

## 이동 에이전트를 이용한 유무선 네트워크의 통합관리 기법

나 호 진\*, 조 경 산\*\*

### An Integrated Management Scheme for Wired and Wireless Networks Using Mobile Agents

Ho-Jin Na\*, Kyungsan Cho\*\*

#### 요 약

중앙 집중적 네트워크 관리 구조인 SNMP(Simple Network Management Protocol)를 무선 네트워크 관리에 적용하면 네트워크 과부하, AP에서의 NAT(Network Address Translation)로 인한 관리의 문제, 그리고 무선 노드의 성능 저하가 발생한다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 MA(Mobile Agent)를 도입한 유무선 네트워크 통합 관리 기법을 제안한다. 제안 기법에서 유선 네트워크는 SNMP 기반으로 관리하고 무선 네트워크는 AP 또는 무선 노드에 SNMP를 MA 기반으로 구현하여 관리한다. 또한, SNMP 응답 메시지 내에 중복되는 OID 정보를 줄이는 방법도 제시한다. 분석을 통해 제안 기법이 제시된 문제를 해결하고 무선 노드에 대한 처리 시간이 개선됨을 보인다.

#### Abstract

Applying centralized network management architecture SNMP(Simple Network Management Protocol) to wireless networks causes the network overhead, NAT(Network Address Translation) problem on AP, and performance degradation of mobile nodes. In this paper, we propose an integrated management scheme for wired and wireless networks using mobile agents in order to solve above problems. In our proposed scheme, SNMP is applied to manage wired networks and MAs of SNMP are implemented in APs or wireless nodes to manage wireless networks. In addition, we propose a method to reduce the redundant OID information within SNMP response messages. Through the analysis, we show that our proposal resolves the given problems and reduces the processing delay of the wireless nodes.

▶ Keyword : 네트워크 관리(Network Management), 이동 에이전트(Mobile Agent), SNMP(Simple Network Management Protocol), 성능 개선(Performance Improvement), 유무선 네트워크(Wired and Wireless Network)

---

• 제1저자 : 나호진    교신저자 : 조경산  
• 투고일 : 2010. 09. 06, 심사일 : 2010. 09. 13, 게재확정일 : 2010. 09. 16.  
\* 단국대학교 컴퓨터학과 박사과정    \*\* 단국대학교 컴퓨터학부 교수  
※ 이 연구는 단국대학교 2010학년도 대학연구비의 지원으로 연구되었음

## I. 서론

네트워크에 분산되어 있는 다양한 자원들의 서비스 품질을 극대화하기 위해 이들을 관리, 제어, 분석 그리고 평가하는 일련의 작업을 네트워크 관리라 한다. 이에는 유선 네트워크 관리와 무선 네트워크 관리가 포함된다.

최근에는 다양한 무선 장비들이 등장하면서 유무선이 통합된 네트워크 환경에 적합한 효율적인 네트워크 관리가 요구되고 있다.

기존 유선 네트워크에서 가장 널리 사용되는 중앙 집중적 관리 프로토콜인 SNMP(Simple Network Management Protocol) 기반의 관리를 무선 네트워크 관리에 적용하면 NMS의 병목현상과 네트워크 트래픽의 과부하가 발생하며, AP(Access Point)의 NAT(Network Address Translation)로 인한 관리 및 무선 노드의 장애 관리와 성능 저하의 문제도 야기 된다.

이러한 무선 네트워크 관리의 문제점을 해결하고 유무선 통합 환경에서 효율적으로 네트워크를 관리하기 위해, 본 연구에서는 SNMP와 이동 에이전트를 이용한 통합 관리 기법을 제안한다. 즉, 유선네트워크 관리는 기존의 SNMP를 적용하고, 무선 네트워크 관리는 프로그램이 데이터와 함께 이동하여 분산 처리가 가능한 이동 에이전트(MA; Mobile Agent) 기법을 적용한다. 무선 네트워크 관리에 적용되는 MA는 SNMP의 기능을 대신 수행하며 NMS(Network Management System)로부터 AP로 이동하여 AP에 접속된 무선 노드를 관리하거나, 무선 노드로 직접 이동하여 무선 노드를 관리한다.

