

# 유비쿼터스 네트워크에 적합한 안전한 네트워크 자가 형성 기법 연구

황은영\*, 이준희\*, 권성구\*, 김용\*, 조주형\*, 박세현\*\*

\*중앙대학교 전자전기공학부

황현욱\*, 배영철\*, 윤영태\*

\*한국전자통신연구원 부설 국가보안기술연구소

## *Self-organization algorithm of secure network for ubiquitous network*

Eunyoung Hwang\*, Junhee Lee\*, Sunggu Kwon\*, Yong Kim\*, Joo-Hyung Jo\*, Se Hyun Park\*

\*School of Electrical & Electronics Engineering, Chung Ang University.

Hyunuk Hwang\*, Byungchul Bae\*, Youngtae Yun\*

\*Electronics and Telecommunications Research Institute National Security Research Institute

### 요 약

네트워크 자가 형성 기법이 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 필수 요소 기술로 자리매김하고 있다. 그러나 아직까지 이를 통해서 안전하고 효율적으로 네트워크를 구성하는 기법에 대한 요구사항 도출 및 연구가 취약하다. 따라서 본 논문에서는 현재의 취약점을 기반으로 유비쿼터스 네트워크에 적합한 안전한 네트워크 자가 형성을 위한 요구사항을 도출하고 그 기법에 대해서 방향을 제안하고자 한다.

### I. 서론

유비쿼터스 환경에서는 점점 많아지고 다양해지는 사용자 요구와 더불어 다양한 기기와 서비스가 존재하게 된다. 유비쿼터스 컴퓨팅은 이러한 환경변화에 따라 시스템 관점과 소프트웨어 관점에서 Interoperability, Heterogeneity, Mobility, Adaptability, Security, Privacy & Survivability, Self-Organization, Augmented reality & content scalability 등의 기능을 요구하고 있다.

한편, 유비쿼터스 네트워크에서 자가 형성 기능을 가지는 시스템이란, 외부나 중앙 제어 개체가 없이도 스스로 네트워크를 형성할 수 있는 시스템을 말한다. 즉, 각각의 개체는 분산된 피어 투 피어 방식에 따라 다른 개체와 직접적으로 상호작용할 수 있어야 한다.

예를 들면 떼를 지어 이동하는 동물들의 행동을 결정하는 요인은 중앙 동물이나 전체 동물의 패턴에 의한 것이 아니라 이웃하는 동물들의 속도나 위치 정보 등을 보고 참여하고 행동을 결정하게 된다. 그러나 네트워크 자가 형성은 좀 더 분산적이고 지역적인(localized) 제어와 관련되어 있다. 즉, 지역적으로는 각각의 개체 행동들 사이의 관계에 대한 것이지만, 네트워크 전체적으로 볼 때는 전체 네트워크 구조와 기능, 상태 또한 관계된다. 즉, 일반적으로 통신 네트워크에서의 자가 형성 기법이란 네트워크와 개체 주변 환경에 변화에 적응하는 Adaptability를 말한다.

이러한 관점에서 볼 때, 다양하고 이질적인 기기와 네트워크가 존재하는 유비쿼터스 환경이 네트워크 구성 개체들이 중앙 집중형의 구조가 아니라 서로 직접적으로 상호작용하여 환경변화에 능동적이고 지속적으로 반응하는 구조를 띠에 따라, 유비쿼터스 컴퓨팅 요구사항을

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구센터(중앙대학교 홈네트워크 연구센터) 지원 사업의 연구결과로 수행되었음

만족시키기 위해 특히, 높은 수준의 안전한 네트워크 자가 형성 기법이 필요하다.

## II. 본론

본 연구에서는 네트워크 자가 형성 기법의 요구사항 및 기존 선행 연구의 한계점에 대해서 분석하고, 이를 기반으로 진정한 의미의 유비쿼터스 컴퓨팅을 실현하기 위한 필수요소인 안전하고 효율적인 네트워크 자가 형성 기법 설계의 방향을 제시한다.

### 2.1 네트워크 자가 형성 기법 요구사항

네트워크 자가 형성 기법은 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 필수 요소 기술로 결국 크게 보면 아래와 같이 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 요구사항과 네트워크 자가 형성 기법의 요구사항은 일맥상통한다.

