

# RTD 방식을 이용한 CDMA 기지국 Traffic 분석에 관한 연구

정회원 조 옹\*, 진 용 옥\*\*

## The Research of the CDMA Base station Traffic Analysis for Using the RTD Method

Ung Jo\*, Yong-ohk Chin\*\* *Regular Members*

### 요 약

이 논문은 CDMA 이동전화 기지국의 통화량(Traffic) 분석을 위한 연구이다.

RTD(Round Trip Delay)는 기지국과 이동국 사이의 통화로 구성 소요시간을 계산하는 하나의 개선된 방법이다.

RTD 방식을 이용하여 무선통신 구간에서 발생하는 통화로 접속시간을 계산하고, 하나의 기지국(교차교)에서 실험을 실시하여 실제거리와 RTD 값의 차이를 비교 분석하였다.

또한 CDMA 기지국(BTS) Traffic과 중계기(BTS로부터 RF를 직접 분기하여 호를 처리) 사이의 Traffic을 구분하기 위한 하나의 방법으로 RTD 방식을 제안하였고, 이를 확인하기 위해 기지국의 중계기 수신단에 일정한 지연(임의의 Delay) 소자를 삽입하여 모국(BTS)과 자국(중계기)의 수신신호 시간 차이(Gap)에 의한 Traffic 분석 실험을 통해서 그 유효성을 입증하였다.

### ABSTRACT

This paper aims at analyzing the traffic of CDMA base station. RTD(Round Trip Delay) method, used for the study, is one of the developed tool for calculating the call setup time between the BTS(Base Station Transceiver Subsystem) and mobile station.

We compare the calculated call setup time in air with the field experiments.

And we suggest the RTD method for dividing the traffic of the connected repeater from that of the BTS, and we can testify it by the experiment which analyze the difference of the received time between the base station and the repeater including the forced delay elements.

### I. 서 론

이동전화 시스템에서는 서비스 coverage 확장 및 도심의 폭수한 지역(터널, 지하공간, 건물내부, 통화량 증가에 의한 음영지역)에 대한 통화품질 개선 및 Traffic 분산을 위해서 기지국(BTS)을 건설하거나 환경여건을 고려하여 중계기를 주로 설치한다. 중계

기의 장점은 소형, 경량으로 설치시간이 단축되고, 설치가 편리하여 사용이 확대되는 추세에 있다.

일반적으로 중계기는 BTS의 RF 상태에서 직접 분기하여 통화로를 구성하는 방식으로 개발되어 호 처리를 위한 자원을 기지국 채널카드에서 공유하게 되어 있어서 모국인 BTS의 통화와 자국인 중계기의 Traffic이 구분되지 못하는 구조를 가지게 되었다.<sup>[1]</sup>

\* SK Telecom 생산전략팀(Woong@sktelecom.com)

\*\* 경희대학교 전기공학과 교수

논문번호: 99406-1209 접수일자: 1999년 12월 9일

이러한 기지국 시스템에 RTD(Round Trip Delay) 방법을 사용하여 BTS와 중계기의 통화량을 분석하는 하나의 방법을 제안하고 실험을 통하여 실용성을 증명하고자 한다. 먼저 RTD의 이론적 근거를 설명하고, 실험을 통하여 이를 증명하며, 중계기 수신단에 일정한 임의의 Delay 값을 주어 수신신호의 도착시간 차이에 의해 모국과 자국의 통화를 구분하고자 한다.

RTD 방식을 이용한 CDMA 기지국의 Traffic 분석은 종전에 일반적으로 실시하던 기지국 또는 sector 단위의 통화량 분석보다 세밀하고 객관적이며 체계적인 통화량 분석이 가능하게 함으로써 무선망 엔지니어링을 한 단계 끌어올리는 효과가 있다. 이러한 효과는 궁극적으로 무선망의 통화량을 예측하는 능력을 향상시키고 특히 event에 대한 적절한 대처가 가능할 뿐만 아니라 통화량 증가의 특성을 명확히 구분해 내어 대처함으로써 시스템의 용량을 증대하는 효과가 있고, 아울러 비용절감의 효과도 상당히 크게 나타날 것으로 기대되는 분야이다.

