

ATM망에서 퍼지집합을 이용한 적응적 부분 버퍼 공유기법에 관한 연구

정 동 성* · 이 용 학**

A Study on the Adaptive Partial Buffer Sharing Scheme Using Fuzzy Set in ATM networks

Dong-Sung Chung* and Yong-Hak Lee**

ABSTRACT

In this paper on the Adaptive Partial Buffer Sharing Scheme, the use of fuzzy sets is proposed in order to provide a dynamic threshold value for efficient buffer control of traffic connected in ATM networks. The proposed Adaptive Partial Buffer Sharing Scheme therefore uses fuzzy sets, and this scheme places traffic in accordance with its priority, by virtue of its dynamic threshold. This scheme controls the threshold in the buffer to accord with traffic priority (low or high) using fuzzy set theory for traffic connected after reasoning. Performance analysis result: it was confirmed that with the proposed scheme, performance improves in the area of cell loss rate, when compared with the existing scheme.

Key Words : ATM, PBS, APBS, Fuzzy

1. 서론

ATM 서비스들의 특징은 정보의 전송지연과 손실에 따라 각기 다른 QoS를 가진다. 따라서 ATM 망은 트래픽이 요구하는 지연시간과 손실의 정도에 따라 트래픽을 제어하는 우선순위 제어 기법으로 시간 우선순위 제어와 손실 우선순위를 사용한다¹⁾.

ATM 망은 트래픽이 요구하는 지연시간과 손실의 정도에 따라 트래픽을 제어하는 우선순위 제어 기법으로 시간 우선순위 제어와 손실 우선순위 제어를 사용한다¹⁾. 이처럼 다양한 트래픽을 효과적으로 처리해야 하는 ATM 망의 서로 다른 특성 때문에 각기 다른 성능 기준을 만족시킬 수 있도록 해야 한다. 그 예로 음성에서는 차단확률을 최소화 하여야 하고 데이터에서는 평균 통신망 지연시간을 최소화 하여야 한다. 이 두 기준은 상호간에 영향을 미치게 되어 최적의 값을 결정하는데 문제점이 나타나고 있다. 이와 같이 통신분야에서 발생하는 많은 설계 및 제어 문제는 상호 모순을 내재하고 있는 복수 성능 기준을 만

* 제주관광대학 국제정보통신과

Dept. of International Tele., Cheju Tourism College

** 제주대학교 통신공학과, 첨단기술연구소

Dept. of Tele. Eng., Research Institute of Advanced Technology,
Cheju National Univ.

족시켜야 한다. 따라서 퍼지 집합을 이용한 해석(퍼지 의사 결정)이 적합한 분야이기도 하다^{21,3)}.

ITU-T에서는 망의 과밀 현상으로 인해 발생하는 셀 손실이 서비스에 미치는 영향을 줄이기 위해 서비스의 종류별로 QoS를 지정하였는데 망 제어정보나 영상의 골격을 나타내는 정보 등에 대하여는 QoS가 높고, 음성 정보 등의 서비스는 상대적으로 셀 손실에 영향을 적게 받으므로 QoS를 낮은 등급으로 지정하고 있다. 그리고 망의 과밀시에 저순위를 갖는 셀을 먼저 폐기시켜 전체적인 서비스의 QoS를 만족시키는 우선순위 제어방법을 권고하고 있다¹⁾.

우선순위 버퍼 제어기법에는 시간 우선순위 제어기법과 손실 우선순위 제어기법으로 구분될 수 있다. 시간 우선순위 제어기법은 높은 우선순위 셀이 낮은 우선순위 셀에 비해서 적은 대기시간을 갖고 서비스되어 지는 H. Cobhan이 제안한 HOL (Head-of-Line) 방식이 있다.

이 방식은 저순위 셀의 품질 저하 및 하드웨어가 복잡하다는 단점이 있다. 그리고 손실 우선순위 제어기법은 공간 우선도 방식이라고도 하며 적절한 버퍼링을 통해 우선순위가 높은 셀의 버퍼 오버플로우에 의한 손실을 줄이는 방법이다. 이러한 손실 우선순위 버퍼 제어기법으로 현재 많이 연구되고 있는 버퍼링 기법에는 푸쉬-아웃 기법과 부분 버퍼 공유기법의 두 가지가 있다.