제안 구조는 유무선 네트워크 환경에서 NMS의 전송 지연 및 병목현상을 개선하고, 제시된 무선네트워크의 문제를 해결한다. 또한, SNMP 응답 메시지에 중복되는 OID 정보를 줄이는 기능을 추가하여 무선 네트워크의 과부하를 개선한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장은 관련연구로 기존의 유선 네트워크 관리 구조인 SNMP와 무선 네트워크의 관리구조 및 문제점, MA기반의 유선 네트워크 관리를 소개한다. 3장에서는 유무선 네트워크 통합 관리 구조를 제안하고 제안 구조의 특성을 분석한다. 4장에서는 검증을 통해 제안 구조가 기존 네트워크 관리 기법의 문제점을 해결하고 성능을 개선함을 보인다. 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대해 기술한다.

## II. 관련 연구

본 장에서는 중앙 집중적 네트워크의 관리에 널리 사용되는 SNMP의 특징과 SNMP를 유무선 네트워크 관리에 적용할 때의 문제점을 제시한다.

### 2.1 SNMP 기반의 유선 네트워크 관리 구조

유선 네트워크 관리를 위해 가장 널리 사용되는 SNMP 네트워크 관리 구조는 그림1과 같이 관리 대상인 NE(Network Element)들을 감시하고 관리하는 NMS, NE에 자원 정보를 제공하기 위한 SA(SNMP Agent), NMS와 SA 사이에 관리 대상 객체를 정의한 MIB(Management Information Base) 그리고 NMS와 SA 사이의 통신 프로토콜인 SNMP로 구성된다[1][2].

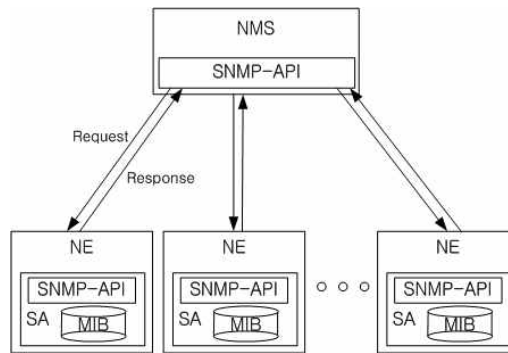


그림 1. SNMP 기반의 네트워크 관리구조  
Fig. 1. Network management architecture based on SNMP

SNMP 기반 구조에서는 NMS가 각 NE에 존재하는 SA에게 SNMP 프로토콜을 이용하여 네트워크 관리에 필요한 정보를 요청하고 SA는 MIB 정의를 기반으로 NMS에게 응답하며, NMS는 이들 응답 정보를 기반으로 네트워크 자원들을 관리한다.

SNMP는 기능과 특성이 개선되면서 첫 버전인 SNMPv1에서 SNMPv2와 SNMPv3로 확장되었다. SNMPv1은 NMS가 SA의 객체 값을 검색하는 SNMP-Get과 SNMP-GetNext, NMS가 SA의 객체 값을 설정하는 SNMP-Set, 그리고 SA의 이벤트를 NMS에게 알리기 위한 SNMP-Trap을 통해 동작한다. SNMPv1의 취약점을 극복하기 위해 하나의 메시지가 허용하는 크기까지 여러 객체들의 값을 읽어 올

수 있는 SNMP-GetBulk 기능이 다음 버전인 SNMPv2에 추가 되었고, 보안 문제를 해결하기 위해 SNMPv3가 도입되었다.

2.2 무선 네트워크 관리 구조

무선 네트워크는 네트워크를 구성하는 형태에 따라, 미리 정해진 연결구조가 필요하지 않고 노드와 노드가 직접 통신할 수 있는 애드-혹(Ad-Hoc) 네트워크와 매체 접속을 제어하고 데이터를 전달하는 브리지 역할을 하는 AP와 무선노드들로 구성된 인프라스트럭처(Infrastructure) 네트워크로 구분한다[3][4].

본 연구에서는 인프라스트럭처 무선 네트워크를 대상으로 하며, 무선 네트워크 관리 구조는 그림2와 같이 NMS, AP 그리고 다양한 무선 노드들로 구성된다.

NMS와 AP 사이는 유선 네트워크 구간이고 AP와 무선 노드 사이는 무선 네트워크 구간이며, NMS는 무선 노드를 관리하기 위해 AP를 거쳐 무선 노드들과 메시지 교환을 한다.

