

차세대 All IP 네트워크를 위한 네트워크 기반 이동성 관리 시스템

김석형^o, 김현진, 이정운, 김용성, 서영주
포항공과대학교 컴퓨터공학과
{shkimm^o,cthec,jylee9,freekys,yjsuh}@postech.ac.kr

Network-Controlled Mobility Management System for Next Generation All IP Networks

Sok-Hyong Kim^o, Hyun-Jin Kim, Jeong-Yoon Lee, Yong-Sung Kim, and Young-Joo Suh
Department of Computer Science & Engineering, POSTECH

요 약

무선 인터넷의 급속한 성장에 힘입어, 사용자들은 다양한 무선 인터넷 환경을 통해 멀티미디어 서비스 등의 IP 서비스에 보다 쉽게 접근할 수 있게 되었다. IP 기반의 네트워크 통합을 도모하는 4G 네트워크에 대한 관심이 증폭되면서, 이러한 다양한 무선 네트워크 환경을 어떻게 통합하여 관리할 것인가에 초점이 맞추어져 왔다. 이에, 이종 네트워크를 지원하는 다중 모드 단말의 이동성 관리를 보장하기 위한 공통 접속 모듈(CCM: Common Connection Module)이 제안되었다. 본 논문에서는, 공통 접속 모듈을 기반으로 동작하는 이동 단말들의 관리와 더불어, 이종 네트워크 상에서 단말의 이동성을 제어할 수 있는 네트워크 관리 시스템인 Network Controlled Mobility Management System (NCMMS)을 소개한다.

1. 서 론

무선 인터넷의 급속한 성장과 더불어, 다양한 무선 네트워크 기술의 발전은 최종 사용자들에게 풍부한 네트워크 서비스를 제공해 줄 수 있는 기반을 마련하였다. 이러한 네트워크는 서로 다른 무선 기술과 특성을 가지고 있기 때문에, 4G [1] 네트워크로의 진화를 위해서는 IP 기반의 네트워크 통합을 위한 솔루션이 요구된다. 또한 통합된 네트워크 상에서 단말의 이동성 관리를 위한 메커니즘도 고려되어야 한다.

Mobile IP [2]는 가장 널리 사용되는 IP 기반 이동성 관리 프로토콜로써, 이종 망을 이동하는 단말을 위한 하나의 솔루션을 제공한다. 그러나, Mobile IP는 이종 망 간을 이동하는 단말의 이동성 관리를 고려하지 않고 설계되었다. 그러므로 기존의 Mobile IP를 4G 네트워크 상에 적용하기 위해서는 하위 계층에서 다양한 무선 기술을 통합할 수 있는 기술이 요구된다. 이러한 요구에 따라, 서로 다른 무선 기술을 지원하는 네트워크 인터페이스들에 대한 공통 인터페이스를 제공하는 공통 접속 모듈 [3]이 제안되었다.

공통 접속 모듈은 한 단말에 장착된 여러 무선 네트워크 인터페이스들을 통합하여, 상위 계층에는 마치 하나의 인터페이스만 존재하는 것처럼 보임으로써, 다중 모드 단말을 구현하는 기술이다. 그러나 공통 접속 모듈은 이종 망 간의 핸드오버 결정이 신호 세기에 의해서만 결정된다. 4G 네트워크에서는 QoS나 끊김 없는 이동성 제공을 위한 핸드오버 메트릭을 요구하기 때문에, 신호 세

기에 국한된 핸드오버는 그 한계를 지닌다.

본 논문에서는, 공통 접속 모듈이 구현된 단말들을 관리하고, Simple Network Management Protocol (SNMP) [4, 5]를 통해 취합한 단말과 네트워크 정보를 바탕으로 다양한 핸드오버 메트릭을 관리하며, 이에 따라 네트워크 관리 시스템의 제어에 의해 단말의 이동성을 지시할 수 있는 Network Controlled Mobility Management System (NCMMS)를 소개한다.

