

# 액티브 네트워크 관리를 위한 SNMP 확장에 관한 연구

윤인숙\*, 김현주\*, 남택용\*, 정태명\*\*

\*성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부, 한국전자통신연구원

e-mail : {isyun, hjkim}@rtlab.skku.ac.kr,

tynam@etri.re.kr , tmchung@ece.skku.ac.kr

## The Extension of SNMP for Active Network Management

In-Suk Youn\*, Hyun-Joo Kim\*, Taek-Yong Nam\*, Tai-Myoung Chung\*\*

\*Real-Time Systems lab, Sungkyunkwan University,

Active Security Technology Research Team, ETRI

### 요 약

액티브 네트워크는 기존의 패킷 교환 네트워크와 달리 네트워크 중간 노드에서 사용자의 요구나 서비스 특성에 따라 패킷을 처리할 수 있는 차세대 네트워크 구조이다. 기존의 네트워크 문제점을 개선하고 네트워크에 지능을 부여한다는 측면에서 새로운 접근 방식이지만 아직 해결해야 할 많은 논의를 가지고 있다. 본 논문은 액티브 네트워크와 기존의 네트워크 공존문제를 해결, 관리하기 위한 SNMP 확장에 관한 모델을 제시하고, SNMP 기반의 네트워크와 비교 분석하기로 한다.

### 1. 서론

오늘날의 컴퓨팅 환경이 다양한 종류의 장비와 시스템으로 구성되고 그 규모가 점점 커질 뿐만 아니라 분산된 환경으로 바뀌어감에 따라 네트워크 관리의 중요성이 강조되고 있다.

기존의 패킷 교환 네트워크의 기능은 연결된 노드 간의 고속의 패킷 전달이며, 중단 노드에서 흐름제어나 에러처리와 같은 복잡한 패킷의 처리를 담당해왔다. 그러나 이러한 컴퓨팅 네트워크는 기술적인 측면에서 발전 속도가 매우 느리며, 신기술이나 표준들을 통합하는데 매우 많은 시간과 비용이 들고 있으며, 현 네트워크 구조에 새로운 서비스 추가의 어려움을 가지고 있다[1].

기존의 네트워크 구조가 가지고 있는 문제점을 해결하고 표준 프로토콜의 적용기간을 줄이고 다양한 서비스요구를 충족 시키기 위해 액티브 네트워크 개념이 등장하게 되었다.

액티브 네트워크(Active Network)란 네트워크를 구성하는 라우터나 스위치와 같은 중간노드가 전달 받은 패킷에 대해 필요한 컴퓨팅이나 프로그램을 수행하고

처리할 수 있는 새로운 네트워크 구조에 관한 접근 방법을 말한다.

본 논문에서는 액티브 네트워크 관리를 위해 현재 가장 많이 사용되고 있는 TCP/IP 네트워크 관리의 표준인 SNMP에 대한 확장 모델을 제시하고 구현 및 실험을 통하여 네트워크 관리의 효율성을 살펴보도록 한다. 2 장에서는 액티브 네트워크의 관리 구조에 대한 간략한 고찰을 하고, 3 장에서는 액티브 네트워크 관리를 위한 SNMP 확장 모델, 동작원리를 기술하고, 4 장에서는 일반 SNMP 기반의 네트워크와 비교하여 그 장점 및 특성을 살펴보도록 한다. 마지막으로 결론 및 향후 연구방향에 대해 논의하도록 하겠다.

### 2. 액티브 네트워크 구조

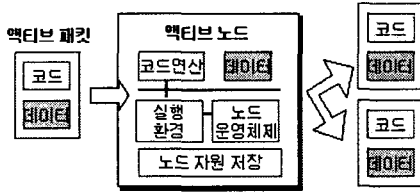
액티브 네트워크는 네트워크 노드가 사용자에게 프로그래밍 가능한 인터페이스를 제공함으로써 자원, 메커니즘, 정책을 드러내고 새로운 서비스를 구상하거나 개량하는 것을 제공한다[2].

