

분산 무선 네트워크 환경에서 트러스트 모델 기반의 작업 할당 스케줄링 알고리즘에 관한 연구*

김 태 경* · 서 희 석**

An Analysis on the Scheduling Algorithm of Job Allocation Based on the Trust Model in Wireless Distributed Network

Kim, Tae Kyung · Seo, Hee Seok

〈Abstract〉

This paper presents a new scheduling scheme in wireless distributed network. To overcome the limited information about unfamiliar mobile nodes and to reduce the required system performance, we propose a scheduling algorithm of job allocation based on the trust model. The suggested scheduler evaluate an unfamiliar mobile node's trust and make reference to the trust value of neighboring scheduler. This scheduling algorithm can avoid malicious or selfish mobile nodes by assigning low trust values. We also present a trust evaluation metric and show the efficiency of suggested scheduling algorithm by performance evaluation.

Key Words: Wireless Network, Trust Model, Scheduling Algorithm

I. 서론

이동통신이 보편화됨에 따라 통신서비스가 유선에서 무선으로 급속하게 이동 중에 있으며, 대부분의 사용자가 유선통신과 무선통신을 동시에 이용하는 현상이 보편화되면서 사용자의 편리성 증진을 위해 유선과 무선 통신서비스 간 애플리케이션, 단말기, 인프라 등의 비호환성을 극복하려는 기술적인 시도가 본격화 되고 있다. 또한 무선 기술

의 발전에 따라 사용자가 네트워크에 접속하거나 다양한 단말기를 컨트롤하는 환경이 끊임없이 개선돼 이를 활용한 새로운 서비스들이 등장하게 되었으며, 무선 사용자 중심의 컴퓨팅 환경이 중요하게 되었다.

특히 분산 무선 네트워크 환경에서 분산 어플리케이션을 수행하기 위해서는 다양한 자원들에 대한 정보가 실시간적으로 제공되어야 하며, 각 자원들은 자기에게 맡겨진 임무를 안정되게 수행하여야 한다. 그러나 각 이동 단말기와 센서들은 내부 혹은 외부의 영향으로 인해 기능들이 정상적으로 작동하지 않는 경우가 발생하게 되며, 이러한 결함을 고려하여 작업이 안정적으로 수행되

* 본 논문은 2007년도 서일대학 학술연구비에 의해 연구되었음.

** 서일대학 정보전자과 교수

*** 한국기술교육대학교 인터넷미디어공학부 정보보호전공 교수

기 위해서는 트러스트 개념기반의 작업 할당 스케줄링을 수행해야 한다.

트러스트(trust)는 최근에 전자상거래나 가상 커뮤니티 분야에서 활용되고 있으며, 트러스트에서 어떤 값을 산정하고 판단하는 결정은 환경에 따라 다른 영향을 받게 된다. 즉, 트러스트는 개체가 속한 환경과 평가의 주체에 따라서 다른 결과를 가진다는 것이다. 트러스트를 평가하기 위한 정보들은 크게 두 가지 경로를 통해서 산정할 수 있다. 우선은 제 3자로부터의 견해(sec²간 두 han² information)를 수용하여 트러스트를 형성하거나, 이전의 자신의 경험(first han² information)을 통해서 트러스트를 산정하게 된다. 전통적인 네트워크 환경에서 트러스트 설정 및 인식은 자원에 역할을 할당하는 인증 메커니즘에 의한 접근 제어 절차를 통해 수행되어 왔다. 최근의 개방형 네트워크 환경에서는 고정된 역할 할당이 다양한 결정들에 의해 교체되어질 수 있게 되었으며, 이러한 결정에 영향을 주는 중요한 요소로서 레пут레이션(reputation)이 제시되고 있다. 트러스트는 개체의 향후 행동에 대한 긍정적인 예측의 수준을 의미하며, 이러한 트러스트의 결정에 영향을 주는 것이 레пут레이션이 된다. 이러한 레пут레이션은 주로 두 가지 경로를 통해서 형성될 수 있다. 첫 번째는 평가자가 피평가자에 대한 스스로의 경험을 통해서 형성할 수 있으며, 다음으로는 평가자의 주위 개체들로부터의 추천을 통해서 형성할 수 있다.

