Mobile IPv4를 위한 네트워크 관리 시스템 설계 및 구현

박진수, 김현진°, 김성호, 김석형, 서영주
포항공과대학교 컴퓨터공학과 모바일 네트워킹 연구실
{tojs, cthec°, shkim80, shkimm, yjsuh}@postech.ac.kr

Design and Implementation of NMS for Mobile IPv4

Jin-Soo Park, Hyun-Jin Kim°, Seong-Ho Kim, Sok-Hyong Kim, and Young-Joo Suh
MoNet Lab, Department of Computer Science & Engineering, POSTECH

요 약

시간과 장소에 무관하게 네트워크에 접속하여 필요한 정보를 얻으려는 요구가 증가하면서, 이동환경에서 사용되는 장비를 모니터링하거나 장비로부터 수집한 정보를 분석하여 유선환경에 비해 빈약한 무선환경을 효율적으로 사용할 필요성이 증가하고 있다. 그러나 Mobile IP MIB이 구현되어 있지 않은 상황에서는 무선환경에 필요한 정보를 수집하기 어렵다. 이에 본 연구실에서는 Mobile IP MIB을 구현하고 SNMP를 이용하여 정보를 수집함으로써, 기존 모니터링 개념과 더불어 단말의 이동성 추적 등과 같은 무선환경에서 필요한 기능들을 집약한 네트워크 관리 시스템인 POSTECH MIP NMS를 구현하였으며, 이를 통해 부하분산 등의 기능을 능동적으로 처리할 수 있는 네트워크 관리 시스템의 기반을 마련하였다.

1. 서 론

현재 다양화 및 거대화되어가는 네트워크를 Simple Network Management Protocol(SNMP)[1]를 이용하여 관리하는 것은 일반화되고 있다. 또한 유선 네트워크에 비해 시간과 장소에 구애받지 않는 무선 네트워크를 사용하려는 요구가 증가하고 있다. 특히, 최근 무선 규격에 대한 표준화 및 최적화와 고성능 장비의 개발 및 상용화로 무선 네트워크 사용자들이 급격하게 증가하고 있다. 따라서 기존에 라우터나 서버 등 유선 장비를 위주로 관리하는 Network Management System(NMS)에서 무선환경을 지원해야 할 필요성이 증가하고 있다. 그러나 Net-SNMP[2]와 같은 SNMP Agent에서는 Mobile IP Management Information Base(MIB)[3]을 지원하지 않기 때문에 Mobile IP에서 제공하는 정보를 수집하기 위해서는 별도의 구현이 필요하다. 또한, 현재 널리 사용되는 대부분의 NMS[4,5]는 유선환경을 위주로 관리하기 때문에 Mobile IP와 같은 무선환경에 필요한 정보를 제공하기에는 한계가 있다.

본 논문에서는 자체 개발한 Mobile IPv4에 Mobile IP MIB을 구현한 내용과 이를 통해 무선환경의 정보를 수집하고 분석하는 네트워크 관리 시스템(이하 POSTECH MIP NMS)의 구현방법 및 결과에 대해 기술하고자 한다.

2. Mobile IP MIB 구현

POSTECH MIP NMS에서 주로 관리하고자 하는 주요 네트워크 객체들은 Mobile IP와 관련된 객체들 즉, Home Agent(HA), Foreign Agent(FA) 그리고 Mobile Node(MN) 등이다. 이러한 네트워크 객체들을 SNMP를 이용하여 관리하기 위해서는 Mobile IP 프로토콜 진행상 필요한 정보를 수집할 수 있는 Mobile IP MIB을 사용하여야 한다. 하지만, 기존의 Net-SNMP[2]와 같은 SNMP Agent에서는 Mobile IP MIB[3]을 지원하지 않고 있다. 따라서, 본 연구실에서는 Mobile IP MIB을 Mobile IPv4에 구현하여 Mobile IP 객체들에 대한 정보 수집 및 체계적인 관리를 가능하게 하였다.

