

휴대인터넷 서비스 시스템의 성능평가와 QoS관리 방안

임 병 근

LG전자

요 약

국내외적으로, 2.3GHz 대역의 휴대 인터넷 서비스와 이동 고속 무선 패킷 데이터 MBWA (Mobile Broadband Wireless Access) 서비스를 위한 기술 개발 및 표준화 작업이 진행중이며, 이들 기술 표준에서는 데이터 속도의 고속화를 달성하기 위하여 AMC(Adaptive Modulation and Coding)를 요구하고 있다^{[1]-[3]}. AMC 방식 무선 패킷 시스템은 서비스 지역 내에서 SNR(Signal to Noise Ratio)의 값에 연동하여 가변적인 데이터 서비스 속도를 제공하게 되고, 사용자가 서비스 지역을 이동하면서 제공받는 서비스 품질은 물리 채널의 서비스 속도 변화에 대응하여 변화되므로, 서비스 사업자는 서비스 사용자의 속도 품질을 일정하게 유지하고 관리 제어할 수 있도록 하는 서비스 품질 설계 기준이 필요하다. 따라서, 본 기고문에서는 이들 AMC 방식의 고속 무선 패킷 서비스 시스템 기술의 표준화에 병행하여 공중망 무선 패킷 서비스 시스템의 망 구축 설계시 고려되어야 할 가입자 수용용량과 서비스 품질 등을 산정하고 관리하기 위한 파라미터로서 지지국의 평균 데이터 공급 용량 MDT(Mean Data Throughput), 평균속도 공유 패킷 링크 MSPL(Mean Shared Packet Link) 그리고 서비스 Uniformity 지수 UI(Uniformity Index) 등을 제안하고자 한다.

I. 서 론

무선 인터넷 서비스 관련하여, WLAN 기반 서비스는 저렴한 WLAN AP(Access Point)의 구축비용을 강점으로 하여 공중망 사업용으로 적용되고 있으나 기본적으로 ISM 대역에서 비사업용으로 개발된 까닭에 제한된 지역에서만 서비스가 가능하여 보편적인 공중망 사업자 서비스로 발전하는 것에는 한계를 노출하고 있고, 광역의 고속 무선 패킷 데이터 서비스로서 3세대 IMT-2000 휴대 전화 기반의 고속 무선 데이터 서비스가 제공되고 있지만 국내외 적으로 고가의 사용료와 Killer Application의 부재로 본격적인 3세대 이동 통신 서비스 도입이 지연되고 있는 등, 고속 무선 인터넷 서비스가 활성화 되지 못하고 있다. 이들 WLAN과 3G의 한계를 극복하고 보편적인 광역 무선 이동 패킷 데이터 서비스가 가능한 기술로서, 국내에서는 2.3GHz 대역용 휴대 인터넷 서비스에 대한 표준화 작업을 시작하였고, IEEE802.20에서는 MBWA라는 이름으로 관련 고속 무선 인터넷 기술 표준화 작업을 시작하였다.

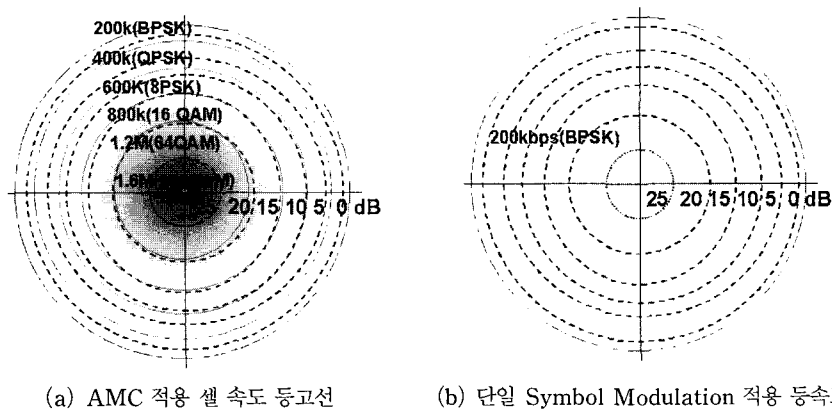
휴대 인터넷과 MBWA 서비스가 추구하는 목표는 고속의 공중망 무선 인터넷 서비스로서 가입자 당 1Mbps~2Mbps 이상의 서비스 속도를 제공하고, WLAN과는 달리 이동성을 보장하는 것을 특징으로 하고 있으며, IMT-2000 서비스 대비 저렴한 가격으로 경제성을 확보하여 휴대 컴퓨터 사용자를 위한 저가의 고속 무선 인터넷 접속서비스가 가능하도록 기존 IMT-2000 3G

시스템 보다 높은 주파수 효율성을 요구하고 있다^{[1], [4]-[6]}. 무선 패킷 시스템의 고속 데이터 성능을 확보하기 위한 접근 방식의 하나는, WLAN 이 20MHz 수준의 채널 대역폭으로 고속 데이터 채널 속도를 확보하듯이 채널 당 대역폭을 충분히 확보하여 데이터 속도를 높이는 방식이 있는데, 대역폭 확대를 통한 채널 당 데이터 성능 향상 방식은 제한된 대역폭을 가지고 끊임 없는 무선 망 설계를 통하여 무선 서비스 영역을 (Seamless Coverage) 확보해야 하는 공중망 사업용 시스템에서는 비 경제적인 방식이라고 할 수 있다.

