으나, 그 성능 값을 명확하게 제시하지는 못하였다. 그래서 본 논문에서는 모바일 그리드를 대상으로 명확한 성능치를 제시할 수 있는 모델링을 수행하였으며, 모바일 장비들은 대부분 그 사용용도가 개인의 개별적인 작업을 위해 사용되므로 비전용 이동 시스템을 대상으로 작업의 응답 시간에 대해 모바일 그리드에 대한 모델링 작업을 수행하였다.

## 3. 모바일 그리드 시스템 모델링

본 논문에서는 무선 네트워크 환경을 고려한 효율적인 작업 할당 알고리즘을 제시하기 위해서 모바일 그리드에 대해서 모바일 단말기 내에서의 작업 수행시간과 네트워크의 단절성에 대해서 모델링을 수행하였다. 일반적인 모델링 시스템의 구조는 아래의 그림 1과 같다.

이 시스템의 구조는 크게 모바일 단말기, AP (Access Point)와 모바일 그리드 게이트웨이(프락시 서버) 그리고 유선 그리드 네트워크의 세 부분으로 구성되어 있다. 여기서 AP는 유선의 신호를 무선으로 바꾸어주는 역할을 수행하며, 유선 그리드 네트워크란 유선으로 연결된 기존의 고성능 그리드 네트워크를 의미한다.

모바일 단말기는 실질적으로 연산이 수행되는 곳으로, 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- 전력 소모에 관한 제약
- 프로세싱 및 메모리 능력의 한계
- 사용자 I/O 인터페이스의 제약

위의 특성과 더불어 모바일 단말기는 강력한 성능을 가지는 랩탑 컴퓨터부터 핸드폰까지 다양하게 존재하며,

그 특성으로는 최대 전송능력, 에너지 가용성, 이동의 패턴 그리고 QoS의 요구사항 등이 있다. 이것은 그리드 서비스를 일부 단말에서는 전체 작업의 요청에서 결과의 표시까지 모든 작업을 수행시킬 수 있으나, 일부 다른 장비에서는 배터리의 제약으로 작업은 거의 수행할 수 없고 단지 정보를 수집하는 센서의 기능만 수행할 수 있다는 것을 의미한다. 또한 다양한 사용자 인터페이스가 존재하는데 PDA 같은 모바일 단말의 경우에는 프로그램을 수행할 수는 있지만, 핸드폰의 경우에는 특정 어플리케이션의 클라이언트의 용도로 제한되어 사용되기도 한다.

모바일 그리드 게이트웨이의 기능은 프로그램을 수행할 수 있는 모바일 단말기 및 자원의 등록, 모바일 단말기와의 세션 관리, 모바일 단말기로의 작업의 분배, 할당 및 수행된 결과의 취합, 모바일 단말기의 상태 관리 및 제어 그리고 작업의 스케줄링의 기능을 수행해야 한다.

### 3.1 모바일 단말기 내에서의 작업 수행

분산 컴퓨팅에서 작업의 수행시간을 구하기 위한 방법으로, L. Gong et al.<sup>[8]</sup> 등이 연구를 수행하였다. 모델링에서 사용된 기호의 정의는 다음과 같다.

- W: 병렬 분산 프로그램을 수행하기 위해 필요한 전체 시간
- $w_k$ : k번째 시스템에서 분산 작업을 수행하기 위해 필요한 시간
- m: 모바일 그리드 시스템에서 가용한 모바일 단말기의 수
- S: 작업의 중단 횟수
- $\lambda_k$ : k번째 시스템에서 포아송 분포의 작업 도착율(arrival rate)
- $\mu_k$ : k번째 시스템에서 작업의 서비스 율(service rate)
- $\rho_k$ : k번째 시스템에서 작업의 활용률(utilization rate)
- $T_k$ : k번째 시스템에서 분산 작업의 완료 시간

분산 병렬 작업의 전체 수행 시간을 W라고 하고, 이 작업들이 m개의 서브 작업으로 나누어진다고 가정하면  $w_1, w_2, \dots, w_m$ 으로 나타낼 수 있다. 서브 작업  $w_k$ 는 k번째 시스템에게 할당된 작업이며, 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$W = \sum_{k=1}^m w_k$$