- ▷ Interoperability
- ▷ Heterogeneity
- ▷ Mobility
- ▷ Adaptability
- ▷ Security, Privacy & Survivability
- ▷ Self-Organization
- ▷ Augmented reality and content scalability

### 2.2 기존 선행 연구의 문제점 도출

다양하고 복잡한 유비쿼터스 환경에서는 개체 주변 환경을 대변하는 여러 Context를 기반으로 보안, QoS, 제한된 computation power 나 동적인 네트워크 상태, 요구되는 서비스의 다양성 등의 측면을 고려하여 에이전트를 기반으로 하는 좀 더 효율적인 네트워크 자가 형성 기법이 필요하다. 이러한 점에서 기존 선행 연구들은 전반적으로 또는 부분적으로 아래와 같은 문제점이 있다.

표 1 기존 선행 연구의 문제점

기존 선행 연구의 문제점	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 서버 역할의 하나의 개체가 네트워크 또는 개체들 전반적인 환경 속성(Global properties)을 알고 있어야 하거나,</li> <li>● 인접 개체만을 통해 네트워크 또는 개체 환경 속성을 알고 있다하더라도 전체 네트워크 성능의 최적화를 목표로 하고 있어 불필요한 통신이 많아 안정성이 떨어진다.</li> <li>● 즉, global rule이 요구된다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 네트워킹 개체들이 대역이나 주소와 같은 자원을 공유함에 따라 일정한 규칙의 coordination을 필요하고, 이로 인한 개체간 conflicts와 inconsistencies를 피하기 위한 여러 종류의 signaling 메시지로 인한 오버헤드가 존재한다.</li> <li>● 즉, perfect coordination이 요구된다.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 네트워크 개체의 주소들, 보안 데이터베이스, 게이트웨이 관련 정보 등의 여러 네트워크 상태 정보를 정적으로 저장하고 하고 있거나,</li> <li>● 개체간 의존성이 강하여 동적인 네트워크 환경에서 개체간 consistency를 유지하기 힘들다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 에이전트의 부재 또는 정적인 동작을 하는 에이전트를 사용함으로써 네트워크 자가 형성을 위한 동적인 상황 인지 기법이 부족하다.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 악성 개체 또는 네트워크와의 네트워크 형성 방지 부족으로 보안 기능이 취약하다.</li> </ul>	

### 2.3 안전한 네트워크 자가 형성 기법의 방향 제시

본 장에서는 앞서 살펴본 네트워크 자가형성 기법의 요구사항 및 선행연구의 문제점을 기반으로 안전한 네트워크 자가 형성 기법 설계의 효율적인 방향을 제시한다.

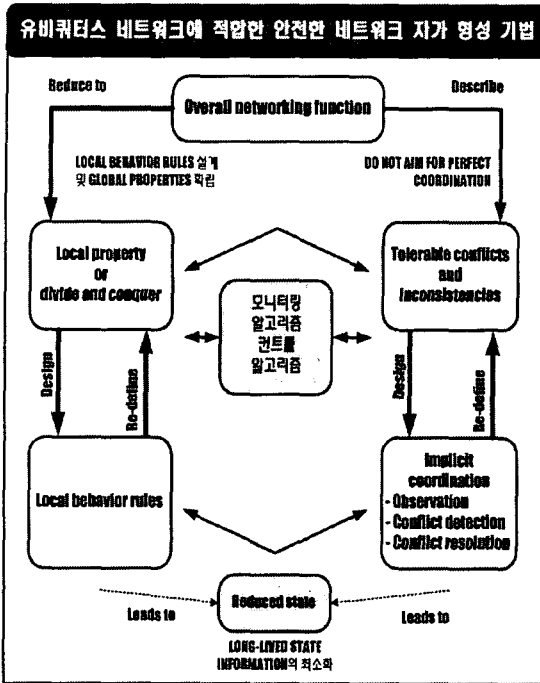


그림 1 안전한 네트워크 자가 형성 기법

위의 그림은 안전한 네트워크 자가 형성 기법 설계의 방향을 다음과 같은 4가지 패러다임을 기반으로 제안된 것이다.

### 2.3.1 Local Behavior Rule 설계

표 2 Local Behavior Rule 설계

Local Behavior Rule 설계
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 기존의 연구들은 네트워크 자가 형성을 위하여 서버 역할의 하나의 개체가 네트워크 또는 개체들 전반적인 환경 속성(Global properties)을 알고 있어야 하거나 인접 개체 만을 통해 네트워크 또는 개체 환경 속성을 안다 하더라도 전체 네트워크의 성능 최적화를 목표로 하고 있어 불필요한 통신이 많게 된다.</li> <li>● 따라서 네트워크 자가 형성을 위해 요구되는 네트워크 전반의 Global Properties를 적용할 수 있도록 각각의 개체에 Local Behavior Rule 설계하여 네트워크 자가 형성에 있어 불필요한 통신을 최소화하는 것이 필요하다.</li> <li>● 이것은 유비쿼터스 환경의 다양성과 복잡성 그리고 동적인 변화성에 기인한다.</li> </ul>