액티브 네트워크 노드의 기능은 실행환경과 노드 운영체제로 나뉜다. 실행환경은 네트워크 API를 구현

하는데 이용되는 반면, 노드 운영체제는 실행환경에 의해 지역 노드 자원에서의 접근을 관리 한다.

액티브 패킷은 실행 가능한 코드와 사용자 데이터로 구성되어 있다. ANEP(Active Network Encapsulation Protocol)내의 타입 식별자 필드를 통해 ANEP 헤더를 가지고 있는 패킷은 적절한 실행환경으로 경로 설정되어 노드운영체제의 관리 하에 요청된 서비스나 동작을 수행하게 된다.

액티브 네트워크는 (그림 1)에서와 같이 기존의 저장-전송의 네트워크 개념에서 저장-연산-전송이라는 개념으로 표현할 수 있다.



(그림 1) 액티브 네트워크 구조

### 3. 액티브 네트워크 관리를 위한 SNMP 확장 모델

SNMP(Simple Network Management Protocol)는 TCP/IP를 기반으로 하는 네트워크를 관리하기 위해 관리 데이터 베이스 구조에 대한 사양, 자료 객체, 시스템을 제공하는 네트워크 관리 표준을 의미한다. 효과적인 액티브 네트워크 관리를 위해서는 SNMP의 기능 확장을 통해 기존의 SNMP 장점들을 수용하면서 성능향상을 시도 하는 방향이 되어야 한다.

본 논문은 액티브 네트워크와 기존의 네트워크 공존문제를 해결, 관리하기 위해 SNMP 확장에 관한 다음과 같은 모델을 제시하도록 한다.

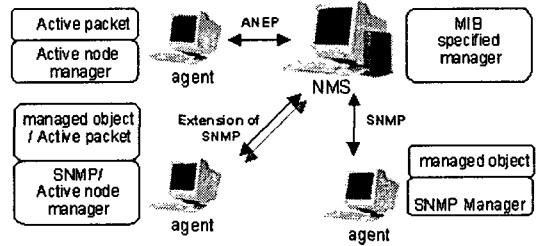
#### 3.1 배경

현재 대부분의 네트워크 장비 제조 업체들이 지원하는 SNMP 프로토콜의 PDU는 관리자와 에이전트 사이에 SNMP 메시지 형태로 교환된다. SNMP 프로토콜은 네트워크 구성요소에 관한 관리 정보가 논리적으로 원격지 사용자들에 의해 조사되거나 변경될 수 있게 지원하므로 폴링을 통한 통신량의 증가를 가져왔다. 따라서 폴링을 위한 요구 횟수가 많아져 정보 전송시간이 지연되고, 세그먼트단위의 트래픽 분석을 제공하지 않아 효율적인 네트워크 관리의 어려움이 존재했다. 그러나 SNMP가 가지는 여러 가지 기능을 액티브 네트워크에서 실행된다면 현재의 SNMP보다 훨씬 강력한 기능을 제공할 수 있을 것이다.

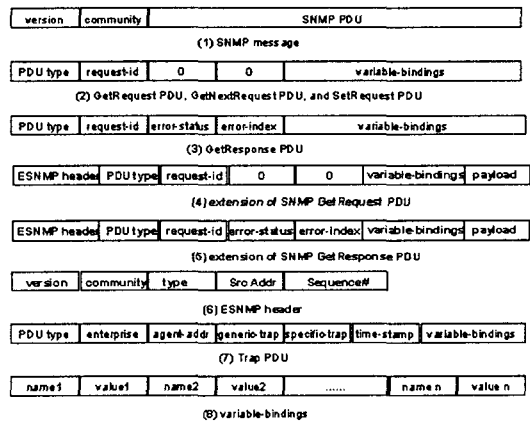
#### 3.2 SNMP 확장 모델

액티브 네트워크 관리를 위한 전체적인 SNMP 확장 모델은 (그림 2)와 같다. 액티브 네트워크 노드에 프로그램을 할 수 있는 능력은 self-configuring, self-diagnosing, self-healing network을 생성할 수 있다는 것

