

# 패킷화된 음성과 저속의 데이터가 혼합된 트래픽을 위한 Layered Cell 프로토콜의 성능해석

정희원 이영교\*, 박기식\*, 정해원\*\*, 조성준\*

## Performance Analysis of Layered Cell Protocol for the Integrated Traffic of Packetized Voice and Low Bit-rate Data

Young-Kyo Lee\*, Ki-Sik Park\*, Hae-Won Jung\*\*, Sung-Joon Cho\* *Regular Members*

### 요 약

본 논문에서는 셀룰라 이동 통신시스템에서 BSC와 MSC 사이에 AAL 2를 적용하기 위한 시뮬레이션 모델을 제안하였다. 짧은 길이의 패킷을 처리하기 위해 프레임 구조와 이를 하나 또는 그 이상의 ATM 셀에 다중화 시키는 방식 등을 제시하였으며, 또한, 패킷화된 음성과 저속의 비트율을 갖는 데이터가 혼합된 트래픽을 사용하여 통계적 다중화의 효율 (APR), 전송 지연 특성, 채널전송효율 등을 해석하였다. 시뮬레이션 결과, AAL 2 다중화를 하지 않는 경우, 최대 수용 가능한 가입자 수가 최대 47 가입자이었으나, 다중화를 하는 경우, 최대 가입자 수는 Non-Overlapping 방식에서는 70, Overlapping 방식에서는 110 이었다. 그러므로, Overlapping 방식을 적용한 layered 셀 방식이 Non-Overlapping 방식보다 더 효율적임을 알 수 있었다. 그리고, 대역폭이 2 Mbps인 셀룰라 이동 통신시스템의 경우 최적의 전송 버퍼 크기는 4 ATM 셀이 된다는 것을 알았다.

### ABSTRACT

In this paper, we proposed a simulation model to which apply the AAL 2 (AAL type 2) between BSC and MSC in the cellular mobile communication systems. We suggested the frame structure of processing the packets of short length and the scheme which multiplex to one or more ATM cell. Also, we analyzed the performance of the APR, transmission delay, and channel transmission efficiency used in the packetized voice traffic and the low bit-rate data traffic such as fax. From the simulation results, the maximum number of users are 47 users without using AAL 2 multiplexing, but the maximum number of users are 70 (Non-Overlapping scheme) users, 110 (Overlapping scheme) users, respectively. Thus, we knew that the Overlapping scheme is more efficient than the Non-Overlapping scheme. Finally, we showed that the optimum transmission buffer size is 4 ATM cells in the cellular communication systems with the bandwidth of 2 Mbps.

### I. 서론

비대칭 트래픽 특성을 갖는 멀티미디어 서비스를 위해 B-ISDN (Broadband- Integrated Services Digital Network) 보다 더 높은 비트율을 제공하는 4 세대 통신 시스템<sup>[1]</sup>이 출현하게 되었으며, 낮은

비트율의 음성 신호에서부터 높은 비트율의 데이터 및 동화상 데이터를 효율적으로 전송하기 위한 연구가 진행 중이다. 초기 IMT-2000 (International Mobile Telecommuni- cation-2000) 통신망<sup>[2]</sup> 설계자의 주된 관심 중의 하나는 MSC (Mobile Switching Center)와 BSC (Base Station Controller) 간의

\* 한국항공대학교 항공통신정보공학과 통신시스템 연구실 (yklee@mail.hankong.ac.kr)

\*\* 한국전자통신연구원 교환전송연구소 무선 ATM 연구팀  
논문번호: 99069-0219, 접수일자: 1999년 2월 19일

mobile trunking에 다중화 방식을 도입하는 것이며, 이는 액세스 망의 전송 비용을 줄임과 동시에 미래로의 진화에 대비하는 하나의 방법이 될 것이다. 이와 같은 IMT-2000 액세스 망 구축 기술 중의 하나가, 최근 ITU-T SG13 (International Telecommunication Union-Telecommunication Study Group 13) 등의 표준화 기관에서 활발히 논의되고 있는 ATM (Asynchronous Transfer Mode) 기반의 layered cell 구조에 의한 mobile trunking이다. 이 방식은 셀룰라 등에서 사용되는 압축된 음성 신호와 같이 짧고, 패킷 길이가 변동하는 데이터 스트림을 하나의 ATM VCC (Virtual Channel Connection) 상에서 다중 전송하는 방식으로, 통상 AAL-CU (ATM Adaptation Layer-Composite User)<sup>[3]</sup>로 알려져 있다.

