

통화차단을 개선 위한 트래픽 분산

A Traffic Distribution for Blocking Rate Improvement

조 순 계*, 은 명 의**, 김 중 교***

(Soon Kye Cho*, Myoung E Eun**, Chong Kyo Kim***)

요 약

특정 기지국에 호가 집중하는 경우, 통화차단을 증가로 인한 가입자에 대한 서비스의 저하를 해결할 수 없다. 따라서 근접 기지국에 할당된 채널의 상당부분을 특정 기지국이 공용하도록 함으로서 채널이용률을 최대화하고 통화차단을 최소화할 수 있는 중계망 구성에 대한 연구가 절실히 요구된다.

본 논문에서는 특정 기지국에 발생하는 집중호를 근접 기지국에 균등 분배케 함으로서 통화차단을 최소화하고 가입자에 대한 통화서비스를 향상시킬 수 있는 중계망 운용 알고리즘을 제안하고 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 그 개선 정도를 확인한다.

ABSTRACT

When a taper traffic occurs in a specific base station(BS), the decrease of service quality for users cannot be solved because of the call blocking rate increase.

Therefore, a study on the repeater network constructions is required to maximize the channel availability and to minimize the call blocking rate by making the specific BS share a proper part of channel allocated to adjacent BS.

In this paper, we propose an algorithm to improve the service quality and to minimize the call blocking rate by distributing a concentrated call occurred in a specific BS to an adjacent BS.

The result of computer simulation shows that the proposed algorithm gives a better service quality.

I. 서 론

오늘날 개인 휴대통신 서비스가 상용화됨에 따라 급증하는 가입자를 더 많이 수용하고 양질의 서비스를 제공하기 위해서 이미 우리나라에서도 셀 반경이 충분히 작은 마이크로셀 방식을 도입함으로써 채널이용률을 높여 경제성을 향상시키는 물론 통화차단을 또한 개선하여 가입자 서비스의 정도를 높이고 있다.¹⁻⁴⁾

그러나 특정 기지국에 호가 집중하는 경우, 이상의 방법으로는 통화차단을 증가로 인한 가입자에 대한 서비스의 저하를 해결할 수 없다.⁵⁾ 따라서 근접 기지국에 할당된 채널의 상당부분을 특정 기지국이 공용하도록 함으로서 채널이용률을 최대화하고 통화차단을 최소화할 수 있는 중계망 구성에 대한 연구가 절실히 요구된다.⁶⁻¹²⁾

본 연구에서는 호가 집중될 수 있을 것으로 예정한 특정 기지국이 서비스 영역을 근접한 기지국들의 서비스영

역과 상당량 중복되게 하여 특정 기지국에 발생하는 집중호를 근접 기지국에 균등 분배케 함으로서 통화차단을 최소화하고 가입자에 대한 통화서비스를 향상시킬 수 있는 중계망 운용 알고리즘을 제안하고 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 그 개선 정도를 확인한다.

II. Microcell 방식의 기지국 구성 및 이동국 분포에 따른 간섭 모델

1. Microcell 방식의 기지국 구성

비교적 트래픽 밀도가 높은 도심지역 지리의 일정 코너 마다 수개의 마이크로셀 기지국을 설치하여 광역 서비스권을 형성하고, 특정 마이크로셀 기지국의 주 서비스영역 내에 있는 이동국은 필요에 따라 근접 기지국에 할당된 채널을 선택적으로 이용할 수 있도록 한다.

다시말하면, 대형 행사 등으로 어느 특정 기지국에 예정된 호집중 현상이 발생하는 경우, 상대적으로 호 밀집 정도가 낮은 근접 기지국에 호를 균등 분배할 수 있도록 한다.

제안 알고리즘의 컴퓨터 시뮬레이션을 위한 대상지역

*조선대학교 공업전문대학 전자통신과

**한국통신

***전북대학교 공과대학 전자공학과

접수일자: 1998년 2월 5일

으로 광주광역시 대인동 기지국을 중심으로한 그 일대를 선정하여 성능평가를 위한 모델로 하고, 논자가 제안한 알고리즘에 따른 마이크로셀 중계 시스템을 동일 지역에 그림 1과 같이 설치 운용할 경우를 가정한다.

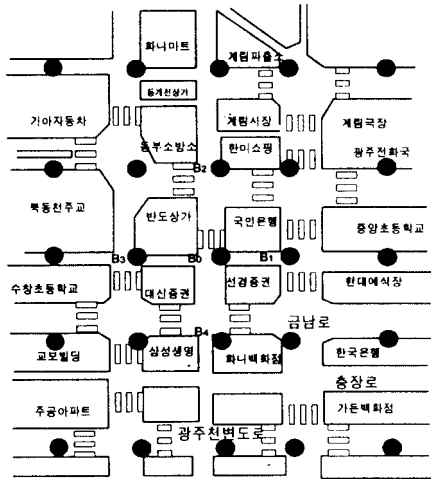


그림 1. 마이크로셀 기지국 배치도.

2. 이동국 분포에 따른 간섭모델

그림 2는 기지국 B_i 의 임의의 한 사용자가 접속을 원하는 경우, 즉 역방향 링크 상태에서의 간섭모델을 나타낸다.¹³⁾

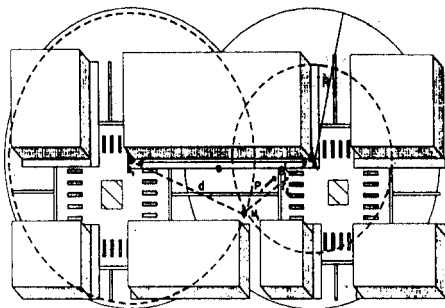


그림 2. 근접 기지국에 의한 간섭모델.