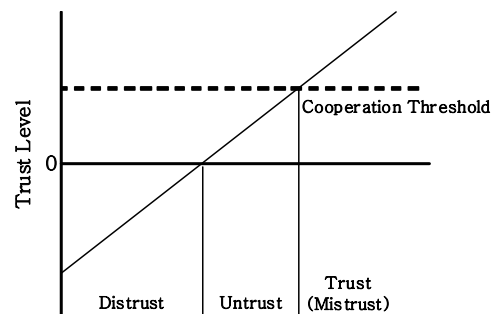
본 논문에서는 트러스트 모델을 이용하여 분산 무선 네트워크 환경에서 모바일 단말기들에게 작업을 효율적으로 할당하고 분배하는 스케줄링 알고리즘에 대하여 연구를 수행하였다. 즉, 각 단말기들에 대한 신뢰성을 평가하여 평가된 신뢰도에 따라 작업을 할당함으로써 무선 네트워크 환경에서도 안정적으로 작업을 수행하는 방안에 대한 연구를 하였다.

본 논문의 구성은 관련 연구가 2장에서 제시되었으며,

3장에서는 트러스트에 모델에 기반한 작업 할당 스케줄링 알고리즘에 대하여 분석을 수행하였다. 4장에서는 성능평가를 통하여 제시한 알고리즘의 유효성을 제시하였으며, 5장에서는 결론 및 향후 연구계획에 대하여 정리를 하였다.

II. 관련연구

Stephen Marsh[1]는 사전적 의미로서 트러스트에 대한 개념을 정의하였으며, Mistrust, Distrust, Untrust, Trust의 4가지 개념으로 정의하였다. Distrust는 트러스트를 평가하는 주체 입장에서 객체가 향후 주체에게 좋은 영향을 미치지 않을 것이라는 평가를 하고 있는 상태이며, Untrust는 완전하게 신뢰하지 않지만 긍정적인 상태를 나타낸다. Trust는 트러스트를 평가하는 일정한 임계치를 넘어서서 전적으로 객체를 신뢰하는 상태이다. Mistrust는 Trust되었던 객체가 긍정적인 방향으로 행동하지 않는 상태를 의미한다. 즉 일정 수준의 기본적인 디폴트 레벨로 객체의 Trust 상태를 정의하고 향후 다양한 상황에 의해 Mistrust가 되거나 Trust상태가 유지되는 것이다. <그림 1>은 트러스트 개념에 대해 정리한 것이며, 특히 디폴트 트러스트를 부여하는 상황에서는 Mistrust를 방지하기 위하여 주기적인 모니터링을 통한 재평가가 필요하다.

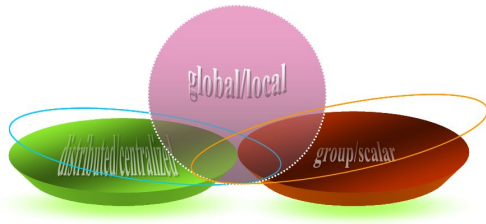


<그림 1> Trust 개념

2.1 트러스트 메트릭

트러스트 메트릭의 목표는 대상이 신뢰할 만한 가치가 있는지 그 레벨을 측정하는 것이다. 트러스트 메트릭은 각 개체에 트러스트에 대한 정량적인 할당을 부여할 수 있다. 이러한 트러스트 메트릭은 P2P 네트워크, 이동 네트워크, 온라인 커뮤니티 등 사용되는 영역에 따라 다르게 정의되고 평가된다. 트러스트 메트릭의 최종 목표는 트러스트 객체로부터의 악영향을 최소화하고 가능한 타당한 평가치로 산출하는 것이다.

트러스트 메트릭은 정량적 혹은 정성적 범주로 구분될 수 있다. 전자는 수치적 값에 의한 결과를 나타내고 후자는 최소, 평균, 최대 정도의 성질을 나타내는 수준으로 표현할 수 있다.



〈그림 2〉 트러스트 메트릭의 구분 기준

〈그림 2〉에서 분류 기준의 첫 번째 항목은 네트워크 관점에서 글로벌과 로컬 범위로 구분되어진다. 글로벌 범위는 피어와 연결된 모든 개체들에 적용되는 메트릭이다. 반면 로컬 메트릭은 개인적인 성향에 따라 달라진다.

