

# PNNI에서 향상된 Full Mesh Topology Aggregation 기법

김 남 희<sup>†</sup>

## 요 약

본 논문에서는 PNNI망에서 효율적인 full mesh 토폴로지 요약기법을 제안하였다. 제안된 full mesh 토폴로지 요약기법에서는 모든 경로를 찾는 대신 홑 카운트 기반의 깊이 우선 방식을 사용하여 효율적으로 다중 경로를 탐색할 수 있도록 하였다. 이를 위해 토폴로지 요약 정보를 줄이고 다중링크 요약에 유연성을 부여하기 위하여 대역폭과 지연의 한 쌍으로 구성된 두 개의 라인 세그먼트를 이용하는 수정된 라인 세그먼트 기법을 제안하였고 이를 full mesh 토폴로지 요약에 적용하였다. 제안된 기법의 성능을 평가하기 위해 기존의 full mesh 기법과 호 성공율, 접근시간 및 크랭크백율에 대하여 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 비교·분석하였다. 시뮬레이션 결과 제안된 기법이 기존의 기법에 비해 성능이 향상되었음을 확인할 수 있었다.

## The Improved Full Mesh Topology Aggregation Scheme in PNNI

Nam-Hee Kim<sup>†</sup>

## ABSTRACT

In this paper, we propose an efficient full mesh topology aggregation method in PNNI networks. The proposed scheme can search multi-links efficiently using the depth priority method based on hop count instead of searching the all links. To do this, we propose a modified line segment algorithm using two line segment method that represents two points which consist of delay-bandwidth pair to reduce topology information and provide a flexibility to the multiple-links aggregation. And we apply it to current full mesh topology aggregation. To evaluate performance of the proposed scheme, we compare/analyze the current method with the proposed scheme with respect to call success rate, access time and crankback rate. The result is that the proposed scheme is better than the current scheme in performance.

**Key words:** PNNI(Private Network to Network Interface), Topology Aggregation(토폴로지 요약), Asynchronous Transfer Mode(비동기전송방식)

## 1. 서 론

PNNI(Private Network-to-Network Interface)에서는 계층적 라우팅 방법을 채택함으로써 대규모

망으로의 확장을 가능하게 하였으며 라우팅 테이블의 규모, 주기적인 갱신 비용을 줄였으며, 라우팅 테이블 프로세스의 자동화, QoS(Quality of Service) 보장 등의 효과를 가져왔다. PNNI 망은 계층구조를 이루고 있으며 각 레벨마다 여러 개의 PG(Peer Group)으로 구성되고, 각 그룹 내의 PGL(Peer Group Leader)은 상위나 하위레벨과 정보를 주고받아 각 레벨에서 사용가능한 정보를 모든 레벨의 노드들이 알 수 있도록 한다[1,2]. 노드들은 이들 정보를 이용

※ 교신저자(Corresponding Author): 김남희, 주소: 전라북도 군산시 미룡동 산68(573-701), 전화: 063)469-4559, FAX: 063)469-4560, E-mail: nhkim@kunsan.ac.kr

접수일: 2004년 3월 3일, 완료일: 2004년 7월 26일

<sup>†</sup> 정회원, 군산대학교 컴퓨터정보학과 조교수

하여 소스 라우팅(source routing)을 하게 된다. 소스 라우팅은 연결 설정 단계에서만 경로를 검색하므로 라우팅 알고리즘의 속도보다는 얼마나 최적의 경로를 찾아내느냐가 더욱 중요하다. 이를 위해 ATM (Asynchronous Transfer Mode) 포럼에서는 각 PG의 자원 정보를 얼마나 정확하고 효율적으로 요약할 것인가에 많은 노력을 기울이고 있다[3-5].

TA(Topology Aggregation)는 PG 내부 토폴로지 정보를 하나의 LGN(Logical Group Node)로 요약하는 것이다. 토폴로지 요약정보는 LGN 도달정보, 다른 LGN과의 가상논리 링크상태정보, LGN 내부구조 및 상태정보가 포함된다. LGN 도달정보는 ATM 주소의 prefix를 이용하여 요약된다. 다른 LGN과의 가상논리링크 상태정보는 PNNI 망의 계층적인 구조에 따라 결정된다. 그러나 LGN 내부구조 및 상태정보는 토폴로지 요약기법에 따라 정보량 및 정확성에 많은 차이가 나기 때문에 초기의 연구는 가상적인 내부구조를 중심으로 이루어졌다[6]. 각 LGN은 포트를 통하여 다른 LGN과 연결되는데 이러한 포트들의 내부 가상 연결을 위해 full mesh, star, spanning tree 복합구조 등이 이용되고 있다. PNNI에서는 LGN 내부구조와 함께 논리링크상태 파라미터는 QoS 라우팅과 밀접한 관련이 있으며 매우 중요한 연구과제이다. 또한 하나의 논리링크는 다중 경로의 링크 상태 파라미터를 요약한 것이므로 논리링크 요약정보는 다중경로의 다중 QoS 파라미터의 요약 정보라 할 수 있고 특히, 라인 세그먼트 요약기법은 대역폭과 지연파라미터를 가지고 다중경로를 효과적으로 요약할 수 있다.