여기서

$\sum_{i=0}^n B_i$: 기지국의 총수

$\sum_{i=0}^n \sum_{j=1}^m M_{ij}$: 기지국 B_i 에 분포된 이동국의 총수

r_{ij} : 이동국 M_{ij} 에서 기지국 B_i 까지의 거리 ($0 \leq r_{ij} \leq R$)

R : 최대 서비스 반경

s : 기지국 B_i 와 기지국 B_0 사이의 거리

d : 이동국 M_{ij} 에서 기지국 B_0 까지의 거리

P_r : 기지국 B_i 에 수신된 전력

이라 하면, 그림 2에서와 같이 기지국 B_i 의 서비스영역 내에 위치한 이동국 $M_{ij}(r_{ij}, \theta_i)$ 에서 근접한 기지국 B_0 까지의 거리 $d(r_{ij}, \theta_i)$ 는 식 (1)과 같다.

$$d(r_{ij}, \theta_i) = \sqrt{r_{ij}^2 + s^2 - 2r_{ij}s \cos \theta_i} \tag{1}$$

$$\begin{cases} 0 \leq r_{ij} \leq R, 0 \leq \theta_i \leq 2\pi \\ |s - r_{ij}| \leq d \leq s + r_{ij} \end{cases}$$

이동국 $M_{ij}(r_{ij}, \theta_i)$ 로부터 수신한 B_0 의 전력을 P_r 이라 하면 간섭전력 $I(r_{ij}, \theta_i)$ 는 식 (2)와 같다.

$$\begin{aligned} I(r_{ij}, \theta_i) &= \left(\frac{P_r r_{ij}}{d(r_{ij}, \theta_i)} \right)^{\gamma} \\ &= \frac{P_r r_{ij}}{|r_{ij}^2 + s^2 - 2r_{ij}s \cos \theta_i|^{-\gamma/2}} \end{aligned} \tag{2}$$

m_i 개의 이동국이 기지국 B_i 의 원형 셀상에 분포되어 있는 경우 확률밀도함수 $f_{m_i}(r_{ij}, \theta_i)$ 는 식 (3)과 같다.

$$f_{m_i}(r_{ij}, \theta_i) = \frac{m_i}{\pi r_{ij}}, \quad 0 \leq r_{ij} \leq R, 0 \leq \theta_i \leq 2\pi \tag{3}$$

기지국 B_i 의 원형 셀상에 분포되어 있는 m_i 개의 이동국으로부터 수신된 총 간섭전력 $I_{total}(r_{ij}, \theta_i)$ 는 식 (4)와 같다.

$$\begin{aligned} I_{total}(r_{ij}, \theta_i) &= \frac{P_0}{\pi R^2} \sum_{i=1}^{m_i} \int_0^R \int_0^{2\pi} \frac{r_{ij}^{\gamma+1}}{|r_{ij}^2 + s^2 - 2r_{ij}s \cos \theta_i|^{-\gamma/2}} d\theta dr \end{aligned} \tag{4}$$

이동국 당 평균 간섭전력 $I_{average}(r_{ij}, \theta_i)$ 는 식 (5)와 같다.

$$\begin{aligned} I_{average}(r_{ij}, \theta_i) &= \frac{1}{m_i} \int_B I_{total}(r_{ij}, \theta_i) f_{m_i}(r_{ij}, \theta_i) dA \\ &= \frac{1}{m_i} \int_0^R \int_0^{2\pi} I_{total}(r_{ij}, \theta_i) f_{m_i}(r_{ij}, \theta_i) r_{ij} d\theta dr \\ &= \frac{P_r}{\pi R^2} \sum_{i=1}^{m_i} \int_0^R \int_0^{2\pi} \frac{P_r r_{ij}^{\gamma+1}}{|r_{ij}^2 + s^2 - 2r_{ij}s \cos \theta_i|^{-\gamma/2}} d\theta dr \\ &= \frac{2P_r}{R^2} \int_0^R \frac{r_{ij}^{\gamma}(s^2 - r_{ij}^2)}{(s^2 - r_{ij}^2)^{\gamma}} dr \\ &= 0.06326 P_r \end{aligned} \tag{5}$$

기지국 B_i 셀 영역내에 m_i 명의 사용자가 존재하는 경우 이들로부터 수신되는 간섭과 인접한 4개의 기지국의 사용자로부터 수신한 간섭량까지 고려한 총간섭량은 식 (6)과 같다.

$$I_{total} = (m_i - 1) P_r + 4 m_i I_{average} = P_r (1.25304 m_i - 1) \quad (6)$$

그림 2에서와 같이 이동국 M_{ij} 가 좌표 (r_{ij}, θ_i) 에 위치한 경우 CIR(Carrier Interference Rates)은 식 (7)과 같다.

$$\frac{C}{I} = \left(\frac{E_b}{I_{total}} \right) \left(\frac{R_b}{B_c} \right) \quad (7)$$

여기서 B_c : 확산대역폭 = 1.25[MHz]
 R_b : 비트전송률 = 9600[bps]
 E_b : 비트에너지

각 사용자의 전력은 셀 중심에 위치한 기지국에 동일한 전력으로 전력제어되어 도달한다고 가정하였다. 따라서 신호대 간섭신호의 전력밀도비 E_b/I_{total} 은 식 (8)과 같다.

$$\begin{aligned} \frac{E_b}{I_{total}} &= \frac{P_r/E_b}{I_{total}/B_c} \\ &= \frac{B_c/R_b}{(1.25304 m_i - 1)} \\ &= \frac{(B_c/R_b)}{(1.25304 m_i - 1) \alpha + \frac{N}{P_r}} \end{aligned} \quad (8)$$

여기서 α : 음성활성화율 = 3/8 = 0.375
 N : AWGN

따라서 한 셀에서 서비스 받을 수 있는 용량 m_i 는 식 (9)와 같다.

