

Smart Message를 응용한 애드혹 네트워크와 Mobile-IP의 연동

김동욱, 신복덕, 하경재
경남대학교 컴퓨터 공학과
e-mail:kjha@kyungnam.ac.kr

Using Smart Messages for Ad-hoc Network and Mobile-IP Connection

Dong Wook Kim, Bok Deck Shin, Kyung Jae Ha
Department of Computer Engineering, Kyungnam University

요 약

본 논문에서는 이동 컴퓨팅 시스템 간 분산응용 프로그래밍을 위한 Smart Message(SM) 메커니즘을 이용하여, 애드혹 네트워크와 유선망과의 유동적 연결 방법을 제안한다. 네트워크연동 아키텍처에 응용되는 기술들은 애드혹 네트워크, Mobile-IP, Smart Message 아키텍처 등이 있다. 애드혹 네트워크는 라우팅 장비 없이 각각의 무선 노드들로써 구성되는 네트워크로서 각 노드들은 자기 라우팅 기능과 호스트 기능을 수행한다. Mobile-IP는 무선노드들이 유선망과의 연결을 위한 IP의 확장 프로토콜이다. 본 논문은 애드혹 네트워크 내의 일부 이동 노드가 유선망의 에이전트에 접속할 수 없을 시에, 해당 유선망의 에이전트에 접속할 수 있는 애드혹 네트워크에 소속된 노드를 대표 노드로 지정하여, 그 대표노드를 통해 유선망에 접속하는 방안을 제시한다. 애드혹 네트워크상의 분산 애플리케이션 개발을 위한 프로그래밍 아키텍처인 SM은 본 논문에서 제안하고자 하는 유연한 라우팅을 구현하기 위해 응용된다. 또한 대표노드를 통한 간접적 접속 방안의 장단점을 전송오버헤드, 네트워크 비용 등의 관점에서 분석하고, 최적의 유무선 네트워크 연동에 관련된 프로토타입 구현을 위한 방향을 제시한다.

1. 서론

현재의 컴퓨터 기술은 사용자들이 시간과 장소의 제약을 받지 않고 컴퓨터를 사용할 수 있을 정도로 발전하고 있다. 이를 가능하게 한 것이 바로 무선네트워크 기술이다. 무선 네트워크 기반의 기술을 구현하고 있는 장비들은 휴대하기 편리하며 유선 네트워크 상의 컴퓨터와 거의 같은 기능을 가진 PDA, Smart Phone, Portable Computer 등 다양한 기능을 갖춘 장비로 발전 되어 왔을 뿐만 아니라, 이러한 무선 네트워크 장비들을 이용한 다양한 네트워크 환경에 대한 연구와 개발도 활발하게 이루어지고 있다. 그 중 무선 네트워크 장비만으로 구성되는 네트워크인 애드혹 네트워크[1]는 각각의 무선 노드들이 라우팅기능과 호스트 기능을 동시에 수행하며 따라서 이동성이 강한 무선노드들 간의 임시적 네트워크 형성이 가능하다는 특성을 갖는다. 이러한 특성은 필요에 따라 무선 장비 사용자들 간의 자료 공유, 교환을 가능하게 한다.

애드혹 네트워크는 무선 노드 간 데이터 통신을

가능하도록 하기 위해 제안된 기법이지만 제한적인 연결만을 지원하는 애드혹 네트워크 기술만으로는 사용자의 다양한 정보이용에 따른 요구사항을 충족시킬 수 없다. 따라서, 애드혹 네트워크의 제한된 네트워크 환경을 개선하기 위해서는 기존유선망과의 연계가 필수적이다.

유선망과의 연계를 위한 방법에는 애드혹 네트워크 내의 구성 노드가 AccessPoint (AP) 라우팅 장비와 Mobile-IP 프로토콜을 이용하여 유선망에 연결하는 방법이 있다[2,3]. 그러나 실제로 구성된 애드혹 네트워크상에서 임의의 구성 노드가 유선망에 연결되어야 할 경우, 애드혹 네트워크 구성 노드가 AP와 거리가 멀어서 직접 통신이 불가능해 지면 해당 노드의 장비를 AP와 통신이 가능한 거리까지 이동해야 하는 비효율적인 경우가 발생 할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 애드혹 네트워크 내의 노드 중 AP와 근접한 노드를 대표노드로 지정해서, 이 노드를 통한 데이터 교환 방법을 제안한다.

