

# 도시용도지역의 시간별 이동통신 통화량 분석(2)

윤영현<sup>1)</sup>, 손동우, 김상경, 최원근, 안순신  
고려대학교 전자공학과 컴퓨터네트워크 연구실

## Analysis of Cellular Call Traffic with City Zone Characteristics(2)

Younghyun Yoon<sup>\*</sup>, Dongwoo Sohn, Sangkyung Kim, Wonkeun Choi, Sunshin An  
Computer Network Lab, Dept. Of Electronics Eng., Korea University

### 요 약

이동 통신시스템을 시뮬레이션하기 위해서는 이동 통신에서 발생하는 호의 패턴을 분석하는 게 매우 중요하다. 본 논문에서는 도시지역에 설치되어 있는 기지국의 지역특성을 고려한 이동 통신 통화량을 분석하여, 제시한다. 본 논문에서는 도시를 상업, 주거, 준공업, 그리고 녹지 지역으로 되어 있는 도시계획 용도지역과 이외에 특이한 호 발생 패턴이 예측되는 역과 터널 주변이라는 6개의 지역으로 구분하고, 여기에 설치되어 있는 기지국으로부터 실제 데이터를 수집하였다. 이 자료를 이용하여 기지국이 설치되어 있는 지역에 따라 이동 통신 기지국의 시간대별 통화량 분포를 분석하였으며, 하루 중 통화량이 가장 많은 최빈시간대와 통화량이 가장 적은 최빈시간대를 구하였다. 또한, 구해진 각종 결과물 시뮬레이션에 적용하기 위한 평균값 및 분포값을 제시하였다. 이 파라미터들은 이동통신 시스템의 성능 및 신뢰성을 측정하기 위한 매우 중요한 값들이다.

### 1. 서 론

최근에는 이동하는 사용자에게 멀티미디어 서비스를 제공해 주는 차세대 무선 통신 네트워크가 21세기 통합된 통신 서비스를 위해서 등장하고 있다. 따라서, 기존시스템을 보완하거나 새로이 개발되는 통신서비스의 테스트를 위해서는 실제 환경과 유사한 환경을 제공해주는 시뮬레이션을 필요로 한다[1][2][3]. 이동 통신 서비스에서 이동 통신 사용자의 수와 트래픽 볼륨의 계속된 증가는 네트워크 디자인에 많은 영향을 주므로, 이동 통신 서비스를 위한 텔레트래픽 모델은 이동 통신 가입자의 증가에 따른 네트워크 성능 측정과 이동 통신 네트워크 디자인을 위해서 필요하다.

텔레트래픽 모델은 기지국을 중심으로 사용자 이동성을 반영하는 Traffic Source 모델과 기지국에서 처리되는 사용자 통화 자료를 반영한 Network Traffic 모델로 구성되어 있다. 본 논문은 이동 통신 시뮬레이터를 개발하기 위해 요구되는 텔레트래픽 모델을 정의하기 위한 것으로, 텔레트래픽 모델을 정의하기 위한 하부모델 중 하나인 Network Traffic 모델을 사용자가 통화하면서 이동할 수 있는 공간인 기지국을 중심으로 제시하고자 한다. 이를 위하여, 기존에 설치되어 운영중인 기지국에서 수집된 통화량 정보를 분

석하여 Network Traffic 모델에 반영하고, 이를 일반적인 이동 통신 시뮬레이터에 적용할 수 있는 방안을 제시한다. 지역의 특성을 주거지역, 상업지역, 준공업지역, 녹지지역, 그리고 역 주변, 터널주변으로 시간대, 요일에 따라 서로 다른 특성을 나타낼 수 있는 용도 지역으로 구분하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 정의된 기지국에서 수집된 각 지역의 시간대별 통화 특성 통계 자료를 분석하고, 이에 따른 Network Traffic 모델을 정의하고, 정의된 Network Traffic 모델을 시뮬레이션에 적용할 수 있는 방안을 제시한다. 3장에서는 본 논문에 대한 결론과 향후 연구 방향에 대해서 설명한다.

