

논문 2006-43TC-5-14

와이브로기반의 서비스영역 확대와 핸드오프 보장에 관한 연구

(The study for Increasing Service Coverage Area and Enhancing Handover in WiBro Networks)

박 지 호*, 오 영 환**

(Park Chi Ho and Oh Young Hwan)

요 약

이 논문은 휴대인터넷 통신 네트워크 구조 변경으로 커버리지 확대 및 음영지역 해소, 그리고 핸드오버 성능 향상에 관한 논문이다. 마이크로 셀 내의 RAS(Radio Access Station)를 중심으로 SS(Subscriber Station)와의 거리가 멀어질수록 전파감쇄로 인하여 통신환경의 질이 64QAM, 16QAM 그리고 QPSK로 떨어지게 된다. 그 결과 Throughput의 저하는 물론이고, 여러 면에서 통신 품질의 질도 떨어지게 된다. 실제로 휴대인터넷의 대부분의 지역은 환경이 좋지 않은 QPSK 지역으로 사용자 대부분은 이러한 지역에서 휴대인터넷을 사용하게 된다. 그 결과 사용자들은 많은 불만을 가지게 될 것이다. 이런 셀 내의 통신 환경으로 인한 문제점을 해결하기 위하여 RS(Relay Station)를 적용하여 셀의 커버리지 확대는 물론이고, 통신환경을 향상시켜 핸드오버 호 블록킹 성능 향상을 시키는데 그 목적이 있다.

Abstract

This thesis deals with solutions such as coverage area extension, reduction of the shadow region and performance enhancement of handover caused by structural modification of WiBro network.

The More far the distance of RAS(Radio Access Station) and SS(Subscriber Station) is in micro cell, the more bad the quality of channel environment becomes owing to radio interference. Consequently, it causes the deterioration of the throughput and also the deterioration of communication quality in many sides. In fact, most users of WiBro are located in the region, the QPSK region which is bad in point of channel quality. It brings the service complaint by user. We select RS(relay station) to solve the matter caused by channel environment in this cell, and extend coverage and improve the performance of handover call blocking.

Keywords : WiBro, Relay Station, Handover

1. 서 론

와이브로는 기존 커버리지가 작고 이동성에 대한 지원이 결여된 무선 랜의 단점을 극복하기 위하여 제안된 IEEE802.16e에 기반한 기술로 중, 저속의 이동성과 50Mbps정도의 전송속도를 지원한다. 기존의 무선랜보다 큰 커버리지를 제공하지만 셀룰러 시스템보다는

커버리지가 작으므로 셀룰러 시스템보다 많은 음영지역이 발생할 수 있다. 초기 망 구축시 건설할 수 있는 RAS(Radio Access Station)의 수가 제한되어 있으므로 훨씬 많은 음영지역이 발생할 수 있다. 와이브로에서 전파감쇄로 인하여 RAS로부터 멀어질수록 SS(Subscriber Station)에서 수신되는 SNR값이 낮아지므로, lowest AMC(Adaptive Modulation Coding) level(QPSK)을 사용하여, 와이브로 시스템의 throughput을 떨어뜨리는 가장 큰 원인이 된다. 멀티 홉 릴레이 기술은 셀 가장자리의 음영지역에 RS(Relay Station)를 설치함으로써 기존의 셀 커버리지를 확장시킬 수 있다. 셀 커버리지를 확장하기 위하여 사용되는 기술로는 Dummy RS(Relay Station), Pico BS(Base Station)등

* 정희원, 대구경북과학기술연구원 (DGIST)

** 정희원, 광운대학교 전자통신공학과 (Dept. of Electronic and Communications Engineering Kwangwoon University)

접수일자: 2006년1월10일, 수정완료일: 2006년5월16일

이 있다. Dummy RS는 단순히 SS에서 전송되는 신호를 증폭하여 RAS로 재전송하는 중계기 역할에 불과하다. Pico BS는 핫스팟 혹은 음영지역에서 용량증대 및 커버리지 확장용으로 사용되는 작은 커버리지 소형 기지국이다. 단일 RAS의 와이브로 시스템에서 셀 가장자리의 사용자는 열악한 전파 환경에서는 대역이용효율이 낮은 변조기법을 사용함으로 throughput이 저하된다. RS를 설치하면 셀 가장자리에 위치하는 사용자는 RAS로부터 수신신호가 약하더라도 RS로부터 높은 수신신호를 받을 수 있으므로 대역효율이 높은 변조기법을 사용할 수 있다. 와이브로 시스템에서 채택된 핸드오버 방식은 하드 핸드오버 방식으로 목표 RAS에서의 핸드오버 신청이 지연되는 경우 핸드오버가 실패할 가능성이 높다. 따라서 와이브로 시스템에서의 호 블로킹 확률이 높을 것으로 예상된다. RS를 사용하면 핸드오버 발생지역에서 하드 핸드오버의 성능을 향상시킬 수 있다.

