

論文99-36S-3-2

가상큐를 이용한 동적다중슬롯할당 알고리즘의 성능 개선에 관한 연구

(A Study on the Performance Evaluation of the Dynamic Multi-Slot Assignment Algorithm using Virtual Queue)

姜景薰*, 李允周*, 金秀重**

(Kyeonghoon Kang, Yoonju Lee, and Soojoong Kim)

요 약

무선 ATM망에서 다수 연결채널로부터 발생하는 트래픽의 서비스 질을 보장하고 한정된 무선 자원을 효율적으로 사용하기 위해서는 다중접속제어 기술이 중요한 설계요소 중 하나이다. 본고에서는 ATM 프로토콜 특성을 무선 구간까지 확장한 동적다중슬롯할당(DMSA: Dynamic Multi-Slot Assignment) 기법의 단점 중 하나인 연결채널별 지연 성능의 차이에 대해 분석하고, 이를 해결하기 위하여 이동국으로부터 각 연결채널에 대해 전달되는 정보를 이용하여 중앙제어국에 가상큐를 도입하는 방안을 제안한다. 중앙제어국에서는 구성된 가상큐를 이용하여 상향링크의 다음 한 프레임내 모든 타임슬롯에 대한 연결채널 할당을 수행한다. 다양한 트래픽 소스에 대한 시뮬레이션을 통해 가상큐-동적다중슬롯할당 알고리즘이 기존의 동적다중슬롯할당 알고리즘에 비해 중앙 제어국에서의 단순한 제어 부하만으로도 다수의 연결채널에 대해 균등한 서비스 질을 보장하고 지연 변이 특성의 성능 향상을 나타냄을 입증한다. 이러한 연구결과는 동종 혹은 이종의 트래픽을 가진 각 연결 채널에 대해 무선 구간의 분산 환경으로 인해 발생할 수 있는 불평등성을 해결함으로써 무선 ATM의 개념을 유선 ATM과 유사한 환경으로 분석할 수 있는 계기를 마련한 것으로 판단된다.

Abstract

The multiple access technique is one of great important factors for the design of wireless ATM networks in order to assure the quality of service (QoS) of the traffics stemmed from multiple connections and to effectively utilize limited radio resources. In this paper, we discuss the dynamic multi-slot assignment(DMSA) algorithm designed for wireless extension of fixed ATM techniques and the delay characteristics of one of its disadvantages. In order to improve the delay related performance, we introduce a virtual queue utilizing the information from mobile station(MS) in central control station(CCS). A central control station carries out assignment of connection channel to all of time slots within the next frame using the virtual queue. And next, we perform the simulations of the proposed algorithm for the various traffic sources. Simulation results indicate that the proposed algorithm yields significant improvements in delay variation performance and assures fair service for multiple connections compared to original one. These studies may result in fixing the unfairness of service caused by distributed environments of air interface with simple control load in CCS and providing the opportunity of one step toward the integrated wired/wireless transparent services.

* 正會員, 韓國電子通信研究院 交換電送技術研究所 移動交換팀
(Mobile Switching Team/Switching & Transmission Technology Lab. Electronics and Telecommunications Research Institute(ETRI))

** 正會員, 慶北大學校 電子·電氣工學部
(Electronic and Electrical Engineering Department, Kyungpook National University)
接受日: 1998年8月20日, 수정완료일: 1998年12月4日

I. 서 론

이동망의 급속한 발전과 함께 개인 휴대 장치의 응용이 증대됨에 따라 유선망에서의 화상전화, 인터넷 등 다양한 고속 광대역 서비스를 무선망에서도 제공하기 위하여 몇 년 전부터 무선 ATM(WATM: Wireless ATM)의 개념이 태동하였다. 이러한 무선 ATM에 대한 연구는 ATM 포럼(ATM forum)의 표준화 주도로 유럽, 미국, 일본등에서 각기 프로젝트로 연구 중에 있으며^[1,2,3], ATM 포럼에서는 무선 접속 부분(radio ATM)과 이동성 지원 부분(mobile ATM)으로 나누어 표준화를 수행하고 있다^[4]. 이중 Radio ATM의 한 분야인 매체접속제어(MAC: Medium Access Control) 계층은 스펙트럼의 효율적 사용과 다양한 서비스 질의 보장을 위해 중요한 설계 요소 중 하나이며, 특히 무선 ATM망에서는 ATM 셀의 패킷 특성 때문에 기존의 이동망에서 보다 훨씬 복잡하고 효율적인 다중접속 알고리즘을 필요로 한다. 무선 ATM을 위해 제안된 다중접속 방안의 하나인 동적슬롯할당(DSA: Dynamic Slot Assignment) 기법은 ATM 셀의 통계적 다중화 방법을 무선 채널환경에 확장하여 적용한 알고리즘이다^[6,7].

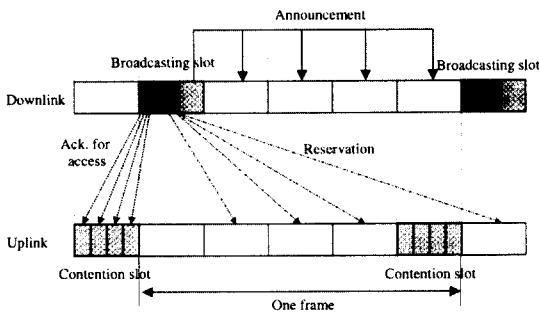


그림 1. 동적다중슬롯할당 프로토콜 개념도
Fig. 1. Conceptual diagram of the DMSA protocol.

