

계층구조 셀룰러 시스템하에서의 동적채널할당방법

김 정기, 허 선, 이 호현
한양대학교 산업공학과

A Dynamic Channel Allocation for Hierarchical Cellular Systems.

Jeong Kee Kim, Sun Hur, Ho Hyun Lee
Department of Industrial Engineering
Hanyang University

본 논문은 정보통신연구관리단 대학기초연구지원사업(CI-98-5178) 연구비에 의하여 연구되었음

요 약

본 논문에서는 음성호 및 데이터호를 동시에 서비스하는 계층구조를 가지는 CDMA 셀룰러 시스템에서 트래픽 특성을 고려한 효율적인 채널 할당 알고리즘을 제안한다. 제안된 채널할당 알고리즘은 첫째, 계층구조를 가지는 셀룰러 시스템에서 호의 종류를 음성호와 데이터호로 나누고 트래픽의 특성을 분석한다. 둘째, 위에서 구한 트래픽 특성을 바탕으로 핸드오프와 신규호 블록킹확률을 최소로 하기 위하여 마이크로셀에서 매크로셀로 오버플로우 시키는 방식을 적용한다. 셋째, 신규호와 핸드오프호의 블록킹 확률을 구하고 QoS를 만족시키는 음성호와 데이터호의 채널분배 방법을 제시하여 시스템의 성능을 향상시키고자 한다.

1. 서 론

음성과 데이터가 통합된 통합 트래픽 상황은 음성만을 서비스하는 경우와는 다른 분석 방법과 접근 방법이 요구된다. 이동통신의 사용이 급증함에 따라 제한된 자원을 가지고 보다 나은 서비스를 제공하기 위해 여러가지 방안이 제시되고 시행되고 있다. 특히 계층구조 셀룰러 시스템의 도입은 제한된 주파수를 가지고 많은 사용자들에게 높은 수준의 서비스를 제공할 수 있는 여건을 조성하였다. 계층구조를 가지는 CDMA 셀룰러 시스템은 전송속도의 유연성, 주파수 할당의 불필요성 등과 같은 장점을 가진 시스템이다. 이러한 시스템의 장점을 증대시킬 수 있는 채널할당의 방법이 요구되어진다. 셀의 크기가 작아짐에 따라 마이크로셀을 빈번하게 이동하는 이용자들의 요구에 적합한 방식이 요구되고 있다. 즉, 핸드오프가 빈번하게 발생을 하게되어 이에 대한 처리 방법이 중요시 되고 있다. 그러므로 핸드오프호의 블록킹이 되는 경우를 줄이기 위하여 마이크로셀에서 빈번한 핸드오프를 처리하기 위해 넓은 서비

스 영역을 가지는 매크로셀로의 채널에 할당해주는 오버플로우 방식을 고려하게 되었다. 또한 QoS의 향상을 위하여 핸드오프의 요구만을 서비스해주는 핸드오프 전용채널 할당방법을 적용해서 호 차단율을 감소시키고자 한다. 따라서 본 논문에서는 이런 현실상황을 고려하여 음성과 데이터의 혼합된 트래픽을 고려하고, 계층구조 셀룰러 시스템을 도입하여 마이크로셀에 접속한 후 여유 채널이 존재하지 않으면 매크로셀에서 오버플로우되는 방법을 적용한다. 특히 핸드오프호의 블록킹확률을 줄이기 위하여 핸드오프 전용채널을 두는 방법을 적용한다. 제안된 방법들을 통해 음성호와 데이터호 각각에 대하여 마이크로셀과 매크로셀에서 핸드오프호와 신규호 블록킹확률을 산출하고, 이를 최소화하는 최적의 핸드오프 전용채널의 수를 결정하는 알고리즘을 제안한다.

2. 연구방향

핸드오프호를 위한 전용채널을 미리 예약하는 방식으로서 신규호의 블록킹보다는 핸드오프호의 블록킹을 낮추기 위하여 각 셀에 일정 개수

의 채널과 송수신 기능을 핸드오프 전용으로 확보하는 방법을 말한다. 즉, 한 셀이 사용할 수 있는 채널가운데 일반채널에는 신규호와 핸드오프호를 동일시하여 할당하고 핸드오프 전용채널에는 일반채널이 모두 사용중일 때 핸드오프호에만 할당한다.

