

다자간 협업 환경을 위한 멀티캐스트 브리지 특성 비교

김남곤^o 김종원

광주과학기술원 정보통신공 네트워크미디어 연구실
{ngkim^o, jongwon^o}@netmedia.gist.ac.kr

Feature Comparison on Multicast Bridges for Remote Multi-Party Collaboration Environment

Namgon Kim^o JongWon Kim

Networked Media Lab., Dept. Information and Communications
Gwangju Institute of Science and Technology (GIST)

요 약

Access Grid는 멀티캐스트 네트워크를 기반으로 음성, 영상 및 각종 데이터의 원격 공유를 통해 가상의 공동 작업 환경을 제공하는 원격 협업 시스템이다. 하지만 멀티캐스트를 지원하지 않는 네트워크로 말미암아, 일부 사용자들은 Access Grid를 통한 원격 협업 서비스 이용에 큰 불편을 겪고 있다. 멀티캐스트 브리지는 멀티캐스트를 지원하지 않는 네트워크에서도 멀티캐스트 데이터 전송을 지속시켜, 네트워크 문제를 극복할 수 있도록 하는 응용 기술이다. 본 논문에서는 현존하는 멀티캐스트 브리지들을 비교하여 멀티캐스트 브리지들이 지닌 한계점을 발견하고, Access Grid를 이용한 원활한 원격 협업 서비스 지원을 위한 멀티캐스트 브리지의 개선방향을 제시한다.

1. 서 론

다자간 분산형 협업 시스템인 Access Grid(AG)는 IP 멀티캐스트 네트워크상에서 여러 사용자들 간에 영상, 음성 및 다양한 데이터를 공유하고 상호 의사소통이 가능한 공동 작업환경을 제공하기 위해 개발되었다. 멀티캐스트를 사용함으로써 AG는 보다 적은 대역폭을 이용하여 여러 사용자가 의사소통할 수 있는 환경을 제공하고 있다 [1]. 그러나 멀티캐스트는 라우터에서 기본적으로 지원하는 기능이 아니기 때문에, 멀티캐스트가 지원되지 않는 네트워크 구역이 상당 수 존재한다. 이는 AG를 이용한 협업 서비스를 사용하는 데에 큰 장애물이 되고 있으며, 이 문제를 극복하기 위한 방안으로 멀티캐스트 브리지가 활용되고 있다.

멀티캐스트 브리지는 멀티캐스트가 불가능한 네트워크와 멀티캐스트가 가능한 네트워크 간에 발생하는 데이터에 대한 중계자 역할을 하여, 멀티캐스트가 불가능한 네트워크로 하여금 AG를 이용할 수 있도록 해주는 응용 기술이다. 현존하는 멀티캐스트 브리지에는 QuickBridge, RCBridge [3], 그리고 UMTP(UDP Multicast Tunneling Protocol) [4]를 이용한 멀티캐스트 브리지 등이 있다. QuickBridge와 RCBridge는 멀티캐스트 네트워크 내에 브리지 서버라고 하는 중계노드를 위치시키고, 이 노드와 멀티캐스트가 불가능한 네트워크의 노드들이 유니캐스트를 이용해 데이터를 주고받는 방식으로 동작한다. 이러한 방식은 동작이 단순하고, 빠른 멀티캐스트 브리지를 제공한다. UMTP를 이용한 멀티캐스트 브리지는 멀티캐스트 네트워크와 멀티캐스트가 불가능한 네트워크 사이에 하나의 터널을 형성하여 이를 통해 데이터를 교환함으로써 네트워크와 네트워크 사이의 트래픽을 줄이고, 네트워크 사이에 적은 수의 포트만을 이용하여 통신이 가능하도록 한다.

그러나 현재의 멀티캐스트 브리지들은 멀티캐스트가 불가능한 네트워크와 멀티캐스트 네트워크와의 연결성을 제공하고 있다. 보다 많은 사용자들이 AG를 이용한 원격 협업 서비스를 활용할 수 있도록 하기 위해서는 보다 다양한 문제 상황에서 AG를 지원할 수 있도록 멀티캐스트 브리지가 개선되어야 한다. 본 논문에서는 멀티캐스트 브리지들의 특성을 비교하여,

현존하는 멀티캐스트 브리지들의 한계점을 발견하고, 앞으로 멀티캐스트 브리지가 AG를 이용한 원격 협업 서비스를 원활하게 지원하기 위해서 개선되어야 할 방향을 제시한다.