이다[3]. 이런 동작을 위한 확장 SNMP 프로토콜은 노드 속성을 갱신하고 NMS의 모니터링 엔티티에 상태를 알리는 기능을 수행한다. 즉 액티브 노드 기반의 에이전트들은 자기 자신들에 대한 모니터링 책임 정도를 추정할 수 있으므로 확장 SNMP 프로토콜은 폴링을 통한 네트워크 부하정도를 줄일 수 있고 구성요소를 관리하고 정책을 갱신하는 유연성을 제공할 수 있게 된다.



(a)



(b)

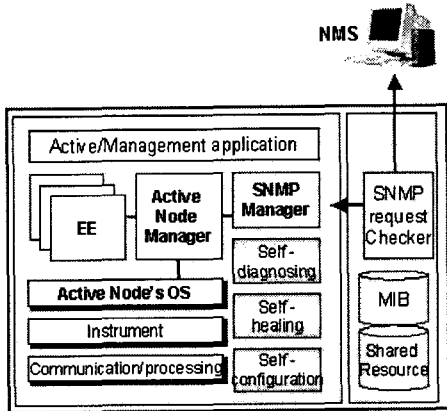
(그림 2) SNMP 확장모델

확장된 SNMP GetRequest 동작은 (그림 2)의 (b)에서 보는 바와 같이 최대 단위적이다. 즉 검색되어진 값들은 모두 제공한다. 만약 응답을 하는 객체가 수신되는 variable bindings에 열거된 변수의 값을 제공할 수 있다면, GetResponse PDU는 각 변수에 적용되는 값과 더불어 variable bindings 필드를 포함한다. 확장된 SNMP의 GetRequest 동작을 사용함에 있어서 한 메시지 내에 많은 오브젝트를 담아 보내 네트워크의 관리를 용이하게 하고, 변수의 필드값을 제공할 수 없는 예외가 발생할 경우 액티브 노드에서 자체적으로 진단하여 치유하도록 한다.

ESNMP(Extension of SNMP)헤더의 영향으로 액티브 노드는 패킷의 특성에 맞는 실행환경을 구축하여 예외가 발생한 변수의 필드 값을 감지, 진단하지 못할 경우 NMS로 error-status와 error-index을 포함한 GetResponse PDU를 반환함으로써 네트워크의 폴링을 위한 요구 횟수를 줄인다.

### 3.3 동작 원리

제안되는 액티브 네트워크 관리를 위한 세부적인 SNMP 확장 모델은 액티브/관리 어플리케이션, 노드 실행 환경, 노드 운영체제(OS), 액티브 노드 관리자(Active Node Manager), SNMP 관리자, SNMP request checker, Self-configuration/diagnosing/healing 모듈, instrument, 하부 HW/SW 통신/연산 모듈로 이루어져 있으며 이는 (그림 3)과 같다.



(그림 3) 세부적인 SNMP 확장모델

- ① EE(Execute Environment)  
기존의 패킷 구조와는 달리 코드와 사용자 데이터를 실행하고 처리해야 하므로 (그림 3)에서 명시된 바와 같이 다중 실행환경이 단일 액티브 노드에 존재하도록 한다.
- ② Active Node's OS  
노드 운영체제는 다중 실행 환경을 지원하고 모든 액티브 노드에 공통된 기능성을 제공한다. 공통 기능이란 패킷 스케줄링, 자원 관리, 패킷 분류 등과 같은 서비스를 제공함을 말한다.
- ③ Active Node Manager  
액티브 노드를 구성, 모니터링, 분석, 관리하기 위한 소프트웨어로 구성되어있다. 노드 관리자는 성능 데이터, 구성 함수, 운영상 문제점에 접근하기위해 액티브 노드 운영체제를 경유하여 instrument 와 상호 작용 하게한다.
- ④ SNMP Manager  
액티브/관리 어플리케이션쪽에서 SNMP 관리자를 통해서 기존의 SNMP 명령을 그대로 사용할 수 있으면서 확장된 SNMP 의 기능을 수행할 수 있다.
- ⑤ SNMP request checker  
기존의 일반적인 SNMP 메시지를 처리하는 기능을 담당하며, 패킷의 프로그램을 수행하지 않고 바로 전달하기 때문에 성능향상을 도모한다.
- ⑥ Self-configuration/diagnosing/healing  
노드 자체에서 구성 요소간의 연결 상태나 변화를 보고하고 패킷 전송이나 실행 시 에러를 감지, 진단하여 치유하는 기능을 제공한다.

