ATM망에서 실용적 연결수락제어 기법
(A Practical Connection Admission Control Scheme in ATM Networks)

강 구 홍 † 박 상 조 ††
(Koohong Kang) (SangJo Park)

요 약 하나의 새로운 호 접속 여부를 결정하는 연결수락제어(CAC : Connection Admission Control)는 비동기식전송모드(ATM : Asynchronous Transfer Mode) 망에서 예방적 과잉밀집제어 기술 중 하나다. 본 논문에서는 실용적 CAC를 개발하기 위해, "가상 셀 손실률 Pv"을 근거로 입력 트래픽 원의 평균 버스트 구간과 ATM 망의 버퍼크기를 고려한 "변형된 가상 셀 손실률 MPv"를 제안한다. Pv는 입력 트래픽의 최대 및 평균 셀 율만으로 계산되기 때문에 트래픽의 평균 버스트 구간이 버퍼 크기에 비해 작으면 Pv는 실질적인 셀 손실률에 비해 과대 평가된다. 제안된 MPv는 계산의 복잡도를 증가시키지 않으면서 Pv보다 더 정확한 셀 손실률을 구할 수 있다.

또한, 이질 호원(heterogeneous) 환경에서 각각의 셀 손실률을 계산하는 "변형된 가상 대역폭(MVB : modified virtual bandwidth)" 방법에 근거한 CAC를 제안한다. 이와 같은 새로운 CAC를 제안하기 위해 이질 호 원간 "간섭 강도(interference intensity)"를 정의하고 MVB를 계산할 때 MPv와 더불어 이를 사용한다. 제안된 기법은 이질 호 원 환경 하에서 대역폭 효율을 극대화하고 실현이 간단하며 실시간 계산이 가능하기 때문에 ATM 망에서 유용하게 사용될 수 있다.

키워드 : 비동기식전송모드, 연결수락제어, 가상 셀 손실률

Abstract Connection admission control(CAC), which decides whether or not to accept a new call request, is one of the most important preventive congestion control techniques in asynchronous transfer mode(ATM) networks. To develop a practical CAC scheme, first we propose a "Modified Cell Loss Probability MP_v", which is based on "Virtual Cell Loss Probability P_v", taking into account mean burst duration of input traffic source and buffer size in ATM networks. MP_v computes more accurate cell loss probability than P_v without increasing computational complexity, since P_v is formulated simply form the maximum and the average cell rate of input traffic. P_v is overestimated as compared to the real cell loss probability when the mean burst duration is relatively small to the buffer capacity.

Then, we propose a CAC scheme, based on "Modified Virtual Bandwidth(MVB)" method, which may individualize the cell loss probabilities in heterogeneous traffic environments. For the proposed approach, we define the interference intensity to identify interferences between heterogeneous traffic sources and use it as well as MP_v to compute MVB. Our approach is well suitable for ATM networks since it provides high bandwidth utilization and guarantees simple and real time CAC computation for heterogeneous traffic environments.

Key word : ATM, Connection Admission Control, Virtual Cell Loss Probability

1. 서 론

비동기식전송모드(ATM : Asynchronous Transfer Mode)는 트래픽 특성과 서비스 품질 요구(QoS : Quality of Service)가 서로 다른 음성, 데이타, 그리고 화상 서비스와 같은 광범위한 통신 서비스를 수용하는 광대역 종합정보통신망(B-ISDN : Broadband Integrated Services Digital Network)을 구현하는 매우 적합한 방법으로 인식되고 있으며 B-ISDN을 구현하기 위한 주 기술로서 ITU-T에 의해 결정되었다.

ATM 망에서 모든 정보는 고정된 크기의 셀로 단편

† 정 회 원 : 서원대학교 컴퓨터정보통신공학부 교수
khkang@seowon.ac.kr
†† 비 회 원 : 서원대학교 컴퓨터정보통신공학부 교수
parks@seowon.ac.kr
논문접수 : 2001년 7월 23일
심사완료 : 2002년 1월 23일

화(segmented)되고 통계적 다중(statistically multiplexing) 처리됨으로서 획기적인 대역폭 활용을 지원한다. 그러나 이러한 ATM 환경 하에서 각 호에 대한 QoS를 만족시키기 위해 필요한 정확한 대역폭 계산을 실시간 처리하는 것은 대단히 어려운 작업이다. 따라서 ATM 망이 과부하 상태에 빠질 수 있으며 이를 극복하고 각 호의 QoS 요구를 보장하기 위해 트래픽 흐름을 제어하고 관리하는 강력한 과잉밀집제어가 요구된다. 이러한 과잉밀집제어는 ATM의 특성상 간단하고 효과적이며 고속에서 동작할 수 있어야 한다.