WATM에서는 무선 구간에서도 각 가상연결에 따라 그들의 QoS는 보장되어야 하며, 이를 위해 MAC 프로토콜은 ATM 셀 단위 처리를 수행되어야 하고 각 셀의 가상연결 특성에 따라 제어되어야 한다. DSA 기법은 기본적으로 무선 구간에서 각 MVC(Mobile Virtual Channel)별로 주어진 QoS를 보장하기 위하여 각 MVC에서 발생하는 모든 트래픽에 대해 상향 링크의 매 슬롯별로 중앙에서 특정 알고리즘을 적용하여 할당하는 방식이다^[5,6,7]. 그림 1은 단일슬롯할당의

문제점을 개선한 동적다중슬롯할당(DMSA: Dynamic Multi-Slot Assignment) 프로토콜의 개념도이다. 중앙제어국(CCS: Central Control Station)은 하향링크상에 주기적으로 삽입된 방송 슬롯을 통해 이전 상향링크의 경쟁슬롯으로 전달된 각 이동국(MS: Mobile Station)의 MVC에 대한 확인(Acknowledgement) 및 다음 프레임의 타임슬롯에 대한 예약(reservation) 정보를 송신한다. 모든 이동국은 이 슬롯만을 조사하여 자기 MVC의 예약 및 확인 신호를 수신한다^[5,7].

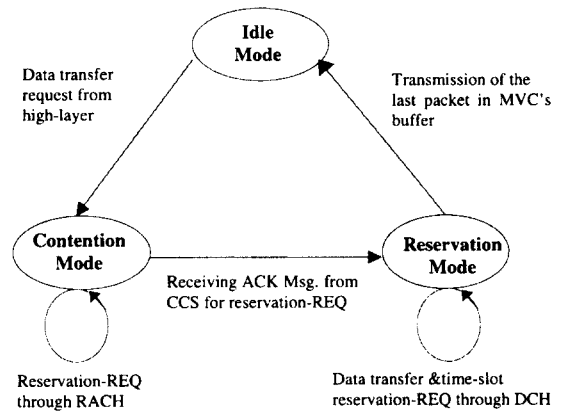


그림 2. 이동국에서 MVC 상태 천이도
Fig. 2. MVC state transition diagram in MS.

그림 2는 각 이동국에서 MVC의 상태 천이도를 나타낸다. 이동국에서 이미 설정된 MVC의 상태는 휴지(idle), 경쟁(contention), 예약(reservation) 모드로 구분되며, MVC 버퍼가 빈 상태(휴지 모드)에서 상위 계층으로부터 보낼 패킷을 수신시 경쟁 모드로 전환되어 RACH(Random Access CHannel)의 CSS(Contention SubSlot)을 통해 CCS로 자신의 상태 및 MVC 트래픽 파라미터를 전달한다. 경쟁모드에 있는 MVC간에 충돌이 발생치 않고 무선 인터페이스상에 에러없이 전달되었을 경우 관련 MVC는 CCS의 예약 확인 정보를 통해 예약모드로 변경된다. 이후, 예약모드에 있는 MVC는 하향 방송채널을 통해 예약된 타임슬롯으로 ATM 셀을 전달하며, 이 때 MVC의 동적 트래픽 파라미터를 헤더를 통하여 전송한다. 경쟁 모드와 예약 모드에서 전달되는 파라미터는 상향 링크의 각 슬롯을 예약하는 우선 순위 결정에 사용되며, 기본 파라미터는 큐에서 대기중인 ATM 셀의 수로 정의될 수 있다. 무선구간의 스펙트럼 효율을 고려

하여 이러한 파라미터는 적은 것이 바람직하다. 이후, MS은 MVC의 버퍼에 대기하고 있는 마지막 ATM 셀을 전송 후 예약모드에서 휴지모드로 전환된다.

본고에서는 먼저 II장에서 상기 기술한 DMSA 기법의 문제점을 분석하고, III장에서는 다수의 연결채널의 지연 성능의 차이를 개선하기 위하여 제안된 가상큐를 도입한 알고리즘에 대해 기술하고 다양한 트래픽에 대한 시뮬레이션을 통해 제안된 알고리즘의 성능 평가를 수행하며 IV장에서 결과를 요약한다.

II. 동적다중슬롯할당 프로토콜의 모형 분석

그림 3은 앞에서 설명한 DMSA 프로토콜의 특성을 파악하기 위해서 기존의 유선망에서와 같이 다양한 소스로부터 발생하는 트래픽을 하나의 트렁크를 통해 단일 서버로 처리하는 시스템에 대한 일반적인 모델을 도식한다. 이는 이상적인 경우로 무선 구간의 특성인 다중 접속에 따른 부하를 전혀 고려하지 않은 것이다.

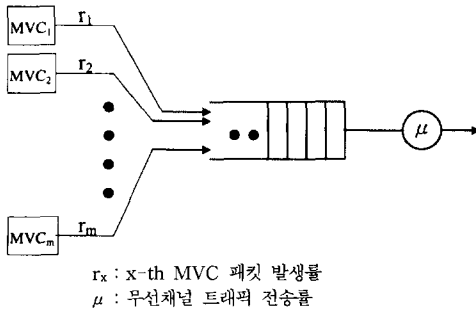


그림 3. 다중 소스 트래픽에 대한 단일 서버의 일반적인 큐잉 모델
Fig. 3. General queuing model of single server for multi-source traffics.

그림 4는 다중슬롯할당을 적용한 무선구간에서의 등가 큐잉 모델을 나타내며 4개의 큐로 구성될 수 있다. RQ(Reserved Queue)를 제외한 3개의 큐는 시스템의 순간 상태에 따라 동적으로 개폐되는 스위치 서버에 의해 동작하며, RQ는 그림 3에서와 마찬가지로 무선 채널의 전송률에 따라 서비스된다. S1은 MVC 상태가 예약모드로 변환될 때 연결(closing)되고 휴지모드로 갈 때 절단(open)되며, S1이 연결된 동안 들어오는 패킷들은 UQ(Unnoticed Queue)에 저장된다. UQ는 예약 모드에서 CCS로 정보가 알려지지 않은 패킷들이 대기되며, S2는 MVC의 버퍼 상태를 CCS로 전달한 순간 연결되어 UQ의 모든 패킷을 보낸 후

즉시 절단된다. NQ(Noticed Queue)는 CCS에 알려진 MVC에 대기중인 패킷을 저장하며, CCS은 NQ를 이용하여 우선 순위 제어를 수행한다. 무선 채널의 각 프레임 시작에서 S3는 동작하여 그 순간에 NQ에 대기하고 있는 패킷 길이를 기준으로 프레임내의 모든 타임슬롯(TS: Time Slot)에 대해 각기 MVC를 할당하며, 할당된 패킷은 RQ로 전달된다. RQ는 무선 상향 채널의 패킷 전송률에 따라 서비스된다.