본 논문에서는 AAL 2 (AAL type 2) 교환 네트워크 기반의 layered cell 구조<sup>[4]</sup>에 의한 mobile trunking에 사용되는 AAL 2 프로토콜의 최신 경향을 분석하고, 이를 셀룰라 이동 통신시스템에서 BSC와 MSC 사이에 적용하기 위한 시뮬레이션 모델을 제안한다. 짧은 길이의 패킷을 처리하기 위한 프레임 구조와 이를 하나 또는 그 이상의 ATM 셀에 다중화 시키는 방식 등을 제시하고, 또한, 패킷화된 음성과 저속의 비트율을 갖는 데이터가 혼합된 트래픽을 사용하여 통계적 다중화의 효율 (APR, Actual user's Payload Rate), 전송 지연 특성, 채널 전송효율 등을 해석한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 AAL 2 교환 네트워크에 대해 설명하고, 본 논문에서 일차적으로 고려한 BSC와 MSC 간의 트렁크에 사용된 AAL 2 프로토콜을 분석한다. BSC와 MSC 간의 트렁크 성능해석을 위한 시뮬레이션 모델을 3 장에서 제안하고 4 장에서 시뮬레이션 수행 결과를 보인다. 특히, 통계적 다중화 효율, 지연, 처리율, 채널이용률 등을 No-Multiplexing 방식, Non-Overlapping 방식, Overlapping 방식을 적용한 경우를 서로 비교 분석하고 5 장에서 결론을 맺는다.

## II. AAL 2 교환 네트워크 (AAL 2 switched network)

AAL 2 네트워크는 AAL 2 종단 시스템 (End System)과 AAL 2 교환 시스템 (Switching System)으로 구성한다. 이런 AAL 2 종단 시스템은 기저국 (BS, Base Station), 무선 네트워크 제어기 (RNC,

Radio Network Controller), 이동 교환 센터 (MSC, Mobile Switching Center) 등으로 구성한다<sup>[5]</sup>. AAL 2 연결(connection)은 교환 시스템 네트워크를 통해 연결된 여러 종단 시스템들 사이에 설정된다(그림 1). AAL 2 노드들은 ATM 연결 (AAL 2 링크)에 접속이 되며, 이런 링크들은 ATM PVC (Permanent Virtual Channel)나 ATM SVC (Switched Virtual Channel) 등에 의해 구분된다.

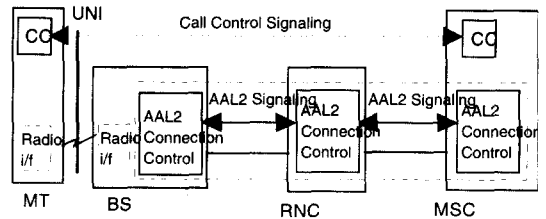


그림 1. AAL 2 시그널링

IMT-2000에서 AAL 2 프로토콜을 적용하는 경우 모든 노드 (예를들어, BS, RNC, MSC 등)들은 공통의 AAL 2 교환 네트워크에 연결이 되며, 그림 2는 공통의 AAL 2 교환 네트워크의 구성을 나타낸다.

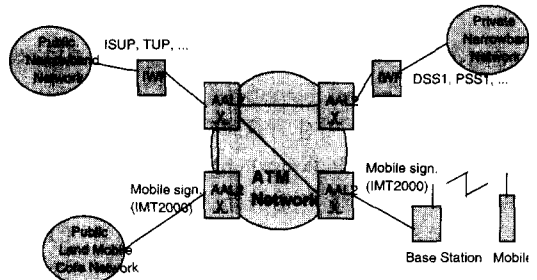


그림 2. 공통의 AAL 2 교환 네트워크의 구성

DSS1 (Digital Signalling System No. 1)과 같은 시그널링에 관련된 어플리케이션 호 제어는 변경을 약간 하거나 전혀 하지 않고 B-ISDN 종단간에 전송된다. Q.2931과 같은 분리 시그널링은 음성/음성 대역 데이터를 전송하는 채널, ATM VCC를 개설하기 위해 사용한다. IMT-2000에서 AAL 2 교환 네트워크를 적용할 경우 사용되는 어플리케이션들은 다수의 서로 다른 프로토콜들을 사용한다. 공통의 AAL 2 교환 네트워크는 다수의 어플리케이션을 지원하는 최적의 구성으로서 기존의 프로토콜을 최소한 수정하거나 또는 전혀 변경을 하지 않고도 사

용이 가능하다.

본 논문에서 적용하는 AAL 2 프로토콜<sup>[3]</sup>의 구조는 다음과 같다. AAL 2는 Common Part Sublayer (CPS)와 Service Specific Convergence Sublayer (SSCS)로 세분하며, AAL 2 CPS는 ATM 네트워크를 통해 하나의 CPS 사용자로부터 다른 CPS 사용자에게 CPS-SDU (CPS- Service Data Unit)를 전송하는 기능을 제공한다.

### 1. Common Part Sublayer (CPS)

#### 1) CPS-Packet의 포맷과 코딩

CPS-Packet은 3 옥텟의 CPS-Packet 헤더 (CPS-PH)와 연이은 CPS-Packet 페이로드 (CPS- PP)로 구성된다. CPS-Packet의 필드의 크기와 위치는 그림 3에 나타난다.