대안으로, 최근의 모든 공중망 사업용 무선 패킷 접속 기술에서 채택하고 있는 채널 당 속도향상 방안은, 전체 서비스 셀 내에서의 평균 데이터 속도를 높여주고 최대 속도를 극대화 할 수 있도록 하는 AMC(Adaptive Modulation and Coding) 기법이 적용되고 있다^{[1], [7]-[10]}. AMC 방식은 <그림 1-(a)>의 예에서, SNR이 25dB 이상인 위치에서는 256QAM의 Symbol Modulation, 0dB 이하인 구간에서는 BPSK 방식의 Symbol Modulation을 적용하는 것과 같이, 신호 대 잡음 비율 SNR이 허용하는 범위 내에서 가변적인 Symbol Modulation 및 Coding 으로 데이터를 송수신하여 전체 기지국 성능 및

용량을 향상 개선시키는 방식으로 각광을 받고 있다. 그런데, 이들 AMC 방식의 무선 패킷 시스템을 사용한 망 구축에서 가입자 수용용량 가입자당 서비스 품질 등을 결정하고 측정 관리할 수 있는 무선 망 설계 용량 산출 방식과 가입자 서비스 품질 설계 기준 등이 요구된다. 위치에 따라 변동되는 AMC 방식의 가변적인 데이터 속도 특징으로 인하여, 종래의 <그림 1-(b)>와 같은 단일 Symbol Modulation 방식의 Cellular 회선 시스템에서 사용한 용량 산출 및 설계 방식으로는 해결할 수 없다.

따라서, 이들 AMC 방식의 무선 패킷 시스템 기술에 대한 객관적인 망 구축 용량 산출 방식과 설계 기준을 새로이 개발 확보하여, AMC 방식의 무선 패킷 서비스 망 설계, 가입자 품질 관리 및 운용에 적용해야 한다^{[5][6]}. 사업용 통신 서비스와 비사업용 통신 서비스의 중요한 차별요소는 비용을 지불하는 서비스 가입자가 기대하는 비용에 상응하는 서비스 품질의 보장에 관한 것이며, 사업용 통신 서비스에서는 서비스 가입자가 느끼는 체감 품질이 가장 중요한 요소로 작용한다. 회선 접속 방식의 음성 서비스 또는 데이터 서비스의 서비스 품질은 통화 품질(음질과 데이터 속도)과 호 접속 성공률이 될 것이며, 패킷 데이터 서비스의 경우 서비스 속도, 응답시간 등이 될 수



<그림 1> SNR 등고선 과 AMC 속도 등고선 예제^[1]

주1) <그림 1~3>에서 적용한 SNR, Modulation 그리고 Rate은 실제와 다른 가상의 데이터임

있다. 이들 서비스 품질은 객관적인 설계 기준에 의하여 설정되고 구축 검증될 수 있어야만 공중망 서비스 사업자가 용이하게 통신망을 구축할 수 있고 서비스를 제공할 수 있다.

PSTN(Public Switched Telecommunication Network)과 Cellular 이동 전화 서비스 시스템이 제공하는 회선접속 방식의 음성 및 데이터 서비스는, 서비스 요구에 대한 호(Call Request) 접속이 이루어지면 일정한 품질의 회선/대역 자원을 가입자에게 고정 할당하여 서비스를 제공하고, 호 접속 품질을 결정하는 호 접속 성공률은 회선 교환 설비 용량 설계 Erlang공식에 따라 교환기의 자원과 무선 채널 자원을 확보함으로써 설계대로 보장된다. 즉, 회선 교환 접속 통신 서비스에서는 객관적인 서비스 품질 설계기준이 확보되어 적용되고 있음을 알 수 있다.

반면에, 고정 속도의 유무선 패킷 통신 서비스의 경우, 패킷 통신 서비스인 Frame Relay 서비스, ATM 서비스, xDSL, HFC Cable Modem, Metro Ethernet 서비스, CDPD, cdma2000 1x, 그리고 WCDMA 등의 공유 패킷 서비스 모델에 대해서는 회선교환 서비스의 Erlang 공식과 같이 명확한 서비스 용량 및 품질관리 지표가 없으나 Over-provision과 Over-subscription의 비율을 적절히 설정하여 설계하고 있으며, 참고 문헌[11]-[12]은 등가 속도 회선 채널 모델 ECR(Equivalent Circuit Rate)을 기반으로 Traffic Source Model에 따른 가입자 수용 용량과 개별 사용자의 체감 속도 품질을 설정하는 방법으로 가입자 패킷 서비스 시스템 설계 방식을 제안하고 있다.