2. AG에서의 멀티캐스트 브리지

AG는 원격지에 존재하는 다자간에 세미나나 회의와 같은 협업 환경을 제공하는 시스템이다. AG는 영상이나 음성 뿐 아니라 프레젠테이션 파일의 공유와 현재 탐색중인 웹 페이지의 공유 등의 다양한 협업 환경을 위한 기능을 제공한다. 이러한 모든 기능들은 베뉴(Venue)라는 공간 내에 함께 접속해 있는 사용자들만이 공유할 수 있는데, 사용자들은 베뉴에 접속함으로써 AG 환경을 사용할 수가 있는 준비가 되고, 다른 사용자들의 접속 상태와 협업 환경을 위한 기능들을 사용하기 위해 필요한 정보들을 제공받게 된다. 특히 멀티미디어 정보 전송에 필요한 멀티캐스트 주소도 할당받아, 멀티캐스트 네트워크를 통해 음성과 화상 정보를 주고받는다.

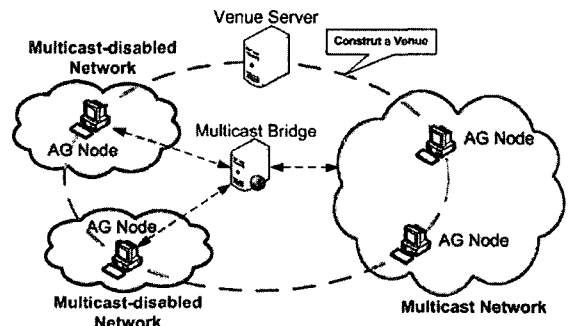


그림 1. 멀티캐스트 브리지를 이용한 네트워크의 확장.

그림 1은 다양한 네트워크 환경에 존재하는 사용자들이 베뉴에 접속해 협업 환경을 구성하고 있는 모습을 보여주고 있다. 하지만 그림에서 볼 수 있듯이 멀티캐스트가 불가능한 네트워

크에 존재하는 노드들은 멀티캐스트 네트워크와의 연결성을 갖지 못하기 때문에 완벽한 형태의 협업 환경을 구성하지 못하고 있다. 멀티캐스트 브리지는 바로 이러한 상황에서 멀티캐스트가 불가능한 네트워크에 존재하는 노드와 멀티캐스트 네트워크 간에 연결성을 제공하여, 메뉴에 접속한 모든 사용자가 협업할 수 있는 환경을 제공한다.

멀티캐스트 브리지는 메뉴에 접속하여 멀티미디어 정보 전송에 사용되고 있는 멀티캐스트 주소를 알아내 이에 대한 유니캐스트 브리지를 생성하는데, 멀티캐스트가 불가능한 네트워크에 존재하는 노드들은 이를 통해 멀티캐스트 브리지와 데이터를 주고받는다. 멀티캐스트 브리지는 멀티캐스트 주소로부터 받아들인 데이터를 유니캐스트 브리지로 전달하고, 유니캐스트 브리지로부터 받아들인 데이터를 멀티캐스트 주소로 전송하는 방식으로 멀티캐스트 네트워크와 멀티캐스트가 불가능한 네트워크 간에 연결성을 제공한다. AG는 이렇게 생성된 네트워크 간의 연결성에 대한 정보를 메뉴에 저장시켜 AG사용자들이 쉽게 멀티캐스트 브리지를 사용할 수 있는 환경을 제공하고 있다.

2. 1 QuickBridge

QuickBridge는 AG를 주도하고 있는 ANL(Argonne National Laboratory)에서 개발되어 AG에서 제공되는 멀티캐스트 브리지를 위한 인터페이스를 이용하여 사용자가 쉽게 이용할 수 있도록 구현된 멀티캐스트 브리지이다. 클라이언트들은 단순히 QuickBridge 제공자들 중 원하는 제공자를 선택하기만 하면 QuickBridge를 사용하여 AG를 이용할 수 있다.

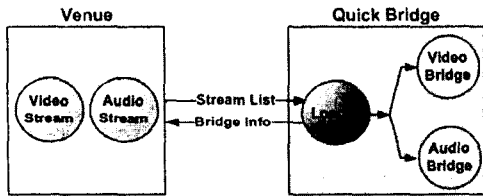


그림 2. QuickBridge의 Loader와 Bridge.