II. 본 론

2. 1 와이브로 이론

와이브로는 정보통신부에서 WLL로 할당된 2.3GHz 주파수 대역을 Portable Internet용으로 고시하였다. TTA에 Portable Internet Project Group(PG05) 신설을 승인하였다. 얼마 후 TTA PG05를 PG302로 명칭을 변경하고, Portable Internet을 와이브로로 명명하였다. 정보통신부에서 와이브로 표준으로 IEEE802.16 + 5가지 요구사항을 결정하였다. 그 사항으로는 시속은 60km로 이동시 최소 하향 512kbps, 상향 128kbps의 전송속도와 9MHz 이상의 채널대역폭, 사업자 장비간 로밍 가능, 시분할(TDD) 방식, 주파수 사용계수는 1이다.

와이브로의 기본 요구사항은 아래와 같다.

- 첫째 2.3GHz 라이선스 밴드를 사용한다.
- 둘째 OFDMA PHY단일 모드만을 지원한다.
- 셋째 최대 60km/hr의 이동성을 지원해야 한다.
- 넷째 IEEE802.16e에 포함된 성능 향상 기준 중 일부만을 사용한다.

다섯째 핸드오버(Break before Make), 슬립모드, 아이들 모드, FRSS를 지원한다.

와이브로 시스템 파라메타는 표 2-1과 같다.

여기서 사용된 부반송파 개수=데이터 부반송파 개수 + 파일럿 부반송파 개수이다.

와이브로 프레임 구조는 그림 2-1과 같다,

표 2-1. 시스템 파라메타
Table 2-1. System parameter.

변 수	변 수 값
시스템 대역폭	8.75MHz
샘플링 주파수(F_s)	10MHz
샘플링 간격($1/F_s$)	100nsec
FFT 크기(N_{FFT})	1024
사용된 부반송파 개수	864
데이터 부반송파 개수	768
파일럿 부반송파 개수	96
부반송파 주파수 간격	9.765625kHz
유효 심볼 시간($T_b = 1/\Delta f$)	102.4us
CP 시간($T_g = T_l/8$)	12.8us
OFDMA 심볼 시간 ($T_s = T_b + T_g$)	115.2us
TDD 프레임 길이	5ms(42심볼)

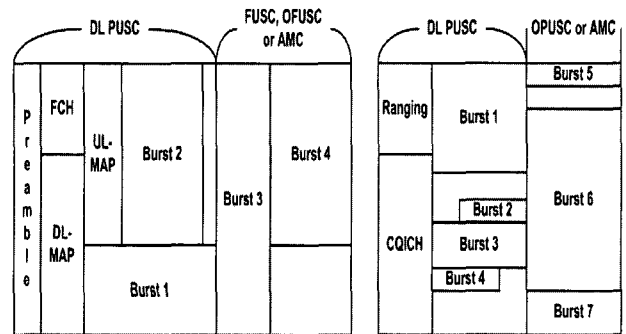


그림 2-1. 와이브로 프레임 구조
Fig. 2-1. Frame structure of WiBro.

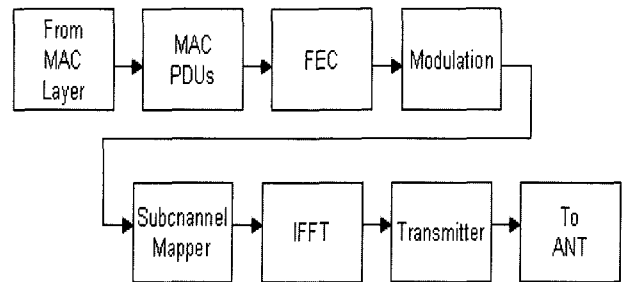


그림 2-2. 송신 신호 흐름도
Fig. 2-2. TX signal flow.

와이브로의 다운링크 맵과 업 링크 맵에는 다운링크와 업 링크의 버스트 넘버에 대한 정보가 들어있다.

와이브로 송신 신호 흐름도는 그림 2-2와 같다.

2. 2 와이브로의 시스템 아키텍처

와이브로 네트워크에 대한 구조는 그림 2-3과 같다.