푸쉬-아웃 기법은 버퍼가 모두 채워질 때까지 셀을 받아들이다가 모두 채워지고 나면 높은 손실 우선 순위 셀이 도착했을 때 낮은 손실 우선 순위 셀을 폐기시키고 그 자리에 들어감으로써 높은 손실 우선 순위 셀을 보호하는 방식이다. 그러나 저순위 셀이 없을 경우에는 고순위 셀이 손실된다. 이 기법은 저순위 셀과 고순위 셀이 버퍼 전체를 공유하기 때문에 버퍼의 이용률을 높일 수 있는 장점이 있지만 고순위 셀들이 버퍼내의 어떤 곳에 위치한 저순위의 셀이라도 추출할 수 있어야 하므로 구현이 복잡하고 처리 시간이 길어져 고속망인 ATM 망에서는 적합하지 않다^{4),5)}. 부분 버퍼 공유기법은 주어진 임계값(TH: Threshold)까지는 도착율이 λ_L 을 가지는 저순위셀과 도착율이 λ_H 를 가지는 고순위 셀들이 버퍼를 공유하다가 임계값을 넘어서면 고순위 셀만을 받아들이고

저순위 셀은 폐기시키며 버퍼가 완전히 채워지면 고순위 셀도 폐기된다. 이 기법은 푸쉬-아웃 기법에 비해 효율은 떨어지지만 구현하기가 쉽고 하드웨어적으로 처리할 수 있어 ATM과 같은 고속 전송에 적합한 것으로 평가되고 있다^{4),6)}. 그러나 입력되는 저순위와 고순위 셀의 발생비율에 따라 임계값을 변화시키지 못한다. 그리고 다양한 응용 서비스를 수용하는데 있어서 버퍼의 상태변화에 적절히 대응하지 못하므로 이에 따른 셀의 손실이 일어나 망의 처리율을 저하시키면서 자원을 낭비하는 결과를 초래한다.

본 논문에서는 고순위와 저순위의 트래픽 발생비율에 따라 퍼지집합 이론을 통하여 추론하고 그 추론된 결과값을 버퍼에서의 임계값으로 적용하는 적응적 부분 버퍼 공유기법을 제안한다.

II. 퍼지이론과 ATM 망에서의 퍼지 제어 응용 사례

2.1 퍼지이론

퍼지 이론이란 애매성을 다루는 이론으로서 1965년 미국 캘리포니아 버클리 대학의 L. A. Zadeh 교수가 학술전문지 Information & Control에 발표한 퍼지 집합(Fuzzy Sets)이란 논문에서의 "아름다운 여성의 집합", "큰 수의 집합" 등 경계가 애매한 집합을 퍼지 집합이라고 명하였다^{2),7)}. 퍼지이론의 기본을 이루는 퍼지집합은 보통집합(Crisp Set)의 확장개념으로서 어떤 사실이 얼마나 정확한가를 사람이 느끼는 감각에 맞추어 확률로 나타낸다. 따라서 다루어지는 변수도 숫자가 아닌 언어변수(Linguistic Variable)를 사용하며, 이러한 개념을 이론화한 퍼지는 불확실한 집합을 그대로 표현하는데 효과적이다⁸⁾.

퍼지집합에서는 원소의 소속정도를 멤버함수(Membership Function)에 의해서 표현할 수 있다. 단, 보통집합에서 원소와 비원소간에 구분이 확실한 반면에, 퍼지집합에서는 집합의 경계가 애매하여 '0' 또는 '1'이 아닌 구간 [0, 1]로 '0'과 '1'사이의 모든 실수로 매핑시킨다. 이로서 불확실한 집합의 경계를 표현할 수 있으며, 주어진 퍼지규칙과 사실의 모임으

로부터 추론(Inference)과정을 거쳐 논리적으로 타당한 새로운 사실을 얻어낸다. 이렇게 하여 퍼지이론은 연산에 있어서 복잡한 수학적 모델을 필요로 하지 않고 단순한 방법의 연산과정만으로 가능하므로 하드웨어 구현이 쉬우며, 연산이 병렬처리되므로 제어속도가 빠르다는 장점이 있다.

