

ATM 망에서 IP 멀티캐스팅 방안의 성능 평가

이제송*, 변태영*, 한기준*

e-mail {jslee,tvbyun}@comeng.cc.kyungpook.ac.kr, kjhan@bh.kyungpook.ac.kr

Performance Evaluation of IP Multicasting Method over ATM Networks

Jae-sung Lee*, Tae-young Byun*, Ki-jun Han*

*Dept. of Computer Engineering, Kyungpook National University

요약

본 논문은 ATM 망에서 다중 멀티캐스팅 서버를 이용한 IP 멀티캐스팅 방안의 성능을 평가할 수 있는 망 시뮬레이터를 구현하였다. 본 연구에서 구현한 망 시뮬레이터는 다양한 네트워크 모델 및 멀티캐스트 트리 구축 방안을 적용할 수 있도록 객체 지향 설계원리에 따라 설계되었다. 구현한 망 시뮬레이터는 랜덤 네트워크 생성, 다중 멀티캐스팅 서버 생성 및 분포, 다양한 멀티캐스트 트리 구축 방안 지정 및 성능 평가 결과 생성 기능을 포함한다. 이것은 보다 복잡한 성능 평가 척도를 포함하여 보다 실제적인 멀티캐스팅 방안의 성능 평가도구로 확장 될 수 있다.

1. 서론

최근 ATM 망에서 기존의 IP 멀티캐스팅을 지원하기 위한 연구가 활발히 이루어져 왔다. 특히 IETF(Internet Engineering Task Force)의 ION(Internetworking over NBMA)작업 그룹 MARS(Multicast Address Resolution Server) 모델이 그 대표적인 예이다 [3]. 이 방안은 현재 RFC 2022에 소개되어 있으며, 특히 단일 MCS를 이용한 멀티캐스팅 방안은 일대다 VC 자원의 책사용 등의 단점을 가진다. 그러나 이 방안은 단일 MCS에서의 병목현상으로 인하여 데이터 전달지연을 가중시키는 단점이 있다. 따라서 최근에 다중 MCS 방안을 통하여 이러한 문제를 부분적으로 해결하려는 연구가 이루어지고 있다 [4,5,6].

다중 MCS를 이용하여 하나의 멀티캐스트 트리를 구축하고 그 성능을 측정하기 위해서는 다음과 같은 기능을 가지는 실험도구가 필요하다. 첫째, 현재의 ATM 망을 적절하게 표현할 수 있는 랜덤한 망의 생성이 필요하다. 둘째, 생성된 망에서 그룹 멤버 및 다중 MCS를 분포시키는 방안이 필요하다. 셋째, 다양한 멀티캐스트 트리 구축 방안을 기술할 수 있어야 한다. 넷째, 구축된 멀티캐스트 트리의 성능 평가 결과를 적절히 표시할 수 있어야 한다.

본 논문에서는 ATM 망과 같은 점대점(point-to-point)망 환경에서 다양한 멀티캐스팅 알고리즘의 성능 평가 도구로 활용될 수 있는 네트워크 시뮬레이터를 구현하였으며 이것은 다중 멀티캐스팅 서버를 이용한 멀티캐스트 방안의 성능 평가 도구로 활용될 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 시뮬레이터 구현을 위한 망 모델을 소개한다. 3장에서는 망 시뮬레이터의 구현을 위한 주요 클래스의 설계 내용 및 주요 구현 내용을 기술하였다. 4장에서는 테스트 방법을 언급하였고 마지막으로 결론 및 향후 계획을 언급하였다.

2. 구현 망 모델

본 연구에서 구현한 망 시뮬레이터를 SIMNET(SIMulator of NETwork)이라 명하였다. SIMNET이 생성하는 망 모델은 Doar의 망 모델링 방법을 따랐다 [1].

$$Pe(u, v) = \frac{ke}{|E|} \beta \exp \frac{-d(u, v)}{\alpha L} \quad (1)$$

식 (1)에서 $d(u, v)$ 는 두 노드 사이의 유클리디언 거리(Euclidean distance)를 나타내며, L 은 두 노드들 사이의 가능한 최대 거리이다. 상수 α 를 증가시키면 노드들 사이의 연결하는 "연결(connection)의 개수"가 증가하며 β 를 증가시키면 각 노드로부터 나가는 에지(edge)의 수를 증가시킨다. 에지의 전달지연은 단순히 두 노드 사이의 거리인 $d(u, v)$ 로 정의하며 일반적으로 이것은 멀티캐스트 리우팅 문제에서 전형적인 요소로서 사용되고 있다. 생성된 망은 단지 하나의 연결 요소(connected component)를 가진 그래프이다.

k 는 상수 값으로서 25를 사용하며, e 는 노드 당 평균 에지의 수를 나타내는 매개 변수이다. 또한 $|E|$ 는 그래프 G 에서 노드의 수이다. 이 망 모델은 그래프에서 각 노드가 가지는 에지의 수를 어느 정도 일정하게 유지하므로 실제 망의 연결성을 더욱 잘 표현하고 있다. 따라서 본 회의 실험에서는 Doar의 망 모델에 따라서 다양한 망 위상을 랜덤하게 형성하였다.