$$\begin{aligned} m_i &= 1 + \frac{1}{\alpha} \left[\frac{(B_c/R_b)}{E_b/I_{total}} \right] \\ &= 1 + \frac{1}{0.375} \left[\frac{(1.25 \times 10^6 / 9600)}{4.5} \right] \\ &= 76 \text{ [명/섹터]} \end{aligned} \quad (9)$$

III. 동적 트래픽 분산을 위한 알고리즘

1. 동적트래픽 분산을 위한 기지국 및 트래픽 모델

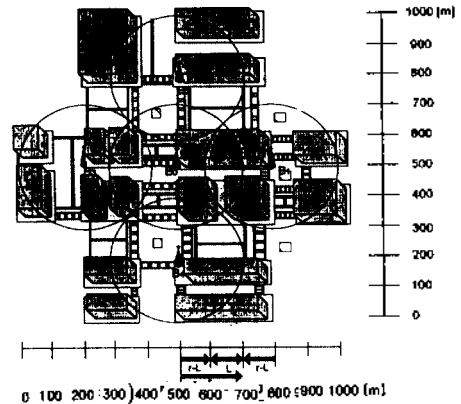
이동통신 중계시스템(AMPS, CDMA, CTPHONE, PCS 등)에서 특정 기지국에만 집중 호가 발생하는 경우, 이를 근접 기지국에 분배하기 위한 기지국 배치 및 트래픽 모델은 그림 3과 같다.

그림 3(a)는 서비스 반경이 200[m] 이하인 마이크로셀 물라 CDMA 중계 시스템에서 $E_b/I_{total} = 4.5[\text{dB}]$, 수신전계 강도는 $-100[\text{dBm}]$ 이상이어야 함을 고려하여 기지국의 서비스 반경과 서비스 중복지역의 비(L/r)를 최대한 1/2로 취했다.^{13~16)}

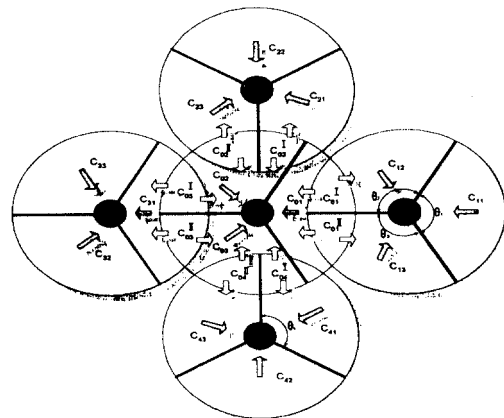
그림 3(b)는 각 경우의 호 수는 동시에 발생하는 호 수이며 호 분포는 Poisson 분포에 따르고, 호의 평균보유서

간은 120초, 기지국간 핸드오프는 이루어지지 않는 것으로 가정한다.

호 분포는 비정규 분포라 가정하였으며 서비스 영역에 존재하는 건물들의 특성에 의해 호 밀집정도가 결정되며, 현대 도심공간의 급격한 변화로 인해 인구 밀집지역의 증가로 발생한다.^{17~19)}



(a) 기지국 모델



(b) 트래픽 모델

그림 3. 특정 기지국을 중심으로 한 기지국 배치 모델.

여기서

B_0 : 중심 기지국

$\sum_{j=1}^4 B_j$: 근접 기지국

L : 서비스 중복지역 직선거리

CH_0 : 중심 기지국의 할당 채널 수

$\sum_{i=1}^4 CH_i$: 각 근접 기지국의 할당 채널 수

$\sum_{s=1}^3 C_{0s}$: 중심 기지국의 서비스권 내 비중복지역의 동시발생 총 호수

$\sum_{j=1}^4 C_{0j}^L$: 중복지역의 동시발생 총 호수

$\sum_{i=1}^4 \sum_{s=1}^3 C_{is}$: 각 근접 기지국의 비중복지역 동시발생 총 호수

θ_s : 섹터

표 1은 기지국별 건물특성을 나타낸 것이다.

표 1. 기지국별 주요 건물 및 특성

기지국 종류	주요 건물 및 특성
B_0	상가지역 사무실, 전자상가 밀집, 한약상가 밀집, 광주은행 본점, 롯데백화점
B_1	주거지역 사무실, 국민은행, 주유소, 단독주택
B_2	상가지역 + 주거지역 계림시장, 한미쇼핑, 광주은행, 농협, 동개천 상가, 여관 밀집, 단독주택
B_3	주거지역 복동천주교, 수창초등학교, 단독주택
B_4	상가지역 삼성생명, LG전자, 대신증권, 동부화재

2. 섹터별 트래픽 분석

비정규 분포 모델 해석을 위해 서비스 영역에 존재하는 환경을 도로지역과 대형할인 매장 그리고 기타지역 즉, 주거지역, 금융기관 또는 사무실 지역 등으로 세분하여 호 밀집도를 다르게 가정하였다.

첫째, 이동전화의 통화 형태는 통계적으로 대부분 간선도로상에서 이루어지므로 호 밀집도 d_1 을 0.6으로 가정하였으며, 각 기지국의 θ_s 지역에 간선도로가 존재하는 경우 도로상의 동시발생 호수 $\sum_{i=0}^4 \sum_{s=1}^3 C_{i0s}^{도로지역}$ 는 식 (10)과 같다.

$$\sum_{i=0}^4 \sum_{s=1}^3 C_{i0s}^{도로지역} = d_1 \sum_{i=0}^4 \sum_{s=1}^3 C_{i0s} + \frac{(1 - (\sum_{n=1}^3 d_n)) \sum_{i=0}^4 \sum_{s=1}^3 C_{i0s}}{n} \quad (10)$$

여기서 d_1 : 도로지역 호 밀집도($d_1=0.6$)

둘째, 이동전화의 빈번한 사용은 도로 지역 다음으로 대형할인 매장과 같이 인구가 밀집되는 지역에서 이루어 지므로 호 밀집도 d_2 를 0.3으로 가정하였다. 각 기지국 θ_s 지역에 대형할인 매장과 같은 장소가 존재하는 경우 동시발생 호수 $\sum_{i=0}^4 \sum_{s=1}^3 C_{i0s}^{대형할인매장}$ 는 식 (11)과 같다.

