

# 모바일 그리드에서 모바일 장치의 특성을 고려한 결함 포용적 자원 선택 알고리즘<sup>1)</sup>

최속경<sup>0+</sup>, 이종혁<sup>+</sup>, 정광식<sup>++</sup>, 유현창<sup>+2)</sup>

<sup>+</sup> 고려대학교 대학원 컴퓨터교육학과  
{csukyong<sup>0</sup>, spurt, yuhc}@comedu.korea.ac.kr

<sup>++</sup> 한국방송통신대학교 컴퓨터학과  
chung0825@knou.ac.kr

## Fault-tolerant Algorithm for Resource Selection Based on Mobile Devices' Characteristics in Mobile Grid

SookKyong Choi<sup>0+</sup>, JongHyuk Lee<sup>+</sup>, KwangSik Chung<sup>++</sup>, HeonChang Yu<sup>+</sup>

<sup>+</sup> Dept. of Computer Science Education, Korea University

<sup>++</sup> Dept. of Computer Science, Korea National Open University

### 요 약

그리드 컴퓨팅은 이질적인 환경에서 자원 공유를 가능하게 함으로써 작업을 효율적으로 수행할 수 있는 환경을 제공한다. 현재 그리드 컴퓨팅의 환경은 유선 그리드 환경에 모바일 장치들을 통합하는 무선 그리드와, 사용자의 이동성을 고려한 모바일 그리드 환경으로 진화하고 있다. 모바일 장치는 성능 면에서 비약적으로 증가하고 있고, 최근 몇 년 사이에 사용자도 많이 늘어났다.

따라서 본 논문에서는 모바일 그리드 환경에서 모바일 장치를 자원으로 이용하기 위하여 모바일 장치의 특성을 고려한 결함 포용적 자원 선택 알고리즘을 제안한다. 이 알고리즘은 1) 모바일 장치의 배터리 잔류량 정보, 이동성 정보, 장치의 성능 정보를 고려하여, 2) 모바일 장치들의 순위를 계산하고 k개의 그룹으로 분류한 뒤, 3) 작업을 할당할 때 결함 포용을 고려하여 최상위 그룹과 차상위 그룹에 동시에 작업을 분배한다. 모바일 장치의 순위를 매기고 그룹화하는 과정은 모바일 장치의 동적인 특성을 고려하여 작업이 요청될 때마다 수행하도록 한다.

### 1. 서 론

그리드 컴퓨팅은 이질적인 환경에서 자원 공유를 가능하게 함으로써 작업을 효율적으로 수행할 수 있는 환경을 제공한다. 그리드 컴퓨팅은 웹 서비스와의 결합으로 발전을 거듭하고 있으며, 최근에는 모바일 장치들을 기존의 유선 그리드 환경으로 통합하는 무선 그리드 및 사용자의 이동성을 고려한 모바일 그리드 환경으로 변화하고 있다.

기존의 모바일 장치(PDA, 노트북, 휴대폰 등)는 배터리나 성능 면에서 다소 제약이 있었지만 최근 출시되는 장치들은 성능 면에서 데스크탑과 비교해도 될 만큼 빠

르게 성장하고 있다. 또한 배터리 용량도 점점 증가하는 추세이다. 그와 동시에 모바일 장치를 사용하는 인구도 증가하고 있다. 캠퍼스나 오피스에서 고정적으로 모바일 장치를 사용하는 유저의 수도 최근 몇 년 사이에 엄청나게 늘어났다. 이러한 이유들로 인해 그리드에서 모바일 장치를 활용하기 위한 많은 연구들이 진행되고 있다.

그리드에서 모바일 장치를 이용하는 것에 관한 연구는 크게 인터페이스로의 이용과 자원으로의 이용으로 나눌 수 있다. 즉, 모바일 장치를 기존 그리드 자원을 이용하기 위한 수단으로 보는 인터페이스 측면과, 모바일 장치를 그리드 내에서 자원으로 이용하기 위한 자원 측면으로 분류한다[1]. 현재까지 무선 그리드에서의 연구는 모바일 장치를 인터페이스로만 이용하는 것에 치우쳐져 있다. 하지만 모바일 장치의 눈부신 발전과 유저의 급격한 증가로 볼 때, 모바일 그리드 환경에서 모바일 장치를

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

2) 교신 저자

자원으로 이용하는 연구가 이루어져야 한다.