하나의 새로운 연결 요구가 망에 수신되면, 연결수락제어(CAC : Connection Admission Control)는 해당 호에 대한 수락 여부를 결정한다. 만약 망 전체를 통해 현재 연결된 호에 제공되고 있는 QoS에 영향을 미치지 않고 새로운 호에 대한 QoS 요구를 지원할 수 있는 충분한 망 자원이 있으면 새로운 연결은 수락된다. QoS 요구는 셀 손실률, 셀 지연, 혹은 셀 지연 변이 등 다양하나, 본 논문에서는 셀 손실률만 다루기로 한다.

현재까지 많은 CAC가 제안되었다[1-10]. 이들을 접근 방법에 따라 큐잉 이론[5,10], 트래픽 측정[9], 시뮬레이션 결과[1], 그리고 신경망 응용등과 같이 크게 네 가지로 구분할 수 있다. 참고문헌 [2]는 가상 셀 손실률(virtual cell loss probability) P_v를 이용하여 빠른 시간 내에 연결 수락 여부를 결정하는 방법을 제안하였다. P_v는 버퍼가 없는 "링크 넘침 모델"에 기반한 것으로 링크 용량을 초과한 양과 트래픽 부하의 비이다. 이때 두 개의 트래픽 기술자(traffic descriptor)인 최대 및 평균율이 사용된다. 그러나, 평균버스트 구간(MBD : mean burst duration)은 셀 손실률에 심각한 영향을 미침으로 최대 링크 효율을 얻기 위해 MBD는 고려되어야 한다. 특히 MBD 대 버퍼 크기 비율이 극히 작을 때에는 P_v는 실질적인 셀 손실률과 비교해 심하게 과대 평가된다.

본 논문에서는 실용적인 CAC를 개발하기 위해, P_v를 기반으로 입력 트래픽 원의 MBD와 ATM 망의 버퍼크기를 고려한 "변형된 가상 셀 손실률 MP_v"을 제안한다. 제안된 MP_v는 계산의 복잡도를 증가시키지 않으면서 P_v보다 더 정확한 셀 손실 확률을 구할 수 있다. 또한, 이질 호원(heterogeneous) 환경에서 각 호의 셀 손실률을 계산하는 "변형된 가상 대역폭(MVB : modified virtual bandwidth)" 방법에 근거한 CAC를 제안한다. 이를 위해 이질 호 원간 "간섭 강도(interference intensity)"를 정의하고 MVB를 계산할 때 MP_v와 더불어 사용한다.

제 2장에서는 하나의 호에 대한 트래픽 모델을 설명하고 제 3장에서는 참고문헌 [2, 3, 7, 8]에서 사용되는 P_v와 가상 대역폭에 대해 간단히 알아보고 CAC에 이들을 사용 시 발생되는 문제점들을 논한다. 제 4장에서는 MP_v를 제안하고 제 5장에서는 MP_v의 정확도를 보이기 위해 수치 해석 결과를 보인다. 그리고 제 6장에서는 새로운 CAC를 제안하고 제 7장에서는 결론을 맺는다.

2. 버스트 트래픽 모델링

패킷 음성원, 고속 데이타, 그리고 화상 원과 같은 트래픽 원들은 고정 최대율(constant peak rate) F_p로 셀을 발생시키는 유음구간(talk period)과 셀을 발생시키지 않는 무음구간(silence period)을 갖는 버스티 트래픽을 발생시킨다. 즉 이러한 트래픽은 (i) 최대 비트율 F_p, (ii) 평균 비트율 F_a와 F_p의 비(ratio)로 정의되는 활동지수(activity factor)p (iii) 평균 버스트 구간 L_b로 특징 지워진다. 따라서 이러한 호 원들은 그림 1과 같이 ON-OFF 과정(process)으로 모델링된다. ON-OFF 과정은 세 개의 파라미터, 즉 OFF에서 ON 상태로 천이되는 평균 천이율(birth rate) $\lambda = p\ F_p/(1-p)L_b$, ON에서 OFF 상태로 천이되는 평균 천이율(death rate) $\mu = F_p/L_b$, 그리고 ON 상태에서 셀 발생율(cell emission rate) $\Lambda = F_p/L_l$를 갖는 2-상태 마코프 과정(two-state Markov process)이다. 여기서, L_l는 ATM 셀 크기 53 바이트다. 이와 같은 ON-OFF 과정은 많은 자료에서 버스티 트래픽 호 원으로 사용되어 왔고 버스티 트래픽 특성을 잘 나타낸다.