- ⑦ Instrument  
다양한 노드 컴포넌트에서 제공하는 관리 정보와 이벤트에 접근하기 위한 instrument 어댑터를 제공한다.
- ⑧ Communication/processing  
하부 HW/SW 통신/연산 모듈로 높은 local access 를 가능하게 하며, 시스템 독립적인 응용 플랫폼과 하드웨어 및 소프트웨어 플랫폼을 지원한다.

확장 SNMP 모델은 NMS(Network Management System) 으로부터 SNMP 메시지를 전달 받게 되고, 수신한 메시지가 액티브 패킷인지 일반 패킷인지 판별하기 위해 SNMP request checker 로 전달한다. SNMP request checker 는 수신된 패킷을 분석하여 일반 패킷일 경우 SNMP manager 로 전달하여 처리하도록 하고, 액티브 패킷일 경우 Active node manager 로 전달하여 액티브 패킷의 코드 부분과 사용자 데이터를 실행한다. 코드 실행 시 필요한 노드 공유 자원은 노드 운영체제의 관리 하에 MIB 에 접근하도록 한다. 수신된 패킷의 처리과정에서 variable bindings 필드 값을 모두 제공할 수 없을 경우, 패킷은 액티브 노드 관리자에 통해 자체적으로 진단하고 치유하는 모듈로 전송되어 수행 되도록 한다. 이처럼 SNMP request checker 를 통한 패킷의 분류와 등급화로 노드에서 나타나는 병목현상을 해결하고, 각 프로세서들에게 프로세싱들을 분산 시킴으로써 확장성을 고려하고 있다.

액티브 네트워크가 기존의 네트워크와 공존하기 위해서 액티브 노드는 기존 응용들에 대한 인터페이스를 제공하고 정책들을 수용할 수 있어야 한다. 그러기 위해 액티브/관리 어플리케이션은 SNMP 관리자와 액티브 노드 관리자에 메시지들을 전달하여 네트워크의 모든 필요한 정보를 수집하고 보고하도록 한다. SNMP 관리자와 액티브 노드 관리자는 노드의 운영체제를 통해 관리 정보와 자원의 상태를 반영하는 MIB 의 오브젝트 값을 읽음으로써 노드의 자원을 감시하고 그러한 값들을 변경함으로써 노드의 자원을 조절할 수 있다.

### 4. SNMP 확장 모델 특징 분석

액티브 네트워크관리를 위한 확장 SNMP 은 기존 패킷 교환 네트워크가 가지는 수동성과 비효율적인 운용방식을 벗어나 노드에서 시스템이나 사용자가 요구하는 다양한 서비스를 신속하고 정확하게 제공하도록 한다. 액티브 노드에서 패킷 전달 뿐만 아니라 컴퓨팅이나 프로세싱을 통하여 폴링으로 인한 통신량의 증가를 막고 패킷을 자체적으로 감지하고 치유하여 네트워크 관리를 용이 하게한다.

