

# TINA 체계의 연결관리를 위한 QoS 기반의 계층적 경로 설정 기법

정회원 서승호\*, 김영탁\*

## A QoS-based Hierarchical Routing Algorithm for TINA-based Connection Management

Seung-Ho Seo\*, Young-Tak Kim\* *Regular Members*

### 요약

TINA-C에서 정의하고 있는 TINA 체계의 핵심 관리 기능인 연결관리 기능은 통신망 연결 서비스 즉, 연결의 설정, 변경, 그리고 해제 기능을 수행한다. 이는 통신망 사용자의 연결 요구를 처리하는 것은 물론이고, 장애관리가 장애 복구를 위하여 대체경로를 설정하거나 성능관리가 망의 부하 분산을 위하여 연결을 재 설정할 때에도 반드시 필요한 기반 관리 기능이다.

이와 같은 연결관리 기능에는 연결 요구에 가장 적합한 경로를 계산해 내는 경로 설정 기법이 반드시 필요하다. 본 논문은 이와 같은 TINA 연결관리 기능에 필수적인 경로 설정 기법을 제안한다. 또한 제안된 경로 설정 기법의 구현 방안과 구현 결과를 나타내고, 그 성능을 분석한다.

### ABSTRACT

Connection management function of the TINA, which is developed by TINA-C, provides network connection services such as setup, modification, and release of connections. The connection management function provides these services to network operators, to the fault management function that provides backup-path, and to the performance management function that provides load-balancing.

The connection management function necessarily requires a routing algorithm to set up a new connection. In this paper, we propose a new routing algorithm named QTHR (QoS and Traffic parameter based Hierarchical Routing) for TINA based connection management of ATM/B-ISDN network. And we implemented the QTHR and analyzed the performance of the QTHR.

### 1. 서론

현대의 통신망은 규모의 거대화, 구조의 복잡성 증가, 그리고 관리 기술의 이질성과 같은 문제로 사람의 손에 의한 수동 관리가 한계에 달하고 있으며, 이질적인 장치들간의 효율적인 통합 관리 기술에 대한 요구가 높아지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 TINA-C (TINA-Consortium)의 TINA (Telecommunications Information Networking

Architecture), ITU-T의 TMN(Telecommunications Management Network), IETF의 SNMP(Simple Network Management Protocol)와 같은 망관리 체계들이 정립되고 있다. 특히 상호 이질적인 구성 장치들간의 연동 및 효율적인 통신망 서비스의 제공과 같은 장점으로 최근에 들어 TINA 체계가 주목 받고 있다<sup>1,2)</sup>.

TINA 체계는 TMN 체계의 5대 관리 기능 영역 (FCAPS : Fault, Configuration, Account, Perform-

\* 영남대학교 대학원 정보통신공학과 B-ISDN 연구실(shseo@infocom.ice.yeungnam.ac.kr)  
논문번호 : 00234-0623, 접수일자 : 2000년 6월 23일

ance, Security management functional areas)에서 구성관리를 연결관리와 구성관리로 다시 세분화하고 있다<sup>11-3)</sup>. 특히 본 논문에 직접적으로 관련된 연결관리 기능 영역은 통신망 연결 서비스 즉, 연결의 설정, 변경, 그리고 해제 기능을 수행한다. 이는 통신망 사용자의 연결요구를 처리하는 것은 물론이고 장애관리가 장애 복구를 위하여 대체 경로를 설정하거나 성능관리가 망의 부하분산을 위하여 연결을 재설정할 때 반드시 필요한 기반 관리 기능이다.

본 논문은 이러한 연결관리 기능에 반드시 필요한 경로 설정 기법을 제안하고 이를 구현하였으며 성능을 분석하고 있다. 본 논문에서 제안하는 “ATM QoS 파라미터(Quality of Service parameter) 및 트래픽 파라미터(Traffic parameter) 기반의 계층적 경로 설정 기법 : QTHR(QoS and Traffic parameter based Hierarchical Routing)”은 ATM/B-ISDN 중계망을 관리 대상망으로 가정하고 있으며 ATM QoS 및 트래픽 파라미터를 통한 QoS를 지원하는 경로 설정 기법이다. 본 논문에서 제안하는 QTHR은 요구된 대역폭과 QoS를 만족하는 경로를 설정할 수 있고, TINA 체계의 계층적 구조에 적합하며, 미리 계산된 경로 중에서 알맞은 경로를 선정하므로 빠른 경로 선정이 가능하다. 또한 하위 모듈에서 상위 모듈로 전송되는 정보는 대표경로 하나만이 보고되므로 상위 단으로 갈수록 정보의 추상화가 가능하여 대규모 망에 적용이 가능하고, 가장 큰 여유 대역폭을 가진 경로가 우선 선택되므로 망의 부하를 분산시킬 수 있는 장점이 있다. 그러나 미리 산정된 대표경로가 요구된 여유 대역폭이나 QoS를 만족하지 않는다면 최악의 경우 EML(Element Management Layer) 계층까지 경로를 다시 계산하는 작업이 필요하다.

본 논문의 2장에서는 TINA 연결관리 기능 구조에 대하여 간단히 분석하고, 3장에서는 ATM QoS

파라미터 및 트래픽 파라미터 기반의 계층적 경로 설정 기법(QTHR)을 제안한다. 4장은 제안된 QTHR을 연구실 환경에서 구현한 내용을 제시하며, 그 성능을 분석한다. 마지막으로 5장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

## II. TINA 연결관리 체계

연결관리 기능은 통신망 연결 서비스 즉, 연결의 설정, 변경, 그리고 해제 기능을 수행한다<sup>11-3)</sup>. 이는 통신망 사용자의 연결요구를 처리하는 것은 물론이고, 장애관리가 장애 복구를 위하여 대체경로를 설정하거나 성능관리가 망의 부하 분산을 위하여 연결을 재설정할 때 반드시 필요한 기반 관리 기능이

다. TINA는 망 계층화 및 분할 개념에 따라 각 계층에서 관리해야 하는 논리적/물리적 자원들을 구분하고 있으며, 이들 관리대상이 되는 자원들을 정보관점(information viewpoint)의 정보객체(information object)로 나타내고 있다. 이들 정보객체들은 ITU-T TMN 체계의 MO(Managed Object)에 해당하며 GDMO와 유사한 Quasi-GDMO로 기술된다<sup>11,4)</sup>. 정보객체를 정의하고 있는 TINA-C의 NRIM(Network Resource Information Model Specification)은 정보객체와 관계(relationship)를 Network, Connectivity, Termination Point, Domain and Management Support, Resource Configuration, Fault Management, Accounting Management Fragment로 분류하여 정의하고 있다<sup>4)</sup>. 이들 중에서 연결관리에서 관리해야 하는 정보객체와 관계는 주로 Connectivity Fragment에 속하는 객체와 관계들이다.