Mobile IP MIB 구현에 대하여 간략하게 설명하면 다음과 같다. 우선, Mobile IPv4의 Agent(HA, FA)와 MN에서 Mobile IP MIB에 관련된 정보를 유지할 수 있도록 확장 하였다. 예를 들어, Mobile IP MIB 중에서 Mobile IP 객체들과 관련된 고유 정보에 해당하는 HaMobilityBindingEntry는 '외부 네트워크로 이동하여 HA로부터 데이터를 전달받는 MN들의 정보'에 해당한다. 이는 Mobile IP 프로토콜 스택에 정의되어 있는 BindingCache의 정보에 해당하므로 본 정보를 이용하여 제공하도록 구현 하였다. 그러나 HaCounterEntry 등과 같은 통계적 정보(예, HA에게 Mobile IP 등록을 요청한 횟수)와 관련된 MIB 변수들의 경우에는 Mobile IP 프로토콜 스택에 정의되어 있지 않기 때문에, 새로운 변수를 정의하여 HA가 동작하는 동안에 정보를 유지할 수 있도록 구현 하였다. 마지막으로, 앞에서 언급한 바와 같이 기존의 Net-SNMP에서는 Mobile IP MIB을 지원하지 않기 때문에 SNMP Agent도 Mobile IP MIB을 인식하도록 Net-SNMP에 MIB을 추가 및 확장 하였다.

이렇게 구현한 시스템을 이용하여, NMS에서 Mobile IPv4에서 제공하는 Mobile IP MIB 정보를 추출하기 위해서는 NMS와 SNMP Agent 및 SNMP Agent와 Mobile IP Daemon(MIPD)간의 연동이 필요하며, 이에 관련된 아키텍처는 그림 1에 도식화되어 있다.'POSTECH MIP NMS는 Mobile IP와 관련된 MIB 정보를 SNMP를 이용하여 SNMP Agent에게 요청하고, 요청 메시지를 받은 SNMP Agent는 MIPD와 소켓 통신을 통해서 해당 MIB 정보를 획득하게 되며, 획득한 정보를 다시 SNMP를 이용하여 POSTECH MIP NMS로 전달한다.

3. NMS Overview

POSTECH MIP NMS는 성능 및 이벤트 조회 등 일반 NMS의 기능을 모두 포함하며 구현 환경 및 주요 기능은 다음과 같다.

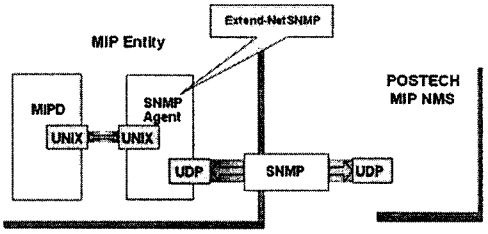

그림 1. Mobile IP MIB 시스템 아키텍처

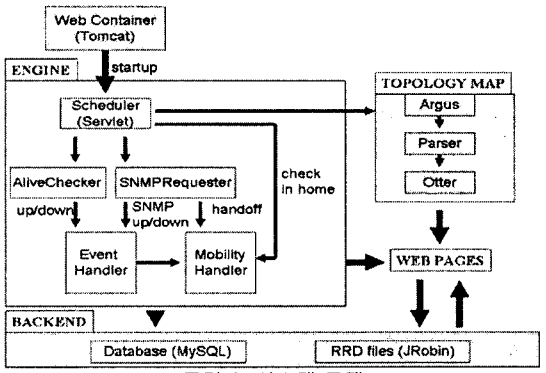

그림 2. 시스템 모델

3.1 시스템 환경

POSTECH MIP NMS는 Linux기반에서 AdventNet SNMP 라이브러리[6] 및 JRobin[7] 등을 사용하여 Web 환경으로 설계 및 개발 하였다. 기능 분류를 통해 그림 2와 같이 컴포넌트를 배치하였으며, 테스트 및 검증을 위해 Mobile IP MIB Module을 적용한 HA와 FA를 이용하였다. MN으로는 Mobile IPv4를 설치한 Windows XP와 Linux 단말을 사용하였으며, Access Point(AP)로는 ORiNOCO AP 2000을 사용하였다.

3.2 Topology 자동 검색

초기 NMS 구성 시 관리대상 객체들을 수동으로 추가하는 것은 시간을 낭비하는 요인이 된다. 그래서 NMS에서는 Cornell 대학에서 구현 한 Argus alpha[8]를 이용하여 네트워크 구성객체를 자동으로 검색하고, 검색한 정보 중에서 Mobile IP 와 관련된 객체들만을 찾아내어 parser를 통해 네트워크 계층구조를 정의하도록 구현하였다. 이렇게 생성된 parser의 결과는 메인 화면(그림 3)의 네트워크 맵의 입력 파일이 된다.