### 2. 각 지역의 시간대별 통화 특성

각 도시계획 용도지역에 설치되어 있는 기지국에서의 최대 및 최소 호 수는 기지국에 가해질 수 있는 최대 및 최소 호 처리 부하(load)로서, 각종 이동 통신 시뮬레이션을 위한 중요한 성능 측정값이 된다. 그림 1에서 제시된 각 용도지역의 요일 시간대별 통화량 분석을 참조하여, 표 1 도시 계획 용도지역별 최대 및 최소 호수를 구하였다. 각기지국에서의 최대 및 최소 호 수는 요일에 관계없이 전체 자료에서 구한

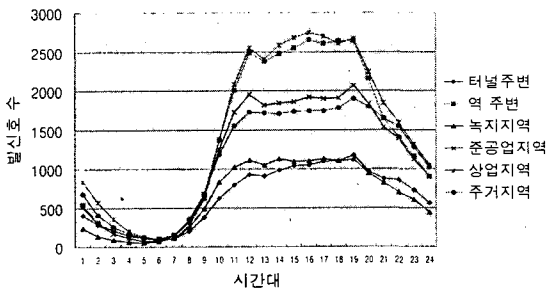


그림 1. 도시계획 용도지역의 시간대별 발신호 수

표 1. 도시계획 용도지역별 최대 및 최소 호 수

용도지역 \ 특성값	최대 호수	최소 호수
주거지역	3,601	28
상업지역	4,092	33
중공업지역	2,987	31
녹지지역	1,394	10
역 주변	4,115	64
터널 주변	1,488	51

표 2. 도시계획 용도지역별 최빈/최빈시간대와 평균 호 수

용도지역	최빈시간대	최빈시간대 평균 호 수	최빈시간대	최빈시간대 평균 호 수
주거지역	14:00-20:00	1,850	05:00- 06:00	99
상업지역	13:00-19:00	3,042	05:00- 06:00	86
중공업지역	15:00-19:00	2,132	04:00- 05:00	69
녹지지역	13:00-19:00	1,194	04:00- 05:00	51
역 주변	14:00-19:00	2,922	04:00- 06:00	123
터널 주변	17:00-19:00	1,225	05:00- 06:00	84

것이다. 표 1에서 각 도시 계획 용도지역에 설치되어 있는 기지국들의 최대 호 발생 횟수와 최소 발생 횟수는 거의 100배 정도의 차이를 보여주고 있다. 그러나, 통신시스템의 특성상 특정 순간에 발생하는 최대 호 처리 요구를 처리할 수 있는 용량의 통신시스템이 운영되어야 한다. 이는 심야 시간대에는 기지국을 비롯한 이동 통신용 장비들이 거의 부하가 없이 운영되고 있음을 의미하는 것으로, 고객 및 사업자를 위해 심야 시간대를 이용한 저렴한 통신 서비스의 개발이 요구된다.

최빈시간대는 이동 통신 시스템에서 하루 중 가장 많은 이동전화 서비스가 요구가 되는 시간대로서, 기지국 및 교환시스템에 일정량 이상의 부하가 일정 시간동안 지속되는 것을 의미한다. 이는 교환기가 계속되는 통신 부하에 얼마나 안정적으로 운영될 수 있는지를 시험할 수 있는 중요한

시험 변수로 사용될 수 있다. 최빈시간대는 최빈시간대의 반대로서 하루 중 가장 적은 이동전화 서비스가 요구되는 시간대로서, 이 시간대를 분석하여 각종 교환시스템의 정비 및 유지보수를 위한 시간대로 활용할 수 있다. 표 2는 위에서 제시된 각 용도지역의 요일 시간대별 통화량 분석을 참조하여 도시계획 용도지역별 최빈/최빈시간대를 구하였다. 표 2에서 최빈시간대와 최빈시간대는 토요일, 일요일, 그리고 공휴일에서 발생하는 특이한 호 패턴을 제거하기 위하여 월요일에서 금요일까지의 자료를 참조하였다.