본 논문에서는 TA 기법 중 대역폭과 지연파라미터를 중심으로 PG내의 토폴로지 정보를 요약하는 기법으로 라인 세그먼트를 이용하여 경계노드 사이의 다중경로 정보를 효율적으로 요약할 수 있는 기법을 제안하였다. 라인세그먼트 파라미터 값을 결정하기 위해서는 모든 경로를 찾아야 한다. 그러나 모든 경로를 찾기 위해서는 많은 시간이 필요하며 이렇게 찾아진 경로들 중에서 일부만이 라인 세그먼트 파라미터 값을 결정하기 위해 사용된다.

따라서 제안된 기법에서는 모든 경로를 찾는 대신 홉 카운트 기반의 깊이 우선 방식을 사용하여 효율적으로 다중 경로를 탐색할 수 있도록 하였다. 정보량을 줄이고 유연성을 부여하기 위해 두 개의 라인 세

그먼트를 이용하였다. 즉, 하나의 라인 세그먼트를 표현하기 위해서는 양 끝점의 대역폭과 지연 파라미터가 필요하므로 네 개의 파라미터 값이 필요하게 된다. 본 논문에서는 하나의 라인 세그먼트를 표현하기 위해 필요한 네 개의 파라미터를 가지고 두 개의 라인 세그먼트를 표현하여 다중 경로의 다중 QoS 파라미터 요약에 유연성을 부여하였다. 또한, 면적 개념을 도입하여 다중 QoS 파라미터를 하나의 대표 값으로 사용하여 full mesh 구조의 TA 기법에 적용함으로써 계산의 복잡도를 감소시켰다. 제안된 full mesh TA 기법의 성능 분석을 기존의 full mesh TA 기법과 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 비교·분석하였다. 본 논문의 구성은 서론에 이어 제 2장에서는 기존 TA 기법의 특성 및 장단점에 대해 고찰하였고, 제 3장에서는 기존의 라인 세그먼트 기법을 수정한 라인 세그먼트 기법을 제안하고 이를 기존 full mesh TA 구조에 적용하여 향상된 성능을 갖는 full mesh TA 기법을 제안하였다. 그리고 제 4장에서는 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 기존의 full mesh TA 기법과 제안된 full mesh TA 기법을 비교·분석하였으며, 마지막으로 5장에서 결론을 내렸다.

## 2. 관련연구

본 장에서는 full mesh, simple 노드, star, 복합구조 기법을 중심으로 기존의 TA 기법의 장단점에 대해 고찰하였다[7-9,10].

### 2.1 Full mesh TA 기법

Full mesh TA 기법은 LGN 내부의  $N_p$ 개의 포트가 full mesh 형태로 연결된다.

Full mesh 구조에서 논리링크 상태 파라미터 값을 양방향 모두 같은 값으로 한다면  $N_p \times (N_p - 1)$ 개의 논리링크가 필요하고 방향성을 고려한다면  $2 \times N_p \times (N_p - 1)$ 개의 논리링크가 필요하게 된다. 이 기법은 다른 모든 구조를 구성하기 위한 기본구조가 되므로 매우 중요한 구조이다. Full mesh TA 기법의 핵심은 논리링크의 상태 QoS 파라미터를 결정하는 방법이다. LGN 내부 링크의 상태 파라미터는 다른 LGN에서 TA LGN을 통과하며 다른 LGN으로의 연결설정 시 제공 가능한 QoS 파라미터를 의미한다. 즉 full mesh 기법은 PG의 내부 토폴로지를 기본으로 하여

임의의 경계노드 사이에는 다중 경로가 존재하고 각 경로마다 제공 가능한 QoS 파라미터가 다르므로 다중 경로와 다중 파라미터를 요약하는 기법이 다른 구조의 TA 기법에 많은 영향을 미치는 주요한 연구 과제이다.