2. 공통 접속 모듈 및 공통 접속 모듈 MIB의 구현

Mobile IPv4/IPv6 [2, 6]는 IP 네트워크 상에서 이동성을 가지는 단말을 관리하기 위해 제안된 프로토콜이다. Mobile IP를 활용하여 단말은 자신이 위치한 네트워크에 무관하게 지속적인 IP 서비스를 제공 받을 수 있다. Mobile IP 네트워크 하에서, 단말은 홈 네트워크로부터 Home Address (HoA)를 획득한다. 단말이 홈 네트워크를 떠나, HoA와 네트워크 주소가 다른 외부 네트워크로 접속하게 되면, 외부 네트워크에 등록되면서 Care Of Address (CoA)를 받게 된다. 이 정보를 다시 홈 네트워크에 알리면 (Binding Update 과정), 단말은 홈 네트워크와 외부 네트워크 사이에 형성되는 터널을 통해 지속적인 IP 서비스를 제공 받게 된다.

공통 접속 모듈은, 서로 다른 형태의 무선 네트워크 사이를 오가는 단말의 서비스의 끊김 없는 핸드오버를 지원한다. 그림 1과 같이 공통 접속 모듈은 다양한 물리 계층 인터페이스를, IP와 MAC 계층 사이의 2.5 계층, 즉, 가상

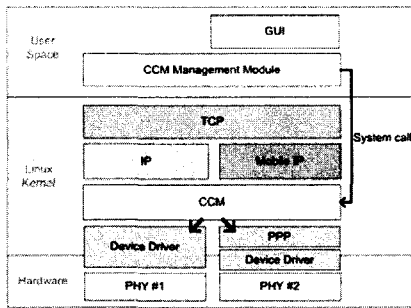


그림 1. 공통 접속 모듈의 아키텍처

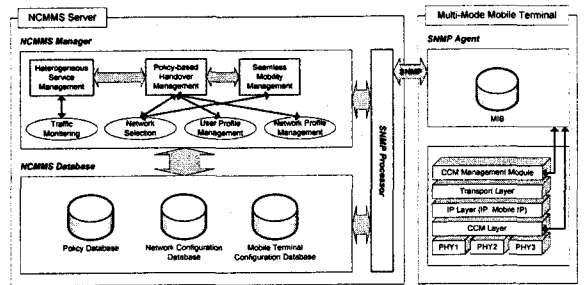


그림 3. NCMMS 시스템 동작 개요



그림 2. 공통 접속 모듈 MIB 개요

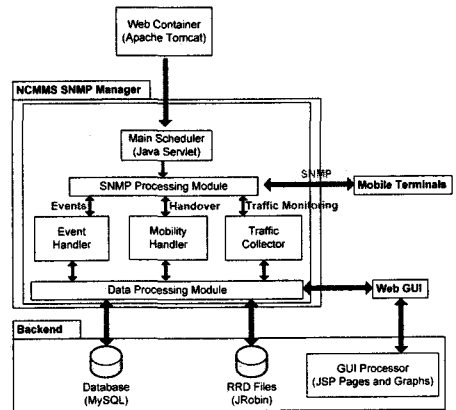


그림 4. NCMMS 매니저 시스템 아키텍처

공통 접속 모듈 계층에서 통합한다. 이는 상위 Mobile IP 계층에 대해, 하위 계층의 정보를 숨김으로써, 단말은 현재 위치한 네트워크 형태에 무관하게 Mobile IP 서비스를 받을 수 있음을 의미한다. 현재 공통 접속 모듈의 구현은 무선랜과 3G CDMA 망을 동시에 지원할 수 있는 수준으로 개발되었으며, 앞으로 다른 무선 네트워크도 지원할 수 있도록 확장될 예정이다. 또한, 공통 접속 모듈이 버티컬 핸드오버 여부가 신호 세기에 의해서만 결정되며, 이를 보다 많은 요소를 고려할 수 있도록 확장되어야 한다.

