

모바일 싱크 네트워크를 적용한 망 관리 시스템의 설계 및 구현

論 文

8-4-8

Design and Implementation of Network Management System Based on Mobile Sink Networks

김 동 옥*

Dong-Ok Kim

Abstract

This paper proposes an integrated mobile sink networks management system which can monitor and control various kinds of wireless lan access points, located in many different areas divided by their managing groups, from multi-vendors, and their operations in networks. The proposed system has the center-local interoperability structure cooperating with local-center servers which can perform the same operations as the central servers for wireless lan access points from multi-vendors and wireless lan centric management features. For this purpose, we propose a new way of data design, messaging policy, and hierarchical system structure such that we can achieve stable and consistent management methods for various wireless access points on distributed networks.

Keywords : WLAN, network, AP, NMS, NMPS

I. 서 론

최근 차세대 무선랜 기술인 IEEE 802.11n 표준화가 완료되면서 802.11b 기반 무선랜 장비 및 그 네트워크 구성이 확대되고 있다. 이후 802.11b의 상위규격에 대한 시장 적용 노력이 활발한 상태이며, 2009년 상반기에 국제전기전자기술자협회(IEEE) 표준화위원회가 최신 무선랜 기술인 802.11n 표준을 비준했다.

이 기술은 최대 600Mbps 속도의 802.11n 표준 규격이 완성되면서 사용자 접속단의 유선통신 인프라가 급격히 무선으로 전환될 전망이다.

7년 만에 표준화가 완료된 802.11n의 표준화 작업은 지난 7년간 20여 개국의 장비 및 부품 제조사, 서비스사업자, 컨설팅기관 등의 전문가 400명 이상이 참여한 가운데 진행되어 왔다.

IEEE는 2007년 3월 802.11n의 물리적 규격을 확정된 드래프트 2.0을 통과시켰으며, 2009년 7월에는 802.11n의 워킹그룹이 최종규격을 확정하고, 검토/표준 위원회의 승인을 기다리고 있다. 이번 에 비준된 표준안은 지난 2007년 3월 발표했던 드래프트 2.0의 핵심을 대부분 수용했다.

1~2년 이내 600Mbps 구현하기 위해 많은 연구가 이루어지고 있으며, 현재 802.11n는 최대 전송 속도는 300Mbps, 유효 속도는 180Mbps이다. 100Mbps급 광랜을 능가하는 속도다. 그 동안 사용해온 802.11g 표준 제품의 최대속도는 54Mbps였다. 유효 속도와 사용자간 나눠 써야 하는 점을 고려하면 속도는 더 감소된다[1].

하지만 180Mbps의 유효 속도는 이와 같은 문제점을 모두 해결할 수 있는 속도로써 사용자단에 붙는 유선을 완벽하게 무선으로 대체 가능하게 된다. 또 향후 1~2년 이내 600Mbps까지 전송 속도를 향상시킨 장비가 출시될 전망이다. 그 결과 전국적인 네트워크 사업자에 의한 와이브로

접수일자 : 2009년 10월 01일

최종완료 : 2009년 12월 20일

*한국정보통신기술대학

교신저자, E-mail : dokim@icpc.ac.kr

서비스가 정착되면서 범위를 넓히는 것은 물론, 일반적인 기관 및 기업 환경에서도 차세대 무선랜을 통하여 업무 네트워크를 구축하고 관리 효율화를 꾀하는 연구가 활발히 진행되고 있다[2].

이에 따라 기존의 유선 네트워크 환경과 다른 무선랜 특유의 환경을 감안한 관리 모니터링 솔루션의 필요성이 대두되고 있는데, 기존의 네트워크 자원 관리 시스템들이 지원하는 규격 및 기능의 제한에 의해 새로이 등장하는 802.11n 무선랜 네트워크의 특성을 일괄적이고 효율적인 방식으로 관리하는 데에 어려움이 있다[3-4].