그런데, [11]의 방식이 고정속도의 패킷 기술에 적용됨으로써 Over-provision과 같이 단순한 방식보다 정교한 설계 기준으로 QoS를 관리할 수 있으나, [11]의 방식은 기준 링크 속도 채널이 결정된 후에 적용할 수 있는 방식이므로, AMC 방식의 무선 시스템에 적용하고자 할 때 해당 시스템의 기준 링크속도를 구하는 것이 우선 요구됨을 알 수 있다. [11]은 AMC 방식이 적용되는 EDGE(Enhanced Data Rate for

GSM Evolution)의 최고속도 384 Kbps에 대하여 기준 링크속도로 설정하고 Source Traffic Model에 따른 가입자 수용 용량과 체감 ECR을 산출하였기에 EDGE셀 내에서의 평균 기준 링크속도에 대한 성능이 도출되어야 EDGE 시스템의 기지국 당 평균 가입자 수용용량이 산출 된다.

따라서, 본 기고문에서는 공중망 사업용 무선 패킷 서비스 시스템 특히 AMC 방식을 사용하는 시스템의 망 구축 설계시 고려되어야 할 변수로서, 가입자 체감 서비스 품질과 밀접히 연동되면서 사업자가 가입자 수용용량과 서비스 품질 등을 산정할 수 있도록 하는, 기지국의 단위 주파수 대역 당 총 평균 데이터 공급 용량 MDT(Mean Data Throughput), 가변속도의 링크 채널을 평균으로 환산한 가상의 평균속도 공유 패킷링크MSPL(Mean Shared Packet Link), 그리고 서비스 기지국 내에서의 기지국 위치별 서비스 속도 품질의 기준을 파악할 수 있도록 하는 UI(Uniformity Index) 들을 제안하고자 한다.

II장에서는 MDT와 MSPL을 제안하고 이를 이용한 가입자 수용용량 분석을 수행하며, III장에서는 고속 무선 패킷 시스템의 MSPL 속도의 서비스 품질을 평가할 수 있는 UI를 제안하고, IV장에서 고속 AMC 방식의 고속 무선 패킷 시스템에 요구되는 사항을 도출하고 결론은 맺는다.

II. 공중망 고속 무선 패킷 시스템 성능 및 가입자 수용 용량 분석

1. MDT(Mean Data Throughput)

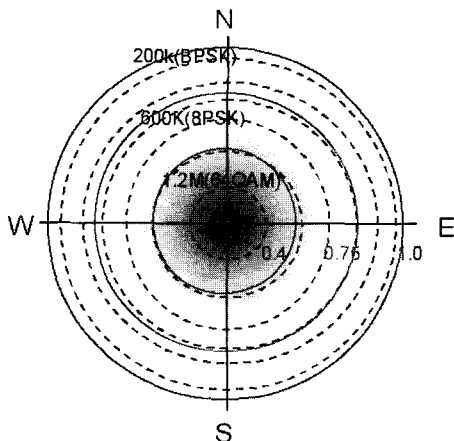
MDT는 AMC 방식의 무선 패킷 데이터 서비스 시스템의 평균 데이터 서비스 용량을 의미하는 것으로서, <그림 2>와 같이 서비스 셀 내부의 위치에 따라 서로 다른 서비스 속도를 제공하는 무선 통신 방식의 평균 성능 용량으로부터 데이터 가입자 수용용량을 계산하고 가입자별 제공

서비스 속도 등을 산출하기 위한 파라미터가 된다. 단일 방식의 데이터 속도를 제공하는 시스템이라고 할 경우 가입자별 서비스 속도와 동시 접속 가입자 수 등을 용이하게 산출하고 서비스 가입자 수용계획과 주파수 소요계획 등을 설계할 수 있으나, AMC 방식의 경우 서비스 속도의 기준과 동시 접속 가입자 속도 기준이 서비스 셀 내부의 위치에 따라 달라지게 되므로, 이들 위치 변수에 무관하게 AMC 방식의 주파수 채널 당 용량기준을 설정할 필요가 있으며 이 기준 파라미터를 MDT로 하고자 한다.

〈그림 2〉의 무선 패킷 모델이, 기지국 반경 1.0이고 1MHz 채널 대역폭을 갖는 무선 패킷 시스템의 1MHz 채널 당 제공할 수 있는 속도 및 symbol modulation 등고선이라고 가정할 때, 이를 참조하여 AMC 방식의 무선 시스템에서 기지국이 제공할 수 있는 데이터 용량을 살펴보자. 본 기지국 모델의 속도 등고선에서 표시된 데이터 채널의 속도는, 기지국 시스템이 단말과의 제어 채널을 별도로 유지하고 있어 다수의 가입자 단말이 공유하더라도 일정하게 유지된다고 본다. 참고로 WLAN의 경우 제어 채널과 데이터 전달 채널이 구분되지 않아 가입자 수가 늘어나면서 전체 속도 성능이 감소하는 구조이다^[13]. 모델 기지국이 제공하는 1MHz 패킷 채널이 최