TINA 연결관리 기능에서는 통신망 연결에 관련된 자원들을 관리해야 한다. 표 1은 TINA 체계의 관리 계층 분할에 따른 통신망 연결 개념 및 연결

표 1. TINA 체계의 연결 개념과 연결관리 CO

Layers	Connection Concepts	Termination points	Related COs
Communication Session	SFC (TFC)	SFEP	CSMF, CSM, (TCSM)
Connectivity Session	NFC	NFEP	CCF, CC, FCC
Layer Network	Trail Link Connection Tandem Connection	NWTTP NWCTP NWTP	LNC, TM, TCM, (TLA)
Subnetwork	SNC	Edge	CP

중단점들 그리고 이들과 관련된 연결관리 CO(Computational Object)들을 나타내고 있다<sup>13,5)</sup>.

### III. ATM QoS 및 트래픽 파라미터를 고려한 계층적 경로 설정 기법

#### 1. 경로 설정 기법의 요구 사항

TINA 기반의 ATM/B-ISDN 통신망 연결관리 시스템을 위한 경로 설정 기법은 다음과 같은 요구 사항들을 만족시켜야 한다.

첫째, QoS를 고려하여 연결을 설정 및 관리하여야 한다. 이를 위하여 ATM의 QoS 및 트래픽 파라미터들을 이용할 수 있다. 즉, 연결관리 시스템에 대한 클라이언트 시스템은 자신이 필요한 연결의 품질을 나타내기 위하여 ATM QoS 및 트래픽 파라미터를 이용하여 연결 설정 요청을 한다. 이때 연결관리 시스템은 클라이언트가 요청한 연결 품질을 지원하는 경로를 설정하여야 한다.

둘째, TINA 망관리 체계에 적합한 계층적 경로 설정 기법이어야 한다. TINA 망관리 체계는 관리 시스템(management role system)과 관리 되는 시스템(managed role system)이 계층적인 구조를 이루고 있다. TINA 망관리 시스템을 위한 경로 설정 기법은 이러한 TINA 망관리 체계의 계층적 구조에 적합하여야 한다.

셋째, 분산, 병렬 경로 선정 기법이어야 한다. 경로 설정에는 많은 TINA 컴포넌트들이 관련되어 있으므로 경로 선정 작업은 여러 연결관리 모듈들에 분산되어 수행될 수 있어야 하며, 각 연결관리 모듈들이 동시에 병렬 수행할 수 있어야 수행 속도의 향상을 가져올 수 있다.

넷째, 경로 설정에 필요한 메시지 전달이 최소화되어야 한다. 경로 설정을 위하여 각 모듈들간에 전달되는 메시지의 양은 최소화되어야 한다. TINA 관리 모듈들은 DPE(Distributed Processing Environment) 상에서 동작하므로 관리 모듈들간의 메시지 전달은 DPE를 통하여 일어난다. 따라서 경로 설정에 필요한 메시지의 양이 너무 많게되면 수행 속도와 필요 메모리, 확장성에서 문제를 발생시킬 수 있다.

다섯째, 대규모 ATM/B-ISDN 통신망에 적용 가능한 확장성을 제공하여야 한다. ATM/B-ISDN 중계망은 많은 수의 ATM 스위치와 VP 크로스 커넥터(Cross connector)등으로 이루어질 수 있다. 관리 되는 망 구성장치가 늘어남에 따라 연결관리 시스

템의 동작이 심각하게 느려지거나 수행 불능 상태에 빠져서는 안 된다.

여섯째, 망의 부하를 분산하는 경로를 설정하여야 한다. 연결관리 시스템은 요구된 경로를 설정하는데 있어서 현재 망의 상태와 연결 요구를 수락했을 때의 망 상태를 고려하여 관리 대상망의 부하가 편중되지 않도록 경로를 설정하여야 한다.

일곱째, 고속으로 연결을 설정하고, 변경, 그리고 해제하여야 한다. 연결관리 시스템은 가능한 한 빠른 속도로 새로운 연결을 설정해야 하며, 기존의 연결의 변경, 그리고 해제 역시 빠른 속도로 수행하여야 한다.

#### 2. ATM QoS 및 트래픽 파라미터 기반의 연결 관리 기법 설계

##### 1) ATM QoS 및 트래픽 파라미터 기반의 연결관리 기법의 동작 방법

ATM 통신망을 관리하는 연결관리 시스템은 ATM의 최대 장점 중에 하나인 QoS(Quality of Service) 보장 기능을 지원하여야 한다. 특정 연결에 대하여 제공하는 QoS는 연결 설정 시에 필요한 등급의 QoS를 요구하고 이를 연결관리 시스템이 수락함으로써 지원된다. 연결 수락 과정에서 연결관리 시스템은 요구된 QoS를 지원할 수 있으면서 현재 망의 상태와 연결 수락 후의 망 상태를 고려할 때 가장 알맞은 경로를 단시간 내에 찾아낼 수 있어야 한다.

본 논문에서는 이러한 요구를 처리하기 위하여 참고문헌[8]에서 제안한 "ATM/B-ISDN에서 계층적 연결관리 구조 기반의 병렬 분산 라우팅 알고리즘"을 개선하여 "ATM QoS 파라미터 및 트래픽 파라미터 기반의 계층적 경로설정(QTHR : QoS and Traffic parameter based Hierarchical Routing) 기법"을 설계 및 구현하였다.

