

# ATM LAN에서 멀티미디어 서비스 지원을 위한 QoS 라우팅 알고리즘

김은아\*, 이종협\*, 전우직\*\*, 최 훈\*\*

한국전자통신연구원 교환·전송기술연구소\*, 충남대학교 컴퓨터공학과\*\*

## QoS Routing Algorithm Supporting Multimedia Service in ATM LAN

Eunah Kim\*, Jong Hyup Lee\*, Woojik Jeon\*\*, Hoon Choi\*\*

\*ETRI STT Lab., \*\*CNU Computer Engineering Dept.

E-mail : eakim@etri.re.kr

### 요 약

오늘날 멀티미디어 응용들은 다양하고 세분화된 QoS 지원을 요구하는데, 이와 같이 만족시켜야 할 QoS 파라미터의 수가 늘 이상이 되는 경우 라우팅 문제는 NP-complete하다고 말하며, 이러한 문제는 휴리스틱 알고리즘을 통해 해결된다. 본 논문에서는 ATM Forum에서 정의한 다섯 가지 서비스 유형 별로 연관된 서비스 품질 파라미터를 분류하고, 서비스 유형 별로 독립된 경로 선택 기준 및 경로 계산 알고리즘을 적용하여 호 설정 시간 및 호 차단율을 낮출 수 있는 휴리스틱 알고리즘을 제안한다. 또한 임의의 망 모델 환경에서 CBR 서비스 유형에 대해 제안된 알고리즘을 시뮬레이션 하여 성능 분석을 수행한다.

### I. 서 론

인터넷의 급속한 보급과 함께 멀티미디어 통신에 대한 사용자 요구의 증대, 이더넷과 같은 컴퓨터 통신망의 폭발적인 증가는 트래픽의 증가와 함께 고속의 전송 능력을 지원하는 초고속 근거리 통신망(LAN : Local Area Network)을 필요로 하였으며, 이는 초기에 WAN(Wide Area Network)에 대한 기술로 인식된 ATM (Asynchronous Transfer Mode) 기술을 사설망인 LAN과 데스크 탑 영역까지 끌어들이게 되었다. ATM 기술은 또한 다양한 서비스 품질 (QoS : Quality of Service)을 요구하는 멀티미디어 서비스에 가장 적합한 기술로 인식되고 있는데, 이는 ATM 프로토콜이 QoS를 기반으로 하는 라우팅 기능을 지원하기 때문이다[1].

QoS 라우팅은 전통적인 공중 데이터 통신망에서도 동질의 단순한 QoS 요구사항에 대해서는 이를 지원하도록 설계되어 왔다. 그러나 오늘날 멀티미디어 응용들은 다양하고 세분화된 QoS 지원을 요구하는데, 이와 같이 만족시켜야 할 QoS

파라미터의 수가 늘 이상이 되는 경우 라우팅 문제는 NP-complete하다고 말하며, 이러한 문제는 휴리스틱 알고리즘을 통해 해결할 수 있다.

현재 제시된 휴리스틱 알고리즘들은 경로 선택 기준을 결정하는 선택 함수가 서로 다를 뿐 알고리즘 자체는 기존의 최적 라우팅 알고리즘(예, Dijkstra)을 그대로 사용하였다[2, 3]. 즉, 선택된 기준에 대해 최적 경로를 계산한 후, 생성된 경로에 대해 요청된 모든 QoS 파라미터들의 만족 여부를 검사하여 만족되지 않은 경우 다른 기준과 함께 위의 절차를 반복하는 반복 계산 방식을 취한다. 그러나 이와 같은 알고리즘은 QoS 검사에 사용되는 경로가 모든 QoS를 고려하여 생성된 것이 아니고 특정 기준만 고려하여 최적화된 경로이므로 생성된 경로가 모든 QoS를 만족시킬 확률은 낮아지게 된다. 따라서 만족된 경로가 나올 때까지 또는 일정한 횟수만큼 다른 선택 기준에 의해 같은 절차를 반복하게 되는데, 이는 호 설정 시간 및 호 차단율(blocking ratio)을 높이는 결과를 초래한다.

