

KREONET 을 위한 Active Measurement Program 구축 방안

이만희*, 김국한**, 유기성*, 이명선*, 변옥환*

*한국과학기술정보연구원

**경희대학교 정보통신대학원

e-mail : mhlee@kisti.re.kr

A Design of Active Measurement Program for KREONET

Man-Hee Lee*, Kook-Han Kim**,

Ki-Sung Ryu*, Myung-Sun Lee*, Ok-Hwan Byeon*

*Korea Institute of Science and Technology Information

**Kyung-Hee Graduate School of Information & Communication

요 약

Active Measurement Program(AMP)는 능동 모니터들이 서로 대칭적으로 모든 모니터들에 대해서 능동 성능 측정을 하는 분산 네트워크 시스템이다. 본 연구에서는 KREONET 의 성능 측정을 위하여, AMP 서버 및 모니터 구축, 모니터링 지역 선정 기준 정의, AMP MIB 정의를 통한 효과적인 AMP KREONET 구축 방안을 설명한다.

1. 서론

최근 보다 안정적이고 예측 가능한 망 운영을 위해 망 트래픽 측정과 성능 분석이 점점 중요해지고 있다. 망 사용자 입장에서는, 자신들이 받고 있는 서비스 품질 평가 및 추가 투자 판단을 위해 망 측정 및 성능 분석이 필요하다. 많은 망 운영자들은 이를 위해 패킷 캡쳐링 또는 측정 패킷 발생 방법을 이용해 망 측정 및 분석을 수행하고 있다[3].

KREONET(Korea Research Environment Open Network)은 1988년 이후부터 국가 과학 기술 연구망을 운영해 왔다. KREONET 의 트래픽 측정은 전통적인 도구들인 MRTG, Ping, Traceroute 등을 사용해 왔다. 본 논문에서는 KREONET 의 체계적인 성능 측정을 위해 구축 중인 AMP 의 기능과 구축 방안에 대해서 설명한다.

특히 AMP KREONET 의 구축방안으로 아시아 최초로 AMP mesh 를 자체적으로 구성하였고, AMP KREONET 의 효율적 구축을 위한 AMP 모니터링 사이트의 선정 기준을 제시하고, 그리드 컴퓨팅 환경을 위한 성능 측정 방안으로 AMP MIB 를 제안하고 그 활용 시스템을 제안하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서 망 트래픽 측정 관련 연구를 소개하고, 3 장에서는 AMP 를 자세히 설명하며, 4 장에서는 AMP 를 이용한 STAR TAP 링크 성능 측정 분석을 예시하고, 5 장에서는 AMP 를 이용한 KREONET 성능 분석 방안을 제시하고, 6 장에서는 결론과 향후 연구 방안을 언급한다.

2. 관련 연구

망 트래픽 측정 및 성능 분석은 능동 측정과 수동 측정으로 나누어 진다. 능동 측정이란 Ping 과 같이 네트워크로 측정 패킷을 발생시켜 그 네트워크의 상태를 측정하는 것이고, 수동 측정이란 측정 패킷을 발생시키지 않고 네트워크의 실제 트래픽을 읽거나 분석하여 측정하는 것이다[2].

수동 측정 도구로는 Simple Network Management Protocol(SNMP)을 기반으로 한 관리도구나, tcpdump, FlowScan, CoralReef, CINERA, FlowScan+ 등이 있다[7]. 라우터에 상주하는 Agent 는 Management Information Base(MIB)를 변경하고, 관리자는 라우터로부터 이 MIB 정보를 가져와 트래픽 분석을 할 수 있다. SNMP

