

사설망 인터페이스에서 토폴로지 요약 테스트를 위한 모의실험기 구현

Simulator implementation for topology aggregation in private networks to networks interface

김남희, 김변곤
군산대학교

Kim Nam-Hee, Kim Byun-Gon
Kunsan National Univ.

요약

토폴로지 정보는 망에서 계층적으로 구성될 수 있으며, 토폴로지 정보를 요약하는 과정을 토폴로지 요약(TA : Topology Aggregation)이라 한다. 이는 라우팅과 네트워크의 확장성에 매우 중요한 요소이다. 특히, 사설망 인터페이스(PNNI : Private Networks - Networks Interface)에서 라우팅 알고리즘과 토폴로지 요약 알고리즘은 네트워크의 성능에 중요한 변수가 된다. 따라서 본 논문에서는 사설망 인터페이스에서 토폴로지 요약을 위한 라우팅 시뮬레이터를 설계 및 구현하였다.

Abstract

Topology information can be aggregated in the network constructed hierarchically and aggregating topology information is known as TA(Topology Aggregation) and TA is very important for scalability in networks. It is a very important elements to extend networks and routing in networks. In particular, routing and TA algorithm are much influence on networks performance in PNNI. Therefore, in this paper, we design and implement routing simulator for TA in PNNI.

I. 서론

사설망인터페이스는 계층 구조를 이루고 각 레벨마다 여러 개의 PG(peer group)으로 구성된다. 각 그룹 내의 peer group leader가 상위나 하위 레벨과 정보를 주고받아, 각 레벨에서 사용 가능한 자원의 정보를 모든 레벨의 노드들이 알 수 있도록 한다[2]. 노드들은 이들 정보를 이용하여 소스라우팅을 하게 된다. 소스 라우팅은 연결 설정 단계에서만 경로를 검색하므로, 라우팅 알고리즘의 속도보다는 얼마나 최적의 경로를 찾아내는가가 더욱 중요하다. 이를 위해 ATM Forum에서는 각 peer group의 자원 정보를 얼마나 정확하고 효율적으로 요약(topology aggregation)할 것인가에 많은 노력을 기울이고 있다[1,2,3].

Topology aggregation은 peer group 내부 토폴로지 정보를 하나의 가상 노드(LGN : Logical Group Node)로 요약하는 것이다. 토폴로지 요약정보는 LGN 노드 도달 정보, 다른 LGN과의 가상 논리 링크 상태 정보, LGN 내부 구조 및 상태 정보가 포함된다. LGN 노드 도달 정보는 ATM 주소의 prefix를 이용하여 요약된다. 다른 LGN과의 가상 논리 링크 상태 정보는 사설망인터페이스의 계층적인 구조에 따라 결정된다. 그러나, LGN 내부 구조 및 상태 정보는 토폴로지 요약 기법에 따라 정보량 및 정확성에 많은 차이가 나기 때문에 초기의 연

구는 가상적인 내부 구조를 중심으로 이루어졌다. 각 LGN은 포트를 통하여 다른 LGN과 연결되는데, 이러한 포트들의 내부 가상 연결을 위해 토폴로지 요약기법인 full mesh, star, spanning tree, star, 복합 구조 등이 이용되고 있다. Full mesh 토폴로지 요약 구조는 본래의 통신망 내부 토폴로지를 충분히 표현하고 있지만, 정보량이 많아 주로 다른 구조를 만들기 위한 전 단계로 이용된다. Full mesh 구조의 모든 가상 논리 링크에서 제공 가능한 QoS 파라미터를 결정하고 가능한 수의 논리 링크를 가지고 full mesh를 대체하기 위해 spanning tree, star, simple node 등의 토폴로지 요약기법이 사용된다[4,5,6]. 이들 토폴로지 요약기법은 망을 확장하는데 있어 매우 중요한 역할을 하고 또한 망에서의 효율적 라우팅을 위하여 필수적이다. 특히, 사설망인터페이스에서 라우팅 알고리즘과 토폴로지 요약 알고리즘은 네트워크의 성능을 향상시키는데 있어 중요한 변수가 된다. 그러나 사설망인터페이스를 위한 향상된 TA 알고리즘을 제안하였을 때 이를 쉽게 시뮬레이션 하기 위한 시뮬레이터의 개발은 매우 미비하다. 따라서 본 논문에서는 사설망인터페이스에서의 TA 알고리즘을 쉽고 효율적으로 시뮬레이션 하기 위한 시뮬레이터를 설계하고 구현하였다.