3.3 네트워크 모니터링

네트워크 모니터링은 POSTECH MIP NMS의 메인 화면(그림 3)의 네트워크 맵을 통해 제공된다. 네트워크 구성정보와 현재 상태를 아이콘을 통해 관리자에게 실시간으로 알려 줌으로써 상태변화를 즉각적으로 인식할 수 있도록 하였다.

네트워크 맵은 Otter[9]를 확장하여 자바 애플릿 형태로 화면에 보여준다. 최초 수행한 topology 검색 결과에 따라서 시스템에서 자동으로 맵을 생성하며, 네트워크 객체를 추가 또는 삭제 시 맵에 자동으로 표현하고, 관리자의 편의에 따라 수정 가능토록 하였다. 맵에서 사용할 수 있는 주요 기능은 다음과 같다.

◇ URL 모드(default) - 맵 상의 네트워크 객체의 아이콘을 선택할 경우 해당 시스템의 상세 조회화면으로 연결
◇ SELECT 모드 - 맵 상의 아이콘 위치 변경
◇ ADD(DELETE) LINK 모드 - 객체간의 링크 추가(삭제)
◇ SAVE - 변경한 맵 정보 저장

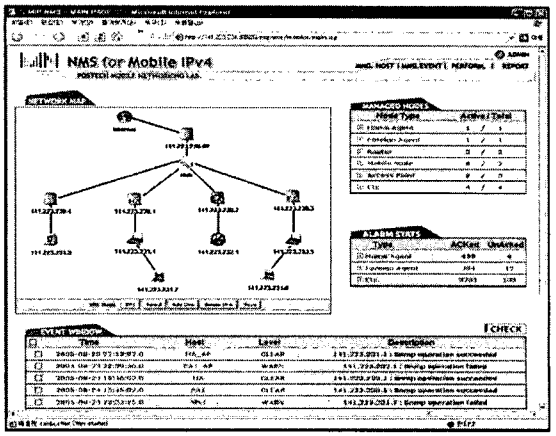

그림 3. POSTECH MIP NMS 메인 화면

4. Mobile IP 네트워크 관리

POSTECH MIP NMS는 Mobile IP 네트워크 관리에 중점을 두고 있다. 따라서, 일반 NMS기능에 추가로 다음과 같은 기능을 구현하여 효과적인 Mobile IP 네트워크 관리가 가능하도록 하였으며, 주요 기능은 다음과 같다.

4.1 터널 전송량 모니터링

MN이 다른 네트워크로 이동한 경우, Mobile IP는 데이터 패킷을 캡슐화하여 터널을 통해 전송함으로써, MN이 이동한 네트워크의 주소와 무관하게 홈 네트워크에 있는 것과 동일한 서비스를 제공해 준다. 그러므로 터널을 통해 전달되는 데이터량을 관리하는 것은 Mobile IP에서 제공하는 서비스 또는 MN 별 사용한 서비스량을 파악할 수 있는 정보가 된다. 이러한 터널을 통과하는 데이터량을 통해 병목구간을 파악하거나 필요시 Mobile IP 서비스 이용에 대한 과금을 위한 기초 정보로 사용할 수 있기 때문에, 이를 관리하는 것은 Mobile IP NMS에서 필요로 하는 핵심요소 중의 하나이다.

터널이 생성되면 물리적인 네트워크 카드가 추가되는 것과 같이 하나의 인터페이스로서 호스트에 등록 되고, 터널의 송/수신 데이터량은 TCP/IP MIB[10]에 관리되며, 이는 SNMP를 통해 받아올 수 있다. 하지만 터널은 Mobile IP 서비스 제공시점에 생성되고 종료시 삭제되며, 생성될 때마다 터널의 이름 및 종점 노드가 변경되는 동적 성질을 가지므로 터널이 연결하는 시스템 정보를 별도로 관리해야만 한다. 이를 위해, Mobile IP MIB의 binding cache와 visitor list에 새로운 OID를 추가로 정의하여 터널 정보를 제공하도록 하였다. 즉, TCP/IP MIB에서 제공하는 터널을 통과한 데이터의 누적량과 Mobile IP MIB에서 제공하는 터널이 서비스하는 시스템 정보를 연결하여, 터널을 통해 특정 MN에게 제공한 데이터량을 정확히 판단할 수 있도록 하였다.