또한  $T_k$ 는 k번째 시스템에서 병렬 작업 k를 수행하는데 필요한 시간이다.  $T_k$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$T_k = X_1 + Y_1 + X_2 + Y_2 + \dots + X_S + Y_S + Z$$

여기서 S는 모바일 단말기 소유자에 의해 요청된 작업들로 인해 병렬 분산작업이 중단된 횟수를 의미한다.  $X_i$ 와  $Y_i$ 는 ( $i = 1, \dots, S$ ) 각각 분산 병렬 작업의 수행시간과 로컬에서 수행된 작업의 수행시간을 의미한다. 그리고 Z는 분산 병렬 작업의 마지막 처리를 위한 프로세스의 수행시간을 의미한다. 위의 식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$X_1 + X_2 + \dots + X_S + Z = w \text{ 이고, } T_k = w + Y_1 + Y_2 + \dots + Y_S \text{ 가 된다.}$$

여기서  $r(0) = 0$  이고,  $r(S) = X_1 + X_2 + \dots + X_S$  (for  $S > 0$ ) 라고 하면, 확률 변수 S는  $S \in \{0, 1, \dots, \infty\}$  이고,  $r(S) < w$ ,  $r(S+1) \geq w$ 가 된다.

여기서 모바일 단말기의 사용자가 요청한 작업이 포아송 분포를 따른다고 하면  $X_i$ 는 exponential 분포를 따르는 확률 변수가 되며,  $r(S)$ 는  $S = s > 0$ 에 대해서 감마 분포 확률 변수가 된다.

또한 모바일 단말기를 M/G/1 큐잉 시스템으로 가정하고 도착율(arrival rate)를  $\lambda$ , 서비스 율(service rate)를  $\mu$  라고 하면, 전체 작업 중단 횟수인 S는 변수  $\lambda w$ 에 대해서 포아송 분포를 따르게 된다. 그러면 S에 대한 확률함수는 다음의 식을 만족하게 된다.

$$\Pr(S=s) = \Pr(I(s) < w, I(s+1) \geq w) = \frac{(\lambda w)^s 2^{-\lambda w}}{s!} S = s > 0$$

모바일 장비 k에서의 작업 수행시간  $T_k$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$T_k = w + Y_1 + Y_2 + \dots + Y_S$$

단,  $Y_j(j = 1, 2, \dots, S)$ 는 i.i.d. (independent identically distributed) 확률 변수로 로컬 작업을 수행하기 위한 j번

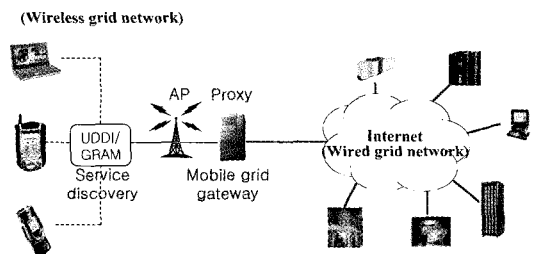


그림 1. 모바일 그리드 시스템의 구조

재 busy period를 나타낸다. 로컬에서 수행되는 작업은 M/G/1을 따르므로, 다음과 같은 식을 구할 수 있다.

$$E(Y_j) = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

그러면  $T_k$ 의 평균값은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} T_k &= T_k | S = w_k + E(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_S | S) \\ &= w_k + SE(Y_1) = w_k + \lambda w_k E(Y_1) \\ &= \frac{1}{1 - \rho_k} w_k \end{aligned}$$

식을 간단히 하기 위해서  $T_k$ 를  $a$ 라고 가정하면 다음과 같이 나타낼 수 있다. 여기서 한 가지 고려해야 될 점은  $\rho$ 의 값을 일반화하기 위해서 일반화 변수  $c_k$ 를 다음과 같이 정의하였다.

$$c_k = \frac{CPUSpeed_k}{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m CPUSpeed_k}$$

그러면 분산 작업의 전체 요구시간  $W$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$T_k = \frac{W}{m - (\sum_{k=1}^m \rho_k) c_k}$$

식을 정리하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$w_k = \frac{W(1 - \rho_k)}{m c_k - (\sum_{k=1}^m \rho_k)} = \frac{w}{m c_k} \frac{1 - p_k}{1 - \bar{p}} \quad (1)$$

위의 (1)의 식을 이용하여 각 이동 단말기에서 수행되는 서브 작업에 대한 실행시간을 계산할 수 있다.

