

# 액티브 네트워크 기반에서의 효율적인 네트워크 관리 시스템의 설계

박문화\*, 홍은경  
성신여자대학교 컴퓨터정보학부

e-mail: mpark@sungshin.ac.kr

## Design of an Efficient Network Management System Based on Active Networks

Moon Hwa Park\*, Eun Kyung Hong  
School of Computer Science & Engineering, Sungshin Women's  
University

### 요 약

기존의 컴퓨터 네트워크에서는 중간노드인 스위치나 라우터들은 단순히 패킷의 경로를 배정하거나 패킷을 전달하는데 그쳤다. 그러나 액티브 네트워크는 시스템의 효율적인 사용을 위해 특정 프로그램을 스위치나 라우터에 이식하여 최적화된 액티브 패킷을 처리할 수 있도록 한 것이다. 본 논문에서는 기존의 중앙 집중적인 네트워크 관리 시스템의 문제점을 해결하고 보다 효율적인 관리가 가능한 새로운 네트워크 관리 시스템을 제안하였다. 즉, 차세대 인터넷 기술인 액티브 네트워크 기술을 적용하여, 라우터가 패킷화된 관리 정보들을 처리하도록 하고, 네트워크 시스템 내의 관리 대상들을 분산 처리할 수 있는 새로운 네트워크 관리 시스템을 설계하였다.

### 1. 서론

인터넷의 비약적인 성장에 따라 다양한 네트워크 서비스 프로그램들이 생겨났고, 정보통신의 발전은 통신매체들의 증가를 가져와 보다 더 발전된 형태의 네트워크 시스템을 요구하게 되었다. 이러한 다양한 인터넷 서비스 사용자들의 요구를 만족시키기 위해서는 통신 매체들의 관리가 더욱 중요하게 부각되고 있다. 네트워크 시스템내의 통신 매체의 상태를 파악하고 네트워크를 보다 더 효율적으로 사용할 수 있도록 네트워크를 관리하는 시스템을 네트워크 관리 시스템(Network Management System, NMS)이라고 한다. 현재 사용되고 있는 네트워크 관리 시스템은 서버/클라이언트 모델을 기반으로 하는 중앙 집중형 모델이 주를 이루는데, 중앙 집중형 모델은 관리 서버와 관리 대상이 되는 에이전트 간에 주고받는 관리 정보의 빈번한 발생으로 네트워크 트래픽이 증가하여 네트워크 시스템의 부하를 가져오는 문제점이 있으며 네트워크의 확장에 한계를 가진다. 이러한 중앙 집중형 네트워크 관리의 문제점들을 보완하고자 본 논문에서는 최근 차세대 인터넷 기술로 주목받고 있는 액티브 네트워크[1,2] 기술로

적용한 보다 효율적인 네트워크 관리 시스템을 제안하고자 한다.

본 논문의 2장에서는 기존 네트워크 관리의 문제점과 액티브 네트워크의 특징을 살펴보고[3,4], 3장에서는 액티브 네트워크 기반 새로운 네트워크 관리 시스템의 설계에 대해 설명한다. 4장에서는 제시된 시스템을 평가하고, 마지막으로 5장은 본 연구의 결론과 향후 연구과제에 대하여 기술한다.

### 2. 네트워크 관리의 문제점과 액티브 네트워크

#### 2.1 기존 네트워크 관리의 문제점

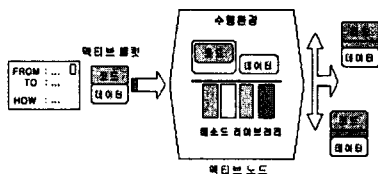
기존의 네트워크 시스템은 중간노드인 스위치와 라우터들이 수직적으로 통합되어 있다. 따라서 제어 소프트웨어와 통신 하드웨어 사이에 분리가 어렵고, 시스템 관리자가 스위치나 라우터들의 제어 환경이나 상태를 확인하기 위해 직접 접근할 수 없어 새로운 네트워크 서비스의 적용을 어렵게 한다. 또한 네트워크 관리 서버와 대상 매체(Agent)간의 관리 메시지들은 관리 서버로 집중화되어, 네트워크 병

목현상이 발생할 수 있다. 또한 중단 간 전송 방식에서는 네트워크의 모니터링과 다양한 관리 서비스 개발에 한계를 가져온다. 이런 기존 네트워크 관리 시스템의 한계점을 액티브 네트워크 개념을 적용하여 해결 하고자 한다.