QTHR은 경로 선정 단계 이전에 현재 망 정보를 기반으로 설정 가능한 모든 경로들을 미리 계산해 두는 단계와 연결 설정 요청이 들어 왔을 때 미리 계산된 경로를 선택하는 두 가지 단계로 동작한다. 가능한 모든 경로를 계산해 내는 단계는 다시 다음과 같이 4단계로 세분화되며 하위 모듈에서 상위 모듈로 반복적으로 수행된다.

- (1) 구성관리 모듈과 하위 연결관리 모듈로부터 망 구성 정보와 현재의 망 상태 정보를 수집하여 망의 구성 정보를 인접리스트(Adjacency list)로 구성.

- (2) (1)에서 구성된 인접리스트를 이용하여 유효 경로 즉, 외부 연결 종단점들 간의 연결 가능한 모든 경로들을 찾아내고 각 경로들의 종단간 여유대역폭 및 QoS 허용치를 계산하여 유효경로 인접리스트 구성.
- (3) 유효경로 중에서 가장 여유 대역폭이 많이 남고 QoS 특성이 좋은 대표경로를 선정하여 대표경로 인접리스트 구성.
- (4) 구성된 대표경로 인접리스트를 상위 모듈로 보고 상위 모듈은 하위 연결관리 모듈로부터 받아들이는 대표경로 인접리스트와 구성관리로 부터 받아들이는 정보를 이용하여 다시 (1)~(4)를 수행. 이는 경로 설정에 책임이 있는 최상위 모듈까지 반복.

망 구성정보와 상태 정보의 수집은 하위의 연결 관리 모듈에서 해당 하위 연결관리 모듈이 관리하는 네트워크 내부의 구성정보를 얻어내고, 구성관리 모듈로부터는 하위 연결관리 모듈이 관리하는 네트워크들간의 구성 정보를 받아들이는다. 그림 1은 이러한 구성 정보를 수집하는 과정을 나타내고 있다.

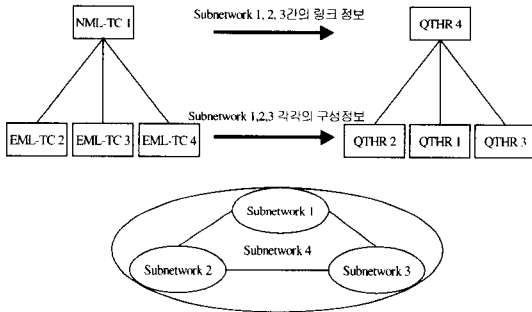


그림 1. 구성정보의 수집

수집된 구성 정보를 이용하여 유효경로를 찾아내는 것은 수집된 구성 정보에서 외부 연결 종단점들 간에 연결 가능한 경로가 있는지 탐색해 내는 것을 말한다. 외부 종단점들은 관리 네트워크의 외부와의 링크 정보를 통하여 구할 수 있다. 즉, 구성 정보 모듈로부터 링크 정보가 들어온 종단점은 외부 종단점이고, 그렇지 않은 종단점은 내부 종단점이다. 본 논문에서는 찾아낸 외부 종단점들간의 연결성 검사를 수행하는 알고리즘 역시 작성하였다.

이와 같이 찾아낸 유효경로들의 여유 대역폭, QoS는 다시 종단간 여유 대역폭, QoS로 재 계산된다. 이때 QoS에 기반한 경로 계산을 위해서는 망의 구성 정보 뿐만 아니라 현재 망 상태를 ATM QoS

및 트래픽 파라미터 형태로 얻을 수 있어야 한다. 이는 TINA 성능관리 기능을 통하여 얻을 수 있다.

종단간 경로 계산은 선택된 각 링크의 여유 대역폭 및 QoS를 기반으로 종단간 여유 대역폭 및 QoS를 계산해 내는 것을 말한다. 예를 들어 여유 대역폭의 경우는 각 링크의 여유 대역폭 중 최소의 값을 취하는 것으로, MaxCTD(Maximum Cell Transfer Delay)의 경우는 각 링크의 전파지연들과 각 교환기의 교환지연들을 더하는 것으로 구할 수 있다. 현재 ATM Forum에서 정의하고 있는 ATM QoS 파라미터와 트래픽 파라미터의 종류는 표 2와 같다<sup>[23]</sup>. 그리고 향후 이들 각각에 대한 종단간 QoS 및 트래픽 계산 방법에 대한 연구가 필요하다.

표 2. ATM Forum에서 정의하고 있는 ATM QoS 파라미터와 트래픽 파라미터

QoS Parameter	Traffic Parameters
MaxCTD	PCR
Peak-to-peak CDV	CDVT
CLR	SCR
CER	MBS
SECBR	MCR
CMR	MFS

이렇게 결정된 유효경로들은 인접리스트로 구성된다. 구성된 유효경로 중에서 가장 여유 대역폭이 많이 남고 QoS 특성이 좋은 하나의 경로를 대표경로로 선정한다. 각 외부 종단점들간의 유효경로들에서 자기 하나씩의 대표경로들만을 선정하여 다시 대표경로들의 인접리스트를 구성하고, 이를 상위 연결관리 모듈로 전달한다.

각 종단점들간의 연결 가능한 모든 경로들 즉, 모든 유효경로를 상위 모듈로 전송하는 것은 계층적 관리에 위배된다. 즉, 관리 정보는 상위 계층으로 갈수록 추상화 되어야 하며 특정 계층의 컴포넌트는 하위 계층의 컴포넌트가 관리하는 정보 전체를 알 필요가 없어야 한다. 이런 계층적 관리 개념은 망이 커질수록 중요해지며 확장성 문제에 큰 영향을 미친다. 따라서 QTHR은 계산된 경로들 중에서 가장 여유대역이 많이 남아있고 QoS가 좋은 대표 경로 하나만을 선정하여 상위 계층으로 전달하는 방법을 사용한다. 이때 QoS 및 트래픽 파라미터의 종류가 많으므로 그들 간에 우선 순위가 필요하며

이에 대한 연구가 필요하다.