### 3.2 무선 네트워크 단절성으로 인한 전송 지연

각각의 모바일 단말기에서 작업을 수행하기 위해서는

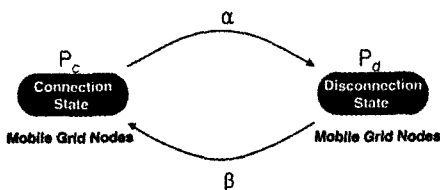


그림 2. 모바일 단말기의 연결 상태 전이도

작업을 요청하는 패킷의 전송 및 작업이 완료된 뒤에 결과를 전달 받아야 된다. 그러나 무선 네트워크 환경에서는 이동으로 인한 네트워크의 단절이 발생할 수 있으므로 그에 대한 분석이 필요하다. 본 절에서는 네트워크 단절이 모바일 그리드 환경에서 응답시간에 미치는 영향에 대한 분석을 수행하였다.

모바일 단말기와의 연결 상태에 있을 확률을  $P_c$ , 단절 상태에 있을 확률을  $P_d$ 라고 하면 아래의 그림과 같이 나타낼 수 있다.

여기서  $\alpha$ 를 단절률(disconnection rate)라 하고,  $\beta$ 를 재 연결률(re-connection rate)라고 하면,  $P_c$ 와  $P_d$ 의 값은 다음의 식을 이용하여 계산할 수 있다.

$$P_c + P_d = 1, -\alpha P_c + \beta P_d = 0 \quad \text{이므로}$$

$$P_c = \frac{\beta}{\beta + \alpha}, P_d = \frac{\alpha}{\beta + \alpha}$$

와 같이 나타낼 수 있다. 여기서 작업 수행을 요청하기 위해 패킷을 전송하는 시간과 작업의 완료 후에 다시 결과를 재전송하는 시간을 단위시간  $t$ 라고 가정하면, 전송시간  $f(t)$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$f(t) = \left(\frac{1}{P_c}\right)t = \left(\frac{\alpha + \beta}{\beta}\right)t \quad (2)$$

### 3.3 작업 할당 스케줄링 알고리즘

모바일 그리드에서 작업을 효율적으로 할당하기 위해서, 본 논문에서 고려한 점은 요청된 작업의 수행시간을 최소화 하여야 된다는 것이다. 그러기 위해서는 이동 단말기에서 수행되는 작업들이 거의 동시에 완료될 수 있도록 작업이 할당되어야 한다. 일반적으로 작업의 수행시간은 작업이 제일 늦게 수행된 이동 단말기의 시간에 큰 영향을 받게 된다. 즉  $m$ 개의 이동 단말기가 모바일 그리드 응용 프로그램의 연산을 위해서 사용된다면, 그리드 응용 프로그램의 수행시간  $T$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$T = \max_{k=1,2,\dots,m+\xi} w_k + f_k(t_{in}) + f_k(t_{out}), \quad (3)$$

여기서  $\xi$ 은 분산 병렬 작업의 마지막 처리를 위한 시간을 의미한다.

작업 할당 스케줄링 알고리즘은 다음과 같다.

1. 주기적으로 이동 단말기에 대한 자원의 상태를 요청하여, 각 이동 단말기별로 자원의 상태 및 네트워크

상태에 대한 정보를 저장한다.

2. 가용한 단말기들에 대해서  $(1 - \rho_k)c_k$  를 이용하여 단말기들을 성능에 따라 순서대로 정렬시킴
3. (2)의 식을 이용하여 각 단말기와의 전송시간을 계산한다.
4. 3에서 계산된 전송시간과 각 단말기에서 작업 수행시간을 예측하는(1)의 수식을 이용하여, 모바일 그리드에서 수행할 작업을 각 단말기에서 동일한 시간에 수행되도록 적당한 작업의 크기로 분할을 수행한다.
5. (3)의 수식을 이용하여 그리드 응용 프로그램의 수행시간을 최소로 할 수 있는 단말기의 수를 결정한다.
6. 선택된 이동 단말기들에게 분할된 작업을 할당하여 분산 작업을 수행시킨다.