따라서 본 논문에서는 호 설정 시간 및 호 차

단율을 낮출 수 있는 휴리스틱 알고리즘을 제안한다. 먼저, 기존 알고리즘에서와 같이 캐시 개념에 입각한 사전 경로 계산 방식과 호 요청 시 경로 계산 방식을 병행하여 사용하는데, 이 때 사용되는 경로 선택 기준은 ATM 망에서 지원 가능한 다섯 가지 서비스 유형에 따라 달리 적용한다. 또한 호 요청 시 경로 계산 방식에서는 경로 선택 기준에 대해 최적 라우팅이 아닌 최적 근사(near-optimal) 라우팅을 지원한다. 이는 경로 계산 과정에 QoS 파라미터 만족 여부 검사를 포함하여 QoS가 만족되지 않는 경로 선택을 가능한 미리 방지하도록 하는 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서 ATM 망에서의 서비스 유형 및 관련된 QoS 파라미터들을 살펴보고, III장에서 이들 서비스 유형에 따른 QoS 라우팅 알고리즘을 제안한다. IV장에서는 CBR 서비스에 대해 제안된 알고리즘을 임의의 망 모델 환경에서 시뮬레이션 하여 성능 분석을 수행하고, 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

## II. 서비스 유형에 따른 QoS 파라미터 분석

ATM 망에서는 서비스(트래픽) 유형을 다음 다섯 가지 종류로 구분한다.

**CBR(Constant Bit Rate)** : 고정된 대역폭과 함께 일정한 비율로 연속된 비트 스트림이 망을 통해 전달되는 서비스로서 짧은 지연, 낮은 지연 변이를 요구하는, 시간에 민감한 실시간 응용들에 적합하며 보장 서비스를 제공한다.

**RT-VBR(Real-Time Variable Bit Rate)** : 버스트 트래픽, 즉 시간에 따라 다양한 비율로 전달되는 트래픽에 관련된 서비스로서, CBR과 같이 짧은 지연, 낮은 지연 변이를 요구하는 시간에 민감한 응용에 적합한 서비스이다.

**NRT-VBR(Non-Real-Time Variable Bit Rate)** : RT-VBR과 같이 버스트 트래픽 특성을 가지나 지연 및 지연 변이에 민감하지 않은 응용에 적합한 서비스이다. 역시 보장 서비스를 제공하며 낮은 셀 손실율을 요구하는 유형으로 연결들의 통계적 다중화를 지원할 수 있다.

**ABR(Available Bit Rate)** : ATM 계층의 전달 특성, 예를 들면 이용 가능 대역폭과 같은 망 상태의 변화에 따라 동적으로 연결의 비트율을 증감시킬 수 있는 응용에 적합한 서비스로서, 임의의

초과 망 대역폭을 이용하며 망 정체 현상(congestion) 발생 시 셀 손실율을 피하기 위해 트래픽 관리 기술을 사용한다.

**UBR(Unspecified Bit Rate)** : 지연 혹은 지연 변이와 같은 시간에 민감하지 않으며 QoS를 요구하지 않는 그다지 중요하지 않은 응용에 사용되는 서비스 유형으로서 최선(best-effort)의 전달 서비스를 제공한다.

이들 서비스 유형은 각각의 트래픽 특성에 따라 최대 셀 전달 지연(maxCTD : maximum Cell Transfer Delay), 셀 지연 변이(CDV : Cell Delay Variation), 셀 손실율(CLR : Cell Loss Ratio)과 같은 QoS 파라미터들과 표 1의 연관 관계를 갖는다. 즉, 필수로 표시된 파라미터는 해당 서비스 유형에 대한 호 요청 시 혹은 망 토폴로지 정보 교환 시 반드시 포함되어야 하는 파라미터를 의미하며, -로 표시된 파라미터는 적용되지 않음을 의미한다. M(Metric)과 함께 표시된 파라미터는 경로 선택 시 해당 파라미터에 대해 경로에 포함된 모든 노드 및 링크 값이 부가되어 검사되는 파라미터이고, A(Attribute)와 함께 표시된 파라미터는 주어진 노드 혹은 링크 자체의 해당 파라미터 값이 개별적으로 검사되는 파라미터이다.