두 번째 항목은 분산 및 중앙 집중 형태에 따른 구분이다. 이 항목은 트러스트의 평가를 중앙 집중형태로 수행하는가의 여부에 따라 구분된다. 네트워크 전체에서 개별적으로 트러스트가 평가되는 경우가 분산 형태에 해당된다.

세 번째 항목은 그룹 및 스칼라의 차이에 따라 평가되는 경우로서 어떤 그룹에 소속된 구성원들로부터 취합된 트러스트를 평가 하는가 혹은 단독적인 트러스트 평가를 수행하는가에 따라 결정될 수 있다. 스칼라 트러스트의

예를 들면, 네트워크상에서 최적의 경로를 찾는 과정은 그룹의 평가 결과를 참고하지 않으므로 스칼라 트러스트 메트릭에 해당된다.

2.2 트러스트 모델 연구동향

트러스트 관리에 있어서 중요한 요소는 평가되는 시점과 현재 도메인에서 영향 받는 컨텍스트(context)에 의한 트러스트와 레퓨테이션의 상관성이다. 또한 평가된 트러스트에 대한 재평가 문제, 평가된 트러스트에 의한 인증 및 접근 제어의 문제들이 고려되어야 한다.

트러스트를 관리하는 과정은 트러스트의 초기화 단계, 관찰 단계, 트러스트의 갱신 단계로 나뉠 수 있다.

- 초기화 단계 : 어떤 주어진 환경에서 충분히 알려지지 않은 개체 혹은 사용자에게 서비스를 제공하기 위해서는 디폴트 수준의 트러스트가 결정되어야 한다. 이 트러스트 레벨이 너무 낮을 경우 사용자는 시스템에 접근이 허락되지 않으며, 매우 높은 트러스트 수준이라면 개체의 잘못된 행동으로 인해 재평가를 수행해야 할 가능성이 있다. 이처럼 트러스트에 대한 수준을 결정하는 것은 접근 제어 측면에서 중용한 의미를 지니게 된다.

- 관찰 및 갱신 단계 : 시스템의 운영 조건 및 환경에 따라 개별 구성 요소들의 모두 혹은 일부로서 트러스트가 평가 될 수 있다[2]. 트러스트를 평가하는 기존 접근 방안들을 정리한 내용은 다음의 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 트러스트 모델 연구동향

제안자	모델링 방안 및 특징
Marsh [3]	- 1995년 트러스트에 대한 계산 모델 처음 제안
Mayer [4]	- 트러스트에 영향을 미치는 인자, 트러스트 자체, 트러스트로부터의 결과들 사이에 차별성 제시
Essin [5]	- 컴퓨터 시스템에서 사회적, 기술적인 개념에 기반한 트러스트와 정책에 대한 모델링 시도
Gambetta [6]	- 특정행동을 시도하는 피평가자에 대한 주관적 확률로서 트러스트를 정의

Mui [7]	- 피평가자의 미래행동에 대한 주관적인 기대로서 트러스트를 정의
Mayer, etc [8]	- 누군가에게 의지하기 위한 의향의 확장으로 트러스트를 정의 - 트러스트와 리스크에 대한 상관성을 정의하기 위해 3차원적 결정 평면 활용
Demolombe [9]	- Modal logic의 프레임워크에 기반한 트러스트 정의로서 피평가자로부터 주어진 속성에 대한 강한 신뢰로서 정의
Egger [10]	- 고객 관점으로부터 트러스트 관련 인자들을 통해 모델링 개발 - 일부 인자들은 서비스 제공자의 관점에서도 적절성 나타냄 - 모델링에 리스크 인자를 고려함

1차 정보로 (First hand information :FI)서 평가 대상에 대한 서비스 제공자 스스로의 경험이 요구된다. 2차 정보(Second hand information: SI)는 서비스 제공자가 아닌 다른 평가자들로부터 제공된 정보를 나타낸다. 이전에 경험이 없는 피평가자에게 서비스를 제공하기 위해서는 2차 정보와 디폴트 트러스트 정보에 의존할 수밖에 없다. 일단 트러스트 수준이 결정되고 자원 및 서비스가 제공될 경우 서비스 제공자는 주기적인 1,2차 정보의 갱신을 통해 트러스트의 수준을 관리해야 한다.