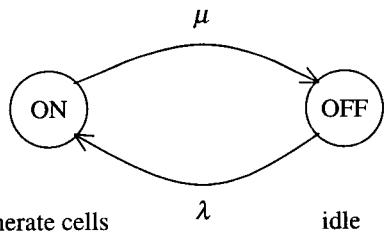


그림 1 ON-OFF 버스트 트래픽 모델링

각 호 원들은 트래픽 특성과 QoS 요구 사항에 따라 몇 개의 트래픽 타입으로 분리할 수 있다. 본 논문에서는 하나의 링크에 K개 트래픽 타입이 중첩되어 있다고 가정한다.

3. 가상 셀 손실률과 가상 대역폭

참고문헌 [2]에서는 동질(homogeneous) 트래픽 환경에서 링크 넘침 모델, 즉 순간(instantaneous) 전체 트래픽 부하가 링크 용량 C를 초과할 때 셀이 폐기되는 버퍼가 없는 모델에 근거한 가상 셀 손실률 P_v를 정의하였다. P_v는 식 1에서와 같이 초과 트래픽 OF와 트래픽 부하 ρ의 비로 나타난다. 여기서, 링크에 중첩된 호 원 수는 N이다.

$$P_v = OF/\rho \tag{1}$$

$$OF = \sum_{(n\cdot F_p - C)\geq 0}^{n\leq N} p(n)(n\cdot F_p - C) \tag{2}$$

여기서 $p(n)$은 N개의 호 원 중에 n개가 활동(active) 상태에 있을 확률이다. 즉

$$p(n) = \binom{N}{n}\left(\frac{F_a}{F_p}\right)^n\left(1-\frac{F_a}{F_p}\right)^{N-n} \tag{3}$$

가상대역폭 VB는 동질 트래픽 환경에서 하나의 호 원이 요구하는 셀 손실률을 보장하는데 필요한 대역폭으로 정의된다. 따라서 VB는 링크 용량을 주어진 링크 상에서 P_v를 만족하는 최대 허용 트래픽 원의 수 $N_{\max}$로 나눔으로서 구한다(더욱 자세한 자료나 혹은 이질 트래픽 환경에서의 결과는 참고문헌 [2]를 참고). 따라서, P_v의 장점은 두 개의 트래픽 기술자 즉 최대 및 평균율을 사용하여 구할 수 있기 때문에 실시간 CAC에 사용 가능하다. 그러나 P_v는 두 가지 문제점을 가지고 있다. 첫 번째 문제점은 MBD가 버퍼 용량에 비해 상대적으로 작을 때 통계적 다중화 이득이 낮아진다. 두 번째 문제점은 트래픽 원의 VB는 동질 호 원 환경에서 구한 P_v를 기준으로 구한 것이며 따라서 이질 호 원 사이의 간섭으로 인해 이질 호 원에 대한 QoS를 보장할 수 없게 된다.

4. 변형된 가상 셀 손실률

일반적으로, 입력 비트율이 N-상태 마코프 체인으로 나타나면 버퍼 내용(contents)의 분포 $F(x)$(버퍼 길이가 x를 초과하지 않을)는 다음 형태를 취한다.

$$F(x) = \sum_{i=1}^{N} a_i \Phi_i e^{z_i x} \tag{4}$$

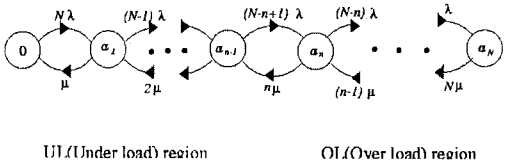
여기서, z_i와 Φ_i는 각각 시스템의 정상상태 확률(stationary probabilities)을 만족하는 미분 방정식의 해와 관련한 eigenvalues와 eigenvectors이다. 그리고 a_i는 경계조건(boundary conditions)으로부터 결정되는 계수(coefficients)에 해당된다[6, 7, 11, 12]. 따라서, $F(x)$는 관련된 eigenvalues, eigenvectors, 그리고 해당 계수에 의해 결정된다. 그러나 이러한 것들을 얻기 위한 명확한 수식은 존재하지 않으며, 따라서 수치적(numerically)으로 얻어진다[6, 11, 12]. 버퍼 용량이 클 경우, $F(x)$는 식 4의 가장 큰 음의 eigenvalue에 해당되는 항으로 근사된다. 이러한 가정 하에서 버퍼 넘침 확률 $G(x)$는 다음과 같이 나타난다[11]. 여기서 β는 임의의 상수(some constant) 값이 된다.