## 2.2 Simple node TA 기법

Simple node TA 기법에서는 PG의 내부 토폴로지는 하나의 LGN으로 집약된다. 즉,  $N_p$ 개의 논리포트를 연결하는 내부 논리링크가 하나로 집약되므로 이와 같은 경우 TA 정보의 크기를 가장 작게 해준다. 그러나 비대칭 토폴로지 정보를 적절하게 반영하지 못하고 본래의 PG의 다중 연결 특성을 요약하지 못한다. 또한  $2 \times N_p \times (N_p - 1)$  개의 내부 링크 상태 정보를 하나의 내부 링크 상태 정보의 대표 값으로 요약해야 하므로 어떤 값을 사용하느냐의 선택이 쉽지 않다. 대부분 평균값을 쓰거나 가장 작은 값을 쓰게 되는데 경계 노드 사이의 논리 링크 상태의 QoS 파라미터가 비교적 고르게 분포되어 있을 때에는 커다란 압축 효과를 얻을 수 있다. 그러나 링크의 QoS 파라미터가 동적으로 변하고 동적변화에 대응하기 곤란한 방법이기도 하다. 또한 어떤 경계노드에서 다른 경계 노드로의 전송 대역폭 고갈로 인한 영향이 논리 링크의 상태 QoS 파라미터에 많은 영향을 주어 네트워크 자원을 효율적으로 사용하지 못하는 경우가 발생한다. 그럼에도 불구하고 크랭크 백을 이용한 PNNI 망 전체의 성능을 어느 정도 유지 할 수 있다. 또한, PNNI 라우팅 프로토콜의 오버헤드가 가장 적고 구현의 복잡도가 가장 간단하기 때문에 많이 이용되고 있는 기법이다.

## 2.3 Star 및 복합구조 TA 기법

이들 기법은 full mesh 구조로부터 유도되는데 가능한 적은 논리링크의 수를 가지고 full mesh 구조의 링크상태 파라미터를 구하는 것이 중요하다. 즉, star나 spanning 구조에서 임의의 두 포트사이의 논리링크의 상태 QoS 파라미터가 full mesh 논리링크의 상태 QoS 파라미터와 가능한 같도록 논리링크의 QoS 파라미터를 구하는 것이다. Star 구조와 복합구조 TA 기법은 비슷한 구조를 가지고 있으며 양방향을 고려한 경우와 그렇지 않은 경우에 따라 TA 정보량에 많은 차이가 있다.

Star 구조는 구조가 간단하고 논리링크의 수가 경계노드의 수에 비례하므로 망의 구조가 커질수록 많은 압축효과를 볼 수 있다. 그러나 full mesh 구조로부터 star 구조의 논리링크의 상태 QoS 파라미터 값을 결정하기 어렵고 본래의 full mesh 구조의 QoS 파라미터와의 차이가 많이 나는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해서 PNNI 1.0 규격에서는 차이가 심한 링크를 바이패스 링크를 추가하여 본래의 full mesh 구조의 QoS 파라미터와의 차이를 작게 한 것이 복합구조 TA 기법이다.

## 3. 제안된 Full Mesh TA 기법

### 3.1 제안된 modified line segment 기법

제안된 modified line segment 방식은 그림 1에서와 같이 세 개의 점 LP, MP, HP를 가지고 두 개의 라인 세그먼트를 이용하여 다중 링크 QoS를 표현하는 방식이다. 세 개의 점을 표현하기 위해서는 6개의 파라미터가 필요하나 파라미터의 수를 줄이기 위해 한 개의 대역폭 파라미터와 세 개의 지연 파라미터를 가지고 요약하였다. 즉, 그림 1의 LP(0, ld), MP(Max BW/2, md), 그리고 HP(Max BW, hd) 세 개의 파라미터를 사용해 표현함으로써 하나의 라인 세그먼트와 같은 양의 정보를 가지고 두 개의 라인 세그먼트를 표현 할 수 있으므로 다중 링크 요약에 있어서 유연성을 제공할 수 있게 된다. 그림 1에 제안된 modified line segment는 가장 간단하게 구할 수 있는 라인 세그먼트 방식을 나타낸 것으로 이는 라인 세그먼트를 결정하는 방식에 다양하게 적용시킬 수 있다. 본 논문에서는 제안된 라인 세그먼트 방식을 full mesh TA 기법에 적용하여 기존의 full mesh TA 보다 효율적인 TA기법을 제안하였으며 이를 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 성능을 기존 full mesh TA 기법과 비교·분석하였다.

### 3.2 제안된 full mesh TA 알고리즘

TA는 링크요약과 내부구조 요약 과정으로 나눌 수 있다. 그림 2는 PG의 내부 토폴로지 구조와 full mesh 구조의 LGN을 나타내며, 링크 요약 과정은 다음과 같다.