제안하는 라우팅 방법으로서 Mobile-IP프로토콜 기반의 네트워크 와 애드혹 네트워크간의 원활한 데이터 통신을 위해 미국 Rutgers대학에서 제안한 Smart Messages(SM) 아키텍처[4]를 응용한다.

지금까지 제안된 애드혹 네트워크 라우팅 방법은 목적에 따라 다양하지만, 표준 라우팅 방법과 프로토콜은 정해지지 않았고, 애드혹 네트워크가 이동성이 강한 무선 노드들만으로 구성된 네트워크이기 때문에 기존의 유선 네트워크와는 달리 표준 방안이 제안 되는 것은 기대 하기 어렵다.

SM은 다양한 애드혹 라우팅 방법을 수용할 수 있으므로, 위의 애드혹 네트워크의 기대할 수 없는 표준방안의 대치 방안으로 사용 될 수 있다.

본 논문의 구성은 2장에서는 기존기술의 개요와 적용, 3장에서는 애드혹 네트워크와 Mobile-IP기반 네트워크 연동 방법에 대해서 기술 한다. 그리고 4 장에서는 연구에 대한 결과와 진행 중인 본 논문 관련 프로토타입 구현에 대해서 기술한다.

2. 기존연구

본 장에서는 기존의 애드혹 네트워크 기술과 SM 아키텍처, Mobile-IP에 대해서 기술한다.

2.1 애드혹 네트워크

애드혹 네트워크는 라우팅 장비의 도움 없이 동적으로 형성되는 무선 통신 노드들만으로 구성된 네트워크이다[5]. 애드혹 네트워크의 특징으로는 기존의 유/무선 네트워크와는 달리 노드간의 유동적이고 즉흥적 연결 설정을 갖는다. 애드혹 네트워크의 주요 응용분야로는 재난복구와 전시 등의 특정 고립된 환경에서의 네트워크 구성, 회의장 또는 전시장에서 개인들 간의 신속한 정보 공유나 교환을 위한 일시적 망의 구성, 그룹통신, 홈 네트워크 등이 있다.

2.1.1 On-Demand Routing

On-Demand 라우팅 방법은 실제로 트래픽 플로가 발생한 경우에만 라우팅을 실행하는 요구 기반 방식으로, 필요하지 않은 목적지 혹은 그룹에 대한 라우팅 오버헤드를 피할 수 있다. 애드혹 네트워크 그룹 내 노드가 자주 움직이는 무선 네트워크 환경에 적합하다[5].

2.1.2 AODV Routing Protocol

AODV(The Ad hoc On-demand Distance Vector) 라우팅 프로토콜은 Table-Driven 방식의 DSDV 라우팅 프로토콜의 단점을 보완하여 설계된 On-Demand 방식 프로토콜이다. AODV는 네트워크 내의 트래픽

플로가 발생할 때만 라우팅 메시지를 네트워크의 각 노드로 브로드 캐스팅 하고, 해당 라우팅 패스에 선정되는 노드들만 라우팅 정보를 유지하는 방법을 사용한다[6].

2.1.3 DSR Routing Protocol

DSR(The Dynamic Source Routing) 프로토콜은 AODV와 같이 On-demand 라우팅 방법을 따르는 프로토콜이다. 라우트 패킷 요청지에서 목적지로의 주소를 포워딩 하면서 라우트 경로를 생성하고 이를 해당되는 패스의 노드마다 보유하고 있는 캐시에 남겨서 라우팅 정보를 유지하는 프로토콜이다[7].

2.2 Smart Messages

SM은 분산 어플리케이션 개발을 위한 프로그래밍 메커니즘으로서, 동적으로 모여진 코드와 데이터 브릭(Brick)으로 구성 되어있다. SM은 방문 노드에서 자신을 복제, 갱신하고 타 노드로 전송하는 특징을 가지므로 다양한 애드혹 라우팅 알고리즘을 수용하는데 적합한 메커니즘이다.

