

ATM망에서 AAL2를 이용한 음성패킷 전송에 관한 성능분석

정희원 김원순*, 김태준**, 홍석원**, 오창석***

Performance Analysis of Voice over ATM using AAL2 based on Packet Delay Evaluation

Weonsoon Kim*, Taejun Kim**, Sugwon Hong**, Changsuk Oh*** *Regular Members*

요약

본 논문에서는 음성 패킷을 전송하기 위해 새로 제시되어 표준화된 AAL2의 성능을 이산 시간 시뮬레이션 모형(discrete-time simulation model)을 통해 분석하였다. 시뮬레이션의 입력 파라미터로는 AAL2 PDU를 만들기 위한 패킷 필 지연 시간(packet fill delay), 여러 AAL2 PDU로부터 ATM 셀을 만들기 위한 셀 생성 지연 시간(guard time), 음성 트래픽의 특성을 정의하는 버스트 정도(burstness), 그리고 사용자 수(number of channels)로 하였으며 이 값의 변화에 따른 음성 패킷의 양종단 지연 시간 변이(end-to-end delay variation)을 계산하여 각각의 파라미터가 음성 패킷의 성능에 미치는 영향을 분석하였다.

ABSTRACT

This paper studied performance of the AAL2 for variable rate real time services in ATM network with discrete-time simulation model. In this simulation, input parameters are packet fill delay for AAL2 PDU generation, guard time for ATM cell generation, burstness and number of channels. Through variation of the above mentioned parameters, we obtained end-to-end delay variation and throughput, analyzed performance effect of the each parameter for voice packet service.

I. 서론

앞으로의 통신망은 폭발적인 사용자 수의 증가에 따른 트래픽을 처리하고 이와 더불어 과거 단순 데이터의 전송과는 달리 데이터, 음성 및 화상과 같은 멀티미디어 정보를 수용할 수 있어야 한다. ATM

(Asynchronous Transfer Mode)은 이러한 사용자의 다양한 서비스 요구조건을 충족시킬 수 있는 기술로서 등장하였다. ATM은 QoS(Quality of Service)를 충족하기 위해서 서비스 특성에 따라 서비스 유형을 구분하고 각 유형에 대해서 ATM 적응계층(AAL)을 정의하였다. 그 중 가변 비트율(variable bit rate) 음성 서비스를 위해서 AAL2를 사용하기

* 로커스 정보통신연구소 (wskim@locus.co.kr)

** 명지대학교 정보통신공학과 (swhong@wh.myungji.ac.kr)

*** 충북대학교 컴퓨터공학과

논문번호 : 98464-1020, 접수일자: 1998년 10월 20일

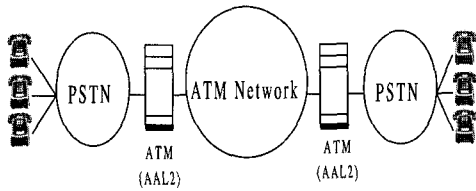


그림 1. AAL2를 사용한 음성 전화서비스 적용구조

로 결정하였으나 실질적인 시장의 불투명성과 다른 서비스들의 중요성으로 AAL2는 대략적인 윤곽만을 잡아 놓았을 뿐, 최근까지 이에 대한 차후 관련 기술 개발은 없었다. 따라서 음성 서비스를 지원하기 위한 대안으로 AAL1을 이용한 회선 에뮬레이션(Circuit emulation)과 분할 회선 에뮬레이션(Structured Circuit Emulation)을 만들어 사용하여 왔다 [1,2,3,4].

회선 에뮬레이션은 64Kbps PCM(Pulse Code Modulation)으로 코딩 된 음성을 전송하기 위해 선로를 사용자 규모에 맞추어 T1(1.544 kbps)이나 E1(2.048 Mbps)을 고정적인 ATM PVC(Permanent Virtual Channel)로 할당하고, CBR(Constant Bit Rate)로 서비스를 제공하는 것이다. 반면 분할 회선 에뮬레이션은 보다 향상된 대역 할당 방법으로 N × 64 Kbps 단위로 대역을 할당하였다. 하지만 이 방법들은 지연에 민감한 음성특성은 만족시키지만, 통화하는 동안 비트율이 변화하는 특징을 갖는 음성 트래픽에는 비효율적인 방법으로 특히 한 사용자에게 하나의 VC(Virtual Channel)가 고정적으로 할당 되면 통화 중 말을 하지 않는 시간에도 할당된 VC를 계속 점유하게 되므로 비효율적으로 대역을 사용하게 되어 망 사업자의 측면에서는 매우 비효율적인 망 운영을 감수해야 된다.