$$G(x) \simeq \beta e^{z_0 x} \tag{5}$$

시점 t에서 활성상태에 있는 호 원의 수 $N(t)$는 birth 율이 $\lambda_i=(N-i)\lambda$이고 death율이 $\mu_i=i\mu$를 갖는 유한 birth-death 과정이 된다(그림 2 참조). 정상상태에서 $p(n)$, $(n=0, 1,\cdots, N)$은 다음과 같다.

$$p(n) = \binom{N}{n}\left(\frac{\lambda}{\lambda+\mu}\right)^n\left(\frac{\mu}{\lambda+\mu}\right)^{N-n} \tag{6}$$

참고문헌 [5,6]에서와 같이 두 개의 부분집합, 즉 상태 $OL=\{n, n+1,\cdots, N\}$로 구성되는 과부하 영역(전체 셀 도착률이 링크 용량보다 큰 상태들의 집합)과 상태 $UL=\{0, 1,\cdots, n-1\}$로 구성되는 저부하 영역(전체 셀 도착율이 링크 용량보다 작거나 같은 상태들의 집합)으로 상태 공간 $N(t)$를 집적화 한다. 여기서, n은 $nF_p \geq C$를 만족하는 최소 정수를 나타내며 그림 2와 같다.



UL(Under load) region OL(Over load) region

그림 2 중첩된 동질 ON-OFF 과정의 경부하와 과부하 상태도

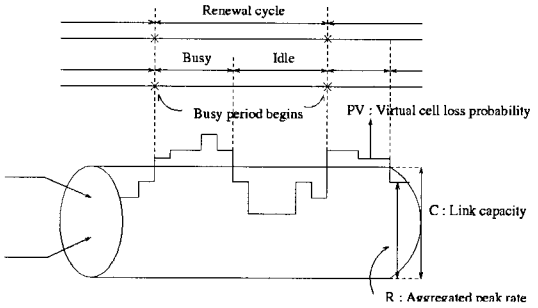


그림 3 버퍼가 없는 유체흐름 링크 넘침 모델을 위한 renewal 과정 모델

그림 3에서 보여지는 버퍼가 없는 출력 링크를 고려하면 하나의 renewal 과정으로 나타난다. 이때 renewal 시점은 전체 도착율이 출력 링크 용량을 넘어서는 시점이 된다. 따라서 고려 대상 시스템은 두 개의 상태 즉 UL 상태 혹은 OL 상태 중 하나의 상태에 머물게 된다. 최초 시스템이 UL 상태에 있고 X_0 시간 동안 UL 상태에 머문 후, OL 상태로 천이 후 Y_0 시간 동안 머문다. 다시 UL 상태로 천이되어 X_1 시간 동안 머문 후, OL 상태로 천이되어 Y_1 시간 머물게 되고 이러한 renewal 과정이 계속 반복된다.

평균 busy 구간 E[B]를 계산하기 위해 renewal 과정 이론을 통해 정상상태에서 경부하 상태에 있을 확률 P_{UL}은 $P_{UL}=E[I]/(E[I]+E[B])$로 표현된다. 이때 E[I]는 평균 idle 구간이며 P_{UL}과 E[I]는 다음과 같이 표현된다.

$$E[B]=\frac{E[I](1-P_{UL})}{P_{UL}} \tag{7}$$

$$P_{UL}=\sum_{n=0}^{n\cdot MAX-C>0} p(n) \tag{8}$$

그림 2로부터 상태 k에서 상태 $k-1$로 최초의 천이 시간을 W_k, $k=0.1,\cdots,N-1$로 정의하면, idle 상태에 머무는 시간을 나타내는 확률변수 X는 W_{n-1}과 동일한 분포를 갖게되어 $E[I]=E[W_{n-1}]$를 만족하게 된다. 한편, $N(t)$가 상태 k를 방문할 때마다 Z_k동안 방문한 상태에 머문다고 정의하면 Z_k는 평균이 $1/[N-k]\lambda+k\mu]$인 지수분포를 갖게된다. 따라서 다음 번 사건이 birth 혹은 death 인지의 조건에 따라 다음과 같이 재귀적 수식 W_k, $k=0, 1,\cdots, N-1$를 유도할 수 있다.

$$W_k=\begin{cases} Z_k, & w.p. \ \dfrac{(M-k)\lambda}{(M-k)\lambda+k\mu} \\ Z_k+W_{k-1}+W_k, & w.p. \ \dfrac{k\mu}{(M-k)\lambda+k\mu} \end{cases}$$

따라서, $E[W_k]$는 다음과 같이 표현된다.

$$E[W_k]=\frac{1+k\mu E[W_{k-1}]}{(M-k)\lambda}, \qquad k=1,2,\cdots,N-1$$

여기서 $E[W_0]=1/N\lambda$를 이용하면 $E[W_{n-1}]$를 계산하기 위한 재귀적 수식을 구할 수 있다. 따라서 궁극적으로 식 7을 이용해 평균 busy 구간 $E[B]$를 구하게 된다.