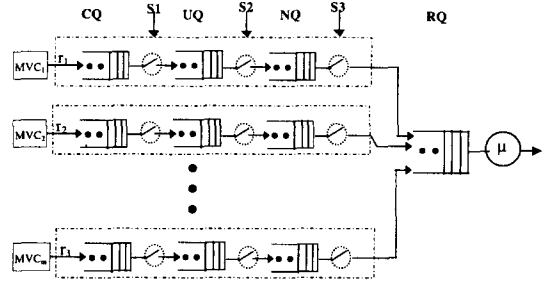


그림 4. 무선구간에서 동적다중슬롯할당 알고리즘의 등가 큐잉 모델
Fig. 4. Equivalent queuing model for the DMSA algorithm on radio interface.

무선 ATM망에서 유선망과 동일한 서비스 질을 보장하기 위해서는 그림 4에서 알 수 있듯이 3개의 큐(CQ,UQ,NQ)에서의 지연 및 지연 변이를 최대한 줄여야 한다. 이러한 관점에서 기존의 DMSA 프로토콜의 문제점은 다음 3가지로 요약될 수 있다.

- 1) 경쟁모드에서 잦은 경쟁 실패는 CQ에서의 지연 증가를 초래한다. 경쟁 실패는 MVC의 개수가 증가할수록, 부하가 적을수록, 소스 트래픽의 특성이 poisson 이나 CBR 에 가까울수록 이러한 현상은 현저히 나타난다^[5].
- 2) NQ에서의 우선순위 제어가 분산된 NQ를 근간으로 수행됨으로써 시스템 전체 지연 성능은 크게 차이가 없으나, 순간적인 트래픽률 변화에 따라 나중에 들어온 다른 MVC내의 패킷이 먼저 서비스되는 현상이 발생되고 따라서 지연변이가 증가하게 된다. 특히 이러한 현상은 동일한 서비스 질을 요하는 다른 트래픽 특성의 소스들에 대해 심각하게 영향을 미친다. 반면, UQ에서는 RQ에서 자기 MVC 패킷이 서비스될 때 마다 S2가 연결되어 대기중인 패킷이 전부 NQ로 전달되므로 NQ에서 RQ로 가는 우선 순위제어에서 균등성(fairness)만 유지된다면 지연특성에는 크게 영향을 미치지 않는다.

3) 모든 서비스 트래픽 특성에 대해 동일한 방법을 적용함으로써 서로 다른 QoS를 요구하는 연결들에 대해 요구사항을 만족하기 어렵다^[9].

상기 3) 항은 무선 구간의 문제가 아니라 ATM 기술의 문제로 현재 유선망에서의 트래픽 제어 알고리즘과 동등하게 취급될 수 있으므로 DMSA만이 가지는 단점이 아니며, 1) 항의 CQ에 의한 지연은 논문 [5]에서 방안이 제안되어 지연 특성을 개선하였으므로 본고에서는 2) 항의 지연 특성에 관해 다룬다.

NQ에서의 지연 특성이 어떠한 영향을 미치는가를 검증하기 위해 다음과 같은 파라미터를 가정하고 시뮬레이션을 수행하였다.

- Arrival process : ON/OFF 소스 - $\tau_{on} = 500$ (slots), $\tau_{off} = 2000$ (slots)으로 고정, ON시 CBR
- 트래픽 MVC의 수(N): 3 MVC1;즉시 ON, MVC2; 150(slots) 후에 ON, MVC3; 350 (slots) 후에 ON
- 경쟁 슬롯의 주기: 10 (slots)
- 경쟁 서브슬롯의 개수: 4 (subslots/contention slot)
- 시뮬레이션 기간: 500,000 (slots)

상기 가정은 분석을 위해 특정 상황을 고려한 것이며 이상적(ideal) 경우를 함께 시험하였다. 이상적 경우에는 그림 3의 모형에서 보다 현실적인 비교를 위해 각 단말에서 예약슬롯만 서비스를 가정하였으며 한 프레임 간격으로 프레임 시작에서 도착해있는 패킷만 서비스하는 방식으로 처리하였다. 그림 5는 시뮬레이션 결과이며, 그림에서 알 수 있듯이 DMSA 시스템의 전체적인 지연 시간은 이상적인 환경과 거의 같으나 각 MVC별 지연 특성은 이상적 경우에 비해 극심한 차이를 나타낸다. 이는 DMSA 시스템이 처리율 측면에서는 문제가 없으나 각 MVC별로 NQ가 분산되어 있으므로 NQ에 도착한 패킷에 대해 FCFS(First-Come First-Service) 방식의 서비스를 보장하지 못하므로 일어나는 현상이다. 이러한 현상은 시스템 성능의 신뢰성을 보장할 수 없을 뿐 아니라 특정 트래픽에 대한 QoS를 저하시키는 결과를 초래한다. 또한, MVC의 개수가 증가하면서 시스템 지연변이의 증가를 초래하게 되고, 트래픽 형태가 다른 MVC간의 중첩시 지연 차이가 심각하게 나타난다. 따라서 CCS에서 예약 슬롯의 할당을 위해 분산된 NQ를 효율적으로 처

리할 수 있는 방안이 필요하다.

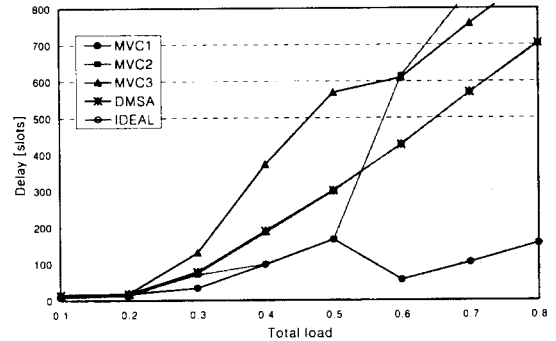


그림 5. DMSA 시스템에서 각 MVC에 대한 시스템 지연 특성 비교
Fig. 5. Comparison of system delay for each MVC in DMSA system.