이와 같이 경로들을 미리 계산해 두는 단계가 끝나면 연결 요구에 따른 경로 선정이 가능한 상태가 된다. 연결 설정 요구를 수행하는 단계는 다시 다음과 같이 5단계로 세분화되며 상위 모듈에서 하위 모듈로 반복적으로 수행된다.

- (1) 연결을 원하는 클라이언트는 연결관리 시스템으로 자신이 필요로 하는 연결의 ATM QoS 및 트래픽 파라미터를 기술하여 연결 설정 요구를 내림.
- (2) 연결 요구를 받은 연결관리 시스템은 요구된 연결이 연결 가능한지를 자신이 유지하고 있는 대표경로 인접리스트를 통하여 확인. 만약 요구된 연결에 대하여 대표경로가 없다면 연결 자체가 불가능한 것으로 연결 요청이 거부됨. 대표경로가 발견되면 발견된 대표경로가 요구된 연결의 QoS 및 트래픽 특성을 만족하는지 비교 만족하면 단계3으로, 만족하지 않으면 단계4로 분기.
- (3) 연결관리 시스템은 선정된 대표경로를 담당하는 하위의 연결관리 모듈로 연결 설정 요구를 내려 보냄. 연결 요구를 받은 하위의 연결관리 모듈은 다시 단계 1 ~ 단계4과정을 반복 수행함. 최하위의 연결관리 모듈은 RA (Resource Adoptor)를 통하여 실제 망 구성 장치로 연결 설정 요구를 하고 그 응답을 수신하면 상위 모듈로 연결설정 완료 메시지를 전송한다.
- (4) 해당 관리 시스템이 보유하고 있는 구성 정보를 통하여 경로 재선정 작업을 통하여 요구된 QoS 및 트래픽 파라미터를 만족하는 경로를 다시 찾아냄. 여기서도 요구에 만족하는 경로가 발견되지 않으면 연결 불가 메시지를 상위 모듈로 전송하고 연결 요청이 거부됨.
- (5) 하위 모듈로부터 연결 설정 완료 메시지를 받은 상위 연결관리 모듈은 연결에 사용된 대역폭 만큼 자신이 유지하고 있는 구성정보 인접리스트에서 여유 대역폭을 줄이고 이를 바탕으로 다시 유효경로 인접리스트, 대표경로 인접리스트를 갱신.

연결 서비스를 원하는 모듈은 최상위 계층의 연결관리 모듈로 연결 요청을 한다. 이때 설정할 연결의 출발 중단점과 목적지 중단점을 지정하고, 설정할 연결의 QoS 특성치를 ATM QoS 파라미터와 트래픽 파라미터로 기술하여 전달한다.

연결 설정 요청을 받은 연결관리 시스템은 요구된 연결이 대표경로 상에 존재하는지 검사한다. 만약 요구된 경로에 대한 대표경로가 존재하지 않으면 바로 연결 불가 메시지를 연결 요청을 한 모듈 혹은, 상위 모듈로 전달한다. 대표경로는 유효경로가 하나 이상 존재 한다면 대표경로가 반드시 나타나므로 대표경로가 없다는 것은 연결 자체가 불가능하다는 것을 의미한다.

요구된 연결 중단점들간의 대표경로가 존재 한다면 해당 대표경로의 여유 대역폭과 QoS를 요구된 경로의 여유 대역폭과 QoS와 비교한다. 대표경로가 요구된 여유대역폭과 QoS를 만족한다면 해당 대표경로를 선정하고 하위 연결관리 모듈로 연결 요구를 내려 보낸다. 연결 요구를 받은 하위 모듈은 다시 연결 요구된 경로와 자신이 관리하는 대표경로와의 비교에 들어간다.

만약 대표경로가 요구된 대역폭이나 QoS를 만족하지 못한다면 유지하고 있는 구성 정보를 바탕으로 다시 경로 계산이 수행된다. 이러한 경우는 대표경로가 최대 여유 대역폭이 남아 있고 QoS들간의 우선순위에 따라 최적의 경로 하나만을 선정한 것이므로 발생할 확률이 있다. 경로 재설정을 통하여 요구된 여유 대역폭, QoS를 만족하는 경로를 찾아냈으면 해당 경로를 담당하는 하위 모듈로 연결 설정 요구를 내려 보내고 요구를 받은 하위 모듈은 다시 자신이 유지하고 있는 대표경로와의 비교에 들어간다. 이때 하위 계층의 모듈들도 역시 이미 모든 경로에 대하여 계산을 끝낸 상태이므로 빠르게 요구에 응답할 수 있다. 그러나 최악의 경우에는 EML 계층까지 경로 재설정 작업이 일어날 수 있다. 만약 경로 재설정을 통해서도 경로를 찾아내지 못하면 연결 설정을 요구한 모듈로 연결 설정 불가 메시지를 전달하고 연결 설정이 취소된다. 이는 요구된 중단점들 간에 연결을 설정할 수는 있으나 요구된 대역폭과 QoS를 만족시킬 수 없기 때문에 연결이 거부되는 경우이다.

본 논문에서 제안하는 QTHR은 요구된 대역폭과 QoS를 만족하는 경로를 선정할 수 있고, TINA 체계의 계층적 구조에 적합하며, 미리 계산된 경로 중에서 알맞은 경로를 선정하므로 빠른 경로 선정이 가능하다. 또한 하위 모듈에서 상위 모듈로 전송되는 정보는 대표경로 하나만이 보고되므로 상위 단으로 갈수록 정보의 추상화가 가능하여 대규모 망에 적용이 가능하고, 가장 큰 여유 대역폭을 가진 경로가 우선 선택되므로 망의 부하를 분산시킬 수

있는 장점이 있다.