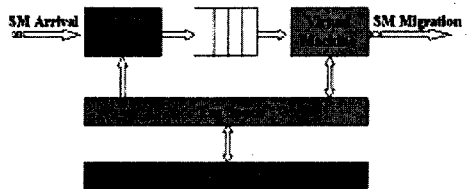


그림 1 노드의 SM 시스템 구조

SM 시스템을 기반으로 하는 노드는 그림1과 같이 Admission Manager, Tag Space, Virtual Machine으로 구성된다. Admission Manager는 SM이 노드를 방문하면, SM의 출입 허가 여부를 결정 한다. Tag Space는 SM이 방문한 노드에서 SM 자신이 코드 브릭의 프로그램에 따라 Data Brick을 참조하여 실행할 때, 시스템에서 얻거나 남겨야할 자료 구조로 쓰인다. Virtual Machine은 SM 자신이 위와 같은 실행을 하는 플랫폼이다. SM이 방문하는 노드에서 자료 구조로 사용하는 Tag Space의 포맷은 그림2 와 같다.

ID	Access Control List	Lifetime	Data
----	---------------------	----------	------

그림 2 Tag 구조

ID는 해당 태그를 구분하는 식별자로 사용되고 Access Control List는 방문한 SM의 태그 사용 허가 여부를 나타내는 태그 사용권한 정보이다. Lifetime은 해당 노드에서의 태그 존속시간을 나타낸다. Data는 해당 태그를 이용했거나 이용할 SM들의 참

고 자료가 된다[7].

이와 같은 SM 메카니즘을 응용하여 다양한 애드혹 라우팅 방법을 통합하는 방안은 SM의 응용분야 중 한가지이며, 서로 다른 프로토콜을 사용하는 애드혹 네트워크의 그룹별 노드들이 SM을 지원하게 함으로써 구현할 수 있다[8,9,10].

2.3 Mobile-IP

무선 네트워크 장비가 AP를 통해 유선망에 연결될 때, 무선노드의 이동성 때문에 기존 네트워크 프로토콜이 사용될 수 없다. 이에 대한 문제점을 보완한 프로토콜이 Mobile-IP이다. AP를 이동하면서 통신하는 무선 노드들은 Mobile-IP의 Agent Discovery, Registration, Tunneling 메시지를 통해 무선노드의 위치와 통신상태 등의 정보를 해당 AP에 등록한다. AP는 이러한 정보들을 이용해서 유선망과 무선노드 간 네트워크 연결을 가능하게 한다.[11]

3. 애드혹 네트워크와 Mobile-IP 네트워크 연동 방안

본 논문에서는 SM으로 통합된 애드혹 네트워크 내 임의의 노드가 Mobile-IP 기반 Home Agent (HP) 또는 Foreign Agent(FA)에 근접한 등록 노드를 대표노드로 선택하여 기존의 Mobile-IP와 연결된 유선 네트워크 내의 고정 네트워크 노드와 네트워크 통신을 가능하게 하는 방안을 제안한다.

애드혹 네트워크 내 임의의 노드와 Mobile-IP 네트워크를 통한 유선 네트워크 노드의 연동은 그림3에서와 같이 SM 분산 아키텍처로 통합된 애드혹 네트워크와 Mobile-IP기반 유선망으로 표현할 수 있다.

이러한 Protocol 간 연동을 위해, 무선 AODV 애드혹 네트워크의 구성노드들은 A2가 FA에 등록된 대표노드임을 알아야 한다. 따라서 A2는 AODV 애드혹 네트워크 주변 노드들에게 자신이 대표 노드임을 알리는 SM을 브로드캐스팅 해야 한다.