이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 지역적으로 분산되어있는 네트워크에서 일괄적이고 안정된 방식으로 다양한 벤더에서 제작한 무선랜 access 장비들의 관리가 가능한 시스템을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장에서는 본 연구의 필요성과 방향을 제시하고, 2장에서는 현재 네트워크 자원관리 서비스의 현황을 소개한다. 3장에서는 네트워크 요소기술에 대해 알아보고, 4장에서는 제안하는 시스템 설계와 구성에 대한 모델을 제안하고 이에 대한 성능을 비교, 분석하여 본다. 마지막으로 5장에서는 결론과 향후 연구에 대해 설명한다.

II. 네트워크 자원관리 시스템

일반적인 네트워크 자원 관리 시스템의 무선랜 환경에서의 한계 무선랜 네트워크는 현재 상용화되어 확대 보급되고 있는 IEEE 801.11b 및 상위 규격(802.11g, 802.11a 등)을 만족하는 AP(access point) 장비의 설치와 운영을 근간으로 하여 구성되며, 그 일반적인 구성은 그림 1과 같다.

무선랜 네트워크의 환경 아래에서 네트워크 자원 관리/제어를 위한 시스템은 상기 AP 장비를 중심으로, network service back-bone으로부터의

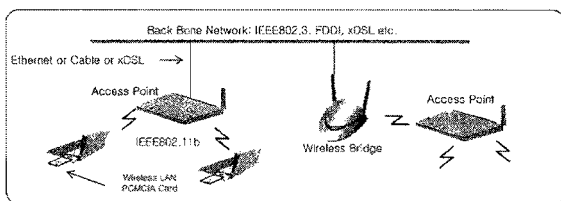


Fig. 1. General configuration of wireless lan network

유선 구간 및 구성장비, 무선 Bridge 구간 및 구성장비, end-point AT 카드 사용자의 session 관리에 이르기까지 전반적인 관리 view와 제어 기능의 제공이 요구된다.

기존의 일반적인 네트워크 자원 관리 시스템(NMS, EMS 등)은 관리 대상 NE(network element)에 대한 최말단 모니터링 및 제어 channel로서 표준화된 SNMP(simple network management protocol) 및 CORBA(common ORB architecture) 규격에 근간한 특화된 remote function call 방법을 이용하도록 되어있으며, 특히 스위치 (switch), 허브(hub) 등 consumer 시장을 대상으로 하는 대량 보급 네트워크 장비에 대하여는 SNMP 기반의 관리 방법론으로 거의 통일되어 있다고 볼 수 있다.

그리고 기존 유선 LAN 및 WAN(wireless access network) 환경 구성에 동원되는 네트워크 장비들이 SNMP channel로 접근 가능한 표준화된 MIB(management information base) I, MIB II 규격의 관리/제어 항목 interface를 가져, 일반적으로 SNMP 프로토콜 구사능력과 MIB I, MIB II 처리 능력을 가진 네트워크 관리시스템이면 장비의 벤더에 상관없이 포괄적으로 NE 관리 요구에 부응할 수 있다[2].

그러나 새로운 무선랜 네트워크 환경 아래에서의 AP 및 Bridge는 MIB I, MIB II에 기반한 트래픽 (traffic) 및 성능(performance) 위주의 전통적인 관리 항목 이외에 802.11b(또는 그 이상의 무선랜 특화 규격)에서부터 오는 필수적인 별도의 관리 항목을 가지게 되는데, 이에 대한 관리 인터페이스의 노출을 전통적인 MIB I, MIB II 인터페이스에 구현할 수는 없다[3].

때문에 대부분의 AP 및 Bridge 장비 벤더는 SNMP 로 접근 가능한 private MIB을 구성하여 각기 다른 OID(object identifier) 및 트리 구조를 갖는 확장 제어 필드를 제공하거나, SNMP 기반이 아닌 각 벤더에 종속적인 커스텀 프로토콜 (custom protocol)을 UDP 및 TCP 기반으로 제공하고 있다[4].

무선랜 네트워크를 운영하고자 하는 사용자의 입장에서는 기존 네트워크 자원 관리 솔루션을 이용하여서는 AP 및 Bridge 장비에 대한 무선랜 환경에 입각한 구체적인 제어가 불가능하며, 또한 벤더가 제공하는 각 사의 AP 관리 제어 솔루션을

사용하는 경우에는 장비 벤더별로 각기 다른 프로그램과 인터페이스를 구축해야 하는 어려움을 겪거나 자신의 무선랜 네트워크를 구성하는 AP 장비 선정에 있어 제한적인 선택폭만을 가질 수밖에 없게 되는 문제점이 있다.