III. 가상큐-동적다중슬롯할당 프로토콜

1. 가상큐-동적다중슬롯할당 기법

앞절에서 분석한바와 같이 DMSA 시스템에서는 NQ의 분산으로 인해 지연 특성이 크게 저하된다. 따라서 CCS에서 예약 슬롯의 할당시 효율적으로 처리할 수 있는 방안으로서 그림 6과 같이 분산된 NQ 대신에 토큰(token)을 저장하는 하나의 가상큐(VQ: Virtual Queue)를 도입한다.

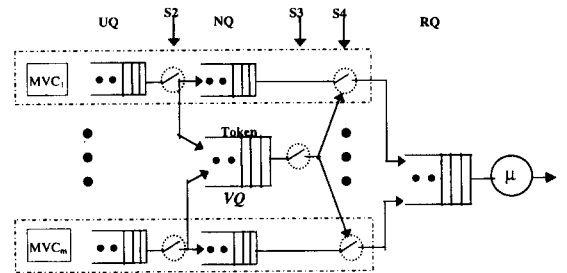


그림 6. 가상큐-동적다중슬롯할당 알고리즘의 등가 큐잉 모델
Fig. 6. Equivalent queuing model for the VQ-DMSA algorithm.

VQ는 S2가 연결될 때, MS에서 CCS로 동적 파라미터가 전달될 때, 전달된 버퍼길이(BL: Buffer Length)를 이용하여 구성된다. 즉, S2가 연결될 때 UQ에 있는 패킷이 NQ로 전달되며, 동시에 전달되는 패킷의 MVCI(MVC Identifier)를 실은 토큰이 공통의 VQ에 저장된다. 이후 S3가 동작될 때, 즉 프레임

시작에서 VQ에 저장된 토큰이 서비스되며, 서비스되는 토큰의 MVCI를 지닌 NQ의 S4가 연결되어 관련 패킷이 RQ로 입력된다. 이러한 VQ의 크기는 동일한 VQ에서 처리되는 트래픽들의 최대 지연 허용치를 고려하여 선택될 수 있으며, VQ의 과부하로 처리될 수 없는 입력 토큰들은 정상적으로 처리시도 QoS를 만족할 수 없으므로 폐기될 것이다. 따라서 VQ의 크기는 모든 트래픽에 대해 QoS를 보장할 수 있을 정도로 충분한 크기를 가져야 한다.

표 1. CCS에서 MVC 관리 테이블
Table 1. MVC management table in CCS.

MVCI	1	2	3	4	...	m
STATE	IM	RM	IM	RM	...	RM
PBL	0	12	0	35	...	20

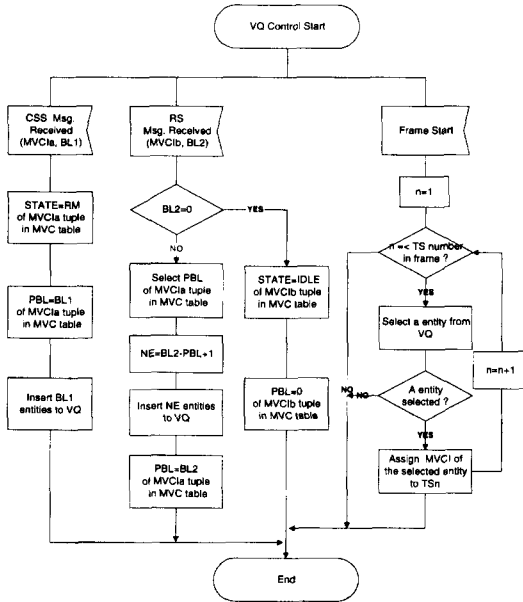


그림 7. 중앙제어국에서 가상큐-동적다중슬롯할당 알고리즘의 제어 흐름도
Fig. 7. A control flow diagram of the VQ-DMSA algorithm in CCS.

표 1은 CCS에서 가상큐를 적용하기 위한 MVC 관리테이블을 표시하며, 그림 7은 CCS에서 가상큐를 이용하여 우선순위를 제어하는 흐름도를 도시한다. CSS로부터 특정 MVC(MVCla)의 파라미터 예약이 충돌없이 수신된 경우 파라미터에 포함된 버퍼길이(BL1) 만큼의 엔티티를 발생하여 가상큐로 입력시키

고, MVC 테이블에서 MVCla의 상태를 예약모드로 변경 및 PBL에 수신된 버퍼길이(BL1)를 할당한다. 또한, 예약슬롯(RS)으로부터 특정 MVC(MVCib)의 패킷을 수신한 경우 파라미터에 포함된 버퍼길이(BL2)를 조사하여 0인 경우 MVCib의 상태를 휴지모드로 변경하고 PBL에 0을 할당 후 종료하고, BL2가 0이 아닌 경우 새로이 VQ로 들어갈 토큰 개수인 $NE=BL2-PBL+1$ 만큼의 엔티티를 발생하여 가상큐로 입력시키고, MVCib의 PBL에 수신된 BL2를 할당한다. 이후, 새로운 프레임의 시작에서 프레임내에 있는 예약 타임슬롯의 개수만큼 VQ로 부터 엔티티가 서비스된다. 엔티티의 서비스는 각 TS에 엔티티의 MVCI를 할당하는 것으로 정의되며, VQ에서 TS에 할당할 엔티티가 더 이상 존재하지 않을 경우 나머지 TS는 예약되지 않은 빈 슬롯이 된다.

지금까지 설명한 바와 같이 VQ-DMSA 알고리즘은 CCS에서 MS으로부터 전달되는 버퍼길이 파라미터를 이용한 가상큐 개념을 도입함으로써, 모든 연결된 MVC에 대해 공평한 서비스를 제공한다. 이러한 개념은 그림 4의 분산된 NQ로 인하여 일어나는 불공정한 우선순위 제어를 각 MVC에서 NQ로 패킷이 진행될 때 하나의 공통된 가상큐로 토큰을 발생시켜 다수의 연결채널에 대해 FCFS를 유지시키는 단순한 기법이다. 따라서, CCS에서 이로 인한 제어 부하나 자원 소모는 거의 없으며, 동종 혹은 이종의 트래픽을 가진 각 연결 채널에 대해 무선 구간의 분산 환경으로 인해 발생할 수 있는 불평등성을 해결함으로써 무선 ATM의 트래픽 제어 개념을 우선 ATM과 유사한 환경으로 취급할 수 있으리라 판단된다.

