재사용 분할 시스템에서 성능 개선을 위한 핸드오프 알고리즘

이 영 철[†] · 김 민 홍[††] · 임 재 성[†††] · 김 하 진[†††]

요 약

마이크로셀룰러 네트워크에서 재사용 분할 시스템은 고속 단말의 핸드오프 증가로 시스템 성능이 저하되는 단점을 갖는다. 따라서 본 논문에서는 마이크로셀을 이용한 재사용 분할 시스템의 성능을 개선하기 위하여 내부셀과 외부셀의 트래픽 분포 비율에 따라 고속과 저속 단말의 자원을 관리하는 핸드오프 알고리즘을 제안한다. 또한 고속과 저속 단말의 성능을 분석하고 컴퓨터 시뮬레이션을 통해서 핸드오프 확률, 호 절단 확률에 대하여 RPS와 비교 평가한다.

A Hand-off Algorithm for Performance Improvement in the Reuse Partitioning Systems

Young-Chul Lee[†] · Min-Hong Kim[††] · Jae-Sung Lim[†††] · Ha-Jine Kimn[†††]

ABSTRACT

The reuse partitioning system in microcellular networks are dropped performance of system because of increase hand-off of high-speed terminal. In this paper, we propose hand-off algorithm to improve the performance of reuse partitioning system using microcell according to the ratio of traffic distribution between innercell and outercell from resource management of high-speed and slow-speed terminal. Also, we compare to RPS and evaluate the teletraffic performance analysis of high-speed and slow-speed terminal through computer simulations that we derive the hand-off probability, call dropping probability.

1. 서 론

셀룰러 시스템에서 마이크로셀의 사용은 주파수 재사용에 따른 시스템의 채널 용량 증대와 최소의 송신 전력으로 마이크로셀룰러 네트워크를 구성하는 방법으로 일반화 되고있다. 따라서 시스템의 채널 용량과 성능은 가입자의 급격한 증가와 인터넷과 같은 멀티미디어 서비스를 고려할 때, 셀룰러 시스템의 QoS(Quality of Service)를 보장하는 것과 함께 매우 중요한 문제라 하겠다. 마이크로셀룰러 네트워크에서의 가입자 단말들은 서로 다른 이동 속도를 갖고 있으며 특히, 도심 지역에서의 단말들은 저속에서부터 고속의 단말들에 이르기까지 다양한 형태의 속도를 갖는다. 따라서 최근에 이와 같은 도심 환경에서의 통화 품질 개선에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있으며[1-5], 따라서 마이크로셀을 이용하는 도심 환경에서의 재사용 분할 시스템은[9] 고속 단말들의 핸드오프 증가로 호 절단이 증가되는 문제점을 갖고 있다. 이러한 핸드오프 증가는 시스템 부하의 증가와 핸드오프 실패에 따른 호 절단을 야기 시키므로 통화 품질에 크게 영향을 미친다. 따라서 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 마이크로셀과 매크로셀로 중첩된 두개 구룹으로[8, 9] 구분하여 고속과 저속의 단말에 따라서 채널을 구분하여 할당하

† 종신회원 : 아주대학교 대학원 컴퓨터공학과
†† 정 회 원 : 경기대학교 전자계산학과 교수
††† 정 회 원 : 아주대학교 컴퓨터공학과 교수

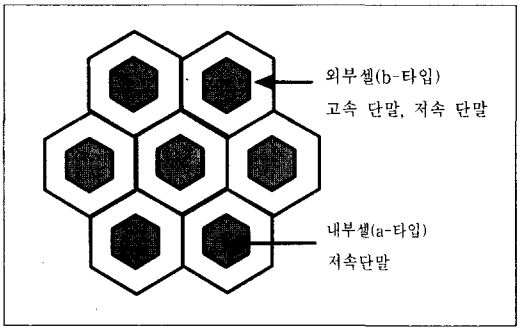
논문접수 : 1999년 7월 8일, 심사완료 : 2000년 1월 9일

는 방식이 제안되었다[6].

본 논문에서는 마이크로 셀을 이용한 재사용 분할 시스템에서 고속 단말의 핸드오프 확률을 최소화하기 위한 속도 제한 핸드오프 알고리즘(Speed limit Hand-off Algorithm)을 제안하여 핸드오프 확률을 개선하고 또한 핸드오프 증가로 발생되는 호 절단 확률을 개선하고자 한다. 따라서 고속 단말과 저속 단말에 대한 성능 분석을 위하여 내부셀과 외부셀 간의 트래픽 분포 비율에 따른 자원 관리와 각각의 핸드오프 확률, 호 절단 확률에 대한 성능을 분석하고 컴퓨터 시뮬레이션을 통해서 RPS와 비교 평가한다. 따라서 제2장에서 재사용 분할 시스템의 모델을 제시하고 제3장에서는 이동성과 핸드오프를 기술하고 제4장에서는 핸드오프 확률 및 호 절단 확률에 대한 성능분석을 하고 제5장에서는 컴퓨터 시뮬레이션을 통해서 제안한 핸드오프 알고리즘의 성능분석 결과를 검증하고 제6장에서 결론을 맺는다.

