

멀티캐스트 기반 그룹 통신을 위한 망 성능 분석 소프트웨어 개발

김주석*, 김동균**, 유기성**, 황일선**, 변옥환**, 유인태*

* 경희대학교 정보통신대학원

** 한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅센터

e-mail : calfllove@kreonet2.net

Multicast network Analysis Software for KREONet2 Development

Ju-seok Kim*, Dong-kyun Kim**, Ki-sung Yoo**

Il-sun Hwang**, Ok-hwan Byeon**, In-tae, Ryu*

* Graduate School of Information & Communication

Kyung-Hee University

**Dept. of Supercomputing Center, KISTI

요 약

차세대 기술 기반의 네트워크에서는 불필요한 트래픽을 줄여 인프라를 효율적으로 사용할 수 있는 멀티캐스트 기술이 널리 사용될 것이다. 연구 시험망 단계에 머물고 있는 현 시점에서 멀티캐스트 네트워크에 대한 성능 분석 소프트웨어가 부족하다. 본 논문에서는 멀티캐스트 기반 그룹간 회의를 위한 AccessGrid를 위해 개발된 NLANR Beacon을 바탕으로 타임시리즈 데이터를 보여주는 성능 분석 소프트웨어를 개발하여 차세대 초고속 연구망인 KREONet2에 적용한 사례를 기술하고 측정된 결과를 분석하여 개발된 소프트웨어의 발전 가능성을 보여 주었다.

Keywords : Multicast, Measurement, Monitoring, Network, Beacon

1. 서론

차세대 기술 기반의 네트워크에서는 초고속 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 많은 기술이 개발 및 적용될 것이다. 날이 갈수록 늘어나는 콘텐츠 양으로 인해 네트워크 트래픽 관리가 필수적인데 대표적인 트래픽 관리 기술 중에 하나가 바로 멀티캐스트이다. 만일 네트워크 상에서 여러 -전체가 아닌- 호스트에게로 전송해야할 상당한 양의 정보를 가지고 있다면 바로 멀티캐스트가 그 해답이다. 예를 들어, 인터넷에 분산되어 호스트들로 원격 회의를 하기 위해 실시간으로 영상과 음성을 전송하는 경우, 불필요한 트래픽을 줄이기 위해 멀티캐스트 기술을 사용할 수 있다.

1989년 Steve Deering에 의해 제안된 멀티캐스트 기술[1]은 논문과 인터넷 기술문서로만 남고 잘 활용되지 못하다가 1992년 IETF 미팅을 중계하기 위해 MBone[2]을 구성하게 되었고 실제로 IP 멀티캐스트가 사용되기 시작했다. 최근에는 멀티캐스트를 지원하는 네트워크가 많이 늘고 있으며 미국 (STAR TAP, Internet2), 캐나다, 유럽 등의 연구망과 국내 KREONet2¹⁾에서 순수(Native) 멀티캐스트를 적용하여 운영하고 있다. 하지만 현재까지는 멀티캐스트 기

술 적용이 연구 시험망 단계에 머물고 있고 상용망에서는 거의 사용하고 있지 않다.

멀티캐스트 네트워크에 흐르는 네트워크 트래픽을 관리하기 위해서는 성능 분석이 필요하지만 성능 분석 소프트웨어가 다양하지 못하고 기능이 많이 떨어지는 편이며 아직까지는 프리웨어 수준에 머물고 있으며 특정 목적에만 사용되고 있다.

멀티캐스트 네트워크 기반에서 그룹간 화상회의를 목적하는 AccessGrid[3]를 위해 개발된 NLANR²⁾ Beacon[4]은 전 세계 R&D망의 멀티캐스트 네트워크의 성능분석에 이용되고 있지만 타임시리즈 데이터를 저장하는 기능이 없어 최근 네트워크 상태만 분석이 가능하다. 이를 보완하기 위해 Beacon를 기반으로 타임시리즈 데이터를 저장하는 성능 분석 시스템을 개발하여 KREONet2에 적용하여 시험 운영중이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 네트워크 성능 측정에 관한 관련 연구와 KREONet2 및 개발 모델이 되는 NLANR Beacon을 소개하고, 3장에서는 Beacon을 기반으로 개발된 성능 측정 소프트웨어 MAS³⁾를 소개하고 4장에서는 KREONet2에 적용한 사례와 분석 결과를 기술한다. 5장에서는 결론 및

1) KREONet2 (Korea Research Environment Open Network 2) : 차세대 초고속 연구망

2) NLANR (Nation Laboratory for Applied Network Research)

3) MAS (Multicast network Analysis Software)

향후 연구 방향을 제시한다.