III. 망 관리 필요 요소 기술

1. 컴포넌트 기술

짧아지는 IT의 라이프사이클에 신속하게 대응하는 한편 복잡하고 대형화되는 애플리케이션을 개발하기 위해 컴포넌트 기술이 발전해왔다. 컴포넌트라는 개념은 30년 이상 된 오래된 개념이지만 실제적으로는 2000년대 초반부터 본격적인 관심과 개발이 이루어졌다. 현재의 컴포넌트 개발의 기술과 표준에는 OMG(object management group)의 CCM(CORBA component model), SUN의 EJB와 Microsoft의DCOM/COM+등이 있다. 컴포넌트 기술은 분산컴퓨팅과 함께 발전하여 분산 컴포넌트 기술로 발전하여 개발방법론 자체를 기존의 객체지향 개발방법론을 CBD(컴포넌트기반 개발방법론)로 바꾸어 놓고 있다.

2. 분산 망 관리 기술

전통적인 망 관리는 주기적인 SNMP 폴링에 의한 NMS의 중앙처리 방식이었으나, 망의 발전에 따라 유연성, 확장성, 강인성 등이 더욱 요구됨에 따라 분산망관리로 발전하고 있다. 구조적인 측면에서 OSF의 DME와 IETF의 AgentX, ITU/TMN의 ODMA, FIPA/OMG의 mobile agent가 제안되고 있으며, 이를 위해 CORBA, JavaRMI, JMX, RMON 등의 분산 객체기술과 관리기술이 활용되고 있다. 그러나 아직은 실험적인단계이며 본격적인 상용제품이 등장한 것은 굉장히 최근의 일이다[5].

세계적인 추세와 마찬가지로 변화하는 요구를 수용하기 위해 국내의 분산 망 관리 기법은 학계를 중심으로 하여 지속적으로 발전하고 있다. 그러나 현재의 국내의 망 관리 시장은 전통적인 NMS를 크게 벗어나지 못하고 있으며, 해외의 선진업체의 기술을 도입하여 사용하는 경우가 많다.

3. 무선랜 인프라 기술

무선랜은 2.4GHz 대역을 사용하는 802.11n 규격이 발표되면서 급속히 확산되고 있다. 무선랜 장비간의 호환성을 보장하기 위해서 1999년에 WECA(wireless alliance)가 출범하였으나 무선랜 인프라 자체에 대한 규격은 아직 제정중인 수준으로 WEP 방식의 보안 문제점도 아직 해결되지 않았고 인증체계 표준도 변화하고 있다. 그 결과 개별업체 수준에서 보안문제를 자체적으로 해결하고 있으며, 인증체계는 802.1x가 사실상 표준으로 채택되어 있다[6-7].

세계적으로 IEEE 802.11n 표준이 자리를 잡고 있기 때문에 원천기술 외의 분야에서는 국내 기술과 세계적인 기술과 거의 차이가 없다. 특히 초고속 인터넷 시장이 매우 활성화된 국내에서는 최초의 대규모 공중 무선랜 서비스에 대한 수요와 사업자들의 의지가 매우 강하게 반영되어 사업이 진행되고 있다. 보안과 인증, 업체간 상호운용성 문제, 망 관리 문제가 아직 취약한 상태이지만, 선도적인 인프라 구축으로 세계적인 경쟁력을 확보할 것으로 기대되고 있다.

IV. 제안한 통합 망 관리 시스템 구현

이동 에이전트 기반의 통합 망 관리 시스템은 기존의 중앙 집중형 망 관리 시스템의 단점으로 지적된 네트워크 대역폭의 과다 사용과, 관리 프로세스의 병목 현상을 줄이기 위해 제안된 망 관리 시스템이다.

1. 분산 무선랜 망 관리 Description

제안된 그림 2의 중앙서버는 전체 데이터를 중앙 집중화하여 관리 데이터베이스에 저장하며 관리자는 관리자 클라이언트를 통해 전체 무선랜 망을 관리하게 된다.