대로 제공할 수 있는 데이터 속도는 중심부에서 1.2Mbps이므로 다수의 가입자 모두가 1.2Mbps 서비스 지역인 반경 0.40 내에 존재하는 경우 기지국이 제공하는 총 데이터 용량은 1.2Mbps이며 이 용량을 다수 가입자들이 분할 사용할 수 있다. 다른 경우로서 다수의 모든 사용자들이 반경 0.40과 0.75 사이의 600Kbps 서비스 지역 또는 반경 0.75~1.00인 200Kbps 속도의 서비스 지역에 각기 위치한 경우, 기지국이 제공할 수 있는 총 데이터 용량은 각기 600Kbps 또는 200Kbps가 되며, 이 용량을 다수 가입자들이 분할 사용하게 됨을 알 수 있다.

즉, AMC 방식에서는 서비스 사용자의 분포에 따라서 기지국이 제공하는 데이터 용량이 차이가 나게 되며, 기지국 용량 편차가 극단적인 경우 수배의 차이가 발생할 수 있음을 알 수 있다. 따라서, 기지국의 가입자 수용용량 설계와 가입자 서비스 속도 산정에서 셀 중심의 Peak Rate 1.2Mbps의 기준에 맞출 경우 과잉 설계가 되어 불필요한 자원의 낭비를 초래한다. 위와 같은 분석으로부터, AMC 방식의 무선 시스템 용량을 산출하는 방법으로, 가입자의 분포를 가정하여 통계적으로 접근하는 방법이 가장 효과적이라고 할 수 있다. 실제 공중망 서비스의 경우 특히 광역 셀 방식의 경우, 가입자의 분포는 Random하며, 가입자는 동시 접속 서비스 회선용량 보다 많이 확보하는 Over-subscription이므로, 위 모델에서 가정한 것과 같이 극단적으로 가입자가 쏠려 있는 상황은 없다고 할 수 있다. 따라서, 가입자 및 사용자들이 전체 셀 내에 균일하게 분포하고 있다고 가정하여 다음과 같이 MDT를 정의한다.



〈그림 2〉 3 Symbol Modulation에 따른 기지국 속도 등고선 및 기지국 반경

$$MDT = \left(N_s \times \sum_{i=1}^N R_i \times S_i \right) / \sum_{i=1}^N S_i$$

위 식에서, N_s 는 무선 기지국 섹터 수, N 은 Modulation Class 종류 수, R_i 는 i 번째 Modulation의 데이터 속도, S_i 는 i 번째 Modulation의 데이터 속도로 서비스를 제공하는 영역의 면적이다. MDT의 단위는 bps/Hz로서 채널 대역폭 당 데이터 속도가 된다. 즉, MDT는 셀 내부에

균일하게 분포하고 있는 전체 가입자가 균등하게 서비스 시간을 할당 받아 해당 위치에서 서비스를 받을 경우에, 기지국에서 제공할 수 있는 주파수당 평균 데이터 서비스 속도로 정의되며, 실제 셀 내부의 가입자가 나누어 사용해야 할 기지국이 제공하는 서비스 데이터 용량이다. <그림 2>의 기지국이 Omni 기지국이라고 가정하고 MDT를 구하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{MDT} &= 1.2 \text{ Mbps} \times (0.4 \times 0.4) + 600\text{k} \\ &\quad \times (0.75 \times 0.75 - 0.4 \times 0.4) + 200\text{K} \\ &\quad \times (1 - 0.75 \times 0.75) \\ &= 1200 \times 0.16 + 600 \times 0.4025 \\ &\quad + 200 \times 0.4375 \text{ Kbps} \\ &= 192 + 241.5 + 87.5 \text{ kbps} = 521 \text{ kbps} \\ &\Rightarrow 521 \text{ Kbps/MHz} \end{aligned}$$

위 결과로부터, <그림 2>의 모델 AMC 시스템이 Peak Rate 1.2Mbps를 제공하지만, 균등하게 분산된 대역이 사용자들에게 서비스를 제공할 때, 시스템이 공급하는 데이터의 평균량은 Peak Rate와는 다름을 보여주고 있으며, 하나의 자원을 다수의 사용자가 공유하여 사용하는 경우 시간 분할에 따라 고속의 Data Rate를 제공할 수 있는 자원활용은 극히 제한되어 실질적으로 개별 사용자가 고속 서비스를 지속적으로 받을 수 없음을 보여주고 있다.