III. 트러스트 기반 작업 할당 스케줄링 알고리즘

분산 무선 네트워크 환경에서 작업을 수행하기 위해서는 그리드 네트워크와 같이 미들웨어 서비스가 제공되어야 한다. 그리드 네트워크에서 대표적인 미들웨어 서비스로는 GRIA[11]가 있다.

GRIA는 B2B 프로세스의 서비스를 지원하기 위해 제작된 미들웨어 서비스로서 계정, 자원할당, 데이터 전달, 데이터 처리, 결과 조회 등의 작업을 수행한다.

본 논문에서는 이러한 미들웨어 서비스 중에서 분산 무선 네트워크에서 작업을 수행하기 위한 자원할당과 관

련된 부분에서 적절한 이동 단말기에 분산 작업을 할당하는 트러스트 모델 기반 스케줄링 알고리즘에 관한 연구를 수행하였다.

3.1 트러스트 기반 작업 할당 스케줄링 알고리즘의 설계

작업 할당 스케줄링 알고리즘을 설계하기 위한 고려사항은 다음과 같다.

① 전력의 효율 및 낮은 전력의 소비: 무선 네트워크에서 이동 단말기들은 전력의 공급 및 사용이 제한적이므로 노드의 생존 시간을 높이기 위한 고려가 필요하다.

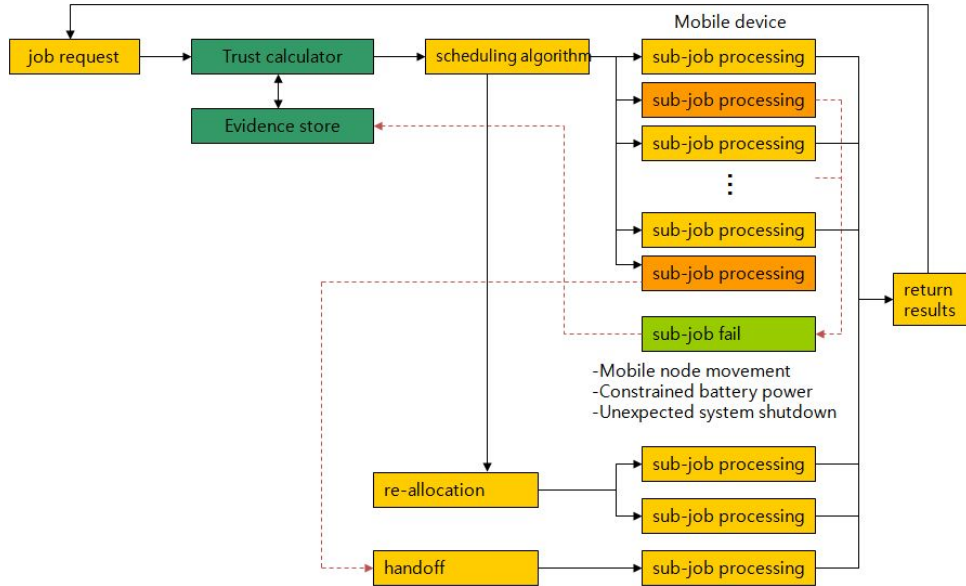
모바일 디바이스의 전력과 관련된 문제를 해결하기 위해서는 [12]에서 제시한 바와 같이 이동 유형에 따른 에너지 사용량을 예측하는 연구를 통하여 효율적인 작업 수행이 가능하다.

② 신뢰성 확보 및 낮은 지연율: 이동 단말기의 성능(CPU, 메모리 등)에 따른 작업 할당에 관한 연구는 [13]에서 수행하였으며, 무선 네트워크에서 유선 환경에서 제공하는 정도의 신뢰성을 제공하기 위해서는 각 이동 단말기에서 신뢰성 있는 작업 수행과 낮은 지연율이 제공되어야 한다. 즉 작업이 수행 가능한 이동 단말기 중에서 신뢰성이 높은 이동 단말기에 작업을 할당하여 안정적으로 작업을 수행해야 한다.