그림 2의 타입 b에서 LGN A.2의 포트 1과 LGN C사이의 논리링크 상태 정보는 다음과 같이 3개의

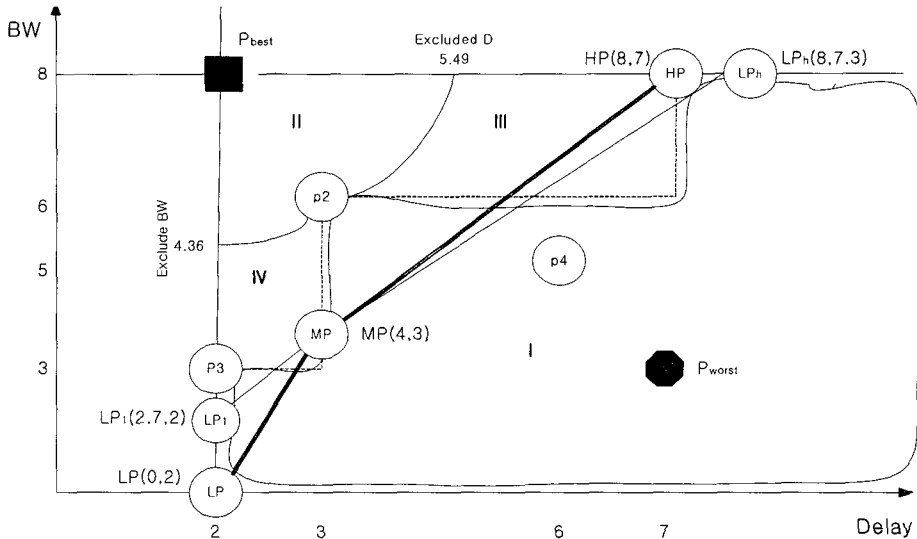
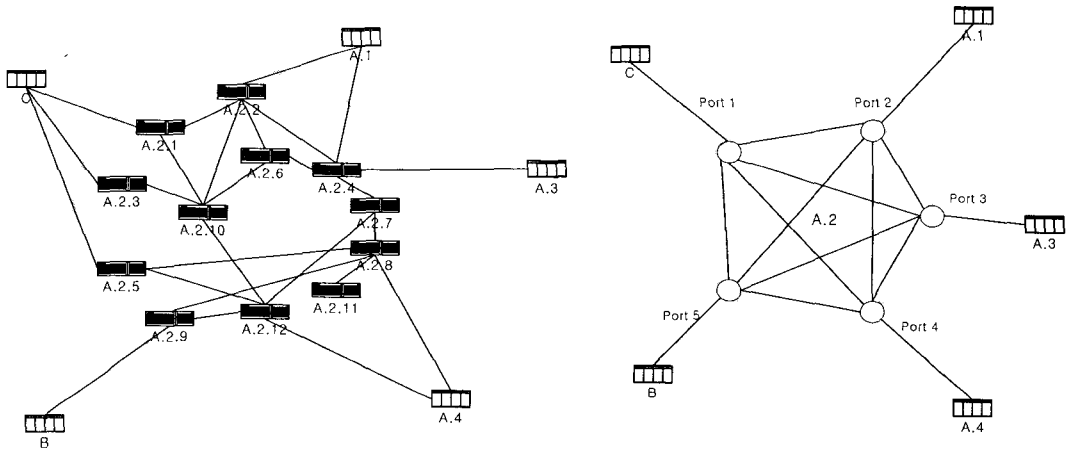


그림 1. Modified Line Segment에서의 제공가능영역



(a) A topology of a peer group

(b) A topology aggregation of full mesh

그림 2. Full mesh 구조

링크(A.2.1 - LGN C, A.2.3 - LGN C, A.2.5 - LGN C) 상태요약정보이다. 링크요약 기법에서 사용되는 다중 링크 요약 기법에는 QoS 파라미터의 평균값을 사용하거나 가장 작은 QoS 파라미터 값( $\min(\text{bandwidth}), \max(\text{delay})$ )을 사용한다.

내부구조 요약 방법은 매우 복잡하고 TA 기법의 가장 중요한 부분이라 할 수 있다. 예를 들어 그림 1에서 포트 1과 포트 4사이의 논리링크는 LGN C와 의 경계노드(A.2.1, A.2.3, A.2.5)와 LGN A.4의 경계 노드(A.2.8, A.2.12) 사이의 모든 경로의 다중 링크

상태 요약 정보이다. PG의 토폴로지 데이터베이스는 노드의 집합  $V$ , 각 노드에서 링크의 집합  $E$ 로 구성되어 있다. PG내의 토폴로지 데이터베이스를 가지는 모든 경로를 찾는 과정은 많은 루프가 필요하며,  $N$ 개의 노드를 가지고 있는 집합  $V$ 에서 모든 경로의 수는 출발 노드에서 다음번에 갈 수 있는 노드의 개수 ( $n-2$ ), 그 다음에 갈 수 있는 노드의 수는 ( $n-3$ ),... 이다. 따라서 가능한 모든 경로의 수는  $(n-2) \times (n-3) \times \dots \times 2 \times 1$  개가 되며 계산의 복잡도는  $O(n!)$ 이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 모든

경로를 찾는 대신 홉 카운트 기반의 깊이 우선순위 방식을 사용한 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 한 개의 루프 내에 2개의 루프가 중복되어 있어 최악의 경우  $2 \times n^2$ 의 반복횟수를 가지므로 계산의 복잡도는  $O(n^3)$ 이 되어 계산의 복잡도를 줄일 수 있다. 그림 3은 제안된 full mesh TA 기법의 LGN C에서 LGN A.4로의 다중 경로를 검색하는 예이다.