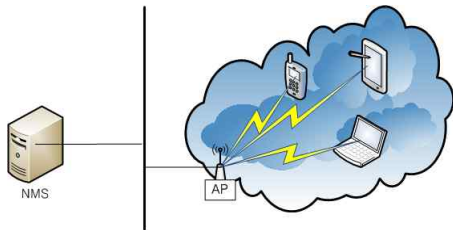


그림 2 무선네트워크의 관리 구조  
Fig. 2. Management architecture of a wireless network

2.3 유무선 네트워크 관리의 문제점

중앙 집중적 관리 구조인 SNMP를 유무선 네트워크 관리에 적용하게 되면 다음과 같은 문제들이 있다.

첫째, 유선 네트워크에 존재하는 NMS가 무선 노드들을 SNMP로 관리하게 되면 광범위한 영역에 분포되어 있는 무선 노드와 NMS간 인터넷을 통한 메시지 교환으로 인해 전송 지연이 발생하고 또한 중앙 집중적인 관리로 인해 NMS에 네트워크 트래픽의 병목 현상이 발생한다[5].

둘째, SNMP 메시지에 의한 대표적인 네트워크 과부하는 MIB을 구성하는 객체의 식별자인 OID가 계층적 정보로 표현되어 OID 정보가 중복 전송되어 발생한다. 이를 개선하기 위해서는 ODC(OID Delta Compression), OID Suppression, 그리고 Enterprise OID 최적화기법의 여러 기법들이 제시되었지만 널리 사용되지는 않고 있다[6][7][8].

셋째, NMS가 무선 네트워크상의 여러 노드들을 관리하기

위해 AP (또는 AP공유기)를 통해서 통신하는데, AP는 무선 노드에 사설 IP 주소를 할당하고 유선 네트워크의 ISP (Internet Service Provider)로부터 할당 받은 공인 IP 주소를 이에 대응시키는 NAT(Network Address Translation) 기능을 제공한다. AP에서의 NAT 사용으로 인해 NMS가 무선 노드에게 먼저 SNMP 요청을 할 수 없게 되므로, 이를 해결하기 위해 STUN과 UDP 홀 펀칭과 같은 다양한 방법들이 연구되었다[9]. 그러나 이들은 별도의 서버나 추가적인 메시지 교환을 필요로 한다.

넷째, SNMP를 이용한 유선 네트워크 관리 기법은 관리 노드가 NMS의 관리 명령에 응답하지 않으면 관리 노드가 고장인 것으로 인식한다. 그러나 유선 노드와 달리 무선 노드는 정상 실행되지만 무선 전송 영역을 벗어나게 되는 경우도 고장이라고 인식하고 해당 노드를 더 이상 관리하지 않게 된다 [10]. 또한 무선 노드의 성능 데이터등과 같은 주기적인 정보는 무선 노드가 다시 무선 전송 영역으로 진입하면 NMS가 가지고 있는 정보와 무선 노드의 상태 정보가 불일치하는 문제가 존재한다.

다섯째, 무선 네트워크에서는 유선 네트워크 보다 재전송이 많이 발생한다. 예를 들면, 무선 노드가 무선 영역에 벗어나게 되면 NMS는 패킷 손실인지 무선 영역을 벗어났는지 알 수 없기 때문에 일정 회수 동안 패킷을 재전송 하게 된다. 또한 무선 네트워크의 트래픽 증가에 따라 재전송도 증가한다.

2.4 MA 기반의 유선 네트워크 관리

MA는 프로그램이 데이터와 함께 다른 호스트로 이동하여 원하는 작업을 수행하고 다른 이동 에이전트들과 통신할 수 있는 특별한 소프트웨어이다.

기존의 SNMP 기반의 중앙 집중적인 네트워크 관리의 제약을 극복하기 위해서 관리의 유연성과 분산 처리를 제공할 수 있도록 MA 기법을 유선 네트워크 관리에 적용하는 제안이 등장하였다. 네트워크 관리를 위한 MA는 NMS에서 유선 노드를 통해 다른 유선 노드들에게 이동되므로 NMS에서의 네트워크 부하와 트래픽을 줄이고, 대부분의 전송 및 이동은 지역 네트워크에서 이루어지므로 네트워크 지연 시간을 줄일 수 있다[11][12].

