

SNMP 기반 NMS를 위한 효율적인 MIB 정보 수집 알고리즘*

최경준, 박준상, 김명섭
고려대학교 컴퓨터정보학과
e-mail:{mashow, runtoyou, tmskim}@korea.ac.kr

Efficient MIB Data Gathering Algorithm for SNMP based NMS

Kyung-Joon Choi, Jun-Sang Park and Myung-Sup Kim
Dept. of Computer Information Science, Korea University

요 약

네트워크 망 관리를 위해 사용되는 SNMP(Simple Network Management Protocol)는 다양한 네트워크 장비에 대해 표준화된 정보를 제공한다. 네트워크의 고속화, 대형화로 인해 관리를 위한 정보 수집 트래픽이 증가하고 정보 수집 시간 지연 문제가 발생한다. 본 논문에서는 기존의 SNMP를 이용한 정보 수집 방법의 문제점을 파악하여 네트워크 관리를 위한 트래픽량을 줄이고, Polling 소비 시간을 최소화 하는 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 관리 대상 시스템의 각 링크의 트래픽 변화 유무를 예측하여 불필요한 수집을 줄이는 방법이다. 관리 대상 시스템이 많고, 주기적으로 관리 정보를 수집하는 경우 제안한 알고리즘이 효율적으로 사용될 것으로 기대된다. Enterprise 네트워크 형태의 학교 Campus NMS에 적용하여 알고리즘의 타당성을 증명하였다.

Keywords : SNMP, MIB, Network Management

1. 서론

네트워크 사용량이 증가되면서 네트워크 망은 고속화 되고 대형화되고 있다. 이에 따라 다양한 네트워크 자원의 관리의 중요성은 커지고 있다. 이질적인 네트워크 자원을 효과적으로 관리하기 위한 정보 수집 방법으로 표준화된 프로토콜인 SNMP를 많이 사용하고 있다. SNMP Polling을 이용한 네트워크 관리 방법은 다양한 네트워크 자원으로부터 표준화된 네트워크 관리 데이터를 제공 받을 수 있기 때문에 효과적으로 정보 수집이 가능하다.[1] 하지만 NMS의 관리 범위가 넓어지고, 링크가 고속화됨에 따라 수집해야할 데이터의 양이 증가하게 되었다. 따라서 관리를 위한 네트워크 및 네트워크 장비의 부하가 증가하게 되고 이에 따라 데이터 수집 시간이 지연되는 문제점이 발생한다. 이러한 문제를 해결하고 효율적으로 SNMP MIB 데이터를 수집할 수 있는 방법에 대한 제시가 필요하다.[4,5,6]

본 논문에서는 SNMP가 제공하는 다양한 네트워크 관리 정보를 수집하기 위해 고려되어야 사항들에 대해 점검하고, 이를 바탕으로 효율적으로 네트워크 관리 정보를 수집 할 수 있는 방법을 제안한다. 이는 해당 링크의 트래픽 발생 유무를 선행 조사함으로써 불필요한 트래픽을 줄이고, 최적의 SMNP Polling 횟수를 결정하는 방법이다. 또한 제안한 알고리즘을 학교 Campus 네트워크를 대상으

로 구축된 NWM(Network Weather Map)[3]에 적용하여 기존의 방법과의 성능을 비교함으로써 그 타당성을 증명하였다.

본 논문은 다음과 같은 순서로 구성된다. 2장에서는 SNMP MIB 데이터를 수집하기 위해 고려되어야할 사항에 대해 기술한다. 3장에서는 효율적인 SNMP MIB 데이터 수집 알고리즘을 제시하고, 4장에서는 제안한 알고리즘의 타당성을 실험을 통해 증명한다. 5장에서는 결론 및 향후 연구에 대하여 기술한다.

2. 관련 연구

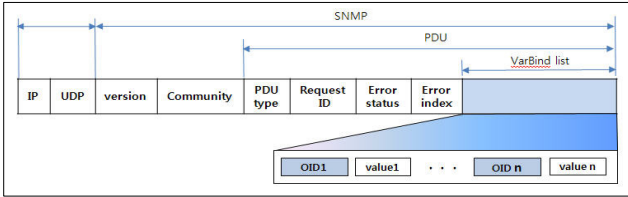
네트워크 관리자가 SNMP agent로부터 MIB 데이터를 수집하는 과정에서 중요하게 고려되는 요소로 수집 시간과 MIB 데이터의 정확성을 고려한다. 수집 시간이 길어질수록 MIB 데이터에 대한 신뢰성은 떨어진다. 여기서 신뢰성은 관리자가 요구한 시간에 agent가 가진 값과 관리자가 실제로 agent로부터 받은 데이터의 오차에 의해 결정된다. 따라서 네트워크 장비로부터 데이터를 최소의 시간에 수집 가능하도록 최적의 방법이 요구된다. 수집 시간은 네트워크 지연 시간과 SNMP agent의 처리 시간에 의해서 결정된다. 네트워크의 지연 시간은 하나의 SNMP 메시지로 수집 가능한 MIB의 개수를 최대화함으로써 줄일 수 있다.