이에 반해 1997년 9월 ITU-T에서 새로이 표준화된 AAL2는 지연에 민감하고 대역 사용량이 일정하지 않은 음성 트래픽의 대표적인 특징을 고려하여 통계적 다중화(statistic multiplexing)방법을 도입하여 지금까지 회선 에뮬레이션과 분할 회선 에뮬레이션 방법들이 가지고 있던 단점들을 극복할 수 있는 프로토콜(protocol)이다^[5]. AAL2를 사용하면 여러 사용자의 음성 패킷을 하나의 VC에 다중화 할 수 있어 보다 나은 대역 사용 효율성을 가지게 된다. 또한 AAL2의 경우 음성 코딩(coding) 과정에서 음성 압축(voice compression), 통화 중 애기를 하지 않는 상태를 감지하는 무음 구간 제거(silence detection / suppression), 그리고 사용하지 않는 채널

을 감지해 없애는 휴지 음성 채널 제거(idle voice channel deletion) 등을 통해 현저한 사용 대역폭을 감소할 수 있다.

AAL2를 통해 음성 VBR 서비스를 제공할 경우 여러 사용자의 음성 패킷이 하나의 ATM 셀에 다중화 되어 전송되기 때문에 음성 패킷의 지연 시간 변이(delay variation)를 제어하는 문제는 서비스의 품질을 결정하는 주요 과제라 할 수 있다. 음성 패킷의 지연 시간에 영향을 주는 요인으로는 AAL2 PDU를 구성하기 위한 지연 시간으로 패킷 필 지연 시간(packet fill delay), AAL2 PDU로부터 ATM 셀을 구성하기 위한 지연 시간으로 셀 생성 지연 시간(guard time), 그리고 AAL2 PDU를 다중화 하기 위해 요구되는 ATM 교환기 버퍼에서의 대기 시간(queueing time)이 있다. 그리고 음성 트래픽의 버스트(burst) 특성도 음성 패킷의 지연 시간에 영향을 미친다. ATM 망에서 음성 서비스의 품질을 보장하기 위해서는 이러한 요인에 따른 망에서 수용 가능한 호의 수, 교환기에서의 버퍼의 크기 등이 고려되어야 한다. 패킷 필 지연 시간과 셀 생성 지연 시간(guard time)은 AAL2의 구현에서 제어 가능한 파라미터로서 이에 따른 음성 패킷의 지연 시간 분석은 중요한 과제라 할 수 있다.

본 논문에서는 시뮬레이션을 통해 AAL2를 사용하여 음성 패킷을 전송할 경우 이러한 파라미터에 따른 패킷의 지연 시간을 시뮬레이션을 통해 분석하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 다음 절에서는 음성서비스를 위해 ATM망에서 AAL2가 적용될 수 있는 망 구성 예를 제시하고, 그리고 현재 표준화된 AAL2 구조를 간단히 소개하였다. 3절에서는 시뮬레이션 모델과 음성 트래픽 모델의 파라미터, 그리고 위에서 언급한 여러 파라미터에 대해 설명하였다. 4절에서는 시뮬레이션의 결과를 보여 주고 이를 분석하였다.

II. 음성패킷전송을 위한 AAL2 프로토콜 분석

2.1 ATM망에서의 AAL2 적용 환경

음성 서비스의 특징은 다음과 같다. 첫째 가장 큰 특징으로 지연에 민감하다는 것이다. 둘째 다른 데이터와는 달리 패킷으로 만들어 전송할 때 그 크기가 매우 작다는 것이고, 셋째로 특히 이동 통신의 경우에는 매우 낮은 전송률을 가지고 있다는 것과 넷째로 대역사용량이 일정하지 않다는 것과, 마지막으로 연결형(connection oriented)서비스라는 점이다.

따라서 여러 음성서비스 분야에 AAL2 ATM 망이 적용될 수 있다. 우선 그림 1과 같이 전화망과 전화망을 연결하는 전용선 서비스에 적용할 수 있다. 이 경우 전화망은 일반 공중망의 형태일 수도 있고 사설 교환망인 PBX 일 수도 있다. 또한 AAL2의 개발목적에 가장 큰 동기라 할 수 있는 그림 2와 같은 이동 통신 음성 서비스를 위한 기지국과 이동 교환기, 혹은 이동 교환기 사이의 중간 백본망(backbone network)에 적용될 수 있다. 이것은 차세대 이동 통신이라는 IMT-2000의 표준화에서 ATM을 무선과 유선을 연결해 주는 백본망으로 표준화한 점에 비쳐볼 때 유무선 통합망의 기초가 될 수 있을 것이다.

