

효율적인 네트워크 관리를 위한 SNMP와 이동 에이전트의 성능 분석 및 평가

이 정 우, 정 진 하, 윤 완 오, 최 상 방
인하대학교 정보통신대학원
전화 : 032-860-7417 / 핸드폰 : 017-319-4068

Performance Analysis and Evaluation of SNMP and Mobile Agent for Efficient Network Management

Jung Woo Lee, Jin Ha Jung, Wan Oh Yun, Sang Bang Choi
The Graduate School of Information Technology & Telecommunications
Inha University
E-mail : nemesisq@chollian.net

Abstract

This paper presents analytical models of a centralized approach based on SNMP protocol, distributed approach based on mobile agent, and mixed model which is the existing mobile agent model in order to overcome large communication numbers of SNMP and accumulated data of mobile agent. And then, we compare and analyze these analytical models. Performance evaluation results show that performance of mobile agent and the mixed model is less sensitive to the network traffic and more profitable for complex network environment than that of SNMP.

I. 서론

네트워크 관리 시스템은 네트워크의 효율성과 생산성을 최대화하기 위해 복잡한 네트워크를 통제하는 시스템이다. 네트워크 관리에 사용된 기존의 방식은 중앙 집중형 방식으로 대표적인 프로토콜로 SNMP(Simple Network Management Protocol), CMIP(Common Management Information Protocol) 등이 있다. 이 중 SNMP는 TCP/IP를 RPC(Remote Procedure

Call)방식의 네트워크 관리 프로토콜로서 구조가 단순하며 구현도 용이해 현재 가장 널리 사용되는 프로토콜이다[1]. 그러나 이러한 중앙 집중형 네트워크 관리는 네트워크 관리자에게 관리 작업이 집중화되므로 관리자의 처리 부하와 네트워크 트래픽이 증가한다는 문제가 있다. 이러한 문제점을 보완하기 위해 최근 들어서는 네트워크 관리를 위해 이동 에이전트를 이용하고자 하는 시도가 많이 이루어진다.

본 논문에서는 중앙 집중형 방식인 SNMP 프로토콜과 분산 방식인 이동 에이전트뿐만 아니라 SNMP의 통신 횟수가 많다는 단점과 이동 에이전트의 경우 누적되는 데이터 양이 많아지면 노드간의 이주시 지연이 발생하는 단점을 극복하기 위해 제안된 혼합 모델을 양적으로 평가하기 위한 해석적 평가 모델을 작성한 후 분석 비교한다.

II. 네트워크 관리를 위한 패러다임

현재 대부분의 네트워크 관리 시스템들은 클라이언트-서버 모델을 기반으로 한 SNMP와 CMIP 프로토콜을 사용한다. 클라이언트-서버 방식은 관리자 노드에 트래픽과 처리 부하가 집중되는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해서 SNMP의 경우 메시지 획득을 위해 폴링 방법 대신에 매니저 노드에서 요구 메시지

없이 에이전트에서 트랩(Trap) 메시지를 사용한 이벤트 레포팅(Event Reporting)을 사용하거나 매니저 노드들의 계층적인 구성을 이용한 부하의 분산 방법을 사용하고 있다. 그러나 이들 제안들은 거대한 네트워크에 대처하기 위해 필요한 만족할 만한 분산화를 아직 제공하지 못하고 있다[2].

이동 에이전트는 관리 효율을 향상시키고 프로세싱과 제어를 분산화 할 수 있다. 네트워크 관리 측면에서 이동 에이전트의 활용은 비용의 감소, 비동기적인 프로세싱, 분산된 프로세싱, 유연성을 제공한다[3].

이동 에이전트는 지능을 이용해 정보를 여과할 수 있고 저장된 데이터를 다른 노드로 이동시킬 수 있다. 또한 전 태스크 수행으로부터 획득한 정보를 포함한 데이터와 상태를 관리 노드와 상관없이 다른 노드로 이주가 가능하며 실행을 중지시킬 수도 있다. 그림 1에서는 네트워크 관리에서 SNMP를 사용한 서버-클라이언트 수행 방식과 이동 에이전트의 수행 방식을 보여준다.

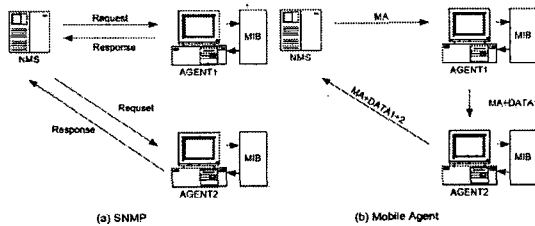


그림 1 SNMP와 이동 에이전트의 수행 방식

본 논문에서는 SNMP의 경우 통신 횟수가 많다는 단점과 이동 에이전트의 경우 누적되는 데이터 양이 많아지면 노드간을 이주하는데 지연이 발생하는 단점을 극복하기 위해 제안된 혼합 모델도 고려한다. 즉 이동 에이전트가 방문한 노드에서 수집한 데이터를 누적시켜 이동하는 것이 아니라 방문한 노드에서 직접 관리자 노드로 보내고 이동 에이전트는 다음 노드로 이동하는 것이다. 혼합 모델의 수행 방식은 그림 2에서 보여준다.