현재 진행중인 RTD방식을 이용한 연구 분야는 CDMA 시스템에서의 이동국 위치추적 서비스 개발 및 cell간의 call drop 문제를 해결하는 하나의 solution으로 연구중이다. 또한 특정 event에 대한 통화량 증가를 세분화하여 효과적으로 대처하는 능력을 향상 시켜서 용량 부족으로 인한 서비스 중단 및 수입감소를 최소화 하는 연구가 활발하게 이루어지고 있다.<sup>[2][3]</sup>

## II. 본 론

### 1. CDMA 이동전화 시스템

이동전화 시스템은 교환기, 전송장비, 기지국 장비, 단말기(이동국) 등 크게 4가지로 구성되어 있고, CDMA 기지국은 디지털 모듈과 RF 송신 모듈, 그리고 안테나로 구성되어 있으며, 안테나는 360° 반경을 알파(α), 베타(β), 감마(γ) 3개의 방향을 갖는 3 sector로 구성되어 있다. 일반적으로 기지국의 주요 기능은 이동국과 통신을 주고받고 교환국으로 메시지 전송 송수신하는 역할을 담당한다. 보통 셀(cell)이란 특정 기지국이 양호하게 이동국의 호출 처리할 수 있는 구역을 의미한다. 또한 기지국(800Mhz대)에서 서비스 할 수 있는 구역은 보통 반경 5~6Km(시외지역, 대도시: 0.5Km~1Km)로 제한되어

있으므로 여러 개의 기지국이 하나로 연결되어 전체가 하나의 통화권을 이룬다. 이렇게 하나의 통화권을 이루기 위해서는 기지국과 기지국 사이에 서비스 영역을 중첩시켜서 이동국이 움직이는 기지국으로 통신회선이 계속 유지되도록 신호를 전달하는 과정이 필요하게 되는데 이를 Hand-off(통화중 채널 전환)라고 한다.<sup>[4][5][6]</sup>

일반적으로 하나의 기지국 건설비용은 5억~10억이 소요되므로 서비스 영역내에서 새로 발생된 운영지역(육내 및 고층건물 주변 불량), 지하공간, 지하철 등에는 비용 측면에서 저렴한 중계기를 용도별로 다양하게 개발하여 사용하고 있다. 이러한 중계기는 그림1과 같이 기지국장비의 RF 부분에서 직접 분기하여 연결되는 형태로 접속된다.

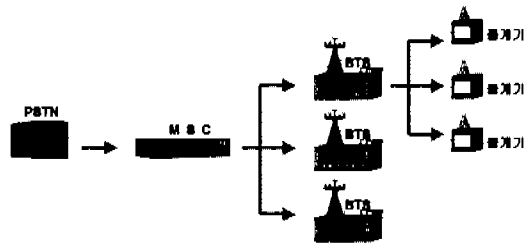


그림 1. CDMA 이동전화 시스템 구성도

### 2. 기지국과 중계기의 H/W 구성

기지국은 이동국이 하나의 cell 반경을 벗어나도 인접한 다른 cell에서 통화가 계속 유지되도록 지형 환경과 최번시 통화량을 예측(계산)하여 기지국을 건설하게 된다. 일반적으로 기지국을 건설하여 통화권을 확보하여도 주변환경의 변화(고층건물 신축, 도로신설)와 통화량의 증가는 서비스 구역의 변화(축소)를 초래하게 되고 이는 서비스 불량지역(운영 지역)이 발생하는 원인이 된다.

뿐만 아니라 이동국이 점차 지하철, 터널, 지하공간, 아파트 등 생활공간으로 확대되고 서비스 품질 경쟁이 심화되면서 기존의 기지국만으로는 서비스가 불가능한 특정지역에 적합한 다양한 장비가 개발되어 설치 운용되고 있다. 이러한 장비는 설치가 용이하고 저렴하게 제작되도록 되어 있으나 무선망 Traffic 분석을 전혀 고려하지 않고 개발되었다. 따라서 중계기의 호 처리는 기지국 장비에 연결되어 처리되고 있다.<sup>[6]</sup>

기지국의 주 장비인 BTS와 중계기는 그림2(RX 구성도)와 같이 BTS의 RF 상태에서 분기되어 주로

패케이블로 중계기와 직접 연결된다.

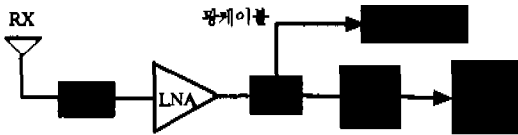


그림 2. 중계기 RX Path 구성도

BTS와 중계기의 Traffic 구분은 BTS 채널카드에서 가능하므로 중계기에서는 통화를 구분 할 수 없는 시스템 구조를 가지고 있다.

