

이동 통신 시스템의 계층 셀 구조를 위한 시뮬레이션 모델

*김 기완, *김 태훈, *김 두용, **최 덕규
*순천향대학교 전기전자공학부, **아주대학교 정보 및 컴퓨터공학부

Simulation Model of Mobile Communication Systems
with Hierarchical Cell Structure

*Ki-Wan Kim, *Tae-Hun Kim, *Doo-Yong Kim, **Dug-Kyoo Choi
* Div. of Electrical and Electronics Engineering, Soonchunhyang Univ.
** Div. of Information and Computer Engineering, Ajou Univ.

요 약

이동 통신 시스템에서는 더 많은 사용자의 수요와 서비스의 질을 향상시키기 위하여 마이크로 셀들을 포함하는 매크로셀의 계층 셀 구조가 설계되고 있다. 그리고 계층 셀 구조를 이용하여 서로 다른 이동 성질을 갖는 사용자들 서비스를 할 수 있다.

본 논문에서는 이와 같은 계층 셀 구조의 이동 통신 시스템의 성능을 분석하기 위해 큐잉 네트워크 모델을 이용한 시뮬레이션 모델을 제안한다. 제안된 모델은 트래픽의 변화에 따른 계층 셀 구조의 채널 할당 방식의 연구에 적용될 수 있을 것이다.

I. 서론

정보화 사회로의 진입으로 더 많은 정보를 보다 빠르고 손쉽게 교환하려는 요구가 증가함에 따라 이동 통신의 수요가 급격히 증가하고 있다. 따라서, 한정된 주파수 대역에서 많은 가입자에게 다양한 서비스를 제공할 수 있는 디지털 셀룰러 이동 통신 시스템이 수요의 대부분을 점유하고 있는 실정이다.

또한, 이동 통신 수요의 폭발적인 증가로 인하여 제3세대 미래 공용육상 이동 통신 서비스(Future Public Land Mobile Telecommunication System)인 IMT2000이 2000년대 초 상용서비스를 목표로 개발되고 있다[1].

이처럼 다양해지는 이동 통신 서비스에서 보다 양질의 서비스를 더 많은 가입자에게 제공하기 위한 방안의 하나로 매크로셀에 여러 개의 마이크로셀들을 포함하는 계층적 셀 구조가 제안되고 있다. 계층적 셀 구조에서 마이크로셀은 가입자의 통화량이 많은 도심 지역을 서비스하고, 매크로셀

은 상대적으로 통화량이 적고 빠른 속도로 움직이는 가입자에게 서비스를 제공함으로써 이동 통신 시스템의 서비스 용량을 증가시킨다[2,3,4].

본 논문에서는 이와 같은 계층적 셀 구조를 갖는 이동 통신 시스템의 성능을 시뮬레이션 기법을 이용하여 분석한다.

II. 계층 셀 구조 및 시뮬레이션 모델

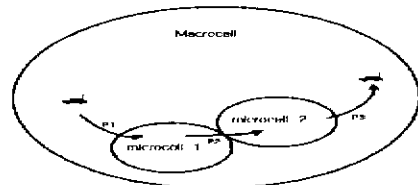


그림1. 계층적 셀 구조

마이크로셀과 매크로셀로 이루어진 이동 통신 시스템의 계층 셀 구조를 그림1에 나타내었다.

이와 같은 계층 셀 구조에서 매크로셀과 마이크로셀 1, 2에서의 새로운 호의 발생률은 각각 $\lambda_m, \lambda_{m1}, \lambda_{m2}$, 매크로셀에서 마이크로셀 1로 핸드오프를 시도할 확률은 p_1 , 마이크로셀 1에서 마이크로셀 2로 핸드오프를 시도할 확률은 p_2 , 마이크로셀 2에서 매크로셀로 핸드오프를 시도할 확률을 p_3 , 매크로셀의 서비스율을 μ_H , 마이크로셀 1과 2의 서비스율을 각각 μ_{m1}, μ_{m2} 라 하면 다음 그림2와 같은 시뮬레이션을 위한 큐잉 네트워크 모델로 나타낼 수 있다[5,6].