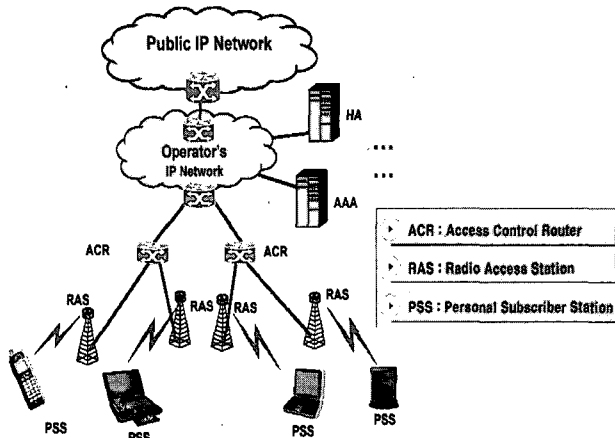


그림 2-3. 와이브로 네트워크
Fig. 2-3. Network of WiBro.

와이브로의 네트워크 구조는 ACR(Access Control Router)과 증계기로 RAS(Radio Access Station)을 두고, 이동 단말기로 PSS(Personal Subscriber Station)를 갖는 네트워크 구조를 이루고 있다.

RAS의 정의로는 아래와 같다.

- 첫째 SS의 연결, 관리, 및 제어기능을 제공하는 일반화된 장치의 집합.
- 둘째 Serving RAS로 임의의 SS에 대하여, 초기 네트워크 진입 절차 또는 핸드오버 동안 SS가 최근에 등록을 수행한 RAS.
- 셋째 Target RAS로 SS가 핸드오버의 마지막 과정에서 등록을 하려고 하는 RAS로 정의 한다.

SS의 정의는 아래와 같다.

- 첫째 가입자 장치(subscriber equipment)와 RAS 사이의 연결성을 제공하는 일반적인 장치들의 집합.
- 둘째 MSS(Mobile Subscriber Station)으로 모빌리티를 지원하는 이동단말 장치이다.

2. 3 Relay Station의 필요성

2006년 휴대인터넷 서비스가 본격적으로 개시될 예정이다. 셀룰러 시스템과 마찬가지로 초기 구축되는 RAS의 수가 제한되어 현재 셀룰러 망과 같은 전 지역 서비스를 제공하기 어려울 것으로 예상된다. 따라서 서비스를 받지 못하는 음영지역이 많은 지역에서 발생하며, 셀룰러 시스템에서 증계기를 사용하는 이유와 마찬가지로, 와이브로 시스템에서도 이러한 음영지역을 커버할 수 있는 RS 연구가 절실히 필요한 시점이다. 와이브로 시스템에서 지원하게 될 주 서비스는 데이터 서비스로 셀룰러 시스템에서 주로 지원하던 음성 서

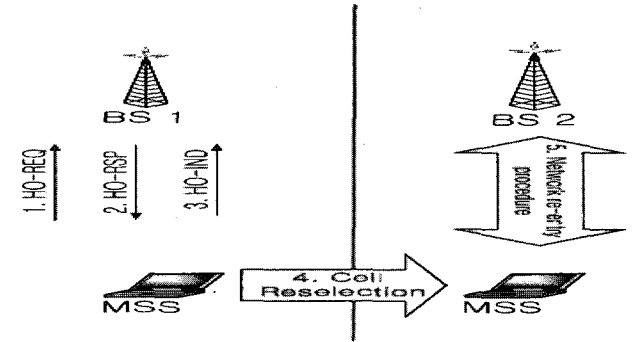


그림 2-4. 와이브로 망에서의 핸드오버 절차
Fig. 2-4. Handover procedures in WiBro network.

스와는 다른 특성을 갖고 있다. 즉, 음성서비스는 일정한 데이터율만 지원되면 서비스 지원이 가능하지만, 데이터 서비스는 서비스 종류에 따라서 요구되는 데이터율이 상이하하며, 셀 내 전 지역에서 다양한 서비스를 지원할 수 있어야 한다. 따라서 서비스의 균등성을 유지하기 위해서 와이브로 셀 가장자리에 위치하는 SS도 높은 데이터율을 전송받을 수 있도록 하는 기술이 필요하다. Dummy RS의 경우 커버리지는 확대할 수 있지만, 다중 셀에서 신호 간섭을 증가시키는 단점이 있다. Pico BS는 커버리지 내의 용량을 증대시키고, 마크로 셀 가장자리에서의 전송율을 향상시킬 수 있지만, BS의 모든 기능을 탑재하여야 하므로 복잡도가 높다. 따라서 BS의 일부 기능만을 탑재함으로써 복잡도가 낮은 Smart RS기술에 대한 개발이 필수적이다. 와이브로 시스템의 최대 throughput은 50Mbps이다. 와이브로 시스템에서 SS와 RAS사이의 거리, shadowing, 다중 경로등의 전파환경의 영향으로 셀 가장자리에 위치한 사용자들은 lowest AMC level(QPSK)를 사용하게 된다. 따라서 RAS 근처에 있는 SS는 높은 전송율을 지원받을 수 있지만 셀 가장자리에 위치한 SS는 훨씬 낮은 전송율을 지원받게 되며, 이는 실제 시스템에서 시스템의 effective throughput를 떨어뜨리는 가장 큰 원인이 된다. 따라서 실제 시스템에서 throughput를 향상시킬 수 있는 방법에 대한 제시가 필요하다. 그림 2-4는 와이브로 망에서의 핸드오버 절차를 나타낸다.

