

DS-CDMA 셀룰러 시스템에서의 음성검출을 사용한 동적코드할당방식

正會員 유 명 수*, 양 영 남**, 고 종 하***, 이 정 규****

Dynamic Code Allocation using Voice Activity Detection in DS-CDMA Cellular System

Myeong Soo Yoo*, Young Lim Yong**, Jong Hwa Mon***,
Jung Kyu Lee**** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 DS-CDMA시스템에서 음성검출(voice activity detection)을 사용한 동적코드할당방식을 제안하며, 성능을 분석하였다.

본 논문에서 제안하는 방식은 셀내의 신호대 간섭비 SIR를 구하여, 시스템 잉여용량을 구한 후, 잉여용량에 따라 이동가입자에게 코드를 할당하는 방식이다. 셀 내에 트래픽이 집중되는 경우, 제안된 방식은 음성검출을 사용한 고정코드할당방식에 비해 우수한 성능을 보였으며, 음성검출을 사용하지 않은 동적코드할당방식에 비해 우수한 호 차단 확률을 나타내었다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a dynamic code allocation strategy using voice activity detection and evaluate the performance of a dynamic code allocation strategy using voice activity detection in DS-CDMA system.

Proposed method allocates code to mobile terminal according to the residual capacity computed by SIR in the base station. In hot spot traffic loading cell, we find that the performance of proposed method is better than that of a fixed code assignment strategy using voice activity detection. Also, we find that the proposed method provide much improvement in blocking probability against the dynamic code assignment strategy without voice activity detection.

*대우통신 연구원

**LG 정보통신 통신운영연구소

***한양대학교 전자학과

****한양대학교 전자계산학과

論文番號:96212-0718

接受日字:1996年 7月 18日

I. 서 론

“언제, 어디에서나, 누구와도” 통신이 가능한 이동통신 서비스는 셀룰러 시스템(cellular system)을 기반으로 그 수요가 급격히 증가하고 있으며, 기하급수적으로 늘어나는 가입자의 서비스 요구를 만족시키기 위해 셀룰러 시스템의 용량 증가가 절실한 실정이다. 따라서 제한된 주파수 자원을 효율적으로 이용하기 위하여 다양한 채널할당방식(Channel Allocation Method)이 연구되었다. 채널할당방식은 크게 고정채널할당방식(Fixed Channel Allocation Method)과 동적채널할당방식(Dynamic Channel Allocation Method)이 있으며 [1], 이중 동적채널할당방식은 각 셀마다 고정된 수의 채널을 갖지 않는 대신 각 기지국은 시스템의 채널상태에 따라 특정채널의 사용을 허가하는 방식으로서 시스템의 복잡도는 증가하지만, 통신 환경에 적응성이 강하므로 트래픽의 변화 및 신호감쇄 환경의 변화가 심한 셀룰러 시스템에 적합한 방식으로 많은 연구가 진행중이다[2]-[5]. 특히 CDMA 셀룰러 시스템에서의 채널할당방식은 코드채널(code channel) 형태로 이루어지므로 코드채널할당방식이라 한다. CDMA 셀룰러 시스템에서는 대역확산 방법을 사용하여 각각의 이동국에 대해 다른 PN(Pseudo Noise) 코드를 부여함으로써 이동국에 대한 서비스가 이루어 지므로, 각각의 사용자를 서비스하기 위해 사용되는 코드는 FDMA/TDMA 셀룰러 시스템에서 채널과 같은 역할을 하게 된다. CDMA 셀룰러 시스템에서의 동적코드할당방식으로는 Liu가 제안한 DCCA(Dynamic Code Channel Allocation) 방식[6], Hung이 제안한 RPCAC(Received Power based Call Admission Control) 방식[7] 등이 있다. 그러나 이러한 방식들은 음성검출을 고려하지 않았다는 단점이 있다.

따라서 본 논문에서는 다원접속방식에서의 이러한 단점을 보완하기 위하여, 음성트래픽을 검출하여 통화중 대화가 이루어지지 않는 구간에서는 전송률을 낮추어 간섭을 줄이도록 하여 시스템의 성능을 극대화할 수 있는 음성검출을 사용한 동적코드할당방식을 제안한다. 동적코드할당방식은 트래픽량의 변화에 따른 외부 셀의 간섭을 고려하여 동적으로 코드를 할당하는 방식으로 셀에서 수용할 수 있는 코드수가

정해진 고정코드할당방식에 비해 성능이 우수한 방식이다.