MA 기반의 네트워크 관리는 NMS와 SA 그리고 ASDK (Aglets Software Development Kit)로 구성된다. ASDK는 자바 기반의 MA 개발 환경 및 실행 환경으로 네트워크를 통해 다른 호스트로 이동하여 실행되는 객체인 aglet, aglet이 실행될 수 있는 환경을 제공하는 aglet context, aglet의 대리인 역할을 하는 proxy 그리고 message로 구성된다. NMS에

존재하는 ASDK는 MA인 aglet를 NE상의 ASDK로 이동시키고, 이동된 MA는 필요한 정보를 수집하거나 설정한다.

### III. 유무선 네트워크 통합 관리 제안

#### 3.1 통합 관리 구조의 제안

본 연구에서는 유무선 네트워크에 존재하는 노드들을 통합적으로 관리하기 위해 MA를 도입한 SNMP 기반의 유무선 네트워크 통합 관리를 제안한다.

유선 네트워크의 관리는 기존 유선 네트워크에서 가장 널리 사용되는 SNMP를 적용하고, 유선 네트워크의 구조와 규모에 따라 중간 관리 노드를 이용한 계층적 네트워크 관리 구조와 노드들을 그룹으로 나누는 분할 관리 기법을 활용한다 [1][11][13][14].

다양한 무선 노드가 광범위한 영역에 분포되어 있는 네트워크의 관리는 토폴로지가 정적이고 소규모 환경에 적합한 SNMP 기반의 중앙 집중적인 방법은 네트워크 관리의 한계 및 성능 저하가 발생하므로 적합하지 않다. 그러므로 본 연구에서는 2.3절에서 제시한 무선 네트워크 관리의 한계를 극복하기 위해 MA를 활용한 관리 기법을 그림3과 같이 제안한다. 관리 구조는 NMS에서 AP까지는 유선 네트워크를 AP에서 무선 노드까지는 무선 네트워크를 갖는다.

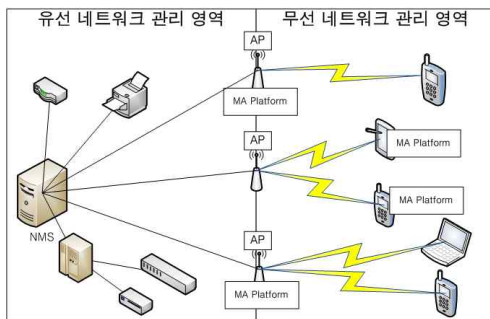


그림 3 유무선 네트워크의 관리 구조  
Fig. 3. Management architecture of wire and wireless network

#### 3.2 제안 관리 구조의 분석

제안 구조는 2.3절에서 제시된 유무선 네트워크의 문제점을 해결하도록 다음과 같은 특성을 갖는다.

첫째, 광범위한 영역에 분포된 무선 노드의 효율적인 관리가 가능하고 관리 에이전트가 수정되었을 때 다시 설치해야 하는 문제점을 피하고 정보의 필터링 등의 유연한 관리를 위

하여 그림4와 같이 구성되는 MA를 AP 또는 무선 노드로 이동시켜 네트워크 관리 작업을 수행한다. 일반적으로 네트워크 관리를 위한 MA의 이동에 따른 트래픽에 비해 네트워크 관리를 위한 요청과 응답 메시지 교환회수가 상대적으로 많으므로, MA를 무선 노드로 이동해도 네트워크 트래픽에는 큰 영향이 없다. 또한, MA의 수정사항이 발생하는 경우에도 NMS에서 AP로 하나의 MA를 이동하고, AP에서 무선 단말기로 MA를 이동하므로 NMS의 트래픽은 많이 발생하지 않는다. 하지만, 무선 노드가 처리 용량과 저장 용량이 저수준인 경우와 네트워크 관리를 위한 요청과 응답 메시지의 교환 횟수 또는 교환 트래픽이 극히 적은 경우에는 MA를 단말기가 아닌 AP로 이동하도록 한다.

MA는 조건 검색 필터링을 하고 무선 노드에 SNMP 요청을 하며 SNMP 응답을 받은 후 데이터 필터링 등의 기능을 수행한다.