와이브로 시스템에서 셀 가장자리에 위치한 사용자가 전파환경이 나쁘다고 판단되면 우선 원래 RAS와의 링크를 단절하고 이동하려는 RAS와 새로운 링크를 설정하는 하드 핸드오버 방식을 사용한다. 이러한 핸드오버 방식에서 셀 가장자리에 위치한 SS가 새로운 RAS로부터 수신하는 전파환경도 나쁘게 되면 호 블로킹이 발생하게 되며 이는 와이브로 시스템의 GoS(Grade of

Service)를 현저히 떨어뜨리게 된다. 따라서 와이브로 시스템에서 핸드오버가 발생하는 경우 핸드오버 성능을 향상시킬 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다. 와이브로 시스템의 셀 반경이 셀룰러 시스템의 셀 반경보다 작으므로 셀룰러 시스템과 같은 전 지역을 서비스하면 상당한 개수의 RAS가 필요하게 된다. 비즈니스 측면에서 최소의 RAS를 구축하면서 질 좋은 서비스를 제공할 수 있는 방법에 대한 제안이 필요하다. IEEE802.16에서도 상기와 같은 문제점을 인식하고 이러한 문제점을 해결할 수 있는 방안을 찾기 위하여 IEEE802.16내에 relay SG를 결성하고 멀티 홉 릴레이 방식에 대한 연구를 진행하고 있는 중이다. 하지만, 현재 연구진행 초기 단계로 기술표준안이 상정된 상황이 아니며, TG가 출범하여 표준화 활동이 활발히 진행될 것으로 예상된다. 와이브로 시스템에서 RS기술은 대부분이 무선 네트워크에서 필요한 요소 기술로서 3.5G/4G시스템으로도 확장가능하다.

2. 4 제안한 Relay Station의 설명

와이브로 네트워크에 릴레이 스테이션을 적용한 망을 그림 2-5에서 보여준다.

그림 2-5의 네트워크 환경은 한 셀의 범위를 나타낸다. 셀 커버리지는 마이크로 셀로, 이 경우 RAS를 중심으로 SS의 커버리지 및 변조 방식에 따른 throughput을 나타내고 있다. RAS를 중심으로 근접 지역까지는 64QAM 변조방식으로 최대 50Mbps의 throughput을 낼 수 있다. 하지만 RAS를 중심으로 거리가 멀어질수록 16QAM에서 QPSK로의 변조 방식이 변하는 오토 모듈레이션 방식으로 throughput이 떨어진다. 핸드오버의 경우 셀의 가장자리에서 일어나므로 호 블록킹이 자주

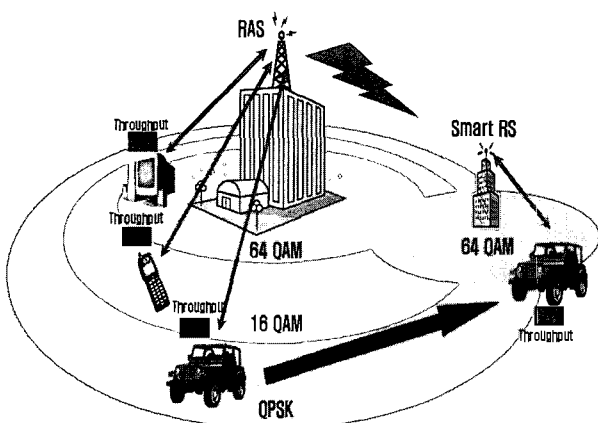


그림 2-5. RS 네트워크 구조
Fig. 2-5. Relay Station network structure.

일어나 통신 품질을 저하시키는 요인이 되고 있다. 또한 그림 2-5에서 알 수 있듯이 셀 내의 대부분 지역은 QPSK 변조 방식을 사용함을 알 수 있다. 이는 대부분의 범위에서 통신 품질이 양호 하지 않은 상태임을 알 수 있다. 이러한 이유로 RS를 설치하여 통신 환경의 개선이 이 논문의 요지이다. 통신 환경이 나쁜 범위를 RS를 사용하여 64QAM 변조방식을 사용할 수 있게 하여 throughput 향상은 물론이고, 셀의 범위를 확장시킬 수 있으며, 음영지역 또한 해결 할 수 있고, 가장 문제 시 되고 있는 셀 가장자리 부분에서 이루어지는 핸드오버의 경우 많은 호 절단이 있었지만 RS를 사용하여 핸드오버의 호 절단율을 향상시킬 수 있다.