2. 시스템 모델

(그림 1)에서 외부셀에 할당된 채널을 b-타입, 내부셀에 할당된 채널을 a-타입으로 표현하며 외부셀에는 고속 단말과 저속 단말 그리고 내부셀에는 저속 단말만이 각각 채널을 점유하도록 한다. 모델의 간략화를 위하여 재사용 분할 시스템에서의 셀을 두 개의 동심원 셀로 구성하고 내부셀과 외부셀에 각각 저속의 단말과 고속의 단말을 분류하여 채널을 점유하도록 한다.

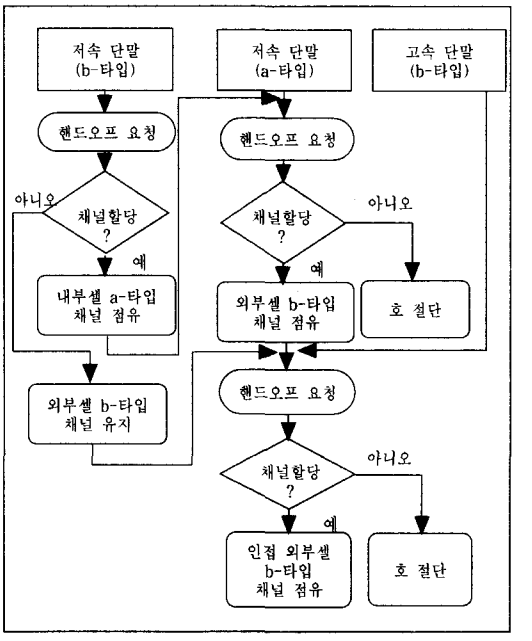


(그림 1) 재사용 분할 시스템 모델

내부셀에서 발생된 저속 단말의 호는 내부셀의 a-타입 채널을 점유하며 만약, 내부셀의 a-타입 채널 할당이 불가능하고 외부셀에 가용 채널이 있을 경우에는 외부셀의 b-타입 채널을 할당받을 수 있으나 외부셀에 채널 할당이 불가능하면 그 호는 블록킹 된다. 또한, 외부셀에서 발생된 고속 단말의 호가 외부셀의 b-타입 채널 할당이 불가능 할 경우에도 블록킹된다.

3. 속도 제한 핸드오프 알고리즘

본 논문에서 제안한 재사용 분할 시스템의 핸드오프 알고리즘은 내부셀의 저속 단말이 외부셀로 핸드오프 할 경우와 외부셀에서의 저속 단말이 내부셀로 핸드오프가 가능하며 외부셀의 고속 단말은 핸드오프의 수를 줄이기 위하여 외부셀의 b-타입 채널만을 점유하도록 한다. b-타입 저속 단말은 내부셀의 a-타입 채널을 점유하지 못하였을 경우이거나 인접 외부셀에서 핸드오프 되어 들어온 저속 단말이다. 따라서 저속 단말이 내부셀의 a-타입 채널을 점유하지 못하였다면 외부셀의 b-타입 채널을 점유한 채로 유지할 수 있다.



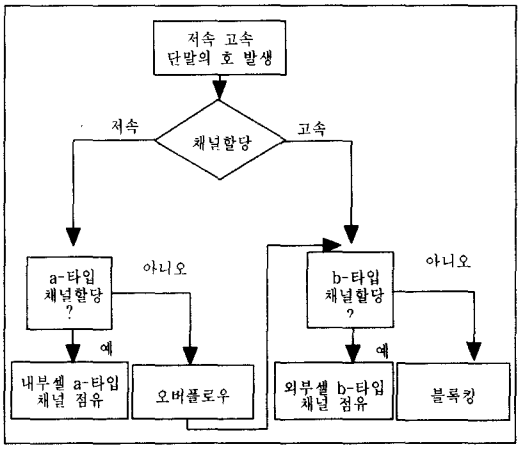
(그림 2) 핸드오프 알고리즘의 흐름도

첫째, 내부셀에서 a-타입 저속 단말의 호가 내부셀의 경계 지점에 도착하면 반드시 외부셀로 핸드오프를 시도하여야 하며 b-타입의 가용채널이 없을 경우에는

핸드오프 실패로 인한 호 절단(Call dropping)이 발생한다. 만약, 외부셀의 b-타입의 채널을 할당받을 경우에는 할당받은 외부셀의 경계 지점에서 인접 외부셀로 핸드오프를 시도한다. 이 경우에도 인접셀의 채널 할당이 가능하면 외부셀로 핸드오프 되지만 가용채널이 없다면 (그림 2)와 같이 그 호는 절단된다.