### 3. CDMA 기지국의 Traffic 처리

기지국은 하나의 cell로 대별되며 일정지역 내에서 독립된 서비스를 담당하기도 하고 다른 기지국과의 중첩 지역에서 다른 지역으로 움직이는 이동국의 통화가 계속 연결되도록 신호의 세기를 비교하여 통화로 구성이 지속되도록 하는 역할을 담당하고 있다.<sup>[7]</sup>

기지국의 호 처리는 BTS의 채널 카드에서 Traffic을 분석할 수 있으며 RF 상태에서는 물리적으로 제공하는 통화로의 역할만 한다. 따라서 무선망 엔지니어링에서는 기지국의 통화량과 설비의 용량을 비교하여 기지국의 시설용량을 증가(FA 증파)시켜서 통화가 적절하게 유지되도록 용량을 확보해야 한다. 그러나 기지국 전설비용이 과다하고 설치장소 확보에 어려움 많아서 편리한 중계기가 다양하게 개발되어 활용되고 있다. 일반적으로 중계기는 단독 cell을 구성하지는 못하고 BTS에서 RF를 분기하여 사용하는 방식으로 개발되어 Traffic 분석이 불가능하다. 일반적으로 중계기의 통화량 분석은 중계기 개통 이전의 통화량과 개통 이후의 통화량을 비교하는 정도의 대략적인 분석 방법을 사용해 왔고 개통 후에는 Traffic 분석이 불가능하다. BTS 구조는 안테나 단위로 채널카드를 할당하여 데이터를 분석하도록 구성되어 있어서 안테나 방향에 대한 통화량 분석은 가능하나 특정 대상에 대해서는 분석이 불가능한 구조를 가지고 있다. 따라서 BTS에 중계기를 접속하는 경우에는 설비의 통화량을 효과적으로 검증하지 못하여 BTS 또는 중계기의 용량과 대상 서비스 지역의 객관적인 통화량 비교가 불가능하여 용량 이상의 통화량에 대한 대처가 지연되고 원인분석도 어렵게 된다. 이러한 현상은 환경변화가 많고 특히 event(경기장 등)가 많은 지

역에서 통화폭주가 나타나며 전화사용이 불가능하게 되는 원인이 된다.<sup>[8]</sup>

cell과 cell 사이를 지나가는 이동국이 통화 채널을 계속 유지 시켜서 통화가 지속되어야 하나 특정 cell의 용량이 부족하게 되면 call drop이 발생하는 원인이 된다. cell과 cell 사이의 중첩지역이 최적화되었다 하더라도 CDMA 장비는 통화량에 따라서 RF Power를 제어하므로 결국 통화량이 많아지면 통화 채널의 출력이 감소하여 결국 서비스 구역이 감소하게 되는 결과가 된다. 기지국은 RF Power를 공유로 제어하여 Traffic과 이동국의 거리에 따라서 출력을 적절히 조절하는 기능을 가지고 있으나 일정 수준이상으로 통화량이 증가하면 원거리 이동국 RF에 할당하는 출력을 자동으로 낮춘다. 이러한 종합적인 무선망 엔지니어링은 가입자의 호 습성, 기지국의 용량, 지형특성, 예상 Traffic 및 기지국간의 RF 중첩지역 등에 의해서 좌우된다. <sup>[9][10][11]</sup>

### 4. Round Trip Delay(RTD)

#### 1) RTD 개념

RTD는 이동통신 시스템에서 기지국이 이동국에서 보낸 메시지를 수신한 기지국 시각( $t_b$ )과 이동국이 그 메시지를 송신한 이동국 시각( $t_c$ )의 차이로 정의된다.