### 2.3.2 Implicit Coordination 설계

표 3 Implicit Coordination 설계

Implicit Coordination 설계
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 기존 연구들은 대체로 네트워킹 개체들이 대역이나 주소와 같은 자원을 공유함에 따라 일정한 규칙의 coordination을 필요로 하게 되고 이로 인한 개체간 conflicts와 inconsistencies를 피하기 위한 여러 종류의 signaling 메시지 때문에 오버헤드가 존재한다. 즉, perfect coordination을 요구하고 있다.</li> <li>● 그러나 매우 동적인 유비쿼터스 네트워킹 환경에서는 이러한 perfect coordination보다는 implicit coordination 또는 zero coordination이 필요하다.</li> <li>● Implicit coordination에서 각 개체들은 명확한 주소체계와 위치를 통해 통신의 acknowledgement를 얻는 것이 아니라, 인접 노드의 통신을 통해 암묵적인 acknowledgement를 얻을 수 있다.</li> </ul>

### 2.3.3 Long-lived Sstate Information을 최소화하는 설계

표 4 Long-lived State Information을 최소화하는 설계

Long-lived State Information 최소화
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 기존 연구들은 네트워크 개체의 주소나 보안 데이터 베이스, 게이트웨이 관련 정보 등의 여러 네트워크 상태 정보를 정적으로 저장하고 있거나 개체간 의존성이 강하여 동적인 네트워크 환경에서 개체간 consistency를 유지하기 힘들 수 있다.</li> <li>● 따라서 효율적인 네트워크 자가 형성 기법을 설계시 Long-lived state information을 최소화하는 것은 매우 중요하다.</li> <li>● 이것은 위의 두 패러다임을 만족하려면 꼭 필요한 패러다임이라 하겠다. 즉, 일반적으로 개체간의 인터랙션이 더욱 localization 되고, coordination이 덜 필요하게 될수록 state information의 유지는 최소화되어야 한다.</li> </ul>

2.3.4 동적 변화에 적응하는 프로토콜 설계

표 5 동적 변화에 적응하는 프로토콜 설계

Long-lived State Information 최소화
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 대부분의 기존 연구들은 에이전트의 부재 또는 정적인 동작을 하는 에이전트를 사용함으로써 네트워크 자가 형성을 위한 동적 상황 인지 기법이 부족하였다.</li> <li>● 유비쿼터스 네트워킹의 특성상 동적 환경 변화에 능동적으로 대응하는 네트워크 자가 형성 기법의 기술은 매우 중요하다.</li> <li>● 여기서 동적인 환경 요소를 본 연구에서는 여러 가지 Context로 분류/정의하고, 이를 기반으로 Adaptation 기능을 극대화하는 프로토콜을 설계한다.</li> <li>● 특히, 동적 환경 요소인 Context 중 보안에 관련된 부분을 중점적으로 다루어 네트워크 자가 형성 시 악성 개체나 네트워크와의 네트워크 형성 방지 대책을 마련한다.</li> </ul>

[2] W. R. Ashby, "Principles of the Self-Organizing Dynamic System," J. Gen. Psych., 37, 1947, pp. 125 - 28.

[3] T. Robertazzi and P. Sarachik, "Self-Organizing Communication Networks," IEEE Commun. Mag., vol. 24, Jan. 1986, pp. 28 - 33.

[4] W. D. Grover, "Self-Organizing Broadband Transport Networks," Proc. IEEE, vol. 85, Oct. 1997, pp. 1582 - 1611.

III. 결론

본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅의 필수 요소로 자리매김 하고 있는 안전한 네트워크 자가 형성 기법에 대해서 4가지 패러다임 Local Behavior Rule 설계, Implicit Coordination 설계, Long-lived State Information의 최소화, 동적 변화에 적응하는 프로토콜을 기반으로 효율적인 방향을 제시하였다. 본 논문에서 제안한 안전한 네트워크 자가 형성 기법의 방향을 기반으로 설계를 한다면 네트워크의 신뢰성과 안전성, 비용 감소를 진행할 수 있으며 새로운 환경을 위한 편의성·안전성·신뢰성·상호작용을 보장하여 유비쿼터스 네트워킹 환경 구현의 기틀을 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

[참고문헌]

[1] D. Estrin, D. Culler, K. Pister, G. Sukjatme, "Connecting the Physical World with Pervasive Networks", IEEE Pervasive Computing, 1(1):59-69, 2002