$$\sum_{i=0}^4 \sum_{s=1}^3 C_{i0s}^{대형할인매장} = d_2 \sum_{i=0}^4 \sum_{s=1}^3 C_{i0s} + \frac{(1 - (\sum_{n=1}^3 d_n)) \sum_{i=0}^4 \sum_{s=1}^3 C_{i0s}}{n} \quad (11)$$

여기서 d_2 : 대형할인 매장 지역 호 밀집도($d_2=0.3$)

셋째, 이동통신의 통화 형태는 통계적으로 기타지역 즉, 주거지역이나 금융기관 그리고 사무실이 밀집한 상가지역의 경우 인구는 많지만 이용자는 극히 적으므로 호 밀집도 d 를 0.1로 가정하였다. 각 기지국의 θ_s 지역에 기타 지역이 존재하는 경우 동시발생 호수 $\sum_{i=0}^4 \sum_{s=1}^3 C_{i0s}^{기타지역}$ 는 식 (12)와 같다.

$$\sum_{i=0}^4 \sum_{s=1}^3 C_{i0s}^{기타지역} = d_3 \sum_{i=0}^4 \sum_{s=1}^3 C_{i0s} + \frac{(1 - (\sum_{n=1}^3 d_n)) \sum_{i=0}^4 \sum_{s=1}^3 C_{i0s}}{n} \quad (12)$$

여기서 d_3 : 기타 지역 호 밀집도($d_3=0.1$)

그러므로 각 기지국 θ_s 지역에서 발생한 총 발생호수

$\sum_{i=0}^4 \sum_{s=1}^3 C_{i0s}$ 는 식 (13)과 같다.

$$\sum_{i=0}^4 \sum_{s=1}^3 C_{i0s} = \sum_{i=0}^4 \sum_{s=1}^3 (C_{i0s}^{도로지역} + C_{i0s}^{대형할인매장} + C_{i0s}^{기타지역}) \quad (13)$$

3. 기지국별 트래픽 분석

그림 3에서와 같이 기지국 B_0 는 백화점, 금융기관등 대부분 상가들이 많이 분포된 지역에 위치해 있으며 이로 인해 유동인구의 변화가 심하며 통신의 형태 또한 유선전화보다는 이동전화를 많이 사용한다. 이에 비해 근접한 기지국 $\sum_{i=1}^4 B_i$ 는 사무실이 밀집한 상가지역과 주거지역이 혼합된 지역에 있으므로 이동전화보다는 유선전화를 많이 사용한다.

기지국 B_0 를 중심으로 근접한 기지국 $\sum_{i=1}^4 B_i$ 에서는 상호호를 유지하는데 비해 중심 기지국 B 에서는 기지국에 할당된 채널수 보다 훨씬 많은 호요구가 발생하는 경우를 가정한다.

중심 기지국 B 와 근접 기지국 $\sum_{i=1}^4 B_i$ 에 발생하는 총 호수는 다음 3가지로 구분할 수 있다.

첫째, 서비스 최대 반경 r_{00}^* 내에서 B_0 기지국의 동시 발생 총 호수 A_0 는 비중복지역 발생호와 중복지역 발생호의 합으로서 식 (14)와 같다.

$$A_0 = \sum_{s=1}^3 C_{0s} + \sum_{j=1}^4 C_{0j}^L = \sum_{s=1}^3 C_{00s} \quad (14)$$

여기서

C_{001} : B_0 기지국 θ_1 지역에서 발생한 동시 발생 총 호수

C_{002} : B_0 기지국 θ_2 지역에서 발생한 동시 발생 총 호수

C_{003} : B_0 기지국 θ_3 지역에서 발생한 동시 발생 총 호수

둘째, 서비스 최대 반경 r_{00}^L 내에서 근접 기지국 $\sum_{i=1}^4 B_i$

의 동시 발생 총 호수 $\sum_{i=1}^4 A_i$ 는 비중복지역 발생호와 중복지역 발생호의 합으로서 식 (15)와 같다.

$$\sum_{i=1}^4 A_i = \sum_{i=1}^4 \sum_{s=1}^3 C_{is} + \sum_{j=1}^4 C_{0j}^L = \sum_{i=1}^4 \sum_{s=1}^3 C_{ios} \quad (15)$$

여기서

C_{i01} : B_i 기지국 θ_1 지역에서 발생한 동시 발생 총 호수

C_{i02} : B_i 기지국 θ_2 지역에서 발생한 동시 발생 총 호수

C_{i03} : B_i 기지국 θ_3 지역에서 발생한 동시 발생 총 호수

셋째, 서비스 최대 반경 r_{00}^L 내에서 각 근접 기지국 $\sum_{i=1}^4$

B_i 과 중심 기지국 B_0 간 중복지역 L 에서 발생한 총 호수 A_L 은 식 (16)과 같다.

$$A_L = \sum_{j=1}^4 C_{0j}^L = \sum_{j=1}^4 (C_{0j}^1 + C_{0j}^2) \quad (16)$$

4. 동적트래픽 분산을 위한 제안 알고리즘

그림 4는 호집중 기지국인 중심 기지국 B_0 와 근접 기지

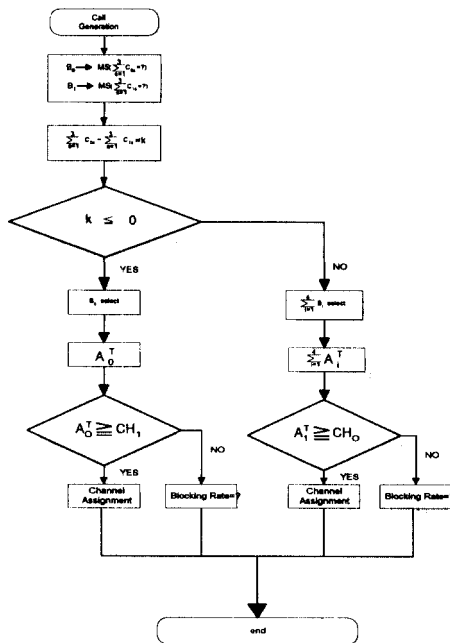


그림 4. 동적 트래픽 분산을 위한 알고리즘.