3. 시뮬레이터 구현

3.1 주요 구성 요소

본 논문에서 설계된 네트워크 시뮬레이터는 크게 4 부분으로 구성되었다. 이들은 각각 데이터 연산부, 다중 멀티캐스트 정보부, 시뮬레이션 수행부 및 데이터 출력부이다. 표 1은 시뮬레이터를 구성하는 4 부분의 기능을 간략히 나타내었다.

표 1 시뮬레이터 구성

구성 요소	동 작
데이터 변환부	시뮬레이션에 필요한 데이터 구조를 초기화 하고 Doar의 망 모델을 시뮬레이션에 필요한 데이터 형식으로 변환한다.
다중 멀티캐스트 정보부	멀티캐스팅 서버 분포 패턴, 멀티캐스트 그룹 멤버 분포 패턴과 송신 노드 정보를 갖고 있다. 또 멀티캐스팅 서버의 개수 설정 및 그룹 멤버 개수 설정 방식을 포함한다.
시뮬레이션 수행부	변환된 데이터와 다중 멀티캐스트 정보를 사용하여 다양한 멀티캐스트 트리 구축 방안을 시뮬레이션하고 결과 값을 저장한다.
데이터 출력부	망 모델을 화면에 출력하는 부분과 시뮬레이션 결과를 파일로 저장하는 부분으로 되어 있다.

3.2 구현 내용

본 시뮬레이터의 구현을 위하여 윈도우즈 98 환경에서 Microsoft Visual C++ 를 사용하였다. 또한 기존의 윈도우 라이브러리 이외에 본 구현을 위해 설계한 망 관련 클래스를 이용하였다. 본 구현은 윈도우 운영체제의 동작방식에 따라서 이벤트 구동 및 메시지 전달 방식에 따라 동작하도록 구현하였다. 다음은 시뮬레이터 구현을 위해 필요한 주요 클래스들을 나타내었다.

3.2.1 데이터 변환기 (DataTransporter)

데이터 변환기는 망 모델을 이용하여 그림 1의 GraphObject의 데이터 멤버를 구성한다 그리고 최단 거리 알고리즘(shortest-path algorithm)에 사용될 CostMatrix를 초기화한다. 그림 2는 데이터 변환기 동작을 나타낸다.

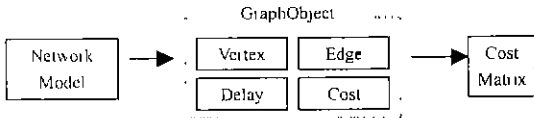


그림 1 데이터 변환기의 동작

3.2.2 데이터 컨테이너(DataContainer)

데이터 컨테이너 클래스는 사용자가 입력한 다중 멀티캐스트 정보를 기반으로 GraphObject 클래스의 데이터 멤버를 이용하여 시뮬레이션 과정에 들어 간다 시뮬레이션 과정에서는 송신 노드의 멀티캐스팅 서버와의 지연 시간을 측정하기 위해 GraphObject의 CostMatrix를 이용하여 Dijkstra의 최단거리 알고리즘을 사용한다 [2] 시뮬레이션을 마치면 {송신 노드 - 멀티캐스팅 서버 - 멀티캐스트 그룹}의 쌍이 생성된다. 이렇게 생성된 쌍은 다시 데이터 컨테이너에 저장된다. 데이터 결과는 GraphDrawer에 전달되어 화면에 출력되고 FileLogger에 전달되어 파일에 출력된다. 그림 2는 데이터 컨테이너의 동작을 나타낸다.