2) ATM QoS 및 트래픽 파라미터 기반의 연결관리 기법의 예

그림 2는 3개의 ATM 스위치로 구성된 ATM 망에서 QTHR의 경로 선정 과정을 나타내고 있다. 3개의 스위치는 각각 snw0, snw1, snw2로 이름 지워지고 각각을 관리하는 EML-TC(EML-Topology Configurator) 컴포넌트에 의해 관리되어진다. 각 스위치의 구성관리를 수행하는 EML-TC는 자신이 관리하는 스위치의 현재 활성화 되어있는 포트를 초기화 시에 읽어온다. 예를 들어 그림 2에서 snw0로 관리되는 스위치의 현재 활성화된 포트는 sw0.0, sw0.1, sw0.2이다. EML-TC에 의해 수집된 구성정보는 각 스위치의 연결관리를 수행하는 EML(Element Management Layer)-QTHR로 전달된다. EML-QTHR은 구성정보를 받아서 구성정보 인접리스트, 유효경로 인접리스트, 대표경로 인접리스트를 계산하고 결정된 대표경로를 상위의 NML(Network Management Layer)-QTHR로 전달한다. NML-QTHR은 하위의 QTHR에 의해 전달되어진 대표경로를 이용하여 자신이 관리하는 네트워크의 서브네트워크

구성정보를 획득한다. 그리고 NML-TC(NML-Topology Configurator)로부터 서브네트워크들 간의 연결정보를 획득한다. 그림 2에서는 이와 같은 환경 하에서의 NML-QTHR이 유지하는 구성정보 인접리스트, 유효경로 인접리스트, 대표경로 인접리스트를 나타내고 있다.

IV. ATM QoS 및 트래픽 파라미터 기반의 연결관리 기법의 구현과 성능 분석

1. ATM QoS 및 트래픽 파라미터 기반의 연결관리 기법의 구현

TINA 연결관리 체계에서 경로 선정에 직접적으로 연관된 컴포넌트는 자원계층(Resource layer)의 컴포넌트들이다. 본 논문에서는 특히 서브 네트워크 단에서의 경로 선정에 책임이 있는 NML-CP(NML-Connection Performer)와 EML-CP(EML-Connection Performer)에 본 논문에서 제안된 QTHR을 적용하였다. 그림 3은 QTHR과 CP (Connection Performer), TC(Topology Configurator)의 연동을 나타내고 있다. 본 논문에서 제안된 QTHR은 대량의 연결 정보들을 유지 관리할 수 있어야 하며, 자료의 삽입, 삭제,

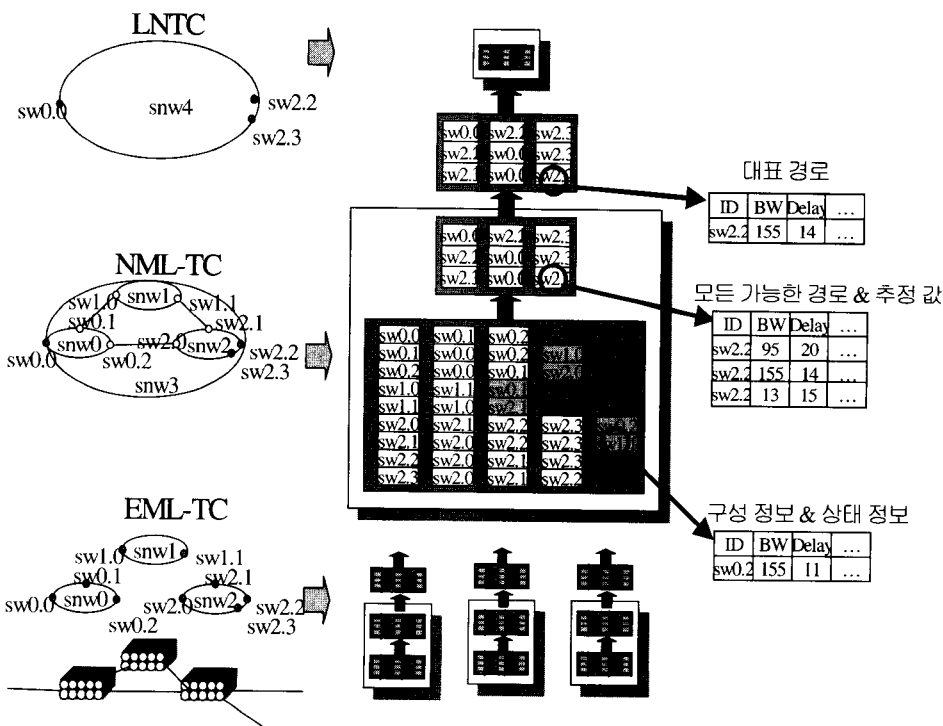


그림 2. QTHR을 통한 Subnetwork Connection의 설정 예

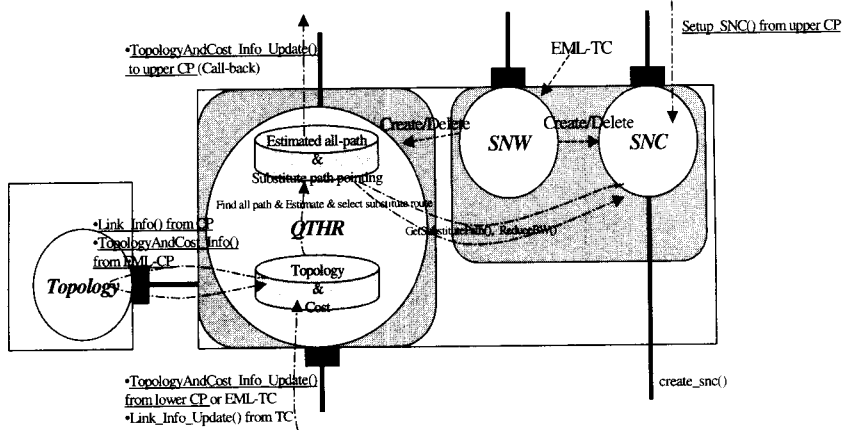


그림 3. QTHR과 CP의 연동

변경 연산이 빈번하게 발생하므로 연결리스트(linked list)를 통하여 구현하였다. 특히, 구성 정보 인접리스트, 유효경로 인접리스트, 대표경로 인접리스트의 3개의 인접리스트를 이용하여 각각의 경로들을 표현하였다. 그림 4는 망 구성정보를 위한 자료구조를 나타내고 있다.