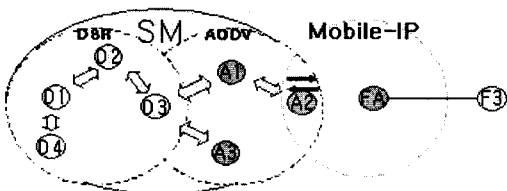


그림 3 네트워크 연동환경

그림3에서 이러한 정보는 무선 A2의 이웃 노드인 A1에게 전달한다. 그리고 SM을 통해 A1은 D3에게, D3은 D2에게 순차적으로 A2가 대표노드라는 Content-based 태그를 전달한다. 모든 애드혹 네트

워크 내의 노드는 A2가 대표노드로 설정 되었다는 SM을 수신함과 동시에 이 기종 네트워크 간 라우팅 프로토콜 교환을 위한 프로토콜 변환 환경이 준비되어 진다.

다음은 AODV 애드혹 망 내의 A1노드가 FA를 통해 F3에 데이터를 전송해야 할 경우의 알고리즘이다.

1) A1은 F3와의 연결을 위하여, 대표노드 A2와 연결이 가능해야 한다. 따라서 SM의 AODV Code brick 알고리즘에 따라 자신을 주위 노드로 Broadcasting해서 AODV 라우팅 프로토콜 데이터 통신의 가능 범위 내에 있는 A2를 발견한다.

2) A1의 SM 기반 AODV 라우트 요청 메시지는 A2를 통하여 직접 FA가 인식 할 수 없으므로, A2는 SM 라우팅 요청 메시지를 Mobile-IP 라우팅 프로토콜로 변환한다. 프로토콜 변환 시, FA로 가는 Mobile-IP 프로토콜 메시지에 A1의 SM AODV 메시지의 Originator IP를 A2의 IP로 바꾼다. 이러한 정보는 A2가 프로토콜 변환 태그에 보관한다.

3) FA는 A2노드의 데이터 전송 요구를 인식 하고, FA를 통해서 유선노드인 F3의 데이터그램을 대표 노드 A2에게 전달한다.

4) A2는 이를 A1에게 통보하기 때문에 SM으로 구현한 AODV 라우팅 메시지 응답으로 프로토콜 변환 후, A1 라우팅 요청에 대한 처리를 한다.

상기 알고리즘을 통해 AODV 애드혹 노드 A1과 외부 유선 네트워크 F3와의 데이터 통신을 위한 라우팅이 처리 된다. A1은 F3와 임의의 시간동안 통신하는 것으로 간주하고 A2는 A1에 대한 라우팅 태그를 AODV 네트워크의 속성에 따라 보관한다. 그러나 유동적 애드혹 네트워크의 특성상 노드의 이동이 발생하여 A1과 A2의 라우팅 태그정보가 더 이상 유효하지 않게 되면, A1은 AODV 애드혹 네트워크 내의 타 노드를 통한 A2로의 재 연결을 시도한다. A2는 A1이 일정 시간 내로 다시 연결을 시도하지 않는다면, SM TagSpace의 Time-limit 속성에 따라 해당 라우팅 태그 정보를 제거한다.

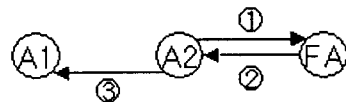


그림 4 FA의 라우팅 요청 메시지 처리

그림4는 애드혹과 Mobile-IP 연동 과정 알고리즘 3),4)에서 A2의 SM라우팅요청 메시지가 IP데이터그램으로 변환되어, FA로부터 F3의 라우팅 정보 데이터그램을 획득하는 과정을 나타낸다. 이 그림에서,

① A2는 FA에 이미 등록 되어있으므로, A1의 라우팅 요청 SM을 Mobile-IP 데이터 그램으로 변환하여 FA로 전달한다.

② FA는 라우팅 테이블에 등록된 F3의 라우팅 정보를

A2로 전송한다.

③ A2는 전송받은 Mobile-IP 데이터그램을 SM규격으로 변환하고, F3의 라우팅 정보 및 SM응답 메시지를 A1으로 보낸다. 이로써, A1은 F3와 데이터 통신을 할 수 있게 된다.

에드혹 네트워크와 Mobile-IP 연동을 위한 SM의 데이터 레코드 Num, Converter, Requester IP는 A2에서 메시지를 변환할 때 운용되는 Tag Space의 Data Brick 레코드 포맷이다. A1의 IP address를 A2가 임시 저장하고 있을 때 사용한다.