MDT는 R_i 의 성능에 비례하므로 고속 Modulation을 적용할수록, 고속 Modulation 지역 비율이 클수록 높은 성능을 얻을 수 있고, 기지국의 Sector 수에 비례하여 좋은 성능을 보여준다. MDT는 무선 기지국의 소요 대역폭이 결정되면, Backhaul 설계와 가입자 수용용량 설계 등에 사용될 수 있으며, 무선 통신 시스템의 방식과 셀 크기 등에 무관하게 적용하여 서로 다른 기술 방식의 성능 비교 평가에 사용할 수 있는 장점이 있다. 서로 다른 무선 방식의 MDT를 산출할 경우는 주파수 재 활용률을 1.0으로 하고 다수의 기지국과 단말기가 운용되는 loaded 네트워크 환경

에서의 Modulation 속도 등고선을 사용하여, 서로 다른 시스템의 개별 특성에 경도 되지 않고 일관된 기준으로 시스템의 성능 및 용량을 비교 평가 할 수 있도록 한다.

2. MSPL (Mean Shared Packet Link)

MSPL은 AMC 방식의 패킷 무선 채널 링크를 등가의 고정속도 회선 채널로 대응하여 정의한 공유 패킷 채널로서, 기지국의 위치에 따라 변경되는 링크 채널 용량으로부터 MDT의 평균 용량을 산출한 것과 같이, AMC 방식의 무선 패킷 시스템에서 셀 내부의 위치에 따라 달라지는 무선 패킷 링크 속도를 평균 값으로 환산하여 단일 방식의 Modulation으로 대응시킨 것이다.

MDT가 기지국 총 공급용량 측면의 무선 망 설계 파라미터라면, 가입자별 서비스 제공 속도 측면에서 사용할 파라미터가 MSPL이다. 평균 속도 공유 패킷 링크 MSPL은 가상의 무선 공유 패킷 링크로 임의의 대역폭을 가지는 무선 패킷 채널로 정의한다. 따라서, 하나의 MSPL을 다수의 가입자가 공유할 때 개별 사용자가 MSPL 자원을 모두 사용할 경우 사용자가 받을 수 있는 최대 속도는 MSPL 대역폭의 최대 속도가 된다. MDT가 단위 채널 대역폭이 제공할 수 있는 평균 속도 용량으로 다수의 사용자가 공유한다는 점에서 MDT를 공유 패킷 채널 링크로 사용할 수 있으나, 셀 Edge에서의 최대 속도가 MDT 용량을 초과하지 못하므로 가입자가 받을 수 있는 설계상의 최대 속도의 범위와 실제 셀에서 보장 받을 수 있는 최대 속도범위를 일치 시키기 위하여 MSPL을 사용한다.

본 기고의 정의에 따라, MSPL을 Ethernet Link와 같이 다수의 사용자가 사용할 수 있는 가상의 패킷 링크로 생각하면, 무선 패킷 시스템의 MDT로부터 분할 제공할 수 있는 공유 패킷 링크 MSPL의 수량을 산출할 수 있고, 개별 MSPL 링크에 수용하는 가입자의 수에 따라 개별 가입자가 받을 수 있는 서비스 품질을 [11]의 방식으로 정확히 예측할 수 있다. <그림 2>의 무선 패킷 시스템의 MSPL을 200Kbps의 대역폭을 가

지는 링크로 할 때, 시스템의 사용자는 Traffic 사용모델에 따라 최대 200Kbps까지 서비스를 받을 수 있는 것이고, MSPL을 600Kbps의 대역폭으로 할 때 사용자는 최대 600Kbps까지 서비스를 받을 수 있음을 알 수 있다.

MDT의 평균 데이터 서비스 공급용량을 가지는 무선 패킷 시스템이 제공할 수 있는 평균 공유 패킷 링크 MSPL수는 다음과 같이 얻어지며, 이로부터 MSPL 링크에 접속되어 서비스를 받는 가입자 수와 이에 따른 QoS를 산출할 수 있게 된다.

$$\text{MSPL 수} = \text{MDT} / \text{Bandwidth of the MSPL}$$

〈그림 2〉의 예제에 적용할 때, 200Kbps MSPL은 2.6개, 600Kbps MSPL은 0.87개, 그리고 1.2Mbps MSPL은 0.43개의 링크 채널을 확보함을 알 수 있고, 이 모델의 서비스 수용 가입자 수는 MSPL의 채널에 Over-subscription 할 배수를 결정하거나(Packet traffic 사용자 모델을 결정하고 개별 사용자의 서비스 QoS를 고려하여) [11]에서 사용한 ECR을 MSPL로 대응시킨 후 사용자에게 제공할 Traffic Delay Model 과 체감 ECR을 적용하여 산출될 수 있다.

III. AMC 시스템의 UI와 사용자 QoS

공중망 사업자가 제공하는 통신 서비스는 사업자의 서비스 제공에 따른 이용자의 비용지불이 수반되며, 비용지불에 따른 서비스 품질의 보장이라는 명시적 또는 암묵적 합의가 존재한다. 그리고, 이러한 서비스 품질이 유지될 때 서비스의 지속적인 이용이 있다고 볼 수 있다. 따라서, 국내의 휴대 인터넷이나 공중망 무선 패킷 서비스를 제공할 때 이러한 서비스 품질 기준을 명확히 정의하고 사용자와 서비스 제공 사업자간에 명시적 또는 묵시적 합의가 지켜질 수 있도록 해야

하며, 이를 위하여 AMC 방식의 무선 패킷 시스템이 개별 사용자에게 공급할 수 있고 관리가 가능한 서비스를 규정해야 할 것이다.