Agent 상세 조회 화면에는 생성된 모든 터널들을 통해 전송한 데이터량 정보 및 터널을 통해 서비스한 MN별 데이터 전송량 정보(그림 4)를 그래프 형태로 표현하여 시간에 따른 MN별 사용량을 쉽게 파악할 수 있도록 하였다.

4.2 AP별 접속 MN 현황

각 AP에 접속한 MN의 수는 AP의 부하 상태를 판단할 수 있는 지표 중 하나이다. 왜냐하면 특정 AP에 접속한 MN의 수가 많아지면 AP의 buffer overflow에 의한 패킷 유실이나 과도한 MN간 경쟁으로 인한 성능저하를 유발할 수 있기 때문이다. 따라서 이를 모니터링 하는 것도 Mobile IP NMS의 중요한 기능이다.

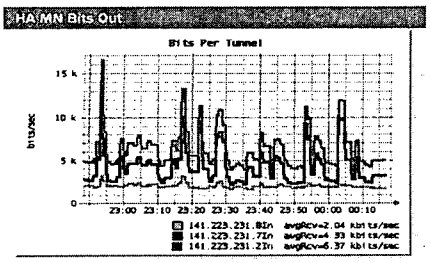

그림 4. MN별 터널 전송량 통계 그래프

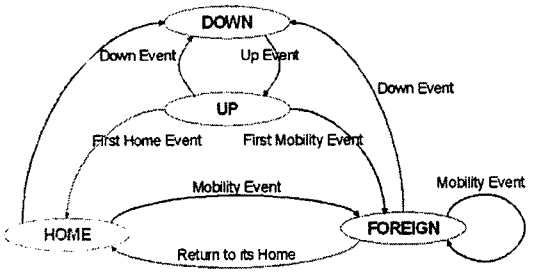

그림 5. Mobile Node의 상태 전이도

AP에 접속되어 있는 MN의 수는 Bridge MIB[11]을 이용하거나 각 AP 제조업체에서 제공하는 사설 MIB을 이용하여 얻어낼 수 있다. Bridge MIB에는 유선 구간과 무선 구간의 단말에 대한 정보가 혼합되어 있어 무선 단말을 판단하기 위해서는 별도 처리가 필요하다. 반면, 사설 MIB은 무선 접속 MN을 구분하여 제공하지만 이식성이 떨어지는 단점이 있다. POSTECH MIP NMS에서는 사설 MIB을 이용하여 접속한 MN들을 집계하였다.

4.3 이동성 추적

MN의 이동성 추적 결과는 MN별 주요 서비스 지역, 네트워크상 인접 셀에 대한 판단 및 AP의 지리적 배치도(Geographical map) 생성 등의 기초 자료로 활용될 수 있다. MN의 상태전이는 그림 5와 같고, 각 상태의 의미는 다음과 같다.

◇ DOWN - 꺼졌거나 네트워크에 연결되지 않은 상태
◇ UP - 네트워크에 연결된 상태
◇ HOME - Mobile IP의 서비스를 받지 않는 상태
◇ FOREIGN - Mobile IP의 서비스를 받으며 터널을 통해 데이터를 전달받는 상태

MN의 생/사 감시는 AliveChecker에서 발생하는 Up/Down 이벤트를 통해 판단하며, handoff 여부는 SNMPRequester가 읽어온 HA의 binding cache와 FA의 visitor list의 정보에 따라 발생된 mobility event로 판단한다. Handoff를 판단하는 방법은 MN이 사용하는 CoA(Care-of Address) 유형에 따라 다르다. DHCP 등을 사용하여 동적으로 IP 주소를 할당받는 CCoA(Co-located CoA)는 IP 주소의 서브넷이 변경되는 경우에 handoff로 판단한다. 반면, FA의 IP 주소를 CoA로 사용하는 경우는 FA의 visitor list에 MN이 존재하거나, MN이 등록되어 있는 FA가 변경되는 경우를 handoff로 판단한다. MN이 홈 네트워크로의 복귀 여부를 판단하는 것은 handoff와 달리 event를 발생시킬 수 없기 때문에 주기적으로 binding cache와 visitor list를 검사하여 홈 네트워크로의 복귀 여부를 판단한다.