제안된 알고리즘에서는 같은 홉 카운트를 갖는 바로 이웃한 노드만을 경유하는 경로를 추가하므로 빠르게 다중패스를 찾을 수 있다. 그림 3은 LGN C에서 LGN A.4로의 다중 경로를 찾는 예를 보여주고 있다. 그림에서 노드 A.2.2, A.2.6, A.2.10은 홉 카운트가 2이고 서로 연결되어 있으므로 이들의 이웃한 경로를 포함한 레벨 2까지의 경로를 구한 후에 다음 레벨의 경로를 계속 찾아나가는 구조이다. 다음은 addListPath 함수인데 현재까지의 QoS 파라미터에 링크상태 QoS 파라미터를 더하는 것이다.

```

sub function addListPath(s.Node, dNode, link)
begin
    HighDelay, MinDelay : delay variable
    path : path in listPath
    if(path.maxBW > link.maxBW) then
        path.maxBW = link.maxBW
        MidDelay = getDelay(path.lowLine, link.maxBW/2)
        HighDelay = getDelay(path.highLine, link.maxBW)
        path.lowDelay = link.lowDelay + path.lowDelay
        path.midDelay = link.midDelay + MidDelay
        path.highDelay = link.highDelay + HighDelay
    
```

```

else
    path.maxBW = path.maxBW
    MidDelay = getDelay(path.lowLine, link.maxBW/2)
    HighDelay = getDelay(path.highLine, link.maxBW)
    path.lowDelay = path.lowDelay + link.lowDelay
    path.midDelay = path.midDelay + MidDelay
    path.highDelay = path.highDelay + HighDelay
end if
end function
sub function getDelay(lineSg, Bandwidth)
begin
    a, b : gradient and intercept
    Delay : result of delay
    a = (lineSg.highBW - lineSg.lowBW)/
        (lineSg.highDelay - lineSg.lowdelay)
    b = lineSg.lowBW - (a * lineSg.lowDelay)
    Delay = ((Bandwidth - b) / a);
end function
    
```

여기에서 검색된 다중경로 QoS 파라미터는 지연 파라미터에 의해 정렬되고 다중 경로의 QoS 파라미터들 중에서 대표 파라미터를 찾아 이들을 이용하여 두 개의 라인 세그먼트를 구한다. 대표 파라미터는 다른 경로의 QoS 파라미터 보다 포함 영역이 큰 파라미터를 의미한다. 그러나 지연은 작지만 대역폭이 작은 경우에는 두 개의 파라미터 모두를 대표 파라미터에 포함시킨다. 이들 대표 파라미터들은 지연 파라미터에 의해 정렬되어 있으므로 이들을 이용하여 두 개의 라인 세그먼트 파라미터를 구할 수 있다. 가능한 많은 영역을 포함할 수 있도록 두 개의 라인 세그