둘째, 외부셀 지역에서 b-타입 채널을 점유한 저속 단말은 내부셀의 경계를 지나갈 경우 일차적으로 내부셀로의 핸드오프를 우선 시도하고 a-타입의 가용 채널이 없을 경우에는 (그림 2)와 같이 본래 점유한 채널을 그대로 유지하고 외부셀의 경계에서 핸드오프를 요청한다. 만약 내부셀의 a-타입 채널 할당이 가능하다면 (그림 2)와 같이 내부 셀에서 채널을 할당받은 후 다시 내부셀 경계에서 외부셀로 핸드오프를 요청할 수 있다.

재사용 분할 시스템에서 블록킹은 새로운 호 발생에 의존한다. 새로운 호가 발생할 경우에 내부셀에는 저속 단말의 호가 a-타입 채널을 할당받으며 만약, 내부셀 a-타입의 채널이 부족할 경우에는 외부셀로 오버플로우에 의한 b-타입 채널 할당이 가능하다. 이때 외부셀에 b-타입 가용 채널이 없으면 그 호는 (그림 3)과 같이 블록킹된다. 한편, 외부셀에서 발생한 고속 단말은 외부셀의 b-타입 채널 할당이 가능하면 외부셀의 b-타입 채널을 점유하지만 b-타입 채널 할당이 불가능하다면 그 호는 블록킹된다.



(그림 3) 호 발생에 대한 채널 할당 흐름도

4. 성능 분석

마이크로셀을 이용한 재사용 분할 시스템에서 트래픽 분포 비율에 대한 자원 관리를 속도에 따라 고속과 저속의 단말이 외부셀과 내부셀을 각각 구분하여 채널을 점유토록 한다. 따라서 자원 관리를 위하여 분류한 재사용 분할 시스템의 고속과 저속 단말의 트래픽 성능분석을 위하여 다음과 같은 매개변수들을 가정한다. 저속 단말과 고속 단말의 호를 각각 λ_S, λ_H 라고 가정하고 내부셀에서 발생된 저속 단말의 호를 λ_{Sa}, 외부셀에서 발생된 저속 단말과 고속 단말의 호를 λ_{Sb}, λ_{Hb}로 가정한다. 그리고 내부셀과 외부셀의 반경을 각각 r_{ma}와 r_{mb}로 나타낸다. 하나의 셀 내에서의 호는 포아송 분포를 갖고 발생하며 λ로 균일하게 분포되어 있다고 가정한다. 그리고 고속 단말과 저속 단말의 트래픽 $\lambda = \lambda_S + \lambda_H$ 저속 단말의 트래픽율 $R_S = \frac{\lambda_S}{\lambda}$, 저속 단말의 트래픽, $\lambda_S = \lambda_{Sa} + \lambda_{Sb}$ 내부셀과 외부셀이 면적비 $\Gamma = \frac{r_{ma}^2}{r_{mb}^2}$로 나타내며 내부셀에서 저속 단말의 트래픽 $\lambda_{Sa} = \lambda_s(\Gamma) = R_s \Gamma \lambda$, 외부셀에서의 저속 단말의 트래픽과 고속 단말의 트래픽 $\lambda_{Sb} = (1-\Gamma)\lambda$, $= (1-\Gamma) R_s \lambda$, $\lambda_{Hb} = \lambda_H = (1-R_s)\lambda$, 또한 외부셀에서의 고속 단말의 트래픽율 $R_h = \frac{\lambda_h}{\lambda}$ 그리고 내부셀 a-타입의 채널을 점유한 저속 단말이 외부셀로의 핸드오프되는 호를 λ_{Shab}, 외부셀에서 저속 단말이 내부셀로 핸드오프되는 호를 λ_{Shba}라고 가정한다. 인접 외부셀에서 b-타입의 저속과 고속 단말의 핸드오프 되는 호를 각각 λ_{Shbb},와 λ_{Hhbb}로 나타낸다.