2.2 퍼지 제어 응용사례

퍼지 이론의 응용 사례는 당초에는 퍼지 제어를 중심으로 한 공학적인 분야에 많았지만 의료진단이나 주식투자용 전문가 시스템 등에서도 나타나고 있는 것 같이 서서히 여타 분야에도 확산되고 있다. 통신 분야 특히 ATM 망에서의 퍼지 응용 사례를 보면, 첫 시도로 Tcha 등이 퍼지집합 이론을 주파수 대역폭 할당에 적용한 것이 시초인 것으로 나타났으며⁶⁾, 그 이후 Miami 대학 전자, 컴퓨터공학과와 Yao-Ching Liu and Christos Douligeris에 의해 NTCD(Nested Threshold Cell Discarding)기법에의 퍼지기법을 적용한 예가 있다⁹⁾. Cameron Braun 등이 ATM 망에서 ABR 서비스 클래스에 대한 트래픽 제어 문제를 퍼지 집합을 이용하였고¹⁰⁾, 최근에 김주현 등이 ATM 망에서 퍼지 동적 이중 셰이핑 기법을 이용한 트래픽 제어에 이중 셰이핑 구조와 리키 버킷 구조에 퍼지

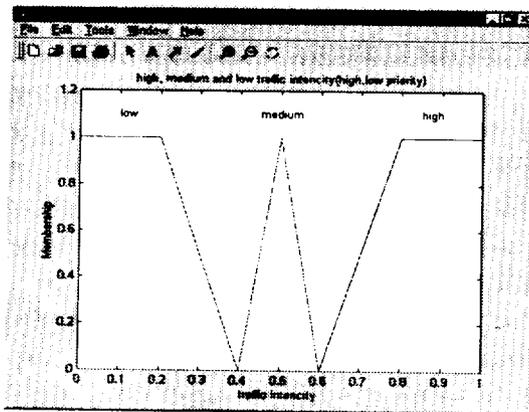
이론을 추가하여 이용하는 제어 기법이 제안되었다¹¹⁾. 이처럼 최근들어 ATM 망에서의 퍼지 제어 기법을 활용하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

III. 퍼지집합을 이용한 적응적 부분 버퍼 공유기법

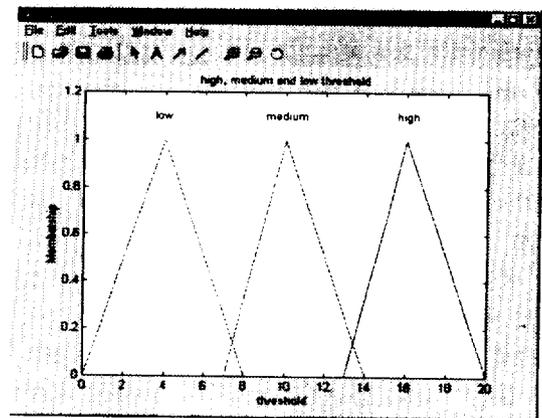
퍼지 제어를 사용하는 적응적 부분 버퍼 공유기법의 목적은 고순위 트래픽 발생률과 저순위 트래픽 발생률에 따라 퍼지 추론 과정을 걸쳐, 그 결과로 버퍼의 임계값을 제어함으로써 발생하는 트래픽의 손실을 최소화하여 사용자의 욕구를 만족시키는데 있다.

3.1 퍼지 입력력 변수와 이들의 소속함수

퍼지의 입력변수는 고순위 트래픽 발생률과 저순위 트래픽 발생률을 사용한다. 트래픽 발생률은 버퍼에 매초단위로 진입하는 트래픽 수이므로 low, med(medium), high 등의 언어적 변수를 사용하고, 퍼지 논리에 의한 출력은 현 버퍼의 임계값으로 low, med(medium), high의 3단계로 표현하여 고순위 트래픽 발생률과 저순위 트래픽 발생률에 따라 버퍼의 임계값을 제어할 수 있도록 하였다. 각 입력



(a) Membership Function for input parameters.
(high(n), low(Δn))



(b) Membership Function for output parameter.
(threshold value(y))

Fig. 1. Membership Function for input and output parameters.

력 변수의 퍼지화(fuzzification)를 위한 소속함수가 그림 1에 나타나 있다.

