

HSDPA 시스템에서 Frame-Bundling을 채용한 VoIP 서비스 용량 평가

정회원 황 중 윤*, 김 용 석**, 종신회원 황 금 찬*

Capacity Evaluation of VoIP Service over HSDPA with Frame-Bundling

Jong Yoon Hwang*, Yong-Seok Kim**, *Regular Members*, Keum-Chan Whang* *Lifelong Member*

요 약

본 논문에서는 고속 하향 패킷 접속 (high-speed downlink packet access: HSDPA) 시스템에서 상대적으로 큰 IP / UDP / RTP 계층의 오버헤더 (over-header) 효과를 줄일 수 있는 frame-bundling (FB) 기술을 채용한 IP기반 음성 (voice over internet protocol: VoIP) 서비스의 용량을 평가한다. 또한, VoIP 서비스를 제공하기 위한 수정된 비례 평등 (proportional fair: PF) scheduler를 소개한다. 본 연구의 주요한 관점은 FB가 무선 접속 시스템에서 허용 지연 기반의 시스템 outage에 미치는 영향을 관찰하는 것이다. 시스템 레벨 시뮬레이션을 수행한 결과로부터 FB를 채용한 VoIP 서비스의 성능이 시스템의 허용 지연에 매우 민감함을 보인다. 또한, WCDMA (release'99)에 의해 사용되는 회선 교환 (circuit switching: CS) 방식의 음성서비스와 비교할 때 HSDPA에서 VoIP 서비스를 제공하는 것이 매우 효율적임을 보인다.

Key Words : VoIP, HSDPA, Frame-bundling, Capacity, Scheduling

ABSTRACT

In this paper, we evaluate the capacity of voice over internet protocol (VoIP) services over high-speed downlink packet access (HSDPA), in which frame-bundling (FB) is incorporated to reduce the effect of relatively large headers in the IP/UDP/RTP layers. Also, a modified proportional fair (PF) packet scheduler design supporting for VoIP service is provided. The main focus of this work is the effect of FB on system outage based on delay budget in radio access networks. Simulation results show that VoIP system performance with FB scheme is highly sensitive to delay budget. We also conclude that HSDPA is attractive for transmission of VoIP if compared to the circuit switched (CS) voice that is used in WCDMA (Release'99).

1. 서 론

HSDPA 시스템은 기존의 3GPP (3rd generation partnership project) Release'99 버전인 WCDMA (wideband code division multiple access) 시스템에 비해 3배 혹은 그 이상의 주파수 효율에 대한 성능

개선을 보인다. 즉, HSDPA는 패킷 데이터를 기반으로 하여 14Mbps에 달하는 peak rate와 1Mbps에 이르는 평균 처리율 (throughput)을 가진다^[1]. 이러한 시스템의 사용은 각 사용자에게 인터넷 프로토콜 (internet protocol: IP) 기반의 리얼 타임 및 상호 교환적인 서비스 등 다양한 서비스를 제공하기

* 연세대학교 전기전자공학과 통신시스템 연구실 (donhwang@yonsei.ac.kr, kcwhang@yonsei.ac.kr)