본 논문에서 제안한 방식은 차폐(shadowing)와 경로손실(path loss)을 기반으로 통화중인 사용자의 음성통화의 on-off 상태에 따라 전력변화변수를 직접 변화시키면서 신호대 잡음비를 구하고, 시스템이 서비스할 수 있는 잉여용량(residual capacity)을 구한 후, 잉여용량에 따라 코드를 할당하도록 하는 음성검출을 사용한 동적코드할당방식을 사용하였다. 도시내에서와 같이 트래픽이 집중되는 현상을 고려하기 위해 시스템내에 트래픽이 집중되는 셀을 설정하여, 다양한 트래픽량에 따른 호차단 확률을 시뮬레이션을 통하여 구하여 제시한 방법의 성능을 평가하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. II 장에서는 본 논문에서 사용할 DS-CDMA 시스템의 모델에 대해 기술하였으며, 사용자들의 음성패턴 모델과 전송 신호 모델을 설정하였다. III 장에서는 음성검출을 사용한 동적코드할당방식의 알고리즘을 제안하였으며, IV 장에서는 동적코드할당방식에 대응되는 고정코드할당방식에 대해 알아보았다. 또한 V 장에서는 설정한 모델을 바탕으로 컴퓨터 시뮬레이션을 하여 얻은 결과들을 토대로 각 방식들에 대한 성능을 비교 평가하였으며, VI 장에서 본 논문의 결론을 맺었다.

II. 셀룰러 시스템 모델

1. DS-CDMA 시스템 모델

셀룰러 이동통신에서 사용하는 DS-CDMA 방식은 해당 사용자의 고유코드를 이용하여 정보 데이터 신호를 대역확산시켜 전송하는 방식으로 각 셀은 셀 중심에 위치한 기지국(base station)에 의해 통신 서비스가 이루어지게 된다. 또한 각각의 셀은 같은 주파수를 재사용하며, 각 사용자의 구별은 사용자의 고유코드를 사용하여 이루어지게 된다.

본 논문에서 사용되는 DS-CDMA 시스템 모델에 사용된 가정은 다음과 같다.

- ① 서비스 영역은 37 개의 육각형 셀로 나누며, 기지국은 무방향성 안테나를 가지고, 셀중앙에 위치한다.
- ② 역방향링크와 순방향링크는 각각 다른 주파수 밴드를 사용하여 역방향링크와 순방향링크가 서로

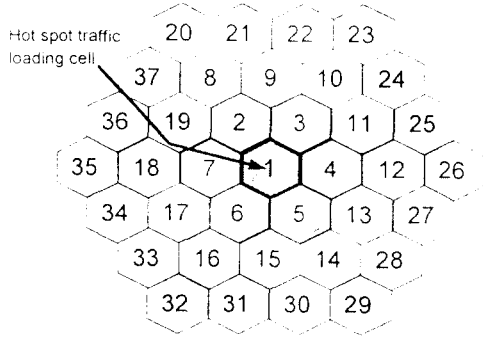


그림 1. 시뮬레이션에 쓰인 셀 배치
Fig 1. The Cell Layout for the simulation

영향을 미치지 않는다.

- ③ 시스템에서 발생되는 사용자 호는 이동가입자와 기지국간의 신호 감쇠가 가장 최소로 되는 셀을 선택하며, 각 이동가입자는 자신이 포함되어 있는 셀의 기지국에 의해 전력제어(power control) 된다.
- ④ 이동가입자의 호발생은 포아송(poisson) 분포를 따르고, 통화시간은 지수(exponential) 분포를 따르며, 이동가입자는 셀내에 균등(uniform)하게 분포되어 있다.
- ⑤ 충분히 많은 처리기가 기지국에 존재하여 수신처리기(receiver-processor)는 이동가입자에게 서비스를 할 수 있는 한 새로운 이동가입자의 호를 받아들인다.
- ⑥ 이동가입자의 이동성은 고려하지 않으며, 핸드오프(handoff)도 없다.
- ⑦ 음성검출을 사용하여 이동가입자의 통화상태를 검출한다.

위와 같은 DS-CDMA 시스템에 대한 가정은 일반적으로 사용되는 가정과 유사한 가정으로서 Liu의 논문 [6]과 동일하나, 음성검출방법을 사용하여 사용자의 통화중 묵음인 구간동안은 전송률을 낮추어 다른 채널에 의한 잡음을 최소화 함으로서 보다 많은 사용자를 수용할 수 있도록 하였다. 시뮬레이션에서 사용한 시스템모델은 그림 1과 같이 중앙 셀 주위에 3개의 타이어로 이루어진 37 개의 셀로 구성되며, 1번 셀은 이웃의 나머지 셀들과 다르게 트래픽량이 집중되는 셀로서, 이웃셀을 30 Erlang으로 고정시킨 상태에

서 1번 셀의 트래픽을 10 Erlang에서 80 Erlang 까지 변화시키면서 성능을 평가하였다.

2. 음성패턴 모델

CDMA 시스템에서는 이동가입자가 사용하는 전력의 증감에 따라 다른 이동가입자에게 미치는 잡음의 크기가 결정된다. 따라서 음성신호를 전송하지 않을때 전력을 낮추어 다른 이동가입자에게 잡음의 영향을 최소화함으로써 시스템의 용량을 높일 수 있다.