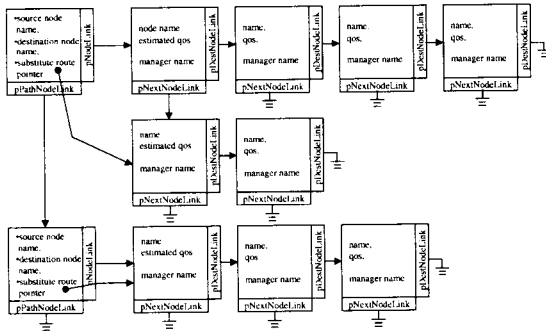


그림 4. 유효경로와 대표경로를 저장할 자료 구조

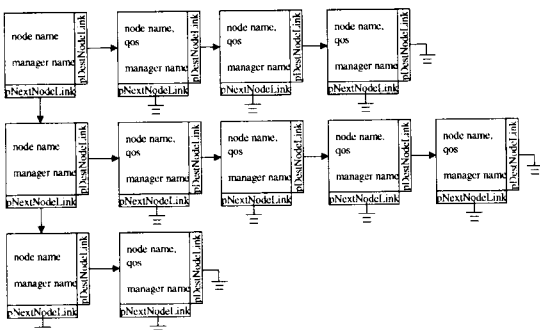


그림 5. 구성정보, 여유 대역폭 및 QoS 정보를 저장할 자료 구조

그림 5는 구성정보를 바탕으로 찾아낸 유효경로들을 보관할 자료구조를 나타내고 있다. 특히 대표경로는 유효경로들 중에 하나를 선정한 것이므로 따로 보관할 필요 없이 그림 5에 나타난 것과 같이 포인터를 이용하여 표시하는 것으로 구현하였다.

QTHR은 TINA 연결관리 컴포넌트와 구성관리 컴포넌트와 연동을 위하여 IDL 인터페이스가 필요하다. 그림 6은 QTHR의 IDL 인터페이스를 나타내고 있다.

## 2. 실험 결과 및 성능 분석

본 논문에서 설계 및 구현한 QTHR의 구조를 검증하고 그 성능을 측정하기 위하여 실험실 환경에서의 동작 실험 및 성능 측정을 수행하였다. 실험에 사용된 환경은 다음과 같다.

- H/W : SUN Ultra 10 Workstation
  - 1 CPU, 2MB Cache
  - 1 GB Memory, PCI HDD

- OS : SUN Solaris 2.6

- CORBA 구현제품 : IONA Orbix 2.3c

- C++ Compiler :

SUN SPARCworks Pro C++ 4.2

실험은 그림 2와 같이 3개의 ATM 스위치로 구성된 ATM 망을 가정하였다. 그림 2에서 3개의 ATM 스위치는 EML-TC에 의해 각각 snw0, snw1, snw2로 구성된다. snw0에서 활성화된 port는 snw0.0, snw0.1, snw0.2이고, snw1에서 활성화된 port는 snw1.0, snw1.1이며 snw2에서 활성화된 port는 snw2.0, snw2.1, snw2.2, snw2.3이다. 이들 구성 정보는 NML 계층의 snw3에 의해 통합되어진다.

```
// File name : qthr.idl
// Programmed by Seung-ho Seo.
struct t_QoSData
{
    long BW;
    long MaxCTD;
    long CLR;
    long CER;
    long CECBR;
    long CDV;
    /* 생략 */
};

struct t_OneLinkTopologyAndCost
{
    string sSource;
    string sSource_CP_Name;
    string sDest;
    string sDest_CP_Name;
    long iSource;
    long iDest;

    t_QoSData qos;
};

typedef sequence <t_OneLinkTopologyAndCost>
t_OneLinkTopologyAndCostList;

interface i_qthr
{
    //구성 및 상태 정보 접수 인터페이스
    void TopologyAndCost_Info_Update(in
t_OneLinkTopologyAndCostList UpdateData);
    //대표 경로 탐색
    void GetSubstitutePath(in string Source, in string
Dest, out t_OneLinkTopologyAndCostList spath);
    //대역폭 조정
    void ReduceBW(in string Source, in string Dest,
in t_QoSData req_qos);
    //구성정보, 유효경로 초기화
    oneway void graph_clear();
    oneway void RegPathClear();
    //유효 경로 탐색
    oneway void AllPathBetweenAllExteriorTP();
    //유효경로 출력.
    oneway void ALLRegPathPrint();
    //대표경로 출력.
    oneway void PrintSubstitutePath(in string source,
in string dest);
};
```

그림 6. TINA 연결관리 및 구성관리 컴포넌트들을 위한 QTHR의 IDL 인터페이스

실험은 VP 중계망에서 서브 네트워크 연결을 설정하는 것으로 수행되었으므로 QTHR의 경로 설정은 각 스위치의 활성화된 port와 link정보를 바탕으로 수행되었다.

연결관리 컴포넌트들은 관리 대상인 ATM 스위치의 개수에 따라 3개의 EML-CP가 사용되었고, 3개의 EML-CP를 하나의 NML-CP를 통하여 계층화시켰다. 그러나 실험용 ATM 스위치의 부족으로 실험에는 실제 ATM 스위치와 RA가 이용되지 않았다. 즉, EML 계층 이상의 TINA 컴포넌트들만의 동작 및 성능 실험을 수행하였다.

이러한 실험은 ATM 스위치와 같은 실제 망 구성장치의 동작 오버헤드를 제외한 순수한 TINA 망 관리 시스템에 걸리는 연결 설정 시간을 측정하는 것이 되며 다른 외부 요인의 작용이 최소화된 상태로 구현된 TINA 컴포넌트들을 검증할 수 있게 한다. 또한 실험은 각 EML-CP와 NML-CP, 그리고 QTHR 컴포넌트를 미리 기동 시킨 상태에서 시작하였다. 따라서 각 컴포넌트들의 설치, 서비스 준비 시간은 측정에 포함되지 않았다.