** 삼성전자 정보통신총괄 통신연구소 Media Lab. (dragon@yonsei.ac.kr)

논문번호 : KICS2007-01-034, 접수일자 : 2007년 1월 29일, 최종논문접수일자 : 2007년 3월 7일

위하여 필수적으로 요구 된다²⁾. 현재, IP 기반의 패킷 데이터를 이용해 음성을 전송하는 것은 통신 시스템에 있어 가장 관심을 받고 있는 분야이다. 그 이유 중 하나는 소비자 측면에 있어 투명성이 높기 때문이다. 다시 말해, 장거리 VoIP 서비스를 운영, 관리 그리고 업데이트 하는데 필요한 경비가 디지털 또는 아날로그 회선 방식에 비해 훨씬 저렴하기 때문이다. 또한, 이러한 시스템은 음성과 비디오, 혹은 파일 공유와 같은 다른 데이터 응용 기술과의 접목으로 새로운 형태의 서비스를 창출하는데 유용하게 사용될 수 있다³⁾. 기존의 VoIP에 관한 연구는 무선 랜 (wireless local area networks: WLAN) 기반으로 진행되었다. 이것은 WLAN시스템이 유선 환경만큼의 데이터 전송 속도와 편리성을 제공하기 때문이다⁴⁾. 유선 혹은 WLAN에서의 VoIP 연구의 성공과 함께 최근의 관심은 CDMA2000 1X EV-DO⁵⁾, 또는 WCDMA HSDPA⁶⁾ 시스템과 같은 광대역 3세대 (3rd generation: 3G) 기술에 집중되고 있다. 이것은 현재의 3G 광대역 기술들의 주파수 비효율성이 무선 링크에서 음성과 데이터가 동시에 수용된다면 사라지기 때문이다. 또한, 음성, 데이터 및 모든 프로토콜 신호가 동일한 IP를 통하여 전송된다면 backhaul이 좀 더 효율적이 된다. 그러므로 본 논문에서는 중요한 요소인 FB (frame-bundling)와 허용 지연 파라미터를 적용한 VoIP 용량을 system-level 시뮬레이션을 통하여 평가하도록 한다. 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 VoIP 서비스를 위한 HSDPA 시스템에 대하여 언급하고 제 3장에서는 VoIP 용량 평가를 위한 성능 기준에 대하여 설명한다. 또한, system-level 시뮬레이션 환경에 대하여 4장에서 기술하며 VoIP 용량에 대하여 시뮬레이션 결과가 5장에서 언급한다. 마지막으로 제 6장에서 결론을 맺는다.

II. VoIP 서비스를 위한 HSDPA 시스템

2.1 트래픽 모델과 프로토콜

전화 통화는 ON/OFF 패턴으로 표현 가능하다. ON구간에서 통화성 대화가 이루어지며 OFF구간은 침묵으로 나타낸다. 이러한 ON/OFF 구간의 지속 시간은 적절한 평균값을 가지는 음의 지수적 분포를 나타낸다. 일반적으로 이것은 적절한 음성 활성화 인자 (voice activity factor: VAF)을 갖는 2단계 Markov 트래픽 모델로 근사화 할 수 있다⁷⁾. HSDPA 시스템에서는 적응형 multirate 음성 코덱

(adaptive multirate voice codec: AMR)을 기본적으로 고려하며, VoIP 서비스에서도 이러한 가정은 논리적으로 옳은 가정이다. 통화구간에서 VoIP 서비스는 12.2Kbps의 AMR 모드를 가지고 20ms의 구간동안 32-bytes의 음성 payload를 발생시킨다⁸⁾. 또한, 침묵구간에서는 7-bytes의 payload가 silence descriptor (SID) 프레임의 통해 160ms 주기로 전송하게 된다. 전형적인 VoIP 프로토콜은 리얼 타임 transport 프로토콜 (real-time transport protocol: RTP)를 채용하며 이것은 사용자 datagram 프로토콜 (user datagram protocol: UDP)에 의해 캡슐화된다. 또한, 이 프로토콜들은 IP에 의해 전송되어진다. 이러한 프로토콜들의 결합된 형태의 헤더 사이즈는 IPv4 (IP version 4)에서는 40-bytes이고 IPv6 (IP version 6)에서는 60-bytes에 이른다. 이러한 헤더의 overhead는 VoIP 서비스를 제공하기 위하여 주파수 효율 측면에서 심각한 문제임이 틀림없다. 그러므로, 효율적이며 강력한 헤더 압축 (robust header compression: ROHC) 기술을 채용함으로써 IP/UDP/RTP 헤더를 2 혹은 4-bytes 까지 줄일 수 있다. 이러한 압축 기술을 통하여 최대 1-byte까지 압축이 가능하다⁹⁾.

2.2 Scheduling 알고리즘

기지국의 MAC-hs (medium access control-high speed) 계층은 2ms의 전송 구간 (transmission time interval: TTI) 동안 scheduling을 제어한다. HSDPA 시스템이 동일한 TTI동안 모든 사용자가 자원을 공유하기 때문에 효과적인 scheduling 알고리즘을 사용하는 것이 시스템 전체 처리율을 개선시키는데 요구된다. HSDPA 시스템은 best-effort (BE) 트래픽의 처리율 향상을 위하여 설계가 되었다. 이를 위한 scheduling 알고리즘이 비례 평등 (proportional fair: PF)이다. 이것은 각 사용자의 독립적인 임시 채널의 변화를 이용하여 가장 좋은 채널 상황의 사용자에게 데이터 전송의 우선순위를 주게 된다¹⁰⁾. VoIP 서비스를 위해서도 이러한 알고리즘이 사용 가능하다. 일반적으로 VoIP 관련 통화 서비스가 전송 시간 지연에 가장 민감하므로 가장 높은 우선순위를 갖도록 알고리즘이 설계된다. VoIP 서비스를 위하여 시간 지연 인자를 scheduling 알고리즘에 포함하는 것이 필요하게 된다. 시간 지연을 측정하기 위하여, scheduler가 각 음성 패킷에 시간 표식 (time-stamps)을 첨가하며 시간 지연이 많이 생길수록 더 많은 scheduling 우선순위를 갖는다. 그러