통화상태를 온-오프패턴(on-off pattern)으로 모델링하여 분석한 결과, 사용자의 전체 통화시간 중에 대화(talk)시간은 3/8을 차지하고, 나머지 5/8은 대화가 이루어지지 않는 묵음상태이다. 전화시스템의 경우 통화자가 대화를 할 경우 전송률이 9600bps이고 통화중인 사용자가 대화를 멈추었을 경우 4800bps, 2400bps, 1200bps로 전송률을 낮추어 전송하게 된다 [8], [9].

3. 전송신호모델

기지국과 이동가입자 사이에 언덕이나 산, 건물과 장애물이 있을 때, 전송신호는 차폐에 의한 감쇄같은 큰 와 거리에 대해 2~4 제곱에 비례한 경로손실이 발생하게 된다. 기지국에서 거리가 r만큼 떨어진 이동가입자로부터 송신한 신호 전력이 기지국에서 수신될 때, 신호전력에 대한 평균 장의 세기(average received field strength)는 식 (1)과 같다[10]-[13].

$$\Gamma(r) = 10^{-\frac{\xi}{10}} r^{-\alpha} \quad (1)$$

- $\Gamma(r)$: 평균 장의 세기

- ξ : 차폐를 나타내는 랜덤변수로 평균이 0이며 σ 의 표준편차를 갖는 정규분포를 따른다. 일반적으로 σ 의 값은 5~8 dB 값을 갖는다.

- α : 경로손실을 나타내는 변수, 일반적으로 2~4의 값을 갖는다.

다원접속분할방식에서는 near-far 문제를 해결하기 위하여 이동가입자들은 기지국의 도움을 받아 전력제어를 통하여 일정량의 전력을 기지국에 송신한다. 각 셀에서 이동가입자들은 전력제어하고 있기 때문에 기지국에서 일정량의 전력을 수신하게 된다. 임의의 이동가입자 i가 기지국으로부터 r_i 만큼 떨어져

있을 때, 전력제어가 이동가입자의 송신기에서 이루어지고 있다면 기지국에서 수신되는 신호전력은 식 (1)을 이용하여 식 (2)와 같은 일정량의 전력 S 를 수신하게 된다.

$$S = P_i \Gamma(r_i) \varphi_i \quad (2)$$

- S : 기지국에서 수신하는 일정량의 전력
- P_i : 이동가입자가 전송한 전력
- $\Gamma(r_i)$: 기지국으로 부터 거리 r_i 만큼 떨어진 이동가입자가 보낸 신호전력이 받게 되는 평균 장의 세기
- φ_i : 이동가입자 i 의 거리에 관계없이 일정량의 전력을 기지국에서 수신하게 하는 전력제어함수

III. 음성검출을 사용한 동적코드할당방식

음성검출을 사용한 동적코드할당방식은 다음과 같은 순서로 이루어지게 된다.

- ① 포아송 분포로 발생된 이동가입자의 호는 이동가입자와 기지국간의 신호감쇠가 가장 최소가 되는 셀의 기지국을 선택한다.
- ② 각 기지국은 주기적으로 셀 내의 전체전력을 계산하여 신호 대 간섭비를 구하고, 얻어진 신호 대 간섭비를 사용하여 시스템이 서비스할 수 있는 임계용량을 계산한다. 이때 음성검출을 사용하여 통화중 목음일 경우를 고려한다.
- ③ 임계용량이 0 보다 클 경우는 요구한 호를 처리하며, 0 이하인 경우는 요구한 호를 차단한다.
- ④ 시스템에 호설정이 완료된 각 이동가입자의 호는 서비스 기간중에 호의 연결이 끊어지지 않는다.

다원접속분할방식은 모든 셀에서 동일한 주파수의 확산스펙트럼 신호를 사용하고 있기 때문에 이동가입자의 송신신호를 기지국이 수신하려고 할때, 기지국을 둘러싸고 있는 주위의 셀들과 자기 셀내에서의 이동가입자들의 신호로부터 잡음신호를 받는다. 전체시스템이 M 개의 셀로 이루어져 있는 경우, k 번째 셀 내에서 n_k 명의 이동가입자가 통화를 하고 있으며 k 번째 셀 주위에는 $M-1$ 개의 외부 셀들이 존재하며, 각 셀에는 n_h 명이 통화를 하고 있는 경우, 음성검출을

고려한 V_i 변수를 사용하여 서비스를 받고 있는 k 번째 기지국에서 받는 총 전력을 표시하면 식 (3)과 같이 표현할 수 있다.