따라서 본 논문에서는 모바일 그리드 환경에서 모바일 장치를 자원으로 이용하기 위하여 모바일 장치의 특성을 고려한 결함 포용적 자원 선택 알고리즘을 제안한다. 이 알고리즘은 1) 모바일 장치의 배터리 잔류량 정보, 이동성 정보, 장치의 성능 정보를 고려하여, 2) 모바일 장치들의 순위를 계산하고 k개의 그룹으로 분류한 뒤, 3) 작업을 할당할 때 결함 포용을 고려하여 최상위 그룹과 차상위 그룹에 동시에 작업을 분배한다. 모바일 장치의 순위를 매기고 그룹화하는 과정은 모바일 장치의 동적인 특성을 고려하여 작업이 요청될 때마다 수행하도록 한다.

본 논문에서 제시하는 알고리즘은 모바일 장치의 기본적인 성능 뿐만 아니라 작업 수행 후에도 배터리의 용량이 남아있는지, 모바일 장치 사용자가 현재 모바일 그리드 망을 벗어날 것인지 등을 고려하여 모바일 장치에 작업을 할당하기 때문에 작업 수행 후에 결과를 돌려받지 못하는 상황을 미연에 방지할 수 있다. 또한 모바일 장치의 결함이 발생할 경우를 대비하여 두개의 모바일 장치 그룹들에 동시에 작업을 할당하므로 작업의 신뢰성이 더욱 증가하게 된다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 무선 그리드 및 관련 연구들을 설명하고, 3장에서는 본 논문에서 제시한 알고리즘을 적용할 수 있는 시스템 모델을, 4장에서는 작업 할당 시 모바일 장치를 선택하는 기준에 대해 설명한다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 계획을 제시한다.

## 2. 관련연구

그리드 컴퓨팅은 지리학적으로 분산되어 있는 고성능 컴퓨팅 자원을 네트워크로 상호 연동하여 조직과 지역에 관계없이 사용할 수 있는 환경을 말한다[2].

이런 그리드 컴퓨팅은 2000년대에 들어서면서 모바일 장치의 성능 향상과 무선 통신 기술의 발달로 인해, 모바일 장치들을 기존의 그리드 환경으로 통합하는 무선 및 모바일 그리드 환경으로 변화하였다. [7]에서는 모바일 장치를 기존 그리드 환경으로의 통합을 제안하고, 이를 위한 프록시 기반 시스템 구조를 소개하였다.

무선 그리드에 관한 대표적인 연구로는 Akogrimo (access to knowledge through the grid in a mobile world) 프로젝트가 있다[9]. 이 프로젝트는 자원의 이동성을 지원하는 모바일 그리드 컴퓨팅 환경을 목표로 하고 있다. 그러나 현재 이 프로젝트에서 나타나는 모바일 장치의 이용 측면을 살펴보면 단지 데이터 수집을 위한 도구로만 이용되고 있다.

모바일 장치는 기존 유선 그리드에서의 자원들과 비교했을 때 배터리 측면이 가장 취약하다. 따라서 [6]에서는

배터리가 제한된 핸드헬드 장치에서 멀티미디어 어플리케이션을 수행하기 위한 방안을 제시하고 있다. [5]에서는 무선 그리드 환경에서 스케줄러를 overall 스케줄러와 proxy 스케줄러의 2단계로 구분하여 소모되는 평균 배터리 비율을 최소화하였다.

모바일 장치의 이동성에 관한 연구는 주로 모바일 애드혹 네트워크(Mobile Ad hoc Networks)나 무선 통신(Wireless Communication) 영역에서 이루어져 왔다. 무선 통신에서 자원 예약을 위해 이용하는 방법들에는 다음과 같은 것들이 있다[8]. 모바일 장치의 과거의 이동 정보를 이용하는 히스토리 기반 기법, 모바일 장치와 베이스 스테이션(BS) 간에 수신되는 신호의 세기를 이용하는 신호 세기 기반 기법, 모바일 장치의 위치를 알아내기 위해 GPS(Global Positioning System)을 이용하는 이동성 추적 기반 기법 등이다. [3][4]는 히스토리 기반 기법으로 이동성을 예측하였다. 본 논문에서도 모바일 장치의 이동성을 고려하기 위해서 히스토리 기반 기법을 사용한다.