2. Simulator 구현

본 논문에서 구현한 시뮬레이터는 토폴로지 요약과 라우팅 성능을 실험측정 할 수 있도록 하였으며 ANSI/C++로 작성되어 윈도우즈 NT나 유닉스 시스템에서 사용될 수 있다.

구현된 시뮬레이터는 ATM 포럼의 P-NNI 1.0 Spec에 근거하여, 2계층이상의 토폴로지 요약과 라우팅, crank-back을 지원하며, Generic-CAC, QoS 라우팅이 포함되어 있다.

2.1 이벤트 모델

본 논문에서 구현한 시뮬레이터는 discrete event 방식을 사용하였다. Discrete event simulation은 각 이벤트의 발생시점은 이산적으로 발생하지만 시뮬레이션의 시간추이는 연속적인 분포를 가지게 된다. 네트워크 시뮬레이션 방식은 크게 discrete time simulation과 discrete event simulation 방식으로 나눌 수 있다. discrete time 모델의 경우 같은 시간간격으로 시뮬레이션의 모든 컴포넌트(노드, 링크, 스위치)를 루프로 실행하면서 수행하는 방식으로 시간간격이 모든 프로세싱 중에서 작은 시간을 기준으로 실행하기 때문에 시뮬레이션 실행 시간이 상당히 길어지고 불필요한 실행이 발생한다. 반면 discrete event 시뮬레이션 모델의 각 컴포넌트는 프로세스를 실행한 후 다음 발생할 프로세스를 결정할 후 이벤트에 프로세스가 실행할 시점(시간)을 기록하여 이벤트를 관리하는 이벤트 스케줄러에 이벤트를 삽입한다. 이벤트 관리 모듈은 이벤트가 삽입되면 이벤트의 실행 시간에 따라 내부 이벤트 리스트를 시간 순서로 정렬한다. 따라서 불필요한 검색과 실행이 제외되어 CPU 사이클을 줄일 수 있으므로 수행시간이 빠른 장점이 있다.

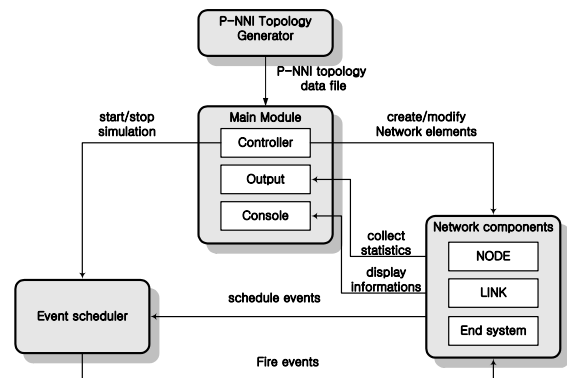
2.2 시뮬레이터 구성

본 시뮬레이터는 계층적 네트워크의 물리적인 요소를 컴포넌트로 모델링 하였다. 네트워크의 물리적인 요소는 크게 스위치(노드)와 링크, End system의로 구성되어 있으며, 이들을 객체로 모델링 하였다. 물리적인 링크는 링크 객체로 추상화되고, 스위치는 스위치객체로 추상되어, 모든 물리적인 네트워크 구성요소는 1:1 객체로 모델링 되었다.

그림 1은 시뮬레이터의 블록도를 나타낸다. 각 블록에 대한 내용은 아래와 같다.

• 네트워크 컴포넌트

시뮬레이터는 링크, 스위치(노드), ES로 구성된 ATM 네트워크를 각각의 물리요소에 대응하는 객체로 구현하여 재구성한다. 각 객체는 대응하는 물리요소의 동작을 메소드로 구현되어 있다.