공통 접속 모듈이 구현된 단말들을 통합 관리하기 위해서 본 논문에서는, 공통 접속 모듈 Management Information Base (MIB)를 구현하였다. MIB의 구조는 그림 2와 같으며, 크게 공통 접속 모듈의 일반적인 정보 및 시스템 변수를 지정하는 ccmNode 그룹과 각각의 네트워크 인터페이스 별로 설정된 정보를 담고 있는 deviceEntry 그룹으로 이루어진다. 현재, 구현된 시스템은 무선랜과 3G CDMA에 대한 인터페이스만을 지원하므로 wlanEntry 그룹과 cdmaEntry 그룹이 MIB 구조에 포함된다. 이는 똑 같은 형태로 무선랜과 3G CDMA 망 이외의 다른 무선 네트워크에 대해서도 확장이 가능하다. 시스템 변수의 경우, 단말이 어떤 네트워크에서 특정 네트워크로 핸드오버하기 위한 threshold 값을 저장하고 있으므로, 이 값을 네트워크 관리 시스템이 동적으로 조정함으로써, 네트워크가 제어하는 단말의 이동성 관리를 지원할 수 있게 된다. 또한 각 인터페이스의 Entry 그룹에 저장된 트래픽 정보를 바탕으로 QoS에 대한 사용자의 만족도나 요구사항에 대응하여 핸드오버를 지시할 수도 있다. 뿐만 아니라, 각 인터페이스는 해당 네트워크에 등록된 시간 정보를 가지고 있으므로, 언제 핸드오버가

일어났는지에 대한 정보도 파악할 수 있다.

3. Network Controlled Mobility Management System

3.1 네트워크 제어에 의한 단말의 이동성 관리 동작 개요

네트워크 상에 위치하는 NCMMS 서버는 SNMP Get 메시지를 통해 주기적으로 공통 접속 모듈이 설치된 무선 단말들과 통신을 함으로써, MIB에 정의된 시스템 파라미터 및 트래픽 양, 신호 세기 등의 정보를 데이터 베이스나 RRD (Round Robin Database) [10] 형태로 저장한다. 이러한 정보는 테이블이나 그래프 형태로 웹 페이지 상에 보여지게 되는데, 해당 정보가 제공 받고자 하는 QoS에 대해 만족스러운 결과가 아니거나, 네트워크 관리자의 정책 등에 의거하여 핸드오버가 필요하다고 판단되면, SNMP Set 메시지를 통해 공통 접속 모듈의 시스템 변수를 변경한다. 즉, 핸드오버를 결정하는 threshold 범위를 변경함으로써, 공통 접속 모듈이 강제로 핸드오버를 결정하여 수행하도록 지시하거나, 핸드오버가 일어날 상황에서도 핸드오버를 지연하도록 지시한다. 이를 통해, 네트워크가 제어하는 단말의 이동성 관리 동작이 이루어진다. 이에 대한 구현 상세는 4.1에서 자세히 다루도록 한다.