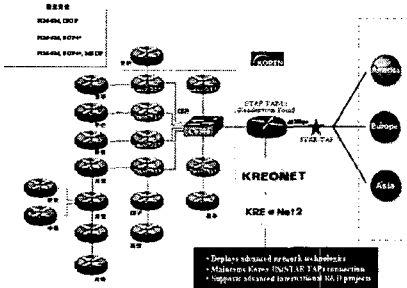
2. 관련 연구

네트워크에 발생하는 트래픽의 종류와 양, 특성 등을 분석하면 보다 효율적인 네트워크 서비스를 제공할 수 있는데, 측정 방법으로 현재 네트워크의 트래픽 특성을 파악하는 수동적인 측정 (Passive Measurement)[5]와 네트워크의 상태를 파악하는 능동적인 측정 (Active Measurement)[6]로 구분된다.

수동적인 측정방법을 이용한 것으로는 SNMP를 이용한 Mstat[7], Mview[8], MRD[9] 등이 있고 능동적인 측정 방법을 이용한 것으로는 Mtrace[10]와 본장에서 설명할 Beacon 등이 있다.

2.1 KREONet2 Multicast Network

KREONet2는 국내 유일의 국가 R&D 네트워크로서 국내 연구 개발자들에게 국내외 과학기술정보의 원활한 정보 교류 환경 제공하고 연구 생산성을 극대화하여 국가과학기술력을 향상시키기 위한 네트워크이며, 고성능 네트워크 인프라 구축의 일환으로 [그림1]과 같이 멀티캐스트 기반의 네트워크를 구축 운영 중에 있다.[11]



[그림1] KREONet2 Multicast Network

KREONet2에서는 [표1]과 같이 다양한 소프트웨어를 이용하여 멀티캐스트 네트워크 성능 분석을 하고 있다.

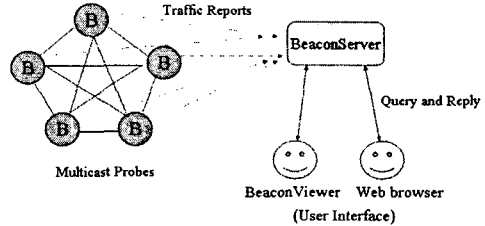
[표1] 멀티캐스트 성능 분석 소프트웨어

소프트웨어	적용 사례	기능
Multicast Looking Glass	http://noc.kreonet2.net	라우팅 정보 모니터링
Multicast Beacon	http://beaconserver.accesgrid.org:9999/	멀티캐스트 네트워크 상태 모니터링
Multicast Tester	http://www.on-the-i.com/mt/index.html	멀티캐스트 서비스 상태 모니터링

2.2 NLANR Beacon

Beacon은 [표2]와 같은 멀티캐스트 네트워크의 성능 측정을 위한 능동적 성능 분석 소프트웨어이다.

[그림2]와 같이 서버와 클라이언트 두 가지 모듈로 이루어져 있는데 클라이언트는 멀티캐스트 네트워크에 설치된 다른 클라이언트와 멀티캐스트 세션을 이용하여 지속적으로 패킷을 주고 받으며 서로에 대한 성능을 능동적으로 측정한다. 이에 대한 결과를 주기적으로 서버에 전송하는데 서버는 이 정보를 받아 네트워크 상태를 사용자에게 제공한다.