최근 들어 모바일 장치를 활용하기 위한 연구들이 이루어지고는 있지만 자원으로 이용하기 위한 연구는 극히 적으며, 또한 여러 요소들을 한꺼번에 고려한 경우는 없었다. 따라서 모바일 장치의 특성과 관계된 여러 요소들 한꺼번에 고려하는 자원 선택 알고리즘을 제안한다.

## 3. 시스템 모델

본 논문에서 가정하는 그리드 환경은 그림 1과 같다.

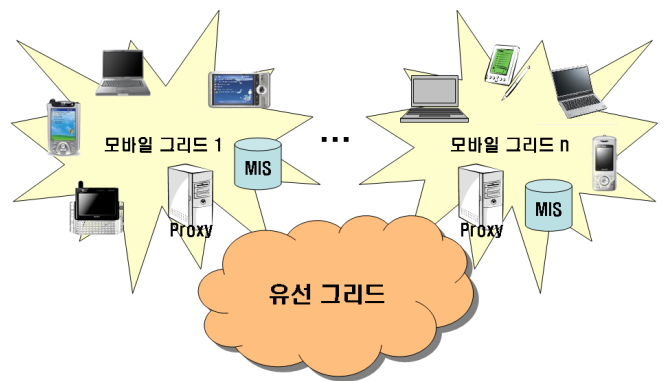


그림 1 모바일 그리드 환경

유선 그리드 환경은 여러 개의 모바일 그리드 망과 연결되며, 하나의 모바일 그리드 망에는 내부의 모바일 장치를 관리하기 위한 프록시가 위치한다. 하나의 모바일 그리드 망은 하나 이상의 AP나 BS를 포함할 수 있다.

모바일 장치로부터 작업 요청이 들어오면 해당 모바일 그리드 망에서 작업을 처리하게 된다. 즉, 모바일 그리드 1에서 요청 받은 작업은 모바일 그리드 1에서 처리하게

된다. 그러나 해당 모바일 그리드 망 내에 작업을 처리하기 위한 모바일 장치가 부족할 경우, 이웃한 모바일 그리드 망이나 유선 그리드로 작업을 넘겨주게 된다.

프록시는 모바일 그리드 망 내의 모바일 장치에 관한 정보를 유지 및 관리하고, 작업 요청을 받고, 적절한 모바일 장치를 선택하고, 처리 결과를 돌려주는 역할을 하게 된다. 그림 1에서의 MIS(Mobile Information Server)는 모바일 그리드 망 내의 모바일 장치들에 대한 각종 정보를 저장하는 서버이며 프록시에 의해 관리된다.

모바일 그리드 환경에서 수행되는 시스템 구조는 그림 2와 같다.

프록시 측의 Scheduler는 모바일 장치들에게 작업을 할당한다. Resource Information Manager는 모바일 그리드 망 내의 모바일 장치들에 대한 각종 정보를 관리하고, Resource Monitor는 모바일 장치들의 동적인 상태를 확인한다. Job Monitor는 현재 수행되는 작업의 상태를 확인하며, Job Replication Manager는 하나의 작업에 대해 여러 모바일 장치들에게 작업을 할당하는 책임을 진다.

모바일 장치 측의 Executor는 모바일 장치에서의 실제 작업 수행을 담당하고, Capacity Monitor는 현재 모바일 장치 내의 자원 이용률을 확인한다. Job Monitor는 모바일 장치에서 수행중인 작업의 상태를 판단하며, Location Recognizer는 모바일 장치의 이동에 따른 현재 위치를 인지한다.