네트워크 관리자가 agent의 각 링크로부터 다수의 MIB 정보를 필요로 하는 경우를 생각해 보자. 한 agent의

* 이 논문은 2007년 정부(교육인적자원부)의 지원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2007-331-D00387)

각 링크의 개수를 N_L 라고 정의하고, 관리자가 원하는 각 링크에 대한 MIB 정보의 개수를 N_{MIB} 라고 정의하면, agent 전체에서 원하는 MIB 정보의 개수는 $N_L \times N_{MIB}$ 개이다. 이 값이 한 메시지에 처리할 수 있는 MIB 정보의 개수를 넘는다면 여러 개의 메시지로 나누어 정보를 수집하게 된다.

네트워크 관리자는 데이터의 수집을 위해 get-request, get-next-request, getbulk-request의 메시지를 사용하여 필요한 데이터를 수집한다. 메시지의 형식은 그림 1과 같이 구성된다.[1]



(그림 1) SNMP Message

그림 1에서 보듯이 한 메시지(= PDU)에 여러 개의 MIB 정보를 oid에 매핑시킴으로써 agent로부터 정보를 요구하게 된다. 하나의 메시지에서 수집할 수 있는 최대 MIB의 개수는 VarBind list에 저장 가능한 oid size, value size에 의해 결정된다. 하지만 oid size, value size는 요구하는 MIB의 크기에 따라 유동적이기 때문에 하나의 Request 메시지를 통해 수집 가능한 MIB의 개수를 예측하기 어렵다. IF-MIB에 정의된 ifHCOutOctets MIB(oid size=11byte)을 통해 실험한 결과, 노후화된 장비(CISCO catalyst 4006의 경우)에서는 한 메시지에서 수집 가능한 MIB의 개수는 최대 70개 이상의 개수를 요구할 수 없다. 이는 SNMP는 UDP 방식의 데이터그램으로 메시지를 주고받고, 한 메시지가 1500 bytes 이상의 데이터를 전송할 수 없기 때문이다.

이처럼 하나의 메시지에 요구할 수 있는 MIB의 개수가 제한적이고 유동적이기 때문에 상대적으로 더 많은 MIB의 정보 개수는 여러 개의 메시지로 나누어 수집하게 된다. 따라서, 전체 메시지의 개수를 N_{pdu} 라 하고, 한 메시지에 매핑되는 MIB 개수를 N_{mpp} (MIB per packet) 라 하면, 전체 MIB의 정보에 대한 개수는 (식 1)과 같이 표현할 수 있다.

$$N_L \times N_{MIB} = N_{pdu} \times (N_{mpp} - 1) + r \quad (\text{식 1})$$

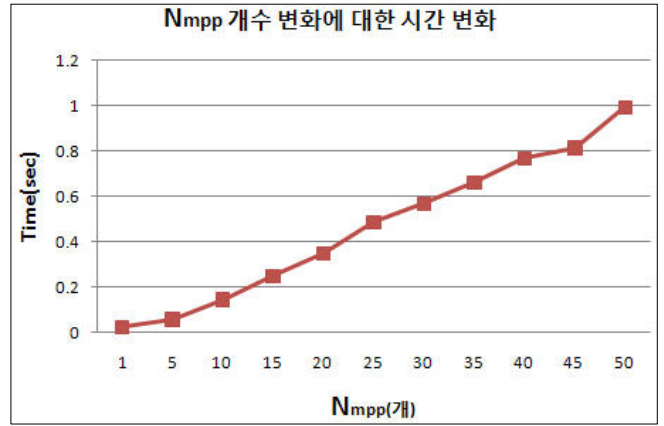
$$\approx N_{pdu} \times N_{mpp}$$

관리자 host와 agent와의 통신은 다수의 메시지를 agent로부터 요구하기 때문에 네트워크 지연시간을 고려하여 비동기 방식이 더 효율적이다. 하지만 SNMP agent의 처리 가능한 용량이 반드시 고려되어야 한다.