<그림 3>은 트러스트 모델 기반 스케줄링 알고리즘을 나타낸 것이다. 이 알고리즘에서는 각 모바일 단말기들의 신뢰성을 평가하여 작업을 할당하는 구조로 구성되어 있다. 이는 각각의 이동 단말기들의 신뢰성을 평가하여 이를 기반으로 작업을 할당하므로 작업의 효율성 및 수행시간의 지연을 줄이도록 하였다.

3.2 신뢰성 평가 인자

각 이동 단말기들에 대한 신뢰성 평가는 미들웨어 서



〈그림 3〉 트러스트 모델 기반 스케줄링 알고리즘

비스의 스케줄링 알고리즘을 담당하는 분야에서 신뢰성 평가자(trust calculator)에 의해서 수행되며, 하나의 이동 단말기에 대한 평가는 작업을 수행하는 사용자의 미들웨어에 있는 신뢰성 평가자와 이웃 시스템들에 의해 평가되는 신뢰성의 값을 결합하여 평가하게 된다.

- 작업 성공률 (V_s): 모바일 단말기에서 작업 할당시에 성공한 비율을 의미하며, 값의 범위는 0~1 사이의 값을 가지며, 초기값은 1로 설정된다.
- 데이터 전송 성공률 (V_d): 이동 단말기에서 성공한 작업에 대해서 데이터 전송이 성공한 정도를 나타내며, 값의 범위와 초기값은 작업 성공률 인자와 같다.

작업을 할당할 때 신뢰성 평가 데이터가 없는 이동 단말기의 경우에는 이웃 시스템의 신뢰성 평가 데이터를 활용해야 한다.

신뢰성 평가 인자들을 결합하는 수식은 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$V(j) = \sum_{v \in V} v / |V|$$

단, $V(j)$ 는 신뢰성 평가자에 의해서 평가된 j 번째 이동 단말기를, $V = \{V_c, V_d\}$ 는 신뢰성 평가 인자들의 집합을 의미한다.

신뢰성 평가는 시스템에 있는 자체적인 신뢰성 평가자의 값과 외부의 신뢰성 평가자의 값을 결합하여 사용한다. 신뢰성 평가의 값은 다음의 수식을 통해서 구할 수 있다.

$$V_T(j) = (V(j) \cdot w + V_{T.o}(j) \cdot (1-w)) V_B(j),$$

$$w = w / w_threshold$$

$V_T(j)$ 는 이동 단말기 j 의 신뢰성 값이며, $V_{T.o}(j)$ 외부의 신뢰성 평가자에 의해서 계산된 신뢰성 값이다. w 는 가중치 값으로 최대 1을 넘을 수 없으며, $w_threshold$ 는 신뢰성 평가자에 설정된 최대 신뢰성 평가회수의 값을 나타낸다. $V_B(j)$ 는 잘못된 이동 단말기이거나 공격을 시

도하는 이동 단말기의 경우에는 0으로 설정하고, 그 이외의 경우에는 1로 설정된다.

IV. 작업 할당 알고리즘의 성능 평가

본 논문에서 제시한 알고리즘의 유효성을 제시하기 위해 분산 네트워크에서 일반적으로 사용되는 작업 할당 스케줄링 방식인 Min-Min Scheduling Algorithm [14]과의 작업 수행 시간을 비교하였다. 이 스케줄링 알고리즘은 CPU의 성능과 메모리 등 유희자원을 우선순위로 하여 자원을 할당하는 방법이다. 사용된 분석 방법은 수학적 분석 방법을 사용하였다.

무선 네트워크 환경은 [15]에서 제시한 네 가지 무선 네트워크 환경을 고려하였다. 그 분류는 stable, unstable, highly connective 그리고 highly disconnective로 그 값은 <표2>와 같다. (α :disconnection rate, β :re-connection rate)

<표 2> 무선 네트워크 환경

무선 환경	Max α	Min α	Max β	Min β
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

성능 평가에서 사용된 인자는 다음과 같다.