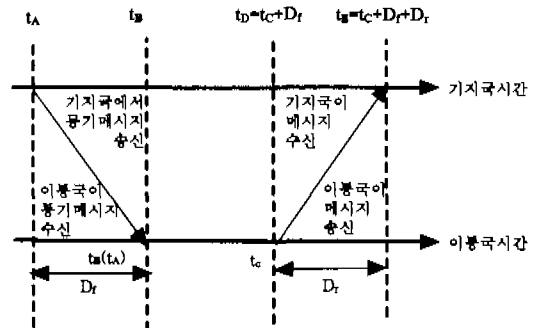


그림 3. Round Trip Delay

RTD를 구하는 것은 기지국의 Access channel에서 이루어진다. 그림3은 전파가 공간을 전파하는데 소요되는 시간만을 고려하였고, 기지국과 이동국의 송수신경로 Delay는 반영하지 않았다. CDMA 이동통신 시스템은 기지국과 이동국의 시간 동기는 필수적이다.

동기를 맞추기 위하여 기지국은 기지국 시각( $t_a$ )

을 동기채널 메시지로 이동국에 전송하고, 이동국은 이 메시지의 기준시각( $t_A$ )에 이동국의 시간( $t_B$ )을 맞춘다. 그런데 동기 채널 메시지가 자유공간을 전파에 실려 전송되기 때문에 기지국과 이동국 사이의 거리를 자유공간에서의 전파속도로 나눈  $D_f$  만큼의 시간지연이 발생하고, 그 결과 이동국 시간은 기지국 시간보다  $D_f$  만큼 늦다.

이동국은 기지국으로 송신하는 모든 종류의 메시지에 송신시각을 이동국 시각( $t_C$ )으로 포함시킨다. 이동국이 송신한 메시지가 이동국과 기지국 사이의 거리를 전파 속도로 나누면  $D_f$ 이 되고, 기지국 시각  $t_E$ 에 기지국에 도달하므로 다음 식(1)에 의하여 RTD를 구한다.<sup>[11]</sup>

$$RTD = t_E - t_C = D_f + D_r \quad (1)$$

## 2) RTD 모델

RTD를 거리로 환산하기 위하여 제시한 기지국과 이동국의 통신구간에서 소요되는 시간 계산 모델이다. RTD는 기지국의 Channel Element에서 계산되기 때문에 전파가 자유공간을 지나가는 시간외에도 기지국과 이동국의 송수신 경로에서 소요되는 시간을 포함한다.

기지국 송신경로와 수신경로의 소요 Delay를 각각  $D_{B1}$ ,  $D_{B2}$ 로, 이동국 송신경로와 수신경로의 소요 Delay를 각각  $D_{M1}$ ,  $D_{M2}$ 로 정의한다. 그리고 순방향과 역방향의 Air Delay를 각각  $D_{A1}$ ,  $D_{A2}$ 라고 하면  $D_f$ 와  $D_r$ 은 다음 식(2)와 같다.

$$D_f = D_{B1} + D_{A1} + D_{M1}, \quad D_r = D_{B2} + D_{A2} + D_{M2} \quad (2)$$

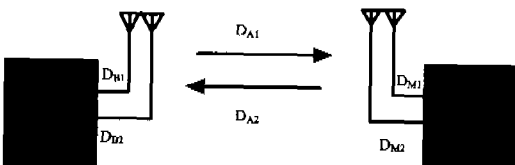


그림 4. RTD 모델

따라서 RTD는 식(1)과 식(2)에 의해서 식(3)과 같이 주어진다.

$$RTD = D_f + D_r = D_{B1} + D_{A1} + D_{M1} + D_{M2} + D_{A2} + D_{B2} \quad (3)$$

그런데 기지국과 이동국이 실시간 시스템이기 때

문에 기지국과 이동국의 송수신 경로에서의 소요시간은 거의 일정하다. 따라서  $D_{B1}$ ,  $D_{B2}$ ,  $D_{M1}$ ,  $D_{M2}$ 의 합을 상수  $D_C$ 로 식(4)와 같이 근사할 수 있다.

$$D_C = D_{B1} + D_{B2} + D_{M1} + D_{M2} \quad (4)$$

한편 동기채널 메시지가 기지국의 안테나에서 이동국의 안테나까지 전파되는데 소요되는 시간  $D_{A1}$ 은 동기채널 메시지가 송신되는 시점에서의 기지국과 이동국 사이의 거리  $d_1$ (미터)을 전파속도  $c$ (미터/초)로 나눈 값이고, 이동국에서 송신하는 메시지가 이동국 안테나에서 기지국 수신안테나로 전파되는데 소요되는 시간  $D_{A2}$ 는 이동국이 메시지를 송신하는 시점에서의 기지국과 이동국 사이의 거리  $d_2$ (미터)를 전파속도  $c$ (미터/초)로 나눈 값이다.  $D_A$ 는 기지국 안테나와 이동국 안테나 사이의 전파소요 시간  $D_{A1}$ 과  $D_{A2}$ 의 합이다.