## 2.2 액티브 네트워크의 특징

액티브 네트워크는 네트워크의 중간노드들이 단지 패킷의 헤더만 처리하는 것이 아닌 패킷에 데이터와 특정 실행 프로그램 코드를 함께 넣어 패킷을 생성하여 전송하고, 네트워크내의 중간노드인 스위치나 라우터는 이 패킷에 들어 있는 프로그램 코드를 처리 할 수 있는 실행 환경을 가진 네트워크를 말한다.

액티브 네트워크 구조(그림1)는 기존의 네트워크에서 패킷에 해당하는 캡슐(액티브 패킷: Active Packet)과 이를 수행할 수 있는 중간노드의 수행환경(Execution Environment)으로 이루어져 있다. 기존의 패킷과 달리 액티브 패킷은 실제 수행될 수 있는 프로그램 코드와 데이터로 구성되어 있다. 액티브 네트워크에서 라우터나 스위치와 같은 중간노드인 액티브 노드는 액티브 패킷내에 존재하는 코드를 읽고 수행(Execute), 처리(Process) 할 수 있는 실행되는 환경을 제공한다.



(그림 1) 액티브 네트워크의 구조

## 3. 새로운 네트워크 관리 시스템의 설계

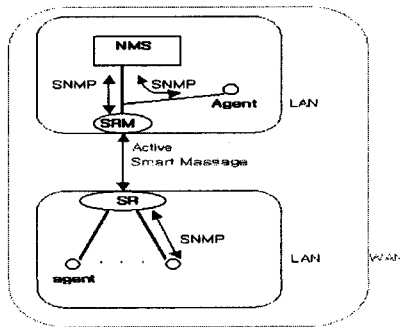
### 3.1 시스템의 기본 구조

본 논문에서 제안하는 시스템의 개괄적인 구조는 그림2와 같다. 액티브 네트워크 기술을 네트워크 관리에 적용하기 위해서 특정 프로그램을 삽입한 Smart Router를 설계하고, 이를 위해 관리 정보를 패턴화 하였다. 네트워크 내에서 Smart Router는 자신이 속한 네트워크의 관리 대상(Agent)들을 관리하고, 이 Smart Router들은 Smart Router Manager(SRM)이 관리하게 된다.

Smart Router는 에이전트들과는 SNMP를 통해 관리 정보를 전송하며, Smart Router Manager와 Smart Router간에는 Active Smart Message(ASM)을 통해 패턴화 된 관리 정보와 에이전트들의 관리 정보들을 주고받는다. 패턴화 된 관리 정보는 불필요한 관리 정보의 전달을 막을 수 있고, 네트워크

관리 서버로 집중되는 병목 현상을 피할 수 있게 된다.

이 네트워크 관리 시스템은 Smart Router에서 사용하는 프로그램을 기존의 라우터에 삽입하여 기존의 네트워크 환경에도 액티브 네트워크 관리 시스템을 적용할 수 있게 한다.



(그림 2) Smart Router를 이용한 액티브 네트워크 관리 구조

### 3.1.1 Active Smart Message

Smart Router와 Smart Router Manager 간에는 Active Smart Message(ASM)을 주고 받는다. ASM은 액티브 네트워크 캡슐화 프로토콜(Active Network Encapsulation Protocol : ANEP)을 토대로 설계되었으며 형식은 그림3과 같다.