제한된 QTHR의 동작 실험을 위하여 다음과 같이 QTHR이 유지하고 있는 메모리 상태 정보를 화면으로 출력시켰다. 그림 7은 NML-CP QTHR이 3개의 EML-CP QTHR로부터 수집한 망 상태정보, 구성정보를 보여주고 있다. 그림 7은 구현된 QTHR이 정상적으로 하위 EML-CP들로부터 망 구성정보, 상태정보를 받아들이고 있으며 3개의 EML-CP들로

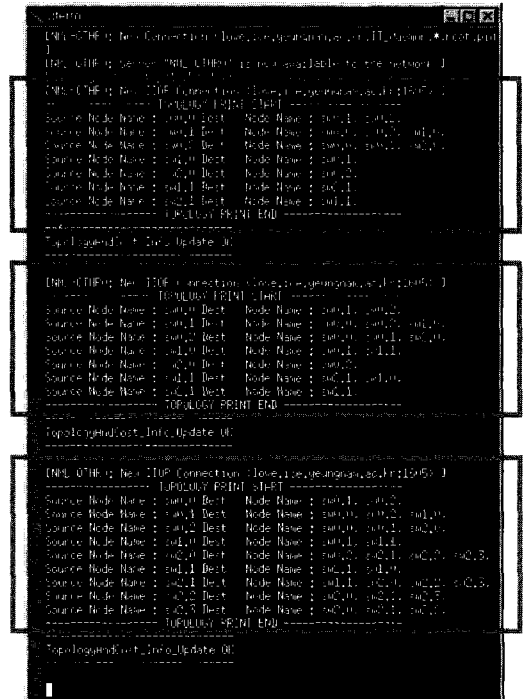


그림 7. 망 구성 정보 및 상태 정보 획득



부터 받아들이는 정보를 종합하여 하나의 서브 네트워크의 구성 및 상태 정보로 재구성하는데 성공했음을 보여주고 있다.

그림 8은 수집된 구성정보를 바탕으로 NML-QTHR가 각 외부 중단점들 간의 대표경로들을 계산한 것을 나타낸다. 이는 그림 7에서 구성된 망 구성 정보를 바탕으로 최대 여유 대역폭과 QoS 특성이 가장 좋은 경로를 선택한 것으로 모든 중단 점들에 대하여 모두 미리 계산됨으로 해서 실제 연결 요구 시에는 고속으로 연결이 설정된다.

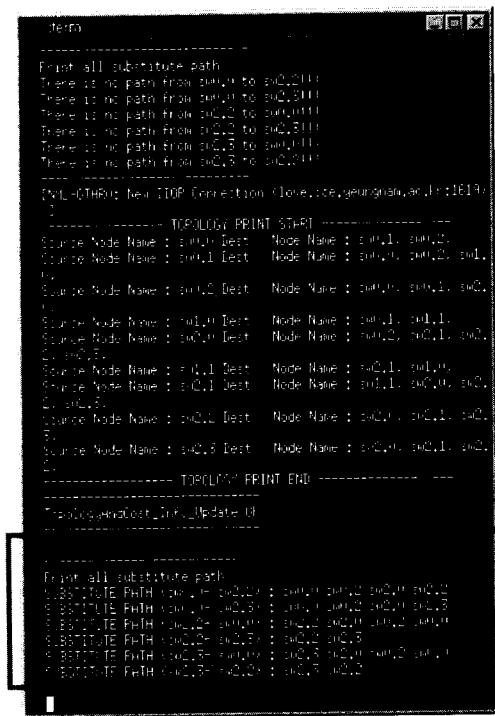


그림 8. 대표 경로 결정

그림 9는 NML-QTHR이 NML-CP로 요구된 서브 네트워크 연결 설정 요구에 알맞은 대표경로를 선정하는 것을 나타내고 있다. 이때 sw0.0로부터 sw2.2로의 서브 네트워크 연결 설정 요구가 매번 다른 경로를 따라 선정되는 것을 볼 수 있는데 이는 QTHR이 가장 최적의 유효경로를 대표경로로 선정하기 때문이다. 즉, sw0.0에서 sw2.2로 하나의 서브 네트워크 연결이 설정되면 선택되어진 경로의 대역폭은 설정된 서브 네트워크 연결에서 이용하는 만큼 줄어들게 되고 다음 번 서브 네트워크 연결 설정 요구는 대역폭이 보다 큰 다른 경로가 선택된다. 이와 같은 QTHR의 특징은 망의 부하를 분산시

키는 역할을 한다.

그림 10은 앞에서 확인한 QTHR의 동작 실험과 동일한 환경에서 500~2000개의 서브 네트워크 연결을 동시에 설정할 때 하나의 서브 네트워크 연결 당 걸린 시간을 측정한 것으로 본 논문에서 구현된 TINA 자원 계층의 연결관리 컴포넌트들이 서브 네트워크 연결을 설정하는데 걸리는 평균 연결 설정 시간에 해당한다. 이 시간은 실험의 서두에 밝힌 것과 같이 망 구성 요소 계층은 실험에 넣지 않았으며 실제 ATM 스위치의 TMN agent나 SNMP agent 그리고 게이트웨이(gateway) 모듈의 수행 시간은 포함되지 않았다. 따라서 그림 10은 하나의 서브 네트워크 연결을 설정하는데 걸린 TINA 관리 시스템의 소요 시간이다. 이는 NEL-Agent, 게이트웨이와 같은 외부 요인에 따른 연결 설정 시간의 변동을 없애는 효과가 있으며 본 논문에서 대상으로 하고 있는 TINA 연결관리 컴포넌트들의 성능을 보다 정확하게 확인할 수 있게 한다.