3.2 SNMP 매니저의 아키텍처

각 무선 단말들은 SNMP 기반의 에이전트 시스템을 바탕으로 주기적으로, 혹은 이벤트가 발생 시에 NCMMS 서

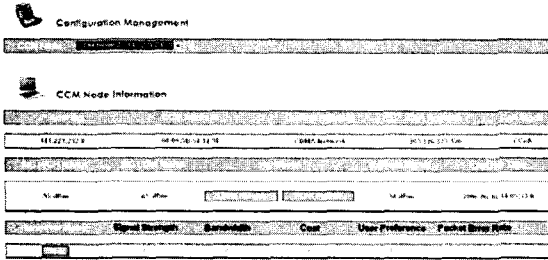


그림 5. 단말의 이동성 관리 페이지

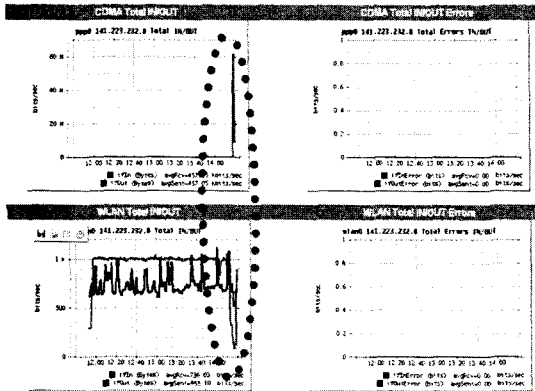


그림 6. 단말의 핸드오버 추적 및 트래픽 그래프

부에 위치하는 SNMP 매니저 시스템으로 해당 정보를 SNMP 패킷에 실어서 보내게 된다. 그러므로, SNMP 매니저는 각 단말에 대한 주기적 정보 업데이트 기능 (SNMP Get), 이벤트에 대한 처리 기능 (SNMP Trap), 매니저에서 단말 측으로 정보 제공 기능 (SNMP Set) 뿐만 아니라, 제공받은 정보를 데이터 베이스나 RRD [8] 형태로 저장하기 위한 기능 등이 구현되어야 한다. 이를 위해, 전체 작업을 주기적으로 제어하는 스케줄러, SNMP 메시지를 처리하는 SNMP 프로세서, 이를 바탕으로 NCMMS가 요구하는 작업을 수행하는 Mobility Handler, Traffic Collector, Event Handler가 정의되며, 관련 데이터를 수집하여 적합한 형태로 저장하는 Data 프로세서를 정의하였다 (그림 4).

SNMP 매니저는 Java기반으로 동작하며, SNMP 지원을 위한 API는 AdventNet [7] 사의 SNMP Java API를 활용하였다. 또한 데이터 베이스와 RRD 형태로 저장된 정보들은 JSP 형태의 WEB GUI로 표현된다.

4. 구현 결과

NCMMS는 네트워크 관리의 5대 요소 중, 구성 관리, 성능 관리, 그리고 장애 관리에 초점을 맞추어 설계 되었다. 여기에, 공통 접속 모듈의 관리와 무선 네트워크 상에서의 버티컬 핸드오버의 지원을 위한 이동성 관리의 측면을 부각 시켜, 시스템의 특성을 반영하였다. 즉, 그림 3의 NCMMS 동작 개요에서 확인할 수 있듯이, 이중 망을 통해 제공받는 다중 모드 단말의 서비스 관리, 신호

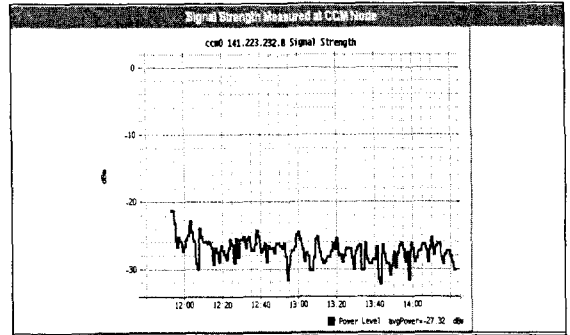


그림 7. 신호 세기 그래프

세기 이외의 여러 네트워크 정책과 사용자의 우선 순위를 고려한 단말의 이동성 관리 및 핸드오버 수행, 그리고 끊임 없고 QoS를 만족해 줄 수 있는 서비스를 지원하기 위한 공통 접속 모듈의 기능 보완 등을 지원한다.

NCMMS는 다중 모드를 지원하고 이중 망 사이에서 동작하는 단말들을 SNMP로 관리하기 위한 프레임워크를 제공한다. 또한, 이를 위해 공통 접속 모듈을 위한 MIB도 정의하였다. 시스템을 검증하기 위하여 구축된 테스트 베드의 상세는 다음과 같다. Mobile IPv4가 구현된 커널이 설치된 리눅스 기반의 PC를 사용하여 Home Agent (HA)와 Foreign Agent (FA)를 디자인 하였으며, 단말은 PCMCIA 무선 랜카드와 USB CDMA 모뎀을 장착하였다. 무선랜 환경은 HA와 FA에 연결된 Access Point (AP)를 통해서 연결하였으며, CDMA 망은 Cellular 망 사업자가 제공하는 Base Station (BS)로 접속할 수 있는 구조로 디자인 하였다. 이러한 네트워크 상에서 외부 NCMMS 서버를 두어, 수시로 변하는 네트워크와 단말의 정보들을 수집하도록 하였다.

다음은 NCMMS가 구현한 특징적인 내용들에 대한 요약이다.