0 16 16 31

IP 헤더	
ANEP 헤더	
패턴id	Flag (요청   응답   패턴정보)
Payload (Agent IP, SNMP 요청   SNMP 응답   패턴정보   null)	

(그림 3) Active Smart Message 형식

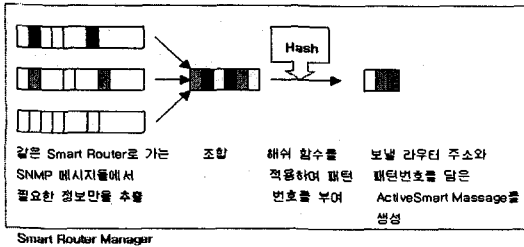
- Ⓐ IP 헤더: ASM을 보낸 SRM의 주소와 받을 SR의 주소를 가지고 있음
- Ⓑ ANEP 헤더: 액티브 네트워크 환경과의 상호운용성을 고려
- Ⓒ 패턴id: 패턴을 구분하는 유일한 숫자
- Ⓓ Flag: ASM의 메시지종류를 알려주는 플래그로, SRM이나 SR이 ASM을 분류할 때 빠르게 처리할 수 있도록 한다. 메시지의 종류에는 관리 정보의 요청, 응답 메시지, 새로운 패턴의 정보의 세 가지가 있다.
- Ⓔ Payload: 에이전트의 주소와 해당 값의 쌍으로 이루어져 있다. ASM의 내용에 해당하는 부분으로 SNMP 정보를 요청/응답, 새로운 패턴에 대한 내용 등이 있으며 패턴id만을 알리는 ASM인 경우에는 이 필드에 null값이 들어간다.

### 3.2 관리 정보의 패턴화

#### 3.2.1 기본 개념

네트워크 관리 서버로부터 관리 대상으로 전달되는 SNMP 메시지에서 송수신자의 주소, SNMP 요청 메시지 정보와 같은 네트워크 관리에 필요한 정보만을 추출하여 조합하고, 해쉬 함수를 적용하여 패턴id를 부여한다. 이런 패턴화 된 관리 정보를 이용하면 네트워크 관리 서버와 관리 대상 간에 주고받는 데이터의 크기가 줄어 네트워크 트래픽의 감소 효과를 가져올 수 있다.

이를 도식으로 그려보면 그림4와 같다.



(그림 4) 간단한 패턴화 도식도

SRM에서는 UDP/SNMP만을 처리하면 되므로 패킷에서 통신에 필요한 최소한의 정보만을 추출하면 된다. 추출된 정보를 저장하기 위한 다음과 같은 자료구조(그림5)의 정의가 필요하다.

```

typedef struct SNMP_PACKET
{
    char TimeStamp[16]; // 현재 시간을 기록하기 위해 사용
    unsigned char MACSource[6];
    unsigned char MACTarget[6];
    unsigned char FrameType[2];
    unsigned char Protocol[1];
    unsigned char IPSource[4];
    unsigned char IPTarget[4];
    unsigned char PortSource[2];
    unsigned char PortTarget[2];
    unsigned char PacketData[MAXLENGTH]; // 패킷 데이터 저장공간
    unsigned char PacketLength; // 패킷 데이터의 길이
    unsigned char PacketHash[32]; // 패킷 데이터의 해시
    unsigned char RequestID[4]; // request id
} *P_SNMP_PACKET, SNMP_PACKET;
    
```

(그림 5) SNMP 패킷 자료구조

필요한 정보만을 추출한 패킷(그림6)에는 구현이 쉽고 널리 사용되는 MD5 hash를 적용하여 Packet id를 얻는다. Packet id는 자료구조상에 저장될 때 구분되는 인덱스 번호가 된다.