므로 본 논문에서는 아래와 같은 수정된 PF scheduling 알고리즘을 적용하게 된다.

$$P_{VoIP}^{(i)}(n) = P_{PF}^{(i)}(n)f(R_{\gamma}, Q_{ue_s}) \quad (1)$$

여기서 $P_{VoIP}^{(i)}(n)$ 는 PF scheduling 알고리즘에 의해 계산된 i 번째 사용자에게 대한 출력 우선순위를 나타내며 $f(\cdot) = (Q_{ue_s})^{\beta} / (R_{\gamma})^{\gamma}$ 은 시간 지연 함수를 의미한다. 여기서 Q_{ue_s} 은 n 번째 TTI에 scheduling 되어야 할 VoIP 패킷의 사이즈를 의미하고 R_{γ} 은 MAC-hs 계층에서 현재의 n 번째 TTI 전송 시점부터 최대 허용 지연 시간까지 남은 허용 시간을 나타낸다. 또한 β 와 γ 는 시스템에서 적절한 값을 가지는 weight인자를 나타낸다.

2.3 Frame-Bundling

BE 트래픽과 다르게 음성 패킷은 일반적으로 그 사이즈가 작다. 그러므로 1개의 싱글 payload를 단일 RTP 패킷의 데이터 단위로 전송하는 것은 심각한 overhead를 초래하게 된다. 예를 들어, 40-bytes의 IPv4의 헤더는 일반적인 AMR 음성 코덱을 사용하는 경우의 32-bytes의 음성 payload에 비해 그 사이즈가 큼을 알 수 있다. 이러한 헤더를 줄이기 위해서 FB를 사용하여 단일 payload를 캡슐화시키지 않고 여러 개의 연속적인 음성 payload들을 단일 RTP 패킷 단위를 통하여 전송한다. 또한, 이러한 FB를 사용함으로써 HSDPA 시스템의 MAC 계층의 프레임 형태와 VoIP 패킷의 사이즈 사이의 불일치에서 발생하는 bit-stuffing 효과를 줄일 수 있다^[11]. 한편, FB를 사용하게 되면 지연 시간과 헤더 사이즈 사이에 trade-off가 발생을 한다. 다시 말해, 더 많은 음성 패킷이 FB에 의해 묶일수록 더 많은 시간 지연이 발생을 하게 되는 것이다. 음성 통화 서비스의 경우 작은 시간지연이 필수이므로 VoIP 서비스의 경우 작은 payload들만이 FB되게 된다. 그러므로 본 논문에서는 최대 FB2 까지 묶음을 허

용한다. 여기서 FB x 는 채용하는 FB의 수가 x 를 의미하며 이러한 FB의 특징은 AMR payload 형태에서도 적용이 가능하다. 일반적으로 AMR의 경우 FB2까지 허용된다^[12].

III. VoIP 용량 평가를 위한 성능 기준

3.1 QoS 지원을 위한 End-to-end 지연

패킷 방식 (packet-switched: PS) 네트워크에서 VoIP 서비스 종단의 QoS (quality of service)를 보장하기 위해서는 특히 작은 시간 지연이 중요한 기준으로 작용한다. 한편, 높은 VoIP 용량을 얻기 위해서는 scheduler에서 음성 패킷을 처리하기 위한 충분한 시간이 요구된다. 종단 지연은 송신자의 입으로 부터 수신자의 귀에 이르기까지의 시간 지연으로 정의된다. 음성 서비스의 적절한 품질을 유지하기 위해서는 허용 가능한 종단 지연을 285ms로 가정하고 있으며 HSDPA의 하향링크 scheduling을 위해서는 110ms를 허용하고 있다^[13]. IP와 backhaul에서의 지연은 일반적으로 72ms 정도의 고정된 값을 가정한다^[14]. 이러한 네트워크 요소에 대한 시간 지연의 단순화는 본 연구가 무선 접속 네트워크, 즉 scheduler의 허용 시간 지연에 좀 더 집중할 수 있도록 한다. 그러므로 그림 1에서와 같이 종단 시간 지연을 모델링 할 수 있다. 물론 무선 접속 부분의 시간 지연은 상향링크와의 시간 지연의 관계를 고려해야하지만 이것은 향후 연구 과제로 남기고, 본 논문에서는 하향링크에 대한 시간 지연만을 고려하기로 한다. 이러한 종단 시간 지연 모델은 표 1과 같이 정리될 수 있다.