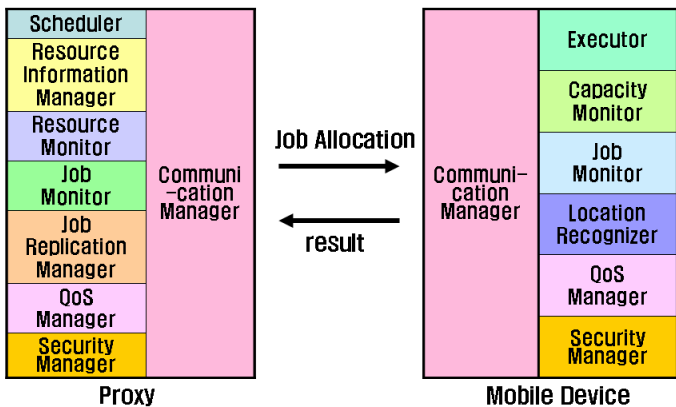


그림 2 모바일 그리드 시스템 구조

Communication Manager는 프록시와 모바일 장치간의 통신을 책임진다. 모바일 장치에서 수집된 정보나 프록시에서의 작업과 그 외의 관련 정보들이 Communication Manager를 통해 상대방으로 전달된다.

양측에서 모두 나타나는 QoS Manager와 Security Manager는 작업 수행에서의 서비스 정도와 전체적인 보안을 담당한다.

#### 4. 자원 선택 알고리즘

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 모바일 장치를 자원으로 사용하기 위해, 다음과 같은 모바일 장치의 특성과 관계된 요소들을 고려한다.

##### 4.1 배터리 잔류량 정보

모바일 장치는 배터리 량이 제한되어 있으므로 작업 수행 도중에 모바일 장치의 전원이 꺼져서 결과를 돌려받지 못하는 상황이 일어날 수 있다. 따라서 요청된 작업을 처리한 후에도 모바일 장치에는 배터리가 남아있도록 작업 할당시 고려해야 한다.

장치  $i$ 에 대해, 작업 할당 이전의 배터리 잔류량을  $B_c$ 로 표현한다. 이것을 이용하여 작업을 수행한 이후의 배터리 량을 미리 계산한 후, 계산된 배터리 잔류량이 일정 수준 이하이면 작업을 할당하지 않도록 한다. 작업 할당 이후의 잔류 배터리 량( $B_i$ )은 식 1을 이용하여 계산한다.  $B_a$ 는 MPEG 동영상 재생할 때의 배터리 소비량을 말하며,  $B_t$ 는 통신에 필요한 기본적인 소비량을 말한다.

$$B_i = B_c - (J_f - J_s) * B_a - B_t \quad (\text{식 1})$$

(단, ( $B_i \leq 0$  or  $B_i \leq 10\%$ )이면  $B_i = 0$ )

- $B_c$ : 현재 남아있는 배터리 량
- $J_s / J_f$ : 작업 시작 및 완료 시간
- $B_a$ : 평균 배터리 소비량
- $B_t$ : 작업을 주고 결과를 받기 위해 필요한 배터리 량

##### 4.2 이동성 정보

일반적으로 모바일 장치의 사용자는 어느 정도의 규칙적인 경로를 통해 이동한다. 또한 이런 이동은 주기적으로도 유사하게 나타난다. 예로 캠퍼스에서 학생 및 교수들의 이동 패턴이나, 오피스에서 회사원들의 이동 패턴은 어느 정도 일정하게 예측이 가능하다.

모바일 장치는 기본적으로 자신의 위치를 인식한다. 휴대폰과 같은 통신 장치는 자신의 베이스 스테이션(BS)과 통신함으로써 알 수 있고, 그 외의 핸드헬드 장치는 GPS와 같은 위치 인식 장치를 부착하고 있기 때문에 자신의 위치 정보를 BS에 전송할 수 있다.

모바일 장치들은 하나의 모바일 그리드 망에서 다른 모바일 그리드 망으로 이동할 때마다 이동 정보를 프록시에게 알리고, 프록시는 이 정보를 이용하여 이동패턴을 만들어 유지한다. 따라서 프록시는 모바일 장치의 이동 경로를 예측하여 모바일 장치가 해당 모바일 그리드 망을 벗어나게 되면 작업을 할당하지 않도록 한다.