[그림2] Beacon 서버/클라이언트 구조도

[표2] Beacon의 성능 측정 분야

측정분야	내용	단위
Loss	한 클라이언트에서 다른 클라이언트로 패킷을 보냈을 때 손실 비율	%
Delay	한 클라이언트에서 다른 클라이언트로의 전송에 대한 단방향 지연시간	ms
Jitter	단방향 지연에 대한 변동 시간	ms
Order	요구 밖에 도착된 패킷의 비율	%
Duplicate	중복된 패킷의 비율	%

3. MAS (Multicast network Analysis Software for KREONet2)

멀티캐스트 네트워크를 운영하면서 요구되어지는 네트워크 장애 관리 -장애 발생시점 및 원인 분석- 및 네트워크 고도화를 위한 망 설계 및 정책 수립 등 멀티캐스트 네트워크 관리를 위한 소프트웨어인 MAS의 특징과 구조에 대해 기술한다.

3.1 MAS 개요 및 특징

Beacon은 설치가 쉽고 운영이 용이하고 능동적인 성능 분석 측정 방법을 사용하고 있기 때문에 멀티캐스트 네트워크의 실질적인 성능 측정을 위해 많이 사용되고 있다. 하지만 Beacon은 성능측정의 가장 기본적인 기능인 타임 시리즈 데이터 저장 기능이 없어 최대 2분진 네트워크 성능 분석만 가능하다. 따라서 과거 네트워크 성능에 대해선 분석이 불가능하다. 이를 보완하기 위해 Beacon의 사용자 인터페이스 부분을 일부 개선하고, 최신 네트워크 성능 상태를 타임 시리즈 데이터로 가공하여 저장하는 모듈과 이를 2차원 그래프로 가시화 시키는 모듈을 추가하여 MAS를 개발하였다.

MAS는 Beacon을 기반으로 개발되었기 때문에 Beacon의 특징을 모두 수용하고 있는데 이를 [표3]에

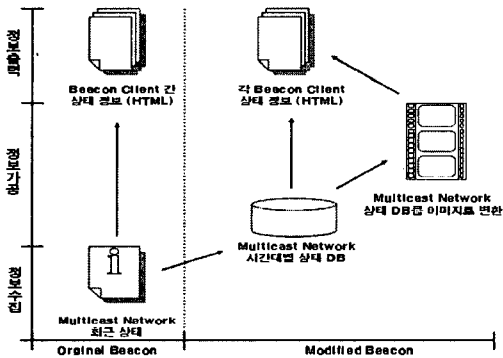
서 Beacon과 비교 분석해 놓았다.

[표3] Beacon과 MAS의 장단점 비교

	Beacon	MAS
구성 요소	<ul style="list-style-type: none"> 정보 수집 정보 출력 	<ul style="list-style-type: none"> 정보 수집 정보 가공 (데이터 가시화) 정보 출력
사용자 인터페이스	<ul style="list-style-type: none"> 테이블 형태 	<ul style="list-style-type: none"> 현재 네트워크 성능 자료 : 테이블 형태 과거 네트워크 성능 자료 : 2차원 그래프
장점	<ul style="list-style-type: none"> 시스템 자원 소모가 적다 	<ul style="list-style-type: none"> 과거 네트워크 성능 분석 가능 시간대별 성능 분석 가능
단점	<ul style="list-style-type: none"> 현재 네트워크 성능 분석만 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 시스템 자원 소모가 많다.

3.2 Framework

MAS는 [그림3]과 같이 네트워크 상태를 수집하는 “정보수집”부분과 데이터를 가공하는 “정보 가공” 부분, 이를 사용자에게 제공하는 “정보 출력” 부분으로 구성되어있다. 추후에 Beacon의 버전이 업그레이드되더라도 Beacon의 소스 수정이 최소화 될 수 있도록 모듈을 첨가하는 방법을 사용하였다.



[그림3] MAS 구조도

- 정보수집모듈 : 멀티캐스트 네트워크에 설치된 각각의 Beacon 클라이언트로부터 수집된 정보를 모아 멀티캐스트 네트워크 최근 상태를 만든다.
- 정보 가공 모듈 : 정보 수집 모듈에서 모은 데이터를 주기적으로 타임스탬프를 찍어서 DB에 저장하고 각 데이터를 가시화 시켜 준다. MAS는 데이터를 이미지로 가시화 시키는 부분을 gnuplot[12][13]을 이용했다. 이로 인해 모든 데이터 저장을 FileDB를 이용했다. Beacon 클라이언트 개수가 N개라고 할 때 각 클라이언트를 기준으로 송수신 방향과 5가지의 분야로 나누어 데이터를 저장하기 때문에 $5N^2$ 개의 많은 데이터가 생