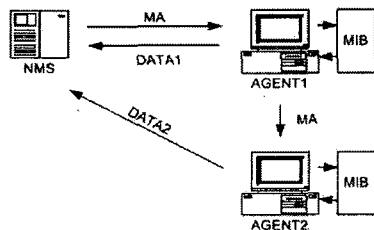


그림 2 혼합 모델의 수행 방식

네트워크 관리 시스템의 성능 척도로 각 수행 방식에 따른 전체 네트워크 응답 시간을 해석적 모델을 제시한 후 성능 평가해 본다.

III. 해석적 모델

네트워크 모델은 그림 3과 같이 이더넷 네트워크 환경으로 구성되어 있고 관리자 노드와 관리 노드들은 서로 다른 충돌 도메인에 있다고 본다.

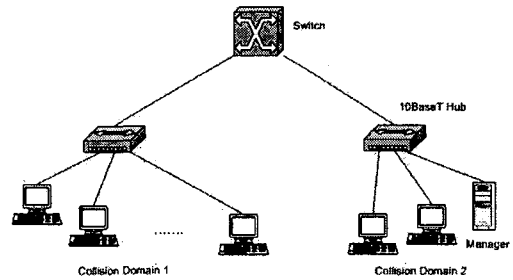


그림 3 성능 평가 네트워크 모델

이더넷의 전송 프로토콜로서 IEEE 802.3 표준에 규격화되어 있는 CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection)를 사용한다. 이더넷에 접속되어 있는 장치들은 어느 때라도 데이터를 전송할 수 있는데, 전송하기 전에 회선이 사용 중인지 감시하고 있다가 회선이 비어 있을 때 데이터를 전송한다. 만약 데이터를 전송하는 시점에 다른 장치가 동시에 전송을 개시하면 충돌이 발생하게 되며, 충돌한 데이터들은 버려지고 데이터를 전송한 장치들에게 재전송을 요구하게 된다. 각 장치들은 일정시간을 대기한 후 성공할 때까지 어느 횟수만큼 데이터를 재 전송한다. CSMA/CD 프로토콜을 사용하는 경우 하나의 프레임 을 전송할 때 충돌 도메인 내에서의 소요 시간은 식 (1)과 같이 $M/G/1$ 큐잉 이론으로 구해진다[4].

$$t_f = m + \frac{\lambda m^2}{(1 - \rho)} \quad (1)$$

여기서 m 은 평균 프레임 크기, λ 은 총 평균 트래픽(frames/sec), $\rho = \lambda m$ 로 충돌 도메인내의 트래픽의 정도를 의미한다. 또한 m 은 식(2)와 같이 구해 질 수 있다.

$$m = [E(L_p) + L_h] / C \quad (2)$$

여기서 $E(L_p)$ 는 평균 패킷 사이즈, L_h 는 헤더 사이즈, C 는 전송 매체의 전송율을 의미한다. 따라서 식 (1)에서 m 은 충돌 도메인 내에서 프레임 전송 시간이

되고 $\frac{\lambda m^2}{(1-\rho)}$ 은 충돌 도메인 내에서 트래픽 정도 ρ 에 따라 프레임이 대기한 시간을 의미한다. 해석적 모델에서는 프레임 크기를 고정한다고 가정하므로 식 (1)에서 네트워크에 M/D/1의 큐잉 이론이 적용된다.

SNMP를 사용하는 경우 네트워크 관리자는 관리 노드의 상태 파악을 위해 필요한 Get_Request 메시지를 보내고 관리노드는 요구받은 SNMP 변수의 값을 관리자에게 Get_Response 메시지를 사용해서 보내는 클라이언트-서버 모델을 고려한다. SNMP에 대한 전체 네트워크 소요 시간은 식 (3)과 같다.

$$T_{SNMP} = N \times N_r \times N_c \times t_f \quad (3)$$

여기서 N 은 관리 노드 수, N_r 은 같은 노드로의 요구 횟수, N_c 는 프레임이 거쳐가는 충돌 도메인의 개수, t_f 는 (1)식에서 얻은 충돌 도메인 내에서의 소요 시간을 각각 나타낸다.