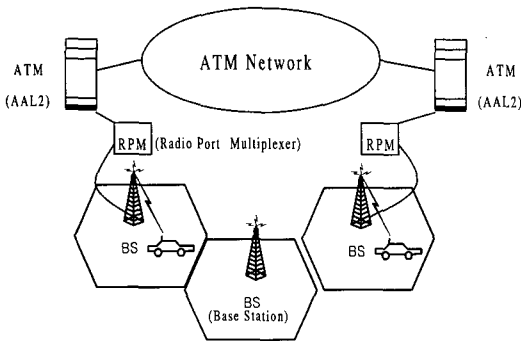
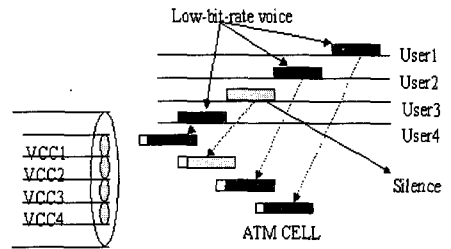


그림 2. AAL2 ATM 백본망을 사용한 이동통신 시스템

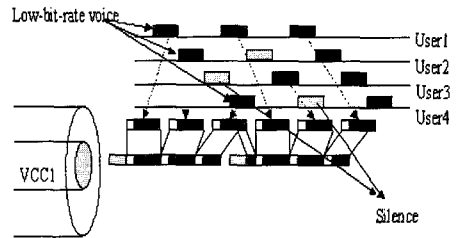
2.2 AAL2 프로토콜 구조

기존 AAL1과 AAL2의 음성패킷 전송방식의 차이점은 다음과 같다. 그림 3은 AAL1 과 AAL2 프로토콜의 셀 구성 과정을 비교한 것이다. 그림3의 (a)는 AAL1이 저속 코딩율(coding rate)의 코딩 방식으로 사용자들로부터 만들어진 작은 크기의 음성 패킷들을 위해 각 사용자당 한 개의 VCC(Virtual Channel Connection)를 할당하여 음성 패킷을 전송하는 과정을 나타낸다. 하지만 새로운 AAL2는 그림 3의 (b)와 같이 한 개의 VCC에 여러 사용자들로부터 나오는 많은 음성 패킷들을 AAL2를 통하여 각각의 ATM 셀에 다중화 하여 보낸다. 이것이 AAL2의 기본 원리이며 이러한 다중화를 통해 음성 패킷을 전송할 경우 얻어지는 대역폭 감소가 AAL2의 가장 큰 장점이라 할 수 있다.

AAL2의 프로토콜 구조는 그림4와 같다. AAL2는 상위 음성 어플리케이션을 지원하기 위해 두개의 하부구조로 나뉘어져 있으며 각각 CPS(Common



(a) AAL1



(b) AAL2

그림 3. AAL1과 AAL2의 셀 구성과정 비교

Part Sub-layer)와 SSCS(Service Specific Convergence Sub-layer)로 불린다. CPS가 제공하는 가장 중요한 기능은 상위 응용계층의 사용자들로부터 내려오는 음성패킷을 구별하기 위해 헤더를 붙이고, 오류를 검출하는 것이다. CPS 패킷의 헤더의 구성은 다음과 같다. 먼저 CID(channel identifier)가 각 사용자 구별을 위해 각각의 음성패킷에 할당되는데 0~7은 다른 용도로 예약되어있고, 8~255까지 총 248명의 사용자들에게 CID를 할당할 수 있다. LI(length identifier)는 각 사용자들로부터 발생되는 음성 패킷의 길이를 명시한다. LI의 길이는 6비트이므로 CPS 패킷의 크기는 64바이트 이하로 제한된다. UII(user to user identification)는 CPS와 상위 어플리케이션에 따른 SSCS 사이의 연결을 제공하며, 여러 유형의 SSCS들에 의해 특정한 AAL2 사용자 서비스나 서비스의 그룹이 정의될 수도 있다. HEC(header error check)는 오류 검출을 담당한다. 이렇게 4가지 헤더가 붙여진 CPS 패킷들은 CPS-PDU 페이로드 안으로 다중화되어 합쳐진다. 이때 여러 개의 CPS 패킷들의 구별을 위해 OSF(offset field)를 사용하여 다음 번 CPS 패킷의 시작 위치를 표시한다. 그리고 1비트의 SN(sequence number)과 1 비트의 P(parity)를 사용하여 전송하는 과정에서

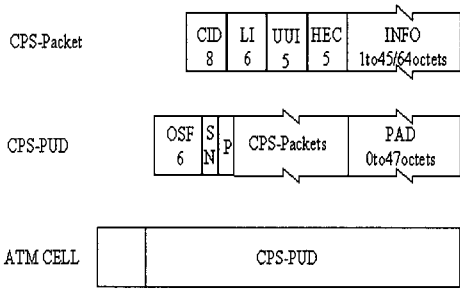


그림 4. AAL2 프레임 구조

의 에러를 검출한다. 한편 SSCS는 각 응용계층의 AAL2 사용자와 CPS사이의 연결 기능을 정의하고 있는데 현재 구체적인 사용방안은 표준화되어 있지 않다.