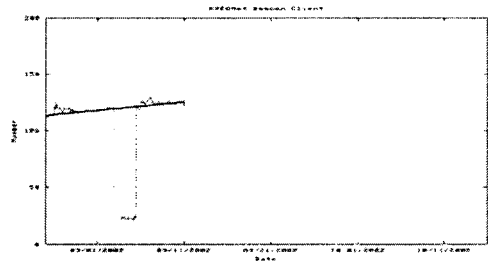
성된다. 정보 가공 모듈은 이 많은 데이터를 처리하기 위해 처리 속도가 빠른 C로 작성하였다.

- 정보 출력 모듈 : 멀티캐스트 네트워크 최근 상태 DB와 타임시리즈 DB를 바탕으로 사용자에게 네트워크 상태를 제공한다. 원래의 Beacon 서버의 사용자 인터페이스를 일부 개선하여 각 클라이언트의 네트워크 상태를 알 수 있도록 개발하였으며 정보의 빠른 출력을 위해 PHP로 작성하였다.

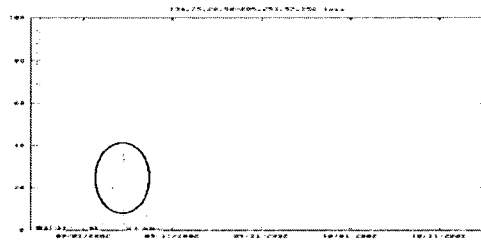
4. MAS를 이용한 멀티캐스트 네트워크 성능분석

Beacon의 정보처리과정 중 1차 정보 수집 과정에서 만들어진 데이터는 table2.out이라는 텍스트 파일로 저장되는데 이를 바탕으로 성능 분석이 이루어진다. MAS의 두 가지 목적인 해외 멀티캐스트 R&D 네트워크에 대한 성능 분석과 자가 망의 성능 분석 중 전자는 해외 R&D NOC에서 제공하는 table2.out을 주기적으로 전송 받아 정보를 가공한다. 본 장에서 기술하고 있는 성능 분석 결과는 이 방법을 사용한 것으로 KREONet2와 해외 기관간에 멀티캐스트 상태를 분석한 결과이다.

[그림4]는 국내의 멀티캐스트 세션에 참가하고 있는 Beacon 클라이언트 개수를 MAS를 이용하여 표현하는 것이다. 이 데이터는 2002년 8월 16일경부터 10일 간격으로 나타내는 것으로 9월 11일까지의 그래프를 보면 꾸준히 증가하는 것을 볼 수 있으며 9월 3일부터 5일 경우에는 급격히 클라이언트 개수가 감소하였음을 알 수 있어 이 시점에 멀티캐스트 네트워크에 문제가 있음을 알 수 있다.



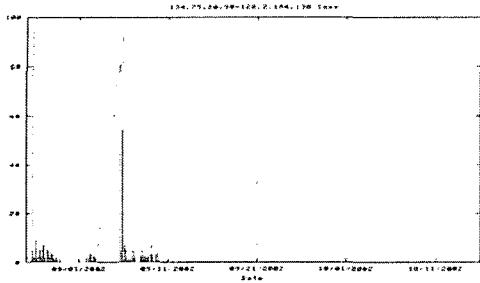
[그림4] Beacon 클라이언트 증감 추이



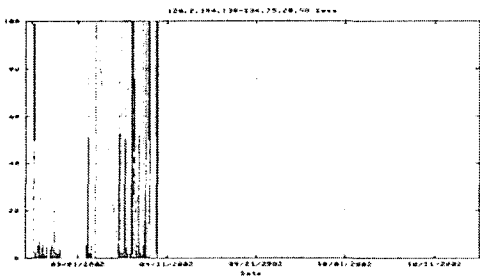
[그림5] University of Illinois → KREONet2 간 패킷 손실

[그림5]는 KREONet2와 University of Illinois간의 멀티캐스트 세션 중에 패킷 손실을 표현한 것이다.

여기서도 [그림4]와 거의 같은 시점에서 패킷 손실이 급속히 증가했음을 알 수 있다. 이를 미루어 9월 3일부터 5일경에 멀티캐스트 네트워크에 문제가 있었음을 알 수 있다.