2. 시뮬레이션 및 분석

무선ATM망에서의 서비스는 다양하고 각 서비스 유형별 트래픽 특성 파라미터는 광범위한 값을 가진다 [3,8]. 따라서 특정 트래픽 파라미터 값을 가정하는 것은 일반적 적용이 불가능하며, 특히 무선채널의 구조 및 속도에 따라 MAC 계층에서의 QoS 제한치도 변화할 수 있다.

본 논문에서의 시뮬레이션은 무선채널의 특성에 무관하게 적용하기 위하여 무선채널의 타임슬롯으로 단위시간을 사용하고 무선 액세스 프로토콜에 큰 영향을 미치는 각 트래픽 소스의 버스트율과 처리율에 대한 부하 위주로 시험을 수행하였다. 트래픽 소스를 일반

적 비실시간 모델인 poisson과 IPP 및 실시간 모델인 MMPP를 적용하고, 실시간/비실시간 서비스의 일반 버스트율인 2-5 사이의 값으로 선택하여 각 소스의 부하를 무선 채널 처리율의 10%에서 최대 80%까지 가변하면서 시뮬레이션하였다. 경쟁슬롯의 주기로 10 슬롯을 적용¹⁷⁾ 하였으므로 실질적인 부하 한계치는 0.9이며, IPP나 MMPP 소스의 경우 고부하에서 버스트 특성으로 지연이 급격하게 증가하므로 0.8 이상의 시뮬레이션 결과는 비교 대상에서 제외하였다. 먼저 IPP 소스에 대해 버스트율=5를 사용하여 평균상태 점유 시간을 적용하고, 각 시뮬레이션의 비교를 위하여 MMPP 소스에 대해서 같은 평균상태 점유 시간을 사용하여 버스트율을 변화시켰다. 시뮬레이션은 안정 상태에서 충분한 시험 데이터를 얻기 위하여 시험 오차를 최소로 할 수 있는 기간 동안 수행하였으며, 불안정 상태의 초기 시뮬레이션 기간 동안의 데이터는 성능 평가에서 제외하였다.

VQ-DMSA 기법의 지연 성능평가를 위하여 먼저 동질의 트래픽에 대해 다음과 같은 파라미터를 가정하고 시뮬레이션을 수행하였다.

- Arrival process : IPP - $\tau_{on} = 500$ (slots),
 $\tau_{off} = 2000$ (slots)
 2-state MMPP - $\tau_1 = 500$ (slots), $\tau_2 = 2000$ (slots),
 $\lambda_1 : \lambda_2 = 9:1$ (MMPP_R1)

- MVC의 수(N) : 10, 20
- 경쟁 슬롯의 주기(R:C) : 10 (slots) (9:1)
- 경쟁 서브슬롯(Subslot)의 개수 : 4 (subslots/Contention Slot)
- 시뮬레이션 기간 : 500,000 (slots)

상기 2개의 트래픽 소스별로 기존의 DMSA기법, 제안된 VQ-DMSA 기법 및 III장에서 기술한 이상적 경우에 대해 부하 0.1~0.8까지 시뮬레이션을 수행하여 지연과 지연변이 측정 결과를 그림 8과 그림 9에 도시하였다. 여기에서 지연과 지연변이는 시스템 전체 평균으로 다음 (1), (2) 식으로 정의된다.

$$D_{sys} = E \{ \overline{Dn} \} \tag{1}$$

$$DV_{sys} = E \{ E \{ Di, n - \overline{Dn} \} \} \tag{2}$$

where \overline{Dn} : n-th MVC의 지연평균,

Di, n : n-th MVC의 i-th packet의 지연치

그림 8은 각각 IPP 소스의 지연 및 지연변이를 도

시하며, 그림에서 알 수 있듯이 시스템 평균 지연은 MVC의 개수에 상관없이 DMSA와 VQ-DMSA는 거의 비슷한 값을 나타낸다. MVC가 10개인 경우 ideal 값도 DMSA와 거의 같으며, MVC 개수가 증가할수록 ideal 경우는 경쟁에 의한 지연이 없으므로 더 나은 지연 성능을 보인다. 그림 4의 CQ에 의한 지연을 ideal 경우에 부가하면 거의 비슷한 지연을 나타낸다. 평균 지연변이는 MVC의 개수와 무관하게 제안된 VQ-DMSA 기법이 DMSA 보다 나은 성능을 나타내며, 거의 ideal 경우에 접근함을 알 수 있다. 한 예로 지연변이 결과에서 부하가 0.6일 때, MVC=10일 경우 30%정도의 성능 개선을 보이고 MVC=20일 경우 37% 정도의 성능 개선을 보인다. 저부하에서 동질의 트래픽에 대한 MVC 개수 증가는 각 MVC의 트래픽 발생률이 저하되므로 VQ-DMSA의 장점이 감소됨을 알 수 있다.

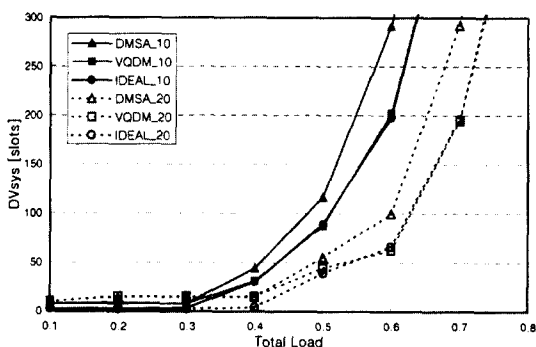
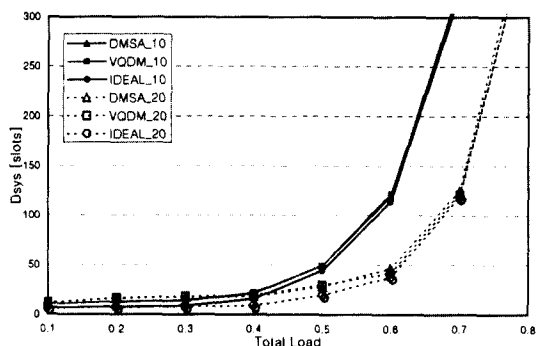


그림 8. IPP 소스에 대한 다중슬롯할당 알고리즘의 성능 비교

Fig. 8. Performance comparisons of multiple slot assignment algorithms for IPP sources.