III. 시뮬레이션 모델

3.1 모델의 구성

본 논문에서 사용한 시뮬레이션 모델은 그림 5와 같이 두 개의 ATM 교환기 사이의 트렁크 선로를 통해 N 사용자의 음성을 전송하는 것으로 하였다. 트래픽의 도착과 처리는 이산 시간 대기 모형 (Discrete-time queueing model)으로 가정하였다. 음성패킷이 전달되는 과정은 다음과 같다. 우선 N 명의 사용자들로부터 음성 코딩율과 패킷 필 지연시간에 따라 음성 패킷들이 생성되고, 생성된 음성패킷은 각각의 입력버퍼에 저장된다. 이때 입력버퍼에서의 손실은 발생하지 않는 것으로 하였다. 버퍼에 저장된 음성 패킷은 AAL2 PDU로 만들어져 셀 생성 지연 시간마다 ATM 셀로 조합되어 교환기 내의 셀 버퍼에 들어간다. 이 때 각 버퍼의 AAL2 PDU는 FIFO(First In First Out)로 처리된다. 트렁크 선로의 길이는 120km로 설정하였으며 1.544 Mbps의 T1 용량을 갖는 것으로 가정하였다.

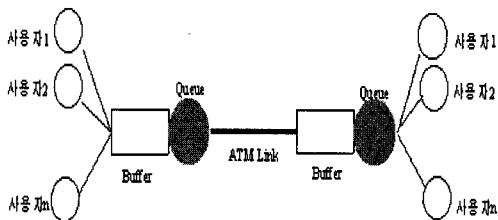


그림 5. 시뮬레이션 모델

3.2 음성 트래픽(traffic)모델

본 논문의 모든 시뮬레이션에서의 음성 트래픽은 그림 6과 같은 IBP(Interrupted Bernoulli Process)로 가정하였다^[6]. 여기서 p와 q의 값은 유음상태 (speech state)와 무음상태(silence state)의 지속시간을 결정한다. 이 값은 트래픽 버스트 정도(burstness)를 결정하며 이 값에 따라 음성 패킷의 지연 시간이 영향을 받게 된다. 가장 널리 사용되는 평균 유음 구간과 무음구간은 350msec와 650msec인데 이 값은 실제 서비스에 따라 달라질 수 있다^[7,8]. ETSI에 의하면 GSM 환경에서는 VAD(Voice Activity Detection)값이 이 보다 큰 것으로 나타나

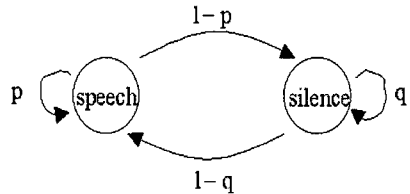


그림 6. 음성 트래픽 모델

있는데 평균 유음 기간이 61%, 평균 무음 기간이 39%인 것으로 보고하고 있다^[9]. 본 논문에서는 유음 기간과 무음 기간을 350msec와 650msec를 기본으로 하여 트래픽 버스트 정도에 따라 이 값을 변화하면서 이것이 음성 패킷의 성능에 미치는 영향을 분석하였다.

3.3 시뮬레이션 파라미터

본 논문에서는 다음의 세 가지 파라미터 값의 변화를 통하여 음성 패킷 성능의 변화를 비교 측정하였다. 이 중 패킷 필 지연 시간과 셀 생성 지연 시간은 ATM 교환기나 단말에서 AAL2의 구현 과정에서 조정할 수 있는 파라미터이다.

1) 패킷 필 지연 시간

패킷 필 지연 시간이란 음성 스트림 데이터를 모아 일정한 크기의 AAL2 PDU로 조합하는 시간 주기를 말한다. AAL2의 구현 과정에서 패킷 필 지연 시간을 조정함으로써 AAL2 PDU로 만들어지는 음성 패킷의 크기를 변경할 수 있다. 음성 패킷의 크기가 커지면 전송 효율은 증가하나, 반대로 지연 시간도 함께 증가한다. 본 시뮬레이션에서는 이러한 패킷 필 지연 시간을 변화함으로써 나타나는 패킷 처리율(throughput)의 변화를 실험하였다.

2) 셀 생성 지연 시간(guard time)

셀 생성 지연 시간이란 AAL2 PDU들을 ATM 셀로 조립하기 위해서 일정 시간 대기하는 시간 주기를 의미한다. 셀 생성 지연 시간을 너무 짧게 잡으면 아직 AAL2 PDU가 완전히 도착하지 않은 상태에서 셀을 만들기 때문에 셀의 페이로드(payload)를 다 채우지 않은 상태에서 전송을 하게 되어 전송 효율이 떨어진다. 반면에 이 시간을 너무 길게 잡으면 셀의 페이로드를 다 채워서 전송을 하지만 패킷 지연 시간이 길어지게 된다. 셀 생성 지연 시간 역시 ATM 스위치 상에서 AAL2를 구현할 때 조정할 수 있는 시간으로 음성 패킷의 성능과 대역 사용 효율을 결정하는 요인이 된다. 본 시뮬레이션에서는 이 시간을 변화시키면서 패킷 처리율에 어떠한 영향을 주는지 측정하였다.