또한 지역서버는 여러 지역으로 구분되어 있는 각 지역마다 설치되어 할당된 영역의 무선랜 자원에 대한 관리를 하게 되며, 지역서버 관리자는 관리자 클라이언트를 통해 해당 지역의 무선랜에 대한 상세한 관리를 하게 된다.

그리고 관리 DB는 중앙서버와 지역서버에 각각 설치되며 지역서버의 상세정보는 지역서버에 연

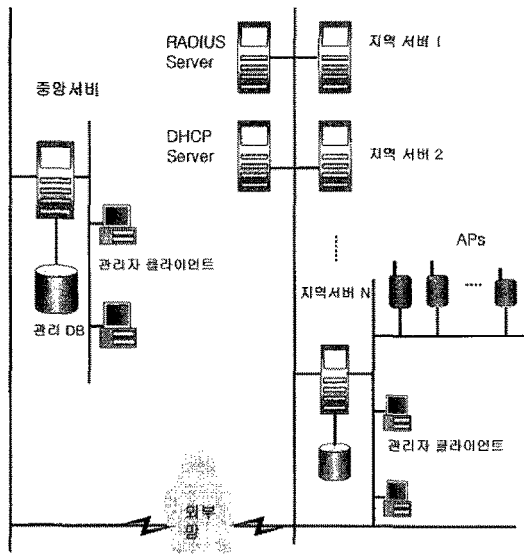


Fig. 2. Distributed wireless lan network

결된 관리 DB에 저장되며, 이러한 지역 상세정보 중, 중앙서버에서 필요한 데이터를 추출, 가공하여 중앙서버에 보내지게 되고, RADIUS 서버는 AP를 통해 사용자인증에 필요한 인증기능을 담당하며 관리항목의 한 부분이며, DHCP 서버는 AP와 AT에 대한 동적 IP할당을 담당하며, 관리항목의 한 부분이다.

2. 시스템 구성 Descriptions

그림 2와 같이 전국을 광역시-도 수준으로 나눈 지역별 지역 시스템을 묶는 전국 시스템은 그림 3과 같이 구성된다. 사용자 인터페이스는 지역 서버와 중앙 서버에 각각 접속하여 감시 및 제어할 수 있으며, 3-tier 분산 클라이언트/서버 구조를 갖는다.

또한 지역 시스템은 지역 데이터베이스와 이에 접근을 제공하는 EJB container, 메시지 서버, AP manager, 그리고 장애 엔진으로 구성되어 있다. 메시지 서버는 클라이언트가 접속하여 조회, 추가, 수정, 삭제 등을 할 때 AP manager와 통신하는 것을 매개한다. 장애 엔진은 ICMP를 통해서 장애 상황을 체크하게 되며, AP들의 장비 제조사별로 상이한 특징은 device profile 혹은 특정 장비에 맞게 구현된 element manager를 통해 관리가 되도록 하였다.

중앙 시스템은 각 지역 시스템들을 묶는다. 지역 데이터베이스의 정보는 중앙 데이터베이스로 모아지며, 중앙시스템에 대한 갱신의 일부는 지역 AP manager가 되도록 하고, 분산된 시스템의 모든 실

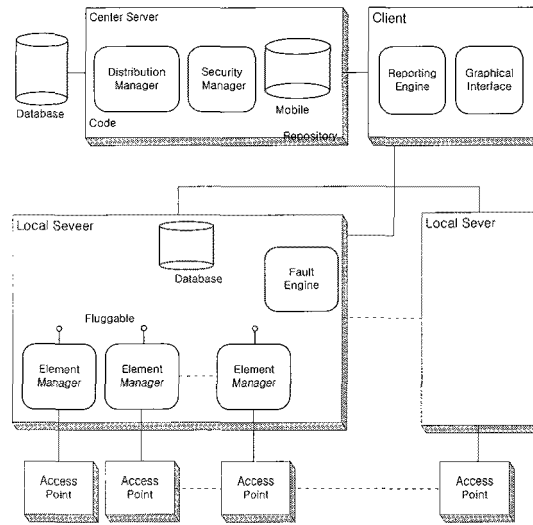


Fig. 3. System configuration

행코드의 배포와 버전일치를 보장하며 별도의 security manager를 통해 분산 컴포넌트 환경에서 나타날 수 있는 보안상의 위해요소를 차단한다.