3.2 VoIP 서비스를 위한 성능 기준

본 논문은 주어진 outage 기준을 초과하지 않으면서 sector당 제공될 수 있는 최대의 VoIP 사용자수에 대한 평가를 목적으로 한다. 만약 패킷 방식 네트워크가 주어진 scheduling 시간 안에 주어진 패

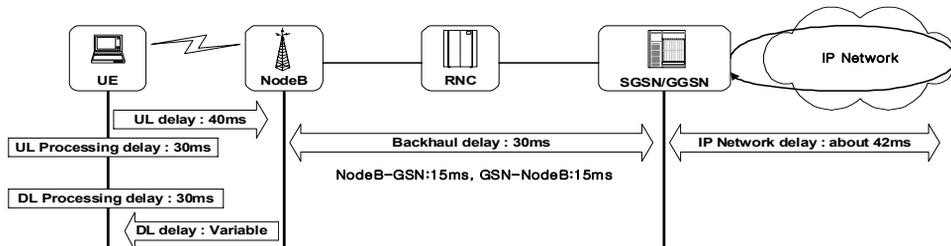


그림 1. VoIP 패킷 전송 시간 지연 모델

킷의 전송을 보장하지 못한다면 패킷은 손실될 것이다. 비록, 일부 패킷의 손실이 발생하여도 기준 outage 기준을 만족한다면 음성 품질은 영향을 받지 않는다. 이러한 전체 VoIP용량에 대한 기준을 설정하기 위하여 본 논문에서는 다음과 같이 가정한다. 패킷 오류와 scheduler의 허용 시간 지연 초과로 부터 생기는 패킷 에러로 발생하는 패킷 오류(packet error rate: PER)이 2%이하를 유지하는 사용자가 전체 사용자중 적어도 97%이상을 유지하면 이때의 전체 사용자 수를 HSDPA 시스템 하향링크에서 제공할 수 있는 VoIP 용량이라 설정한다^[15].

IV. System-level 시뮬레이션 환경

HSDPA 시스템은 기존의 WCDMA 시스템의 하향링크에 대한 업그레이드 버전이며 일명 3GPP WCDMA Release 5 시스템으로 불린다^[16]. HSDPA는 공유된 채널을 통하여 데이터를 전송하며 빠른 링크 적응, 빠른 HARQ (hybrid automatic repeat request), 그리고 채널에 따른 scheduling을 하는 RF scheduler 등과 같은 특징을 갖는 기지국 MAC-hs의 기능을 포함한다.

HSDPA 시스템은 BE 트래픽의 처리율 향상을 목적으로 설계되었지만 VoIP와 같은 BE 트래픽과 다른 QoS를 요구하는 서비스들도 지원할 수 있게 개별적 priority scheduling queue 버퍼를 운영한다. 이것은 VoIP 서비스를 위하여 HSDPA 시스템이 최적화될 수 있음을 나타낸다.

표 1. 종단 간 시간 지연 요소

지연 요소	시간 지연 (ms)
- 음성 encoder - RTP FB	20ms, AMR 12.2Kbps FB $X (X * 20 \text{ ms})$
- 기지국 scheduling+HARQ	FB에 따라 가변적 (FB0일때 최대 110ms)
- 기지국 측면 ROHC, RLC+MAC 처리 하향링크 전파 지연	30ms(고정)
- 단말 scheduling+HARQ	40ms(고정)
- 단말 측면 버퍼링, 처리시간, 음성 decoding, 상향링크 전파 지연	30ms(고정)
- Backhaul 지연	30ms(고정)
- IP 네트워크 지연	대략 42ms(고정)

표 2. 시스템 레벨 시뮬레이션 파라미터 (HSDPA)