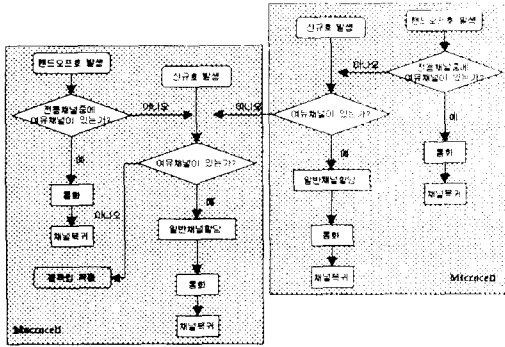


그림 1. 호처리 순서도

이 방법은 고정된크기의 핸드오프 전용채널을 예약하므로 신규호의 불필요한 블로킹과 갑자기 증가한 핸드오프호에 대한 처리 불가능 문제가 있다. 그러므로 이 경우에 오버플로우를 시켜 상위계층인 매크로셀에서 이 호들을 처리하는 방식으로 알고리즘을 제안한다. 이 경우는 마이크로셀에서 핸드오프 전용채널을 뚫으로써 나타나는 신규호의 불필요한 블로킹이나 핸드오프호의 처리 문제를 개선할 수 있다. 본 논문에서 제안하고 있는 호처리는 [그림1]과 같다.

3. 본론

3.1 시스템 가정

1. 계층구조셀 구조를 가진다.
2. 핸드오프 전용채널이 유휴하더라도 신규호를 서비스할 수 없다.
3. 신규호(음성호-핸드오프 전용채널)를 위한 채널이 유휴할 경우 핸드오프호가 도착을 하면 서비스 한다.
4. 호 발생과정은 포아송과정을 따른다.
5. 통화지속시간은 평균이 μ 인 지수분포를 따른다.
6. 마이크로셀에서 서비스할 여유채널이 존재하지 않는 경우는 상위 계층의 매크로셀로 오버플로우된다.
7. 오버플로우된 트래픽은 포아송과정이라 가정을 한다.

8. 모든 영역에서의 이동 가입자의 수는 균일하게 분포한다.

3.2 기호정의

λ_{H_i} : cell i 에 핸드오프호(hand-off call) 발생률

λ_{N_i} : cell i 에 신규호(new call) 발생률

μ : 평균통화지속시간

P_{BN}^M : 매크로셀에서의 신규호 블로킹(blocking) 확률

P_{BN}^m : 마이크로셀에서의 신규호 블로킹확률

P_{BH}^M : 매크로셀에서의 핸드오프호 블로킹확률

P_{BH}^m : 마이크로셀에서의 핸드오프호 블로킹확률

N : 채널개수

H : 핸드오프 전용채널수

2.3 신규호와 핸드오프호의 블로킹확률

(1) 트래픽 절체(Overflow)방법

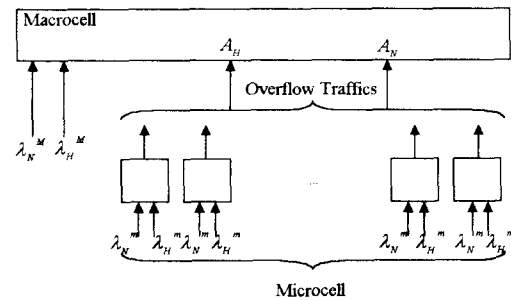


그림 2. 트래픽 절체방안

[그림2]과 같이 시스템의 Traffic은 구성이 된다. 위에서 설명한 바와 같이 마이크로셀과 매크로셀에 신규호와 핸드오프호가 발생하고 마이크로셀에서 신규호나 핸드오프호를 서비스할 유휴채널이 존재하지 않은 경우에는 매크로셀로 오버플로우시키는 트래픽의 흐름을 가지고 분석을 한다.

(2) 마이크로셀의 모델링과 시스템 방정식

일반적으로 마이크로셀은 [그림2]와 같은 Transition Diagram을 가진다. 시스템 방정식을 일반화하기 위하여 Transition Diagram을 분류한다. 다음과 같이 공통의 특성을 가진 것으로 구분을 한다. 상태정의: (i, j) , $i =$ (전체채널수 - 핸드오프 전용채널수)중에서 점유 채널수, $j =$ 핸드오프채