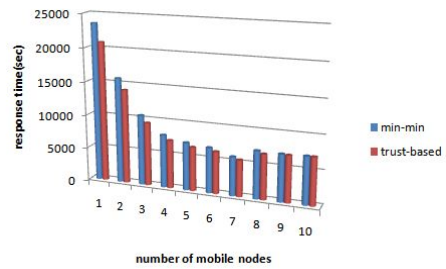
- 병렬 분산 프로그램을 수행하기 위해 필요한 전체 시간 : 20,000 second
- 모바일 그리드 시스템에서 가용한 모바일 단말기의 수 : 10 nodes
- 작업 요청 및 결과 패킷의 전송 시간 : 1 second

<표 3> 모바일 단말기의 신뢰성 측정치

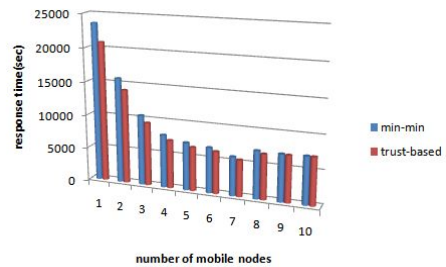
mobile node	trust value	mobile node	trust value
mobile node 1	0.87	mobile node 6	0.98
mobile node 2	0.95	mobile node 7	0.97
mobile node 3	1.0	mobile node 8	0.88
mobile node 4	0.94	mobile node 9	0.96
mobile node 5	0.93	mobile node 10	0.99

<표 3>은 신뢰성 평가방법에 의해 계산되어진 각 이동 단말기의 신뢰성 측정치를 설정한 것이다. 각 단말기에서의 작업수행시간의 측정은 [13]에서 제시된 방법으로 측정하였다.

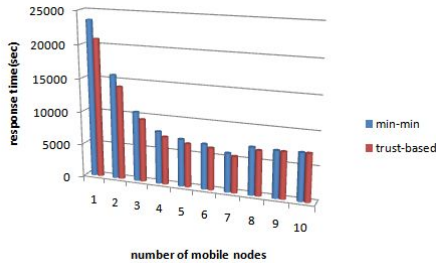
min-min scheduling algorithm과 본 논문에서 제시한 트러스트 모델 기반의 작업 할당 스케줄링 알고리즘 (trust-based)을 비교한 결과는 다음과 같다.



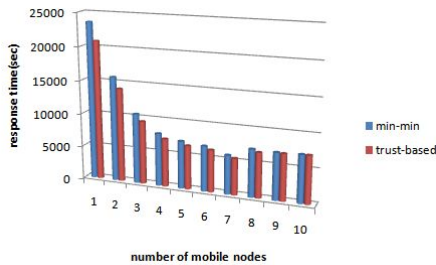
<그림 4> stable 환경에서의 작업수행 시간



<그림 5> highly-disconnective 환경에서의 작업수행 시간



〈그림 6〉 unstable 환경에서의 작업수행 시간



〈그림 7〉 highly-connective 환경에서의 작업수행 시간

시뮬레이션 결과를 분석해보면, 무선 네트워크 환경이 highly-connective와 stable 상태가 highly-disconnective와 unstable 상태보다 더 빠르게 작업수행을 할 수 있다는 것을 알 수 있으며, 이동 단말기의 개수가 증가할수록 분산 작업 수행 시간이 감소하다가 일정한 개수(7개)를 지나면서 시간이 다시 증가한다는 것을 알 수 있다. 이는 분산 작업으로 인한 시간의 감소보다는 이동 단말기의 개수가 증가하면서 발생하는 부하로 인한 시간지연이 더 크게 영향을 주기 때문이다.

또한 트러스트 모델 기반의 작업 할당 스케줄링 알고리즘이 min-min 스케줄링 알고리즘보다 평균적으로 9.75% 정도 빠른 시간 안에 작업을 수행하는 것으로 분석되었으며, 이는 각 단말기의 신뢰성을 평가하여 작업을 할당하였기 때문에 작업이 안정적으로 수행되었기 때문이다.

V. 결론 및 향후 연구계획

무선 기술의 발전에 따라 사용자가 네트워크에 접속하거나 다양한 단말기를 컨트롤하는 환경이 끊임없이 개선되어 이를 활용한 새로운 서비스들이 등장하게 되었으며, 무선 사용자 중심의 컴퓨팅 환경이 중요하게 되었다. 그러므로 본 논문에서는 무선 네트워크 환경에서도 안정적으로 다양한 어플리케이션을 수행할 수 있도록 트러스트 모델 기반의 작업 할당 스케줄링 알고리즘에 대한 연구를 수행하였다.