$$I_k = \sum_{i=1}^{n_k} P_i \Gamma(r_i) \varphi_i V_i + \sum_{h \neq k}^M \sum_{i=1}^{n_h} P_i \Gamma(r_{ik}) \varphi_i V_i \quad (3)$$

- I_k : k 번째 셀(cell)의 기지국이 수신하게 되는 전체 전력
- n_k : k 번째 셀에서 통화중인 이동가입자의 수
- P_i : 셀에서 이동가입자 i 가 전송한 전력
- $\Gamma(r_{ik})$: 셀 k 의 기지국이 r_{ik} 만큼 떨어진 다른 셀의 이동가입자가 보낸 신호 전력을 수신할때 평균장의 세기
- φ_i : 이동가입자 i 의 거리에 관계없이 일정량의 전력을 기지국에서 수신하게 하는 전력제어 함수
- V_i : 이동가입자의 통화 상태를 나타내는 변수
- n_h : h 번째 셀에서 통화중인 이동가입자의 수

식(3)에서 첫번째 항은 k 번째 기지국내에서 발생한 이동가입자의 호(call)로부터 수신된 전력을 나타내고, 두 번째 항은 k 번째 셀 주위의 $M-1$ 개 셀에서의 이동가입자의 호로부터 수신된 전력을 나타낸다. 통화를 이루고 있는 이동가입자는 음성검출기능을 사용하여 대화가 이루어지지 않는 묵음상태에서는 낮은 전송률로 음성신호를 전송한다. 이동가입자들은 통화중 대화가 이루어질 때는 9600bps로 전송하고, 묵음상태에서는 전송속도가 4800bps, 2400bps, 1200bps로 전송률을 낮춘다. 이동가입자에 의해 전송된 전력은 1/2, 1/4, 1/8 비율로 감소하므로, 묵음상태에서는 평균적으로 대화가 이루어질 때보다 전송전력이 0.29배로 감소하며, 따라서 휴지상태일때 이동가입자의 통화상태를 나타내는 변수 V_i 는 0.29가 된다[9]. 음성 패턴모델에 따라 이동가입자가 대화중일 확률 P 는 3/8이고, 휴지일 확률은 $1-P$ 로서 5/8이다. 식(2)를 식(3)에 대입하여 k 번째 기지국에서 받는 총 수신전력 I_k 를 계산하면 식 (4)와 같다.

$$I_k = \sum_{i=1}^{n_k} S V_i + \sum_{h \neq k}^M \sum_{i=1}^{n_h} P_i \Gamma(r_{ih}) \frac{1}{\Gamma(r_{ik})} \Gamma(r_{ik}) \varphi_i V_i$$

$$= \sum_{i=1}^{n_k} S V_i + \sum_{h \neq k}^M \sum_{i=1}^{n_h} S \frac{\Gamma(r_{ik})}{\Gamma(r_{ih})} V_i \quad (4)$$

$$\begin{aligned}
 &= S \sum_{i=1}^{n_k} V_i + S \sum_{h \neq k}^M \sum_{i=1}^{n_h} S \frac{10^{\xi_{ih}/10} r_{ik}^{-\alpha}}{10^{\xi_{ih}/10} r_{ih}^{-\alpha}} V_i \\
 &= S \sum_{i=1}^{n_k} V_i + S \sum_{h \neq k}^M \sum_{i=1}^{n_h} \left(\frac{r_{ih}}{r_{ik}}\right)^\alpha 10^{\frac{\xi_{ih}-\xi_{ik}}{10}} V_i
 \end{aligned}$$

식(4)에서 k 번째 기지국이 받는 전체 수신전력은 k 번째 셀 내부의 이동가입자들에 의한 수신전력과 k 번째 셀 주위의 $M-1$ 개 셀로부터 받는 간섭의 합으로 나타낼 수 있다. 이는 주위의 셀 h 에 위치한 이동가입자 i 와 k 번째 셀의 기지국 사이의 차폐를 나타는 랜덤변수 ξ_{ih} 와 이동가입자 i 와 k 번째 기지국 사이의 차폐를 나타내는 랜덤변수 ξ_{ik} 의 차에 대한 손실값과 k 번째 셀의 기지국과 이동가입자 i 사이의 거리 r_{ik} 와 h 번째 셀의 기지국과 이동가입자 i 사이의 거리 r_{ih} 에 대한 경로손실과 이동가입자의 통화상태에 따른 전력의 곱으로 나타낼 수 있다. 식(4)의 k 번째 셀에서 얻은 전체 수신전력의 값을 이용하여 k 번째 기지국의 신호 대 간섭비(SIR_k : Signal-to-Interference Ratio)를 구하면 식(5)와 같다. 여기서 V 는 전송하고자 하는 신호의 상태변수이며, 대화시 V 는 1의 값을 갖게 된다.