파라미터	가정
음성 트래픽 패킷 헤더	- AMR 12.2Kbps (VAF=0.32, 2-state Markov 모델) - FB (1 or 2) - 헤더 ROHC, 3-bytes (기본 헤더(1)+UDP checksum(2))
Cellular layout	- Hexagonal grid, 19 cells, 3 sectors (기지국간 1Km) - 사용 중심 주파수, 1.9GHz
전파 손실	- path loss = $-128.1-37.6*\log(R)$
쉐도잉 모델	- Log normal (w/ 표준편차 8dB)
단말 속도	- 3Km/h(50%)+120Km/h(50%)
안테나 이득	- 기지국 14dB / 단말 0dB - 기타 손실, -10dB
Fading 모델	- 조합모델: (3GPP TS 25.101) Ped.A(5%)+Ped.B(45%)+Veh.B(50%)
단말 수신 다이버시티	단말 수신 안테나 (1 or 2)
재전송	- RLC 재전송 없음 (w/o ARQ) - HARQ (최대 재전송=6)
CQI 지연 및 에러율	- 지연: 3TTI (6ms), 에러율: 1%
Scheduling	- 수정된 PF scheduler (수식 (1))
예약된 자원 (파워, 코드자원)	- Common CH을 위한 파워: 전체20% - Associated DCH 파워: 단말별 0.3% - HS-SCCH용 파워: 9dB offset via Associated DCH - Common CH용 코드: 10개 - Associated DCH 코드: 단말별 1개 - HS-SCCH 코드

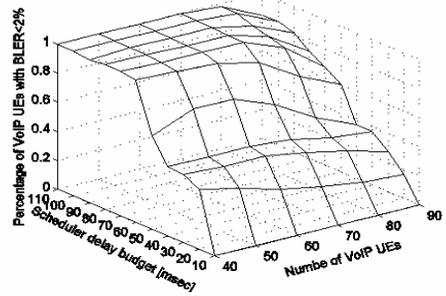
이러한 시스템에서 VoIP 서비스 용량을 평가하기 위하여 본 논문에서는 시스템 레벨 시뮬레이션(system-level simulation)을 수행한다. 시뮬레이션에서는 19개의 cellular와 3개의 sector를 갖는 모델을 수용하며 기지국간의 거리는 1Km로 가정한다. 사용자 단말의 배치는 전체 19개 셀 레이아웃에 일량 분포(uniform distribution)를 가지며 각기 다른 전파 전송 채널 모델을 갖는다^[17]. 여기서 실제적인 전파 전송 채널 모델의 가정이 시뮬레이션 결과에 중요한 역할을 함에 주의한다. 그러므로 본 논문의 시뮬레이션에서 고려하는 fading 채널은 ITU-T 채널 모델로 각 사용자의 채널은 5%의 Ped. A 채널, 45%의 Ped. B 채널, 그리고 50%의 Veh. B 채널의 조합을 고려한다. 쉐도우잉은 로그 노말 분포를 가정하며 기본적인 전송 손실은 Hata 모델을 사용한다. 또한, 본 논문에서는 제어 및 공통 채널을 위한 OVFSF (orthogonal variable spreading factor) 코드 그리고 HSDPA 파워와 같은 자원을 고려하여 시뮬레이션을 수행한다. 앞에서도 언급한 바와 마찬가지로, RTP / UDP / IP 패킷 헤더는 IETF RFC 3059

를 통하여 전체 헤더 사이즈가 3-bytes로 압축됨을 가정한다(1-byte ROHC base 헤더 + 2-bytes UDP checksum). 또한 본 논문에서는 빠른 링크 적응과 HARQ를 고려한다. 기존의 WCDMA 시스템이 fading 채널의 영향을 줄이고자 전력 제어를 사용함에 반하여 HSDPA 시스템은 기지국이 무선 채널의 상황에 맞게 변조 레벨 과 부호화율 등과 같은 MCS (modulation and coding set)를 조절하는 rate 제어를 사용한다. HARQ 방식은 단말이 기지국으로부터의 하향링크의 패킷 전송 실패를 감지하여 재전송을 요청한다. 그러면 기지국은 해당 패킷을 재전송하게 된다. 단말은 이렇게 재전송된 패킷과 초기전송으로 얻었던 패킷을 결합하여 패킷의 오류를 줄이게 된다. 마지막으로 전체 시스템의 성능을 측정하기 위하여 시뮬레이션은 100,000 TTI를 수행하게 된다. 주요한 시스템 레벨 시뮬레이션 파라미터는 표 2에 정리되었다.