SNMP agent는 일정한 크기의 메시지큐에 요구 메시지를 저장 후 처리하기 때문에 너무 많은 메시지를 요구할 경우, 메시지큐에 오버플로우가 발생하게 되어 메시지

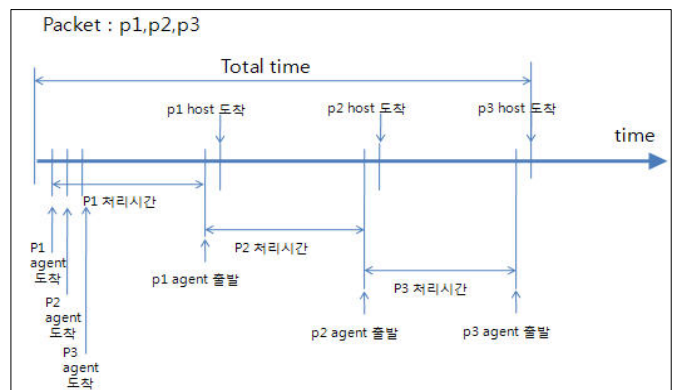
를 잃어버리거나 재전송이 필요하기 때문이다. 따라서 메시지에 요구할 수 있는 MIB의 개수와 SNMP agent 메시지큐의 처리용량 사이에 관계가 충분히 고려되어야 한다.

정보 수집 과정에서 소요되는 시간은 여러 가지 사항을 고려하지만, 크게 네트워크 지연 시간(T_{net})과 agent의 메시지 처리 시간($T_{process}$)으로 나누어 생각할 수 있다.



(그림 2) N_{mpp} 개수 변화에 대한 시간 변화량

그림 2는 manager와 agent 간의 메시지 한 개당 MIB 개수를 증가시켰을 때 시간의 변화를 나타낸 그래프이다. 메시지 한 개당 요구 MIB개수(= N_{mpp})와 시간은 서로 비례함을 알 수 있다. 관리자는 네트워크 지연 시간을 줄이기 위해 수집 가능한 최대의 MIB 개수를 한 메시지에 채우게 되고, 이로써 네트워크 지연 시간보다 agent의 메시지 처리 시간(T_p)이 충분히 더 커지게 된다. 그러므로 비동기 방식으로 통신하는 수집 프로그램에서 총 지연 시간은 그림 3과 같은 모습으로 시간이 소요된다.



(그림 3) 메시지의 시간 흐름도

전체 지연 시간을 T_{total} 이라 정의하고, agent가 한 개의 MIB 정보를 처리하는 시간을 일정하다고 가정하고 T_p 이라 정의하면, 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$T_{total} = T_{nt} + T_{process} \quad (\text{식 2})$$

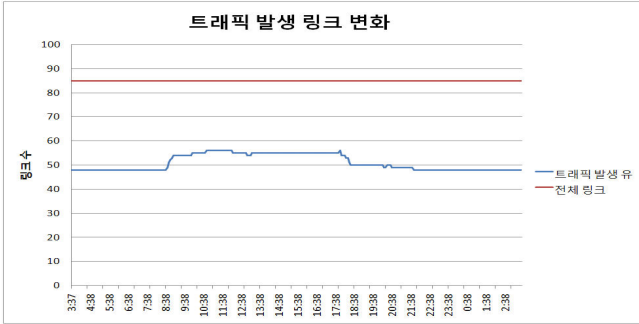
$$\approx T_{nt} + N_{pdu} \times N_{mpp} \times T_p$$

식 2 에 식 1을 대입하면,

$$T_{total} = T_{nt} + N_L \times N_{MIB} \times N_p \quad (\text{식 3})$$

과 같은 식을 얻을 수 있다.

식 3에 의해 N_L 의 개수를 감소시킴으로써 전체적인 지연 시간을 줄일 수 있는데 이것은 불필요한 링크에 대한 Polling을 제외하는 방법을 통해서 가능하다.



(그림 4) 수집되는 링크의 수

네트워크 망 관리 시스템에서는 장비와 관련된 다양한 정보를 원하지만, 가장 중요한 정보는 네트워크 트래픽 정보이다. 그림 4는 하루 동안 특정 스위치로부터 수집하는 링크의 개수와 실제 변화량이 있는 링크의 개수를 나타내는 그래프이다. 네트워크 장비 내 모든 링크들에서 네트워크 트래픽이 발생하지는 않는다. 관리자는 정확한 데이터의 수집을 위해서 NMS 도메인에 해당하는 모든 링크에 대해 SNMP MIB 데이터를 수집하지만, 실제 관리자에게 필요한 정보는 관리자가 요구한 시점에서 트래픽이 발생한 링크에 대한 정보이다. 하지만 트래픽이 발생하는 링크는 시간에 따라 유동적으로 변화한다. 따라서 MIB 데이터를 수집하기 전에 각 링크의 트래픽 유무를 확인한 후, 트래픽이 발생한 링크에 대해서 정보를 수집한다면 정보 수집을 위해 소비되는 트래픽을 줄일 수 있고, 각 네트워크 장비에 대한 MIB 데이터 수집 시간을 단축할 수 있다.