한편, 참고문헌 [5, 13]로부터 과부하 상태에서 빠져나오는 평균 천이율을 결정하는 문제가 과부하 상태에서의 천이율 행렬의 최대 실수 영역 eigenvalue를 구하는 문제로 근사화 될 수 있다.

이상과 같은 이유들로부터 식 5에서 dominant eigenvalue z_0는 E[B]의 역수가 되고 따라서 최대 실수 영역 eigenvalue를 구하는 계산의 어려움 대신 E[B]의 역수를 사용하게 된다. 한편, P_v는 버퍼가 없는 유체흐름 모델링으로부터 셀 손실 확률의 상한을 제공하기 때문에 식 5의 β를 대신해 사용된다. 궁극적으로 다음과 같은 변형된 가상 셀 손실률 MP_v를 제안한다.

$$MP_v=Pv\cdot\exp\left(-\frac{x}{E[B]}\right) \tag{9}$$

여기서 x는 버퍼 크기에 해당한다. MP_v는 큐잉 이론에 의한 복잡한 분석없이 MBD와 버퍼 크기를 근사적으로 고려하고 있기 때문에 실시간 CAC 계산에 사용될 수 있다.

5. 수치 결과 및 토론

그림 4는 L_b/M에 따른 MP_v, P_v 그리고 시뮬레이션에 의한 셀 손실률 P를 보여준다 (여기서 M은 버퍼 크기). 참고문헌 [2]에 제시된 결과와 비교하기 위해 [2]에서 사용한 동일한 트래픽 기술자를 사용하였다(F_p 그리고 F_a는 링크 대역에 정규화된 값이며 링크 점유율 ρ는 고정). 하나의 링크에 $F_p=0.1$ 그리고 $F_a=0.009$인 100개의 동질 호원이 다중되어 있다. 그림 4에서 L_b/M가 증가함에 따라 P_v는 P의 상한치를 제공함을 확인할 수 있다. 그러나 L_b/M가 상대적으로 작으면 P_v는 P와 비교해 심하게 과대 평가되어 높은 통계적 다중화 이득을 얻기가 불가능해 진다.

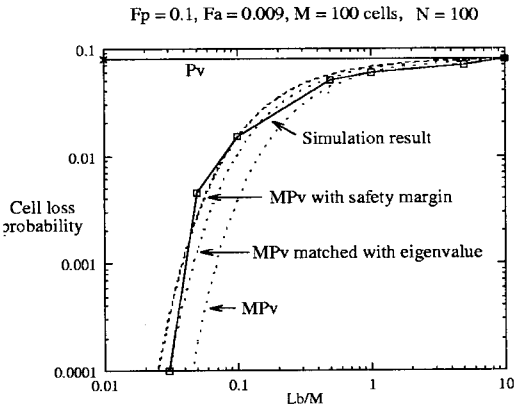


그림 4 MP_v, P_v 그리고 P 비교

반면에 MP_v는 MBD와 버퍼 크기를 고려함에 따라 셀 손실률 P를 잘 근사하고 있음을 확인할 수 있다. 그러나 dominant eigenvalue를 평균 busy 구간으로 근사함에 따라 L_b가 작은 경우 MP_v의 정확도가 감소한다. 따라서 E[B]에 셀 손실률 P를 과대 평가할 수 있도록 평균 busy 구간을 약간 크게 잡는 안전 여유(safety

margin)을 두게 되면 그림에서 볼 수 있는 것처럼 더욱 정확한 MP_v를 얻을 수 있다. 그러나 안전 여유는 인위적(heuristic approach)으로 결정됨으로 본 논문에서는 안전 여유를 고려치 않은 단순 MP_v만을 사용하기로 한다. 만약 앞 장에서 설명된 경부하 상태로의 absorption 시간을 결정하기 위해 평균 busy 구간 E[B]를 $(N-n+1)\times(N-n+1)$천이율 행렬 Q의 유일한 최대 실수 영역 eigenvalue에 의해 구하면 그림에서 보여지는 바와 같이 정확한 셀 손실률을 예측할 수 있다. 그러나 이러한 행렬 Q의 최대 실수 영역 eigenvalue를 구하는 복잡도는 복잡한 수치 해석 문제를 요구함으로 간단하고 쉽게 셀 손실률을 얻고자하는 목적에 위배된다.