CDMA 이동통신에서 사용하는 대역확산 코드는 1초에  $1.2288 \times 10^6$ 번 변화하는 비트열이다. 한 비트가 차지하는 시간인 칩(chip)에 대하여 기지국 채널카드는 1/8칩 단위로 RTD를 구하기 때문에 RTD는 다음과 같다.

$$RTD = D_C + D_A = D_C + (d_1 + d_2)/c \times 8 \times 1.2288 \times 10^6 \text{ [1/8 chip]} \quad (5)$$

여기서  $d_1$ 과  $d_2$ 가 동일하다고 가정하면 식(6)과 같다.

$$RTD = D_C + D_A = D_C + 2d \times 8 \times 1.2288 \times 10^6 \text{ [1/8 chip]} \quad (6)$$

이 식을 공간거리  $d$ 로 정리하면, 다음과 같다.

$$d = 15.259 \times (RTD - D_C) \text{ [미터]} \quad (7)$$

## 5. Round Trip Delay 실험 실형

### 1) DC 값의 측정

기지국과 이동국간의 실제거리와 RTD의 값을 정확히 알면,  $D_C$ 의 값을 계산할 수 있다. 이를 위해, 전파의 반사가 적은 Open Area에 위치한 고층교 기지국에서 실험을 실시하였다.  $D_C$ 값은 자유공간을 전파하는 지연시간 이외의 기지국 장비 및 단말기의 특성차이에 따라 발생하는 변동 값이므로 안테나와 직선거리이면서 가장 가까운 위치(10m이내)에서 실시하여 자유공간 오차를 최소화 하도록 하였

다.(10m의 전파 지연시간 0.0333 $\mu$ s는 동일 조건으로 고려하지 않았음)

기지국 장비는 LG 시스템을 사용했고 단말기(이동전화기)는 4가지 종류를 대상으로 했다. 통계자료는 지정된 4개의 전화번호를 시스템에서 RTD값이 자동계산 되도록 했으며, Dc값의 정확도를 높이기 위해서 단말기 각각에 50회 이상 반복 측정된 값이 식(8)과 같다. Dc값 측정의 또 다른 방법으로 Preamble PN offset과 Preamble Window length를 이용하여 장비의 고유 Delay를 측정하거나 장비제작사의 실험특성을 활용할 수 있으나 본 논문에서는 고려하지 않았으며, 측정방법 및 장비의 특성에 따라서 상수 Dc값은 다소 차이를 나타낼 수 있다.

$$Dc : 268 \sim 272(0 \times 10c \sim 0 \times 110) \quad (8)$$

측정 Dc의 중간 값인 270을 적용할 경우 RTD를 공간거리로 환산하는 식은 다음 식(9)와 같다. 이때 Dc값의 최대 오차범위는 4(286~272)이고, 환산거리 오차는 식(9)에 대입하면 약 60 미터( $d = 15.259 \times 4$ )의 오차를 내포하는 것으로 나타났다.

$$d(\text{미터}) = 15.259 \times (RTD - 270) \quad (9)$$

2) 이동국에 따른 RTD 편차 분석

기지국과 이동국 사이의 거리가 같더라도, 이동국에 따라서 RTD의 값은 조금씩 다를 것이다. 이동국에 따른 RTD 값의 분포를 측정하기 위하여 기지국으로부터 820m 떨어진 지점에서 4대의 단말기를

사용하여 RTD 의 값을 반복 측정된 분포도는 (표 1)과 같다.

표 1. 이동국에 따른 RTD 분포

293-0011	77	329.4	4.4	914
293-5020	50	325.4	1.9	852
293-8509	40	315.7	4.0	705
775-0011	40	326.4	2.9	869

(표1)로부터 기지국과 이동국간의 거리가 동일하여도 이동국에 따라서 RTD 값의 차이가 나는 것을 확인할 수 있다. 이번 실험 결과 이동국의 경우 RTD 값은 15, 환산거리는 최대 115m의 편차를 보였다.