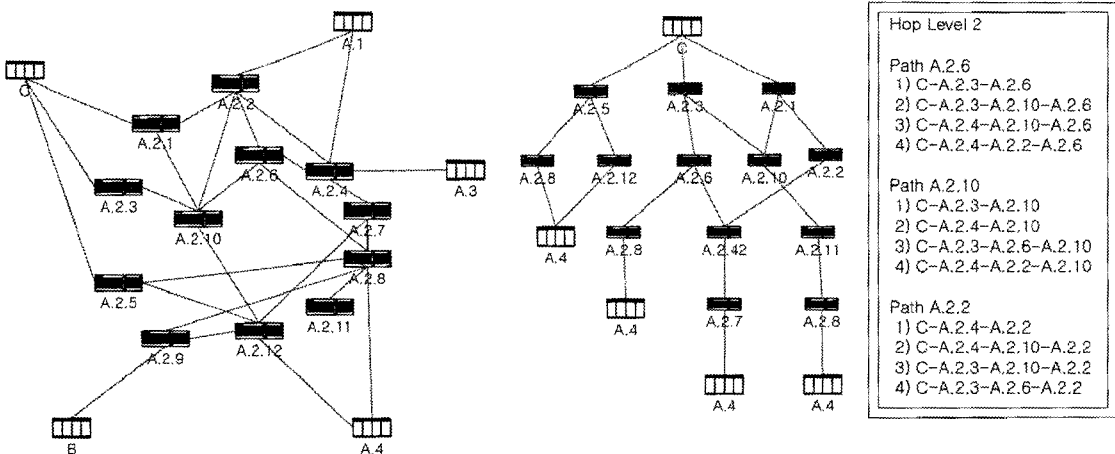


그림 3. 제안된 기법을 이용한 다중경로 검색 알고리즘

먼트를 구해야 한다. 본 논문에서는 다음과 같은 간단한 방법을 사용하여 두 개의 라인 세그먼트 파라미터들을 구한다. 먼저 대표 QoS 파라미터들 중에서 최대 대역폭 값을 갖는 파라미터와 최소 지연값을 갖는 파라미터를 찾는다. 두 개의 라인 세그먼트의 세 점은 (lowDelay, 0), (midDelay, maxBW/2), (highDelay, maxBW)이다. 여기에서 lowDelay는 최소 지연 파라미터 값이고, maxBW와 highDelay는 최대 대역폭 파라미터의 대역폭 값과 지연 값이다. midDelay는 최대 대역폭의 반 이상을 포함하는 대표 파라미터 중에서 찾은 최소 지연 파라미터이다. Full mesh 구조의 모든 논리 링크 상태 QoS 정보를 위와 같은 방법으로 요약하면 full mesh 구조가 완성된다. 여기에서 공통영역의 대역폭은 가장 작은 값이고, 지연은 가장 큰 값이다.

다음은 요약 정보를 라우팅 프로토콜의 플러딩 메카니즘을 이용해 모든 노드에 전파시킨다.

#### 4. 시뮬레이션 및 성능평가

##### 4.1 시뮬레이션 환경

시뮬레이션은 여러 개의 PG와 PG를 구성하는 노드들로 구성되었으며 TA는 단순노드 방식과 복합구성 방식을 적용할 때 그리고 라우팅 시 경로선택에서 링크의 지연시간 또는 대역폭을 기준으로 수행할 경우에 따라 시뮬레이션을 수행하였고 call setup 성공률, 크랭크백(crankback)율, 액세스 시간을 비교하였다. 표 1은 시뮬레이션 파라미터를 나타내고 표 2는 처리시간을 나타낸다.

표 1. 시뮬레이션 파라미터

시뮬레이션 환경변수	값
PTSE refresh time	300~900 sec
Call arrival rate	0.009~0.016 (call/sec/node)
Mean cell period	300 sec
Request bandwidth	1~3 Mbps
Request delay	10~100 Mbps
Max call setup time	100 sec
The number of Max crankback	5회
Link bandwidth	155 Mbps
Link delay	0.0001~0.0007 sec
Simulation time	5000 sec

표 2. Processing time

Processing Job	time(msec)
Hello packet	1
Database summary packet	3
PTSE request packet	5
PTSP packet	5
CAC	3
Routing path select	5
DTL processing	3
ACK, NAK, release	1

네트워크 부하는 각 ES에 평균 호 발생을 설정하여 평균 호 발생율에 따른 포아송 프로세스로 호가 생성된다. 호 설정이 성공하면 호는 지수 분포에 따른 호 지속 시간 동안 호 연결이 수락된다.

PTSE 갱신 시간에 따라 각 노드의 토폴로지 데이터베이스의 정확도가 결정된다고 볼 수 있다. PTSE 갱신시간이 짧을수록 데이터베이스 정보의 정확도가 높으나 PTSP 및 플러딩에 따른 노드와 망의 부하가 높아진다. 본 시뮬레이션에서는 PTSE 갱신시간을 300초에서 900초 사이로 설정하면서 수행하였다.

각 노드는 패킷 처리 시 패킷을 처리하기 위한 노드에서 프로세싱 시간이 패킷이나 프로세싱 종류에 따라 다르다. Hello 패킷 처리는 프로세싱 시간이 짧으나 PTSP 패킷의 생성이나 라우팅과 같은 복잡한 종류의 프로세싱은 처리시간이 길다. 따라서 시뮬레이션 수행 시 각각의 프로세싱에 따른 처리시간을 차등을 두어 결정하였다. 패킷은 Hello 패킷, PTSP 패킷, database summary 패킷, PTSE REQUEST

패킷, DTL 패킷 등에 따라 프로세싱 시간과 노드에서 CAC나 라우팅 시 프로세싱 시간이 노드에 결정되어 왔다. 다음 표는 각 패킷 처리 시 프로세싱 시간을 보여준다.