QuickBridge는 멀티캐스트 브리지를 작동시켜주고, 메뉴와의 통신을 담당하는 loader와 멀티캐스트 브리지 기능을 담당하는 bridge의 두 부분으로 구성되어 있다 [5]. Loader 부분은 python으로 작성되어 AG에서 사용하는 인터페이스를 이용하여 AG와 통신하는 기능을 담당한다. Loader는 Venue내의 스트림 정보를 알아내어 자동으로 Venue내의 스트림에 대해 bridge를 실행시킨 후, 생성된 bridge에 대한 정보를 다시 메뉴에 등록시키는 역할을 한다. Bridge 부분은 순수 C로 작성된 응용프로그램으로 유니캐스트 브리지를 생성하여, 생성된 유니캐스트 브리지와 멀티캐스트 주소와의 데이터 전달을 처리한다.

2. 2 RC(Remote Control) Bridge

RCBridge는 최근 AG에 관련된 연구를 활발히 진행하고 있는 호주 ANU(Australian National University)에서 개발한 멀티캐스트 브리지이다. RCBridge는 자바로 구현되어 있어 플랫폼에 독립적이라는 점과 웹을 이용한 원격지에서의 멀티캐스트 브리지 생성과 제어, 그리고 하나의 멀티캐스트 주소에 대해서도 SSRC를 이용해 데이터를 받아들이는 것인지를 구분함으로써 네트워크 대역폭이나 시스템 성능이 충분하지 않은 경우에도 사용이 가능하다.

RCBridge도 QuickBridge와 같이 loader 부분과 bridge부분으로 구분된다. 하지만 두 부분 모두 순수 자바로 구현되어 있고, bridge부분이 독립적인 프로세스로 이루어져 있지 않고, 동일한 프로세스 내에서 쓰레드로 구현되어 있다는 점이 차이점

이다.

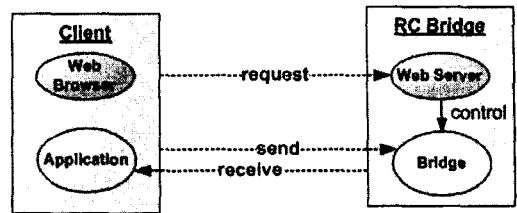


그림 3. RC Bridge의 동작 개요도.

RCBridge에서 loader는 웹 서버의 역할을 한다. RCBridge는 자체적으로 웹 서버를 구현하여, 클라이언트의 연결 요청을 받아 해당 클라이언트가 새로운 bridge를 생성할 수 있는 환경을 웹 페이지를 통해 제공한다. 클라이언트가 bridge를 생성하기 위해서는 bridge를 생성하고 싶은 멀티캐스트 주소와 포트번호를 명시적으로 웹 페이지를 통해 loader에 전달해야 한다. 전달된 정보를 통해 loader는 입력된 멀티캐스트 주소에 대해 bridge 쓰레드를 생성하고, 멀티캐스트 데이터를 받아들인다. 이때 생성된 bridge에 대한 정보는 웹 페이지를 통해 클라이언트에게 전달된다. 클라이언트는 RCBridge에서 생성된 bridge를 사용하기 위해서 명령 창에서 직접 응용프로그램을 실행해야 한다.

2. 3 UMTP를 이용한 멀티캐스트 브리지

UMTP를 이용한 멀티캐스트 브리지는 터널링을 이용하여 멀티캐스트 네트워크와 멀티캐스트가 불가능한 네트워크를 바로 연결하는 방식의 멀티캐스트 브리지이다. UMTP는 두 종단 간에 UDP를 이용한 터널을 생성하고, 이를 통해 멀티캐스트 패킷을 주고받는 형식으로 두 종단이 속해 있는 네트워크에 존재하는 노드들에게 멀티캐스트가 가능하게 해주는 터널링 프로그램이다.

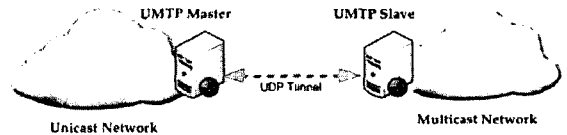


그림 4. UMTP의 구성도.

UMTP는 멀티캐스트가 불가능한 네트워크에 존재하는 "master" 와 멀티캐스트 네트워크에 존재하는 "slave" 사이에 터널을 구성해 이를 바탕으로 동작한다. master와 slave는 모두 멀티캐스트 그룹에 가입하여 자신의 네트워크에서 발생하는 멀티캐스트 데이터를 받아 상대방에게 이를 전달한다. 이 때 master와 slave간에 주고받는 데이터는 목적지 멀티캐스트 주소와 포트번호를 담고 있어, 터널의 끝에서 다시 이를 멀티캐스트로 전송할 수 있도록 한다. UMTP를 이용한 멀티캐스트 브리지는 UMTP 응용 위에 매니저를 두어 AG와의 연결성을 제공한다.