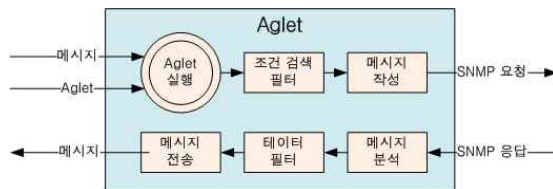


그림 4. 제안된 MA의 구성  
Fig. 4. Configuration of proposed MA

둘째, SNMP 응답 메시지에 중복되는 OID 정보를 줄이기 위해 OID가 아닌 인덱스 값을 사용한다. 이를 위해, OID와 인덱스가 매핑되는 테이블을 NMS와 SA가 통신하기 전에 교환한다. 그 이후 최대 128 byte인 OID 대신에 4byte 크기의 Integer 값을 갖는 인덱스를 인코딩하고, 수신 쪽에서는 인덱스를 매핑 테이블을 참조하여 OID로 변형하므로 OID를 나타내는 정보량을 줄일 수 있다.

매핑 테이블의 교환을 위해 그림5와 같이 MIB를 설계하고 SNMP 요청을 통해 매핑 테이블을 검색한다.

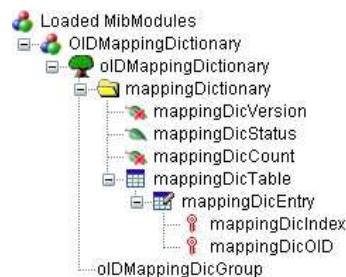


그림 5. 매핑 테이블을 위한 MB  
Fig. 5. MB for mapping table

그림5의 각 노드 설명은 표1과 같다.

표 1. MB 설명  
Table 1. Description of MB

노드 이름	설명
mappingDicVersion	매핑 테이블의 버전
mappingDicStatus	매핑 테이블의 사용 여부
mappingDicCount	매핑 테이블에 포함된 객체 수
mappingDicIndex	매핑 테이블의 인덱스
mappingDicOID	매핑 테이블의 OID

셋째, AP는 부족한 공인 IP의 주소 낭비를 방지하고 보안을 강화하기 위해 그림6과 같이 NAT를 사용하므로 NMS로부터 무선 노드로 SNMP 요청을 먼저 할 수 없는 문제가 발생한다. 이 문제를 추가 비용 없이 해결하기 위해 AP 또는 무선 노드로 MA를 이동하여 무선 노드를 관리하는 기법을 제안한다.

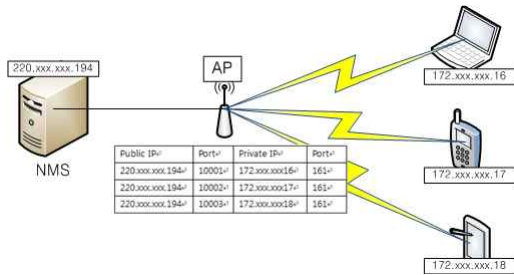


그림 6. AP의 NAT  
Fig. 6. NAT of AP

넷째, 무선 네트워크의 노드가 무선 전송 영역을 벗어난 후에 다시 진입하게 되면 새로운 사설 IP를 부여 받아 새로운 노드로 인식되거나 NMS가 가지고 있는 정보와 무선 노드의 상태가 불일치하게 되고, 패킷 재전송이 발생하는 문제가 있다. 이 문제의 해결을 위해 MA가 무선 노드로 이동하면 무선 노드가 전송 영역을 벗어나도 상태를 검색할 수 있고, 재전송 문제를 해결할 수 있는 그림7에 보이는 MA 기반의 GnS(Get 'n' Stay) 관리 기법을 변형하여 적용한다[15].

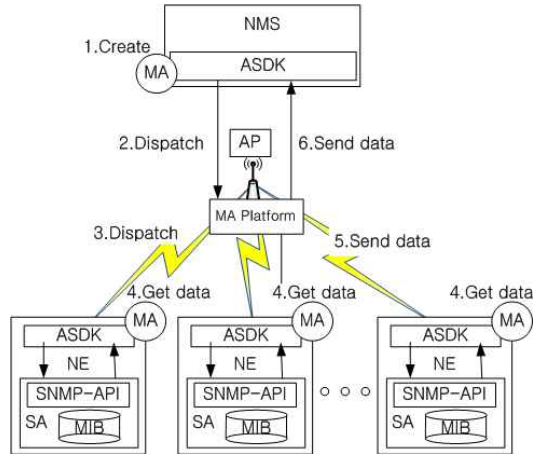


그림 7. 변형된 GnS의 동작  
Fig. 7. Operation of modified GnS

### IV. 검증 및 평가

본 장에서는 표2와 같은 시스템 환경에서 제안 기법에 의한 무선 네트워크 관리의 문제점 개선을 검증하고 평가한다.