#### 4. 작업 할당 알고리즘의 성능 평가

본 논문에서 제시한 알고리즘의 유효성을 제시하기 위해서 일반적으로 사용되는 작업 할당 방식(Min-Min Scheduling Algorithm)<sup>[9]</sup>과의 작업 수행 시간을 비교하였다. 이러한 방식은 일반적으로 CPU의 성능과 유저자원을 우선순위로 하여 자원을 할당하게 된다. 이 분석을 수행하기 위해서 수학적 분석 방법을 사용하였으며, 성능 평가에서 사용된 인자는 다음과 같다.

- 병렬 분산 프로그램을 수행하기 위해 필요한 전체 시간(W) : 2000 sec.
- 모바일 그리드 시스템에서 가용한 모바일 단말기의 수(m) : 1~10 nodes
- 작업 요청 패킷의 전송 시간(tin): 1 sec
- 작업 결과 패킷의 전송 시간(tout): 1 sec

무선 네트워크 환경은 [10]에서 제시한 네 가지 분류를 고려하였다. 그 분류는 stable, unstable, highly connective 그리고 highly disconnective로 그 값은 아래와 같다.

( $\alpha$ : disconnection rate,  $\beta$ : re-connection rate)

표 1에서 각  $\alpha$ 와  $\beta$ 의 값은 최대(Max)와 최소값 사이

표 1. 무선 네트워크 환경

무선 환경	Max $\alpha$	Min $\alpha$	Max $\beta$	Min $\beta$
Stable	0.003	0.001	0.003	0.001
Highly disconnective	0.027	0.009	0.003	0.001
Unstable	0.027	0.009	0.027	0.009
Highly connective	0.003	0.001	0.027	0.009

에서 랜덤하게 선택하였다. 그리고 10개의 이동 단말기들에 대한  $\rho$  (utilization)와 CPU clock speed는 다음의 표 2와 같이 설정하고 시뮬레이션을 수행하였다.

위에서 제시한 환경에서 일반적인 작업 할당 스케줄링 방식(Min-Min Scheduling Algorithm; general method)과 본 논문에서 제시한 작업 할당 스케줄링 방식(proposed method)을 비교한 결과는 다음과 같다. Min-Min 스케줄링 방식은 그리드 네트워크에서 사용되는 알고리즘으로 작업의 빠른 수행을 위해서 가장 빠른 프로세서와 네트워크를 선택하는 방식이다. 이를 위해서 MCT (Minimum completion times)를 생성하고, 이를 통해서 작업을 할당하게 된다.

다음의 그림 3은 무선 네트워크의 네 가지 상황에 대한 작업 할당 알고리즘의 응답시간을 비교한 것이다. (a)의 그래프와 같이 네트워크의 상태가 안정적일 경우에는 그 수행시간에 거의 차이가 없었으며, (b), (c), (d)와 같은 네트워크 환경에서는 이동 단말기가 5개일 경우에 본 논문에서 제시한 알고리즘 방식에 의해 할당된 작업들이 Min-Min 방식에 의해 수행된 작업보다 빠른 수행시간을 가지는 것으로 나타났다. 그리고 작업 할당이 전체 단말기의 개수에 가까워질수록 그 수행시간이 비슷하게 산출되었는데, 이는 작업의 부하가 적은 작업을 수행하여 쉽게 최적의 시간에 도달하는 것으로 나타난 것이다.

또한 작업 할당 스케줄링에서 가용한 모바일 단말기들이 많이 있을 경우에 적절한 개수를 선택하여 작업을 수행했을 때 유용하다는 것을 알 수 있다. 모바일 단말기의 개수를 증가시켜 가며 작업수행시간을 측정하게 되면 9개를 이용하였을 때 전체 작업 수행시간은 증가하는 것으로 나타났다.