그림 5는 MBD 가 10 셀 그리고 버퍼크기 100 셀인 환경 하에서 셀 손실률에 따른 동질 호원에 대한 수락 호원 수(admissible number of sources)를 보여준다. 그림을 통해 알 수 있는 바와 같이 새로이 제안된 MP_v는 P_v에 비해 높은 수용 호원 수를 보장하며, 특히 L_b/M가 감소함에 따라 링크 점유율이 더욱 증가하게 된다.

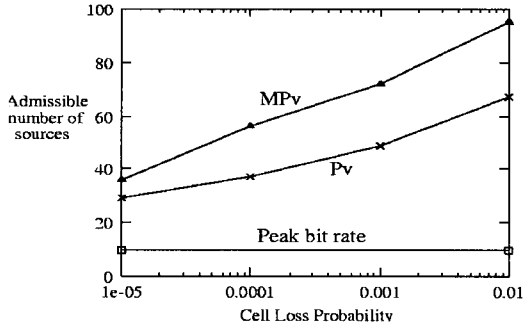


그림 5 셀 손실률에 따른 수락 호원의 수

6. 연결수락제어

CAC는 각 호 원의 개별 셀 손실률을 예측함으로서 이들 호 원의 QoS를 보장하여야 한다. 가상대역폭(VB: virtual bandwidth)을 사용한 CAC는 실용적 기법으로서 많은 연구 결과를 통해 발표되었다[2, 3, 7]. 만약 기존에 존재하는 호 원들의 VB들과 새로이 요구하는 호의 VB의 합이 링크 대역폭 보다 작으면 요구된 호는 수락된다. VB가 F_p, F_a 그리고 QoS로부터 실시간 계산이 가능하기 때문에 이러한 CAC 기법은 간단하며 실시간 동작이 이루어진다. 그러나 하나의 링크에 서로 다른 트래픽 특성들이 존재할 경우 이들 트래픽 사이 간섭으로 인해 셀 손실률을 보장하기에 어려움이 있다[2]. 참고문헌 [2, 3, 7]에서는 VB 방법에 대한 이러한 단점을 극복하고 CAC에 적용하기 위해 P_v를 근거로 개별 셀 손실률 Pv_j를 채택하였다. 그러나 Pv_j 계산의 복잡도는 호 종류가 많거나 연결된 호의 수가 증가할 경우 지나치게 증가되어 실용적 CAC 기법에 적용하기에는 어려움이 있다. 이러한 이질 호 원 환경에서의 문제점을 극복하기 위해 참고문헌 [2]에서는 변형된 가상 링크 대역폭을 이용한 VB를 제안하였다. 즉 간섭의 영향을 심하게 주는 트래픽 타입은 최대 비트율로 대역폭을 할당함으로서 간섭의 영향을 줄일 수 있었다. 그러나 이러한 방법은 링크의 사용률을 심하게 저하시키는 요인이 된다. 또한 실제로 구해진 VB보다 0.1배 큰 VB′을 할당하는 방법을 사용하고 있으나 이러한 가중치(weight) 요소를 결정하는 방법이 제시되고 있지 못하며 이러한 0.1이란 가중 상수는 간섭이 큰 이질 트래픽 환경 하에서는 적절한 수치가 될 수 없다.

본 장에서는 각 호 원의 개별 셀 손실률을 보장하기 위해 MVB를 이용한 CAC를 제안한다. 앞에서 설명한 간섭 현상은 하나의 링크에 중첩된 각 트래픽 타입들의 서로 다른 VB로부터 발생된다. 트래픽 타입 i에 대한 간섭 강도(interference intensity) a_i, $i\in\{1, 2, ...,K\}$,는 VB_i와 $VB_j(j\in\{1, 2,..., K\}$and $j\neq i)$차이의 평균값과 전체 트래픽 타입의 VB 합의 비(ratio)에 비례하고 이러한 α_i는 VB를 변화시키는 가중 상수로 사용한다.

$$\alpha_i \propto \frac{\sum_{j=1, j\neq i}^{K} | VB_i - VB_j | /(K-1)}{\sum_{j=1}^{K} VB_j} \qquad (10)$$

여기서 모든 j에 대해 $VB_i=VB_j$인 경우(즉 동질 호원) a_i가 0이 됨을 확인할 수 있다. 따라서 다른 트래픽 타입으로 부터의 간섭을 최소화시키기 위해 트래픽 타입 i의 변형된 가상 대역폭(MVB)은 MP_v에 의해 계산된 VB에 트래픽 강도 a_i에 비례하는 추가대역폭을 갖게된다.

$$MVB = VB + \alpha_i \cdot VB \qquad (11)$$

이상에서 VB와 MVB를 기반으로 CAC에서 요구되는 트래픽 매개 변수와 관련 정보는 다음 표와 같이 요약된다.