사용자는 클라이언트를 통해 본 시스템에 접속하여 관리상 필요한 작업을 수행하고, 포함된 reporting engine 통하여 장기적이고 분석적인 리포팅을 다양한 형식으로 제공 받는다.

3. 제안하는 MAS의 구조

모바일 싱크 네트워크 이동 에이전트를 받아들여서 관리 동작을 수행하는 MAS의 구조는 그림 4와 같다.

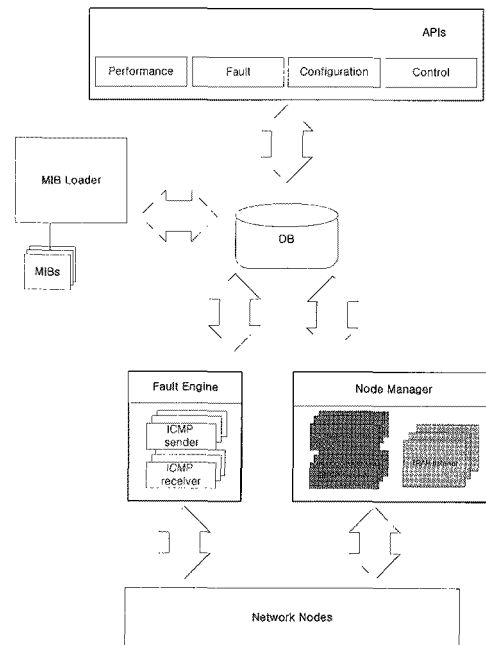


Fig. 4. Raw data gathering flow diagram

원천정보(raw data)를 수집하기 위해 AP manager가 관리 노드에 정보를 요구하는 체계로 그림 4와 같이 구현하고, AP manager는 시스템에서 발생한 요청들을 받아들이고, 자체적인 로직에 의해 필요한 정보리스트를 만들어서 관리 노드와 통신하고 결과를 시스템으로 돌려준다. 동일 항목에 대한 여러 소스의 요청을 처리하기 위해서 멀티 쓰레드(multi thread)를 사용하여 많은 항목들을 빠른 시간에 처리하도록 설계하였다. 타임아웃 등의 경우에도 자원과다 점유나 시간 지연을 극복하도록 하였다.

또한 fault engine은 관리 노드에 대한 ICMP query를 통해서 관리노드의 정상 작동을 주기적으로 점검하고 관리 노드와 사용하는 통신은 SNMP v1, SNMP v2, ICMP를 사용하며 특정 작업을 수행하기 위해 Java RMI를 통해서 한다.

그리고 그림 5, 그림 6과 같이 관리항목과 관리 노드에 대한 정보는 MIB 정의 파일들과 데이터베이스 관리 노드 테이블에 저장한다. 관리자들은 클라이언트를 통해서 추가/수정/삭제 할 수 있다.

4. 제안하는 지능형 라우팅 방법

모바일 이동 에이전트가 지나갈 경로를 미리 고정시킨다면, 트래픽 변동이 심하고, 장애가 자주 발생하는 네트워크 환경과, 네트워크 개체의 이동이 심한 이동 통신망에서는 특정 개체에서 더 이상 이동하지 못하거나, 이동성이 급격히 떨어지는 단점이 있다[3]. 따라서 에이전트의 경로를 네트워크 상황에 따라 에이전트가 스스로 결정한다면 이런 단점을 막을 수가 있다.