3) 이동국의 FA별, 섹터별 통화 분포

기지국과 이동국 사이의 거리를 RTD 값으로 구할 수 있다. RTD를 이용하여 통화분포를 분석하기 위하여 서울시내 3개(서울역, 고척교, 중앙) 기지국을 선정하여 가입자의 통화에 대하여 실험을 실시하였고, 그중 아래 그림5(FA별 분포도)와 그림6(섹터별 분포도)은 서울역의 FA별, 섹터별 통화분포 데이터를 보여주고 있다. 이러한 기지국 데이터는 기지국에서 발생한 전체 통화량을 집계한 통화량으로써 기지국(BTS)과 중계기의 통화량이 혼합되어 나타나고 있음을 알 수 있다.

시 료 명 : FA별

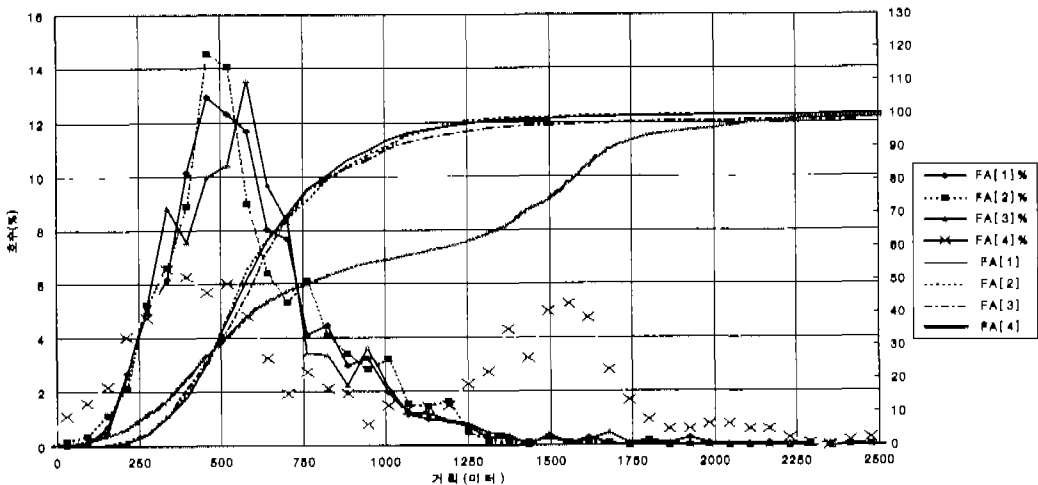


그림 5. 서울역 FA별 통화분포

따라서 기지국에서 혼합된 상태로 나타나는 통화량을 RTD를 활용하여 구분하고자 하는 것이다.

그림5는 서울역에서 4개의 주파수(FA1,2,3,4)를 대상으로 실험한 데이터 분포도이며 누적분포함수(CDF : Cumulative Distribution Function)와 확률분포함수(PDF : Probability Distribution Function)로 나타내고 있다.

4개의 주파수 모두 500m~700m의 거리에서 가장 통화가 많이 이루어지고 있고, 4번째 주파수는 1,500m 지점에서 다수의 call이 발생한 것으로 나타나 있으며 1,000m 지점에서 call이 감소하는 특징이 있다. 따라서 주변 환경을 고려한 기지국 장소 선정 및 안테나 방향 결정이 중요함을 나타내고 있다.

주변 환경(고층건물, 주변 언덕, 강, 도로방향)에 따라 다소 차이는 있으나 3개의 주파수는 1,000m 이내에서 95%의 통화가 이루어지고 있고 4번째 주파수는 1,000m 이내에서 55%, 1,750m 이내에서 97%의 통화 분포를 나타내고 있다.

그림6은 서울역 기지국을 중심으로 360° 방향을 알파( $\alpha$ ), 베타( $\beta$ ), 감마( $\gamma$ ) 3개의 sector로 구성된 실험 데이터이다. 기지국을 기준으로 알파 방향은 1,130m, 베타 방향은 1,700m, 감마 방향은 1,230m 이내에서 95%의 통화가 이루어졌다. 반경의 거리가 짧은 감마의 경우는 서울역에서 가까운 주변에

통화량 분포가 집중되어 있음을 알 수 있고, 반경이 길게 나타난 베타의 경우는 안테나 방향과 도로의 방향이 일치함을 알 수 있다.

그림 5와 6에서 나타난 결과는 RTD를 활용한 이동국의 거리, 방향, 위치 및 세분화된 통화량 구분이 95% 이상의 신뢰도로 분석 가능함을 보여 주고 있다.