4.1 네트워크 제어에 의한 단말의 이동성 관리

현재 공통 접속 모듈 단말은 무선랜과 3G CDMA 망을 동시에 지원한다. 이를 바탕으로 NCMMS는 각 단말들이 현재 어떤 네트워크에 접속해 있으며, 핸드오버를 결정할 신호세기와 같은 변수들이 어떤 추세로 나타나고 있는 지에 대한 정보를 WEB 페이지 형태로 제공한다. 또한 이를 바탕으로 네트워크 사용자는 버티컬 핸드오버를 결정하여 이를 버튼 하나로 단말에 핸드오버를 지시할 수 있다. 뿐만 아니라, 사용자의 정책이나 QoS, 네트워크 대역폭, 네트워크 사용료 등을 간단하게 WEB 페이지를 통해 적용 시킴으로써, 다양한 시스템 변수를 반영하여 버티컬 핸드오버를 지시할 수 있다. 이와 관련된 내용의 WEB 페이지는 구성 관리를 지원하는 Configuration Page (그림 5)를 통해 확인할 수 있다.

4.2 핸드오버 이벤트 추적 및 트래픽 분석

4.1에서 NCMMS 시스템에 의해 지시된 버티컬 핸드오버는 그림 6의 핸드오버 추적 및 트래픽을 나타내는 WEB 상의 그래프를 통해 표현된다. 즉, 이전까지 무선랜

ID	Name	Start Time	End Time	Status
1	Event 1	11:00:00	11:30:00	OK
2	Event 2	11:30:00	12:00:00	OK
3	Event 3	12:00:00	12:30:00	OK
4	Event 4	12:30:00	13:00:00	OK
5	Event 5	13:00:00	13:30:00	OK
6	Event 6	13:30:00	14:00:00	OK
7	Event 7	14:00:00	14:30:00	OK
8	Event 8	14:30:00	15:00:00	OK
9	Event 9	15:00:00	15:30:00	OK
10	Event 10	15:30:00	16:00:00	OK
11	Event 11	16:00:00	16:30:00	OK
12	Event 12	16:30:00	17:00:00	OK
13	Event 13	17:00:00	17:30:00	OK
14	Event 14	17:30:00	18:00:00	OK
15	Event 15	18:00:00	18:30:00	OK
16	Event 16	18:30:00	19:00:00	OK
17	Event 17	19:00:00	19:30:00	OK
18	Event 18	19:30:00	20:00:00	OK
19	Event 19	20:00:00	20:30:00	OK
20	Event 20	20:30:00	21:00:00	OK

그림 8. 이벤트 관리 페이지

환경에서 단말이 제공받던 트래픽이, 녹색 원으로 표시된 시점에서 발생한 NCMMS로부터의 버티컬 핸드오버 트리거로 인해, 3G CDMA 망으로 전환된 사실을 확인할 수 있다. 이를 통해 사용자는 이 시점에 버티컬 핸드오버가 성공적으로 수행되었음을 확인할 수 있다. 또한 트래픽 정보를 바탕으로 사용자가 원하는 서비스 수준에 못 미치는 전송률이 나타난다면, 네트워크 관리자는 이를 반영하여 강제로 핸드오버를 WEB 페이지를 통해 지시할 수 있다. 결국, NCMMS 시스템을 통해, 사용자가 요구하는 QoS를 반영한 버티컬 핸드오버를 수행할 수 있는 근거를 마련하였음을 의미한다.

4.3 신호 세기 측정

공통 접속 모듈은 각 네트워크 인터페이스 별로, 주기적으로 신호 세기를 측정하여 GUI 형태로 반영한다. 본 논문이 제안한 NCMMS 시스템은 이러한 신호 세기 정보를 SNMP로 받아와서 RRD 형태로 저장한 다음, WEB에 그래프로 신호 세기 변화 추이를 한 눈에 알아볼 수 있도록 한다 (그림 7). 공통 접속 모듈은 이를 바탕으로 신호 세기에 따른 버티컬 핸드오버를 자동으로 수행하게 된다. 뿐만 아니라, 신호 세기의 변화 추이에 따라, 공통 접속 모듈이 핸드오버를 판단하기 이전에, 네트워크 관리자가 핸드오버를 강제로 지시할 수 있는 정보를 제공해 주기 때문에 보다 seamless한 단말의 이동성을 보장한다.