3. 효율적인 수집 알고리즘

본 장에서는 SNMP를 이용한 네트워크 관리 데이터를 수집하기 위한 효율적인 수집 알고리즘에 대해 설명한다.

표1은 제안한 알고리즘에 사용되는 수식을 정의한 것이다.

<표1> 수집 알고리즘에 사용되는 수식

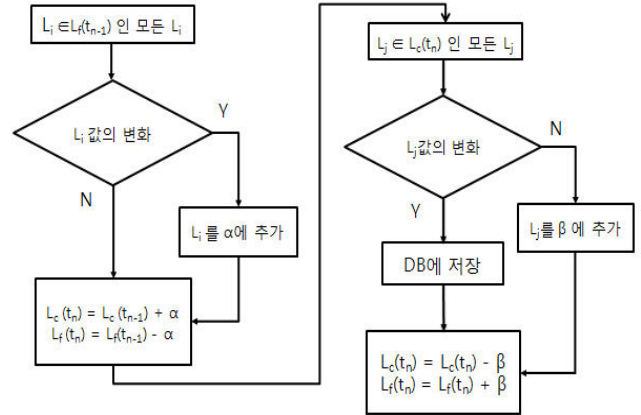
L_i	i 번째 해당하는 링크
L_f	트래픽이 없는 링크
L_c	트래픽이 존재하는 링크
$L(t_n)$	t_n 시간에서 조사하는 링크

선행하는 정보수집에서는 t_{n-1} 시점에서 $L_f(t_{n-1})$ 의 집합의 한 원소 L_i 에 대해서 트래픽 변화가 감지되면

$L_c(t_{n-1})$ 의 집합에 포함시킨다. 트래픽 변화량에 의한 링크의 집합이 α 만큼 생긴다면 실제 정보 수집을 할 $L_c(t_n)$ 은 $L_c(t_{n-1}) + \alpha$ 이다. ($L_c(t_n) = L_c(t_{n-1}) + \alpha$)

실제 정보 수집하고 데이터를 저장하는 t_n 시점에서는 $L_c(t_n)$ 집합에 대해서만 수집이 이루어진다. 이 과정에서 트래픽 변화량이 없는 링크(β)는 다시 $L_f(t_n)$ 집합에 속하게 된다. ($L_f(t_n) = L_f(t_n) + \beta$)

그림 5은 SNMP MIB 정보를 수집하기 위한 알고리즘의 흐름도를 나타낸 것이다.



(그림 5) 수집 알고리즘 흐름도

전체 링크의 정보를 수집하던 이전 알고리즘에 비해 트래픽이 존재하는 링크에 대해서 정보를 수집하기 때문에 메시지의 개수가 줄어들고, 그에 따라 수집 시간도 단축된다. 수집 시간의 단축은 수집된 MIB값의 신뢰성도 향상시킨다.

4. 실험 결과

본 장에서는 Enterprise 네트워크 토폴로지 형태로 구성된 학교 Campus 네트워크의 모니터링 시스템 NWM(Network Weather Map)[3]에 제안한 알고리즘을 적용하여 기존의 MIB 정보 수집 알고리즘과 비교함으로써 알고리즘의 타당성을 증명한다.

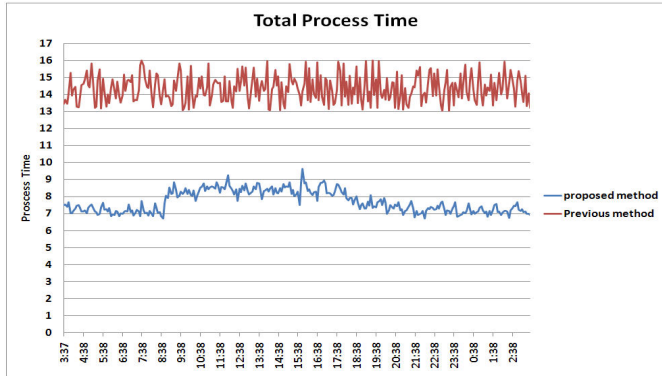
실험은 학교 네트워크를 구성하는 네트워크 장비의 모든 링크로부터 IF-MIB[2]에 정의된 표 2와 같은 MIB 정보를 SNMP V2c 프로토콜을 이용하여 5분 단위로 트래픽 정보를 수집하였다.