2. 5 핸드오버 호 절단 확률 개선

핸드오버가 요구되는 최대 저하 인터벌은 일반적으로 분산으로부터 결정해야 한다. 만약 핸드오버 요구 시간이 served되는 중요한 최대 허용시간에 도달하면, 핸드오버는 실패하게 된다. 대기행렬 핸드오버 요구 각각에 대해 현재의 전력 레벨은 각 SS에 대한 최대 허용 저하 인터벌로 나누어진 timer값으로부터 계산된다. SSs로부터 모든 대기행렬 요구는 전력레벨에 따라서 저하된다. 그림 2-6은 어떻게 핸드오버가 결정되는지 보여준다.

그림 2-6의 시스템은 핸드오버 임계값으로서 파일럿 신호세기를 사용한다. 즉, 셀의 영역은 순방향 링크의 파일럿 신호의 크기에 따라 결정되며, 전체 수신 전력 밀도에 대한 파일럿 신호의 세기는 식 2-1과 같다.[1,2,3,4,5]

$$\frac{E_c}{I_t} = \frac{\zeta_p p_t^c L(\gamma) G_c G_m}{(N_0 W)_m + I_{oc}(\gamma) W + I_0(\gamma) W} \tag{2-1}$$

$$= \frac{\zeta_p p_t^c T(\gamma)}{(N_0 W)_m + I_{oc}(\gamma) W + I_0(\gamma) W}$$

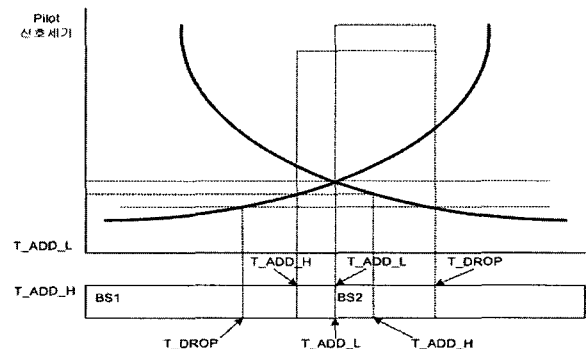


그림 2-6. 핸드오버 개념
Fig. 2-6. Concept of handover.

- ζ_p : 파일럿 신호에 할당된 기지국 전력의 비율
- p_t^c : 기지국 전력 증폭기단의 출력
- $(N_0 W)_m$: 이동국 LAN에서의 열잡음
- $I_{oc}(\gamma)$: 셀 간섭 전력 밀도
- G_c, G_m : 기지국 안테나 이득 및 이동국 안테나 이득
- $L(\gamma)$: 경로 손실
- $T(\gamma)$: 전송 손실
- W : 채널 대역폭

시스템에서 핸드오버 확률은 2개의 RAS로부터 도달하는 파일럿 신호의 세기가 통신 가능한 값(T_DROP)보다 크고, 핸드오버가 시작되는 임계값보다 크게 되는 확률로서 기지국 1과 기지국 2로부터 이동국으로 수신되는 파일럿 신호 세기를 $\frac{E_{c1}}{I_t}, \frac{E_{c2}}{I_t}$ 라하고, 핸드오버가 시작되는 파일럿 신호에 대한 임계값을 T-ADD, 핸드오버가 종료되는 임계값을 T_DROP이라 할 때 식 2-2와 같이 계산된다.^[5,6,7]

$$\begin{aligned}
 P_h &= \Pr \left[\frac{E_{c1}}{I_t} > T-DROP, \frac{E_{c2}}{I_t} > T-ADD \right] \\
 &= \left[1 - Q \left[\frac{10 \log \{ (\zeta_1 / T-DROP) - 1 \} - m_{z1}}{\sigma_{z1}} \right] \right] \quad (2-2) \\
 &= \left[1 - Q \left[\frac{10 \log \{ (\zeta_2 / T-DROP) - 1 \} - m_{z2}}{\sigma_{z2}} \right] \right]
 \end{aligned}$$

단, $E_{c1} = \frac{\zeta_1}{1 + 10^{\frac{z_1}{10}}}$

Z_1 : 이동국에 수신되는 기지국1의 신호에 대한 간섭 신호로서 기지국으로부터 수신되는 대수 정규 분포를 갖는 간섭 신호들의 합에 대한 상용 대수 값