먼저 최빈시간대를 구하는 방식은 시간대에서 호가 가장 많은 발생하는 시간(Busy Hour)과 발생 호 수(NCB : Number of Calls at the Busy hour)를 선정하여, NCB의 90%이상의 호가 발생하는 구간을 최빈시간대로 정하고, 이 시간대의 평균 호 수를 구한다. 반면에 최빈 시간은 호가 가장 적게 발생하는 시간(Loose Hour)과 발생 호 수(NCL : Number of Calls at the Loose hour)를 선정하여, NCL의 110%이하의 호가 발생하는 구간을 최빈시간대로 정하고, 이 시간대의 평균 호 수를 구한다. 표 2에서 최빈시간대와 최빈시간대는 기지국의 설치 지역과 무관하게 평균 발생 호 수는 다르지만 거의 유사한 시간대를 보이고 있다. 이는 기지국 설치 지역과 시간대별 통화량 발생 분포는 무관할 수 있음을 보여주고 있다. 이를 증명하기 위하여 각 용도지역의 요일별 통화량을 식(1)을 이용하여 도시계획 용도지역의 시간대별 통화량 분포를 구하여 표 3에 나타내었다. 식(2)에서  $C_i$ 는 시간대별 통화율이며  $H_i$ 는 시간대별 발생 호 수이다.

$$C_i = \frac{H_i}{\sum_{j=1}^{j=24} H_j} \quad i = 1, 2, \dots, 24 \quad \text{식(1)}$$

표 3은 토요일, 일요일, 그리고 공휴일에서 발생하는 호 패턴이 주중인 월요일에서 금요일까지의 호 패턴과 현저히 다르므로, 월요일에서 금요일까지의 주중 자료만을 참조하여 작성되었다. 표 3에서 각 도시계획 용도지역의 시간대에 따른 통화량 분포가 용도지역의 시간대 평균과 비교하여 1% 이내의 차이를 보이고 있으므로, 도시계획 용도지역과 시간대에 따른 통화량 분포는 거의 무관하다고 할 수 있다. 이는 시뮬레이션 실행 시에 용도지역의 시간대에 따라 각기 다른 통화량 분포에 의한 통화량을 발생시키지 않고, 각 용도지역의 1일 평균 통화량만을 시뮬레이션에 제시하면 표 5에 제시된 분포에 따라 통화량을 발생하도록 하면 된다.

이 장은 각 지역 기지국에서의 요일별 시간대에 따라 호가 가장 발생하는 최빈시간대(busy hour)와 호가 가장 적게 발생하는 최빈시간대(loose hour)를 찾아내고, 이 시간대에서의 호 발생 횟수를 조사함으로써, 한 기지국에 최대한 또는 최소한 가해질 수 있는 통신 부하(traffic load)를 측정하기 위한 것이다. 이렇게 분석된 결과 값은 각종 이동 통신 시뮬레이션 시에 다양한 통화 요청 변화에 대한 성능 평가 자

표 3. 도시계획 용도지역의 시간대별 통화량 분포

지역 시간	주거 지역	상업 지역	준공업 지역	녹지 지역	역 주변	터널 주변	평균
1	2.33	2.04	1.69	1.38	1.42	2.34	1.87
2	1.32	1.39	0.96	0.78	0.85	1.67	1.16
3	0.81	0.87	0.58	0.50	0.57	1.17	0.75
4	0.56	0.49	0.36	0.36	0.43	0.8	0.51
5	0.40	0.32	0.24	0.31	0.34	0.73	0.39
6	0.36	0.22	0.29	0.44	0.32	0.51	0.36
7	0.58	0.29	0.53	0.79	0.45	0.65	0.55
8	1.32	0.72	1.17	1.62	0.97	1.29	1.18
9	2.56	1.69	2.32	3.09	2.02	2.46	2.36
10	4.48	3.81	4.63	5.29	4.07	4.08	4.39
11	5.83	5.77	6.31	6.40	5.99	5.12	5.90
12	6.45	7.05	7.04	6.88	7.49	6.05	6.82
13	6.17	6.37	6.34	6.43	6.88	5.61	6.30
14	6.19	7.12	6.58	7.37	7.25	6.36	6.81
15	6.46	7.60	6.89	7.09	7.66	6.97	7.11
16	6.56	7.94	7.23	7.21	8.07	6.76	7.29
17	6.64	7.87	7.14	7.31	8.06	7.00	7.34
18	6.74	7.58	7.17	7.22	7.88	7.19	7.30
19	7.16	7.74	7.75	7.18	7.73	7.84	7.57
20	6.71	6.53	6.76	5.92	6.50	6.23	6.44
21	6.06	5.32	5.56	5.18	4.89	5.73	5.46
22	5.72	4.56	5.06	4.49	4.18	5.34	4.89
23	4.77	3.72	4.07	3.89	3.40	4.51	4.06
24	3.81	3.00	3.34	2.87	2.59	3.51	3.19