그림 9는 각각 MMPP_R1 소스의 지연 및 지연변이를 도시하며, IPP의 경우와 마찬가지로 시스템 평균

지연은 MVC의 개수에 상관없이 DMSA와 VQ-DMSA는 거의 비슷한 값을 나타낸다. Ideal 경우가 DMSA에 비해 IPP 경우 보다 지연 특성이 나은 것은 2 시간 동안 트래픽 발생률이 적어 버스트로 인한 지연이 감소되기 때문이다. 지연변이 결과에서 VQ-DMSA 기법이 고부하로 갈수록 DMSA에 비해 지연변이 성능의 개선이 현저히 나타나며 ideal에 근접하는 것을 나타낸다. 부하에 따라 지연변이가, MVC=10 일 경우 0~34%정도의 성능 개선을 보이고 MVC=20 일 경우 0~38% 정도의 성능 개선을 보인다. IPP의 경우와 마찬가지로 저부하에서는 그림 4의 CQ에서의 지연 영향으로 NQ에 도착한 패킷의 수가 적어 VQ의 특성이 감소한다. 동질의 여러 트래픽에 대한 시뮬레이션 결과는 VQ-DMSA에 의한 지연변이 성능은 트래픽의 버스트성이 강하고 각 MVC에 주어진 부하가 많을수록 현저한 개선을 나타냄을 알 수 있다.

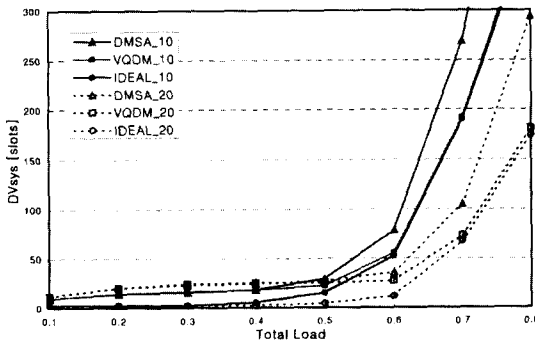
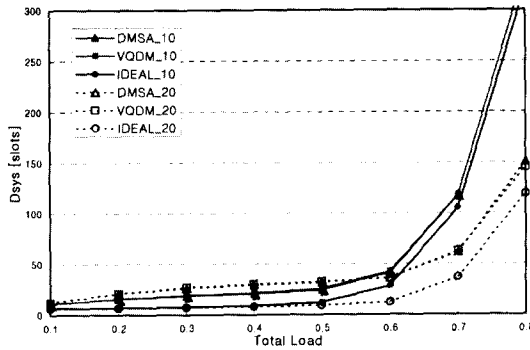


그림 9. MMPP_R1 소스에 대한 다중슬롯할당 알고리즘의 성능 비교

Fig. 9. Performance comparisons of multiple slot assignment algorithms for MMPP_R1 sources.

그림 10과 그림 11은 이질 트래픽 소스에 대한 VQ

-DMSA 기법과 DMSA 기법간의 지연 및 지연변이 성능을 시뮬레이션한 결과이다. 동질 트래픽 시험에서와 같은 환경하에 다음 각 소스 트래픽을 사용하였다.

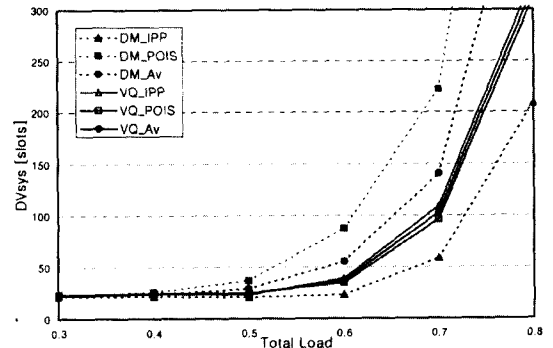
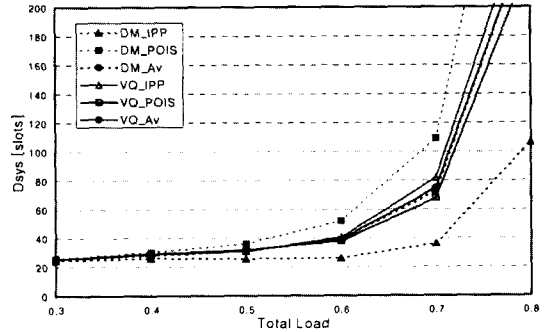


그림 10. IPP와 poisson 소스가 중첩된 트래픽에 대한 DMSA와 VQ-DMSA간의 성능 비교

Fig. 10. Performance comparisons between DMSA and VQ-DMSA for heterogeneous traffics in case of IPP and poisson.

- Poisson 소스
- IPP(ON시 Poisson) : $\tau_{on} = 500$ (slots), $\tau_{off} = 2000$ (slots)
- 2-state MMPP (MMPP_R1) : $\tau_1 = 500$ (slots), $\tau_2 = 2000$ (slots), $\lambda_1 : \lambda_2 = 9:1$
- 2-state MMPP (MMPP_R3) : $\tau_1 = 500$ (slots), $\tau_2 = 2000$ (slots), $\lambda_1 : \lambda_2 = 7:3$

상기 각 트래픽 소스별로 10개의 MVC를 가정하고 2개의 트래픽 종류를 중첩시켜 20개의 MVC에 대해 부하를 0.3~0.8까지 변화시키면서 시험을 수행하였다. 먼저 그림 10은 비실시간성 데이터 트래픽을 가정하고 IPP 소스와 poisson 소스를 중첩하여 각 소스 종류별 및 전체 시스템에 대해 지연 및 지연변이를 얻은 결과

이다. 그림에서 알 수 있듯이, 기존의 DMSA 알고리즘은 전체적인 지연 평균에서는 VQ-DMSA와 같은 성능을 나타내나 트래픽 종류에 따라 극심한 지연차를 보인다. 버스트성이 강한 IPP 소스로 인해 poisson 소스의 지연을 악화시켜 서비스의 공정한 분배를 보장할 수 없다. 반면, VQ-DMSA 기법은 두 종류의 소스에 대해 비슷한 지연 성능을 보이며, 따라서 전체 평균 지연도 개개의 지연과 거의 같다. 지연변이 성능에서도 DMSA는 부하가 증가할수록 극심한 편차를 보인다. 반면, VQ-DMSA 기법에서는 거의 비슷한 지연변이 성능을 나타내며, 전체적인 평균 지연편차를 DMSA 보다 감소시킨다. 예로써, 부하가 0.6일 때 VQ-DMSA는 전체적인 지연변이 성능을 33% 정도 감소시킨다. 이러한 현상은 동질의 트래픽에서 나타난 것과 마찬가지로 VQ-DMSA 기법이 FCFS를 보장하므로 나타나는 결과이다.