QoS 파라미터 (Metric/ Attribute)	서비스 유형				
	CBR	RT-VBR	NRT-VBR	ABR	UBR
maxCTD(M)	필수	필수	-	-	-
CDV(M)	필수	필수	-	-	-
CLR(A)	필수	필수	필수	-	-

표 1. 서비스 유형에 따른 QoS 파라미터

사용자로부터 요구된 호의 수락 여부를 결정하기 위해서는 위의 QoS 파라미터 이외에도 몇 가지 다른 파라미터의 검색이 수반되어야 하는데, ATM 라우팅 프로토콜에 의해 교환되는 토폴로지 상태 파라미터 중 QoS 파라미터를 제외하고 호 수락 제어 및 라우팅 경로 선택에 이용 가능한 파라미터들이 표 2에 제시된다. 이는 망 관점에서 관리되는 파라미터들로서 해당 서비스 유형에 대해 지원 가능한 최대 셀율을 의미하는 maxCR(maximum Cell Rate)과 이용 가능한 셀율을 의미하는 AvCR(Available Cell Rate) 그리고 망 관리자의 노드나 링크에 대한 선호도를 나타내는 AW(Administrative Weight)가 존재한다.

기타 파라미터 (Metric/ Attribute)	서비스 유형				
	CBR	RT-VBR	NRT-VBR	ABR	UBR
maxCR(A)	선택	선택	선택	필수	필수
AvCR(A)	필수	필수	필수	필수	-
AW(M)	필수	필수	필수	필수	필수

표 2. 서비스 유형별 토폴로지 상태 파라미터

### III. 제안된 QoS 라우팅 알고리즘

II장에서 기술된 서비스 유형에 따른 QoS 파라미터 분석을 통해 제안된 라우팅 알고리즘 구조는 표 3과 같다. CBR, RT-VBR, NRT-VBR 서비스 유형은 사전 경로 계산(P : Precalculation) 및 호 요청 시 경로 계산(O : On-demand calculation)을 병행하여 사용하고, ABR과 UBR 서비스 유형은 사전 경로 계산만 이용한다. 사전 경로 계산만 수행하는 경우는 사전 경로 계산에 의해 미리 생성된 경로가 요청된 호의 QoS를 만족시키지 못할 경우, 호 요청 시 경로 계산에 의해서도 만족되는 경로를 찾을 수 없는 경우이다. 각 알고리즘의 아래 첨자로 표시된 부분은 경로 선택 시 기준이 되는 QoS 파라미터를 나타낸다.

서비스 유형	QoS 라우팅 알고리즘	
	사전 경로 계산(P)	호 요청 시 경로계산(O)
CBR	$P_{\max\text{CTD}}, P_{\text{CDV}}$	$O_{\max\text{CTD}}$
RT-VBR		
NRT-VBR	$P_{\text{CLR}}$	$O_{\text{CLR}}$
ABR	$P_{\text{AvCR}}$	-
UBR	$P_{\text{AW}}$	-

표 3. 서비스 유형별 라우팅 알고리즘

사전 경로 계산 시 사용된 알고리즘은 최적 경로 알고리즘이다. 이는 사용자의 호 설정 요구와 무관하게 망의 상태 변화에 따라 미리 경로 계산이 이루어지기 때문에 선택된 기준에 대해 최적의 경로를 제공한다. 반면에 호 요청 시 경로 계산에 사용된 알고리즘은 선택된 기준에 대해 최적 근사 경로를 제공한다. 이는 사용자가 요청한 호에 대해 선택된 기준에 대한 최적 경로를 지원할 필요는 없으며 단지 모든 QoS 요구사항을 만족시키는 경로이면 충분하기 때문이다.

한 경로 계산 시간을 단축시키고 망 자원의 이용률을 높일 수 있는 방법을 채택한 때문이다.