자료 사용될 수 있다.

### 3. 결론

본 논문은 도시계획 용도지역에 설치되어 있는 기지국에서의 통화 자료를 분석하여, 도시계획 용도지역에 따른 시간대별 통화량을 분석하였다. 본 논문에서는 도시용도 지역을 상업, 주거, 준공업, 그리고 녹지지역으로 되어 있는 도시계획 용도지역과 이외에 특이한 호 발생 패턴이 예측되는 역과 터널 주변으로 구분하였으며, 각 용도지역에서의 시간대별 호 분포와 하루 중 가장 많은 통화가 발생하는 최빈시간대와 통화량이 가장 적은 최빈시간대를 구하였다. 2장에서 보인 바와 같이 각 도시계획 용도지역에서의 최빈시간대와

최빈시간대는 기지국의 설치 지역과 무관하게 평균 발생 호 수는 다르지만 거의 유사한 시간대를 보이고 있다. 이는 기지국 설치 지역과 시간대별 통화량 발생 분포는 무관할 수 있음을 보여주고 있으며, 도시계획 용도지역의 시간대별 통화량 분포를 구하여 제시하였다. 결론적으로, 도시용도 지역에 따른 통화량 분석에 있어, 전체 호의 개수에 있어서는 많은 차이를 보이고 있으나, 시간대별 분포에 있어서는 유사한 분포를 가지고 있다. 이는 해당 지역의 통화량은 상주 인구와 근무시간대에 외부에서 유입되는 주간이동인구에 의하여 결정됨을 알 수 있다. 이런 정확한 통화량 예측 모델은 철저한 도시계획에 따라 만들어지는 신도시의 건설 시, 본 논문에서 제시된 통화량과 통화 분포를 사용해서 이동통신망에 연결되어 있는 각 기지국의 부하를 고려한 이동통신망을 설계할 수 있게 된다.

본 논문(1)(2)에서는 이동통신망 텔레트래픽 모델의 하부모델인 Network Traffic 모델만을 제시하였으며, 향후에 정확한 이동통신망 시뮬레이션을 위한 다른 하부모델인 Traffic Source 모델을 정의할 예정이다. 또한, 정의된 텔레트래픽 모델을 적용한 이동통신망 시뮬레이터를 구현하여, 이동통신 환경을 시뮬레이션 할 수 있도록 할 예정이다.

### 참고 문헌

- [1] D. Grillo, F. U. Bordini, R. A. Skoog, S. Chia, K. K. Leung, "Teletraffic Engineering for Mobile Personal Communications in ITU-T Work: The Need to Match Practice and Theory," IEEE Personal Communication Mag., Dec. 1998
- [2] Bijan Jabbari, "Teletraffic Aspects of Evolving and Next Generation Wireless Communication Networks," IEEE Personal Communication Mag., Dec. 1996
- [3] P. E. Wirth, "The Role of Teletraffic modeling in the New Communications Paradigms," IEEE Communication Mag., Aug. 1997
- [4] "국토이용관리법," <http://www.assembly.go.kr/laws/law/law/d3/d302003.htm>
- [5] William C.Y. Lee, "Mobile Cellular Telecommunications, 2nd Edition", McGraw-Hill, 1995
- [6] K. Tutschku, P. Tran-Gia, "Spatial Traffic Estimation and Characterization for Mobile Communication Network Design", IEEE J. Select. Areas Communication Mag., Jun. 1998