3. 멀티캐스트 브리지의 특성 비교

지금까지 QuickBridge, RCBridge 그리고 UMTP를 이용한 멀티캐스트 브리지에 대한 개념과 간단한 동작을 설명하였다. 아래 표 1은 이들 각각의 특성을 비교한 결과를 정리한 것이다.

QuickBridge는 AG에서 제공하는 인터페이스를 이용한 자동화된 멀티캐스트 브리지 제공 기능이 장점이지만, 그에 반해 관리기능이 부족하여 멀티캐스트 브리지 동작 중에 발생하는 오

	QuickBridge	RCBridge	UMTP
브리지 생성	자동 생성	수동 생성(직접 입력)	자동 생성
응용 실행	자동 실행	수동실행(명령어입력)	자동 실행
브리지정보제공	없음	웹을 통한 정보 제공	없음
OS 종속성	Unix 기반	플랫폼 독립적	플랫폼 독립적
사용 포트 수	Multicast 주소당 2(RTP/RTCP)	2(RTP/RTCP) + 1(웹서버용)	1
응용 요구사항	멀티/유니캐스트 동시지원	멀티/유니캐스트 동시지원	멀티캐스트만으로 가능
대역폭 활용	나뉘(메뉴 내의 모든 스트림에 대해 Join)	묶음(멀티캐스트 스트림 내에 SSRC 까지 선택가능)	묶음(동일 네트워크 내에서 데이터 공유)

표 1. 멀티캐스트 브리지를 비교.

작동에 대해 관리자가 대처할 수 있는 방안이 없다. 사용하고 있지 않은 브리지 프로세스를 제거 할 수 있는 방법이 존재하지 않아 한번 QuickBridge가 동작되면 QuickBridge를 종료하기 전까지 생성된 브리지 프로세스들이 유지되어 시스템에 불필요한 부하를 주고, 요구 대역폭이 큰 스트림에 대해서도 특별한 처리 방법을 제공하고 있지 않다. 또한, 생성된 멀티캐스트 브리지에 대한 정보가 제공되지 않아 AG가 정상적으로 동작하지 않을 시에 명령어의 직접 입력을 통한 접근이 어려워 사용자 접근의 다양성을 고려하지 않고 있다.

RCBridge는 사용자에게 bridge를 제어할 수 있는 다양한 옵션을 제공하여 사용자 시스템과 멀티캐스트 브리지 자체의 효율성을 높였다. 하지만 AG에 특성화되지 않은 인터페이스로 인해 필요한 멀티캐스트 주소를 직접 입력하여 bridge를 생성하여야 하고, 응용을 커맨드 라인에서 직접 실행해야 하는 등 일반 사용자들이 쉽게 사용하기에는 불편함이 있다. UMTP를 이용한 멀티캐스트 브리지는 네트워크와 네트워크를 터널을 이용해 직접 연결하고, 사용하는 통신용 포트 수가 적어 방화벽 뒤에 존재하는 네트워크에서도 보안상의 위험을 줄일 수 있다. 하지만, 응용 계층에서의 터널링을 이용하기 때문에 데이터 처리량에 대한 검증이 필요한 상태이다.

지금까지 살펴본 멀티캐스트 브리지들은 단순히 멀티캐스트 데이터를 멀티캐스트가 불가능한 네트워크에 전달하는 기능에만 치중해 와서, 관리기능이나 다양한 네트워크 환경에 존재하는 사용자에 대한 고려가 되어 있지 않다. 하지만 멀티캐스트 브리지가 AG의 다양한 방면에서의 활용을 지원하는 시스템이 되기 위해서는 시스템 자체의 안정성이 향상되어야 하고 멀티캐스트가 불가능한 다양한 네트워크 상황과 시스템 상태까지 고려되어야 한다.