4. 결론

본 논문에서 제안한 에드혹 네트워크와 Mobile-IP를 통한 유선망과의 연동방법은 에드혹 네트워크의 다양한 Protocol을 수용하기 위해 SM 메카니즘을 도입하였다.

본 논문에서 제안한 SM의 도입 방안은 표준이 정해지지 않은 에드혹 네트워크의 다양한 Protocol에서도 유선망과의 연동이 가능하게 하지만 대표노드 역시 이동노드이기 때문에 상황에 따라 상당히 많은 양의 라우팅 Traffic이 발생하게 된다. 이러한 과도한 라우팅 정보가 전달하고자 하는 정보의 양보다 오히려 많아질 수 있기 때문에 유효정보의 전송효율이 상당히 떨어질 가능성을 가지고 있다. 앞으로의 연구는 이러한 전송 효율의 향상을 목적으로 진행해 나갈 것이다. 그러나 이러한 약점에도 불구하고 에드혹 네트워크의 특성상 몇 가지의 장점을 가지고 있다.

첫째, 폭넓게 분산된 무선네트워크 지역에서의 라우터(FA, HA) 추가 설치비용을 줄일 수 있다.

둘째, 라우터 고장 등으로 인한 사고 시, 임시적으로 에드혹 네트워크 간에는 이더넷 활용이 가능하다.

셋째, 새로운 네트워크 환경적응에 효과적인 SM 메카니즘을 사용함으로써, 표준화 되지 않은 다양한 에드혹 라우팅 프로토콜에 선택적 적용이 가능하다.

넷째, 시스템 Virtual Machine에 의해서 동작하는 SM 아키텍처를 이용함으로써 유동적 무선 노드가 되는 다양한 무선 임베디드시스템 간에 플랫폼 배타적이고 일괄적인 네트워크 프로그램 구현이 가능하다.

참고문헌

[1] Elizabeth M. Royer, University of California, Santa Barbara Chai-Keong Toh, Georgia Institute of Technology, "A Review of Current Routing Proto-

cols for Ad Hoc Mobile Wireless Networks" IEEE Personal Communication, April. 1999

[2] U.Jonsson, F. Alriksson, T.Larsson, P.johansson, and GQ Maguire Jr. MIPMANET - Mobile IP for Mobile Ad Hoc Networks. InProceedings of the 1st Workshop on Mobile Ad hoc Network and Computing(MobiHOC'00), pages 75-85, Boston, Massachusetts, August 2000

[3] Charles E. Perkins, Jari T.Malinen, Nokia Research Center, California, U.S.A, Ryuji, Wak Wakikawa, Keio University, Japan, Anders Nilsson, University of Lund, Sweden, Antti J. Tuominen, Helsinki University of Technology, Finland, "Internet Connectivity for mobile ad hoc networks", 2002

[4] C. Borcea, D. Lyer, P.Kang, A.Saxena, and L.Iftode, "Cooperative Computing for Distributed Embedded Systems" Rutgers University Technical Report DCS-TR-464, Nov. 2001

[5] Elizabeth M. Royer, University of California, Santa Barbara Chai Keong Toh, Georgia Institute of Technology, "A Review of Current Routing Protocols for Ad Hoc Mobile Wireless Networks" IEEE Personal Communication, April. 1999

[6] C. Perkins, Nokia Research Center, E. Belding Royer, "Ad hoc On-demand Distance Vector Routing", University of Cincinnati, University of California, S.das July, 2003

[7] David B. Johnson, David A.Maltz, "Dynamic Source Routing in Ad Hoc Wireless Networks", Computer Science Department Carnegie Mellon University, 1996

[8] Stanley-Marbell, C. Borcea, K. Nagaraja, and Lifto, "Smart Messages : A System Architecture for Large Networks of Embedded Systems," Rutgers University Technical Report DCS-TR-430, Jan .2001

[9] Cristian Borcea, Akhilesh Saxena, Deepa Iyer, Porlin Kang, Rabita Sarker, Liviu Iftode "Self-Routing in Networks of Embedded Systems using Smart Messages," 2002

[10] Smart Messages <http://discolab.rutgers.edu/sm>

[11] C. Perkins, "IP Mobility Support", IBM, 2002