국인 B_i 사이의 서비스 중복 지역인 L 지역에 발생한 호가 능률적으로 기지국을 선택하기 위한 동적 셀 할당을 위한 알고리즘이다.

서비스 지원이 가능한 L 지역에 위치한 이동국은 근접한 두 기지국으로부터 채널 할당을 위한 이동 가입자의 밀도 정보를 수신하고, 수신된 기지국 정보 $\sum_{s=1}^3 C_{0s}$ 와 $\sum_{s=1}^3 C_{is}$ 에 따라 특정 기지국에 트래픽이 집중되지 않도록 식 (17), 식 (18)과 같이 분산된다.

B_0 기지국이 처리해야 할 호 A_0^T 와 근접 기지국이 처리해야 할 호 $\sum_{i=1}^4 A_i^T$ 는 각각 식 (17) 및 (18)과 같다.

$$A_0^T = \left[\frac{A_0 \int_0^{R-L} \int_0^{2\pi} \frac{1}{2} (R-L)^2 \theta \, d\theta dR}{A_0 \int_0^R \int_0^{2\pi} \frac{1}{2} R^2 \theta \, d\theta dR} + \frac{(1-P) A_L \int_{R-L}^R \int_0^{2\pi} \frac{1}{2} L^2 \theta \, d\theta dR}{\int_0^R \int_0^{2\pi} \frac{1}{2} R^2 \theta \, d\theta dR} \right] \quad (17)$$

$$\sum_{i=1}^4 A_i^T = \left[\frac{\sum_{i=1}^4 A_i \int_0^{R-L} \int_0^{2\pi} \frac{1}{2} (R-L)^2 \theta \, d\theta dR}{\int_0^R \int_0^{2\pi} \frac{1}{2} R^2 \theta \, d\theta dR} + \frac{P A_L \int_{R-L}^R \int_0^{2\pi} \frac{1}{2} L^2 \theta \, d\theta dR}{\int_0^R \int_0^{2\pi} \frac{1}{2} R^2 \theta \, d\theta dR} \right] \quad (18)$$

여기서

P : B_0 기지국을 중심으로 한 근접 기지국과의 중복지역에서 발생한 총 호 A_L 중에서 k 개의 호가 4개의 근접 기지국을 선택할 확률

IV. 시뮬레이션 및 검토

동적 트래픽 분산 알고리즘을 컴퓨터 시뮬레이션하기 위한 조건은 표 2와 같다.

표 2. 시뮬레이션 조건

선택된 기지국 수	중심기지국 1개
	근접기지국 4개
동시발생 최대호수	400, 600, 800, 1000
트래픽	호발생 분포
	Poisson 분포
	보유 시간
	평균 120 초
기준 E_b/I_{total}	4.5 [dB]

1. 트래픽 분석

그림 3과 같이 배치된 CDMA 마이크로셀 무선 중계 시스템에서 중심 기지국인 B₀에 평상시 100호 보다 현격히 많은 침투트래픽이 동시 발생하고, 근접 기지국 B₁, B₂, B₃, B₄의 서비스 비 중복지역에서 평균 100호 정도의 호가 동시 발생한 것으로 가정할 때, 각각의 경우 여기서 제안한 동적 트래픽 분산 알고리즘을 적용하기 전과 후의 결과를 검토한다.

그림 5는 중심기지국 B₀의 트래픽이 20~1000호가 동시 발생하는 경우 식 (17) 및 (18)의 결과로서, 기지국의 섹터별 서비스 가능호수와 차단호수 그리고 호 차단율을 보여주고 있다. 표 3, 표 4, 표 5는 그림 5를 계량화한 것이다.

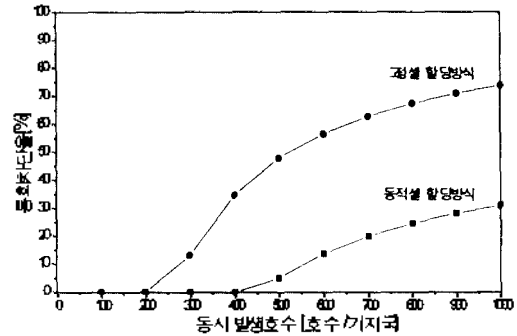


그림 5. 통화 차단율.

표 3. C₀₀₁지역에서의 발생호수와 호차단율

A ₀	발생 C ₀₀₁	C ₀₀₁ 비중복지역호수			C ₀₀₁ 중복지역호수			전체 차단 호수	호차단율	
		동시발생 호수	처리 호수	차단 호수	동시발생 호수					
					C ₀₁	C ₀₂	C ₀₃			
200	58.3	33.3	58.3	0	12.5	12.5	0	0	0%	
300	87.5	50	50	0	18.75	18.75	27.5	0	0%	
400	116.6	66.6	66.6	0	25	25	50	0	0%	
500	145.8	83.3	76	7.3	31.25	31.25	62.5	0	7.3	5%
600	175	100	76	24	37.5	37.5	75	0	24	13.71%
700	204.1	116.6	76	40.6	43.75	43.75	86.5	0	40.6	19.89%
800	233.3	133.3	76	57.3	50	50	100	0	57.3	24.56%
900	262.5	150	76	74	56.25	56.25	112.5	0	74	28.19%
1000	291.6	166.6	76	90.6	62.5	62.5	125	0	125	31.06%