그림 1은 사용자로부터의 호 요청 시 위 알고리즘과 함께 경로 설정을 수행하기 위한 라우팅 절차의 전체적인 흐름도를 보여준다.

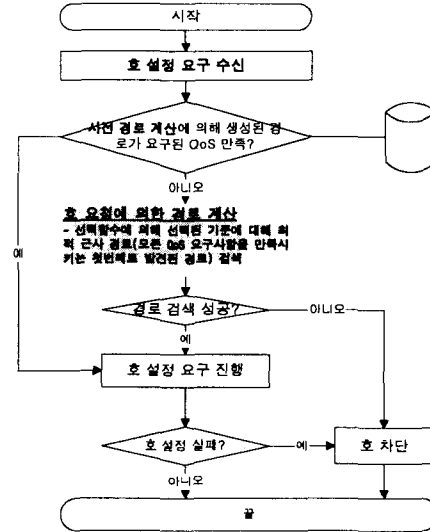


그림 1. 호 요청 시 라우팅 절차 전체 흐름도

### IV. 성능 평가

제안된 QoS 라우팅 알고리즘의 성능 평가를 위해 실시간 서비스 유형인 CBR에 대해 호 차단율을 분석한다.

#### 1. 시뮬레이션 모델

시뮬레이션은 Solaris 2.5의 SUN SPARC 워크스테이션 상에서 C++로 수행한다. 시뮬레이션 툴로서는 SIM++[5]를 이용하며, 효율적인 데이터 유형과 알고리즘을 제공하는 C++ 라이브러리인 LEDA를 사용한다[6].

성능 분석을 위한 ATM 망 모델은 23개의 노드로 구성된 그림 2의 망을 가정하며, 망 초기화 시 각 링크의 QoS 초기값은 양방향 대칭으로 표 4에 따라 설정한다. 망으로의 입력 트래픽은 CBR 트래픽을 가정하는데, 사용자로부터의 CBR 서비스 유형에 대한 호 요청 시 QoS 요구사항은 표 5를 따른다.

- 노드 수 : 23
- 링크 수 : 33
- 각 링크의 최대 대역폭 : 155Mbps
- 노드간 최단 경로의 평균 Hop 수 : 3.3
- 노드간 최단 경로의 최대 Hop 수 : 7

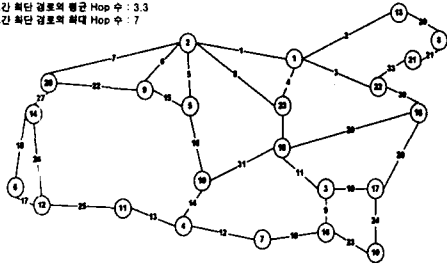


그림 2. 시뮬레이션 망 모델

AW	CLR	CTD(초)	CDV(초)	MaxCR (Mbit/초)
1	1.0e-10	0.154e-3+-20%	0.138e-3+-10%	155

표 4. CBR 서비스 유형에 대한 링크의 QoS특성

호 지속 시간(초)	CLR	CTD(초)	CDV(초)	대역폭 (Mbit/초)
180	1.0e-10	[0.8e-3, 1.2e-3]	[0.76e-3, 1.06e-3]	10

표 5. CBR 서비스 호에 대한 QoS 요구사항

## 2. 성능 분석 및 평가

CBR 서비스 유형에 대한 QoS 파라미터 (Metric)별 사전 경로 계산의 호 차단율은 그림 3 과 같다. QoS를 전혀 고려하지 않은 AW에 대한 사전 경로 계산 알고리즘이 가장 높은 호 차단율을 보였으며, CTD와 CDV 각각에 대한 사전 경로 계산 알고리즘이 그 다음을 나타냈고, 두 가지 QoS 파라미터를 동시에 고려한 즉, 각 파라미터에 대해 경로 계산을 따로 수행하여 망 내의 모든 노드들에 대해 각각 두 개의 경로를 포함한 사전 경로 계산 알고리즘이 가장 낮은 호 차단율을 보였다