를 이용하면, 네트워크 관리자는 라우터의 인터페이스에 도착 혹은 발송된 패킷의 양이나 각 링크에서 발생한 에러등을 장기적으로 측정할 수 있다. 또한 추가의 MIB 을 정의함으로써, 라우터의 성능, CPU 사용량, 라우팅 정보등까지도 알 수 있다. Tcpdump 는 시스템에서 받아들이는 모든 TCP 패킷을 수집한다[13]. FlowScan 은 netflow 를 이용하여 라우터에서 전송된 플로우 정보를 분석하여 트래픽 양 및 어플리케이션 정보를 웹을 통해서 제공한다[11]. FlowScan 은 SNMP 보다 다양한 정보를 제공하지만 Netflow 정보를 받아서 분석하기 위한 추가의 시스템이 필요하다. CINERA 는 FlowScan 과 비슷한 플로우 분석 도구이다. 서울대학교에서 개발되었으며 Netflow 를 받아 분석하고 이를 웹에 게시한다[6]. FlowScan+는 KAIST 와 KISTI 에 의해 공동으로 개발된 도구로써, FlowScan 에 DB 시스템을 추가하여 분석 기능을 강화하였다. 현재 KOREN/KREONet2 – STAR TAP 링크를 분석하고 있다[9].

능동 측정 도구는 NIMI, Surveyor, AMP, PingER 가 있다. NIMI(National Internet Measurement Infrastructure)는 확장 가능한 능동 측정 시스템의 배포 및 운영이 가능한 능동 측정 기반 구조이다[1]. NIMI 는 ping, traceroute, mtrace, treno 를 사용한다[10][14]. Surveyor 는 다양한 인터넷 경로에 대해서 one-way 지연과 Round-Trip Time(RTT)를 측정한다[4]. SLAC(The Stanford Linear Accelerator Center)에서 개발된 PingER(Ping End-to-end Reporting)은 고에너지 물리 연구소와 소립자 물리학 관련 연구소 뿐 아니라 인터넷의 다양한 시스템을 사이에 성능 측정을 수행 중이다[5].

3. Active Measurement Program

The National Laboratory for Applied Network Research (NLANR) AMP 는 120 개 이상의 능동 모니터들이 서로 대칭적으로 모든 모니터들에 대해서 성능 측정을 하고 있는 분산 네트워크 시스템이다(그림 1). 각 모니터들은 다른 모든 시스템들 사이에 1 분에 한번씩 fping 을 이용하여 RTT 를 측정하고, 10 분에 한번씩 traceroute 를 수행하여 두 시스템 간의 trace 정보를 수집한다. fping 프로그램은 Internet Control Message Protocol(ICMP) echo 패킷을 각 호스트에게 보내고 ICMP reply 패킷을 기다린다. fping 은 reply 패킷이 올 때까지의 delay 를 측정한다. fping 의 장점은 동시에 여러 시스템에 대해서 ping 을 수행할 수 있다는 점이다. Route 데이터 또한 10 분에 1 번씩 15 초안에 랜덤하게 traceroute 를 수행한다.

모여진 측정 자료는 am_slave, am_master 라는 파일 전송 프로그램을 이용하여 주기적으로 서버로 전송된다. 서버는 모니터 별로 측정 자료를 저장하였다가, 사용자의 요구가 있으면, 그 자료를 웹을 이용하여 제공한다. 측정 결과 검색 방법은 서버의 웹 서비스로 접속하여 특정 AMP 모니터를 선택하고 그 AMP 모니터에서 측정하고 있는 다른 모니터를 선택하면 모니터링 결과를 알 수 있다.