### 5. 지연 소자를 활용한 중계기 Traffic 분석

대전 서남쪽에 위치한 부사동 기지국은 소형 상가와 주거지물 대상으로 서비스하고 있으며, 도심에서 대체적으로 평균에 가까운 통화량을 처리하는 기지국이다. 기지국 안테나는 3 sector로 구성되어 있고 RF 중계기가 설치 운용 되고 있다. 이번 실험은 베타 섹터에서 분기하여 기지국 지하층(직선 거리10m)에 설치된 중계기의 Traffic을 구분하기 위해서 아래의 조건을 기준으로 하여 실험을 실시하였다.

- 1) 실험 장소: 부사동 기지국(대전)
- 2) 실험 방법: 임의의 Delay를 주어 5시간 3,807 Call 누적 Data 수집
- 3) 모의실험 구성도(20 $\mu$ s의 Delay 소자를 부착하여 실험 조건 구성)
- 4) 실험 결과

서울역 섹터별

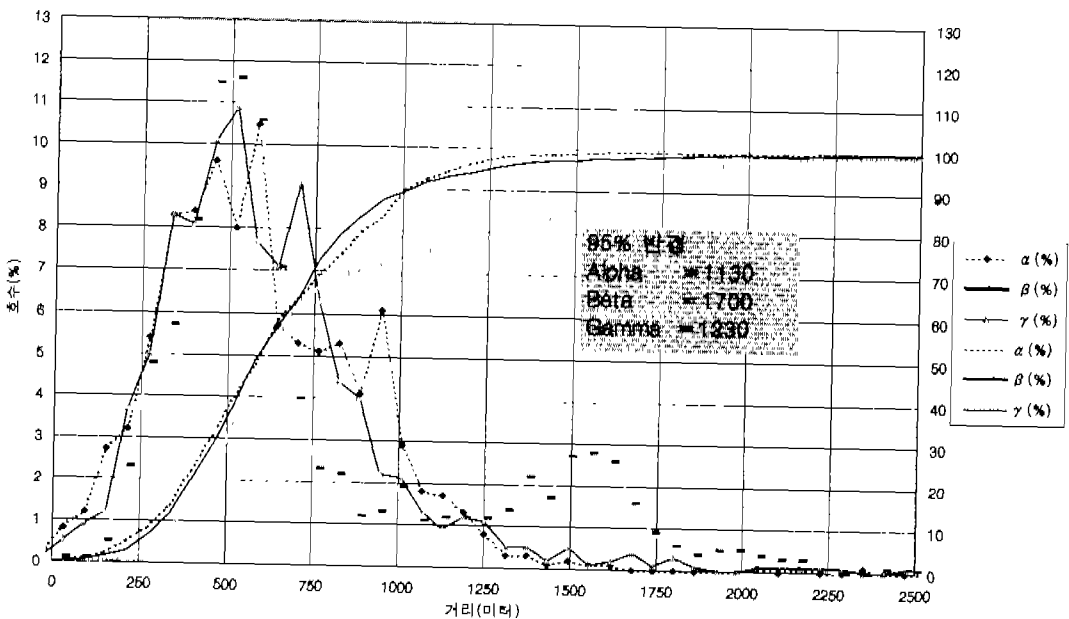


그림 6. 서울역 섹터별 통화분포

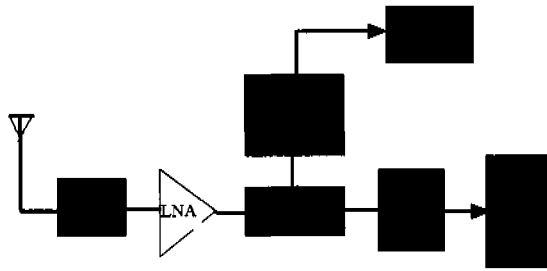


그림 7. 중계기 모의실험 구성도

부사동 기지국에서 5시간 동안 실험을 통하여 얻은 기지국과 RF 중계기의 통화량 구분은 그림8과 같다. 기지국의 통화량은 총 3,807호, BTS에 수신된 통화량은 2,579호로 500m~3Km 사이에 분포되어 있으며, 750m 지점에서 1,406의 호가 집중되어 있다. 중계기의 통화량은 1,213호로 4.5Km~6.5Km 사이에 분포되어 있고 5.8Km 지점에서 975호가 집중되어 있다. 그러나 중계기의 통화거리의 수신단에 접속한 지연 값(20μ) 만큼을 거리를 가감하여 계산(약4Km)한 지점이 될 것이다. 따라서 중계기 수신단에 시간지연을 시키기 이전의 기지국과 중계기의 통화는 0.5~2.5Km에서 중복되어 나타남을 알 수 있다. 이번 실험은 전체 통화량 중에 99.61%인 3,792 call을 유효하게 분석하였으며, 해당 범위에서 벗어나는 오차는 0.0039%인 15 call에 불과했다. 이러한 통화량 구분은 전체에 비하여 무시해도 무관할 정도의 오차범위이다. 따라서 중계기 수신(RX)단에 임의의 지연시간을 만들어서 효과적으로 통화량을 분석할 수 있다는 결과를 얻었다.

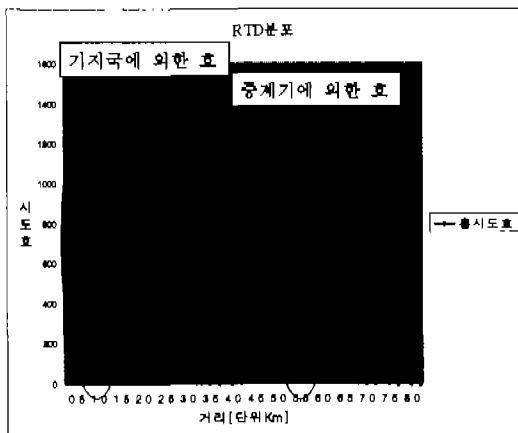


그림 8. 임의의 지연시간에 의한 통화량 분포