사전 경로 계산만 수행한 경우와 호 요청 시 경로 계산을 병행한 경우의 호 차단율은 그림 4 와 같다. 사전 경로 계산에서는 그림 3에서 가장 좋은 결과를 보였던 CTD와 CDV를 모두 고려한 방식을 사용하였으며, 호 요청 시 경로 계산에서는 CTD를 경로 선택 기준으로 사용하였다. 시뮬레이션 결과 호 요청 시 경로 계산 방식을 병행한 경우, 사전 경로 계산 방식만 사용하는 것에 비해 훨씬 낮은 호 차단율을 보였다.

호 차단율

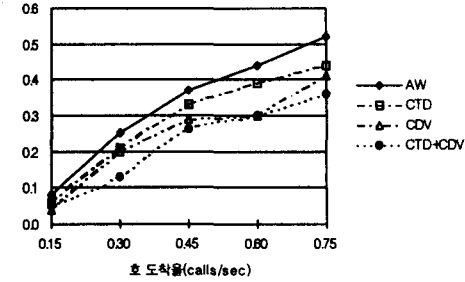


그림 3. CBR 서비스의 경로 선택 기준별 사전 경로 계산의 호 차단율

호 차단율

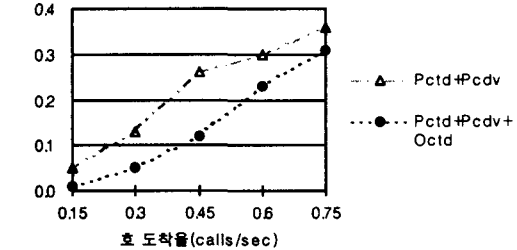


그림 4. CBR 서비스의 라우팅 알고리즘별 호 차단율

## V. 결 론

본 논문에서는 ATM LAN에서 다양한 서비스 품질을 요구하는 멀티미디어 응용의 지원을 위해 ATM Forum에서 정의한 다섯 가지 서비스 유형별로 연관된 서비스 품질 파라미터를 분류하고, 호 차단율 감소를 목표로 각 서비스 유형별로 독립된 경로 선택 기준 및 경로 계산 알고리즘을 제안하였다. CBR 서비스 유형에 대한 성능 분석 결과 경로 선택 기준으로 망 관리자의 링크에 대한 선호도를 나타내는 AW 값에 비해 QoS 파라미터를 채택한 본 논문에서 제안한 알고리즘의 경우 낮은 호 차단율을 보였으며, 하나의 파라미터보다는 복수개의 파라미터에 대해 각각 경로 계산을 수행한 경우가 더 낮은 차단율을 나타냈다.

제안된 알고리즘은 추후 CBR 이외의 다른 서비스 유형에 대한 성능 평가 및 기존의 다른 알고리즘과의 성능 비교가 추가될 것이며, 제충 망

으로의 적용을 위해 알고리즘의 확장 및 토폴로지 집성 기능의 연구가 진행될 것이다.

#### 참고문헌

- [1] ATM Forum, Private Network-Network Interface(PNNI) Specification Version 1.0, af-pnni-55, Mar 1996
- [2] Atsushi Iwata, et al. ATM Routing Algorithms with Multiple QOS Requirements for Multimedia Interworking, IEICE Trans. Commun., Vol. E99-B, No.8 pp. 999-1006, Aug 1996
- [3] Whay C. Lee, Michael G. Hluchyj, Pierre A. Humblet. Routing Subject to Quality of Service Constraints in Integrated Communication Networks, IEEE Network, pp. 46-55, Jul/Aug 1995
- [4] Eunah Kim, Hoon Kang and Woojik Jeon, "Dynamic QoS Routing Algorithm Supporting Point to Multipoint Connections," ICOIN-12, Jan 1998
- [5] Robert M. Cubert and Dr. Paul Fishwick, Sim++ V1.0, University of Florida, Jul 1995
- [6] Stefan Naher and Christian Uhrig, The LEDA User Manual Version R3.3, Max-Planck-Institut fur Informatik