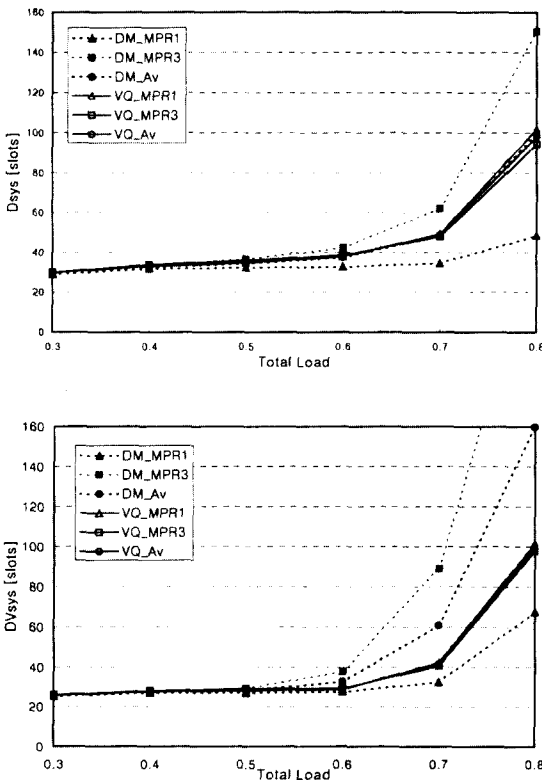


그림 11. MMPP_R1과 MMPP_R3소스가 중첩된 트래픽에 대한 DMSA와 VQ-DMSA간의 성능 비교

Fig. 11. Performance comparisons between DMSA and VQ-DMSA for heterogeneous traffics in case of MMPP_R1 and MMPP_R3.

그림 11은 실시간성 영상 트래픽을 가정하고 MMPP_R1 소스와 MMPP_R3 소스를 중첩하여 각 소스 종류별 및 전체 시스템에 대해 지연 및 지연변이를 얻은 결과이다. IPP와 poisson 중첩시와 마찬가지로 전체적인 지연 평균은 VQ-DMSA와 DMSA가 비슷하나 DMSA는 MMPP_R1과 MMPP_R3간에 극심한 지연 및 지연변이 차이를 나타낸다. 이는 버스트성이 강한 MMPP_R1 트래픽에 대해 시스템에 들어온 순서를 무시하고 먼저 서비스하기 때문에 나타나는 현상이다. 반면, VQ-DMSA 기법은 서로 다른 트래픽 종류에 대해 비슷한 지연 및 지연변이 성능을 나타내며, 전체적인 지연변이 성능은 부하에 따라 0~37.5%까지 감소시킨다. VQ-DMSA는 그림 10의 IPP와 poisson 중첩시가 MMPP_R1과 MMPP_R3를 중첩한 그림 11 보다 더 나은 성능 개선을 보인다. 이러한 현상은 버스트성이 강한 트래픽과 랜덤성의 트래픽을 중첩시 DMSA가 최악의 성능을 보이기 때문이다.

지금까지 분석한바와 같이 VQ-DMSA는 기존의 DMSA에 비해 다음과 같은 장점을 지닌다.

1) 모든 연결채널에 대해 공평한 서비스(fair service)를 보장한다. 이러한 특징은 DMSA와 비교하여 동질의 트래픽에도 적용되지만, 서로 다른 트래픽의 중첩시 더 큰 장점으로 부각될 수 있다. 특히, 버스트성이 강한 트래픽과 랜덤성의 트래픽을 중첩시 현저한 성능 개선을 나타낸다.

2) 동질 및 이질 트래픽 소스들에 대해 지연변이 성능을 향상시킨다. 이러한 결과는 동질 트래픽에 대해서는 트래픽의 버스트성이 강할수록, 이질 트래픽에 대해서는 버스트성이 상반된 트래픽간의 중첩시 좋은 결과를 보이며, 연결된 MVC 개수가 많고 각 MVC에 주어진 부하가 증가할수록 현저하게 나타난다.

3) 중앙제어국에서 단순한 제어 기술로 시스템 전체의 지연 성능을 개선시킨다. 트래픽별로 복잡한 알고리즘의 적용없이 동일한 QoS를 요하는 모든 트래픽에 대해 쉽게 적용할 수 있다. 경우에 따라 QoS 종류(class)별로 가상큐를 구성하여 각 유형별로 우선순위 알고리즘을 적용할 수 있다.

VQ-DMSA 프로토콜의 이러한 장점은 무선 구간의 분산 환경으로 인해 발생할 수 있는 불공평성을 해결함으로써 향후 유선 ATM의 트래픽 제어 알고리즘들을 쉽게 활용할 수 있다는 부가적 장점을 지닌다.

IV. 결 론

무선 ATM 망은 향후 유무선 통합 서비스 실현의 교두보가 될 차세대 무선통신 사업분야로 초기 사설망 으로부터 서비스가 도입되기 시작하여 마이크로 셀을 기반으로 한 공중망으로 확장될 것이다^[1,8]. 이러한 무선 ATM망에서 다수 연결채널로부터 발생하는 트래픽에 대해 유선망과 동등한 수준의 서비스 질을 보장하고 한정된 무선 자원을 효율적으로 사용하기 위해서는 효율적인 다중접속제어 기술을 필요로 한다.