표 2. 모바일 단말기의  $\rho$ 와 CPU speed

mobile node 1	0.2	mobile node 6	0.2
	400 Mhz		600 Mhz
mobile node 2	0.4	mobile node 7	0.6
	600 Mhz		400 Mhz
mobile node 3	0.3	mobile node 8	0.4
	400 Mhz		600 Mhz
mobile node 4	0.4	mobile node 9	0.5
	600 Mhz		400 Mhz
mobile node 5	0.3	mobile node 10	0.7
	400 Mhz		600 Mhz

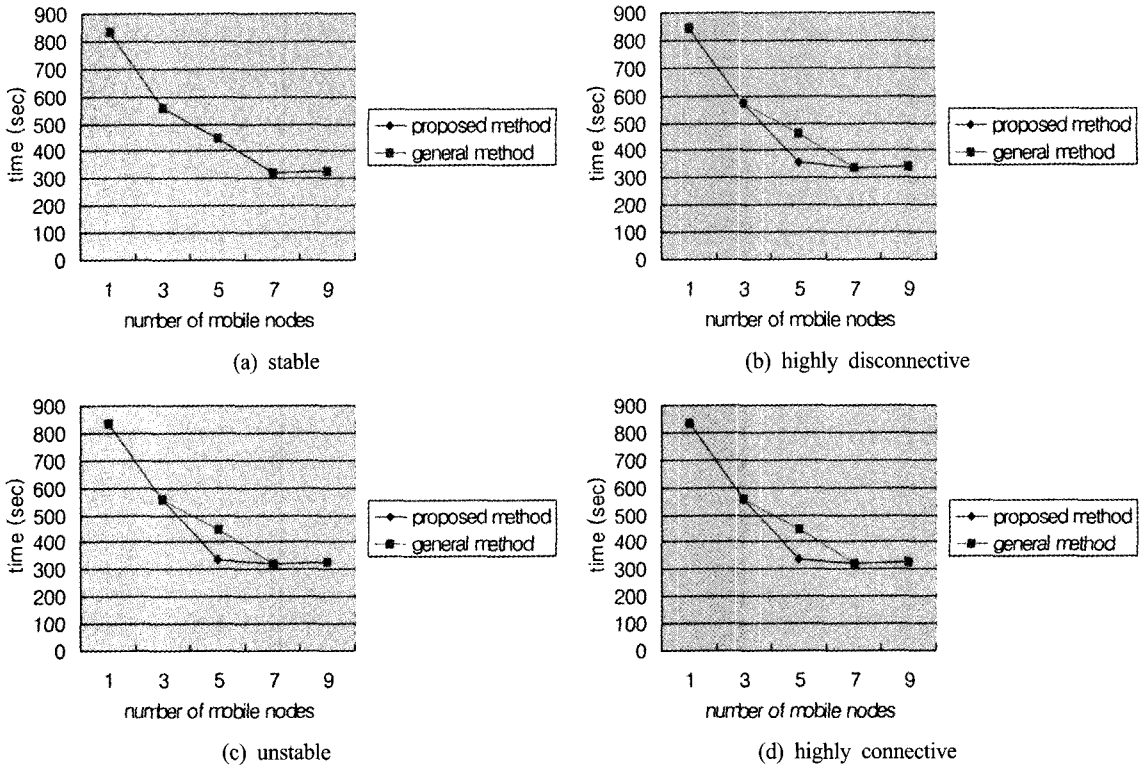


그림 3. 작업 할당 알고리즘의 응답시간 비교

### 5. 결론 및 향후 연구계획

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. 본 논문에서는 무선 네트워크 환경 아래에서 작업을 수행하는데 있어 가장 중요한 작업할당 스케줄링 알고리즘을 제시하였다.

이 알고리즘의 제시를 위해서 모바일 단말기 내에서의 작업 수행시간과 네트워크 단절이 빈번히 발생하는 무선 네트워크 환경에서의 전송 시간에 대한 모델링을 수행 하였으며, 성능 평가를 통해 작업 할당 스케줄링 알고리즘의 유효성을 제시하였다. 성능평가에 대한 결과값은 네 가지 무선 네트워크 환경을 대상으로 다양한 성능을 가진 모바일 단말기를 대상으로 수행되었으며, 네 가지 경우 모두 제시한 알고리즘에서 빠르게 모바일 그리드 작업이 수행되었다. 즉 모바일 단말기를 비전용 장비로 모델링을 수행하여 작업을 수행하였을 때 전용 장비로 모델링을 수

행한 것보다 작업수행 시간에 있어서 향상된 결과를 제시 하는 것으로 나타났다.