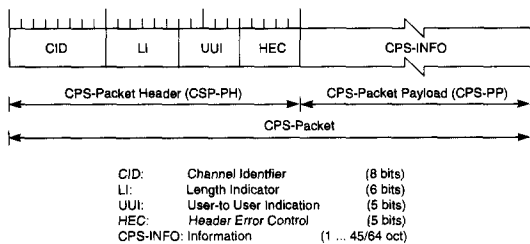


그림 3. CPS-Packet의 포맷

CPS-PH는 채널에서 사용자를 식별하는 채널 식별자 (CID, Channel Identifier), CPS-Packet 페이로드의 옥텟 길이를 이진 부호화하여 저장하는 길이 지시자 (LI, Length Indicator), SSCS 엔티티 또는 계층관리와 같은 CPS 사용자들 사이에서 특정 정보를 투명하게 전송하고, SSCS 엔티티들과 CPS의 LM 사용자들 사이를 구별하기 위해서 사용하는 사용자간 표시 (UII, User-to- User Indication), CPS-PH의 에러 검출을 위해 수신기에서 사용하는 헤더 에러 제어 (HEC, Header Error Control) 등으로 구성된다.

#### 2) CPS-PDU(Protocol Data Unit)의 포맷과 코딩

CPS-PDU는 1 옥텟의 시작 필드와 47 옥텟의 페이로드로 구성된다. 48 옥텟 CPS-PDU는 ATM-SDU이다. CPS-PDU의 필드의 크기와 위치는 그림 4에 나타나 있다.

CPS-PDU 시작 필드 (STF, start field)는 CPS-PDU 헤더이며, STF는 다음의 서브필드로 구성된다. ① 오프셋 필드 (OSF, offset field)는 STF의 끝 부분과 CPS-Packet의 처음 시작 부분 간에 측정되

는 옥텟 수인 오프셋의 2진 값을 저장하여 전달하거나, 또는 처음 시작 부분이 존재하지 않으면 PAD 필드가 시작된다. 47 이라는 값은 CPS-PDU 페이로드의 경계 부근에서 시작되는 것이 없음을 의미한다. ② 시퀀스 번호 (SN) 비트는 CPS-PDU의 스트림 번호(modulo 2)로 사용된다. ③ 패리티 (P) 비트는 수신기에서 STF의 에러 검출을 위해 사용된다. 송신기는 8비트의 STF를 홀수(odd) 패리티로 설정한다.

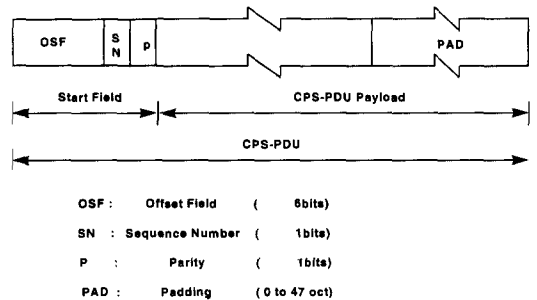


그림 4. CPS-PDU의 포맷

CPS-PDU 페이로드는 0 또는 1개 혹은 그 이상 (완전히 페이로드를 채우거나, 또는 부분적으로 페이로드를 채우는)의 CPS-Packet을 전송한다. 사용되지 않은 페이로드는 0으로 부호화된 8비트 패딩 옥텟으로 채워진다. CPS-Packet은 1개 또는 2개의 ATM 셀 경계에 오버랩 될 수 있으며, 분리된 CPS-Packet은 CPS-Packet 헤더와 CPS-Packet 사이에 위치한다.

### 2. Service Specific Convergence Sublayer (SSCS)

SSCS<sup>[6]</sup>는 AAL 2 연결 상에서 CPS의 상위 계층에서 동작한다. SSCS는 저속의 음성, 목음 구간의 압축 및 복원, G3 팩시밀리 데이터, MFC 톤 등의 대역 내 신호 전송 등의 서비스를 제공한다. 또한, SSCS는 정보원의 코딩, 패킷화와 더불어, 정보 데이터의 셀 분해 조립, 미니셀 전송의 QoS (Quality of Service) 및 셀 지연 변동의 흡수, 미니셀의 오류 및 흐름 제어 기능 등을 수행한다. SSCS 패킷 포맷은 크게 3가지 형태로 구성된다. 첫번째 포맷은 순수한 정보 데이터로만 구성되는 방식 (type I)이며, 두번째 포맷은 순수한 정보 데이터와 5 비트 CRC (Cyclic Redundancy Check)를 포함한 헤더로 구성 (type II)된다. 세번째 포맷은 정보 데이터에 10 비트 CRC 기능과 6비트의 메시지 식별 기능으

로 구성 (type III)된다. 즉, 패킷 type I은 단지 순수한 정보 데이터로 구성되며, 에러가 발생하면 페이로드는 보호받지 못한다. 특정한 type의 사용이 명확하게 정의되지 않으면 기본적으로 이 포맷이 사용된다. 패킷 type II의 페이로드는 헤더 정보, CRC, packet content로 구성되며, AAL type 2 Common Part와 비슷한 3 옥텟의 헤더정보가 페이로드의 시작 부분이며, 이 헤더정보는 CRC에 의해서 보호되지만 페이로드의 나머지 부분은 보호되지 않는다. CRC 필드는 CPS-Packet 헤더의 HEC 필드와 같은 방법으로 페이로드의 처음 19 bits(헤더 정보 부분)를 보호하기 위해 사용되며, 여기에서 사용된 다항식은  $x^5 + x^2 + 1$ 이다. 패킷 type III의 페이로드는 packet content, message type, CRC 등으로 구성한다. 전체 페이로드는 10-bits CRC로 보호되고, 다항식  $x^{10} + x^9 + x^4 + x + 1$ 을 사용한다. 2 옥텟 trail의 나머지 6 비트는 Message Type field로 사용된다. type III 패킷은 dialed digits, 시그널링 비트가 지원되는 채널, 팩스 복조 제어 데이터, alarms와 user state control operation 에 사용된다.