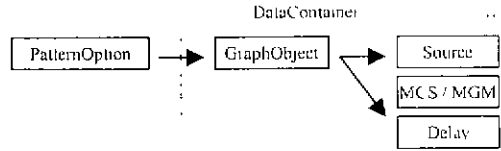


그림 2. 데이터 컨테이너의 동작

3.2.3 시뮬레이터

시뮬레이터는 성능 평가를 하기위해 사용자로부터 송신 노드, 다중 멀티캐스팅 서버 개수, 시비 분포 패턴, 서버 개수 멀티캐스트 그룹 멤버 개수, 그룹 멤버 분포 패턴, 그룹 멤버 개수 등 시뮬레이션에 필요한 정보를 입력 받는다 입력 받은 패턴 정보를 기반으로 멀티캐스팅 서버 및 멀티캐스트 그룹 멤버를 생성하고 시뮬레이션을 진행한다. 시뮬레이션 결과는 데이터 컨테이너에 저장되고 GUI 컨트롤 클래스 및 파일 처리 클래스(FileLogger)를 통해 출력한다. 시뮬레이터의 구조는 그림 3과 같다.

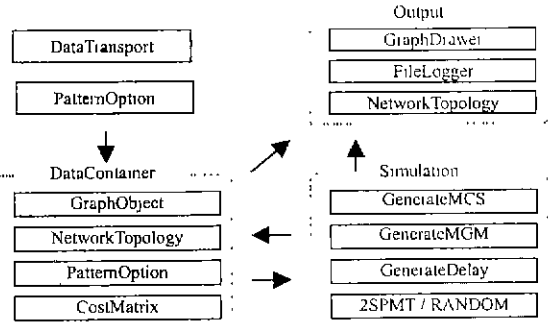


그림 3 시뮬레이터의 구조

3.2.4 기타 클래스

네트워크 시뮬레이터에서는 여러 가지 클래스들이 상호 작용한다 이들 클래스는 표 2에 정의한다.

표 2. 기타 클래스의 동작

클래스 명	동 작
NetworkTopology	망 모델의 토폴로지를 관리
PatternOption	다양한 멀티캐스트 방안을 지정
Graph	망 모델의 Vertex 및 Edge를 기반으로 구성된 그래프 클래스
FileLogger	시뮬레이션 결과를 파일로 저장
McsPool	PatternOption에서 지정된 방식에 따라 정의한 멀티캐스팅 서버/그룹 멤버를 저장
SPMT	Shortest Path Multicast Tree 방안으로 멀티캐스트 트리를 구성하는 클래스
Dijkstra	Dijkstra의 ShortestPath 알고리즘을 정의하는 클래스
FileHandler	일반 파일을 불러오고 저장하는 클래스

3.2.5 그룹 멤버 및 다중 멀티캐스팅 서버 분포 방안

본 시뮬레이터는 다양한 멀티캐스트 트리 구축 방안을 UI를 통해 시뮬레이터에 전달한다. 이 방안을 따라 멀티캐스트 그룹 멤버를 전체 노드를 중에서 지정된 개수 만큼 랜덤하게 선택하고 다중 멀티캐스팅 서버를 망에 분포시키기 위해서 아래의 4가지 방법 중 하나를 선택한다.

- 최소 평균 지연 노드 우선 선택 : 전체 노드의 지연 시간의 평균 값이 가장 작은 노드를 우선적으로 선택한다. 이 분포 모델은 멀티캐스트 그룹 멤버들이 특정 서버에 집중되는 경향이 있다.
- 최대 평균 지연 노드 우선 선택 : 전체 노드에 연결된 지연 시간의 평균 값이 가장 큰 노드를 우선적으로 선택한다. 이 방안 역시 멀티캐스트 그룹 멤버들이 특정 서버로 몰리는 경향이 있다.
- 일정간격 평균 지연 노드 선택 : 전체 노드를 지연 시간을 기준으로 정렬한 후 일정 간격 마다 멀티캐스팅 서버로 지정하는 방식이다.
- 랜덤 선택 : 전체 노드들 중 임의로 지정된 수 만큼의 멀티캐스팅 서버를 지정하는 방식이다.

3.2.6 사용자 인터페이스

사용자 인터페이스는 윈도우 환경에서 시뮬레이션을 하기 위해 데이터를 입력 받고 중간 및 최종 결과를 화면에 출력하며 결과 파일을 저장할 수 있는 모든 사용자 대화창을 포함한다. 윈도우 화면은 망 모델의 노드와 그 연결로 구성되며 시뮬레이션을 마친 뒤 멀티캐스트 방안에 따라 결정된 {송신 노드 - 멀티캐스팅 서버 - 멀티캐스트 그룹 멤버} 쌍과 노드 간 11 최소 지연 경로가 표시된다. 그림 4는 사용자 인터페이스를 나타낸다.