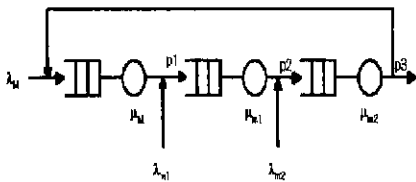


그림2. 핸드오프확률 p_1, p_2, p_3 을 갖는 큐잉 모델

또한, 이동 통신 시스템에서 이동하고 있는 사용자의 핸드오프 시도가 실패하여 통화중에 호가 절단되는 경우 사용자는 새로운 호의 블럭킹에 의해 통화가 절단되는 것보다 훨씬 큰 불편을 느끼게 될 것이다. 그러므로, 핸드오프 실패확률을 낮추는 것은 통화의 질을 높이는 매우 중요한 요소이다. 제안한 모델에서는 핸드오프 호에 대한 실패를 줄이기 위해 전체 채널 C 개 중에서 C_H 만큼 핸드오프 호만을 위하여 할당한다. 따라서 새로운 호가 발생할 때 사용중인 채널수가 $C - C_H$ 보다 작으면 새로운 호는 채널을 할당받을 수 있고 사용중인 채널 수가 $C - C_H$ 와 같거나 클 때 새로운 호는 블럭킹 된다. 반면에 핸드오프 호는 전체 채널 C 개중에 사용하고 있지 않은 채널을 할당받을 수 있다. 그리고 모델의 단순화를 위하여 핸드오프 호를 위한 대기 장소를 고려하지 않을 것이다.

III. 성능 분석

성능분석을 위하여 매크로 셀과 마이크로 셀 1, 2의 채널 개수 C 는 각각 25개로 가정하며, 핸드

오프 호만을 위한 전용 채널의 개수 C_H 는 0개에서 2개까지 변경시킬 수 있다고 가정한다. 그리고 사용자가 한 셀에서 통화를 지속할 시간을 $T(=1/\mu)=120$ 초로 시스템에서 이동하고 있는 사용자가 핸드오프를 요구할 확률은 $p_1=0.5, p_2=0.4, p_3=0.4$ 로 가정하고, 새로운 호의 발생률에 따른 블럭킹 확률과 핸드오프 실패확률을 비교하기 위하여 새로운 호의 발생률은 단위 시간당 1.0부터 2.0까지 변한다고 가정한다.

그림 3, 4, 5에서 마이크로셀 1의 블럭킹 확률이 큰 것은 상대적으로 매크로셀로부터 핸드오프 요구 확률이 높기 때문이라는 것을 알 수 있으며, 그림 6, 7, 8의 핸드오프 실패확률을 통하여 트래픽 양이 증가될 때 기대되는 바와 같이 핸드오프 전용 채널의 효과가 크게 나타남을 알 수 있다.

컴퓨터 시뮬레이션 전용 프로그램인 ARENA를 이용하여 시뮬레이션 모델을 구축하였으며 정상상태의 시뮬레이션 결과 값은 파일럿 실행을 통하여 워밍업 기간을 파악한 후 충분히 오랜 시간 동안 시뮬레이션을 수행하고 시뮬레이션 반복횟수를 25회로 하여 95%의 신뢰 구간을 설정하여 얻은 값이다