### III. 트래픽 모델

일반적으로, 멀티미디어 트래픽은 크게 실시간 (real time)과 비실시간 (non real time) 트래픽으로 구분한다. 음성과 비디오 같은 실시간 트래픽의 특성은 엄격한 시간 지연 및 지연 가변성을 요구하는 반면에, 셀 손실에 대해서는 관용적이다. 데이터와 같은 비실시간 트래픽의 특성은 시간 지연에 대해서는 관용적이지만, 셀손실에 대해서는 엄격하다.

#### 1. 음성 소스 (voice source) 모델

음성 트래픽은 ON/OFF 모델<sup>[7]</sup>로 모델링하며(그림 5), 음성 소스가 다수인 경우 IPP (Interrupted Poisson Process)<sup>[8]</sup>, MMPP (Markov Modulated Poisson Process)<sup>[9]</sup> 등으로 모델링할 수 있다. 주기적인 ON/OFF 프로세스를 모델링하는 가장 간단한 방식은 각각 평균값이  $1/\alpha$  와  $1/\beta$  이며 지수적으로 분포한 랜덤변수에 의해 각 시간 주기를 근사화 시키는 것이다. ON 주기 내에서  $\tau$  의 지속기간을 갖는 고정된 수의 패킷이 발생한다. 다중 음성 소스인 경우 N-상태 마코프 체인으로 모델링이 가능하며, 2-상태 마코프 체인을 N개의 음성 소스가 중첩 (superposition)되는 프로세스를 설명하는 N-상태 마

코프 체인으로 쉽게 확장할 수 있다<sup>[7]</sup>. 체인의 상태는 활성(active) 소스 (예를 들면, ON상태에서 소스의 수)의 갯수로 정의된다. 또한, 이것은 각 모드에서 다른 상관 관계와 군집성 계수를 갖고 상이한 속도로 전송되는 두개 또는 그 이상의 동작모드 사이에서 스위칭되는 음성이나 화상 소스를 모델화하기 위해 확장되기도 한다.

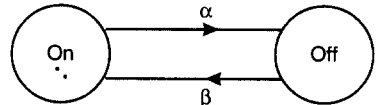


그림 5. ON-OFF 소스 모델

#### 2. Cell Arrival Process<sup>[10]</sup>

그림 6는 음성 트래픽 소스에 대한 도착 프로세스의 일반적인 형식을 보인다. 이것은 2-state MMPP 모델의 개념으로 표현된다(그림 7). 음성의 경우, talk-spurt은 평균적으로 352 m/s이고 silent의 경우 650 m/s 이다. talk-spurt 기간 동안에 평균도착율은 10 m/s이다.

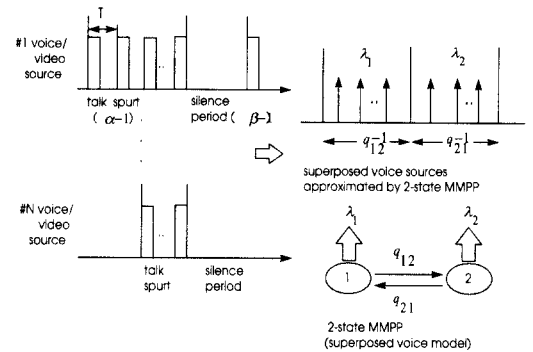


그림 6. 트래픽 소스 모델

#### 3. 성능해석 모델<sup>[11]</sup>

MMPP는 시간에 따라 변화하는 도착율과 도착 간격사이의 상관관계 등을 잘 나타낸다. MMPP는 이중확률 Poisson 프로세스이다. State 1에서 셀 도착은 도착프로세스와는 독립적인 k상태 마코프 체인에 따라 변하는 속도를 갖는 포아송 (Poisson) 분포  $1/\lambda_1$ 로 발생하고 지수분포  $1/\gamma_1$ 을 가지며, State 2에서는 포아송분포  $1/\lambda_2$ 로 발생하고 지수분포  $1/\gamma_2$ 을 가진다(그림 7).

각 ATM셀은 일정한 길이를 가지며, 일정 기간이 되면 즉시 전송을 하므로 서비스 시간을 주기적으

로 볼 수 있다. 그러므로 기본적인 모델은 M/D/1으로 할 수 있으며<sup>[12]</sup>, 서비스 시간의 간격은 trunk의 속도에 따라 변동한다. 또한, N개의 음성원으로부터 발생한 미니셀을 처리하는 부분은 MMPP 모델이 적용되어야 할 것으로 예상되며, 본 연구에서는 M/D/1에 MMPP를 적용한 모델을 AAL 2 프로토콜을 적용한 mobile trunking의 해석 모델로서 제안한다.