▶▶ 그림 1. 블록도

• 링크

링크객체는 노드와 노드를 연결하는 물리링크를 추상화하며, 물리링크와 같이 대역폭, 지연과 AW로 특성화된다.

• 스위치

ATM네트워크의 물리적인 스위치를 추상화하며, 스위치가 P-NNI 계층적 네트워크의 피어그룹에 속하여 있으며, 스위치가 PG 리더이면, 스위치 객체는 LGN(Logical group node)를 포함한다. 또한 스위치객체는 ATM 스위치의 셀 스위칭 기능과 CAC, Source-routing 기능이 구현되어 있다. 스위치는 PG Leader 노드나 border 노드가 될 수 있으며, call processing, PTSP flooding, re-routing 기능을 구현한다.

• LGN(Logical Group Node)

LGN객체는 하위 PG 리더 노드에 포함되어 있으며, 하위 Peer Group의 Link Aggregation과 Nodal aggregation, PTSP flooding을 수행하는 기능을 포함하였다.

• End-System

물리적인 ES를 추상화한 컴포넌트로서 소스 ES(SES)와 목적지 ES(DES: Destination ES)로 구성된다. 하나의 ES는 각각 스위치에 연결된다. ES의 SES객체는 설정된 호 생성율에 따라 포이송 프로세스에 의해 호 생성을 하며, 콜발생에 따라 ATM셀이 연결된 스위치로 전송된다. 발생한 호는 목적지 ES의 DES 객체로 연결되며, call processing은 스위치나 LGN 컴포넌트가 담당하도록 하였다.

• 메인 모듈

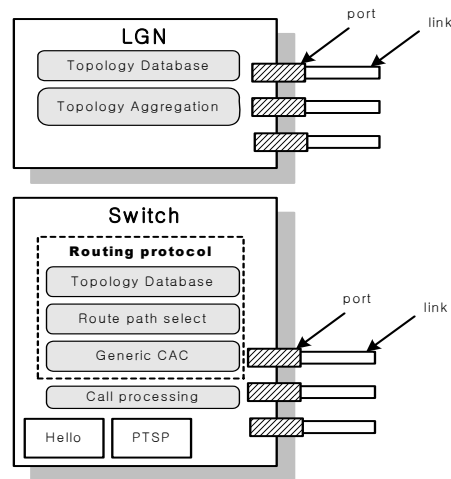
시뮬레이션 환경을 구성하고 제어하고, 결과를 수집하고, 분석, 출력하는 모듈로서, control module, output, console 컴포넌트가 있다.

- Control module

시뮬레이션 환경변수와 네트워크 토폴로지 파일을 읽어, 네트워크 컴포넌트를 생성하고, 컴포넌트의 데이터를 설정하거나 갱신하며, 메인모듈의 Output 컴포넌트를 생성한다. 또한 시뮬레이션수행을 시행하고 종료하는 제어역할과 Output 컴포넌트에 결과를 수집하고, Console에 이벤트나 시뮬레이션 수행정보를 출력하도록 제어하는 기능을 수행한다.

- Output 컴포넌트

Output 컴포넌트는 성능평가를 위한 시뮬레이션 결과를 수집하고, 분석하여 출력하는 기능을 수행한다. 결과의 수집은 주기적으로 네트워크 컴포넌트들의 상태를 수집하고, 또 이벤트에 따라 결과를 수집하기도 한다.



▶▶ 그림 2. LGN과 스위치컴포넌트 블록도

2.3 라우팅 프로토콜과 호 처리 컴포넌트

사설망인터페이스 라우팅 프로토콜과 시그널링 프로토콜은 각각 라우팅 프로토콜 컴포넌트와 호처리 컴포넌트에 의해 구현된다. 이 두 개의 컴포넌트는 스위치와 LGN 컴포넌트에 포함되며, 스위치와 LGN에 따라 다르게 동작한다. 그림 2는 스위치와 LGN의 구성을 보여준다. 이렇게 라우팅 프로토콜과 호 처리를 독립적인 컴포넌트로 구현함으로써 스위치나 LGN 컴포넌트와 무관하게 프로토콜이나 토폴로지 요약 알고리즘을 적용할 수 있고, 새로운 프로토콜이 요구되면 각각의 프로토콜 컴포넌트를 약간의 수정으로 바로 적용할 수 있는 장점이 있다.