3) 평균 패킷 도착율(utilization factor)과 버스트 정도(burstiness)

음성 패킷의 성능은 음성 트래픽의 특성에 따라 영향을 받는다. 음성 트래픽의 특성은 평균 도착율(average arrival rate)와 버스트 정도(burstiness)의 두 가지 파라미터로서 표현할 수 있다. 버스트 정도는 여러 가지 방식으로 정의될 수 있는데 본 논문에서는 분산 계수 곱(squared coefficient of variation)으로서 정의하였다. 이러한 입력 트래픽 도착율과 트래픽 버스트 정도와 트래픽 모델의 IBP 파라미터 p와 q의 관계는 다음의 식 (1), (2)와 같이 주어진다^[6].

$$\rho = \frac{1-q}{2-(p+q)} \tag{1}$$

$$C^2 = \frac{(p+q)(1-q)}{[2-(p+q)]^2} \tag{2}$$

3.4 시뮬레이션 측정방법

본 논문에서 AAL2 성능분석을 위해 측정한 값은 패킷 처리율(throughput)과 패킷 평균 대기 시간(queueing delay)이다. 음성 패킷이 생성되어 전달되는 과정에서 걸리는 총 지연시간을 구성하는 요소는 식(3)과 같다. 이 중에서 패킷 필 지연 시간과 셀 생성 지연 시간은 앞 절에서 언급한 바와 같이 구현상의 파라미터로서 주어지며, 셀 조합과 분해를 위한 시간 역시 셀이 처리되는 장치에서 고정적으로 걸리는 시간이다. 따라서 전체 지연 시간에서 큐

잉시간(queueing delay)이 음성 패킷의 양종단간 지연 시간 변이(end-to-end delay variation)를 결정하는 요인이 된다. 큐잉 시간은 AAL2 PDU가 ATM 셀에 다중화되는 과정에서 발생하는 변이와 ATM 셀이 ATM 교환기 버퍼에서 대기하는 동안에 발생하는 변이로 이루어진다. 이러한 양종단 지연 시간 변이는 음성의 품질을 결정하는 요인이 된다.

기본적으로 대부분의 실시간 음성 서비스를 위한 실험들이 단방향의 end-to-end 지연시간을 100msec~150msec 이내로 설정할 것을 요구하고 있다^[10]. 허용 가능한 양종단간 지연 시간 변이는 서비스의 종류에 따라 달라질 수 있는데 일반적으로 20msec 간격으로 음성 패킷이 생성되는 경우 최대 20msec 까지 지연 시간의 변이를 허용할 수 있다. 만약 이동 무선 통신 환경에서 20msec 마다 음성 패킷이 생성되고 4개의 오프셋 그룹(offset group)에서 각 5msec마다 패킷이 전송된다면 최대 5msec의 지연 시간 변이가 허용되며, 만약 하나의 오프셋 그룹으로 구성되어 있다면 최대 20msec까지 허용될 수 있다^[10]. 본 논문에서는 음성 패킷이 생성되는 시간, 즉 패킷 필 지연 시간을 최대 지연 시간 변이로 하여 이 시간이 초과하여 도착한 패킷은 폐기시킨다는 가정 하에 식(4)와 같이 패킷 처리율(throughput)을 계산하였다. 또한 전체 패킷의 평균 패킷 대기 시간(average queueing delay)을 식(5)과 같이 계산하여 결과를 측정하였다.

$$\begin{aligned} \text{총지연시간} = & \text{패킷필시간} \\ & + \text{셀생성지연시간} \\ & + \text{셀처리시간} \\ & + \text{셀전달시간} \\ & + \text{큐잉시간} \end{aligned} \tag{3}$$

$$\begin{aligned} \text{패킷처리율} \\ = & \frac{\text{허용큐잉지연시간내도착한패킷수}}{\text{전체발생된패킷수}} \end{aligned} \tag{4}$$

$$\begin{aligned} \text{패킷평균대기시간} \\ = & \frac{\text{전체발생된패킷의큐대기시간}}{\text{전체발생된패킷수}} \end{aligned} \tag{5}$$

IV. 결과 분석

4.1 AAL1과 AAL2의 패킷처리율 비교

2절에서 음성패킷을 전송할 때 AAL2를 사용하는 것이 AAL1을 사용하는 것보다 대역 사용 효율이 뛰어나다고 이론적으로 설명하였다. 실제 시뮬

표 1. AAL2와 AAL1, TDM의 성능 분석

	Number of voice call				
	AAL1		AAL2		TDM
	Full fill	Half fill	패킷 필지연시간		
PDC half-rate(4kbps)	70	70	270	20msec	24
CS-ACELP(8kbps)	70	70	310	40msec	24
CDMA rate set2(13kbps)	50	70	230	20msec	24
ADPCM(32kbps)	30	10	70	8msec	24

레이션을 통해 살펴본 결과도 그림 7과 같이 AAL2가 AAL1에 비해 패킷 처리율 및 패킷 평균 대기 시간 측면에서 더 나은 결과를 보였다. 실험은 평균 13 Kbps의 코딩율을 갖는 CDMA rate set2 코딩 방식을 사용하여 AAL2를 통해 음성 패킷을 전달할 경우로 가정하였다. 그림7(a)는 음성 소스의 증가에 따른 패킷 처리율(throughput)의 변화를 나타낸 것이다. 이 그림에서 보는 바와 같이 AAL1의 47msec의 풀 필 지연(full fill delay)시간을 갖는 방식과 24msec의 하프 필 지연(half fill delay)시간을 갖는 방식보다도 AAL2의 20msec 필 지연시간을 갖는 방식이 더 좋은 패킷 처리율을 보였다. 이 실험에서 셀 생성 지연 시간(guard time)은 5msec로 하였다.