널수중에서 점유채널수

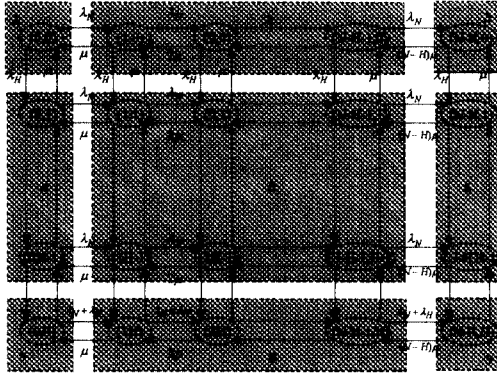


그림 3. 일반적인 셀(마이크로)의 Transition Diagram의 그룹화

- 1 번의 경우 : (0 , 0)
 $(\lambda_H + \lambda_N) P_{00} = \mu P_{10} + \mu P_{01}$
 - 2 번의 경우 : (i , 0) i = 1, 2, ..., N-H-1
 $(\lambda_H + \lambda_N + i\mu) P_{i0} = \mu P_{i1} + (i+1)\mu P_{i+1,0} + \lambda_N P_{i-1,0}$
 - 3 번의 경우 : (N-H , 0)
 $(\lambda_H + (N-H)\mu) P_{(N-H)0} = \lambda_N P_{(N-H-1)0} + \mu P_{(N-H)1}$
 - 4 번의 경우 : (0 , j) , j = 1, 2, ..., H-1
 $(\lambda_H + \lambda_N + \mu) P_{0j} = \lambda_H P_{0,j-1} + \mu P_{0,j+1} + \mu P_{1j}$
 - 5 번의 경우 : (i , j) , i = 1, 2, ..., N-H-1 , j = 1, 2, ..., H-1
 $(\lambda_H + \lambda_N + (i+1)\mu) P_{ij} = \lambda_H P_{i,j-1} + \lambda_N P_{i-1,j} + \mu P_{i,j+1} + (i+1)\mu P_{i+1,j}$
 - 6 번의 경우 : (N-H , j) , j = 1, ..., H-1
 $((N-H+1)\mu + \lambda_H) P_{(N-H)j} = \lambda_N P_{(N-H-1)j} + \lambda_H P_{(N-H)j-1} + \mu P_{(N-H)j+1}$
 - 7 번의 경우 : (0 , H)
 $(\mu + \lambda_N + \lambda_H) P_{0H} = \lambda_H P_{0,H-1} + \mu P_{1H}$
 - 8 번의 경우 : (i , H) , i = 1, 2, ..., N-H-1
 $[\lambda_H + \lambda_N + (i+1)\mu] P_{iH} = (\lambda_H + \lambda_N) P_{i-1,H} + \lambda_H P_{i,H-1} + (i+1)\mu P_{i+1,H}$
 - 9 번의 경우 : (N-H , H)
 $(N+1)\mu P_{(N-H)H} = (\lambda_N + \lambda_H) P_{(N-H-1)H} + \lambda_H P_{(N-H)H-1}$
- 위의 평형방정식을 계산하여 P_{ij} 의 확률값을 구할 수 있다.

(3) 마이크로셀에서의 신규호와 핸드오프호 블록킹확률

1. 마이크로셀에서의 신규호 블록킹확률
 : 마이크로셀에 신규호를 서비스할 유휴채널이 존재하지 않는 경우의 확률이다.

$$P_{BN}^m = \sum_{i=0}^{N-H} P_{(N-H),i} + \frac{\lambda_N}{\lambda_N + \lambda_H} P_{(N-H),H}$$

2. 마이크로셀에서의 핸드오프호 블록킹확률
 ; 마이크로셀에 핸드오프호를 서비스할 유휴채널이 존재하지 않는 경우의 확률이다.

$$P_{BH}^m = \frac{\lambda_H}{\lambda_N + \lambda_H} P_{(N-H),H}$$

(4) 데이터호의 모델링과 시스템 방정식

: 일반적인 모델을 위하여 [그림3]과 같은 Transition Diagram으로 표현된다.

상태정의: (i , j , k) , i = (전체채널수 - 핸드오프전용채널수)중에서 점유 채널수, j = 핸드오프채널수중에서 점유 채널수, k = 데이터호를 위한 버퍼수

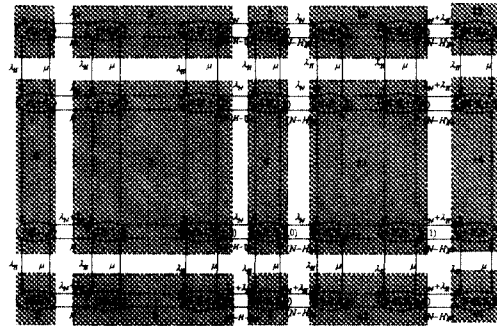


그림 4. 데이터호의 Transition Diagram 그룹화

앞장에서 마이크로셀의 일반식을 구한 방법으로 데이터호의 일반식도 구할 수 있다.