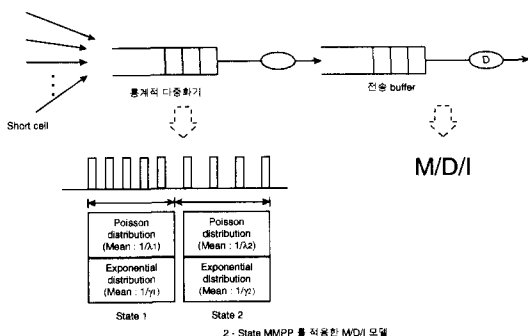


그림 7. 성능해석 모델

#### IV. 시뮬레이션 및 성능 분석

무선 단말에서 전송되는 패킷화된 음성 소스<sup>[12]</sup>와 저속의 데이터는 BSC에서 통계적 다중화하여 ATM cell 페이로드에 적재한 후, 전송선로(trunk)로 전송한다. BSC로 입력되는 short cell (CPS\_SDU)에 3 바이트의 헤더를 추가하여 CPS\_Packet을 구성한 후, CPS\_PDU에 다중화 한다. 결국 이 CPS\_PDU의 길이는 ATM Cell 페이로드 48 바이트와 동일한 크기이다. 다중화기에 도착하는 short cell의 길이와 도착 특성에 따라 48 바이트를 전부 채워 전송하거나, 부분적으로 채워서 전송한다. 결국 이렇게 부분적으로 채워서 전송하는 경우, 전체적인 성능 측면에서 보면 비효율적이다. 이런 비효율성을 해결하기 위해 부분적으로 채워지고 남은 공간을 활용하여 통계적 다중화 기법<sup>[10]</sup>을 사용하는데, Non-Overlapping 방식과 Overlapping 방식<sup>[13]</sup>이 있다. 즉, 전자는 short cell을 다중화하는 도중에 총 다중화 길이가 48 바이트를 넘어서는 경우 제일 마지막의 short cell을 다음의 연이은 ATM Cell에 적재하고 나머지 빈 부분은 패딩(padding)하여 전송하는 방식이다. 또한, 후자의 경우는 short cell을 다중화하는 도중에 총 다중화 길이가 48 바이트를 넘어서는 경우, 전체 short cell의 일부를 분할하여 전송

하고 나머지 부분을 연이은 셀에 적재하여 전송하는 방식이다(그림 8). 이때, 수신측에서는 2장에서 설명한 STF를 사용하여 분할되어 전송된 short cell을 재조립한다.

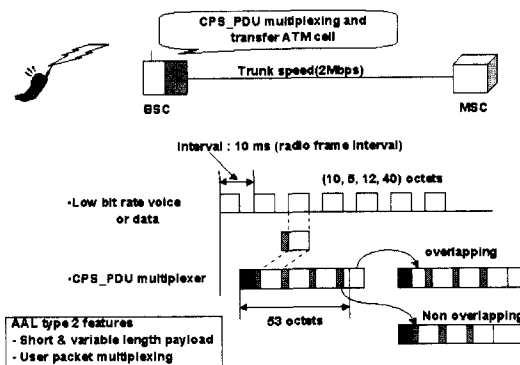


그림 8. 통계적 다중화기의 동작

##### 1. 시뮬레이션

시뮬레이션 모델은 그림 9과 같으며, 음성의 경우, 실시간에서 8, 4, 1 kbps의 비트율을 갖는 variable-bitrate speech CODEC을 사용한다. Radio-frame은 10 ms의 간격으로 발생하고, 음성정보의 길이는 10, 5, 1.2 바이트이며 short cell 헤더는 3 바이트의 길이를 갖는다<sup>[13]</sup>. 저속 데이터인 경우, 32 kbps ADPCM 또는 64 kbps PCM방식을 사용할 것으로 예측한다. 본 연구에서는 32 kbps ADPCM 방식을 사용하며, 데이터의 길이는 40 바이트이다. 데이터의 평균 발생 간격은 10 ms ~ 20 ms 사이에서 변동한다. 일반적으로 통신망의 진화 과정을 고려할 때, 기지국과 이동 ATM 교환국간의 전송 링크(trunk)는 기존에 설치된 T1/E1 트렁크를 그대로 사용할 것이다. 본 논문에서는 전송 링크를 2 Mbps로 가정한다.

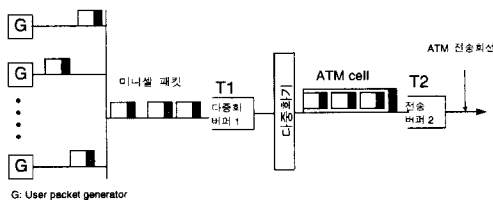


그림 9. 시뮬레이션 모델

##### 2. 성능분석

가변 길이를 적용한 경우, 입력소스원의 길이는 10 바이트, 5바이트, 1.2 바이트이고, 각각 30%, 4%, 66%의 비율로 발생한다. 본 논문에서는 32 kbps ADPCM 방식을 사용하며, 데이터의 길이는 40 바이트이다. 데이터의 평균 발생 간격은 10 ms ~ 20 ms 사이에서 변동한다. 또한 성능 비교를 위해 다중화하지 않는 경우와 다중화하는 경우 즉, Non-Overlapping 방식과 Overlapping 방식을 서로 비교하여 성능을 분석한다. Short cell의 interarrival time은 10 ms이고, 트렁크 속도는 2 Mbps로 가정하고, 시뮬레이션 시간은 10 sec로 설정한다. 각각의 경우에 대해 APR, 지연, 처리율, 전송효율의 관점에서 성능을 분석한다.