제시한 트러스트 모델 기반의 작업 할당 스케줄링 알고리즘의 유효성을 제시하기 위해서 일반적으로 사용되고 있는 min-min 방식의 스케줄링 알고리즘과 성능평가를 하였으며, 그 결과 9.75% 정도의 시간단축의 효과가 있는 것으로 분석되었다. 또한 분산 무선 네트워크 환경에서 정상적으로 작동되지 않는 이동 단말기나 해킹 혹은 공격을 시도하는 비정상적인 이동 단말기로부터 시스템을 보호할 수 있다.

향후 연구 계획으로는 트러스트 모델을 더욱 확장시켜 센서 네트워크 및 유비쿼터스 네트워크에서 인증 및 권한설정 등에 적용시키는 방안에 대한 연구를 수행할 예정이다.

참고문헌

- [1] Stephen Marsh and Mark R. Dibben, "Trust, Untrust, Distrust and Mistrust - An Exploration of the Dark(er) side", iTrust 2005, LNCS 3477, pp. 17-33, 2005.
- [2] Michael Kinatader, Ernesto Baschny, and Kurt Rothermel, "Towards a Generic Trust Model - Comparison of Various Trust Update Algorithms", iTrust 2005, LNCS 3477, pp. 177-192, 2005.

[3] Marsh, S. "Formalising Trust as a Computational Concept. Phd thesis, University of Stirling, Department of Computer Science and Mathematics, 1994.

[4] Mayer, R.C., Davis, J.H. "An integrative model of organizational trust", The Academy of Management Review, 1995.

[5] Essin, D.J. "patterns of trust and policy", New Security Paradigms Workshop, ACM press, 1997.

[6] Gambetta, D. "Can we trust trust? Trust: Making and Breaking Cooperative Relation, Electronic edition. 2000.

[7] Mui, L. Mohtashemi, M., Halberstadt, A, "A computational model of trust and reputation", HICSS' 02, Volume 7, IEEE Computer Society, 2002.

[8] Josang, A. Presti, S.L. "Analysing the relationship between risk and trust", iTrust 2004, Volume LNCS 2995, 2004.

[9] Demolombe, R. "Reasoning about trust: A formal logical framework", Itrust 2004, Volume LNCS 2995, 2004.

[10] Egger, F.N. "trust me, I'm an online vendor", CHI'00, ACM Press, 2000.

[11] EC Project IST-2001-33240 Grid Resources for Industrial Application, <http://www.gria.org>.

[12] 김태경, "A Study on the Efficient Energy Management using Mobility Management in Distributed Wireless Network Environments", 한국인터넷정보학회 논문지 제8권 3호, 2007년 6월.

[13] 김태경, 서희석, "모바일 그리드에서의 작업 할당 스케줄링 알고리즘에 관한 연구", 한국시물레이션학회 논문지 15권 3호, 2006년 9월.

[14] 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.

[15] 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.

■ 저자소개 ■



김태경
Kim, Tae-Kyung

2008년 3월~현재
서울신대학교 교양학부 교수
2006년 3월~2008년 2월
서일대학 정보기술계열 정보전자전공 교수
2005년 8월
성균관대학교 전기전자및컴퓨터공학 (공학박사)
2001년 8월
성균관대학교 전기전자및컴퓨터공학 (공학석사)
1997년 2월
단국대학교 수학교육과 (이학사)
관심분야 : 네트워크보안, 그리드 네트워크, USN
E-mail : tkkim@stu.ac.kr



서희석
Seo, Heesuk

2005년 3월~현재
한국기술교육대학교 인터벤티디어 공학부 정보보호전공 교수
2005년 2월
성균관대학교 대학원 (공학박사)
2004년 3월~2005년 2월
(주)정보감리평가원 선임연구원
2002년 2월
성균관대학교 대학원 (공학석사)
2000년 2월
성균관대학교 산업공학과 (공학사)
관심분야 : 네트워크보안, 그리드 네트워크, USN
E-mail : histone@kut.ac.kr

논문접수일 : 2008년 2월 26일
게제확정일 : 2008년 3월 7일