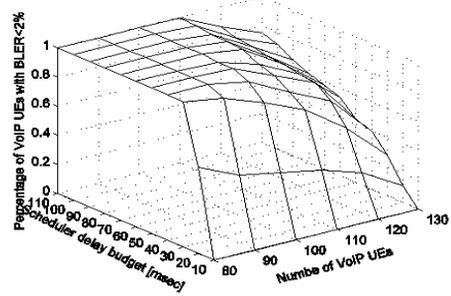
V. VoIP 서비스 용량 평가

이번 절에서는 HSDPA을 이용하여 VoIP 서비스를 제공할 때 FB이 전체 VoIP 용량에 미치는 영향과 그 성능에 대하여 논한다. 앞에서 언급했듯이, 각 사용자의 패킷 오류가 2%를 넘으면 outage가 발생한 것으로 간주한다. 따라서 본 절에서의 여러 결과 값들은 기준이 되는 outage를 만족하는 사용자들의 비율이 전체 사용자의 몇 퍼센트를 차지하는가와 같은 함수에 의해서 나타내진다.

그림 2는 단말의 수신 다이버시티를 고려하는 경우와 고려하지 않는 경우에, FB를 사용하지 않는 VoIP 시스템의 outage 성능을 scheduler의 최대 허용 지연 시간 및 VoIP 사용자 수에 따라 나타내고 있다. 그림으로부터 단말이 수신 다이버시티를 채용함으로써 단말 안테나를 가지는 VoIP 사용자에 비해 추가적인 성능 이득을 얻을 수 있음을 알 수 있다. 이것은 HARQ를 사용하는 VoIP 패킷의 초기 전송 성공 확률이 단말의 수신 다이버시티 채용으로 증가하기 때문이다. 그림 3에서 우리는 FB의 채용이 VoIP 서비스를 제공하는 HSDPA 시스템의 outage 성능에 미치는 영향을 분석한다. 여기서 단말이 단일 안테나를 사용하는 경우 VoIP 사용자는 60명을 가정하며, 수신 다이버시티를 사용하는 경우에는 100명의 VoIP 사용자를 가정한다. 그림의 결과로부터 FB를 채용한 음성 VoIP 패킷의 전송이 scheduler의 허용 지연 시간에 더욱 민감한 반응을