이동 에이전트의 경우 이동 에이전트의 크기가 이더넷 프레임 사이즈 보다 크므로 패킷 분할이 발생하고 각각의 노드를 방문 할 때 검색한 변수들과 그 값은 이동 에이전트의 데이터 영역에 계속 누적시키고 이동한다. 전체 네트워크 소요 시간은 식 (4)와 같다.

$$T_{MA} = [(N_c \times S_{MA}) + \sum_{i=2}^{n+1} (S_{MA} \times n) + \sum_{i=n+2}^{2n+1} ((S_{MA}+1) \times n) + \dots + \sum_{i=kn+2}^N ((S_{MA}+k) \times (N-kn+1)) + (N_c \times (S_{MA}+k))] \times t_f \quad (4)$$

$$S_{MA} = M_A / \text{framesize}$$

$$n = \text{framesize} / S_{data}$$

여기서 M_A 는 실제 이동 에이전트의 크기, S_{MA} 는 이동 에이전트를 한번에 전송 가능한 프레임 크기로 나눈 개수, S_{data} 는 한 개의 관리 노드를 방문할 때 추가되는 데이터의 크기, n 은 프레임 크기를 관리 노드에서 추가되는 데이터의 크기로 나눈 값을 의미한다. 식 (4)에서 우변의 첫 번째 항은 이동 에이전트가 첫 번째 관리 노드로 이동할 경우이고 중간 항들은 추가되는 데이터가 네트워크 내의 전송 프레임 크기를 넘어서면 이동 에이전트의 프레임 개수에 추가로 데이터 프레임 개수들이 더해져서 보내는 것을 나타내며 마지막 항은 마지막 관리 노드에서 관리자 노드로 전송되는 프레임 개수를 의미한다.

혼합 모델의 경우 이동 에이전트는 각각의 노드를 방문할 때 검색한 데이터 값을 누적시키지 않고 관리자에게 전송하여 주고 다음의 노드로 이동한다. 혼합 모델의 전체 네트워크 소요 시간은 식 (5)와 같이 표

현된다.

$$T_{Mixed} = [(N_c + (N-1)) \times S_{MA} + N_c \times M] \times t_f = [(S_{MA} + N) \times N_c + (N-1) \times S_{MA}] \times t_f \quad (5)$$

IV. 해석적 모델의 성능 평가

본 절에서는 실제 제안한 모델에 샘플 데이터를 적용하여 실험한 결과를 제시한다. 실험에 사용한 파라미터는 표 (1)과 같다.

표 (1). 해석적 모델에 사용된 파라미터의 종류 및 값

파라미터	값
N	128 개
C	10 Mbps
N_r	1-5 회
N_c	2 개
M_A	5 Kb
framesize	1024 Byte
S_{data}	10 Byte
ρ	$0.2 < \rho < 0.8$

평가 모델에서 어플리케이션에서의 프로세싱 시간을 고려하지 않고 SNMP 패킷 크기는 네트워크 프레임 사이즈인 1024바이트를 넘지 않기 때문에 패킷 분할이 없다. 한 개의 관리 노드를 방문할 때 추가되는 데이터 크기는 10바이트이고 네트워크 내의 트래픽 정도를 나타내는 ρ 는 0.2에서 0.8사이라고 가정한다.

그림 4는 $\rho=0.5$ 이고 관리 노드를 한 번씩만 방문할 때 전체 응답 시간을 나타낸다. 이동 에이전트의 경우 크기가 5KByte이므로 패킷이 분할되어 전송되기 때문에 SNMP 경우보다 더 큰 응답 시간을 보인다. 혼합 모델인 경우 추가되는 데이터 크기가 적은 데도 불구하고 관리자 노드로 매 번 추가 전송이 이루어지기 때문에 가장 큰 응답 시간을 갖는다.

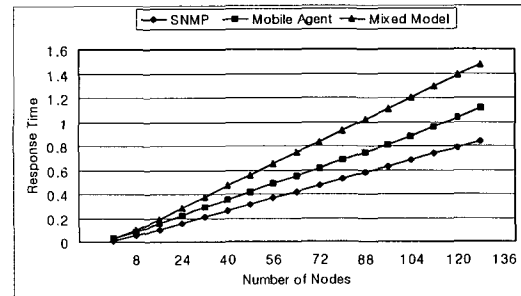


그림 4 각 노드로 데이터 요구 횟수가 1회인 경우의 전체 네트워크 응답 시간

그림 5는 $\rho=0.5$ 고정하고 관리 노드를 5번씩 방문할 경우의 결과를 보여준다. SNMP를 사용할 경우 하나의 관리 노드에 대해 관리자 노드와 관리 노드 사이를 5번 방문해야 하기 때문에 그림 4와 비교 할 때 매우 큰 네트워크 응답 시간을 갖는다. 이동 에이전트의 경우 혼합 모델과 비교했을 때 노드수가 90개를 넘어서면 더 큰 응답 시간을 갖는다. 이는 이동 에이전트가 방문하는 노드수가 많아짐에 따라 누적되는 데이터가 많아져 이주에 더 많은 시간이 필요해 지기 때문이다. 반면에 혼합 모델은 데이터를 누적시키지 않으므로 응답 시간이 선형적으로 증가하는 것을 볼 수 있다.