본 논문에서 제안하는 지능형 라우팅 방법 그림 5는 이동 에이전트가 지나 가야할 개체를 전부 큐

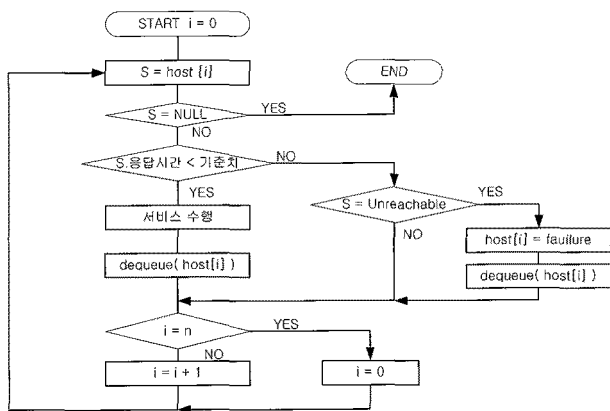


Fig. 5. Intelligent robot algorithm

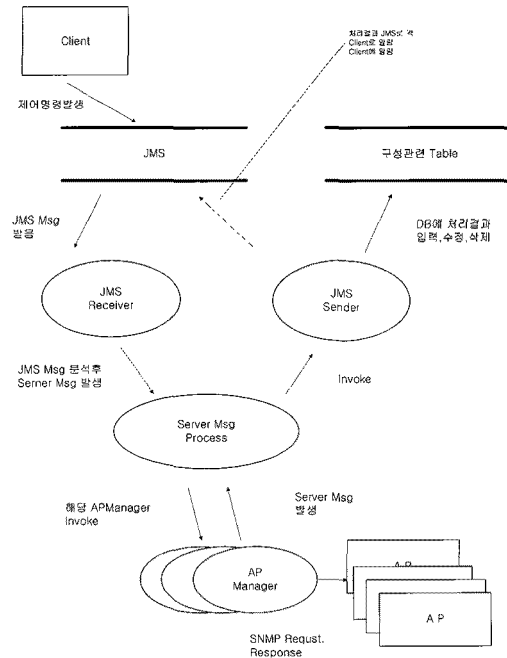


Fig. 6. Processing control command D.F.D

(queue)에 집어넣는다. 그리고 이것을 하나씩 빼서 처리하기 전에 시스템의 트래픽 부하나 응답 시간을 측정해서, 시스템의 응답이 없으면 큐에서 삭제하고, 응답시간이 기준 시간보다 긴 경우는 큐의 순서를 바꾼다. 이를 통해 이동 네트워크 환경에서 보다 유연한 망 관리를 할 수 있다.

5. 모바일 에이전트 시스템의 성능 분석

중앙 집중형 망 관리 방식의 네트워크 대역폭 소비량 B_{cent} 는 다음과 같다.

$$B_{cent} = 2 * S_{req} * n * k * p \tag{1}$$

여기서 S_{req} 는 평균 request/response의 크기이며, n 은 폴링하는 장치의 개수, k 장치에서 가져오는 MIB 객체의 수이고, p 는 폴링 간격이다.

모바일 싱크 에이전트 기반 망 관리 방식의 네트워크 대역폭 소비량은 다음과 같다.

$$B_{mobile} = (n + 1) * S_c + S_s * (n + 1) * p \tag{2}$$

여기서 S_c 는 이동하는 코드의 크기이며, S_s 는 이동하는 정보의 크기이다.

식 (1)과 식 (2)를 사용하여 $k=5$ 이고, $S_{req} = 100\text{byte}$, $S_c = 1\text{Kbyte}$, $S_s = 205\text{byte}$, $n=50$ 일 때 폴링

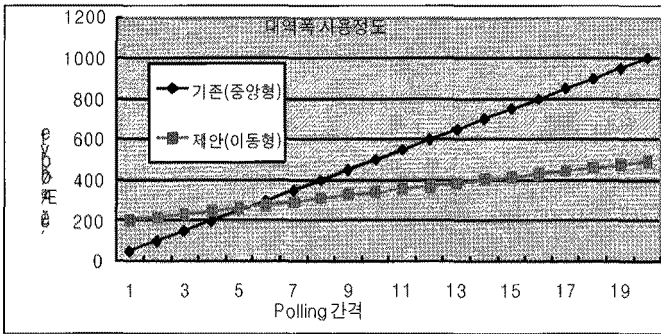


Fig. 7. 기존(중앙형)과 제안한(이동형)의 대역폭 사용량 비교
간격에 비례한 대역폭 사용량을 비교한 결과는 그림 7과 같다.