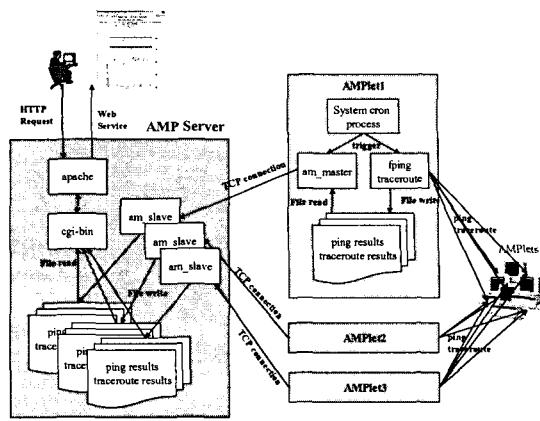


그림 1. AMP 구조

4. AMP 를 이용한 KOREN/KREONet2 – STAR TAP 링크 성능 측정

KREONET 은 미국 AMP 네트워크에 참여 중이다 [12]. amp-korea 는 현재 KREONET 에 설치되어 있는 AMP 모니터 명칭이다. 이 모니터는 미국을 포함한 전세계의, 약 120 여개의 모니터를 대상으로 주기적으로 성능 측정을 수행하고 있다. 대칭적으로 전세계의 모니터들도 amp-korea 를 대상으로 주기적으로 성능 측정을 수행한다. 현재 이 결과는 San Diego Supercomputer Center(SDSC)에 위치한 서버로 전송되어 웹 서비스 되고 있다. 다음은 amp-korea 를 이용한 KOREN/KREONet2 – STAR TAP 성능 측정의 예이다.

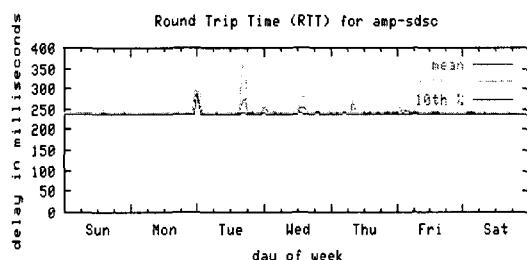


그림 2. From KREONET to SDSC, RTT(02.8.18~24)

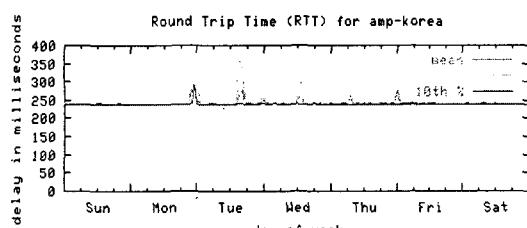


그림 3. From SDSC to KREONET, RTT(02.8.18~24)

표 1. From KREONET to SDSC, traceroute(02.8.20)

	중간 라우터	AS	주소	RTT
1	kfdi3-ether.kreonet.re.kr	1237	134.75.30.250	0.556
2	kfdi2.kreonet.re.kr	17579	134.75.20.2	0.374
3	baram.kreonet.re.kr	17579	134.75.20.1	0.339
4	local-startap.kreonet2.re.kr	17579	134.75.20.70	0.470
5	Unresolvable	nomap	210.218.215.254	168.276
6	ksky-ipls.abilene.ucaid.edu	nomap	198.32.8.5	177.543
7	dnvr-ksky.abilene.ucaid.edu	nomap	198.32.8.13	188.976
8	snva-dnvr.abilene.ucaid.edu	nomap	198.32.8.1	214.028
9	losa-snva.abilene.ucaid.edu	nomap	198.32.8.18	221.584
10	medusa.sdsc.edu	195	192.12.207.70	240.697
11	naiact1.nlanr.net	nomap	198.202.74.41	239.943

표 2. From SDSC to KREONET traceroute(02.8.20)

	중간 라우터	AS	주소	RTT
1	medusa.sdsc.edu	nomap	198.202.74.10	0.559
2	abilene-lwilshire.sdsc.edu	195	192.12.207.69	20.003
3	scrm-losa.abilene.ucaid.edu	nomap	198.32.8.17	27.395
4	dnvr-snva.abilene.ucaid.edu	nomap	198.32.8.2	52.061
5	ksky-dnvr.abilene.ucaid.edu	nomap	198.32.8.14	62.623
6	ipls-ksky.abilene.ucaid.edu	nomap	198.32.8.6	71.518
7	Unresolvable	nomap	210.218.215.253	239.952
8	baram.kreonet.re.kr	17579	134.75.20.1	243.281
9	kisti-l3sw.hpcnet.ne.kr	17579	134.75.20.254	240.261
10	Unresolvable	1237	134.75.30.5	240.210