Z_2 : Z_1 과 동일하게 정의 됨

$\sigma_{z1}, \sigma_{z2}, m_{z1}, m_{z2}$: Z_1, Z_2 의 평균과 표준편차

위의 정의로부터 $T[t_0, t_1]$ 은 각 핸드오버에 대한 최대 허용 저하 인터벌 시간이고, $T[t_0, t_2]$ 은 대기행렬에서 현재 기다리는 시간을 나타낸다. 핸드오버 요구에 대한 확률 $P[ps_0, ps_2]$ 는 비율 $\frac{T[t_0, t_2]}{T[t_0, t_1]} = \frac{P[ps_0, ps_2]}{P[ps_0, ps_1]}$ 로 결정된다. $\frac{P[ps_0, ps_2]}{P[ps_0, ps_1]}$ 는 각 SS에 대한 전력저하

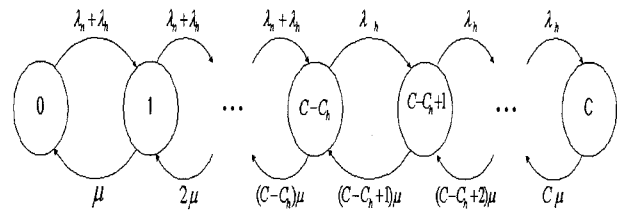


그림 2-7. 상태 천이도
Fig. 2-7. State-transition diagram.

인터벌의 비율로부터 계산된다.

일반적으로 M/M/1 시스템은 고객들의 도착이 포아송 과정으로 일어나고 서비스 시간들이 지수분포를 따르는 시스템으로 결국 다음과 같은 출생, 사멸률을 갖는 출생 사멸과정이다. 전 이율 다이어그램은 그림 2-7과 같다.

$$\lambda_c = \lambda (c \geq 0), \quad \mu_c = \mu (c \geq 1) \quad (2-3)$$

따라서 출생 사멸과정의 안정 상태 식 2-3으로부터 다음을 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned}
 P_0 &= \left[1 + \sum_{c=1}^{\infty} \left\{ \frac{\prod_{j=0}^{c-1} \lambda_j}{\prod_{j=1}^c \mu_j} \right\} \right]^{-1} = \left[\sum_{c=0}^{\infty} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^c \right]^{-1} \\
 &= 1 - \frac{\lambda}{\mu} = 1 - \rho \quad (2-4)
 \end{aligned}$$

$$P_c = \frac{\prod_{j=0}^{c-1} \lambda_j}{\prod_{j=1}^c \mu_j} P_0 = \left(1 - \frac{\lambda}{\mu} \right) \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^c = (1 - \rho) \rho^c \quad (2-5)$$

식 2-4와 2-5를 통합하면 식 2-6과 같다.

$$P_c = (1 - \rho) \rho^c \quad (c \geq 0), \quad \left(\rho = \frac{\lambda}{\mu} \right) \quad (2-6)$$

따라서 위의 식을 이용하여 다음의 값들을 구한다. 임의시점에서의 평균 고객 수는 식 2-7과 같다.

$$\begin{aligned}
 L = E(N) &= \sum_{c=0}^{\infty} c P_c = \sum_{c=0}^{\infty} c \rho^c (1 - \rho) \\
 &= \frac{\rho}{1 - \rho} = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} \quad (2-7)
 \end{aligned}$$

2차 모멘트는 식 2-8과 같다.

$$E(c^2) = \sum_{c=0}^{\infty} c^2 P_c = \sum_{c=0}^{\infty} c^2 (1-\rho)\rho^c = \frac{2\rho^2}{(1-\rho)^2} + \frac{\rho}{1-\rho} \quad (2-8)$$

임의시점에서 서비스 받고 있는 고객 수 N_{serv} 의 평균은 식 2-9와 같다.

$$L_{serv} = E(N_{serv}) = 0 \cdot P_{idle} + 1 \cdot P_{busy} = \rho \quad (2-9)$$

이는 실행로드와 같다. 임의시점에서의 평균대기 고객 수는 식 2-10과 같다.

$$L_q = E(c_q) = \sum_{c=1}^{\infty} (c-1)P_c = \frac{\rho^2}{1-\rho} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)} \quad (2-10)$$

이는 $L - L_{serv} = L - \rho$ 로부터 구할 수 있다.