$$\begin{aligned}
 SIR_k &= \frac{SV}{I_k - SV} \\
 &= \frac{S}{S \left(\sum_{i=1}^{n_k} V_i + S \sum_{h \neq k}^M \sum_{i=1}^{n_h} \left(\frac{r_{ih}}{r_{ik}}\right)^\alpha 10^{\frac{\xi_{ih}-\xi_{ik}}{10}} V_i \right) - S} \\
 &= \frac{1}{\sum_{i=1}^{n_k} V_i + \sum_{h \neq k}^M \sum_{i=1}^{n_h} \left(\frac{r_{ih}}{r_{ik}}\right)^\alpha 10^{\frac{\xi_{ih}-\xi_{ik}}{10}} V_i - 1} \quad (5)
 \end{aligned}$$

SIR_k 는 이동가입자 i 의 음성검출변수 V_i , 차폐를 나타내는 랜덤변수 ξ_{ih} 와 ξ_{ik} , 이동가입자와 기지국과의 거리를 나타내는 r_{ik} 와 r_{ih} 로 나타낸다. 기지국에서 주기적으로 계산한 SIR_k 값이 시스템 최소용량의 신호 대 잡음비 $(C/I)_{sys}$ 보다 클 경우 추가적인 채널을 할당하고, 작으면 발생한 호에 대하여 채널을 할당하지 못하므로 호가 차단된다.

시스템이 올바르게 동작하기 위해 시스템은 10^{-3} 에러를 이하로 이동가입자를 서비스하여야 하며, 이때 필요한 신호대 잡음비 $(C/I)_{sys}$ 는 식 (6)과 같다[14].

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{B_{ss}}{R_b} \left(\frac{C}{I}\right)_{sys} \quad (6)$$

- E_b/N_0 : 비트에너지 대 간섭신호 전력비
- E_b : 비트 에너지(energy per bit)
- N_0 : 간섭신호의 전력
- B_{ss} : 확산채널대역폭
- R_b : 비트전송률(bit per second)
- $(C/I)_{sys}$: 시스템의 최소용량 신호대 잡음비

Qualcomm에서 사용하고 있는 CDMA에서 $B_{ss} = 1.25$ MHz, $R_b = 9600$ bps인 경우, 처리이득(processing gain)은 B_{ss}/R_b 인 128이고, 10^{-3} 의 에러율을 갖기 위해 신호대 간섭비 E_b/N_0 는 7dB를 갖게 된다[9][17]. 이 경우 $(C/I)_{sys}$ 는 -14.08dB이며, 이 값의 역수는 25.6이 된다.

k 번째 셀에서 서비스할 수 있는 용량을 나타내는 잉여 용량 R_k 는 시스템 최소용량의 신호 대 간섭비 $(C/I)_{sys}$ 와 기지국에서 수신하는 신호 대 간섭비 SIR_k 로 나타낸다.

$$R_k = \begin{cases} \left[\frac{1}{(C/I)_{sys}} - \frac{1}{SIR_k} \right] ; \left[\frac{1}{(C/I)_{sys}} - \frac{1}{SIR_k} \right] > 0 \\ 0 ; otherwise \end{cases} \quad (7)$$

- R_k : k 번째 셀에서 시스템이 채널을 할당할 수 있는 잉여 용량

식(7)에서 k 번째 셀의 잉여용량을 나타내는 변수 R_k 가 0보다 큰 경우, 이동가입자가 호설정을 요구하였을 때 채널을 할당할 수 있다. 만일 R_k 가 0인 경우 호가 발생하면 발생된 호는 차단된다. 따라서 k 번째 셀에서 호 차단확률은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$P_{blocking}(k) = \Pr\{R_k = 0\} \quad (8)$$

IV. 고정코드할당방식

고정코드할당방식은 각 셀에 일정수의 코드를 할당하는 방식으로 구현방식이 간단하다. 음성검출을 사용한 시스템에서 고정코드할당방식에 사용하는 고정사용코드수를 구하려면, 식 (7)에서 잉여용량이 0이 되는 SIR_k 를 만족하는 N 을 구하여야한다. M 개의 셀로 이루어진 시스템에서 서비스할 수 있는 고정코드수의 수를 나타내면 다음과 같다.

$$\frac{1}{(C/I)_{sys}} - \frac{1}{SIR_k} = 0$$

$$\frac{1}{(C/I)_{sys}} - \left(\sum_{i=1}^N V_i + \sum_{h \neq k} \sum_{i=1}^N V_i \left(\frac{r_{ih}}{r_{ik}} \right)^4 10^{\frac{\zeta_{ia} - \zeta_{ik}}{10}} \right) = 0 \quad (9)$$

식 (9)에서 구한 N 은 고정코드할당방식에서 시스템이 최대로 받아들일 수 있는 코드의 수가 된다. 셀 내의 이동가입자는 포아송 분포로 발생하며, 셀내에 균일(uniform)하게 분포되어 있으므로 Erlang B식(Erlang B formula)을 이용하여 호 차단확률(blocking probability)을 구할 수 있다[15][16].