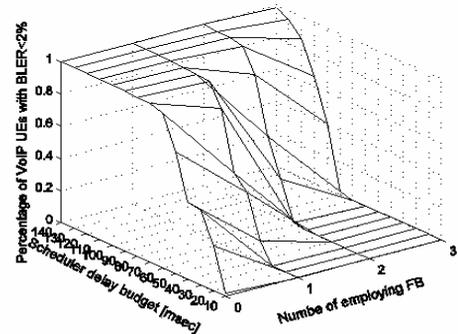


(a) w/o 단말 수신 다이버시티

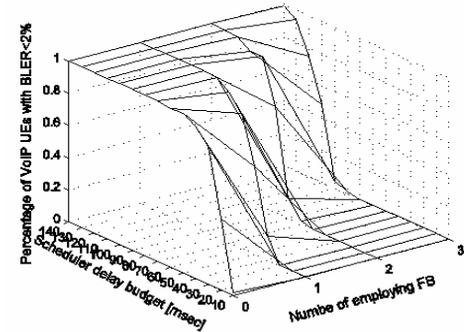


(b) w/ 단말 수신 다이버시티

그림 2. Scheduler의 허용 지연시간 및 VoIP 사용자 수에 따른 outage 확률



(a) w/o 단말 수신 다이버시티



(b) w/ 단말 수신 다이버시티

그림 3. Scheduler의 허용 지연시간 및 채용 FB 수에 따른 outage 확률

보임을 알 수 있다. 이것은 FB가 증가할수록 VoIP 패킷이 scheduler의 queue 버퍼에 도착하는 시간 간격이 증가하며 또한 패킷 사이즈도 증가하기 때문이다. 예를 들어 단말이 수신 다이버시티를 사용하는 100UEs의 경우에 0.9의 동일한 outage 확률을 기준으로 보았을 때, 기준 outage를 만족하기 위하여 FB0, FB1 그리고 FB2를 채용하는 scheduler에서는 각각 최소한 35ms, 65ms 그리고 100ms의 허용 지연 시간이 요구된다. 이것은 FB를 사용하여 VoIP 서비스를 제공하는 경우 RF scheduler에서 허용 지연 시간의 부족으로 VoIP 용량이 감소함을 의미한다. 그러나 이러한 VoIP 용량 감소는 RF scheduler에 충분한 허용 지연 시간이 보장된다면 나타나지 않을 것이다 (FB0를 채용할 때 scheduler 허용 지연 시간이 110ms 이상 보장되는 경우). 그림 4에서는 이러한 FB이 VoIP 시스템에 반영되었을 때 나타나게 되는 효과를 서로 다른 scheduler의 허용 지연 시간에 대하여 채용된 FB 수의 함수로 나타내었다. 여기서 단말은 수신 다이버시티를 채용하지 않는 60명을 가정한다. 그림 4로부터 우리는 RF scheduler의 허용 가능한 지연 시간이 증가할수록 FB를 사용함에 있어서 VoIP 용량에 영향이 적어지게 될을 알 수 있다. 그림 5에서는 단말이 수신 다이버시티를 사용하는 경우와 그렇지 않은 경우에 대하여 서로 다른 수의 FB를 채용할 때 outage 성능을 VoIP 사용자에게 대한 함수로 나타내고 있다. 여기서 scheduler의 최대 허용 지연 시간은 90ms를 가정한다. 앞에서 언급한 바와 마찬가지로 여기에서도 scheduler의 허용 지연 시간이 90ms로는 충분하지 않은 경우이므로 FB의 채용여부에 따라 outage 성능에 민감한 반응을 보임을 알 수 있다. 특히, FB2를 가지는 경우에 outage 성능의 열화가 심각하게 나타난다.

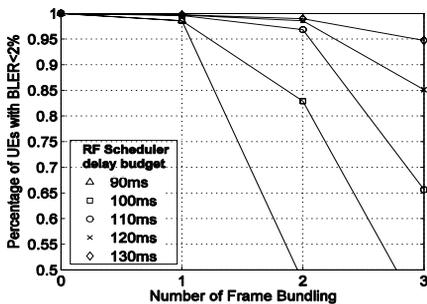


그림 4. 서로 다른 Scheduler의 허용 지연시간을 갖는 채용된 FB 수에 따른 outage 확률

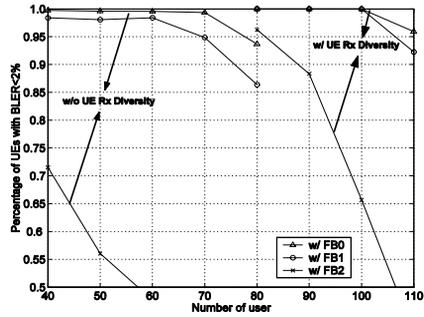


그림 5. 서로 다른 FB 수를 채용한 VoIP 사용자 수에 따른 outage 확률

마지막으로 표 3에서 다양한 전송 채널 환경^[17]에서 HSDPA 시스템을 이용하여 VoIP 서비스를 수행할 시 얻을 수 있는 최대 용량을 정리한다. 결과로 부터, 우리는 HSDPA 시스템을 통한 VoIP 서비스의 제공이 기존의 WCDMA (release'99) 시스템을 이용한 회선 서비스 또는 VoIP 서비스에 비해 이득이 있음을 알 수 있다.

표 3. HSDPA시스템에서 FB를 채용한 VoIP 서비스 용량

VoIP 용량	Ped.A	Ped.B	Veh.B	조합채널	
w/o 단말 수신 다이버시티	w/FB0	60	85	80	80
	w/FB1	40	80	80	75
	w/FB2	25	70	55	55
w/ 단말 수신 다이버시티	w/FB0	135	130	110	110
	w/FB1	125	125	105	105
	w/FB2	120	115	95	95
참고	66 : WCDMA 회선방식 voice용량 54 : WCDMA Release 99 VoIP용량				

VI. 결론

본 논문에서 우리는 HSDPA 시스템을 통하여 VoIP 서비스를 제공할 때 얻을 수 있는 VoIP의 용량에 대하여 평가하였다. 또한 음성 패킷에 비해 상대적으로 큰 IP / UDP / RTP 헤더의 비율을 줄이기 위해 채용 가능한 FB를 고려할 때의 영향에 대해서도 평가가 이루어졌다. 또한 시스템 레벨 시뮬레이션을 수행하여 outage 성능이 FB를 채용함에 있어 매우 민감하게 반응함을 알 수 있었다. FB의 관점에서 보았을 때 다중의 음성 패킷 전송의 지연이 FB를 통한 지연을 보상할 수 있도록 scheduler의 허용 지연 시간을 충분히 크게 설정할 수 있다면 FB를 통하여 이득을 얻을 수 있음을 보였다. 또한 전반적인 성능으로 평가하였을 때 HSDPA 시스