그림 1 과 2 에서 KREONET 과 SDSC 사이에 평균 RTT 가 240ms 임을 알 수 있다. 평균 RTT 의 그림이 거의 흡사한 것으로 보아 두 모니터 사이의 네트워크 경로가 비슷함을 예상할 수 있다. 표 1,2 는 두 모니터 사이의 8.20 하루 동안의 네트워크 경로를 나타낸다. Hop 수는 10 개 정도이며 그 사이 경로는 미국 내에서는 완전히 같고, KREONET 내부에서는 약간 다른 것을 알 수 있다. 하지만 KREONET 내부의 RTT 는 양 방향 모두 1ms 내외이므로 경로의 비대칭성이 네트워크의 성능에 영향을 미치지 않는다. 미국 내의 네트워크 성능을 보면 SCSD 의 라우터인 medusa.sdsc.edu 로부터 STAR TAP 링크가 연결되어 있는 시카고까지 약 70ms 이 소요되며, 시카고로부터 KREONET 의 운영센터가 위치한 KISTI 대전 본원까지 170ms 이 소요됨을 알 수 있다.

이와 같이 AMP 는 모든 모니터 사이의 RTT 와 경로를 한번에 비교 분석 할 수 있을 뿐 아니라 장기간 자료를 저장할 수 있으므로 네트워크 성능 측정에 매우 유용하다.

5. AMP 를 이용한 AMP KREONET 구축 방안

현재 KREONET 는 10 여개의 지역망 센터를 통해 300 여 개 기관 인터넷 서비스는 물론, KISTI 가 보유한 고성능 슈퍼컴퓨터 사용자의 슈퍼컴퓨팅 연구환경 제공 및 국가 그리드 사업에 참여하는 개발자들의 연구환경을 제공하고 있다. 최근까지는 슈퍼컴퓨터 사용자의 사용 형태가 주로 슈퍼컴퓨터에 접속하는 중앙 집중식이었고, 이의 네트워크 분석을 위해서는 중앙 집중식의 PingER 와 같은 성능 측정 도구가 적합했다.

하지만 국가 그리드 사업이 활성화 되면 분산되어

있는 컴퓨팅 자원을 효율적으로 사용할 수 있는 환경이 구축되므로, 컴퓨팅 자원을 보유한 기관 사이의 모든 네트워크 성능이 그리드 컴퓨팅 성능에 많은 영향을 미치게 된다. 따라서 Full-mesh 형태로 모든 모니터들끼리 성능 측정을 수행하는 AMP KREONET 은 새로운 연구환경 지원을 위한 성능 측정 도구로 가장 적합하다고 할 수 있다.

이를 위한 AMP KREONET 구축 방안은 다음과 같다. 첫째, 자체적 성능 분석을 위한 독자적 AMP 서버 및 모니터 구축, 둘째, KREONET 의 성능 측정을 효과적으로 수행하기 위한 모니터링 지역 설정, 셋째, 그리드 컴퓨팅 환경 정보 분석 시스템 개발 순으로 진행되어야 한다.

첫째, 독자적 AMP 서버 및 모니터 구축은 자체적으로 성능 측정 및 분석을 위한 필수 사항이다. 본 연구에서 백업 서버를 포함한 2 대의 서버를 자체 구축하고 4 대의 시범 AMP 모니터를 구축하였다[8]. 그 실행 구조는 NLANR 의 서버와 구조와 같으며 아래와 같은 사양으로 구성되어 있으며, 이 구성은 NLANR 서버보다 뛰어난 성능으로써 국내 20 개 이상의 모니터를 구축하더라도 약 1 년 이상 상세 트래픽 분석 결과를 저장할 수 있다.