향후 연구 계획으로는 작업의 안전한 수행을 위한 보안에 대한 효율적인 메커니즘의 제시가 필요하며 이를 위해 그리드 네트워크상에서 AAA (Authentication, Authorization and Accounting) 프로토콜을 제공하기 위한 연구를 수행 중에 있다. AAA는 유·무선 인터넷, 휴대인터넷, Mobile IP, VoIP 등 다양한 서비스 접속을 위한 인증, 권한 검증, 과금 기능을 제공하기 위한 기술로, 보안으로 인한 부하를 최소화 하기 위해서 context transfer 기술을 이용하는 방안에 대한 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, 2003.
2. R. Buyya and D. Abramson and J. Giddy and H. Stockinger, "Economic Models for Resource Management and Scheduling in Grid Computing", Journal of Con-

- currency and Computation: Practice and Experience (CCPE) Wiley Press, May 2002.
3. Czajkowski, K., Fitzgerald, S., Foster, I. and Kesselman, C. Grid Information Services for Distributed Resource Sharing, 2001.
  4. M. Mutka and M. Linvy, "The available Capacity of a Privately Owned Workstation Environment", Performance Evaluation, vol. 12, pp. 269-284, 1991.
  5. S. Leutenegger and X. H. Sun, "Distributed Computing Feasibility in a Non-Dedicated Homogeneous Distributed system", Proc. Supercomputing '93, pp. 143-152, 1993.
  6. S. Leutenegger and X. H. Sun, "Limitations of Cycle Stealing of Parallel Processing on a Network of Homogeneous Workstation", J. Parallel and Distributed Computing, pp. 169-178, Oct. 1997.
  7. L. Kleinrock and W. Korfhage, "Collecting Unused Processing Capacity: An Analysis of Transient Distributed Systems", IEEE Trans. Parallel and Distributed Systems, vol. 4, no. 5, May 1993.
  8. L. Gong, X.-H. Sun, and E. F. Watson, "Performance Modeling and Prediction of Nondedicated Network Computing," IEEE Transactions on computers, vol. 51, no. 9, September 2002.
  9. H. Casanova, G. Obertelli, F. Berman, and R. Wolski, "The AppLeS Parameter Sweep Template: User-Level Middleware for the Grid", Proceedings of Super Computer 2000, Nov. 2000.
  10. S. Radhakrishnan, N. S. V. Rao G. Racherla, C. N. Sekharan, and S. G. Batsell, "DST-a routing protocol for ad hoc networks using distributed spanning trees," IEEE Wireless Communications and Networking Conference, pp. 100-104, 1999.



**김 태 경** (tkkim@seoil.ac.kr)

1997 단국대학교 수학교육과 (이학사)  
 1996~1997 기아정보시스템 사원  
 2001 성균관대학교 전기전자및컴퓨터공학과 (공학석사)  
 2003~2004 (주)스페이스센싱 선임연구원  
 2005 성균관대학교 전기전자및컴퓨터공학과 (공학박사)  
 2005~2006 성균관대학교 정보보호 인증기술연구센터 박사후연구원  
 2006~현재 서울대학 정보기술계열 정보전자전공 교수

관심분야 : 네트워크보안, 그리드 네트워크, USN



**서 희 석** (histone@kut.ac.kr)

2000 성균관대학교 산업공학과 (공학사)  
 2002 성균관대학교 전기전자및컴퓨터공학과 (공학석사)  
 2004~2005 (주)정보감리평가원 선임연구원  
 2005 성균관대학교 전기전자및컴퓨터공학과 (공학박사)  
 2005~현재 한국기술교육대학교 인터넷미디어공학부 정보보호전공 교수

관심분야 : 네트워크보안, 보안 시뮬레이션, USN