- 라우팅 프로토콜 컴포넌트

라우팅 프로토콜 컴포넌트는 크게 두 가지 컴포넌트로 구성된다. 토폴로지 데이터베이스와 RoutePathSelect 알고리즘으로써 토폴로지 데이터베이스는 네트워크의 스위치와 링크의 상태정보가 저장되어 있고, 토폴로지 데이터베이스를 이용하여 RoutePathSelect는 요구 QoS를 만족하는 라우팅 경로를 계산한다.

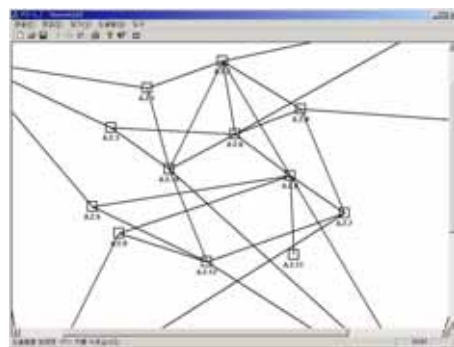
- 호처리 컴포넌트

호의 생성, 연결, 해제를 수행하는 컴포넌트로 DTL 프로세싱기능을 포함한다.

Source ES로부터 호 요청이 들어오면 source 스위치는 라우팅 경로를 계산하고, DTL을 생성하고 전달한다. 중간 스위치에서 라우팅을 수행하여 호가 reject될 경우 crank-back을 border 스위치에서 수행한다.

2.4 네트워크 토폴로지 생성기

본 시뮬레이터는 네트워크 토폴로지 생성을 위해 GUI방식의 토폴로지 생성기로 사용자가 마우스로 그래픽하게 네트워크를 구성하였다. 사설망인터페이스 네트워크는 계층이 커질수록 네트워크의 노드와 링크가 많이 필요하므로, 거대한 네트워크를 구성하기 용이하게 자동생성 프로그램을 작성했다. 이에 대한 구현 화면이 그림 3에 보여진다.



▶▶ 그림 3. 구현된 시뮬레이터 화면

3. 결론

본 논문에서는 사설망 인터페이스에서의 토폴로지 요약 알고리즘을 쉽고 효율적으로 시뮬레이션 하기 위한 시뮬레이터

를 설계하고 구현하였다. 앞으로의 연구과제는 대규모 망에서도 적용할 수 있는 가능한 한 정확하고 작은 정보량으로 보다 함축적인 논리 노드로 표현할 수 있는 TA 알고리즘의 연구와 라우팅 알고리즘의 연구가 필요하다. 망에서 경로 설정을 분산할 수 있는 알고리즘에 관한 연구가 TA 알고리즘과 병행되어 수행되어야 하겠다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] Private Network-Network Interface Specification Version 1.0(PNNI 1.0), ATM Forum af-pnni-0055.000, Mar, 1996.
- [2] A.R.Ragozini, et al, "Analysis of the Performance of a Hierarchical PNNI Network", Proceedings of the 1999 2nd International Conference on ATM, 1999.
- [3] W. Lee, "Topology Aggregation for Hierarchical Routing in ATM Networks", Computer Communication Review, Apr. 1995.
- [4] Whay. C. Lee, "Spanning Tree Method for Link State Aggregation in Large Communication Network", Proceedings of the IEEE infocom '95, Vol.1, 1995.
- [5] B. Awerbuch, Y. Du and Y. Shavitt, "The effect of network hierarchy tructure on performance of ATM PNNI hierarchical routing", Computer Communications, Volume 23, Issue 10, 1 May 2000, Pages 980-986
- [6] Chen-Khong Tham, Jianning Mai and Lawrence WC Wong, "A QoS-based routing algorithm for PNNI ATM networks", Computer Communications, Volume 25, Issue 7, 1 May 2002, Pages 714-729