를 나타내었다. 특히 음성 코딩율이 낮을 수록 AAL2가 더 나은 결과를 보이는 것을 볼 때 현재 낮은 음성 코딩율을 사용하는 이동 통신망에서 음성 패킷 전송에 AAL2를 적용한다면 망사업자의 측면에서는 적합한 해결책이 될 수 있을 것이다.

4.2 AAL2 패킷 필 지연 시간에 따른 처리율 및 지연시간 비교

그림8은 AAL2의 패킷 필 지연시간을 변화시킴으로써 성능에 어떠한 차이가 있는가를 측정한 결과이다. 이번에는 8kbps 코딩율을 갖는 G.729 (CS-ACELP) 코딩 방식을 사용하여, 패킷 필 지연 시간을 2msec, 4msec, 8msec, 10msec, 16msec로 증가시키면서 패킷 처리율을 측정하였다. 셀 생성

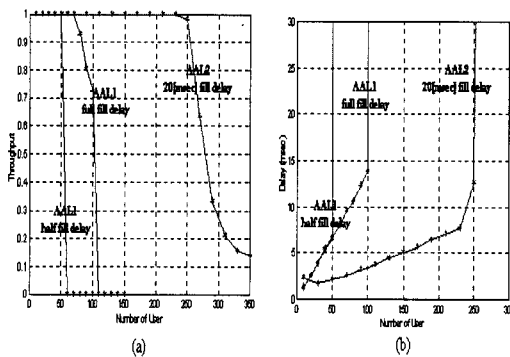


그림 7. 사용자수 증가에 따른 AAL1과 AAL2의 결과 비교

그림7(b)는 음성 소스의 증가에 따른 평균 패킷 큐 대기 시간을 측정한 결과이다. 마찬가지로 AAL2가 AAL1보다 낮은 지연 시간을 갖는다는 것을 알 수 있다. 또한 표1은 실제 시뮬레이션을 통해 나온 결과를 토대로 여러 가지 코딩 방식 하에서의 AAL2 성능을 AAL1이나 TDM과 비교하여 나타낸 것이다. 표에서 보는 바와 같이 동등한 T1 링크 상에서 수용할 수 있는 사용자 수는 AAL2 방식이 AAL1이나 TDM에 비해 월등히 좋은 결과

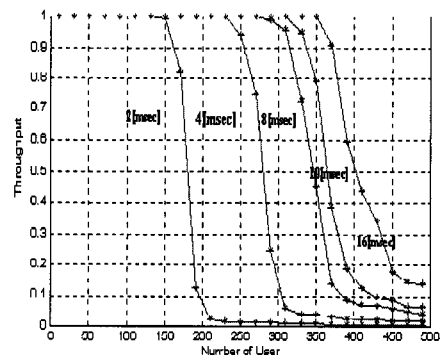


그림 8. 패킷 필 지연시간 변화에 따른 AAL2 시뮬레이션 결과

표 2. Speech/Silence 변화에 따른 결과

Speech/Silence	350/ 650	400/ 650	450/ 650	500/ 650	550/ 650	600/ 650	650/ 650
Utilization facton	0.35	0.38	0.4	0.43	0.45	0.48	0.5
Burstiness	1076.33	1115.78	1143.78	1162.79	1174.73	1181.08	1182.99
Number of voice call	310	270	250	230	230	210	210

지연 시간은 전 시물레이션에서와 같이 5msec로 두었다. 그림에서 알 수 있듯이 패킷 필 지연시간이 길어질수록 패킷 처리율은 높아지지만 평균 큐지연 시간은 길어지는 것을 알 수 있다. 이것은 패킷 필 지연시간이 커지면 AAL2 패킷의 크기도 그만큼 커지게 되고 ATM 셀로 다중화될 때 한 ATM 셀에 실리는 AAL2 패킷의 수가 적게 되어 AAL2 헤더의 오버헤드를 줄일 수 있기 때문이다. 반면에 지연시간 측면에서 살펴보면 AAL2 패킷 필 시간이 커질수록 실시간 처리를 하지 않는 셈이므로 소스 트래픽의 지연시간은 증가하게 된다. 이러한 점에 비쳐볼 때 AAL2를 구현하는 단말에서 패킷 필 지연 시간을 소스의 서비스 유형에 따라서 조절할 수 있다면 우선 순위에 따른 서비스가 가능해질 수 있다. 예를 들면 고품질의 전송을 요구하는 서비스의 경우 패킷 필 시간을 짧게 하여 대역 사용 효율은 낮아지더라도 지연 시간을 줄일 수 있다.