표 1 MVB와 VB 계산에 필요한 트래픽 매개 변수 및 관련 정보

	트래픽 기술자	기타
P_v	F_p, F_a	
MP_v	F_p, F_a, L_b	M
VB	F_p, F_a	QoS
MVB	F_p, F_a, L_b	M, QoS, a_i

참고문헌[2]에서는 서로 다른 트래픽 특성을 지닌 두 개의 트래픽 클래스를 고려하고 있다. 그러나 이들 이질 트래픽 타입은 동일 QoS를 요구하는 것으로 가정한다. 식 10으로부터 두 개의 트래픽 타입의 경우 간섭 강도는 다음과 같이 주어진다.

$$\alpha_i = \frac{|\ VB_1 - VB_2|}{VB_1 + VB_2}, \qquad i = 1,2 \qquad (12)$$

그림 6과 7은 10^{-9} 셀 손실률에 해당하는 각 트래픽 타입 호 원의 연결수락 영역을 최대 비트율 할당 방법, VB, VB′, PV_j 그리고 MVB 방법에 의한 결과를 각각 보여준다. MVB 할당 방법을 제외하고 모든 결과들은 참고문헌 [2, 3, 8]에서도 확인할 수 있다. 이질 트래픽 환경 하에서 각 호 원들에 대한 주어진 QoS를 만족하기 위해 PV_j를 사용한 CAC가 가장 정확한 연결수락 영역을 제공하기는 하나, 앞 장에서 이미 언급한 바와 같이 실시간 계산 능력에 대한 문제점으로 인해 사실상 실현의 어려움이 따른다. 이에 반하여, MVB에 의한 CAC는 PV_j에 의한 결과와는 다소 차이가 있으나 계산의 간단함과 비교적 정확한 연결 수락 영역을 제공할 수 있다는 장점을 가진다. 한편, VB와 VB′에 의한 연결수락 영역은 지나치게 많이 잡혀있음을 확인할 수 있다. 트래픽 간 간섭이 작은 경우 (그림 6), MVB에 의한 연결 수락 영역은 PV_j에 의한 연결 수락 영역을 완전히 포함됨을 확인할 수 있다.

ATM에서는 화상전화와 고속 데이타 서비스가 주요 트래픽 원으로 고려되고 있다. 참고문헌 [14]로부터 최대 1.41 bits/pixel, 평균 0.52 bits/pixel (2,250,000 pixel/frame, 30 frame/sec)의 화상 전화 서비스 고려하자. 따라서 F_p는 0.078 그리고 F_a는 0.029가 된다. 한편, 고속 데이타 서비스를 위해 F_p는 0.2 그리고 F_a는 0.001인 트래픽 특성을 고려하면 그림 8과 같은 연결수락 영역을 얻을 수 있다.

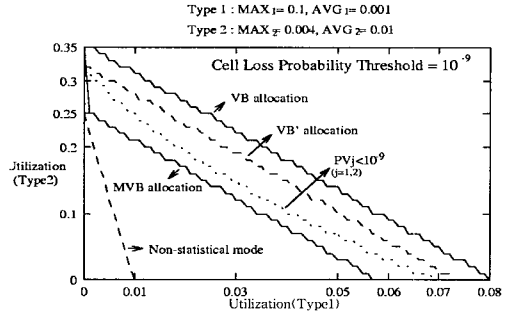


그림 6 연결수락 영역 (간섭이 작은 경우)

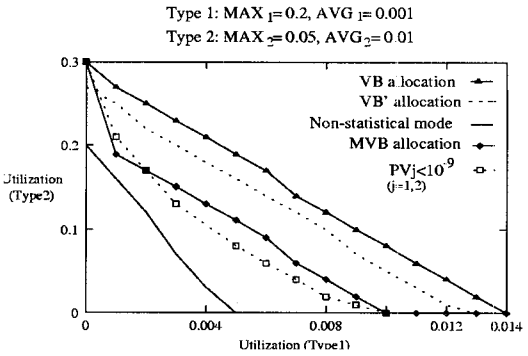


그림 7 연결수락 영역 (간섭이 큰 경우)