4. 최적 채널할당 방법

정해진 서비스품질과 적정한 블록킹확률을 만족할 때까지 핸드오프 전용채널의 개수를 계속 바꿔보며 알고리즘을 수행하여 최소의 핸드오프 블록킹 확률을 만족하는 핸드오프 전용채널의 수를 구한다.

5. 수치예제 및 시물레이션

(1) 음성호에 대한 예제

수치예제 모델은 각 셀의 채널수가 6개이고 핸드오프 전용채널의 수는 2개이다. 그리고 기타 수치 데이터는 다음과 같다.

$\lambda_N, \lambda_H, \mu$ 를 변화 시켜 가며 시스템 방정식을 mathematica를 이용해서 P_{ij} 를 구하고 시물레이션 결과와 비교하면 다음의 [그림5]와 같다.

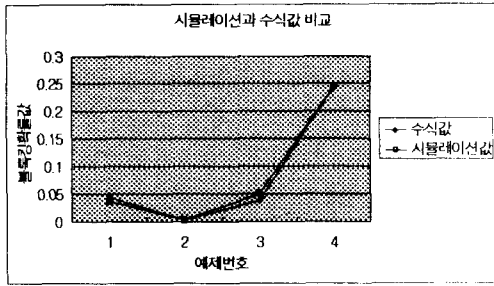


그림 5. 시뮬레이션과 수식값 비교(음성)

(1) 데이터호에 대한 예제

수치예제 모델은 각 셀의 채널수가 6개이고 핸드오프 전용채널의 수는 2개이고 그리고 버퍼의 수는 2개이다. 수치 데이터는 다음과 같다.

$\lambda_N, \lambda_H, \mu$ 를 변화 시켜 가며 시스템 방정식을 mathematica를 이용해서 P_b 를 구하고 시뮬레이션 결과와 비교하면 다음의 [그림6]과 같다.

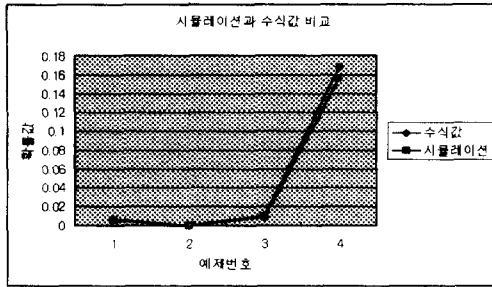


그림 6. 시뮬레이션과 수식값 비교

6. 결론

본 논문에서는 다른 논문과는 달리 음성과 데이터를 통합 서비스하는 모델과 계층구조를 동시에 고려하고 있고, 채널 정책면에서도 핸드오프 전용채널 방식을 적용했기 때문에 현실 상황을 보다 많이 반영하고 있다.

본 논문에서 제안한 알고리즘의 결과를 이용하여 서비스 품질과 블록킹확률을 최소화 하는 최적의 핸드오프 전용채널의 수를 구할 수 있다.

7. 참고문헌

[1] 송봉용, 홍대형, "계층구조 셀룰러 시스템을 위한 셀 및 채널 분배 기법", TELECOMMUNICATION REVIEW, 제6권, 제5호, pp.554, 1996.
 [2] F.N. Pavlidou, "Two Dimensional Traffic Models for Cellulsr Mobile Systems" IEEE Trans.

Commun, Vol. 42., pp.1505-1511, 1994.

[3] Lon-Rong Hu, Stephen S, Pappaport, "Personal Communication Systems Using Multiple Hierarchical Cellular Overlays", IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS, Vol. 13, No.2, February, 1995
 [4] R. B. Cooper, Introduction to Queueing Theory, 2nd Ed., North-Holland, 1977.
 [5] R. Guerin, "Queueing-Blocking System with Two Arrival Stream and Guard Channels", IEEE Trans. Commun. Vol. 36, No. 2, pp.153-163, 1988.
 [6] Qualcomm, The CDMA Network Engineering Handbook, 1992