표 2 시스템 환경  
Table 2 System environment

NMS	AP	무선노드
System :IBM x3650 M2 OS :CentOS 5.4	System :ipTime G054UA AP OS : WindowXP	System:한백전자 HBE-SM2-P320 OS : kernel 2.6
Software : Net-SNMP5.4.2.1, ASDK2.0.2, JDK 1.6.0 MB : IF-MIB		

#### 4.1 NMS의 네트워크 과부하 개선

NMS의 네트워크 과부하를 분석하기 위해 NMS에서 송수신되는 메시지의 전송 회수와 메시지 양을 측정하였다. 그림8은 AP에 접속하는 무선 노드수를 2에서 14까지 증가 시키면서 각 노드에 50개의 SNMP-Get을 수행 했을 때의 메시지 전송 회수의 비교이다. 'SNMP' 기법은 직접 적용한 경우이고, 'MA on AP'는 AP로 MA가 이동한 경우, 그리고 'MA on MN'은 MA가 무선 노드로 이동한 경우에 송수신 되는 메시지의 개수이다.

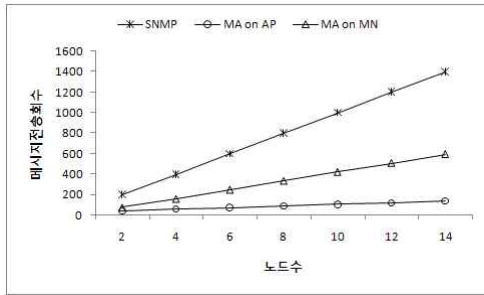


그림 8. NMS의 메시지 전송 회수  
Fig. 8. Number of messages exchanged through NMS

그림9는 무선 노드 10개에 대해 SNMP-Get을 노드당 1에서 200번까지 수행 했을 때의 메시지 크기이다.

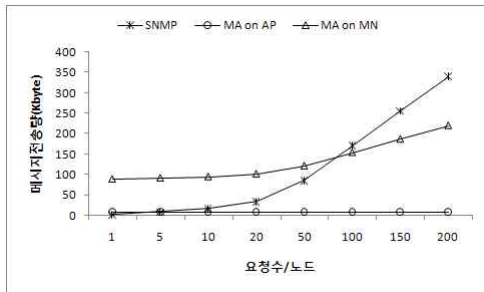


그림 9. NMS의 메시지 크기  
Fig. 9. Size of messages exchanged through NMS

그림8과 그림9에서 MA는 AP 또는 무선 노드로 이동하여 동작하기 때문에 MA자체와 SNMP-Get 실행 결과만 NMS로 전송하므로 NMS의 트래픽 부하를 줄일 수 있다.

#### 4.2 OID 정보 전송의 개선

SNMP 메시지에 중복되는 OID 정보로 인해 네트워크의 과부하가 발생하므로 이를 줄이기 위해 본 연구에서 제안한 기법에 의한 OID 정보 전송량의 개선도를 분석한다.

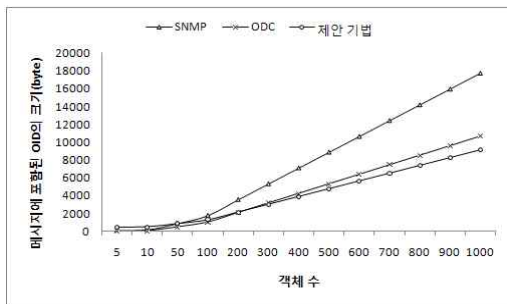


그림 10. SNMP 응답에 포함된 OID 정보의 크기  
Fig. 10. Size of OID information in a SNMP response

그림10에 객체 요청수를 5부터 1000까지 증가 하면서 SNMP 요청에 대한 응답 메시지에 포함된 OID 크기를 기존 SNMP기법, ODC 기법 그리고 제안 기법에 대해 비교하였다. 매핑 테이블을 읽기 위한 메시지 교환으로 인해 객체 요청수가 50까지는 제안 기법이 OID 크기가 가장 크지만, 객체 요청수가 200 이후부터는 제안 기법이 크기가 가장 작음을 알 수 있다.