4.3 버스트정도(Burstiness) 변화에 따른 처리율 비교

버스트 정도 변화에 따른 성능은 통화 시에 얘기하는 유음구간(speech time)이 무음 구간(silence time)보다 길 경우 더 많은 음성신호가 패킷으로 발생될 것이고, 이로 인해 패킷 처리량이 떨어질 것이라 예측할 수 있다. 이번 실험도 앞 실험과 마찬가지로 8kbps 코딩율을 갖는 G.729(CS-ACELP)의 코딩방식을 사용했으며 필 지연시간은 4msec로 고정하였고, 유음 구간/무음 구간을 350msec/650msec를 기준으로 유음 구간을 50msec씩 증가시키면서 성능을 측정하였다. 표2는 이러한 유음 구간/무음 구간 변화에 따른 평균 패킷 도착율과 버스트 정도를 계산하였고 각 경우에 대해서 허용 가능한 호의 수를 계산한 결과를 보여 주고 있으며, 그림 9는 패킷 처리율에 대한 결과를 보여주고 있다.

이 실험의 결과를 살펴볼 때 음성 트래픽의 버스트 특성은 성능에 무시할 수 없는 영향을 미치고 있다는 점이다. 즉 다른 조건이 동일하더라도 음성

트래픽에 따라서 수용 가능한 호의 수가 큰 차이로 변할 수 있다. 따라서 AAL2를 사용하여 음성 서비스를 할 경우 음성 트래픽 특성에 대한 고려가 반드시 이루어져야 할 것이다.

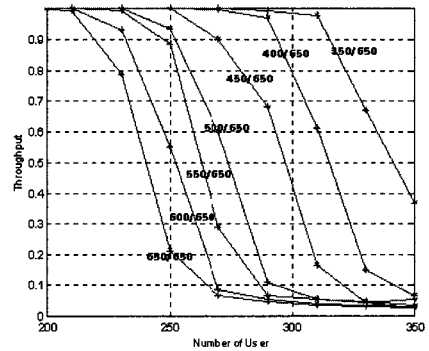


그림 9. Burstiness 변화에 따른 결과 비교

4.4 셀 생성 지연 시간(guard time) 변화에 따른 처리율 비교

셀 생성 지연 시간은 AAL2 PDU로부터 ATM 셀을 조립하기 위해 가능한 많은 AAL2 PDU가 도착할 때까지 기다리는 시간으로 음성 패킷의 성능에 미치는 영향은 패킷 필 지연 시간과 유사하다. 그림10은 이 시간에 따른 패킷 처리율과 평균 대기시간의 변화를 보여주고 있다.

이 실험에서는 4msec 전송율을 갖는 PDC half-rate 음성 코딩 방식을 사용하고 패킷 필 지연 시간 40msec를 갖게 하여 셀 생성 지연 시간을 5msec와 10msec로 조절하였다. 이 시간은 패킷 필 지연시간과 마찬가지로 실제 AAL2를 구현하여 음성패킷을 전송할 경우 조정 가능한 파라미터이다. 이 결과와 그림 8의 패킷 필 지연에 따른 결과와 비교하여 볼 때, 셀 생성 지연 시간에 의한 영향은 패킷 필 지연 시간에 의한 영향보다 적은 것을 알 수 있다.

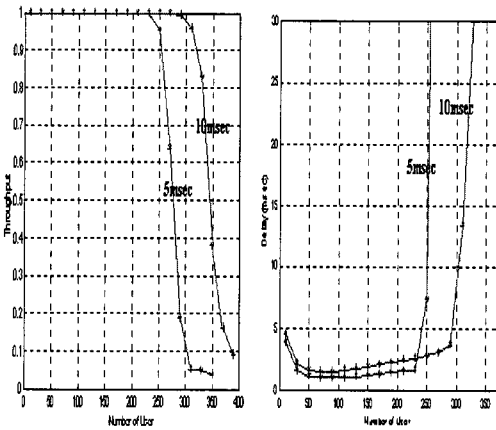


그림 10. ATM 셀 생성지연시간에 따른 AAL2 시뮬레이션 결과 비교

V. 결론

본 논문에서는 ITU-T 권고안 I.363.2에서 정의된 AAL2를 사용하여 음성 패킷을 전송할 경우 여러 가지 파라미터에 따른 음성 패킷의 성능을 시뮬레이션을 통하여 조사하였다. 본 실험에서는 패킷 필지연 시간, 셀 생성 시간, 그리고 음성 트래픽의 특성을 입력 파라미터로 하여 음성 패킷의 양중단 패킷 지연 시간 변이를 구하였고 이를 토대로 패킷 처리율(throughput)을 계산하여 결과 분석에 사용하였다. 시뮬레이션 결과를 통해 볼 때 AAL2의 구현 과정에서 패킷 필지연 시간, 셀 생성 시간을 조절함으로써 양중단 패킷 지연 시간의 변이에 따른 음성 품질을 변화시킬 수 있으며 이에 따라 수용 가능한 호의 수를 조절할 수 있다. 또한 AAL2를 구현하는 단말에서 패킷 필지연 시간을 소스(source)의 서비스 유형에 따라서 조절할 수 있다면 우선순위에 따른 서비스의 차별화가 가능해질 수 있다. 예를 들면 고품질의 전송을 요구하는 서비스의 경우 패킷 필 시간을 짧게 하면 대역 사용 효율은 낮아지더라도 지연 시간을 줄일 수 있다.