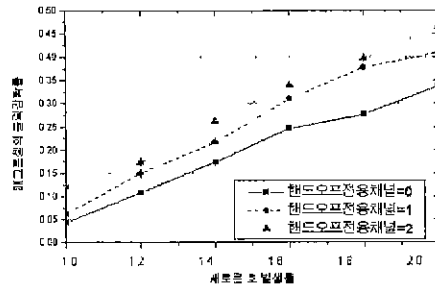


그림3. 매크로셀의 블럭킹 확률

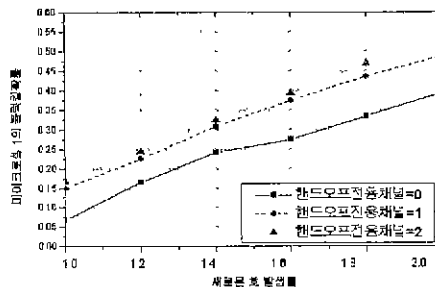


그림4. 마이크로셀 1의 블럭킹 확률

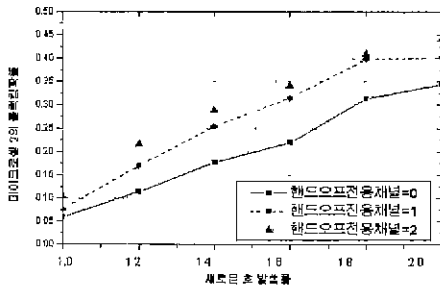


그림5. 마이크로셀 2의 블럭킹 확률

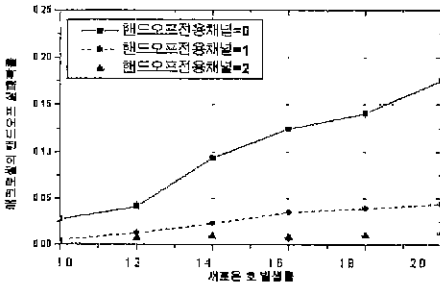


그림6. 매크로셀의 핸드오프 실패확률

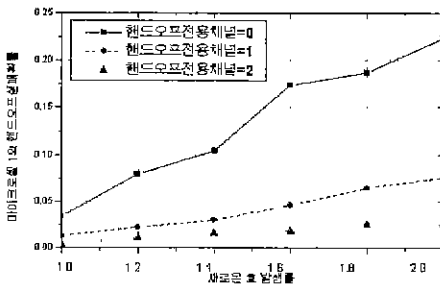


그림7. 마이크로셀 1의 핸드오프 실패확률

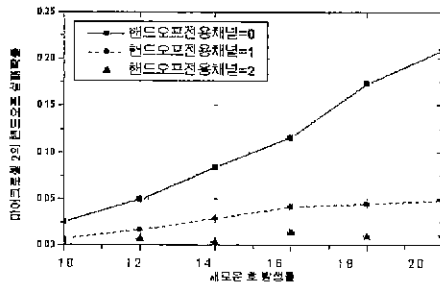


그림8. 마이크로셀 2의 핸드오프 실패확률

IV. 결론

셀 크기를 작게하여 주파수의 재 사용률을 증가시키으로써 시스템의 용량 증대를 꾀할 수 있고 적은 전력을 사용할 수 있는 장점을 가지고 있지만 사용자의 수가 적은 지역이나 상대적으로 이동성이 높은 곳에서는 많은 핸드오프를 요구하여 불필요한 트래픽을 발생시킬 수 있으므로 셀의 크기를 작게 설계하는 것이 비경제적일 수 있다. 또한, 전파 환경과 지형적인 영향으로 단일 셀로 한 지역을 서비스할 수 없는 경우 셀 내에 여러 개의 마이크로셀이나 피코셀 등을 포함하는 계층 셀 구조를 설계 할 수 있다. 이러한 계층 셀 구조의 성능 분석을 위해 큐잉 네트워크를 이용한 시뮬레이션 모델을 제안하였다. 제안된 시뮬레이션 모델은 셀 내의 트래픽 변화에 따른 계층 셀 구조의 채널 할당 방식 연구에 적용할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 한영남, "PCS 국제 표준화 동향," 정보통신, 한국통신학회, pp. 6-11, 1995년 8월
- [2] Stephen S. Rappaport and Lon-Rong Hu, "Microcellular Communication Systems with Hierarchical Macrocell Overlays: Traffic Performance Models and Analysis." Proceedings of the IEEE., vol 82, No.9, pp. 1383-1397, Sep 1994.
- [3] Hossam H. Hnimy and Someshwar C. Gupta, "Overlay of Cellular CDMA on AMPS Forward and Reverse Link Analysis." IEEE Trans. Veh. Technol., vol 45, No.1, pp. 51-56, Feb 1996.
- [4] Joseph Shapira, "Microcell engineering in CDMA cellular networks." IEEE Trans. Veh. Technol., vol 43, pp. 817-825, May 1994.
- [5] 김기완, 김태훈, 김두용, 최덕규, "계층적 셀 구조를 갖는 시간분할 이동통신 시스템의 성능분석", 한국정보과학회 97 추계가을 학술 발표논문지 III, 제24권 2, 1997
- [6] 김기완, 김두용, 최덕규, "다층 셀 구조를 갖는 이동 통신 시스템의 성능 평가", 한국시뮬레이션학회 98 춘계학술대회 논문집 pp. 17-20, 1998