표 4. C₀₀₂지역에서의 발생호수와 호차단율

A ₀	발생 C ₀₀₂	C ₀₀₂ 비중복지역 호수			C ₀₀₂ 중복지역호수			전체 차단 호수	호차단 율	
		동시발생 호수	처리 호수	차단 호수	동시발생 호수					
					C ₀₁	C ₀₂	C ₀₃			
200	70.8	33.3	70.8	0	12.5	12.5	37.5	0	0%	
300	106.25	50	50	0	18.75	18.75	56.3	0	0%	
400	141.6	66.6	66.6	0	25	25	75	0	0%	
500	177.06	83.3	76	7.3	31.25	31.25	93.8	0	7.3	5%
600	212.5	100	76	24	37.5	37.5	112.5	0	24	13.71%
700	247.85	116.6	76	40.6	43.75	43.75	131.3	0	40.6	19.89%
800	283.3	133.3	76	57.3	50	50	150	0	57.3	24.56%
900	318.75	150	76	74	56.25	56.25	168.7	0	74	28.19%
1000	354.1	166.6	76	90.6	62.5	62.5	187.5	0	125	31.06%

표 5. C₀₀₃지역에서의 발생호수와 호차단율

A ₀	발생 C ₀₀₃	C ₀₀₃ 비중복지역 호수			C ₀₀₃ 중복지역호수			전체 차단 호수	호차단율	
		동시발생 호수	처리 호수	차단 호수	동시발생 호수					
					C ₀₁	C ₀₂	C ₀₃			
200	70.8	33.3	70.8	0	12.5	12.5	37.5	0	0%	
300	106.25	50	50	0	18.75	18.75	56.3	0	0%	
400	141.6	66.6	66.6	0	25	25	75	0	0%	
500	177.06	83.3	76	7.3	31.25	31.25	93.8	0	7.3	5%
600	212.5	100	76	24	37.5	37.5	112.5	0	24	13.71%
700	247.85	116.6	76	40.6	43.75	43.75	131.3	0	40.6	19.89%
800	283.3	133.3	76	57.3	50	50	150	0	57.3	24.56%
900	318.75	150	76	74	56.25	56.25	168.7	0	74	28.19%
1000	354.1	166.6	76	90.6	62.5	62.5	187.5	0	125	31.06%

1) B₀기지국의 트래픽이 400호인 경우

특정 기지국 B₀의 서비스권 내에 평균 400호의 집중 호가 발생하였을 경우, 여기서 제안한 알고리즘을 이용하여 시뮬레이션을 행한 결과는 표 6과 같다.

표 6. A₀ = 400인 경우 호차단율

A ₀ = 400인 경우															
기지국	B ₀ 기지국 비중복지역 발생호수			B ₁ 기지국 비중복지역 +중복지역 발생호수			B ₂ 기지국 비중복지역 +중복지역 발생호수			B ₃ 기지국 비중복지역 +중복지역 발생호수			B ₄ 기지국 비중복지역 +중복지역 발생호수		
	C ₀₁	C ₀₂	C ₀₃	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₃₁	C ₃₂	C ₃₃	C ₄₁	C ₄₂	C ₄₃
역용전	동시발생호수	133.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3
	처리호수	76	76	76	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3
	차단율(%)	43	43	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
역용후	동시발생호수	66.6	66.6	66.6	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3
	처리호수	66.6	66.6	66.6	58.3	58.3	58.3	58.3	58.3	58.3	58.3	58.3	58.3	58.3	58.3
	차단율(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.8	0	0

동적 트래픽 분산 알고리즘 적용 전에는 중심 기지국의 각 섹터에서 처리 가능한 호수 76 [호/섹터] 보다 발생한 호수가 57.3 [호/섹터] 더 많아 각 섹터별 통화 차단율이 43%였다.

그러나 동적 트래픽 분산 알고리즘 적용 후에는 기지국 간 중복지역에서 발생한 호를 근접 기지국의 섹터로 각각 25호씩 분산시켜줌으로서 중심 기지국 차단율은 43%에서 0%로 감소하였다.

근접 기지국은 분산 후 B₃기지국의 C₃₀₁지역의 통화차단율이 적용전 0%를 유지하던 것이 적용 후 8.8%로 증가되었고, 그외 지역의 통화차단율은 트래픽 분산 전과 후에 모두 0%를 유지하였다.

그 이유는 그림 3 (b)에서 가정한 트래픽 모델에서와 같이 근접 기지국 중 B₃기지국의 C₃₀₁지역은 중심 기지국 B₀에서 침투 트래픽이 발생하는 경우 중복 지역에서 발생한 호 C₀₃가 이지역을 선택하게 되므로 트래픽 분산 후 통화차단율이 발생하게 된다.

2) B₀기지국의 트래픽이 600호인 경우

특정 기지국 B₀의 서비스권 내에 평균 600호의 집중 호가 발생하였을 경우, 여기서 제한한 알고리즘을 적용하기 전과 후의 시뮬레이션 결과는 표 7과 같다.

표 7. A₀=600인 경우 호차단율

		A ₀ = 600인 경우															
기지국		B ₀ 기지국 비중복지역 발생호수			B ₁ 기지국 비중복지역 +중복지역 발생호수			B ₂ 기지국 비중복지역 +중복지역 발생호수			B ₃ 기지국 비중복지역 +중복지역 발생호수			B ₄ 기지국 비중복지역 +중복지역 발생호수			
		C ₀₁	C ₀₂	C ₀₃	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₃₁	C ₃₂	C ₃₃	C ₄₁	C ₄₂	C ₄₃	
시뮬레이션	동시 발생 호수	200	200	200	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	
	처리 호수	76	76	76	33.3	33.3	33.3	33.3	33	33	33.3	33.3	33	33.3	33.3	33.3	
	차단율(%)	62	62	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
적용 후	본당 호수	100	100	100	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3
	처리 호수	76	76	76	33.3	70.8	70.8	70.8	33.3	70.8	76	33.3	33.3	58	33.3	58.3	58.3
	차단율(%)	24	24	24	0	0	0	0	0	0	29.8	0	0	0	0	0	0

동적 트래픽 분산 알고리즘 적용 전에는 중심 기지국의 각 섹터에서 처리 가능한 호수 76 [호/섹터] 보다 발생한 호수가 124[호/섹터] 더 많아 각 섹터별 통화 차단율이 62%였다.