4.4 이벤트 관리

NCMMS는 네트워크나 단말 상에서 발생하는 다양한 이벤트를 관리하여, 네트워크 관리자나 사용자들에게 적합한 정보를 제공해 준다. 관리되는 정보는 그 중요성에 따라 Red, Yellow, Green의 세 단계로 나누어 WEB 페이지 상에 표현되며, 시스템 비정상 동작, 공통 접속 모듈의 비정상적 종료, SNMP 데몬의 비정상 동작 등과 같이 시스템의 정상적인 동작에 중요한 영향을 미치는 이벤트를 Red로, 각 단말들에 대한 SNMP Get/Set 메시지 전달이 실패 하는 등, 시스템 동작에 영향을 주지 않지만, 네트워크 관리자 입장에서 되도록 빨리 수정해 주어야 하는 이벤트는 Yellow로, 마지막으로, 핸드오버가 수행됨을 알려주거나, 네트워크 사용자의 로그인 정보와 같이 중요한 이벤트는 아니지만 해당 정보를 활용하여 보다 나은 관리를 제공해 줄 수 있는 이벤트는 Green으로

나타난다. (그림 8)

5. 결론 및 향후 연구 방향

공통 접속 모듈은 4G 네트워크의 다중 모드 단말을 지원하기 위해 제안되었다. 즉, IP/MIP 프로토콜 스택에 무관하게 다양한 네트워크를 지원하는 공통의 인터페이스를 제공한다. 그러나 공통 접속 모듈이 지원하는 버티컬 핸드오버를 위한 변수는 신호 세기에 국한되어 있다. 이를 QoS와 같은 4G 네트워크가 요구하는 핸드오버 변수를 적용하기 위한 방법이 필요하다. 또한 다수의 공통 접속 모듈 단말이 존재하는 네트워크를 관리하기 위한 통합된 시스템도 요구된다. 이러한 단말들의 이동성 관리 및 네트워크 관리를 위해서 NCMMS가 제안되었다.

NCMMS는 공통 접속 모듈을 위해 정의된 MIB을 바탕으로, 각 단말에 구축된 SNMP 에이전트 시스템을 SNMP로 통합하여 하나의 SNMP 매니저 시스템으로 동작한다. 또한, 단말의 버티컬 핸드오버를 WEB 페이지를 통해 간단한 버튼 동작으로 지시함으로써, 네트워크 관리자의 정책이나 대역폭, QoS와 같은 요소를 핸드오버 결정에 반영할 수 있게 되었다. 언급된 내용들은 실제로 구축된 IEEE 802.11 무선랜 환경과 3G CDMA EVDO 환경의 테스트 베드 상에서 외부 NCMMS 시스템을 연동하여 테스트 되었으며, NCMMS가 제어하는 버티컬 핸드오버를 테스트하였다.

현재 공통 접속 모듈은 무선랜과 CDMA 망에 국한되어 있으므로, 보다 많은 네트워크 형태를 지원하기 위한 구현이 요구된다. 이를 바탕으로 NCMMS도 다양한 네트워크의 요구 사항을 반영할 수 있도록 확장되어야 한다.

6. Acknowledgement

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITA-2005-C1090-0501-0018)

7. 참고 문헌

- [1] Suk Yu Hui and Kai Hau Yeung, " Challenges in the Migration to 4G Mobile Systems," IEEE Communication Magazine, pp. 54-59, Dec. 2003.
- [2] C. Perkins, " IP Mobility Support for IPv4," RFC 3344, IETF, Aug. 2002.
- [3] Dong-Hee Kwon, Yong-Sung Kim, Jin-Young Hong, and Young-Joo Suh, "A Design and Implementation of Vertical Handoff System for 4G Networks," Proceedings of WPMC 2005.
- [4] J. Case, M. Fedor, M. Schoffstall, and J. Davin (Eds.), " A Simple Network Management Protocol (SNMP)," RFC 1157, IETF, May 1990.
- [5] William Stallings, " SNMP, SNMPv2, SNMPv3, and RMON1 and 2," 3rd Ed. Addison Wesley, 1999.
- [6] D. Johnson et. al., " Mobility Support in IPv6," RFC 3775, IETF, 2003.
- [7] AdventNet SNMP Library, <http://snmp.adventnet.com/>
- [8] JRobin, <http://www.jrobin.org>.