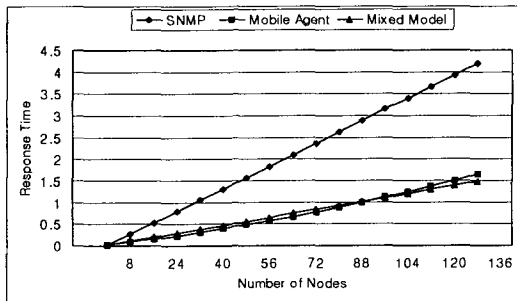


그림 5 각 노드로 데이터 요구 횟수가 5회인 경우의 전체 네트워크 응답 시간

그림 6은 노드 수를 128개로 고정하고 각 노드로 데이터를 요구하는 횟수에 대한 네트워크 소요 시간을 보여준다. SNMP는 횟수가 증가함에 네트워크 지연 시간 발생 횟수가 많아지기 때문에 소요 시간이 급격히 증가함을 알 수 있다. 반면에 혼합 모델은 일정한 소요 시간을 갖기 때문에 평균 요구 횟수가 많은 네트워크 관리 응용을 사용할 때 유리하다.

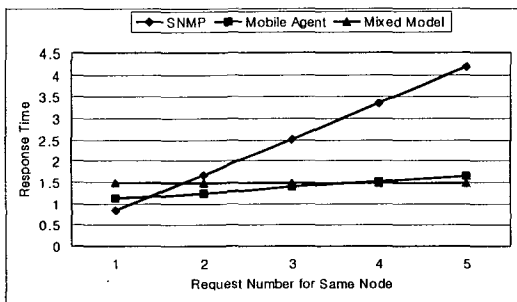


그림 6 같은 노드로 요구하는 횟수에 대한 응답시간

그림 7에서는 평균 네트워크 트래픽 정도에 따른 네트워크 소요 시간을 보여준다. SNMP의 경우 네트워크 내의 트래픽이 많아질수록 이동 에이전트나 혼합

모델에 비해 급격히 소요 시간이 증가하므로 네트워크 트래픽에 더 많은 영향을 받는다 것을 알 수 있다. 또한 각 패러다임에 대해서 네트워크 트래픽이 약 65% 이상이 되면 지연이 많이 발생하는 것을 알 수 있다.

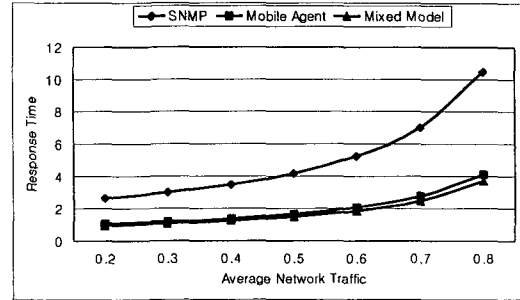


그림 7 네트워크 트래픽 정도에 대한 응답시간

V. 결론 및 향후 연구계획

본 논문에서는 효율적인 네트워크 관리 시스템을 위해 기존의 중앙 집중형 방식인 SNMP 프로토콜과 분산 방식인 이동 에이전트 및 혼합 모델에 대해 해석적 모델을 제시한 후 각 파라미터 값의 변화에 따른 네트워크 응답 시간을 비교하였다.

성능 평가 결과는 통신 횟수가 적은 간단한 네트워크 환경 하에서는 SNMP 프로토콜이 유리하지만 통신 횟수가 많은 복잡한 네트워크를 관리하고자 할 때는 분산 방식인 이동 에이전트나 혼합 모델을 사용하는 것이 더 좋은 성능을 보여준다.

향후 연구 계획으로는 제안한 모델을 시뮬레이션 및 구현을 통해 검증해 보아야 한다. 또한 동일하지 않은 여러 네트워크 환경 하에서 혼합된 형태의 패러다임을 갖도록 하는 모델이 필요하다.

참고 문헌

- [1] William Stallings, "SNMP, SNMPv2, SNMPv3 and RMON1 and 2", Addison-Wesley, 1999.
- [2] Baldi M. Picco G.P., "Evaluating the Tradeoff of Mobile Code Design Paradigms in Network Management Applications," ICSE'98, April 1998.
- [3] Nwana H.S., "Software Agents: an Overview," Knowledge Engineering Review, p.1-40, September, 1996.
- [4] Mischa Schwartz, "Telecommunication Networks: Protocols, Modeling and Analysis", Addison-Wesley, 1987.