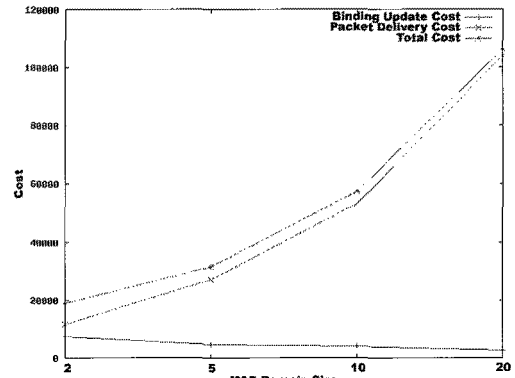
이 실험을 통해 B_{cent} 는 폴링 간격에 비례해서 선형적으로 증가하지만, B_{mobile} 은 $(n+1)$ 에 비례해서 증가하기 때문에, 네트워크 개체가 증가할 경우에 이동 에이전트를 이용한 방식이 중앙 집중형 방식에 비해 네트워크 대역폭을 적게 소비함을 알 수 있다.

그림 8은 MAP 도메인의 크기에 따른 총 비용의 변화를 나타낸 그래프이며, 단말의 이동 속도가 느린 경우 (a)와 단말의 이동 속도가 빠른 경우 (b)로 나누어 결과를 보여준다.

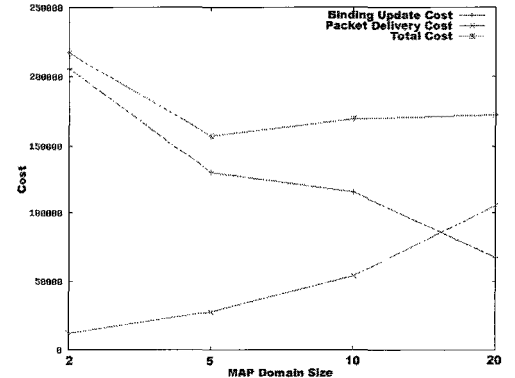
단말의 이동속도가 1%인 경우에는 MAP 도메인 크기에 따른 위치 등록 갱신 시간의 변화가 크지 않다. 이로 인해 패킷 전달 시간이 총 비용의 변화에 큰 영향을 미치게 되며, 패킷 전달 시간이 최소화 되는 지점에서 총 비용도 가장 작은 값을 갖게 된다. 이 그래프에서 패킷 전달 시간 및 총 비용은 MAP 도메인 크기가 약 2일 때 가장 작은 값을 나타낸다.

단말의 이동속도가 30%인 경우에는 MAP 도메인 크기가 증가함에 따라 위치 등록 갱신 시간이 감소하나 패킷 전달 비용은 증가한다. 즉 시간과 비용은 서로 절충 관계에 있으며 총 비용은 MAP 도메인 크기가 클수록 감소하다가 MAP 도메인 크기가 약 5일 때 다시 증가하기 시작 한다. 그림 8의 (a)와 (b)를 비교했을 때, 총 비용이 최소화 되는 MAP 도메인의 크기는 단말의 이동 속도가 증가할수록 더 큰 값을 나타낸다. 결과적으로 단말의 이동속도가 빠를수록 더 큰 MAP 도메인을 선택하여 통신하는 것이 더 효율적임을 확인할 수 있다.

그림 9는 각 네트워크 당 부하를 나타낸 그래프이다. 여기서 부하 값은 상대적인 값이며 총 시



(a) 단말의 이동속도=1m/s



(b) 단말의 이동속도 = 30 m/s

Fig. 8. Performance domain size

플레이션 시간 동안 단말이 각 MAP에 서비스 받은 확률을 나타낸다. 따라서 각 MAP에서의 부하 값을 합하면 1.0이 되며 이 값들이 급격히 변하지 않고 고루 분포되어야 로드 밸런싱 측면에서 비교적 좋은 성능을 나타내는 것으로 평가한다. NPMS를 적용한 경우에는 거리기반의 MAP 선택이 이루어져 도메인의 크기가 큰 3, 5, 7번 MAP으로 부하가 집중되는 것을 확인할 수 있다. 반면 모바일 싱크를 적용했을 경우 단말의 상태에 따라 적응적인 MAP 선택이 이루어져 각 MAP으로 부하가 비교적 고루 분산됨을 확인할 수 있다.

