풀메쉬 토폴로지를 위한 효율적 aggregation 기법

An efficient aggregation scheme for full mesh topology

김남희*, 조해성
군산대학교 컴퓨터정보과학과*,
건양대학교 전자정보공학과

Kim Nam-Hee*, Cho Hae-Seong
Computer Information Science Dept.
Kunsan National University*
Electronic & Information Engineering Dept.
Konyang university

요약

본 논문에서는 PNNI망에서 효율적인 full mesh 토폴로지 요약기법을 제안하였다. 제안된 full mesh 토폴로지 요약기법에서는 모든 경로를 찾는 대신 홉 카운트 기반의 깊이 우선 방식을 사용하여 효율적으로 다중 경로를 탐색할 수 있도록 하였다. 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.

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 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.

I. 서 론

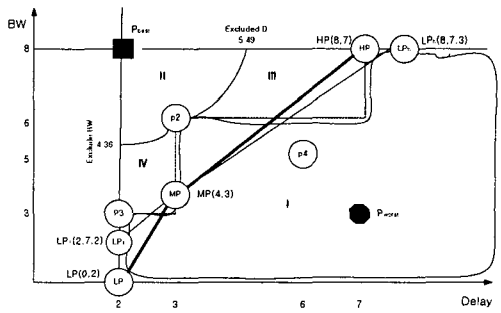
PNNI 망은 계층구조를 이루고 있으며 각 레벨마다 여러 개의 PG(Peer Group)으로 구성되고, 각 그룹 내의 PGL(Peer Group Leader)은 상위나 하위레벨과 정보를 주고받아 각 레벨에서 사용가능한 정보를 모든 레벨의 노드들이 알 수 있도록 한다[1-2]. 노드들은 이들 정보를 이용하여 소스 라우팅(source routing)을 하게 된다. 소스 라우팅은 연결 설정 단계에서만 경로를 검색하므로 라우팅 알고리즘의 속도보다는 얼마나 최적의 경로를 찾아내느냐가 더욱 중요하다. 이를 위해 ATM(Asynchronous Transfer Mode) 포럼에서는 각 PG의 자원 정보를 얼마나 정확하고 효율적으로 요약할 것인가에 많은 노력을 기울이고 있다. TA(Topology Aggregation)는 PG 내부 토폴로지 정보를 하나의 LGN(Logical Group Node)로 요약하는 것이다[3-5]. 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. 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 세그먼트를 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 파리미터를 가지고 두 개의 라인 세그먼트를 표현하여 다중 경로의 다중 QoS 파라미터 요약에 유연성을 부여하였다. 제안된 full mesh TA 기법의 성능 분석을 기존의 full mesh TA 기법과 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 비교·분석하였다. 본 논문의 구성은 서론에 이어 제 2장에서는 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 3장에서는 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 기존의 full mesh TA 기법과 제안된 full mesh TA 기법을 비교·분석하였으며, 마지막으로 4장에서 결론을 내렸다.

Ⅱ. 제안된 topology aggregation 기법

2.1 제안된 기법

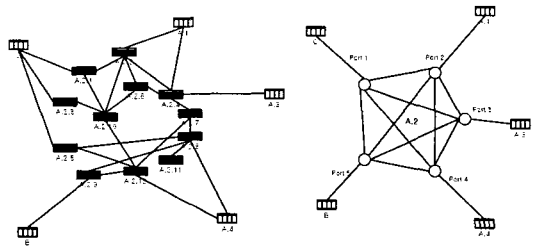
제안된 modified line segment 방식은 그림 1에서와 같이 세 개의 점 LP, MP, HP를 가지고 두 개의 라인 세그먼트를 이용하여 다중 링크 QoS를 표현하는 방식이다. 세 개의 점을 표현하기 위해서는 6개의 파라미터가 필요하나 파라미터의 수를 줄이기 위해 한 개의 대역폭 파라미터와 세 개의 지연 파라미터를 가지고 요약하였다. 즉, 그림 1의 LP(0, ld), MP(Max BW/2, md), 그리고 HP(Max BW, hd) 세 개의 파라미터를 사용해 표현함으로서 하나의 라인 세그먼트와 같은 양의 정보를 가지고 두 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.