표 3 AMP 서버 구축 사양

항목	사양
CPU	Intel Pentium-III 1GHz Dual
Mainboard	ASUS CUV4X-D
RAM	2GB ECC Memory(512MB ECC*4)
VGA	G400 Dual
Harddisk	후지쯔 SCSI 73GB 10000RPM 3 개
Disk Array Controller	Mylex
Power	300W Seasonic
기타 부품	CD-ROM, FDD, 키보드, 마우스
Case	3U rack mount case

둘째, AMP 의 성능 측정 효과를 높이기 위해서는 모니터링 지역의 신중한 선택이 필요하다. 이 선택을 위해서는 다음과 같은 평가 기준을 제시한다.

- KREONET 을 대표할 수 있는 지역인가?
- 슈퍼컴퓨터의 주요 사용자인가?
- 그리드 컴퓨팅 환경에 참여할 컴퓨팅 능력을 보유하고 있는가?
- 일반 사용자들이 해당 지역에 빈번히 접근하는가?
- 향후에도 슈퍼컴퓨터 또는 KREONET 을 빈번히 사용할 것인가?

위와 같은 기준을 이용하면 모니터링 사이트를 신중하게 선택하여 쓸모없는 능동 측정 트래픽을 줄이고 측정 결과의 효율성을 기할 수 있다.

셋째, 그리드 컴퓨팅 환경은 특정 일을 지역적으로 분산되어 있는 컴퓨팅 자원에서 수행시킬 때, 시스템의 이질성을 고려하지 않아도 되도록 독립적인 그리드 미들웨어를 구축한다. 그리드 컴퓨팅에서는 일을 분산된 여러 시스템에 수행시키기 전에 각 컴퓨팅 자원의 상태를 먼저 파악한다. 이 분석 요소로써 분산 시스템 간의 네트워크 상태가 반드시 포함되어야 한다. 왜냐하면, 분산된 일은 완전히 독립적일 수도 있

지만 분산된 시스템 사이에 컴퓨팅에 필요한 경우, 필요 정보를 실시간으로 주고 받을 수도 있기 때문에 네트워크 상태가 좋지 않다면 아무리 컴퓨팅의 유휴자원이 많다 하더라도 고성능을 기대할 수 없다.

따라서 본 연구에서는 간단한 SNMP 를 이용하여 AMP MIB 에 접근하여 각 시스템의 네트워크 상태를 파악할 수 있는 다음과 같은 그리드 컴퓨팅 환경 분석 시스템을 제안한다.

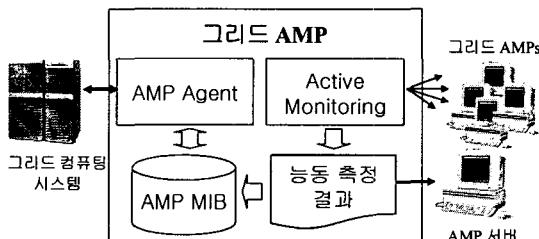


그림 4. AMP MIB 을 이용한 AMP KREONET 구축방안

위 그림에서 그리드 AMP, 즉 그리드 컴퓨팅 자원이 위치한 지역에 설치된 AMP 는 다른 AMP 모니터에게 능동 측정을 수행한다. 이 결과가 AMP 서버로 전송되는 동시에, AMP Agent 가 이를 가공해 표 4 와 같은 AMP MIB 을 구성한다. ampSystemConfig 그룹은 그리드 AMP 의 일반적인 정보들 즉, 시스템 명, 운영 시간, IP 주소 등을 제공한다. 테이블 형태의 ampMonCounter 그룹은 능동 측정을 수행하는 상대편 그리드 AMP 의 IP 주소를 인덱스로 사용하여, 전송지연 시간, 패킷 소실율, 전송률을 평균, 최대, 최근으로 분류하여 제공한다. 그리드 컴퓨팅 시스템은 그리드 컴퓨팅을 수행할 목적 시스템과 동일 사이트에 위치한 그리드 AMP 와의 성능 측정 결과를 그리드 AMP 의 Agent 로부터 전송 받아, 일의 할당 순서 및 양을 결정할 수 있다.