1. 서비스 품질의 균일성

AMC 방식 무선 패킷 시스템의 MDT와 MSPL를 사용하여 기지국의 용량과 가입자 수용용량을 산출할 수 있도록 하는 방법을 제시하였는데, MSPL 속도를 기준으로 하여 가입자를 수용하고 서비스를 제공할 때, 해당 MSPL 속도에 의하여 서비스 받을 수 있는 품질을 판정 측정하는 척도로서 UI(Uniformity Index)를 다음과 같이 정의하고자 한다.

$$\text{UI(mspl)} = \text{MSPL 속도 mspl보다 높은 속도의 Cell 면적} / \text{전체 Cell의 면적}$$

위 수식으로부터, UI(mspl)은 MSPL의 속도에 따라 변경되어 0 보다 크고 1.0 이하인 수로서 표기되며, 전체 기지국 서비스 영역대비 MSPL의 기준속도로 서비스 가능한 지역의 비율을 나타내는 것이다. UI(mspl)은 AMC 방식에서 가입자에게 제공하고자 하는 평균 서비스 속도 mspl을 셀에서 제공할 수 있는 최고 속도(Peak Rate)로 높게 설정하는 경우 낮은 수치로 나오며, 평균 서비스 속도 mspl을 셀에서 제공할 수 있는 가장 낮은 속도(Cell Edge의 속도)로 할 경우 가장 높은 수 1.0으로 나오는 속성을 보여준다.

즉, UI는 제공하고자 하는 기지국의 MSPL속도에 대응한 셀 내부에서의 서비스 가능영역의 비율을 표시하는 것으로서, 이동하는 가입자에 대하여 서비스를 제공하는 휴대 인터넷 또는 공중망 무선 패킷 시스템의 속성상, 가입자가 셀내를 이동하면서 서비스를 받을 때 서비스 속도를 만족시킬 수 있는 영역의 크기를 서비스 품질의 지표로서 만든 것이다. 사업자가 제공하고자 하는 서비스 속도와 해당 속도로 서비스가 가능한 영역의 범위를 전체 면적에 대비하여 비율로 표

시하였고, 해당 서비스를 받을 수 있는 범위 내에서는 특정 서비스 속도를 균일하게 보장받을 수 있으므로, 이 비율을 Uniformity Index라고 할 수 있다.

〈그림 2〉의 모델에 UI를 적용할 경우, UI(200Kbps)는 전체 면적과 동일하므로, 1.0이 되고, 2.6개의 200Kbps의 MSPL 링크로 지지국내의 어느 곳에서나 서비스를 제공할 수 있음을 의미하며, UI(600Kbps)는 0.5625로 지지국내의 56% 범위 내에서만 가능한 서비스이며, UI(1.2Mbps)는 0.16으로 지지국내의 16% 지역 내에서만 가능한 서비스임을 표시한다. 결론적으로, UI는 AMC 방식의 가변 속도 시스템에서 사업자가 제시하는 서비스 속도와 서비스 가능 영역의 비율을 명시적으로 파악함으로써 사용자의 서비스 체감 품질을 예측할 수 있고 관리할 수 있는 지표로서 운용이 가능하다.

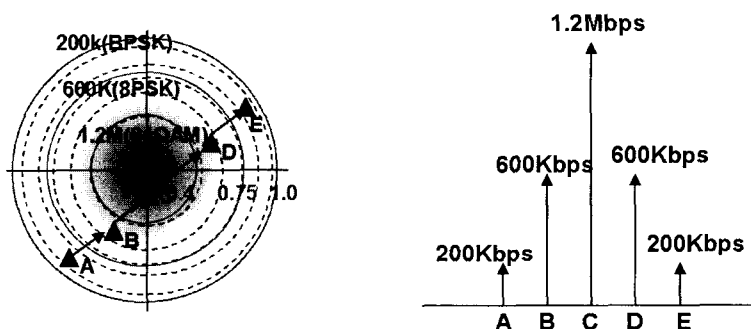
2. 사용자 QoS

〈그림 3〉은 AMC 방식의 무선 패킷 시스템의 특정 셀 영역에서 사용자가 이동하면서 서비스를 받는 경우 셀에서 이동한 경로와 각 경로의 위치에 따라서 시스템이 사용자에게 패킷 채널을 고정 할당하여 서비스할 수 있는 최대 속도를 보여 주고 있는데, 패킷 서비스 사용자가 증가하면 새로운 무선 채널을 추가하면서 동일한 서비스를 제공할 수 있으나 유한한 무선 채널 자원을 증가시키는 것에는 한계가 있으므로, 〈그림 3〉에서 보여주는 속도는 다수의 사용자가 채널 자원을