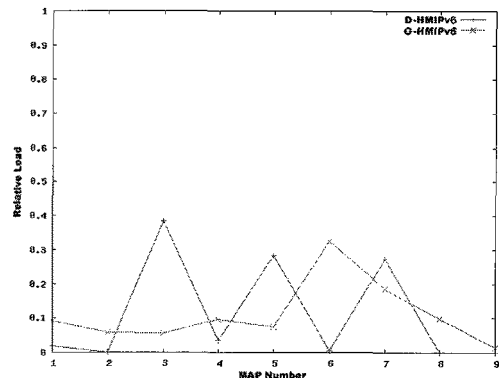


Fig. 9. 각 네트워크 당 부하

V. 결 과

본 논문에서는 분산된 네트워크에서 다양한 벤더의 장비를 통합적으로 관리할 수 있도록 하는데 역점을 두었으며, 본 논문에서 제시하는 데이터 설계 및 네시징 방식, 계층적 관리구조를 통해 분산된 망 위에 존재하는 이기종 무선랜 장비에 대해 일관적이고 안정된 관리 접근 방법을 제시하였다.

장비의 Alive/Dead 상태와 트래픽 모니터링 결과뿐 아니라, AP인 경우 AT 카드의 세션 현황 (AP에 무선 접속한 AT 무선랜 카드의 사용자 현황), AP의 ESSID 및 WEP 설정, DHCP설정, MAC filtering 기능 등을 모니터링과 제어의 항목으로 두어 벤더가 Private MIB으로 제공하는 무선랜 특화의 관리 항목들을 처리할 수 있게 하였고, 각 장비 회사가 제공하는 서로 다른 Private MIB을 하나의 관리 시스템에서 통합적으로 다룰 수 있는 구조를 설계하였다.

아직은 해결해야 할 많은 문제점들을 가지고 있다. 예를 들자면, 실행코드가 네트워크를 거쳐 해당 NE로 이동하기 때문에 보안 문제가 연구과제로 남아 있고, 또한 망 관리를 자동화하는 부분이나 효율적인 유지, 보수가 용이한 액티브 네트워크 아키텍처에 대한 연구가 좀 더 되어야 할 것이다.

[참고 문 헌]

- [1] IEEE, *Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications*, IEEE Standard 802.11, 1999.
- [2] R. Koodi, "Fast handovers for mobile IPv6," in *the Internatioanl Engineering Task Force Request for Comments 4068*, Jul. 2005.
- [3] H. Soliman, C. Castelluccia, K. E. Malki, and L. Bellier, "Hierarchical mobile IPv6 mobility management (HMIPv6)," in *the Internatioanl Engineering Task Force Request for Comments 4140*, Aug. 2005.
- [4] J. F. Kurose and K. W. Ross, *Computer networking - a top-down approach featuring the internet*, 2nd Edition, Addison Wesley, 2006.
- [5] *The Network Simulator - ns-2*, <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>
- [6] B. P. Crow, I. Widjaja, J. G. Kim, and P. Sakai, "Investigation of the IEEE 802.11 medium access control(MAC) sublayer functions," in *Proceeding of the Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies*, vol. 1, pp. 126-133, 2007.
- [7] B. P. Crow, "IEEE 802.11 medium access control (MAC) sublayer functions," *IEEE Communications Magazine*, vol. 35, pp. 16-126, 2006.

Biography



김 동 옥(KIM Dong Ok)

2001년 한국항공대학교 무선통신(공학박사)
 1992년~1995. Maxon Co.,Ltd Director
 1995년~2000. Seoul Mobile Communication Co., Ltd Team Manager
 2000년~2003 Hosetelnet Co., Ltd Vice President
 2003년~현재 한국정보통신기술대학 이동통신과 부교수

<관심분야> Wireless Network System. 차세대이동통신시스템, UWB, Wimax.

<e-mail> dokim@icpc.ac.kr