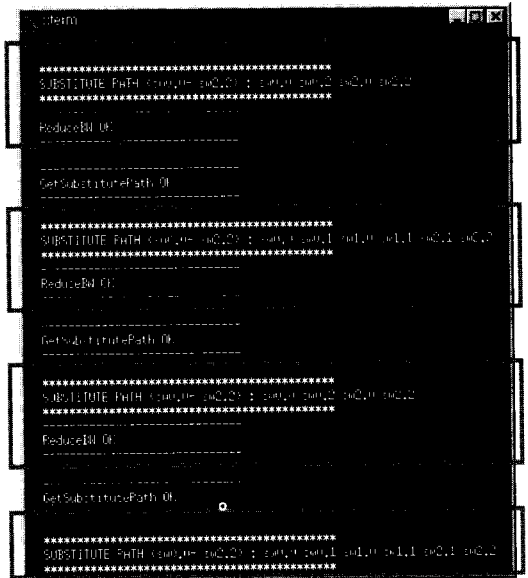


그림 9. Subnetwork Connection 설정 요구에 가장 알맞은 대표 경로 선정

그림 10과 같이 ATM 스위치 3개로 구성된 서브 네트워크에서 연결 설정 시 500개의 SNC 설정 요구가 전달되었을 때 TINA 관리 시스템의 한 SNC 당 처리 시간은 약 57msec, 1000개의 SNC를 동시에 생성시켰을 때 한 SNC 당 처리 시간은 약 59msec, 2000개의 SNC를 동시에 생성시켰을 때 한 SNC 당 처리 시간은 약 67msec가 걸리는 것을

알 수 있다. 이와 같은 QTHR의 동작 실험을 통하여 본 논문에서 제안된 QTHR의 구조에 이상이 없음을 확인하였으며 본 논문에서 설계 및 구현된 TINA 연결관리 컴포넌트들이 실제 ATM 망 관리에 적용 가능함을 확인하였다.

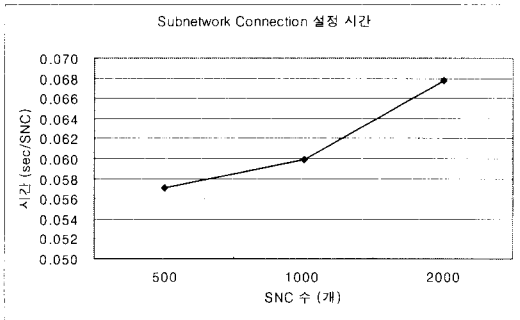


그림 10. Subnetwork Connection 설정 시간 그래프

### V. 결론

TINA-C에서 정의하고 있는 TINA 체계의 핵심 관리 기능인 연결관리 기능은 통신망 연결 서비스 즉, 연결의 설정, 변경, 그리고 해제 기능을 수행한다. 이는 통신망 사용자의 연결요구를 처리하는 것은 물론이고, 장애관리가 장애 복구를 위하여 대체 경로를 설정하거나 성능관리가 망의 부하 분산을 위하여 연결을 재설정할 때에도 반드시 필요한 기반 관리 기능이다.

본 논문에서는 TINA 체계의 핵심 관리 기능인 연결관리 기능에 반드시 필요한 경로 설정 기법을 제안하고 구현하였으며 그 성능을 측정하였다. 본 논문은 이와 같은 연결관리 기능에 필수적인 경로 설정을 위하여 "ATM QoS파라미터 및 트래픽 파라미터 기반의 계층적 경로 설정 기법 (QTHR)" 을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 QTHR은 요구된 대역폭과 QoS를 만족하는 경로를 선정할 수 있고, TINA 체계의 계층적 구조에 적합하며, 미리 계산된 경로 중에서 알맞은 경로를 선정하므로 빠른 경로 선정이 가능하다. 또한 계층적 연결관리 체계에서의 하위 모듈에서 상위 모듈로 전송되는 정보는 대표 경로 하나만이 보고되므로 상위 단으로 갈수록 정보의 추상화가 가능하여 대규모 망에 적용이 가능하고, 가장 큰 여유 대역폭을 가진 경로가 우선 선택되므로 망의 부하를 분산시킬 수 있는 장점이 있다. 그러나 미리 계산된 대표경로가 요구된 여유 대

역폭이나 QoS를 만족하지 않는다면 최악의 경우 EML 계층까지 경로 재설정 작업이 필요하다.

본 논문에서는 제안된 QTHR의 검증에 위하여 TINA 연결관리 컴포넌트들에 QTHR을 적용하여 구현하였으며, 그 성능 데이터를 분석하였다. 이를 통하여 본 논문에서 제안된 QTHR이 대규모 ATM/B-ISDN 통신망 관리를 위한 TINA 연결관리 컴포넌트에 적용 가능함을 보였다.

### 참고 문헌

- [1] TINA-C, Overall Concepts and Principles of TINA, Ver. 1.0, Feb. 1995.
- [2] TINA-C, Management Architecture, Ver. 2.0, Dec. 1994.
- [3] TINA-C, Network Resource Architecture, Ver. 3.0, Feb. 1997.
- [4] TINA-C, Network Resource Information Model Specification, Ver. 3.0, Dec. 1997.
- [5] TINA-C, Network Components Specification, Ver. 2.2 Final Draft, Dec. 1997.
- [6] ITU-T Rec. G.803, Architectures of Transport Networks Based on the Synchronous Digital Hierarchy(SDH), Mar. 1993.
- [7] ATM-Forum, The ATM Forum Technical Committee af-nm-0020.000, "M4 Interface Requirements and Logical MIB", Oct. 1994.
- [8] Young-tak Kim, Soo-yong Koo, "A Parallel and Distributed Routing Algorithm with a Hierarchical Connection Management Architecture for ATM/B-ISDN", *Journal of Communications and Networks*, Vol. 1 No. 4, p269-274, 1999.
- [9] 서승호, 김영탁, 정연기, "ATM/B-ISDN중계망 관리를 위한 TINA연결관리 컴포넌트의 설계", *한국통신학회 하계종합학술발표회 논문집*, 제19권 2호, p1075-1078, 1999.7.
- [10] TINA-C, TINA Object Definition Language Manual Ver. 2.3, Jul. 1996.
- [11] OMG, The Common Object Request Broker: Architecture and Specification Ver. 2.2, Feb. 1998.
- [12] IONA Technologies, Orbix Programmer's Guide, 1997.
- [13] IONA Technologies, Orbix Programmer's