3.2 제안된 퍼지 제어 규칙

입력 변수의 언어적인 표현으로 퍼지 제어 규칙을 생성한다. 퍼지 논리 제어기의 언어적 규칙을 얻는 방법은 여러 가지가 있다. 이 규칙들은 인간의 전문성에 의해 표현될 수 있거나 시스템의 식별 기술에 의하여 결정될 수 있다. 이 언어적 규칙의 집합은 퍼지 논리 제어기의 규칙에 기반을 이룬다. 퍼지 집합 이론에 의하여 퍼지 입력 변수는 $|T(n)| \times |T(\Delta n)|$ 과 같이 2차원 배열로 형성된다. ($|T(x)|$ 는 $T(x)$ 의 언어 변수 항들의 수이다.) 따라서 퍼지 제어 규칙은 세 단계로 구성된 두 개의 입력 파라미터와 세 단계로 구성된 하나의 출력 파라미터의 조합으로 하여 임계값 추론을 위한 룰 베이스는 Table 1과 같다.

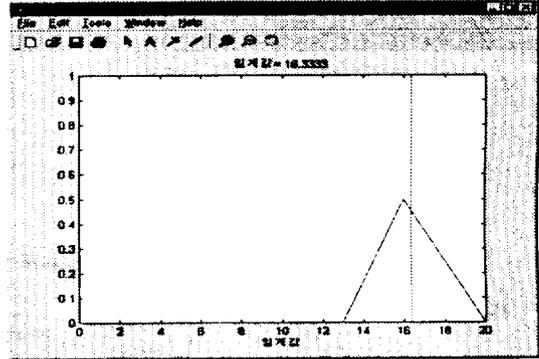
Table 1. Rule Base

규칙	n	Δn	y
1	high	high	high
2	high	med	med
3	high	low	low
4	med	high	high
5	med	med	med
6	med	low	low
7	low	high	high
8	low	med	med
9	low	low	low

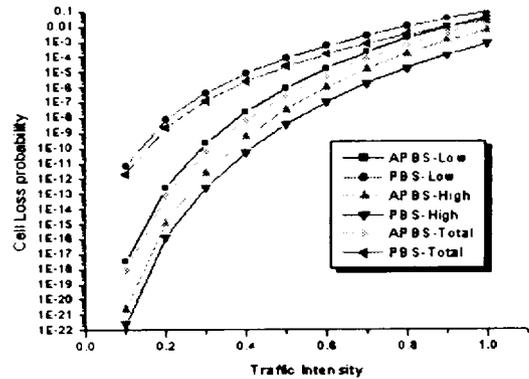
IV. 성능분석

본 논문에서 제안한 퍼지 추론에 의한 적응적 부분 버퍼 공유기법의 성능을 단일 버퍼를 갖는다고 가정하고 기존의 부분 버퍼 공유기법과 비교함에 있어서 ATM 특성상 셀 전송지연은 망 성능에 크게 영향을 끼치는 요소는 아니고, 또 시뮬레이션 환경에 따라 많이 다를 수 있기 때문에 고려하지 않고 셀 손실 확률만 가지고 성능을 분석하였다.

Fig. 2.(a)는 트래픽 세기에서 우선순위 트래픽 비



(a) Defuzzification Value(threshold value)