▶▶ 그림 1. Modified Line Segment에서의 제공가능영역

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

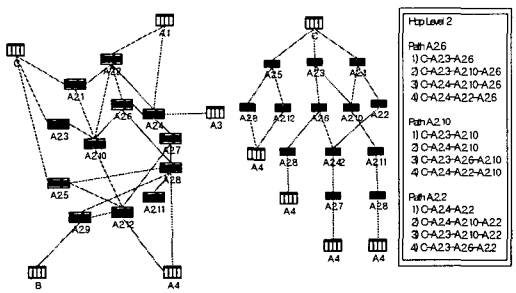


(a) A topology of a peer group

(b) A topology aggregation of full mesh

▶▶ 그림 2. Full mesh 구조

내부구조 요약 방법은 매우 복잡하고 TA 기법의 가장 중요한 부분이라 할 수 있다. 예를 들어 그림 1에서 포트 1과 포트 4 사이의 논리링크는 LGN C와의 경계노드(A.2.1, A.2.3, A.2.5)와 LGN A.4의 경계노드(A.2.8, A.2.12) 사이의 모든 경로의 다중 링크 상태 요약 정보이다. PG의 토폴로지 데이터베이스는 노드의 집합 V, 각 노드에서 링크의 집합 E로 구성되어있다. PG내의 토폴로지 데이터베이스를 가지는 모든 경로를 찾는 과정은 많은 루프가 필요하며, N개의 노드를 가지고 있는 집합 V에서 모든 경로의 수는 출발 노드에서 다음번에 갈 수 있는 노드의 개수는 (n-2), 그 다음에 갈 수 있는 노드의 수는 (n-3),… 이다. 따라서 가능한 모든 경로의 수는 (n-2) × (n-3) × … × 2 × 1개가 되며 계산의 복잡도는 O(n!)이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 모든 경로를 찾는 대신 홉 카운트 기반의 깊이 우선 순위 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 $O(n^2)$이 되어 계산의 복잡도를 줄일 수 있다. 그림 3은 제안된 full mesh TA 기법의 LGN C에서 LGN A.4로의 다중 경로를 검색하는 예이다.



▶▶ 그림 3. 제안된 기법을 이용한 다중경로 검색 알고리즘

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(sNode, 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

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.

Ⅲ. 시뮬레이션 및 성능평가

3.1 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 보여준다. 네트워크 부하는 각 ES에 평균 호 발생을 설정하여 평균 호 발생율에 따른 포아손 프로세스로 호가 생성된다. 호 설정이 성공하면 호는 지수 분포에 따른 호 지속시간 동안 호 연결이 수락된다.

[표 1] 시뮬레이션 파라미터

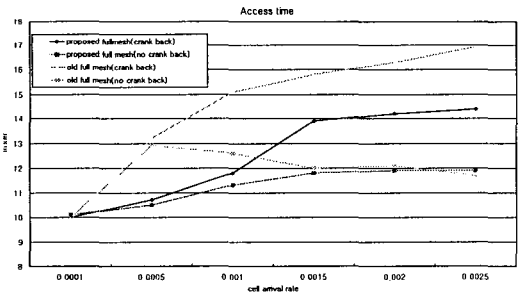
시뮬레이션 환경변수	값
PTSE refresh time	300~900 sec
Call arrival rate	0.009~0.016 (call/sec/node)
Mean cell period	300 sec
Request bandwidth	1~3 Mbps
Request delay	10~100 Mbps
Max call setup time	100 sec
The number of Max crankback	5회
Link bandwidth	155 Mbps
Link delay	0.0001~0.0007 sec
Simulation time	5000 sec

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.

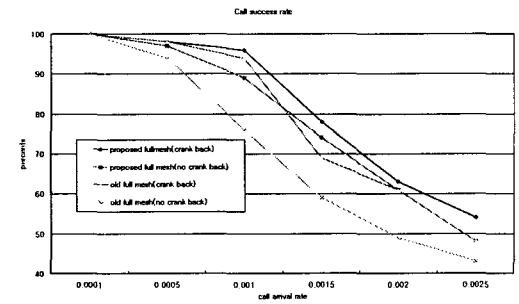
3.2 성능평가

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 4의 셀 도착율에 따른 접근 시간을 비교한 그래프의 결과를 보면 시뮬레이션 초기인 셀 도착율이 0.0001일 경우에는 크랭크백이 있는 경우와 없는 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 접근시간을 가짐을 알 수 있다. 또한 크

랭크백이 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.



▶▶ 그림 4. 기존 full mesh와 제안된 full mesh의 access time



▶▶ 그림 5. 기존 full mesh와 제안된 full mesh의 호 성공률

Ⅳ. 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.

제안한 기법은 하나의 라인 세그먼트를 표현하는데 필요한 정보를 가지고 두개의 라인 세그먼트를 표현함으로서 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 뿐 만 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.

▌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.