이러한 사항들을 고려했을 때, 멀티캐스트 브리지의 첫 번째 개선해야 할 점은 관리기능의 강화이다. QuickBridge는 관리 기능이 전혀 제공되어 있지 않아 현재 몇 개의 멀티캐스트 주소에 대해서 몇 명의 사용자가 얼마의 대역폭을 이용하고 있는 지에 대한 정보를 알 수 없다. 또한 메모리나 CPU의 상태에 관련된 시스템 성능에 대한 정보도 제공되고 있지 않아 QuickBridge의 사용에 안정성이 확보되지 않고 있다. 이러한 부분은 RCBridge와 UMTP를 이용한 멀티캐스트 브리지 역시 마찬가지이다. 멀티캐스트 브리지에 대한 정보 제공과 더불어 대역폭과 사용자 수에 대한 제한, 그리고 멀티캐스트 브리지 프로세스에 대한 관리기능은 사용자에게 제공되는 멀티캐스트 브리지의 안정성을 높여줄 것이다.

두 번째 개선해야 할 점은 멀티캐스트 스트림 자체에 대한 선택성 제공이다. 현재 RCBridge는 SSRC를 통한 소스 구분 기능을 제공하고 있다. 이러한 기능은 사용자 시스템의 성능이 좋지 않은 경우에 스트림 자체의 모든 데이터를 받아들이지 않

고 원하는 부분만을 받아들일 수 있게 함으로써 클라이언트가 안정적으로 원하는 상대방과 의사소통하는 것이 가능하게 한다. 이 부분에 대해서 추가적으로 구현되어야 할 기능은 미디어 스트림 자체에 대한 트랜스 코딩 기능이다. 전송되는 스트림을 그대로 전달하지 않고, 더 낮은 화질이나 음질로 트랜스 코딩하여 전송하게 되면 더 낮은 시스템 성능에서도 보다 안정적인 AG사용이 가능할 것이다.

세 번째 개선점은 멀티캐스트가 불가능한 다양한 형태의 네트워크들에 대한 지원이다. 일반적인 유니캐스트 네트워크 뿐 아니라, NAT(Network Address Translation)나 방화벽 뒤에 존재하는 네트워크에서도 멀티캐스트를 이용한 AG의 이용이 불가능한 상황이 많이 존재한다. 하지만 현재의 멀티캐스트 브리지는 기본적인 유니캐스트 네트워크만을 지원하고 있다. 앞으로 이를 다양한 네트워크 환경에 대한 지원으로 확대하여야 할 것이다.

4. 결론

현재까지 제공되는 멀티캐스트 브리지들은 단순한 멀티캐스트가 불가능한 네트워크와 멀티캐스트 네트워크와의 연결성만을 제공하고 있다. 빠르고 단순한 형태의 멀티캐스트 브리지 제공은 네트워크와 멀티캐스트 브리지 시스템이 안정적인 상태에서는 성공적인 기능을 수행하고 있다. 하지만 멀티캐스트 브리지에 너무 많은 사용자 접속이 발생하거나 지나치게 큰 네트워크 트래픽의 발생해, 시스템이 불안정해졌을 때에 발생하는 문제에 대한 해결책은 존재하지 않는 실정이다. 또한 멀티캐스트가 불가능한 네트워크를 단순한 유니캐스트 네트워크로 제한하여 해결하였기 때문에, 다른 형태의 멀티캐스트가 불가능한 네트워크에서는 여전히 AG를 사용할 수가 없는 상태이다. 앞으로 멀티캐스트 브리지가 AG의 다양한 방면에서의 활용을 지원하는 시스템이 되기 위해서는 다양한 네트워크 환경과 다양한 시스템 환경을 지원하는 안정된 시스템으로 개선되어야 할 것이다.

감사의 글

본 논문은 한국과학기술정보연구원(KISTI)과 광주과학기술원(GIST)의 연구비 지원에 의해서 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] T. D. Uram, "Application Level Networking: Network Monitoring and Bridging", in *Proc. Access Grid Retreat*, Toronto, Canada, June 2004.
- [2] MCS Futures Lab. Argonne National Laboratory, "Bridge Server Design", Oct. 2003.
- [3] RCBridge : <http://if.anu.edu.au/SW/rcbridge.html>.
- [4] R. Finlayson, "The UDP Multicast Tunneling Protocol", Live.com, Nov. 2003.
- [5] M. Daw and J. T. von Hoffman "Guide to Network Bridging on the Access Grid", Access Grid Documentation Project, Mar. 2004.
- [6] Live.com : <http://www.live.com/>.
- [7] L. L. Peterson and B. S. Davie, *Computer Networks: A Systems Approach.*, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., San Francisco, CA, 1996.
- [8] S. McCanne, "Scalable multimedia communication using IP multicast and lightweight sessions", *IEEE Internet Computing*, vol. 3, Mar./Apr. 1999.