$$P_{blocking} = \frac{\rho^N / N!}{\sum_{l=0}^N \rho^l / l!}, \quad \rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (10)$$

$P_{blocking}$: 호 차단확률

λ : 호의 도착률(call arrival rate)

μ : 서비스율(service rate)

위에서 구한 호 차단확률을 이용하여, 셀내에 평균 이동가입자의 수를 알 수 있다. 평균 이동 가입자 수를 $E(n_{active})$ 라고 정의하면, $E(n_{active})$ 는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$E(n_{active}) = \rho(1 - P_{blocking}) \quad (11)$$

주위의 각 셀은 동일한 트래픽 로드(traffic load)가 주어지고 고정코드할당방식으로 서비스되고, 위 식에서 얻은 평균 이동 가입자수를 n 이라고 하면, 37개의 셀로 이루어진 시스템의 중앙셀에서 받는 전체 수신 전력을 구할 수 있다.

$$I_1 = \sum_{i=1}^n V_i + \sum_{h=2}^7 \sum_{i=1}^n V_i \left(\frac{r_{ih}}{r_{ik}} \right)^4 10^{\frac{\zeta_{ia} - \zeta_{ih}}{10}} + \sum_{h=8}^{19} \sum_{i=1}^n V_i \left(\frac{r_{ih}}{r_{ik}} \right)^4 10^{\frac{\zeta_{ia} - \zeta_{ih}}{10}} + \sum_{h=20}^{37} \sum_{i=1}^n V_i \left(\frac{r_{ih}}{r_{ik}} \right)^4 10^{\frac{\zeta_{ia} - \zeta_{ih}}{10}} \quad (12)$$

식의 첫 번째 항은 중앙셀내의 수신전력을 나타내며, 두 번째 항은 1타이어(tier), 세 번째 항은 2 타이어, 네 번째 항은 3 타이어 떨어진 셀에서 수신되는 수신전력을 나타낸다.

V. 시뮬레이션 및 고찰

음성검출을 사용한 동적코드할당방식의 성능을 평가하기 위해 SIMSCRIP II.5를 사용하여 시뮬레이션을 실행하였으며 본 논문에서 사용한 입력 값(factor)들은 기존 논문에서 사용하였던 값들을 토대로 하였다[6], [17]. DS-CDMA 셀룰러 시스템은 그림 1과 같이 중앙셀 주위에 36개의 셀이 존재하며, 3 타이어로 있다고 가정하였으며, 각각의 셀내의 이동가입자들은 포아송분포로 호를 발생하며, 셀 내에 균일하게 분포되어 있다고 가정하였다. 육각형 셀의 반지름은 1로 놓았으며, 확산채널밴드폭 B_{ss} 를 1.25MHz, 비트율 R_b 를 9600bps로 사용하였다. 이동가입자가 통화시, 전체 통화시간중 3/8은 대화중이고 5/8은 묵음상태이다. 통화를 나타내는 변수 V_i 는 이동가입자가 대화중일때는 1, 묵음상태일때는 0.29를 갖는다고 가정하였다. 평균장의 세기를 구하는데 사용되는 거리에 대한 손실 α 는 4로 놓았으며, 차폐를 나타내는 변수 ζ_{ih} , ζ_{ik} 는 평균 0, 표준편차 8dB를 갖는 정규분포를 이룬다고 가정하였다. 통화시간은 평균 3분의 지수분포를 따르며, E_b/N_0 는 7dB로 가정하였다. 도시내에서와 같이 트래픽이 집중되는 현상을 고려하기 위해 이웃셀의 Erlang값을 고정시키고, 중앙셀의 Erlang값을 변화시키면서 중앙셀의 호 차단 확률을 구하였다. 이웃 셀의 트래픽량을 30 Erlang으로 고정하였으며, 중앙셀의 트래픽량을 10 Erlang에서 80 Erlang까지 증가시켰다. 시스템에서 발생하는 사용자 호는 이동가입자와 기지국간의 신호의 감쇠가 가장 최소가 되는 셀의 기지국을 선택하게 되므로 셀 k 에서 발생된 사용자 호는 이웃 셀을 선택할 수 있다.

그림 2에서 DCA_VAD(Dynamic Code allocation using Voice Activity Detection)는 음성검출을 사용한 동적코드할당방식을, DCA_NOVAD(Dynamic Code Allocation without Voice Activity Detection)는 음성검출을 사용하지 않은 동적코드할당방식을, FCA_VAD(Fixed Code allocation using Voice Activity Detection)는 음성검출을 사용한 고정코드할당방식을, FCA_NOVAD(Fixed Code Allocation without Voice Activity

Detection)는 음성검출을 사용하지 않은 고정코드할당방식을 나타낸다.