본고에서는 ATM 프로토콜 특성을 무선 구간에서 까지 확장한 동적다중슬롯할당 기법의 단점 중 하나인 연결채널별 지연 성능의 차이에 대해 분석하고, 이를 해결하기 위하여 중앙제어국에서 이동국으로부터 각 연결채널에 대해 전달되는 정보를 사용한 가상큐를 도입하는 방안을 제안하였다. 중앙제어국에서는 구성된 가상큐를 이용하여 상향링크의 다음 한 프레임내 모든 타임슬롯에 대한 연결채널 할당을 수행한다. 다양한 트래픽 소스에 대한 시뮬레이션을 통해 가상큐-동적다중슬롯할당 알고리즘이 기존의 동적다중슬롯할당 알고리즘에 비해 중앙 제어국에서의 단순한 제어 부하만으로도 다수의 연결채널에 대해 균등한 서비스 질을 보장하고, 트래픽 종류 및 0.1~0.8까지 시스템 부하에 따라 동종의 트래픽에 대해서는 0~38% 정도, 이질 트래픽의 중첩시 0~37.5% 정도의 시스템 지연변이 성능 향상을 나타냄을 보였다. 이러한 연구결과는 무선 ATM의 트래픽별로 복잡한 알고리즘의 적용없이 동일한 QoS를 요하는 모든 트래픽에 대해 쉽게 적용 가능하며, 경우에 따라 트래픽 유형별로 가상큐를 구성하여 각 유형별로 우선순위 알고리즘을 적용할 수 있을 것이다. 또한, 동종 혹은 이종의 트래픽을 가진 각 연결 채널에 대해 무선 구간의 분산 환경으로 인해 발생할 수 있는 불평등성을 해결함으로써 무선 ATM의 개념을 유선 ATM과 유사한 환경으로 분석할 수 있는 계기를 마련한 것으로 판단된다.

[약어표]

AQ Access Queue	BL Buffer Length
CCS Central Control Station	CSS Contention SubSlot
ATM Asynchronous Transfer Mode	DMSA Dynamic Multi-Slot Assignment
DSA Dynamic Slot Assignment	FCFS First-Come First-Service
IPP Interrupted Poisson Process	MAC Medium Access Control
MBS Mobile Broadband System	MMPP Markov Modulated Poisson Process
MS Mobile Station	MVC Mobile Virtual Channel
MVCI MVC Identifier	NQ Noticed Queue

QoS Quality of Service	NQ Noticed Queue
TS Time Slot	RQ Reserved Queue
VBR Variable Bit Rate	UQ Unnoticed Queue
WATM Wireless ATM	VQ Virtual Queue

참 고 문 헌

- [1] M. Umehira, M. Nakura, H. Sato and A. Hashimoto, "ATM Wireless Access for Mobile Multimedia: Concept and Architecture", *IEEE Personal Commun. Mag.*, pp. 39-48, Oct. 1996.
- [2] P. Agrawal, E. Hyden, P. Krzyzanowski, P. Mishra, M. B. Srivastava and J. A. Trotter, "SWAN: A Mobile Multimedia Wireless Network", *IEEE Personal Commun. Mag.*, pp. 18-33, Apr. 1996.
- [3] D. Raychaudhuri, L. J. Trench, R. J. Siracusa, S. K. Biswas, R. Yuran, P. Narasimhan and C. Johnston, "WATMnet: A Prototype Wireless ATM System for Multimedia Personal Communication", in *Proc. IEEE ICC'96*, pp. 469-477, 1996.
- [4] The ATM Forum, Technical Committee, "Baseline document for Wireless ATM CS1," ATM Forum/98-0BTD, July 1998.
- [5] S.Chang, K.Kang, J.Yoo, M.Lee, "A Dynamic Slot Allocation Protocol With Collision Reduction Algorithm for Wireless ATM Network," in *Proc. CIC97*, Korea, pp. 551-555, Oct. 1997.
- [6] F. Leandro, "R2067-MBS A System Concept and Technologies for Mobile Broadband Communications," in *Proc. Mobile Telecommunications Summit*, pp. 62-72, Nov. 1995.
- [7] D. Petras, "Medium Access Control Protocol for Transparent ATM Access in MBS", in *Proc. Mobile Telecommunications Summit*, Portugal, pp. 218-224, Nov. 1995.
- [8] K.Kang, J.Yoo, Y.Lee, S.Kim, "Wireless ATM Network Toward Integrated Broadband Services," in *Proc. ICOIN97*, Taiwan, pp. 6D.1.1-6D.1.7, Jan. 1997.
- [9] 안용화, 장경훈, 강경훈, "무선 ATM망에서 멀티미디어 지원을 위한 슬롯할당방안," *IMT-*

2000 교환 및 네트워크 학술대회, pp. 196-201,

1997년 10월

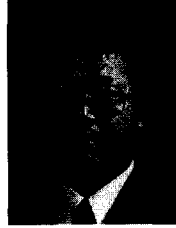
저 자 소 개



姜 景 薰(正會員)

1984년 2월 경북대학교 전자공학과 (공학사). 1986년 2월 경북대학교 전자공학과 대학원 졸업(공학석사). 1999년 2월 경북대학교 전자공학과 대학원(공학박사). 1986년 1월 ~ 현재 한국전자통신연구원 교환전송기술연구소 이동교환팀 선임연구원. 주관심분야는 IMT-

2000, Wireless ATM, ISDN, No.7신호방식



李 允 周(正會員)

1974년2월 숭실대학교 전자공학과 (공학사). 1989년2월 숭실대학교 전자공학과 대학원(공학석사). 1998년2월 숭실대학교 전자공학과 대학원(공학박사). 1975년5월 민성전자(주) 입사. 1997년 10월 대한통신(주) 입사.

1991년 1월 ~ 1992년 1월 미국 Virginia Polytechnic Institute 방문연구원. 1979년 1월 ~ 현재 한국전자통신연구원 책임연구원 교환전송기술연구소 이동교환팀장. 주관심분야는 Digital Switching, PCS, Wireless ATM

金 秀 重(正會員) 第 3卷 D編 第 10號 参照

현재 경북대학교 전자·전기공학부 교수