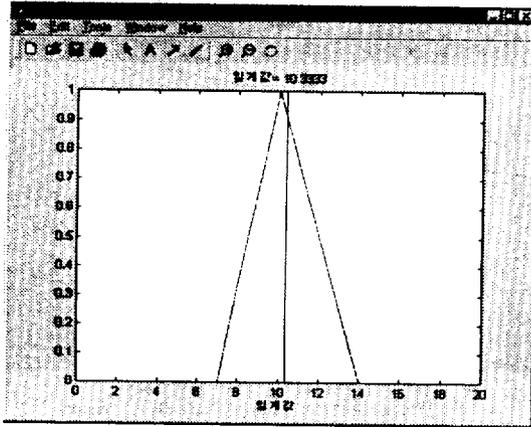


(b) Cell loss probability according to traffic intensity

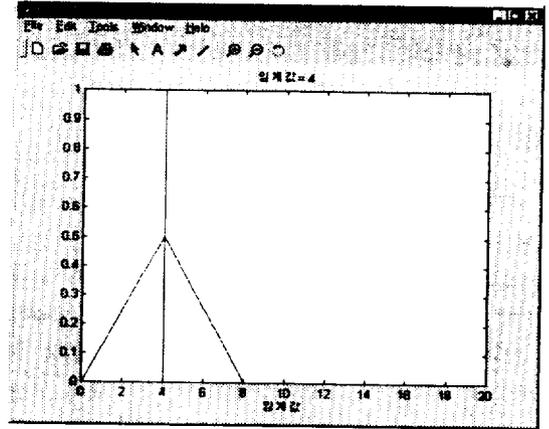
Fig. 2. The cell loss probability and Fuzzy inference results according to traffic intensity.(ratio 7:3)

율(고:저)이 7:3 일때의 퍼지추론 후 비퍼지화 값(임계값)이 16.3333으로 나타난 결과이고, Fig. 2.(b)는 기존의 부분 버퍼 공유 기법(PBS)에서 임계값을 10으로 고정하고 퍼지집합을 이용한 적응적 부분 버퍼 공유 기법(APBS)과 셀 손실율을 비교한 결과이다. 비교결과 저순위 셀 손실율은 제안한 기법에서 더욱 적은 손실을 보이고 있고 고순위 셀 손실율은 약간 높게 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 하지만 전체 셀 손실율 면에서 볼 때 제안한 기법에서의 손실이 적게 일어나 전체적인 손실은 줄어들고 있음을 알 수 있다.

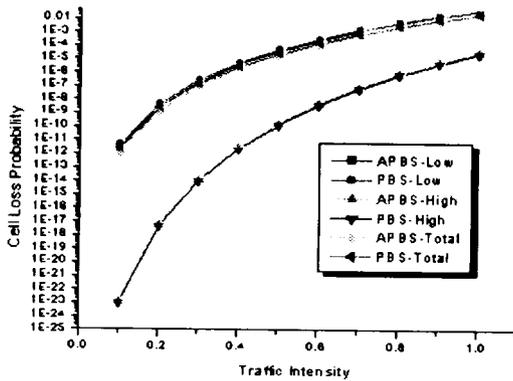
Fig. 3.(a)는 트래픽 세기에서 우선순위 트래픽 비율(고:저)이 5:5 일때의 퍼지추론 후 비퍼지화 값(임



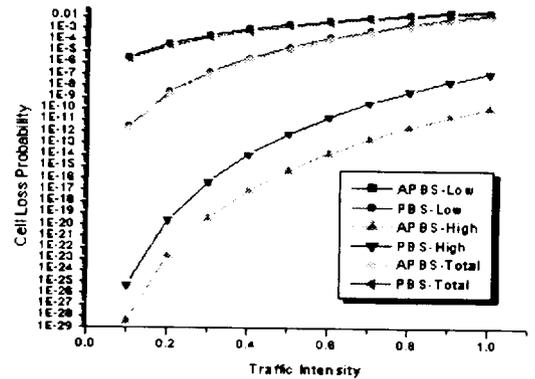
(a) Defuzzification Value(threshold value)



(a) Defuzzification Value(threshold value)



(b) Cell loss probability according to traffic intensity



(b) Cell loss probability according to traffic intensity

Fig. 3. The cell loss probability and Fuzzy inference results according to traffic intensity.(ratio 5:5)

Fig. 4. The cell loss probability and Fuzzy inference results according to traffic intensity.(ratio 3:7)

계값)이 10.3333으로 나타난 결과이고, 그림 3.(b)는 기존의 부분 버퍼 공유 기법(PBS)에서 임계값을 10으로 고정하고 퍼지집합을 이용한 적응적 부분 버퍼 공유 기법(APBS)과 셀 손실율을 비교한 결과이다. 비교결과 손실율이 기존의 기법과 유사하게 나타나고 있음을 확인할 수 있다.

정하고 퍼지집합을 이용한 적응적 부분 버퍼 공유 기법(APBS)과 셀 손실율을 비교한 결과이다. 비교결과 저순위 셀은 셀 손실이 높게 나타난 반면에 고순위 셀과 전체 셀 손실은 향상됨을 알 수 있다.