모바일 장치  $i$ 가 하나의 모바일 그리드 망을 벗어나지 않고 내부에서 계속 머물 확률( $M_i$ )은 식 2와 같이 베이

즈의 정리를 이용하여 계산한다.

$$M_i = P(a | b) = \frac{P(a)P(b|a)}{P(b)} \quad (\text{식 2})$$

(단, 해당 모바일 그리드 망을 벗어나면  $M_i=0$ )

- ┌  $P(a | b)$  : 모바일 장치가 이동 시 망 내에 머물 확률
- ├  $a$  : 모바일 장치가 망 내에 위치하는 이벤트
- └  $b$  : 모바일 장치가 이동하는 이벤트

$P(a)$ 는 모바일 장치가 저장된 이동패턴  $h_r$ 을 따라 이동하면서 망 내에 머물 확률인  $P(a | h_r)$ 로,  $P(b)$ 는 모바일 장치가 이동시 이동패턴  $h_r$ 을 따를 확률인  $P(h_r | b)$ 로 바꿀 수 있다. 따라서 식 2는 식 3과 같이 바꿀 수 있다.

$$M_i = \frac{\frac{P(a)P(h_r|a)}{P(h_r)}P(b|a)}{\frac{P(h_r)P(b|h_r)}{P(b)}} \quad (\text{식 3})$$

- ┌  $P(a)=P(a | h_r)=\frac{P(a)P(h_r|a)}{P(h_r)}$
- ├  $P(b)=P(h_r | b)=\frac{P(h_r)P(b|h_r)}{P(b)}$
- └  $r$  : 저장된 이동패턴의 수

### 4.3 장치 성능 정보

모바일 장치의 성능에 관한 정보는 모바일 장치가 모바일 그리드 망 내에 들어오면 파악된다. 본 논문에서 이용하는 성능 정보는 CPU, Memory, Storage로 한정하였다.

장치의 성능에 대한 정보는 작업을 할당할 때마다 계산되므로 모바일 장치의 현재 상태를 반영하게 되며, 해당 장치의 부하가 높은 경우에는 작업을 할당하지 않도록 한다. 장치  $i$ 에 대한 성능 정보( $C_i$ )는 식 4을 이용하여 계산한다.

$$C_i = \frac{1}{U_{cpu}} C_{CPU} \cdot \frac{1}{U_{mem}} C_{MEM} \cdot \frac{1}{U_{str}} C_{STR} \quad (\text{식 4})$$

(단,  $(U_{cpu} \text{ or } U_{mem} \text{ or } U_{str}) \geq 70\%$  이면  $C_i=0$ )

- ┌  $C_{CPU}, C_{MEM}, C_{STR}$ 은 CPU, Memory, Storage의 값
- └  $U_{cpu}, U_{mem}, U_{str}$  : 각 정보들에 대한 이용률

### 4.4 순위 계산 및 그룹화

모바일 장치의 순위는 식 1, 2, 4의 결과를 이용하여 계산한다. 잔류 배터리 량( $B_i$ ), 모바일 장치가 하나의 모

바일 그리드 망 내에 머물 확률( $M_i$ ), 장치의 성능 정보( $C_i$ ) 등은 서로 독립적이며, 각각의 값이 높을수록 해당 장치에 작업을 할당할 확률은 높아진다. 따라서 모바일 장치  $i$ 의 순위( $R_i$ )를 구하기 위해 다중선형회귀분석을 이용하며, 이때 적용하는 선형회귀직선은 식 5와 같다.

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \varepsilon \quad (\text{식 5})$$

- ┌  $x_1, x_2, x_3$  : 각  $B_i, M_i, C_i$  에 대응되는 값
- ├  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$  : 회귀계수
- └  $\varepsilon$  : 오차

식 5의 결과값  $y$ 가 높은 모바일 장치부터 순위  $R_i$ 를 부여하고, 전체 모바일 장치들을 식 6을 이용하여  $k$ 개의 그룹으로 분류한다. 이때  $k$ 의 값은 단일 모바일 그리드 망 내의 전체 장치의 수에 따라 달라질 수 있다. 또한 각 모바일 장치가 속하는 그룹의 번호( $G_i$ )는 식 7을 이용하여 계산할 수 있다.