AAL2의 가장 큰 장점이라면 현재 음성 서비스 시장의 가장 큰 쟁점이라 할 수 있는 낮은 전송율을 갖는 이동통신망에 적용될 경우 대역폭의 획기적 감소로 인해 많은 사용자를 수용할 수 있다는 것이다. 이는 곧 망 사업자들에게 비용절감의 효과를 가져오며, 사용자들에게는 보다 저렴한 가격으로 서비스를 받을 수 있다는 것을 의미한다. 앞으로 모

든 망이 멀티미디어 정보를 수용하고 특히 이동 통신망에서 음성 뿐만 아니라 데이터 전송 서비스도 수용한다는 점을 고려해볼 때 데이터 패킷과 동시에 AAL2를 사용한 음성 패킷을 전송할 경우의 서비스 품질에 대한 분석도 요구된다고 할 수 있다.

참고 문헌

- [1] ATM Forum, "Circuit Emulation Service 2.0," af-vtoa-0078.000, January 1997
- [2] ATM Forum, "Voice and Telephony Over ATM to the Desktop," af-vtoa-0083.000, May 1997
- [3] ATM Forum, "(DBCES) Dynamic Bandwidth Utilization in 64 KBPS Time Slot Trunking Over ATM - Using CES," af-vtoa-0085.000, July 1997
- [4] ATM Forum, "ATM Trunking Using AAL1 for Narrow Band Services v1.0," af-vtoa-0089.000, July 1997
- [5] B-ISDN ATM Adaptation Layer, AAL2 Specification, ITU-T Recommendation I.363.2, September 1997
- [6] S. Hong, H.G. Perros, "A discrete-time queueing model of the shared buffer ATM switch with bursty arrivals," *Telecommunication Systems* 2(1993) 1-20
- [7] S. Deng, "Traffic Characteristics of Packet Voice," *ICC*, 1995
- [8] J.G. Gruber, "Delay Related Issues in Integrated Voice and Data Networks," *IEEE Trans. on Comm.* 29(6), June 1981
- [9] B. Subbiah and S. Dixit, "ATM Adaptation Layer 2(AAL2) for Low Bit Rate Speech and Data: Issues and Challenges," *IEEE ATM '98*, pp225-233, May 1998
- [10] J.H. Baldwin, B.H. Bharucha, B.T. Doshi, S. Dravida, S. Nanda, "AAL-2-A New ATM Adaptation Layer for Small Packet Encapsulation and Multiplexing," *Bell Labs Technical Journal*, Spring 1997

김 원 순(Weonsoon Kim)

정희원

1983년 2월 : 서울시립대학교 전자공학과 졸업

1994년 2월 : 충남대학교 전자공학과 석사

1999년 8월 : 충북대학교 컴퓨터공학과 박사

1983년 3월 ~ 1997년 10월 : 한국전자통신연구원 책임 연구원

1997년 10월 ~ 현재 : (주)로커스 정보통신연구소 연구
소장

<주관심 분야> 지능망, CTI, 초고속인터넷

김 태 준(Taejun Kim) 정회원

1997년 2월 : 명지대학교 정보통신공학과 졸업

1999년 2월 : 명지대학교 정보통신공학과 석사

1999년 2월 ~ 현재 : C투N 시스템

<주관심 분야> 초고속통신망, MPLS

홍 석 원(Sugwon Hong) 정회원

1979년 2월 : 서울대학교 물리학과 졸업

1988년 5월 : North Carolina State Univ. 전산학과 석사

1992년 7월 : North Carolina State Univ. 전산학과 박사

1993년 2월 ~ 1995년 2월 : 한국전자통신연구원 선임
연구원

1995년 3월 ~ 현재 : 명지대학교 정보통신공학과 조교수

<주관심 분야> 네트워크구조, 프로토콜, 성능분석

오 창 석(Changsuk Oh) 정회원

1978년 2월 : 연세대학교 전자공학과 졸업

1980년 2월 : 연세대학교 전자공학과 석사

1988년 8월 : 연세대학교 전자공학과 박사

1982년 2월 ~ 1984년 9월 : 한국전기통신연구소 연구원

1990년 12월 ~ 1991년 12월 : Stanford Univ. 객원교수

1985년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 컴퓨터공학과 정교수

<주관심 분야> 데이터통신, 신경회로망, 초고속통신망