시뮬레이션 결과, 주위의 셀이 30 Erlang으로 고정되어 있는 경우, 중앙셀의 Erlang값이 이웃셀보다 작을 때에는 고정코드할당방식이 동적코드할당방식보다 우수하였으나, 트래픽이 증가할수록 겹치는 점(cross point)을 지나면서 동적코드할당방식이 고정코드할당방식보다 더 우수한 성능을 보였다. 이는 동적코드할당방식은 이웃셀의 트래픽에 의한 잡음의 영향을 받기 때문에 이웃셀의 트래픽이 중앙셀보다 높은 경우는 이웃셀의 잡음에 의해 중앙셀의 신호 대 간섭비 SIR 값이 고정코드할당방식에서 고려하던 값보다 커져 잉여용량이 줄어들기 때문이다. 그러나 중앙셀의 트래픽이 높아지면 동적코드할당방식의 신호 대 간섭비 SIR가 고정코드할당방식에서 고려한 신호 대 간섭비 SIR 보다 상대적으로 더 작아지게 되므로 고정코드할당방식보다 더 좋은 성능을 보였다.

또한 음성검출을 사용한 동적코드할당방식과 음성검출을 사용하지 않은 동적코드할당방식을 비교하면, 음성검출을 사용한 동적코드할당방식이 음성검출을 사용하지 않은 방법보다 호 차단확률이 0.2~0.3 정도 더 낮아졌음을 볼 수 있다. 이는 음성검출을 사용한 방법이 통화중 대화를 사용하지 않는 부분에 대해 전송률을 낮춤으로써 전력을 약화시켜, 간섭을 줄였기 때문이다.

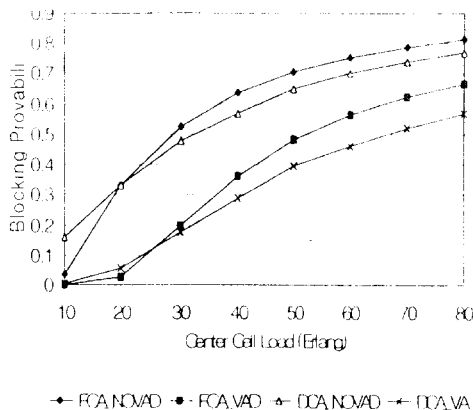


그림 2. 주위의 셀이 30Erlang일 때 코드할당방식 성능
Fig 2. Performance Code Allocation Strategies in 30Erlang other cell load

VI. 결 론

본 논문에서는 DS-CDMA 시스템에서 음성검출을 사용한 동적코드할당방식의 성능을, 음성검출을 사용한 고정코드할당방식과 음성검출을 사용하지 않은 동적코드할당방식 및 고정코드할당방식과 성능을 비교 평가하였다. 성능을 평가한 결과, 음성검출을 사용한 동적코드할당방식은 음성검출을 사용한 고정코드할당방식, 음성검출을 사용하지 않은 동적코드할당 및 고정코드할당방식에 비하여 우수한 성능을 보이고 있음을 알 수 있다.

음성검출을 사용함으로써 통화중인 이동가입자의 통화기간중 대화가 이루어지지 않는 묵음부분에 대하여 전송률을 음성데이터 전송시 전송률의 1/2, 1/4, 1/8로 낮추어 다른 사용자에게 간섭 영향을 최소화할 수 있음을 알 수 있다. 또한 주위의 셀의 트래픽량의 변화에 따른 코드할당수를 조정할 수 있는 동적코드할당방식을 적용할 경우 할당할 수 있는 코드수가 고정되어 있는 고정할당방식보다 우수한 성능을 보임을 알 수 있다. 특히 트래픽이 집중되는 도시와 같은 곳에서는 음성검출을 사용한 동적코드할당방식은 음성검출을 사용한 고정코드할당방식에 비하여 우수한 성능을 보였다. 이러한 결과들을 통해 DS-CDMA 시스템에서 음성검출을 사용한 동적코드할당방식을 적용함으로써 시스템 용량증대 및 효율적인 사용자 서비스를 이룰 수 있음을 알 수 있다. 따라서 이러한 성능향상의 결과들은 시스템설계시 중요한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. J. D. Gibson, Mobile Communication Handbook, CRC Press, 1996.
2. W. Wei, B.H. Soong, P. T. Tang, E. Gunawan and C. B. Soh, "Distributed Algorithms for Dynamic Channel Allocation in Cellular Mobile System," 1994 3rd ICUPC, pp. 548-551, 1994.
3. D. E. Everitt and N. W. MacFadyen, "Analysis of Multicellular Mobile Radio Telephone System with Loss," British Telecomm Tech. Journal, vol. 1, no. 2, Feb. 1993.