$$|G| = \lceil N_d / N_j \rceil \quad (1 \leq |G| \leq k) \quad (\text{식 6})$$

$$G_i = \lceil R_i / N_j \rceil \quad (\text{식 7})$$

- ┌  $N_d$  : 해당 모바일 그리드 망 내부의 모바일 장치 수
- ├  $N_j$  : 작업 큐에 저장된 전체 작업의 수
- └  $k$  : 모바일 장치 그룹의 수

### 4.5 결합 포용적 작업 할당

작업 할당 시 모바일 장치의 동적인 특성을 고려한다. 즉, 모바일 장치에 할당한 작업이 모바일 장치 내부의 예기치 못한 문제로 인해 수행되지 못하거나 결과를 돌려받지 못하는 상황을 방지해야 한다. 이를 위해 식 6에 의해  $k$ 개로 그룹 지어진 장치들에게 동일한 작업을 복제하여  $n$ 개의 그룹에서 동시에 수행되도록 결합 포용을 고려하여 작업을 할당한다. ( $n \leq k$ )  $n$ 의 값은 모바일 그리드 망의 특성이나 정책에 따라 달라질 수 있다.

본 논문에서는 가장 성능이 좋은 최상위 그룹과, 다음으로 성능이 좋은 차상위 그룹의 두 그룹에 작업을 복제하여 할당하기로 한다. 즉,  $n=2$ 가 되며, 작업을 할당할 때 최상위 그룹  $G_1$ 과 차상위 그룹  $G_2$  내부의  $R_i$  값이 높은 모바일 장치부터 선택하여 작업을 할당한다. 차상위 그룹  $G_2$ 에서의 계산 결과는 일정 시간 내에 최상위 그룹  $G_1$ 로부터 결과를 돌려받지 못한 경우에만 취한다.

작업 할당을 위해서는 우수한 성능을 보이는 Min-min 알고리즘을 사용한다[10].

선택한 모바일 장치들을 그룹화한 후 두 그룹에 동시에 작업을 할당하는 것을 그림 3에 도식화하였고, 표 1에는 전체적인 알고리즘을 나타내었다.

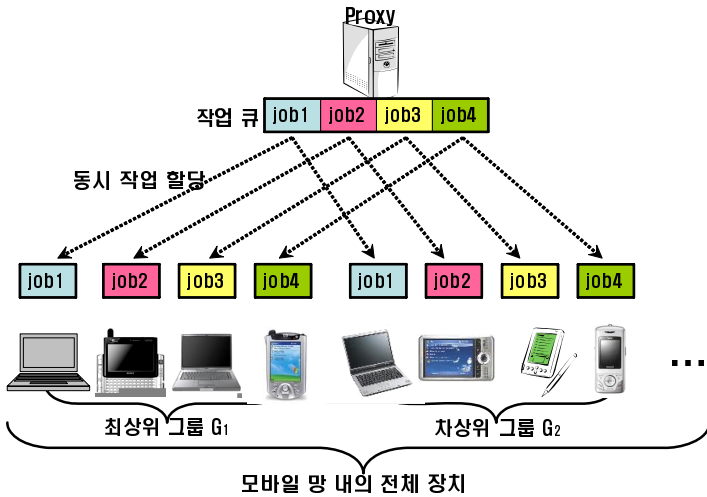


그림 9 최상위 및 차상위 그룹에 동시 작업 할당

5. 결론 및 향후 연구 계획

본 논문에서는 모바일 그리드 환경에서 모바일 장치를 자원으로 이용하기 위한 알고리즘을 제안하였다. 배터리가 한정되고 이동을 전제로 하는 모바일 장치의 특성을 고려하여 작업 할당시 배터리 잔류량 정보, 이동성 정보, 장치의 성능 정보를 동시에 고려하였으며, 결함 포용을 위해 최상위 그룹과 차상위 그룹에 동시에 작업을 분배하도록 하였다. 이런 일련의 과정은 작업이 요청될 때마다 수행하도록 하여 동적으로 가용한 자원을 선택할 수 있도록 하였다.