기존의 SNMP 에이전트는 기능이 제한되어 NMS 가 담당해야 할 부분이 많았지만 액티브 노드에 기반한 확장 SNMP 에이전트는 MIB 에 트래픽과 자원을 축적함으로써 네트워크를 진단하고 보고할 수 있다. 즉 MIB 을 기반으로 하여 수시로 정보를 수집하고, NMS 가 요구하는 데이터를 적절한 시기에 보내어 분

산된 네트워크 관리 전략을 지원한다. 네트워크 서비스 제공자의 관점에서 새로운 네트워크 서비스를 개발하여 배치 하는데 드는 시간을 줄일 수 있으며, 네트워크 노드의 행동 변경도 가능하기 때문에 새로운 서비스의 빠른 적용이 가능하다. 그리고 확장된 SNMP 메시지를 통하여 일반 네트워크의 서비스를 중단하지 않고 실제적인 규모의 플랫폼도 제공한다.

### 5. 결론 및 향후 연구 방향

네트워크 관리는 짧은 기간 동안에 현재 수준의 복잡도를 처리해야 하고, 긴 기간 동안에는 더욱 복잡한 환경에서도 수행이 가능해야 한다. 따라서 현재의 긴급한 요구를 처리해야 한다는 정책과 OSI 에 기반 한 환경에서도 수행이 가능하도록 해야 한다는 정책이 요구되었지만 이런 정책은 수용되지 못했다.

액티브 네트워크는 프로그래밍 언어, 운영체제, 분산 컴퓨팅 그리고 네트워크 기술들의 통합과 확장이며, 이들의 동적인 연동을 통해 기존의 네트워크가 가지고 있는 많은 문제점들을 해결할 수 있다.

본 논문에서는 효율적인 액티브 네트워크 관리와 이질적인 네트워크 환경에서의 상호 운용성 (interoperability)을 위한 SNMP 확장 모델을 제시하고 그 동작원리에 대해 기술하였다. 또한 기존의 SNMP 기반의 네트워크와 비교하여 장점 및 특성을 살펴보았다. 그러나 아직은 국제적으로 기술 제안단계에 머물러있고, 기존의 네트워크와의 공존이나 서로 다른 액티브 네트워크간의 연동문제 등 실현하는데 많은 기술적 사항들을 해결해야 한다. 그리고 확장 SNMP를 바탕으로 액티브 네트워크 관리를 자동화 하는 부분이나 효율적인 유지와 보안이 가능한 모델에 관한 연구도 지속되어야 할 것이다.

### 참고문헌

- [1] D.Tennenhouse, J.Smith, W.Sincoskie, D.Wetherall, and G.Miden, "A Survey of Active Network Research", IEEE Communication Magazine.
- [2] Kenneth L Calvert, Samrat Bhattacharjee, Ellen Zegura, James Sterbenz "Direction in Active Networks"
- [3] Amit B. Kulkarni and Gary J. Minden, "Active networking Services for Wired/Wireless Networks"
- [4] J.Case, M. Fedor, M. Schoffstall, "Simple Network Management(SNMP)", RFC 1157
- [5] W.Sincoskie, U.Legedza and J.Cuttag, "Introducing New Internet Services : Why and How"
- [6] D.S. Alexander, B. Braden, C.A Gunter, A.W. Jackson, A.D. Keromytis, G.J. Minden and D. Wetherall, "Active network Encapsulation Protocol(ANEP), " URL available at <http://www.cis.upenn.edu/~switchware/ANEP/docs/ANEP.txt>, July 1977
- [7] William Stallings, SNMP, SNMP v2, SNMP v3, and RMON 1 and 2 - 3rd ed., Addison Wesley, 1999.
- [8] Wang Changkun "Policy-based Network Management"
- [9] D. S. Kim, T. M. Chung, "The extension of SNMP for Real-Time Network Management", The transactions of the korea information processing society, VOL.6, NO2, February 1999
- [10] Sang-Chul Shin, Seong-Jin Ahn, Jin-Wook Chung "The Design and Implementation of Parameter Extraction System for Analyzing Internet Using SNMP", The transactions of the korea information processing society, VOL.6, NO3, March 1999
- [11] Amila Fernando, Bob Kummerfeld, Alan Fekete, Michael Hitchens "A New Dynamic Architecture for an Active Network"
- [12] Konstantinos Psounis "Active Networks : Application, Security, Safety, and Architecture"