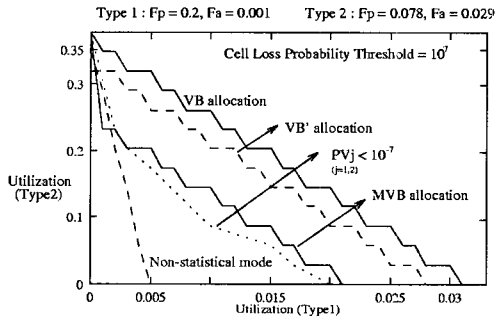


그림 8 연결수락 영역 (화상 전화와 고속 데이타 서비스 클래스)

7. 결 론

본 논문은 이질 트래픽 환경 하에서 각 트래픽 타입의 호 원들에 대한 셀 손실률을 만족시킬 수 있는 개선된 가상 대역폭 할당에 의한 CAC를 제시하였다. 또한 평균 버스트 구간과 ATM 망의 버퍼 크기를 고려한 개선된 가상 셀 손실률을 제안하였다. 제안된 가상 셀 손실률 및 가상 대역폭 할당에 의한 CAC는 복잡한 큐잉 분석에 의하지 않고 이들 매개 변수를 반영함으로서 실시간 처리가 가능해 ATM 망에 매우 적합하다. 특히, 이질 호 원 환경 하에서도 제안된 방법들이 정상 동작하기 위해 트래픽 간 간섭 강도라는 새로운 매개변수를 정의함으로서 해결할 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] Gallassi, G., Rigolio, G. and Verri, L., "Resource management and dimensioning in ATM networks," IEEE Network Mag., pp.8-17, 1990.

[2] Murase, T., Suzuki, H., Sato, S., and Rakeuch, T.,

"A Call Admission Control for ATM Networks Using a Simple Quality Estimate," IEEE JSAC, Vol. 9, No. 9 pp.1461-1470, 1991.
[3] Murase, T., Suzuki, H. and Takeuchi, T., "A Call Admission Control for ATM Networks based on Individual Multiplexed Traffic Characteristics," Proc. ICC'91, pp.6.3.1-6.3.6, 1991.
[4] Guerin, R., Ahmad, H. and Naghshinh, M., "Equivalent Capacity and Its Application to Bandwidth Allocation in High-Speed Networks," IEEE JSAC, Vol. 9, No. 7, pp.968-981, 1991.
[5] Baiocchi, A., "Loss Performance Analysis of an ATM Multiplexer Loaded with High-Speed ON-OFF Sources," IEEE JSAC, Vol. 9, No. 3, pp.388-393, 1991.
[6] Yang, T. and Tsang, D., "A Novel Approach to Estimating the Cell Loss Probability of an ATM Multipexer Loaded with Homogeneous Bursty sources," Proc. Globecom'92, pp.511-517, 1992.
[7] Miyao, Y., "Bandwidth Allocation in ATM Networks that Guarantee Multiple QOS Requirements," Proc. ICC'93, pp.1398-1403, 1993.
[8] Suzuki, H., "A Burst Traffic Control Strategy for ATM Networks," Proc. Globecom'90, 1990.
[9] Saito, H. and Shiomoto, K., "Dynamic Call Admission Control in ATM Networks," IEEE JSAC, Vol. 9, No. 7, pp.982-989, 1992.
[10] Slwalid, I. and Mitra, D., "Effective Bandwidth of General Markovian Traffic sources and Admission Control of High Speed Networks," Proc. Infocom'93, pp.256-265, 1993.
[11] Anick, D., Mitra, D. and Sondhi, M., "Stochastic theory of a data-handling system with multiple sources," Bell Syst. Tech. J., Vol. 61, No. 8, pp.1871-1894, 1982.
[12] Mitra, D., "Stochastic theory of a fluid model of producers and consumers coupled by a buffer," Advanc. Appl. Prob., Vol. 20, pp.646-676, 1988.
[13] Neuts, M., Matrix Geometric Solutions in Stochastic Model: An Algorithm Approach, Baltimore, MD:Johns Hopkins Univ. Press, 1981.
[14] Maglaris, B., "Performance Models of Statistical Multiplexing in Packet Video Communications," IEEE Trans. on Communi., Vol. 36, No. 7, pp.834-843, 1988.

강 구 홍
정보과학회논문지 : 정보통신
제 29 권 제 1 호 참조

박 상 조
정보과학회논문지 : 정보통신
제 29 권 제 1 호 참조