#### 4.2 성능평가

비교대상의 TA 알고리즘은 기존의 full mesh TA 기법과 본 논문에서 제안한 full mesh TA 알고리즘에 대해 링크의 대역폭, 지연으로 계산하여 구현할 경우에 따라 각각 호 접근 시간, 호 성공률, 크랭크 백 비율의 항목에 대해 비교·평가하였다. 그림 4와 5는 제안된 full mesh TA 기법과 기존 full mesh TA 기법에 대해 크랭크 백이 있는 경우와 없는 경우에 대해 셀 도착율에 따른 접근 시간 및 호 성공율을 나타낸다. 그림 4의 셀 도착율에 따른 접근 시간을 비교한 그래프의 결과를 보면 시뮬레이션 초기인 셀 도착율이 0.0001일 경우에는 크랭크백이 있는 경우와 없

는 경우 모두 기존기법과 제안기법이 거의 같은 접근 시간을 나타낸다. 기존기법의 경우 셀 도착율이 0.0005 이후로 매우 불안정한 접근 시간을 가지는 반면 제안된 기법의 경우 매우 안정된 접근 시간을 가짐을 알 수 있다. 또한 크랭크백이 없는 경우가 크랭크 경우가 크랭크 백이 있는 경우에 비해 접근 시간이 상대적으로 짧아짐을 알 수 있는데 이는 크랭크 백이 있는 경우에는 없는 경우에 비해 네트워크 자원을 많이 소모하게 되고 또한 시그널링 오버헤드의 증가로 인해 나타나는 결과로 볼 수 있다. 그림 5는 셀 도착율에 따른 호 성공율을 나타낸 그림으로 그림 4와 마찬가지로 크랭크백이 있는 경우는 없는 경우에 비해 호 성공률이 다소 낮게 나타나는데 이와 같은 결과도 그림 4의 경우와 같다고 볼 수 있다. 호 성공율의 차이는 시뮬레이션 시간이 경과함에 따라 셀 도착율이 0.0005까지는 거의 차이가 나지 않지만 0.0005를 지나면서 제안된 기법과 기존의 기법사이의 호 성공률이 차이가 급격하게 나기 시작하고 제안된 기법의 경우 셀 도착율이 증가함에 따라 호 성공률이 다소 안정되게 감소하는 반면 기존 기법의 경우 불안정한 성공률 저하를 볼 수 있다. 결과적으로 제안된 기법이 기존의 기법보다 향상된 성능을 보이는 것은 제안된 기법이 노드의 라우팅 테이블 정보에서 LGN 내부를 포함한 논리링크의 QoS 파라미터 범위를 가지고 있기 때문에 QoS 제공 가능한 경로를 설정하는데 있어 더 많이 분산시킬 수 있기 때문이다. 그림 6은 제안된 full mesh TA 기법과 기존 full mesh TA 기법에 대해 성공한 호에서의 크랭크 백의 비율을 나타내고 있다. 제안된 기법과 기존의 기법 모두 크랭크 백

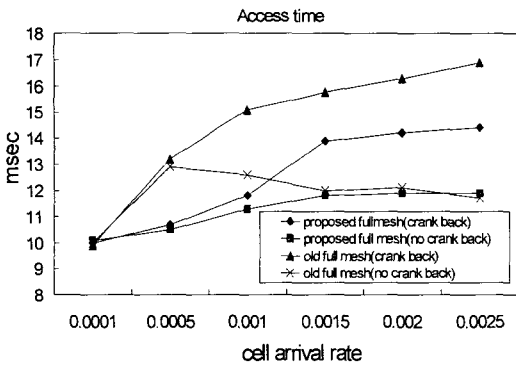


그림 4. 기존 full mesh 와 제안된 full mesh의 access time

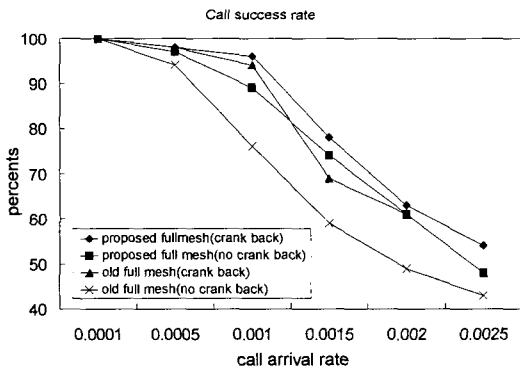


그림 5. 기존 full mesh와 제안된 full mesh의 호 성공률

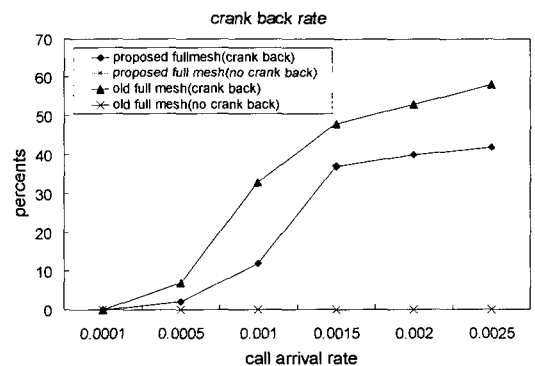


그림 6. 기존 full mesh와 제안된 full mesh의 crankback rate

이 없는 경우 비율이 거의 0을 나타내고 있는 반면 크랭크 백이 있는 경우에는 제안한 기법이 기존의 기법보다 성공한 호에 있어서의 크랭크 백 비율이 낮음을 알 수 있다.