#### 4.3 무선 네트워크의 NAT 문제 개선

네트워크 관리에 있어 AP의 NAT 문제를 해결하기 위한 기존의 방법과 제안 기법의 비교 분석은 표3과 같다.

표 3. NAT 문제 해결 기법 비교  
Table 3. Comparison of the resolving problem for NAT

비교항목	STUN	UDP 홀 펀칭	제안 기법
동작	외부 서버 이용	UDP 홀 유지	관리 기능이동
추가 장비	있음	없음	없음
홀 유지 탐색	있음	있음	없음
주기적 패킷 전송	있음	있음	없음
Symmetric NAT	해결 못함	해결	해결

제안 기법은 네트워크 관리를 위해 MA가 AP로 이동하여 AP에 연결된 사설 IP를 갖는 무선 노드를 NAT 문제없이 관리할 수 있다. 네트워크 관리를 위해 MA가 사용되므로, 추가적인 비용없이 기존 NAT문제를 해결할 수 있다.

#### 4.4 무선 노드에 대한 처리 시간 개선

NMS에서 SA로 SNMP-Get 메시지를 전송하고 응답 메시지를 NMS에서 수신할 때까지의 전체 처리 시간의 비교 분석 결과는 그림11과 같다. AP에 10개의 무선 노드가 접속된 구조에 대해 측정된 결과이며 'SNMP', 'MA on AP' 그리고 'MA on MN'은 4.1절과 동일하다.

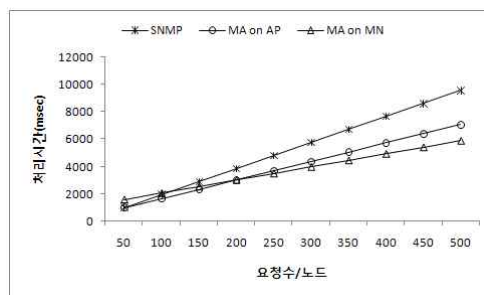


그림 11. SNMP-Get의 처리 시간  
Fig. 11. Processing time for SNMP-Get

그림11은 MA가 이동하는 시간이 필요하기 때문에 요청수가 적을 때는 'SNMP'가 전체처리 시간이 가장 짧다. 그러나 요청수가 증가하게 되면 'SNMP'의 네트워크 전송 지연으로 인해 'MA on MN'가 전체처리 시간이 가장 짧다. 결과적으로 무선 노드가 무선 전송 영역에 벗어나도 무선 노드를 관리할 수 있는 장점을 가진 'MA on MN' 기법이 전체처리 시간도 우수함을 보인다.

## V. 결 론

최근 다양한 무선 노드가 등장하고 있지만, 기존 유선 네트워크 관리 기법으로 무선 네트워크를 관리하면 NMS에서 전송지연 및 트래픽의 병목현상이 발생하고, AP의 NAT 환경으로 인한 관리의 어려움이 있다. 또한, 네트워크의 과부하가 발생하고 무선 노드의 장애 관리 및 네트워크 관리에 있어 성능적인 문제점을 보인다.

본 연구에서는 효율적인 유무선 네트워크 통합 관리를 위해 이동 에이전트를 이용한 SNMP 기반의 유무선 네트워크 관리 구조를 제안하였다. 제안구조의 특징은 유선 네트워크 관리는 SNMP를 이용하고 무선 네트워크 관리는 제시된 문제점을 개선하기 위해 분산 처리가 가능한 MA를 AP 또는 무선 노드에서 수행하여 NMS의 네트워크 과부하와 병목현상을 개선하였다. 또한, SNMP 응답 메시지에 중복되는 OID 정보의 양을 매핑 테이블을 이용하여 줄였고, 전체 처리 시간이 향상됨을 보였다. MA가 무선 노드에서 실행되면 무선 노드 상태와 NMS의 비동기 문제를 개선할 수 있다.

분석을 통해, NMS의 네트워크 과부하와 SNMP 응답에 포함된 OID 정보의 크기는 MA가 AP 이동한 경우가 우수하지만, 전체 처리시간은 AP와 무선 노드은 메시지 교환이 적은 MA가 무선 노드로 이동한 경우가 우수함을 보인다.