향후 연구로는 본 논문에서 제안한 알고리즘을 이용하여 실제 모바일 그리드 환경에 적용했을 때의 성능 및 효율성을 확인하고, 더 나은 성능을 보이도록 알고리즘을 개선할 수 있는 방안에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

표 1 자원 선택 알고리즘

```

While(Job_Queue is not empty)
{
    set(timer);
    selecting_mobile_devices( );
    ranking_grouping( );
    allocating_job( );
    if (proxy receives results from both G1 and G2)
        then discard the result from G2;
    if (timeout)
        then put the job into Job_Queue;
}

selecting_mobile_devices( )
{
    for all mobile devices in mobile grid
    {
        calculate the amount of battery of the mobile device (Bi);
        if (Bi ≤ 0 or Bi ≤ 10%) then Bi = 0;
        calculate the probability of sojourn of mobile device in
            the mobile grid (Mi);
        if (Device is out of the mobile grid) then Mi = 0;
        calculate the capability of the mobile device (Ci);
        if (Capability utilization rate ≥ 70%) then Ci = 0;
    }
}

ranking_grouping( )
{
    for all mobile devices with Bi > 0, Mi > 0 and Ci > 0
    {
        calculate Ri using Bi, Mi and Ci;
        calculate |Gi| by dividing devices by jobs;
        group the mobile devices into Gi;
    }
}

allocating_job( )
{
    for all mobile devices in G1 and G2
    {
        allocate job to mobile device with Ri;
    }
}
    
```

참고문헌

- [1] A. Litke, D. Skoutas, and T. Varvarigou. Mobile Grid Computing : Changes and Challenges of Resource Management in a Mobile Grid Environment. in: Access to Knowledge through the Grid in a Mobile World Workshop, held in conjunction with 5th Int. Conf. on Practical Aspects of Knowledge Management, PAKM 2004.
- [2] I. Foster, C. Kesselman, and S. Tuecke. The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations. International J. Supercomputer Applications. 15(3). 2001.
- [3] Choi S., Choi J., Yang S., and Jong S.. History Based RSVP Setup Mechanism for Supporting QoS Guarantee on the Mobile Environment. LNCS 2524, Pages:413-419. 2003.
- [4] R. Chen and N. Verma, Simulation Study of a Class of Autonomous Host-Centric Mobility Prediction Algorithms for Wireless Cellular and Ad Hoc Networks. Proceedings of the 36th Annual Simulation Symposium (ANSS'03). Pages:65-72. April 2003
- [5] Q. HUANG, T. ZHU, H. WU, and H. XIAO. Power Aware Hierarchical Scheduling With Respect To Resource Intermittence In Wireless Grids. Proceedings of the Fifth International Conference on Machine Learning and Cybernetics. Pages:693-698. August 2006.
- [6] Shivajit Mohapatra, Radu Cornea, Nikil Dutt, Alex Nicolau & Nalini Venkatasubramanian. Integrated Power Management for Video Streaming to Mobile Handheld Devices. Proceedings of the eleventh ACM international conference on Multimedia. Pages:582-591. November 2003.
- [7] T. Phan, L. Huang, and C. Dulan. Challenge: Integrating Mobile Wireless Devices Into the Computational Grid. Proc. of the 8th ACM Intl. Conf. on Mobile Computing and Networking (MobiCom). Pages:271-278. Sept. 2002.
- [8] I. Featherstone, N. Zhang. A Mobility Monitoring Based Advance Reservation Protocol. the Proceedings of the 2nd ACM International Workshop on QoS and Security for Wireless and Mobile Networks (ACM Q2SWinet 2006). October 2006.
- [9] <http://www.akogrimo.org/>
- [10] T. D. Braun, H. J. Siegel, N. Beck, L. L. Boloni, M. Maheswaran, A. I. Reuther, J. P. Robertson, M. D. Theys, B. Yao, D. Hensgen, and R. F. Freund. A Comparison of Eleven Static Heuristics for Mapping a Class of Independent Tasks onto Heterogeneous Distributed Computing Systems. Journal of Parallel and Distributed Computing. 61(6):810-837. June 2001.