1) APR (Actual Payload Rate)

통계적 다중화 효율을 분석하기 위해 CPS\_PDU 페이로드에 실리는 다중화된 사용자의 데이터를 측정하기 위해 APR(Actual Payload Rate)을 고려한다. 평균 APR을 계산하기 위해 다음의 식을 사용한다.

$$APR = (((Total\ CPS-PDU \times 384) - (Total\ short\ cells \times size\ of\ the\ short\ cell\ in\ bit)) / (Total\ CPS-PDU \times 384)) \times 100\ (\%)$$

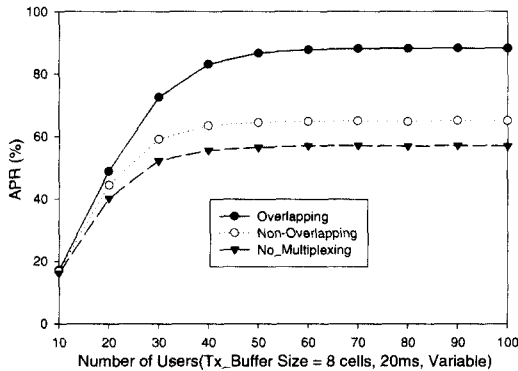


그림 10. 전송버퍼크기 8 cells, short cell 길이 10, 5, 1.2 바이트, 데이터 길이 40 바이트, 데이터의 평균발생율 20 ms 인 경우의 APR

다중화 효율은 음성과 데이터가 함께 있는 경우가 음성만 있는 경우보다 높다. 이것은 데이터의 길이가 음성에 비해 더 크기 때문이다. 또한 데이터의 버스트성으로 인하여 다중화 효율이 보다 높아진다. 가변길이방식의 경우, Non-Overlapping 방식을 사용하면, 평균 APR은 약 62.5 % 이다. Overlapping 방식의 경우, 평균APR은 약 83 % 이다(그림 10).

또한, 가변길이방식이 고정길이방식<sup>[13]</sup>보다 통계적 다중화 효율이 20 % 감소함을 알 수 있다. 가변길이방식의 경우 short cell의 길이가 10 바이트 일 때 30 % 의 비율로 발생을 하고, 5 바이트 일 때 4 % 의 비율로 발생을 하며, 1.2 바이트 일 때 무려 66 % 나 발생을 하기 때문에 CPS\_Packet 헤더에 의한 overload가 너무 많이 발생한다. 그러나 실제 음성의 경우 확률적으로 가변길이방식을 따르기 때문에 가변 길이 방식을 적용하여 분석한다.

2) 지연(Delay)

시뮬레이션에서 사용되는 전송버퍼의 크기를 설정하고 최적의 사용자 수를 결정하기 위해 적절한 버퍼 크기를 10 cell로 가정한다<sup>[13]</sup>. 본 논문에서는 전송버퍼의 크기를 1, 2, 4, 8 셀로 변동하며 각 성능을 분석한다. 전송지연의 경우 다음의 식으로 계산한다.

$$Transmission\ delay = Multiplexing\ delay + Transmission\ buffer\ delay$$

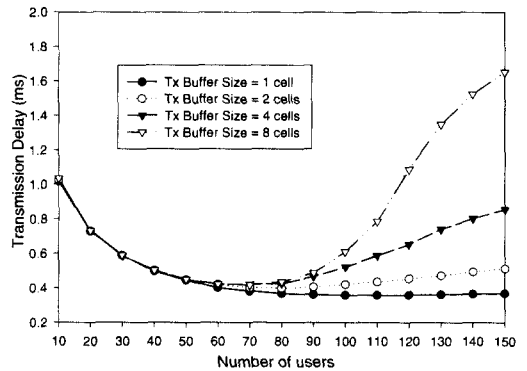


그림 11. 전송버퍼크기 1, 2, 4, 8 cells, Short cell 길이 10, 5, 1.2 바이트, 데이터 평균 발생율 20 ms인 경우의 Transmission delay

다중화 지연은 사용자의 수가 증가 할수록 서서히 감소함을 알 수 있다<sup>[13]</sup>. 다중화지연의 관점에서 보면, 다중화하지 않는 경우(No-Multiplexing)와 다중화하는 경우 즉, Overlapping 방식과 Non-Overlapping 방식을 서로 비교하면, 다중화하지 않는 경우가 가장 효율적이다. 그러나 채널 이용 효율, 전송지연 등의 QoS를 고려하면 비효율적이다. 본 논문에서는 Overlapping 방식과 Non-Overlapping 방식을 위주로 성능을 분석한다. 통계적 다중화 지연의 관점에서 보면, Non-Overlapping 방식이 Overlapping 방식보다 효율적이다. Short

cell이 분할되어 다시 적재되는 시간이 다중화 지연에 영향을 준다.