4. D. K. Pack and K. Okada, "Performances of Distributed Dynamic Channel Assignment in Cellular System," MDMC'94, pp. 61-64, 1994.
5. K. Madani and A. H. Aghvami, "Dynamic Channel Allocation Schemes in Microcellular Radio Communications Under Uniform and Non-Uniform Traffic Conditions," International Conference on Telecomm., pp. 232-235, 1995.
6. Z. Liu and M. E. Zarki, "SIR-Based Call Admission Control for DS-CDMA Cellular Systems," IEEE J. Select. Areas Commun., vol. 12, no. 4, May 1994.
7. C. Y. Hung and R. D. Yates, "Call Admission in Power Controlled CDMA Systems," IEEE VTC'96, vol. 3, pp. 1665-1669, 1996.
8. P. T. Brady, "A Statistical Analysis of On-Off Patterns in 16 Conversations," Bell System Journal, Jan. 1968.
9. E. Gaiani, F. Muratore and V. Palestini, "Capacity Evaluation in the UP-link of a DS-CDMA System," Proc. ICUPC'93, Ottawa, Canada
10. J. Shapira, "Qualcomm Code Division Multiple Access," A review COST 231 meeting, Jan 22, 1991, Edited QUALCOMM, INC.
11. K. S. Gilhousen, I. M. Jacobs, A. J. Viterbi, L. A. Weaver and C. E. Wheatley, "On the Capacity of a Cellular CDMA System," IEEE Trans. Vehic. Technol., vol. 40, No. 2, May 1991.
12. T.S. Rappaport and L. B. Milstein, "Effect of radio propagation pathloss on DS-CDMA cellular frequency reuse efficiency for the reverse channel," IEEE Trans. Vehic. Technol., vol. 41, pp. 231-242, Aug. 1992.
13. A. J. Viterbi, A. M. Viterbi and E. Zehavi, "Other-Cell Interference in Cellular Power-Controlled CDMA," IEEE Trans. on Commun. vol. 42, No. 2/3/4, pp. 1501-1504, Feb. 1994.
14. G. Falciasecca, E. Gaiani, M. Missiroli, F. Muratore, V. Palestini and G. Riva, "Influence of Propagation Parameters on Cellular CDMA Capacity and Effects of Imperfect Power Control,"

in Proc. ISSSTA'92, Yokohama, Japan, Nov. 1992.

15. M. Schwartz, "Telecommunication NETWORKS Protocols, Modeling and Analysis," Addison-Wesley
16. A.M. Viterbi and A. J. Viterbi, "Erlang Capacity of a Power Controlled CDMA System," IEEE J. Select. Areas Commun. Vol. 11, No. 6, pp. 892-900, Aug. 1993.
17. R. Kerr, K. Gilhousen, B. Weaver, R. Palovani and H. Dehesh, "The CDMA Digital Cellular System an ASIC Overview," IEEE 1992 Custom Integrated Circuits Conference, pp. 10.1.1-10.1.6, 1992.



유 명 수(Myong Soo Yoo) 정회원
1972년 10월 9일생
1995년 2월: 한양대학교 수학과 학사
1997년 2월: 한양대학교 전산학과 석사
현재: 대우통신 연구원 제품연구소 미디어 S/W 개발실

※관심분야: 이동통신에서 코드할당방식, 핸드오프, 위성통신



양 영 님(Young Lim Yong) 정회원
1994년 2월: 한양대학교 전산학과 학사
1996년 2월: 한양대학교 전산학과 석사
현재: LG 정보통신 통신운영연구소 연구원

※관심분야: 이동통신 망관리, 통신프로토콜

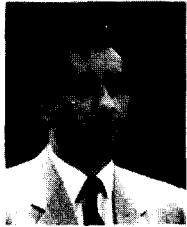


고 종 하(Jong Hwa Mon) 정회원
1966년 6월 19일생
1992년 2월: 아주대학교 물리학과 학사
1995년 8월: 한양대학교 전산학과 석사
1995년 10월~1997년 2월: 보험개발원 근무

1997년 3월~현재: 한양대학교(부설) 공학기술연구소 부소장

현재: 한양대학교 전산학과 박사과정

※관심분야: 이동통신, 위성통신 통신프로토콜



이 정 규(Jung Kyu Lee) 정회원

1995년 9월 24일생

1979년 2월: 한양대학교 전자공
학과 학사

1986년: UCLA 전자공학과 석사

1989년: UCLA 전자공학과 박사
학위취득(컴퓨터 네트워
크 전공)

1979년 3월~1984년 5월: 국방연구소 연구원

1989년 3월~1990년 2월: 삼성전자 종합기술원 정보
통신부문 수석연구원

1990년 3월~현재: 한양대학교 전자계산학과 부교수

※관심분야: 무선데이터통신, 이동통신, 위성통신,
ueuing theory 등.