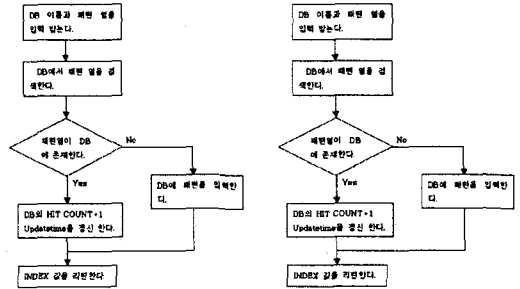
```

MAC source address: 00:AD:C9:8C:2D:37
MAC dest address: 00:00:F0:69:40:F0
Frame type: IP
Protocol: UDP->SNMP
Source IP address: 210.118.74.119
Dest IP address: 210.118.74.9
Source port: 4263
Destination port: 161
    
```

(그림 6) SNMP 패킷 중 통신에 필요한 부분

### 3.2.2 패턴의 검색과 추가 및 삭제

분석된 패킷들이 차례로 저장되면 패턴을 적용할 패킷의 단위를 최소 5개로 정하고 5바이트씩 읽어가면서 Hit를 적용한다. PATTERN\_DB에서 패턴을 검색, 추가 그리고 삭제하는 함수는 다음 그림7, 그림8과 같이 정의한다.

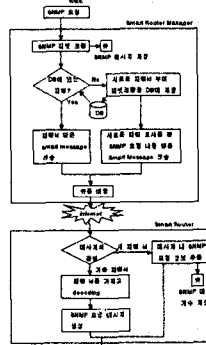


(그림 7) 패턴을 검색 및 추가하는 흐름도

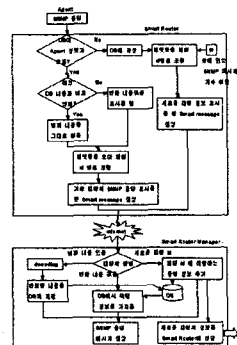
(그림 8) 패턴을 삭제하는 흐름도

### 3.3 관리 시스템의 동작 흐름

Smart Router와 패턴 매칭 기술을 이용한 네트워크 관리 시스템은 서버의 관리 정보 요청과 관리 대상의 관리 정보 전달의 두 가지(그림9, 그림10) 경우에 대한 동작 흐름을 가진다.



(그림 9) NMS->Agent 로의 동작 흐름도



(그림 10) Agent->NMS 동작 흐름도

## 4. 시스템의 평가

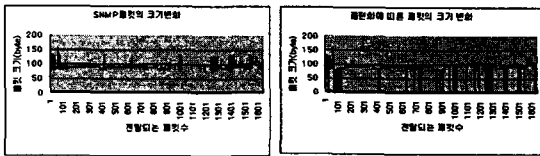
### 4.1 실험 환경

기존의 네트워크 관리 서버에서 다른 네트워크의 에이전트들을 관리 하는 경우, 기존의 SNMP 메시지들을 보낼 경우와 SRM을 적용하여 SNMP 메시지를 패턴화 시킬 경우에 네트워크 트래픽에 미치는 영향을 비교하였다. 하루(24시간) 총 1640여 개의 캡처된 SNMP 요청 패킷 중 연속된 패킷 5

개를 패턴화의 최소 단위로 정하였다.

#### 4.2 SNMP패킷과 패턴화된 ASM패킷의 크기 비교

기존의 네트워크 관리 시스템에서 쓰이는 SNMP 요청 패킷은 아래 그림11의 왼쪽과 같이 어느 일정한 범위의 크기를 가지고 NMS에서 SRM으로 전달된다. 패턴화가 적용될 경우에 SRM의 DB에 존재하는 패턴일 경우에는 여러 개의 패킷이 하나의 패턴id를 가지고 ASM으로 만들어 지므로 패킷의 크기가 거의 0과 같게 되는 그림9의 오른쪽과 같은 결과를 가진다.

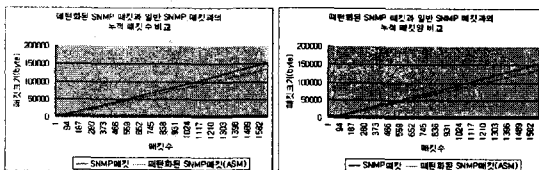


(그림 11) SNMP패킷과 패턴화된 패킷의 크기 변화 비교

#### 4.2 전체 누적된 패킷의 크기 비교

전체 네트워크 트래픽에 영향을 주는 누적 패킷의 양과 수를 비교해보면 다음(그림12)과 같다.