전송 지연의 경우도 사용자의 수가 증가할수록 서서히 감소하다가 버퍼 overflow가 발생하는 시점에서 셀 손실이 발생하게 되고 급격하게 지연이 됨을 알 수 있다. 전송지연의 관점에서 보면 Overlapping 방식이 Non-Overlapping 방식보다 효율적이다<sup>[13]</sup>. 전송 버퍼의 크기에 따른 전송지연의 변화를 그림 11에 나타낸다.

3) 처리량(throughput) 과 채널이용율(channel efficiency)

처리량은 성공적으로 전송된 셀 수와 발생된 총 셀 수의 비를 나타낸다. 그림 12는 short cell의 길이가 10, 5, 1.2 바이트의 길이로 발생하는 경우, 전송버퍼의 크기에 따른 가용한 사용자 수를 나타낸다. 여기서 전송버퍼의 크기가 4인 경우와 8인 경우의 차이가 미소함을 알 수 있다.

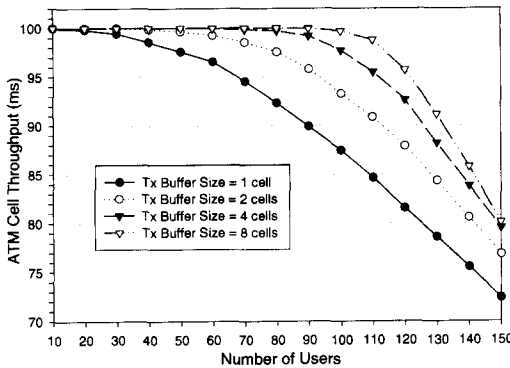


그림 12. 전송버퍼크기 1, 2, 4, 8 cells, Short cell 길이 10, 5, 1.2 바이트, 데이터의 평균 발생율 20 ms 인 경우의 ATM cell throughput

채널 이용율은 trunk를 얼마나 효율적으로 사용하는가에 대한 성능지수를 나타낸다. 그림 13은 short cell의 길이가 10, 5, 1.2바이트로 가변하는 경우, 전송버퍼의 크기에 따른 가용한 사용자 수를 나타낸다.

이상과 같은 시뮬레이션 결과, AAL type 2 다중화를 하지 않는 경우에는 최대 47 가입자를 수용할 수 있었으나, 다중화를 하는 경우는 Non-Overlapping 방식에서 70 가입자를, Overlapping 방식에서는 110 가입자를 수용할 수 있었다. 다중화 지연의 경우 Non-Overlapping 방식과 Overlapping 방식에는 별 차이가 없으나, 전송지연의 경우 Overlapping 방식이 버퍼 overflow에 둔감함(40가입

자 수용)을 알 수 있었다. 처리량과 채널 이용율을 비교할 때 최적의 버퍼 크기는 4 ATM 셀인 것을 알 수 있었다.

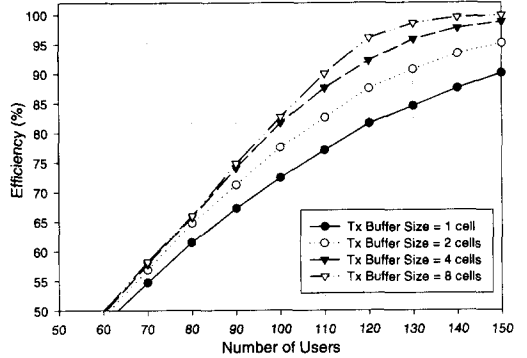


그림 13. 전송버퍼크기 1, 2, 4, 8 cells, Short cell 길이 10, 5, 1.2 바이트, 데이터의 평균 발생율 20 ms 인 경우의 Transmission efficiency

V. 결론

본 논문은 Switched AAL 2 네트워크 기반의 layered cell구조에 의한 mobile trunking에 사용되는 AAL 2 프로토콜의 최신 경향을 분석하고, 이를 셀룰라 이동 통신시스템에서 BSC와 MSC 사이에 AAL 2를 적용하기 위해 시뮬레이션 모델을 제안하였다. 짧은 길이의 패킷을 처리하기 위한 프레임 구조와 이를 하나 또는 그 이상의 ATM 셀에 다중화시키는 방식 등에 대해 설명하였다. 또한, 통계적 다중화의 효율(APR), 전송 지연 특성, 채널전송효율 등을 해석하였다. 시뮬레이션 결과, AAL 2 다중화를 하지 않는 경우, 최대 47 가입자를 수용할 수 있었으나, 다중화를 하는 경우, Non-Overlapping 방식에서는 최대 70 가입자를, Overlapping 방식에서는 최대 110 가입자를 수용할 수 있었다. 그러므로, Overlapping 방식을 적용한 layered 셀 방식이 Non-Overlapping 방식보다 더 효율적임을 알 수 있었다. 끝으로, 대역폭이 2 Mbps인 셀룰라 이동 통신시스템의 경우 최적의 전송 버퍼 크기는 4 ATM 셀이 된다는 것을 알 수 있었다.