그러나 동적 트래픽 분산알고리즘 적용 후에는 기지국 간 중복지역에서 발생한 호를 근접 기지국의 섹터로 각각 37.5호 씩 분산 시켜줌으로서 중심 기지국 통화차단율은 62%에서 24%로 감소하였다.

근접 기지국은 분산 후 B₃기지국의 C₃₀₁지역의 통화차단율만 적용전 0%를 유지하던것이 적용후 29.8%로 증가되었고, 그외 지역의 통화차단율은 트래픽 분산 전과 후에 모두 0%를 유지하였다.

3) B₀기지국의 트래픽이 800호인 경우

특정 기지국 B₀의 서비스권 내에 평균 800호의 집중 호가 발생하였을 경우, 여기서 제한한 알고리즘을 적용하

표 8. A₀=800인 경우 호차단율

		A ₀ = 800인 경우															
기지국		B ₀ 기지국 비중복지역 발생호수			B ₁ 기지국 비중복지역 +중복지역 발생호수			B ₂ 기지국 비중복지역 +중복지역 발생호수			B ₃ 기지국 비중복지역 +중복지역 발생호수			B ₄ 기지국 비중복지역 +중복지역 발생호수			
		C ₀₁	C ₀₂	C ₀₃	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₃₁	C ₃₂	C ₃₃	C ₄₁	C ₄₂	C ₄₃	
시뮬레이션	동시 발생 호수	266.6	266.6	266.6	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	
	처리 호수	76	76	76	33.3	33.3	33.3	33.3	33	33	33.3	33	33.3	33.3	33.3	33.3	
	차단율(%)	71.5	71.5	71.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
적용 후	본당 호수	133.3	133.3	133.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3
	처리 호수	76	76	76	33.3	83.3	83.3	83.3	33.3	83.3	133.3	33.3	33.3	83.3	33.3	83.3	83.3
	차단율(%)	42.9	42.9	42.9	0	8.8	8.8	8.8	0	8.8	42.9	0	0	8.8	0	8.8	8.8

기 전과 후의 시뮬레이션 결과는 표 8과 같다.

동적 트래픽 분산 알고리즘 적용 전에는 중심 기지국의 각 섹터에서 처리 가능한 호수 76 [호/섹터] 보다 발생한 호수가 190.6 [호/섹터] 더 많아 각 섹터별 통화 차단율이 76%였다.

그러나 동적 트래픽 분산알고리즘 적용 후에는 기지국 간 중복지역에서 발생한 호를 근접 기지국의 섹터로 각각 50호 씩 분산시켜줌으로서 중심 기지국 차단율은 76%에서 42.9%로 감소하였다.

근접 기지국의 경우 분산 후 통화차단율은 B₁기지국의 C₁₁지역, B₂기지국의 C₂₂지역, B₃기지국의 C₃₂, C₃₃지역, B₄기지국의 C₄₂지역의 경우 0%, B₃기지국의 C₁₂, C₁₃지역, B₂기지국의 C₂₁, C₂₃지역, B₄기지국의 C₄₁, C₄₃지역의 경우 8.8%, B₃기지국의 C₃₁지역의 경우는 29.8%였다.

4) B₀기지국의 트래픽이 1000호인 경우

특정 기지국 B₀의 서비스권 내에 평균 1000호의 집중 호가 발생하였을 경우, 여기서 제한한 알고리즘을 적용하기 전과 후의 시뮬레이션 결과는 표 9와 같다.

표 9. A₀=1000인 경우 호차단율

		A ₀ = 1000인 경우															
기지국		B ₀ 기지국 비중복지역 발생호수			B ₁ 기지국 비중복지역 +중복지역 발생호수			B ₂ 기지국 비중복지역 +중복지역 발생호수			B ₃ 기지국 비중복지역 +중복지역 발생호수			B ₄ 기지국 비중복지역 +중복지역 발생호수			
		C ₀₁	C ₀₂	C ₀₃	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₃₁	C ₃₂	C ₃₃	C ₄₁	C ₄₂	C ₄₃	
시뮬레이션	동시 발생 호수	333.3	333.3	333.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	
	처리 호수	76	76	76	33.3	33.3	33.3	33.3	33	33	33.3	33	33.3	33.3	33.3	33.3	
	차단율(%)	77.2	77.2	77.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
적용 후	본당 호수	166.6	166.6	166.6	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3
	처리 호수	76	76	76	33.3	76	76	76	33.3	76	76	33.3	76	76	33.3	33.3	76
	차단율(%)	54.4	54.4	54.4	0	20.7	20.7	20.7	0	20.7	51.9	0	0	20.7	0	20.7	20.7

동적 트래픽 분산 알고리즘 적용 전에는 중심 기지국의 각 섹터에서 처리 가능한 호수 76 [호/섹터] 보다 발생한 호수가 257[호/섹터] 더 많아 각 섹터별 통화 차단율이 77.2%였다.

그러나 동적 트래픽 분산알고리즘 적용 후에는 기지국 간 중복지역에서 발생한 호를 근접 기지국의 섹터로 각각 62.5호 씩 분산 시켜줌으로서 중심 기지국 차단율은 77.2%에서 54.4%로 감소하였다.