## II. 결론

CDMA 기지국과 이동국(이동전화) 사이의 메시지 전송시간을 RTD 모델로 정의하였고, 식(7)과 같이 정리하였다. 이러한 이론적 근거를 바탕으로 서울 시내 3개 기지국(서울역, 고척교, 중앙)에서 3일간 실험을 실시하여 ① 상수 Dc 값의 결정 ② 이동국별 RTD 편차 분석 ③ 이동국별 FA별, 셀터별 공간분포 분석 등에서 유효한 데이터 얻었다. 실험 결과는 이동국별로 RTD 값은 15, 공간거리는 약 115m의 편차가 있었다.

이러한 근거를 바탕으로 기지국과 중계간의 통화량을 분석하는 실험을 대전시 부사동 기지국에서 실시한 결과 모국과 자국의 Traffic이 99% 이상 구분되는 유효한 실험 결과를 얻었다.

연구결과는 지금까지 무선망의 통화량 분석을 기지국 또는 sector 단위의 개략적이고 통합적으로 실시하던 통계처리에서 지하공간, 특정지역 event call 및 실내 통화량까지 세밀하고 체계적으로 구분하는 한 단계 진보된 무선망 엔지니어링이 가능하게 되었다. 따라서 기지국 각 설비의 사용량을 세분화 할 수 있는 토대를 마련했다고 볼 수 있으며, 결국 설비의 용량을 최대로 활용 할 수 있게 되었다. 따라서 무선망 엔지니어링을 통해서 시설용량을 증대하는 효과를 가져오고 특히 cost를 절감하는 효과가 크게 나타날 것으로 기대된다.

RTD는 모국과 자국의 Traffic 분석뿐만 아니라 cell간에 발생하는 Call drop 문제 해소, 50Km 이상 지역에서외 통화로 구성(해상서비스) 및 이동국(이동전화) 위치추적 서비스 등의 연구가 활발하게 진행되고 있어서 무선망 엔지니어링 분야에서 다양하게 응용될 것으로 기대된다.

## 참고 문헌

- [1] "통신시스템의 이론과 원리", 진용욱.
- [2] TDOA 기법을 이용한 도심환경 마이크로셀에서의 위치추정 방법연구, 김생수, Apr, 1998.
- [3] "코드분할 다중접속(CDMA) 이동통신 시스템에서 RTD를 이용한 이동국 위치 파악 방법" 특허번호 99-20261, SK Telecom, 1999.
- [4] C.Roobol, P.Beming, J.Lundsjo, and M.Johansson, "A Proposal for An RLP/MAC Protocol for Wideband CDMA Capital of Handling Real