템을 통해 VoIP 서비스를 제공하는 것이 기존의 WCDMA 시스템을 통한 음성 서비스의 제공에 비해 효율적임을 알 수 있었다. 향후 이러한 VoIP 관련 연구는 FTP 또는 스트리밍과 같은 서로 다른 트래픽의 조합 환경에서 진행 될 수 있을 것이다. 본 논문은 HSDPA 시스템을 이용하여 무선 VoIP 서비스를 지원하게 될 경우 FB에 의한 효과 및 서비스 용량에 관해 참조할 수 있는 유용한 자료가 될 것이다.

참 고 문 헌

[1] H. Holma and A. Toskala, *WCDMA for UMTS*, Third ed., John Wiley and Sons, 2004.
 [2] M. Lundevall, B. Olin, J. Olsson, J. Eriksson, and F. Eng, "Streaming applications over HSDPA in mixed service scenarios," *IEEE Proc. VTC 2004, Fall*, pp.841 - 845, 2004.
 [3] B. Douskalis, *IP Telephone*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2000.
 [4] W. Wang, S.C. Liew, and V.O.K. Li, "Solutions to performance problems in VoIP over a 802.11 wireless LAN," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol.54, no.1, pp.366 - 384, Jan. 2005.
 [5] Q. Bi, P.C. Chen, Y. Yang, and Q. Zhang, "An analysis of VoIP service using 1xEV-DO revision a system," *IEEE J. Sel. Areas Commun.*, vol.24, no.1, pp.36 - 45, Jan. 2006.
 [6] B. Wang, K.I. Pedersen, T.E. Kolding, and P.E. Mogensen, "Performance of VoIP on HSDPA," *IEEE Proc. VTC 2005, Spring*, pp.2335 - 2339, 2005.
 [7] 3GPP TR 25.896, *Feasibility Study for Enhanced Uplink for UTRA FDD*.
 [8] 3GPP TS26.236, *Packet switched conversational multimedia application; Transport protocols*.
 [9] IETF RFC 3059, *Attribute list extension for the service location protocol*, Feb. 2001.
 [10] P. Viswanath, D. Tse, and R. Laroia, "Opportunistic beamforming using dumb antennas," *IEEE Trans. Inf. Theory*, vol.48, no.6, pp.1277 - 1294, June 2002.
 [11] O. Komolafe and R. Gardne, "Aggregation of VoIP Streams in a 3G Mobile Network: A

Teletraffic Perspective," *Proc. EPMCC*, 2003.
 [12] IETF RFC 4352, *RTP Payload Format for the Extended Adaptive Multi-Rate Wideband (AMR-WB+) Audio Codec*, January 2006.
 [13] ITU-T G.114, *Transmission systems and media -General characteristics of international telephone connections and international telephone circuits*.
 [14] 3GPP TR 25.853, *Delay Budget within the Access Stratum*.
 [15] 3GPP2 TSG-C.R1002-0, *CDMA2000 Evaluation Methodology*, version 1.0, 2004.
 [16] 3GPP TS25.308, *UTRAN High Speed Downlink Packet Access: Overall Description*.
 [17] 3GPP TS25.101, *User Equipment radio transmission and reception (FDD)*.

황 종 윤 (Jong Yoon Hwang)

정회원



1996년 : 연세대학교 전기전자공학과 석사
 1996년~현재 : 삼성전자 정보통신연구소
 2003년~현재 : 연세대학교 전기전자공학과 박사 과정
 <관심분야> 무선 및 이동 통신, CDMA 및 OFDMA 모뎀, MIMO

김 용 석 (Yong-Seok Kim)

정회원



2005년 : 연세대학교 전기전자공학과 박사
 2005년~현재 : 삼성전자 정보통신연구소
 <관심분야> 무선 및 이동 통신

황 금 찬 (Keum-Chan Whang)

총신회원



1979년 : Polytechnic Institute of New York, Ph.D
 1980년~현재 : 연세대학교 전기전자공학과 교수
 <관심분야> 무선 및 이동 통신