임의고객의 평균대기 시간은 Little의 법칙으로부터 식 2-11을 구할 수 있다.

$$W_q = E(T_q) = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)} = \frac{\rho}{\mu(1-\rho)} \quad (2-11)$$

Little의 법칙에 의하면 평균 체재시간 W 는 식 2-12와 같다.

$$W = E(T) = \frac{L}{\lambda} = \frac{1}{\mu-\lambda} = \frac{1}{\mu(1-\rho)} \quad (2-12)$$

또는 식 2-13과 같이 구할 수 있다.

$$W = W_q + E(S) = W_q + \frac{1}{\mu} \quad (2-13)$$

핸드오버 호 강제 종료 확률은 일반적으로 Erlang B Formula로 호 블록킹 확률과 같다. 일반적으로 birth-death process로 부터 확률 분포 P_j 는 식 2-14와 같다.

$$P_j = \frac{\rho^j}{j!} P_0 \quad P_0 = \left[\sum_{k=0}^c \frac{\rho^k}{k!} \right]^{-1} \quad (2-14)$$

핸드오버 블록킹 확률 P_{BH} 는 식 2-15와 같다.

$$P_{BH} = P_c = \frac{\rho_h^c}{c!} P_0 \quad (2-15)$$

여기서 ρ_h 는 $\frac{\lambda_h}{\mu}$ 이고, c 는 전체 채널이다.

핸드오버가 성공할 확률은 식 2-16과 같다.

$$P_H = P_r\{T_M > T_h\} = \int_0^{\infty} [1 - F_{TM}(t)] f_{T_h}(t) dt = \int_0^{\infty} e^{-\mu M t} f_{T_h}(t) dt \quad (2-16)$$

핸드오버가 성공하고, 는 블록킹 호의 횟수를 정수 random variable K 로 정의한다. 서비스 지역은 셀 사이즈보다 훨씬 크다. K 에 대한 확률 함수는 식 2-17과 같다.

$$P_r = \{k=0\} = (1 - P_n) + P_n P_{fh} \quad (2-17)$$

k 는 생존 기간 동안 성공적으로 핸드오버하는 는 블록킹의 수이다.

핸드오버 호 블록킹 확률은 $P_{BH} = \sum_{k=0}^{\infty} P_{c+k} P_r$ 또

는 $P_{BH} = \sum_{k=0}^{\infty} P_{c+k} P_{\frac{BH}{k}}$ 이고, 핸드오버 평균 전송률

은 $\lambda_{hc} = \lambda_h (1 - P_{BH})$ 로 나타낼 수 있다.

각 기지국에 수용된 핸드오버 호가 블록킹 당할 확률은 기지국의 상태가 $j=c$ 일 때이다. 그러므로 핸드오버 시도 실패 확률 P_{BH} 는 식 2-18과 같이 나타낼 수 있다.

$$P_{BH} = \frac{\rho^{cp} \rho_h^{cp} \rho_{JH}^c}{c!} P_0 \quad (2-18)$$

여기서 $\rho_{JH} = \frac{\lambda_{JH}}{\mu} = \frac{\lambda_h}{\mu} = \rho$ 이고,

$\rho_h = \frac{\lambda_h}{\mu} = \frac{\alpha\rho}{1+\alpha}$ 이다.

$\lambda_h = \frac{\mu\alpha\rho}{1+\alpha}$ 이고, 셀당 핸드오버 호의 평균 시도율을 나타낸다. 트래픽 변동 변수를 α 로 놓는다.

IV. 결 과

그림 2-8은 핸드오버 호 블록킹 확률이 0.01과 0.05일 때의 채널 효율을 구하였다. 10얼랑부터 30얼랑까지의 구간에서 채널수에 의한 채널효율을 나타낸 것이다. 각 구간에서 핸드오버 호 블록킹 확률 0.01과 0.05를 만족하기위한 채널수로써 채널이 많을수록 효율이 증가함을 알 수 있다.

참고 문헌

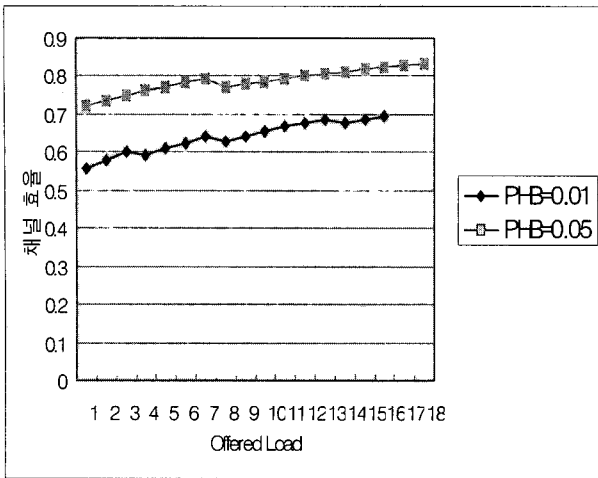


그림 2-8. 채널 효율
Fig. 2-8. Channel efficiency.