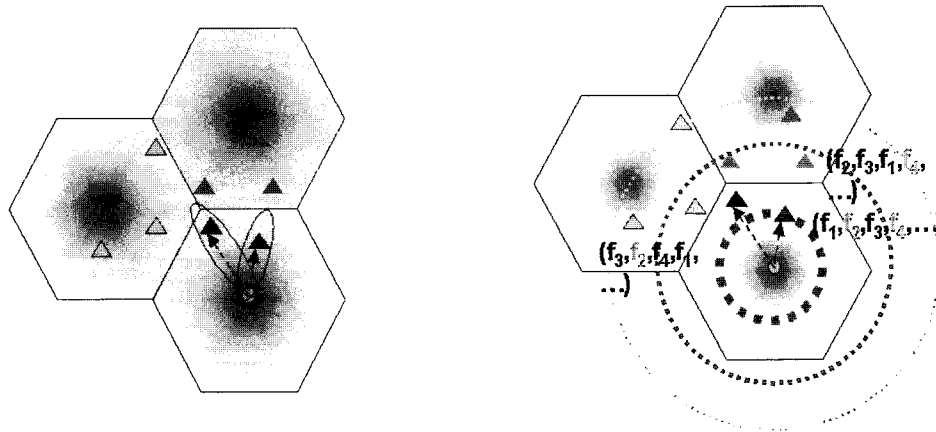
분할 하여 사용하는 개별 링크의 최대 서비스 속도를 의미하고, 이 속도 범위 내에서 각각의 개별 사용자에게 대한 QoS를 보장하기 위한 방안이 요구 된다.

공중망 무선 패킷 시스템은 가입자의 서비스 이용 시, 서비스 접속이 허가되면 가입자와 사업자간에 체결된 SLA(Service Level Agreement)에 근거하여 QoS를 보장해야 하며, 가입자의 QoS를 제어 관리하는 방식으로서 모든 사용자에게 공평한 서비스 기회를 제공하고자 하는 Fairness MAC과 서비스를 차별화 할 수 있도록 하는 Weighted Fairness MAC 방식 등이 제시되고 있는데^[44], 이 때 사용하는 기준 채널을 본 기고에서 정의한 MSPL로 함으로써 가입자별 QoS를 관리할 수 있음을 알 수 있다. 더불어, UI(mspl)의 지수 값이 1.0으로 되어 mspl 속도에 대한 100%의 품질 보장을 고려하는 경우, mspl 속도가 Cell Edge의 속도가 되어야 하므로, QoS 보장성 측면에서는 셀 Edge의 최소 링크 속도가 Cell Center의 최대 링크 속도보다 중요한 요소로서 작용하게 됨을 알 수 있다.

Fairness MAC으로 다수의 사용자들에 대한 균등한 서비스 속도를 제공하고자 할 때, 일정 Slot 구간을 기준으로 Rate를 고려한 Time Scheduling을 수행하여 저속의 사용자에게는 시간을 많이 할당하고 고속의 사용자에게는 시간을 작게 할당하여 전체 속도를 유지하는 방식이 효과적이는데, 〈그림 3〉 Cell Edge의 A와 E 위치의 사용자가 제공받을 수 있는 속도는, 자원을 지속



〈그림 3〉 AMC 방식의 무선 시스템의 서비스 위치에 따른 링크 최대 속도의 변화



(a) Adaptive Antenna 시스템 셀 (b) Standard Antenna 시스템 셀

〈그림 4〉 무선 시스템의 Intern-frequency interference pattern과 성능 밀도

적으로 할당받아 서비스 받을 때 최대로 받을 수 있는, 한계 속도이므로 이 속도 보다 높은 서비스를 제공하는 것은 불가능하며 결국 Cell Edge의 속도가 AMC 방식의 무선 패킷 시스템이 어느 위치에서든 보장할 수 있는 서비스 속도 기준이 되며, Cell 중심의 Peak Rate보다 Cell Edge의 Lowest Rate의 속도가 고속 인터넷 서비스 속도 품질을 결정한다고 할 수 있다.

결과적으로 Cell Edge의 속도가 높아지면 시스템의 성능이 좋아지는 것이며, Cell Edge 속도를 향상 시키는 효과적인 방식으로서 스마트 안테나 시스템이 있다. Adaptive Array Antenna 또는 Smart Antenna 시스템을 사용함으로써 기지국의 성능을 향상 시킨다는 사실은 잘 알려져 있으며^[5], 〈그림 4〉에서 보인 바와 같이 적응형 안테나 알고리즘이 신호 대 잡음비를 향상시키는 것과 더불어 동일 주파수 채널에 대한 간섭을 줄이는 효과를 통하여, 전체 셀내의 데이터 성능을 향상시키면서 동시에 Cell Edge의 data 속도의 향상도 가져오는 효과를 제공한다.