<표 2> 수집 대상 MIB

MIB2 Group	SNMP MIB object
IF-MIB	ifHCInOctets
	ifHCInUcastPkts
	ifHCInMulticastPkts
	ifHCInBroadcastPkts
	ifHCOutOctets
	ifHCOutUcastPkts
	ifHCOutMulticastPkts
	ifHCOutBroadcastPkts

지금 부터는 제안한 알고리즘의 성능 평가를 위해 85개의

링크 정보가 필요한 특정 스위치를 대상으로 실험한 결과를 기존의 방법과 비교하여 설명한다.



(그림 6) 정보 수집 시간

그림 6은 특정 스위치 장비로부터 MIB 데이터를 수집하기 위해 소비되는 시간을 기존의 알고리즘과 비교한 그래프이다. 기존의 방법은 85개의 모든 링크에 대해서 MIB정보를 수집하지만 제안한 알고리즘을 적용하여 48개~54개의 링크에 대해서만 수집이 이루어져 하루 평균 40% 이상의 링크에 대한 불필요한 Polling 횟수를 줄일 수 있었고, 기존의 방법에 비해 평균 6.16초 이상 수집 시간을 단축할 수 있었다.

85개의 링크에 대해 8개의 MIB 정보의 수집을 위해 소비되는 트래픽은 한번 수행에 Inbound(7160 bytes), OutBound (8590 bytes)의 트래픽이 발생한다. 이는 5분의 수집 주기를 고려한다면 Inbound(190.4 bps) 와 OutBound (229.0 bps)의 트래픽이 MIB 데이터 수집을 위한 소비 트래픽으로 발생한 것을 알 수 있다. 이는 100 Gbps 링크를 사용하는 현재 캠퍼스 네트워크의 Bandwidth를 고려한다면 미비한 수치로 네트워크에 영향을 미치지 않을 것으로 예상된다.

5. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 SNMP를 이용한 네트워크 관리 정보를 효율적으로 수집하는 알고리즘을 제안하였다. 수집하려고 하는 링크에 대해 트래픽 변화 유무를 예측함으로써 효율적인 수집이 가능하다. 제안한 알고리즘을 통해 불필요한 SNMP Polling 횟수를 줄일 수 있다. 따라서 네트워크 관리를 위한 소비 트래픽을 줄일 수 있고, 각 네트워크 장비에 관리 데이터 수집을 위해 소비되는 시간을 단축할 수 있었다. 본 알고리즘은 피 관리 시스템의 수가 증가하고, 조사해야할 링크의 수가 많아질수록 효율적인 방법으로 사용될 것으로 기대된다.

NMS에서 SNMP MIB 정보를 수집하기 위해 소비되는 트래픽 양이 네트워크에 영향을 미치지 않을 정도의 수치이지만, 트래픽의 발생 유무를 조사하는 과정에서 소비되는 트래픽이 발생한다. 이러한 트래픽을 효과적으로

줄일 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다. 또한 SNMP agent의 처리용량과 SNMP 메시지에 요구 가능한 MIB의 개수에 대한 관계를 고려하여 각 SNMP agent에 처리 능력에 최적화된 수집 방법에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

[1] William Stallings, "SNMP, SNMPv2, SNMPv3 and RMON 1 and 2, Third Edition," Addison-Wesley, ISBN:201485346, 1999.
 [2] CISCO, CISCO Enterprise MIB, www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/wanbu/8850px45/release3/snmp/axsm1.htm.
 [3] 김명섭, 김성윤, 박준상, 김재성, "Enterprise Network Weather Map 시스템의 설계 및 구현", Proc. of the Korean Network Operations and Management (KNOM) 2007, 제주대학교, Jeju, Korea, Apri. 26 - 27, 2007, pp.172-179.
 [4] 홍종준 " 그룹 폴링을 이용한 SNMP 성능 개선", 한국 컴퓨터정보학회 논문지 제5권 제4호, 2000.12,pp.120-125.
 [5] 김태수, 김동익, 김용석 "임베디드 시스템들을 위한 SNMP 기반의 저부하 시스템 모니터링", 전자공학회 논문지 제43권 CI편 제3호, 2006.05, pp.1-9.
 [6] 윤천권, 이찬민, 탁동길, 정일용 "저부하의 네트워크 트래픽을 갖는 효율적인 SNMP 설계", 한국통신학회 논문지 제28권 4B호, 2003.03, pp.361-368.