### 5. 결 론

본 논문에서는 기존의 라인 세그먼트 기법을 수정한 modified 라인 세그먼트 기법을 제안하였으며 이를 이용하여 다중 경로를 찾기 위해 홉 카운트를 기반으로 하여 효율적으로 다중 경로를 찾는 효율적인 star TA 알고리즘을 제안하였다.

제안된 star TA 기법의 성능을 검증하기 위해 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 기존의 기법과 성능을 비교·분석하였다. 제안한 기법은 하나의 라인 세그먼트를 표현하는데 필요한 정보를 가지고 두개의 라인 세그먼트를 표현함으로써 다중 링크 요약에 유연성을 부여하였으며 이는 대역폭과 지연 파라미터 요소에 기초를 두고 있다. 또한, 같은 홉 카운트를 갖는 노드를 경유하는 경로만을 다중 경로에 포함시킴으로서 빠르게 다중 경로를 찾을 수 있고 TA 과정 뿐만 아니라 호 설정을 위한 경로 검색 알고리즘으로 활용할 수 있다. 시뮬레이션 분석결과 제안된 기법이 기존의 기법에 비해 접근시간, 호 성공률 및 크랭크 백 비율면에서 기존의 기법보다 성능이 향상되었음을 확인할 수 있었다. 앞으로의 연구과제는 대규모 망에서도 적용할 수 있는 가능한 한 정확하고 작은 정보량으로 보다 함축적인 논리 노드로 표현 할 수 있는 TA 알고리즘의 연구와 라우팅 알고리즘의 연구가 필요하다.

### 참 고 문 헌

[ 1 ] "Private Network-to-Network Interface Specification Version 1.0," *ATM Forum af-pnni-0055.000*, Mar, 1996.  
 [ 2 ] 최영숙, 진홍범, "PNNI 라우팅 프로토콜의 특징 분석," 정보통신연구, 제13권. 제1호, 1999.  
 [ 3 ] A. R. Rogozini, E. Al, "Analysis of the Performance of a Hierarchical PNNI Network."

*Proceeding of the 1999 2nd International conference on ATM*, 1999.

[ 4 ] W. Lee, "Topology Aggregation for Hierarchical Routing in ATM Networks," *Computer Communication Review*, Apr, 1995.  
 [ 5 ] F. Hao, E. W. Zegura, "On Scalable QoS Routing : Performance Evaluation of Topology Aggregation," *IEEE Infocom'2000*, 2000.  
 [ 6 ] B. Awerbuch, Y. Du, Y. Shavitt, "The Effect of the Network Hierarchical Structure on Performance of ATM PNNI Hierarchical Routing," *IEEE ICCCN'98*, Oct, 1998.  
 [ 7 ] T. Korkmaz, M. Krunz, "Source-oriented Topology Aggregation with Multiple QoS Parameters in Hierarchical ATM Networks," *IEEE Infocom'99*, pp.137-146, 1999.  
 [ 8 ] W. C. Lee, "Spanning Tree Method for Link State Aggregation in Large Communication Networks," *Proceedings of the IEEE infocom'95*, Vol. 1, 1995.  
 [ 9 ] B. Awerbuch, Y. Shavitt, "Topology Aggregation for Directed Graph," *Proceeding of the Third IEEE Symposium on Computers and Communications*, 1998.  
 [10] Liang Guo, Ibrahim Matta, "On State Aggregation for Scalable QoS Routing," *Proceeding of the 1998 1st International conference on ATM*, 1998.



김 남 희

1992년 2월 군산대학교 정보통신 공학과(공학사)  
 1994년 2월 전북대학교 전자공학과(공학석사)  
 1997년 8월 전북대학교 전자공학과(공학박사)  
 1998년 8월~2000년 8월 한국표

준과학연구원 박사후연수원

2001년 3월~2002년 2월 : 전북대학교 BK21 계약교수  
 2002년 3월~현재 : 군산대학교 컴퓨터정보과학과 조교수  
 관심분야 : 초고속 통신망, 트래픽제어, 이동통신