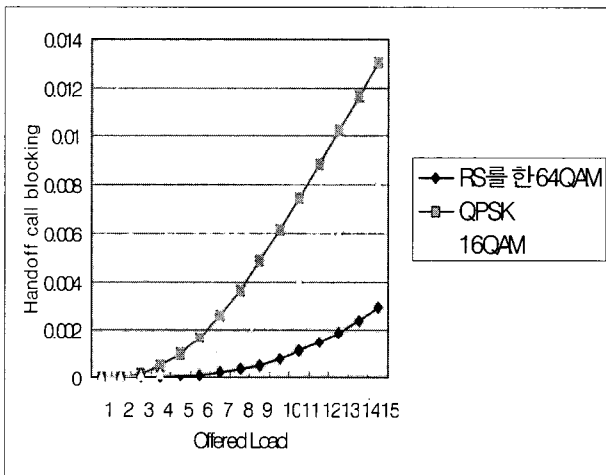
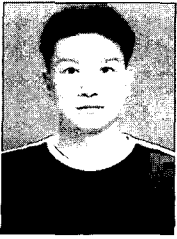


그림 2-9. 핸드오버 호 블록킹 확률
Fig. 2-9. Handover blocking probability.

위의 수식들을 이용하여 그림 2-9와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 위 결과에 의하면 RS를 적용하지 않은 상태의 셀 가장자리의 환경 상태를 16QAM인 상태에서의 핸드오버 블록킹 확률을 산출 하였다. 또 다른 하나로는 마찬가지로 RS를 적용하지 않은 상태의 셀 가장자리의 환경상태를 QPSK인 상태에서의 핸드오버 블록킹 확률을 산출 하였다. 위의 두 경우 모두 다 블록킹 확률이 위의 결과에서 보듯이 높게 나왔다. 하지만 RS를 적용한 상태에서 셀 가장자리의 환경 상태를 64QAM인 상태에서 핸드오버 블록킹 확률을 산출한 결과 평균적인 0.01%보다 훨씬 적어 핸드오버 블록킹 확률을 향상시킬 수 있었다. 위의 결과에 이어서 다음 논문에서는 RS를 적용하였을 경우 throughput 향상과 커버리지의 확대에 대한 논문을 쓰려고 한다.

- [1] M. Naghshin and A. S. Acampora, "QoS Provisioning in Micro-Cellular Networks Supporting Multimedia Traffic," Proc. of IEEE INFOCOM. 95, Boston, pp 1075~1084, April. 1995.
- [2] D. Jong and S. S. Rappaport, "Traffic Model and Performance Analysis for Cellular Mobile Radio Telephone Systems with Prioritized and Nonprioritized Handoff Procedures," IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. VT-35, No. 3, pp77~92, Aug. 1986.
- [3] R. Guerin, "Queueing-Blocking System with Two Arrival Streams and Guard Channel." IEEE TransComm. Vol. 36, No. 2, pp153~163, Feb. 1988.
- [4] D. M. Lee, S. Y. Lim, S. C. Lim, H. Lee, "Performance Analysis of Handoff Scheme Using Prioritized Queueing in CDMA Cellular System," MoMuC 4th International Workshop on Mobile Multimedia Communications pp447~450, Oct. 1997.
- [5] Woo-Yong Choi, " A New Soft Handoff algorithm with the Pilot Signal Threshold Adjustment according to the Speed of the Mobile Station," 한국통신학회논문지, Vol. 24, No. 4A, pp547~553, Apr. 1998.
- [6] Fernando J. Velez, Luis M. Correia, "Capacity Trade-offs in Mobile Broadband Systems using Guard Channels for High Mobility Handover," IEEE Mobile Radio Comm. Vol. 2, pp749~753, Sep. 1998.
- [7] In-Hang Chung, Ming-Ching Yen, "performance Analysis of Hybrid-Switched integrated Voice/Data Cellular Radio Systems with Prioritized Handoff Voice Channels and Diversity Data Reservations," IEEE ICUPC'95, pp883~887, Apr. 1995.
- [8] Sirin Tekinay, Bijan Jabbari, "Analysis of measurement Based Prioritization Schemes for Handovers in Cellular Networks," IEE Globecom-92, Vol. 1 pp1~4, Feb. 1992.

저 자 소 개



박 지 호(정회원)
 1998년 남서울대학교 정보통신
 공학과 학사 졸업.
 2001년 광운대학교 전자통신
 공학과 석사 졸업.
 2003년 광운대학교 전자통신
 공학과 박사 수료.

현재 대구경북과학기술연구원 IT 연구부 연구원
 <주관심분야 : 이동통신, 무선 네트워크, USN>

오 영 환(정회원)
 대한전자공학회 논문지
 제 42권 TC편 제5호 참조
 <주관심분야 : 통신망>