이상과 같은 결과로부터, PCS망을 ATM 망으로 점진적으로 전환하고자 할 때, 적어도 기존에 서비스 중인 트래픽은 기 운용중인 T1/E1 전송로로 충분히 수용할 수 있다는 점이다. 이와 같은 연구 결과는 IMT-2000 시스템의 통신망은 기존에 운용중

인 통신망과 효율적인 조화와 유익한 관계를 이루면서 구축될 수 있음을 보여준 자료로 활용될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

[1] H. Nakamura, *et al.*, "Applying ATM to mobile infrastructure networks," *IEEE Commun. Mag.*, pp. 66-73, Jan. 1998.

[2] ITU-R TG 8/1 Doc. 8-1/TEMP/117(Rev. 2)-E, Draft New Rec. ITU-R M.[IMT.MOD], "Framework for modularity and radio commonality international mobile telecommunications-2000(IMT-2000)," Feb. 1997.

[3] ITU-T Q.5/13, Draft new ITU-T Recommendation I.363.2, "BISDN ATM adaptation layer type 2 specification," Feb. 1997.

[4] H. Nakamura, *et al.*, "Layered cell structure for mobile ATM networks," *ICC'96*, Jun. 1996.

[5] ITU-T Q.6/11, "Requirements for AAL 2 signaling needed for handling switched AAL 2 connections," Jan. 1998.

[6] ITU-T Draft new Recommendation I.366.2 (I.TRUNK), "AAL type 2 service specific convergence sublayer for trunking," Jun. 1998.

[7] I. W. Habib, *et al.*, "Multimedia traffic characteristic in broadband networks," *IEEE Commun. Mag.*, pp. 48-54, July 1992.

[8] H. Akimaru *et al.*, *Telettraffic : Theory and Applications*, Springer-Verlag. 1993

[9] H. Heffes *et al.*, "A Markov modulated characterization of packetized voice and data traffic and related statistical multiplexer performance," *IEEE J. Select. Area Commun.*, vol. SAC-4, no. 6, pp. 856-868, Sep. 1986.

[10] H. Saito, *et al.*, "An analysis of statistical multiplexing in an ATM transport networks," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 9, no. 3, pp. 359-367, April 1991.

[11] J. W. Roberts *et al.*, "The superposition of periodic cell arrival streams in an ATM multiplexer," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 39,

no. 2, pp. 298-303, Feb. 1991.

[12] K. Sriram, *et al.*, "Voice packetization and compression in broadband ATM networks," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 9, no. 3, pp. 294-304, April 1991.

[13] Young-Kyo Lee, Hae-won Jung, Jea-Hoon Yu, Sung-Joon Cho, "Performance analysis of packetized voice and data traffic in the mobile trunking systems with AAL type 2 protocol," *APCC/ICCS '98*, vol. 1, pp. 19-23, Nov. 1998.

이 영 교(Young-Kyo Lee)

정회원



1992년 2월 : 한국항공대학교  
항공통신정보공학과(공학사)  
1995년 8월 : 한국항공대학교  
대학원 항공통신정보공학과  
(공학석사)  
1995년 8월~현재 : 한국항공대  
학교 대학원 항공통신정보공  
학과 박사과정 재학 중

<주관심 분야> 무선통신, 연동방식(유·무선통신)  
및 트래픽제어, IMT-2000

박 기 식(Ki-Sik Park)

정회원



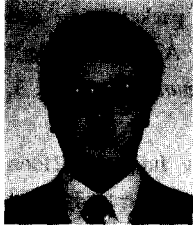
1991년 2월 : 한국항공대학교  
항공통신정보공학과(공학사)  
1996년 8월 : 한국항공대학교  
대학원 항공통신정보공학과  
(공학석사)  
1996년 8월~현재 : 한국항공대  
학교 대학원 항공통신정보공  
학과 박사과정 재학 중

<주관심 분야> 무선통신, 광통신, 이동통신, Wire-  
less ATM



정 해 원(Hae-Won Jung)

정회원



1980년 2월 : 한국항공대학교  
항공통신정보공학과(공학사)

1982년 2월 : 한국항공대학교  
대학원 항공통신정보공학과  
(공학석사)

1999년 2월 : 한국항공대학교  
대학원 항공통신정보공학과  
(공학박사)

1982년 3월~현재 : ETRI 교환전송연구소 무선  
ATM 연구팀 근무(책임연구원)

<주관심 분야> 유무선 통합 시스템, 무선 LAN, 무  
선 ATM, 무선 CATV, 택내 무선  
액세스

조 성 준(Sung-Joon Cho)

정회원



1969년 2월 : 한국항공대학교  
항공통신정보공학과(공학사)

1975년 2월 : 한양대학교 대학  
원(공학석사)

1981년 3월 : 일본 오사카대학  
교 통신공학과 (공학박사)

1972년 8월~현재 : 한국항공대  
학교 항공통신정보공학과 교수

<주관심 분야> 무선통신, 이동통신, 위성통신, 환경  
전자공학