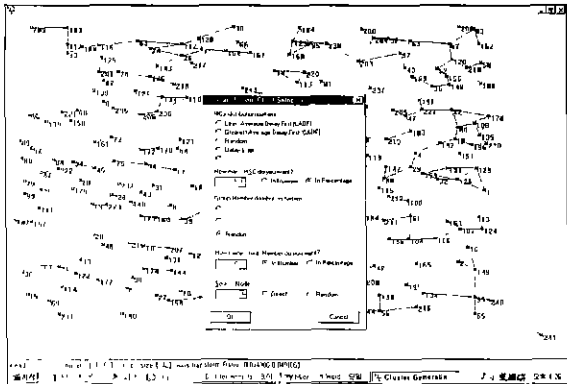


그림 4 사용자 인터페이스

4. 테스트

시뮬레이션 수행 기능은 크게 사용자가 구체적인 동작을 확인할 수 있는 애니메이션 기능과 수행 스크립트에 따라 특정 모델에 대해 멀티캐스트 트리 구축 방안을 지정하는 반자동 방식 및 망 모델 파일을 선택하면 미리 주어진 멀티캐스트 방안을 그대로 수행하는 자동 방식 등 3가지가 있다. 본 논문에서 구현한 네트워크 시뮬레이터는 Doar의 망 모델에서 생성한 데이

터를 이용한다. 이 망 모델을 시뮬레이션에 직감하게 변환하여 데이터 컨테이너에 전달한다. 이렇게 전달된 데이터에 멀티캐스트 정보의 시뮬레이션 변수를 입력하여 각 멀티캐스팅 방안에 따른 시뮬레이션을 진행한다. 수행 결과는 화면상에 성능 측정 값을 그래프로 표시하며 동시에 데이터 파일로 저장된다. 그림 5는 테스트 흐름도를 나타낸다.

5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 ATM 망에서 멀티캐스팅을 위한 다중 멀티캐스팅 서버 환경을 구현하기 위한 네트워크 시뮬레이터를 구현하였다. 이 시뮬레이터는 성능 평가를 위해서 구축된 ①멀티캐스트 트리의 평균 지연 시간, ②각 멀티캐스팅 서버가 담당할 노드의 수를 측정한다. 이것은, 각 멀티캐스팅 서버의 로드(load)로 파악 할 수 있다.

현재 본 시뮬레이터는 각 노드와 노드 사이의 지연시간만을 링크의 속성으로 고려하였으나 향후 비용요소 및 대역폭 등 기타 적도를 고려하여 확장할 것이다. 또 기타 망 모델에 대한 연구와 더불어 다양한 망 모델을 본 구현에 포함시키고자 한다. 본 연구는 ATM 망과 같은 견대칭 망에서의 다양한 라우팅 성능 측정 및 멀티캐스팅 방안의 성능 측정을 위한 도구로 활용할 수 있을 것이다.

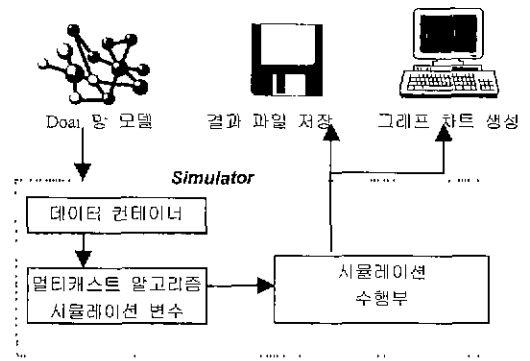


그림 5 시뮬레이션 흐름도

6 참고 문헌

- [1] M Doar, I.M Leslie, "How Bad is Nvive Multicast Routing?", *INFOCOM '93*, 1993
- [2] E. W Dijkstra "A note on two problems in connexion with graphs", *Numerische Mathematik*, 91(6) 333-352, 1984
- [3] Grenville Armitage, "Support for Multicast over UNI 3.0/3.1 based ATM Networks", RFC 2022, Nov, 1996
- [4] TalPade, Ammar, "Multicast ServerArchitercuters for MARS-based ATM multicasting", RFC 2140, May 1997
- [5] 변태영, 이선우, 이원열, 원기준, "ATM 망에서 복수의 멀티캐스팅 서버를 지원할 수 있는 멀티캐스트 주소 해석 서버의 설계", *한국 정보과학회논문지* 제 3권 제 5호, pp 533-540, Oct 1997
- [6] 변태영, 장성식, 한기준, "ATM 망에서 다중 멀티캐스팅 서버를 이용한 IP 멀티캐스팅 방안", *한국 정보과학회논문지* 제 26권 제 9호, 1999