[그림6] Carnegie Mellon Univ.→KREONet2 간 패킷 손실



[그림7] KREONet2 → Carnegie Mellon Univ. 간 패킷손실

인터넷이 비대칭 구조라는 사실은 많은 논문에서 밝혀졌다.[14] Beacon은 능동적인 모니터링 소프트웨어이므로 단방향 측정이 가능하다. [그림6]과 [그림7]은 KREONet2와 Carnegie Mellon University간 양 방향의 네트워크 상태를 표현한 것이다. 9월 5일경 이후로는 네트워크 상태가 서로 상이함을 알 수 있다. [그림6]에 의하면 Carnegie Mellon University에서 KREONet2로 오는 네트워크에서는 패킷 손실이 그리 많지 않은 반면에 [그림7]에서는 빈번하게 패킷 손실이 많이 일어나고 있으므로 KREONet2에서 Carnegie Mellon University에 가는 네트워크에 문제가 있음을 알 수 있다.

5. 결론

네트워크의 실질적인 성능 측정을 위해 Beacon은 능동적인 측정방법을 사용하고 있지만 타임 시리즈 데이터 저장 방식이 없어 과거 네트워크의 성능 분석이 불가능한 단점이 있다. 이 단점을 보완하기 위해 Beacon을 기반으로 과거 네트워크 성능 분석이 가능한 MAS를 개발하였다. 현재 MAS는 핵심 엔진 개발을 마치고 KREONet2에 적용하여 시험 운영 중에 있다. 그 결과 4장에서 본 것과 같이 타임 시리즈로 저장된 네트워크 정보를 이용하여 네트워크의 결함 및 장애 시점을 알 수 있게 되었고 네트워크 장애를

해결하는데 있어서 MAS는 중요한 역할을 할 수 있다는 가능성을 확인하였다. 차세대 기술 기반의 고성능 연구망에서 이러한 성능 분석 소프트웨어를 잘 활용할 수 있다면 보다 효율적인 네트워크 운영이 가능할 것이다.

향후에는 본 논문에서 설명한 MAS의 정보 가공 성능을 향상시키고 사용자 인터페이스를 개선하여 KREONet2 멀티캐스트 네트워크 성능 분석 인프라의 핵심 소프트웨어로 활용하며 IPv6 멀티캐스트 성능 분석 기능 등 차세대 네트워크에 대한 기술도 적용시킬 계획이다.

참고 문헌

- [1] Host extensions for ipmulticasting, RFC-1112, Aug. 1989.
- [2] S. Casner and S. Deering, "First IETF Internet audiocast", ACM Computer Communication Review, Jul 1992.
- [3] AccessGrid <http://www.accessgrid.org>
- [4] NLANR Beacon <http://dast.nlanr.net/Projects/Beacon/>
- [5] 옥도민, "플로우 분류기를 이용한 인터넷 트래픽 측정 및 특성 분석", 서울대학교 컴퓨터 공학 석사 논문, 2000년 2월.
- [6] 정재훈, "단방향 IP 성능 측정 도구의 설계 및 구현", 서울대학교 컴퓨터 공학 석사 논문, 2001년 2월.
- [7] D. Thaler. Mstat. <http://www.merit.edu/net-research/mbone/mstat.html>
- [8] D. Thaler. Mview. <http://wwwmerit.edu/mbone/mviewdoc/Welcome.html>
- [9] 이재영, "멀티캐스트 네트워크를 모니터링하는 시스템의 설계 및 구현", 한국과학기술원 석사 논문, 1999년 12월
- [10] W. Fenner & S.Casner. "A traceroute facility for IP Multicast", Feb. 1999. IETF internet - draft
- [11] KREONet2 NOC, <http://noc.kreonet2.net>
- [12] Gnuplot Central, <http://www.gnuplot.info>
- [13] Nicolas Devillard, "Gnuplot interfaces in ANSI C", <http://ndevilla.free.fr/gnuplot>
- [14] V. Paxson, "End-to-End Internet Packet Dynamics", IEEE/ACM Transactions on Networking Vol.7, No.3, June 1999