〈그림 4〉로부터 스마트 안테나 시스템은 셀 Edge 속도를 향상시키고 동일한 서비스 속도에 대하여 UI를 향상시켜 고속 무선 패킷 시스템에서는 필수적으로 요구되는 기술조건이 됨을 알 수 있다.

IV. 결 론

공중망 사업자용 무선 패킷 시스템은, Over-subscription을 통하여 서비스를 제공하게 될 것이고 이들 가입자들은 셀 내에 균등하게 분포되어 서비스를 사용한다는 가정에서, 휴대 인터넷 시스템 기술의 성능과 용량을 산출하는 방법과 서비스 품질 지표를 제안하였고, 이로부터 휴대 인터넷 시스템의 기술 요구 조건으로, AMC 방식의 시스템에서 High-rate Modulation에 의한 셀 평균 성능을 향상하는 것도 중요하지만 Cell Edge에서의 데이터 속도가 개별 사용자의 SLA에 의한 QoS를 향상시키는 데 중요한 요소로서 동작하며, 이 성능은 Smart Antenna 기술에 의하여 향상될 수 있음을 보였고 이에 따라 Smart Antenna 시스템은 고속 무선 패킷 시스템의 기본적인 요구 사항이 되어야 함을 확인하였다.

참 고 문 헌

- [1] IEEE802.20-PD-02 Mobile Broadband Wireless Access Systems: Approved

- PAR, 2002-12-11
- [2] C802.20-03/45r1 : Desired Characteristics of Mobile Broadband Wireless Access Air Interface, 2003-05-12.
- [3] 2.3GHz 휴대 인터넷 프로젝트그룹 (PG 05), TTA, www.tta.or.kr
- [4] 고 종석, "2.3GHz 휴대 인터넷 서비스," 2.3GHz 대역 활용 휴대인터넷에 관한 정책토론회, 국회 사이버 정보문화 연구회, 2003년 5월 14일
- [5] 박 순준, 임 병근, "2.3GHz 휴대 인터넷 사업 성공을 위한 시스템 요구사항과 표준화 방향," 제2회 TTA 핵심 표준기술 세미나 자료집, 73~84쪽, 2003년 3월 25일.
- [6] 임 병근, "2.3GHz 휴대 인터넷 성공을 위한 기술적 고려사항," 통신학회 2003년도 하계 종합 학술 발표 대회, 산학 특별 휴대 인터넷 세션, 2003년 7월 11일.
- [7] Brian Classon, et al, "Channel Coding for 4G Systems with Adaptive Modulation and Coding," IEEE Wireless Communications, Vol. 9, No. 2, April 2002, pp.8~13.
- [8] C. S0024, cdma2000[®] High Rate Packet Data Air Interface Specifications, 3 GPP2, TSG-C
- [9] Israel Koffman and Vincentzio, "Broadband Wireless Access Solutions Based on OFDM Access in IEEE802.16," IEEE Communications Magazine, Vol. 40, No.4, April 2002, pp.96~103
- [10] i-Burst Protocol Specification v1.2.0, ArrayComm, 2002
- [11] N. K. Shankaranarayanan, Zhimei Jiang, and Partho Mishra, "Performance of a shared packet Wireless network with interactive data users," Mobile Networks and Applications, Vol 8, June 2003, pp.279- 293.
- [12] N. K. Shankaranarayanan, Zhimei Jiang, and Partho Mishra, "User-perceived performance of Web-browsing and interactive data in HFC cable access networks," Proc. ICC 2001. Vol 4, June 2001, pp.1264-1268
- [13] Haitao Wu and et al., "Performance of Reliable Transport Protocol over IEEE 802.11 Wireless LAN : Analysis and Enhancement," Proc. IEEE Infocom 2002.
- [14] Liang Xu, et al., "Dynamic Bandwidth Allocation with Fair Scheduling for WCDMA System," IEEE Wireless Communications, vol. 9, No.2, April 2002, pp.26~32.
- [15] Ross D. Murch and Khaled Ben Letaief, "Antenna Systems for Broadband Wireless Access," IEEE Communications Magazine, Vol.40, No.4, April 2002, pp.76~83

저자 소개



임 병근

1984년 2월 한양대학교 전자공학과(학사), 1986년 2월 KAIST 전기 및 전자(석사), 1991년 2월 KAIST 전기 및 전자(박사), 1987년 1월~1995년 2월 : (주) 디지콤 정보통신 연구소, 1995년 4월~2002년 12월 : LG전자 연구소/책임연구원, 2003년 1월~현재 : LG전자 기간통신사업부/부장, 1998년 6월~2001년 12월 : 3GPP2 TSG-P, TSG-A WG Member, 1999년 1월~현재 : 전자공학회(IEEK) 학회지 편집위원, 1985년 1월~현재 : IEEE member, <주관심 분야 : 무선 이동통신 시스템, 무선 인터넷 IP 멀티미디어 서비스, 휴대 인터넷, Mobile IP 및 Cellular IP, All IP NGN>