본 연구의 제안으로 인해, NMS 관리의 확장성을 증대하였고 AP의 NAT문제도 추가 비용 없이 해결하였다. 그리고 다양한 노드가 추가되어도 관리를 위해 AP나 무선 노드를 수정할 필요 없고, 무선 노드와 NMS의 동기화 문제도 고려하지 않고, 기존 방법 보다 우수한 성능으로 유무선 네트워크를 통합하여 관리할 수 있다.

## 참고문헌

- [1] 나호진, 조정산, "네트워크 관리 프로토콜 SNMP의 성능 향상," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 15권, 제 2호, 99-107쪽, 2010년 2월.
- [2] 이주영, 신복덕, 하경재, "유무선 네트워크 통합 관리 Model 설계," 한국정보과학회 학술발표논문, 제 31권 제 1호(A), 493-495쪽, 2004년 4월.
- [3] S. Schuetz, K. Zimmermann, G. Nunzi, S. Schmid, M. Brunner, "Autonomic and Decentralized Management of Wireless Access Networks," Network and Service Management, IEEE Transaction, Vol. 4, No. 2, pp. 227 - 234, 2002.
- [4] William Stalling, "SNMP, SNMPv2, SNMPv3, RMON 1 and 2 Third Edition," Addison Wesley, 1996.
- [5] M. Kona, X. Cheng-Zhong, "A Framework for Network Management using Mobile Agents," Procs. of IPDPS 2002, pp. 227 - 234, 2002.
- [6] J. Schoenwaelder, "SNMP payload compression," draft-ietf-nmrg-snmppcompression-01.txt, 2001.
- [7] S. McLeod, D. Partain, and M. White, "SNMP object identifier compression," draft-ietf-eosoid-compression-00.txt, 2001.
- [8] C. Jagadish, S. T. Prakash and T. Gonsalves, "Network Management Traffic Optimization," Procs. of 14th National Conference on Communications, 2008.
- [9] 박춘걸, 김성일, 정기태, 이영석, "UDP 홀 펀칭과 경험적 홀 유지시간 탐색을 이용한 NAT 환경단말의 SNMP 원격 접속요청 매커니즘," 정보과학회논문지, 제 35권, 제 5호, 367-473쪽, 2008년 10월.
- [10] 광득휘, 이현룡, 김종원, "SNMP 기반의 이동형 네트워크 장비 관리 기법," 한국통신학회논문지, 제 33권, 제 7호, 557 - 566쪽, 2008년 7월.
- [11] 나호진, 조정산, "MA+SNMP 기반의 계층적인 네트워크 관리구조," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 15권, 제 5호, 93-101쪽, 2010년 5월.
- [12] Z. Gu-ping, D. Wen-bo "The research of mobile agent-based distributed network management," Procs. of CCCM 2009, Vol. 1, pp. 182-185, 2009.

- [13] 이재형, 오길호, “분할관리정책에 의한 이동 에이전트를 이용한 효율적인 네트워크 관리,” 한국콘텐츠학회논문지, 제 7권, 제 8호, 66-75쪽, 2007년 8월.
- [14] P. Saravanan, E. Reuter, S. Verma, “Enhancing Enterprise Network Management using SMART,” Procs. of INDICON 2008, Vol. 2, pp. 343 - 348, 2008.
- [15] M. Nair, C. Bhosle, V. Gopalakrishna, “Net Mobile-Cop: A hybrid intelli-agent framework to manage networks,” Procs. of IAMA 2009, pp. 1-8, 2009.

**저 자 소 개**



**나 호 진**

1988: 단국대학교 응용물리학과(학사)  
2001: 단국대학교 전산통계학과  
(이학석사)  
2006년 3월 ~ 현재:  
단국대학교 컴퓨터과학(박사과정)  
관심분야: 네트워크 관리, 지능형  
에이전트, 네트워크 통신,  
임베디드 컴퓨팅



**조 경 산**

1979: 서울대학교 전자공학과(학사)  
1981: 한국과학원 전기전자공학과  
(공학석사)  
1988: 텍사스 대학교(오스틴)  
전기전산공학과(Ph.D.)  
1988 ~ 1990:  
삼성전자 컴퓨터부문 책임연구원 실장  
1990 ~ 현재: 단국대학교 컴퓨터학부  
교수  
관심분야: 네트워크시스템 및 이동통신  
신보안, 컴퓨터시스템