일반적인 SNMP 패킷의 양은 시간의 흐름에 패킷이 전송될수록 비례하여 증가한다. 그에 비해 패턴화된 ASM은 전송되는 패킷이 많아질수록 SNMP 패킷의 그래프 보다 그 양이 적어지는 결과를 보여준다. (일반적인 SNMP패킷 양의 증가그래프보다 ASM 패킷 양의 증가 그래프가 아래쪽에 위치한다.) 모두 1640여개의 패킷을 놓고 볼 때, 36번의 패턴 매칭이 있었고 ASM이 10%의 누적 패킷수 감소 효과와 11.5%의 누적 패킷 양 감소 효과를 가져왔다.



(그림 12) 누적된 패킷수와 양의 비교

#### 4.3 기대효과

액티브 라우터를 적용한 네트워크 관리 기법은 기존의 네트워크 관리 시스템에 비해서 분리 방식의 구현, 기존 시스템의 지원, 네트워크 관리의 분산화, 트래픽의 감소, 관리 시스템의 확장성, 보안, 서비스 추가의 용이와 같은 특징을 가진다.

#### 5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서 제시한 Smart Router를 이용한 네트워크 시스템은 기존 네트워크 환경의 중앙 집중적인 관리 시스템의 문제점을 해결하고 보다 효율적인 관리를 위해 차세대 인터넷 기술인 액티브 네트워크 기술을 적용한 네트워크 관리 시스템으로 관리 정보의 패턴화와 패턴화 된 정보를 처리하고 에이전트들을 관리하는 기능을 가진 스마트 라우터 개념을 제안하였다.

스마트 라우터 개념을 이용하면 스마트 라우터가 자신이 속한 LAN 환경의 에이전트들을 관리하고 중앙 서버에서 요청된 관리 정보만을 네트워크 관리 서버(NMS)에 전달함으로써 네트워크 관리의 분산화가 가능하다. 그리고 스마트 라우터를 이용한 LAN 단위의 관리를 통해 증가하는 네트워크의 크기에 따른 관리 시스템의 동적인 확장이 가능하다. 또한 라우터에 스마트 라우터의 기능을 프로그램해주면 기존의 네트워크 환경에서도 적용이 가능하기 때문에 기존의 중앙 집중형 네트워크 관리 모델을 대체하거나 보완할 수 있는 새로운 모델로서 주목할 가치가 있다고 하겠다.

본 논문의 향후 과제로는 제안된 스마트 라우터의 기능을 사용자가 쉽게 추가, 수정이 가능하도록 편리한 사용자 환경을 개발하는 것과, 많은 패킷을 빠르고 정확하게 처리하는 부분을 연구하는 것이다.

또한 액티브 네트워크 기술의 발전에 따른 관리 대상의 확장성에 따른 실시간 적이고 유기적인 관리와 보안에 대한 부분이 연구되어야 할 것이다.

#### 6. 참고문헌

- [1] David L. Tennenhouse, Jonathan M. Smith, and W. David Sincoskie, David J. Wetherall, Gray J. Minden, "A Survey of Active Network Research" IEEE Communications Magazine, Vol 35, No. 1, p80-86, Jan. 1997
- [2] Xu Bin, Qian Depei, Lu Yueming, Wang Lei, "An Active Network-Based Network Management Framework", Xi'an Jiaotong University, ICCT2000, 2000
- [3] 박준철, "액티브 네트워크 응용의 검증", 정보과학회논문지, 정보통신 제29권 제5호, Oct 2002
- [4] 이병기, 조국현, "액티브 네트워크 기술을 이용한 새로운 망관리 기법", 정보과학회논문지, 정보통신 제28권 제1호, Mar 2001