표 4. AMP MIB

Group Name	Object	
ampSystemConfig	Hostname, Uptime, Administrator, Contact, Ipaddress	
ampMonCounter	Table	DestIpAddress, DesHostname, Trace, AvgRTT, AvgLoss, AvgThru, MaxRTT, MaxLoss, MaxThru, RecRTT, RecLoss, RecThru

6. 결론

본 연구에서는 AMP 에 대한 소개와, AMP 의 활용 예를 소개하고, 이를 이용한 KREONET 성능 측정 분석 방안을 제시하였다. 이 연구의 결과로 KREONET 에 바로 적용할 수 있는 AMP 서버와 AMP 모니터를 구축하였다. 이는 독자적으로 AMP mesh 를 구성하고 확대할 수 있는 중요한 계기가 된다.

또한 AMP KREONET 구축을 위한 모니터링 사이트 선정 기준을 제시함으로써 효율적인 AMP KREONET

을 구축하고, 불필요한 능동 측정 트래픽을 줄임으로써 AMP KREONET 구축에 효율성을 기할 수 있다.

마지막으로 AMP MIB 을 제안하고 이를 이용한 그리드 컴퓨팅 환경을 제안하여, 그리드 컴퓨팅 시스템이 보다 정확하고 효율적으로 그리드 컴퓨팅을 수행할 수 있는 기반을 제공하였다.

향후 연구로는 AMP KREONET 구축 기준을 이용하여 모니터링 사이트를 구축하여 아시아 최초의 AMP mesh 를 구성하고, 이를 확대하여 국내 연구망 및 상용망에 위치한 다양한 연구자 그룹을 통합한 AMP KOREA 를 구축할 예정이다. 이를 이용하여 아시아 최대 능동 측정 인프라인 AMP ASIA 혹은 AMP APAN 을 구축할 예정이다. 또한 AMP MIB 을 구현함으로써 그리드 컴퓨팅 환경에 직접 적용할 예정이다.

참고문헌

- [1]A. K. Adams and M. Mathis, "A system for flexible network performance measurement," in Proceedings of INET 2000, June 2000
- [2] Chuck Fraleigh, Design and Deployment of a Passive Monitoring Infrastructure, PAM 2001
- [3] Herve Guy and Rena Hatem, Statistics and Measurements: From Network Research and Network Operation, PAM 2000
- [4]S. Kalidindi and M. J. Zekauskas, "Surveyor: An infrastructure for internet performance measurements," in Proceedings of INET'99, June 1999
- [5]W. Matthews and L. Cottrel, "The PingER project: Active internet performance monitoring for the HENP community," IEEE Communications, vol. 38, no. 5, pp. 130-136, May 2000
- [6]Domin Ok, "Measurement and Analysis of Internet Backbone Traffic Pattern using Flow Classifier," master thesis, Seoul National University, Feb. 2000
- [7] William Stallings, SNMP, SNMPv2, SNMPv3, and RMON1 and 2, Addison Wesley, 3rd edition, 1999
- [8]"AMP KREONET," <http://amp.kreonet2.net>
- [9]"FlowScan+," <http://flowscan.kreonet2.net>
- [10]"Mtrace," <ftp://parc.xerox.com/pub/net-research/ipmulti>
- [11]"Netflow services and applications," http://www.cisco.com/warp/public/cc/pd/iosw/iosf/tech/napps_wp.htm, 2000
- [12]"NLANR MOAT," <http://watt.nlancr.net/active/>
- [13]"Tcpdump," <http://ee.lbl.gov>
- [14]"Treno," http://www.psc.edu/networking/treno_info.html