Fig. 4.(a)는 트래픽 세기에서 우선순위 트래픽 비율(고:저)이 3:7 일때의 퍼지추론 후 비퍼지화 값(임계값)이 4로 나타난 결과이고, 그림 4(b)는 기존의 부분 버퍼 공유 기법(PBS)에서 임계값을 10으로 고

V. 결론

ATM망에서의 다양한 응용 서비스의 이용은 버퍼를 얼마나 효율적으로 이용하여 발생된 트래픽을 공

정하게 전송하며 서비스하느냐가 관건이 된다. 제공하는 서비스마다 요구 품질이 다르고 QoS도 연결 호마다 다르다. 본 논문에서는 망자원의 극대화과 QoS 보장을 목적으로 하는 ATM 망에서의 버퍼를 좀더 효율적으로 이용하기 위하여 기존 부분 버퍼 공유 기법의 고정된 임계값 대신에 퍼지 추론에 의한 버퍼에서의 임계값을 제어하는 방식인 적응적 부분 버퍼 공유 기법을 제안하였고 성능분석을 통한 가능성을 확인하였다. 앞으로의 연구과제로는 좀 더 다양한 퍼지 조건을 적용하여 퍼지 추론에 의한 버퍼 제어 방식의 도입으로 더욱 성능을 향상시켜 실제 ATM 망에서의 적용 가능성을 타진하는 연구도 병행해야 할 것이다.

참고문헌

- 1) CCITT Draft Recommendation I.371. 1992. Traffic control and congestion control in B-ISDN. SG XVIII. Geneva, Switzerland.
- 2) L. A. Zadeh. 1973. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. IEEE Trans. on Syst., Man, and Cyb., Vol. SMC-3, No.1.
- 3) 황승구, 오길록, 1992, 퍼지 기술의 통신에의 응용", 한국통신학회지 제9권 제6호, pp.385-393.
- 4) 박원기, 한치문, 최형진, 1994. ATM 스위치 네트워크에서의 2-레벨 임계치를 갖는 셀 우선순위 제어방식. 한국통신학회 논문지, 제19권, 제3호, pp.479-491. 1994.
- 5) 정동성, 이용학, 1998. ATM 망에서의 버퍼 분할 공유 기법에 관한 연구. 한국통신학회 하계종합학술발표회 논문집, 제17권, 제1호, pp.532-535.
- 6) D. W. Tcha, C. Y. Jin, E. Lutz. 1988/1989. Link-by-Link Bandwidth Allocation in an Integrated Voice/Data Network Using The Fuzzy Set Approach. Computer Network and ISDN System 16, pp.217-227.
- 7) L. A. Zadeh. 1965. Fuzzy Sets. Information and Control, Vol.8, pp.338-353.
- 8) James C. Bezdek, Sankar K. Pal. 1991. Fuzzy Models For Pattern Recognition. IEEE Press.
- 9) Yao-Ching Liu and Christos Douligieris. 1996. Nested Threshold Cell Discarding with Dedicated Buffers and Fuzzy Scheduling. Submitted to IEEE GLOBCOM, pp.429-432.
- 10) Qingyang Hu, Davidw. Petr, Cameron Braun. 1996. Self-tuning Fuzzy Traffic Rate Control for ATM Networks. IEEE, pp.424-428.
- 11) 김주현, 김본일, 이동호, 2000, ATM 망에서 퍼지 동적 이중 셰이핑 기법을 이용한 트래픽 제어. 한국통신학회논문지, Vol.25, No.2B, pp.256-264.
- 12) M. Braae and D. A. Rutherford. 1978. Fuzzy relations in a control setting. Kybernetes, Vol.7, No.3, pp.185-188.
- 13) L. I. Larkin. 1985. A fuzzy logic controller for aircraft flight control", in Industrial Applications of Fuzzy Control, M. Sugeno, Ed., Amsterdam, North-Holland.
- 14) Mark H. Beale and Hpeard B. Demuth. 1995. Fuzzy System Tool Box For Use with MATLAB. PWS Publishing Company.
- 15) 정동성, 이용학, 2000. ATM 망에서 트래픽 서비스를 예측을 위한 퍼지 제어 알고리즘에 관한 연구. 한국통신학회 하계종합학술발표회 논문집, Vol.21, No.1, pp.746-751.