근접 기지국의 경우 분산 후 통화차단율은 B₁기지국의 C₁₁지역, B₂기지국의 C₂₂지역, B₃기지국의 C₃₂, C₃₃지역의 경우 0%, B₁기지국의 C₁₂, C₁₃지역, B₂기지국의 C₂₁, C₂₃지역, B₄기지국의 C₄₁, C₄₃지역의 경우 20.7%, B₃기지국의 C₃₁지역의 경우는 51.9%였다.

V. 결 론

어느 특정 기지국에 예정된 호 집중 현상이 발생할 경우, 근접기지국으로 호를 분산 시킴으로서 통화차단율을 개선할 수 있는 동적 트래픽 분산 알고리즘을 제안하였다.

중심 기지국에 평상시 100호 보다 현저히 많은 침투 트래픽 400, 600, 800, 1000호가 동시 발생한 것으로 가정할 때, 각각의 경우 여기서 제안한 동적 트래픽 분산 알고리즘을 적용하기 전과 후의 결과를 검토한 결과 다음의 결론을 얻었다.

1) 침투 트래픽이 400호인 경우

동적 트래픽 분산 알고리즘 적용 전 호차단율이 43%, 적용 후에는 0%로 감소하여 43% 개선되었다.

2) 침투 트래픽이 600호인 경우

동적 트래픽 분산 알고리즘 적용 전 호차단율이 62%, 적용 후에는 24%로 감소하여 38% 개선되었다.

3) 침투 트래픽이 800호인 경우

동적 트래픽 분산 알고리즘 적용 전 호차단율이 71.5%, 적용 후에는 42.9%로 감소하여 28.6% 개선되었다.

4) 침투 트래픽이 1000호인 경우

동적 트래픽 분산 알고리즘 적용 전 호차단율이 80%, 적용 후에는 54.4%로 감소하여 25.6% 개선되었다.

이상과 같이 중심기지국의 발생 호수 일부를 근접기지국으로 분담시킴으로서 양질의 이동통신 서비스를 제공할 수 있음을 확인하였다.

참 고 문 헌

1. AT&T, *AUTOPLEX Cellular Telecommunications System 1000-Series II*, Nov. 1993.
2. K. Gilhousen et al., "On the Capacity of a Cellular CDMA System," *IEEE Trans. on Vehicular Technology*, vol. 40, no. 2, pp. 303-312, May 1991.
3. QUALCOMM CO., *CDMA System Engineering Training Handbook-Volume 2*, pp. 10-49~10-50, Jan. 1994.
4. D. J. Goodman, "Trends in cellular and cordless communications", *IEEE Communication Mag.*, vol. 28, June 1991.
5. Barry Leff, "The Microcell Cellular Business," Nov. 1991.
6. Harry E Young, "Fiber Links to Microcells Cellular Business," Nov. 1991.
7. W. C. Y. Lee, "Microcell Architecture," *IEEE Communications Magazine*, Nov. 1991.
8. K. Kohiyama, T. Hattori, H. Sekiguchi and R. Kawasaki, "Advanced Personal Communication System," *IEEE Proc. of 40th VTS*, Orlando, May 1990.
9. Hitoshi Takanshi and Toshiaki Tanaka, "Dynamic Microcell Assignment Technique with Distributed Control Scheme," *IEEE Commun. Mag.*, pp. 567-571, 1995.
10. W. C. Y. Lee, *Mobile Communications Design Fundamentals*, Wildy Interscience 1993.
11. Y. Furuya and Y. Akaiwa, "Channel Segregation, a Distributed Adaptive Channel Allocation Scheme for Communication Systems," *Trans. IEICE*, vol. E74, 1991.
12. W. C. Y. Lee, "Small cells for great performance", *IEEE Comm. Mag.*, vol. 29, no. 11, pp. 19-23, Nov. 1991.
13. Ming-Shan Kwok and Hong-Shen Wang, "Adjacent Cell Interference Analysis of Reverse-Link in CDMA Cellular Radio Systems," *IEEE ICC '95*, pp. 446-450, 1995.
14. W. C. Y. Lee, *Mobile Communications Design Fundamentals*, 2nd edition, pp. 305-306.
15. M. Benveniste, "Probability Models of Microcell Coverage," AT&T Bell Lab.
16. H. Xia et al., "Urban and Suburban Microcellular Propagation," *Proc. of ICUPC*, 1992.
17. Hitoshi Takanashi and Toshiaki Tanaka, "A Study on Dynamic Zone Control for CDMA Mobile Radio Communications", *IEEE Trans. Comm.*, pp. 984-986, 1997.
18. Kohji Takea et al., "Adaptive Traffic Control Scheme for Nonuniform Traffic in Distribution in Microcellular Mobile Communication Systems," *The Fourth International Symposium on Personal In door and Mobile Radio Communications (PIMRC, 93)*, pp. 145-149, 1993.
19. Shinichi Sato et al., "A Performance Analysis on Non-uniform Traffic in Microcell Systems", *IEEE ICC '93*, pp. 1960-1964, 1993.

▲조 순 계(Soon Kye Cho) 1958년 1월 27일생
1984년 2월: 원광대학교 전자공학과(공학사)
1988년 2월: 숭실대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
1994년 3월~현재: 전북대학교 대학원 전자공학과 박사과정
1988년 3월~1990년 2월: 한국과학기술원 과학기술대학 조교
1990년 3월~현재: 조선대학교 공업전문대학 전자통신과
부교수

※주관심분야: 음성부호화, 영상압축, 디지털 통신

▲은 명 의(Myoung E Eun) 1943년 2월 21일생
1987년 2월: 대전 공과대학 전자공학과(공학사)
1990년 2월: 전북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
1991년 3월~현재: 전북대학교 대학원 전자공학과 박사과정
1982년~현재: 한국통신근무
※주관심분야: 음성인식, 합성, 통신



▲김 종 교(Chong Kyo Kim)
현재: 전북대학교 전자공학과 교수
한국음향학회지 제17권 1호 참조