상태 변경 시 발생하는 이동성 추적 정보는 데이터베이스에 저장하고, 그림 6과 같이 차트형태로 보여줌으로써 전체적인 이동 현황을 쉽게 파악할 수 있도록 하였다.

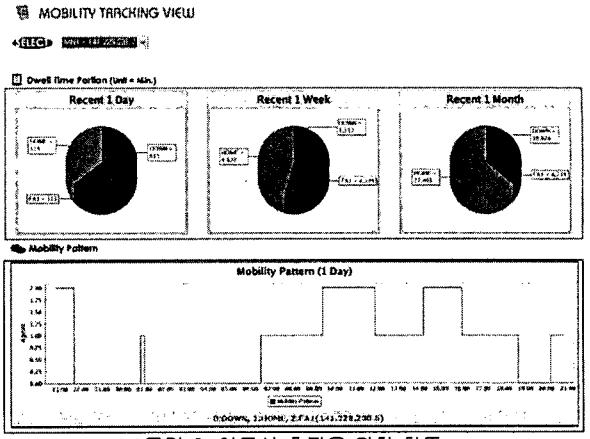

그림 6. 이동성 추적을 위한 차트

5. 결론 및 향후 연구 방향

노트북이나 PDA 등을 사용하여 시간과 장소에 구애 받지 않고 서비스를 받고자하는 사용자가 증가하면서 무선환경에 적합한 네트워크 관리 시스템에 대한 필요성이 점점 더 커지고 있다. 본 연구실에서는 자체 개발한 Mobile IPv4를 확장하여 Mobile IP MIB을 지원하도록 구현하였고, 이를 이용하여 기존의 네트워크 관리 시스템에서 지원하는 기능뿐만 아니라 Mobile IPv4환경에서 요구되는 기능을 추가한 POSTECH MIP NMS를 개발하였다. 모니터링 화면을 통해 각 시스템의 상태를 실시간으로 보여줄 수 있도록 하였으며, 터널에 대한 데이터 전송량과 각 AP에서 서비스하는 단말들의 현황을 보여줌으로써 무선환경의 병목구간 파악이 용이하도록 구현하였다. 또한, 각 MN의 이동 패턴을 분석할 수 있도록 구현하여 인접 셀에 대한 판단 및 AP에 대한 지리적 배치도 생성이 가능하도록 하였다.

네트워크 관리시스템은 현재의 수동형 관리시스템에서 능동형 관리시스템으로 발전하고 있다. 즉, 일방적인 정보 수집 및 제공만을 수행하는 시스템에서 수집한 정보를 분석하여 네트워크의 효율성을 높일 수 있도록 지시하는 시스템으로의 변화가 요구되고 있다. 따라서 본 연구실에서는 AP에 접속한 MN의 수 및 터널을 통해 전달되는 데이터량 등을 분석하여 인접 AP로 handoff 시키는 부하분산 기능을 추가하여 능동형 네트워크 관리 시스템으로 확장하고자 한다.

6. 참고 문헌

[1] W. Stallings, "SNMP, SNMPv2, SNMPv3, and RMON 1 and 2," Third Edition , Addison-Wesley, 1999.
[2] Net-SNMP, http://net-snmp.sourceforge.net
[3] D. Cong, M. Hamlen and C. Perkins, "The Definitions of Managed Objects for IP Mobility Support using SMIv2," RFC 2006, Oct. 1996.
[4] OpenNMS, http://www.opennms.org
[5] JFFNMS, http://www.jffnms.org
[6] SNMP Library, http://snmp.adventnet.com
[7] JRobin, http://www.jrobin.org
[8] Argus, http://www.cs.cornell.edu/boom/1999sp /projects/Network Topology/topology.html
[9] Otter, http://www.caida.org/tools/visualization/otter
[10] K. McCloghrie and M. Rose, "Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets MIB-II," RFC 1213, Mar. 1991.
[11] E. Decker, and P. Langille, "Definitions of Managed Objects for Bridges," RFC 1493, Jul. 1993.