단말들의 호의 비율과 관련하여 내부셀에서 a-타입의 채널을 점유하는 저속 단말과 외부셀에서 b-타입의 채널을 점유하는 저속 단말과 고속 단말 호의 비율은 다음과 같이 주어진다.

$$\lambda_{Sa} = \lambda_s(\Gamma) \quad (1)$$

$$\lambda_{Sb} = (1-\Gamma)\lambda_S \quad (2)$$

$$\lambda_{Hb} = (1-\Gamma)\lambda_H \quad (3)$$

한편, 내부셀에서의 트래픽을 λ_a 와부 셀에서의 트래픽 λ_b로 가정하면 전체 트래픽

$$\lambda_T = \lambda_a + \lambda_b \quad (4)$$

로 구해지며 내부셀과 외부셀 각각의 트래픽은 다음과

같이 구성된다.

$$\lambda_a = \lambda_{Sa} + \lambda_{Shba} = (\lambda_{Sa} \cdot \Gamma) + \lambda_{Shba} \quad (5)$$

$$\lambda_b = \lambda_{Sb} + \lambda_{Hb} + \lambda_{Shab} + \lambda_{Shbb} + \lambda_{Hhbb} \quad (6)$$

즉, 내부셀의 트래픽 λ_a는 내부셀의 저속 단말 λ_{Sa}와 외부셀에서 내부셀로 핸드오프 되는 호 λ_{Shba}의 합으로 이루어지며, 외부셀의 트래픽 λ_b는 외부셀 b-타입의 채널을 점유한 저속 단말의 호 λ_{Sb}와 고속 단말의 호 λ_{Hb} 그리고 내부셀에서 외부셀로 핸드오프 되는 호 λ_{Shab}와 외부 인접셀에서 핸드오프 되는 저속 단말과 고속 단말의 호 λ_{Shbb}와 λ_{Hhbb}의 합으로 구성된다.

한편, 셀 경계 종단 비율과 하나의 마이크로셀에서의 평균 점유 시간 $\overline{\tau_h}$와의 관계는 다음과 같이 정의된다[6].

$$\overline{\tau_h} = \frac{1}{\eta} \quad (7)$$

여기에서 η는 한 셀의 경계 종단 비율(Cell crossover rate)로 내부셀의 종단비율과 외부셀의 종단 비율로 구분한다.

$\eta = \frac{2V}{\pi r}$ 로 여기에서 V는 0 V_S 또는 V_H로 주어지는 저속과 고속 단말기 속도, π는 셀의 원주율, r는 셀의 반경이다[6, 7].

핸드오프 확률을 구하기 위해 내부셀에서의 저속 단말의 셀 경계 종단 비율을 η_{Sa}라하고 외부셀에서의 저속 단말과 고속단말의 셀 경계 종단 비율을 각각 η_{Sb}, η_{Hb}라고 할 경우에 각 셀에서 점유한 저속 단말과 고속 단말의 셀 경계 종단 비율은 각각 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\eta_{Sa} = \frac{2V_S}{\pi r_{ma}} \quad (8)$$

$$\eta_{Sb} = \frac{2V_S}{\pi r_{mb}} \quad (9)$$

$$\eta_{Hb} = \frac{2V_H}{\pi r_{mb}} \quad (10)$$

저속단말이 내부셀과 외부셀에서의 평균 채널 점유 시간을 각각 $\overline{\tau_{Sa}}$, $\overline{\tau_{Sb}}$ 그리고 고속 단말이 외부셀에서의 평균 채널 점유시간을 $\overline{\tau_{Hb}}$라고 할 경우에 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\overline{\tau_{Sa}} = \frac{1}{\mu C_{Sa}} = \frac{1}{\mu + \eta_{Sa}} \quad (11)$$

$$\overline{\tau_{Sb}} = \frac{1}{\mu C_{Sb}} = \frac{1}{\mu + \eta_{Sb}} \quad (12)$$

$$\overline{\tau_{Hb}} = \frac{1}{\mu C_{Hb}} = \frac{1}{\mu + \eta_{Hb}} \quad (13)$$

여기에서 μ는 한 셀에서의 평균 통화시간이다.

저속 단말이 내부셀과 외부셀에서 핸드오프 확률을 각각 Ph_{Sa}, Ph_{Sb}로 가정하고 고속 단말이 외부셀에서 핸드오프 확률을 Ph_{Hb}라고 정한다. 저속 단말과 고속 단말의 핸드오프 확률을 각각 Ph_S와 Ph_H라고 할 경우에 재사용 분할 시스템에서의 전체 핸드오프 확률 Ph_T는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$Ph_T = Ph_S + Ph_H \quad (14)$$

$$Ph_S = Ph_{Sa} + Ph_{Sb}, \quad (15)$$

$$Ph_H = Ph_{Hb} \quad (16)$$

여기에서 내부셀의 a-타입 채널을 점유하는 저속 단말과 외부셀의 b-타입 채널을 점유하는 저속단말 그리고 외부셀의 b-타입을 점유하는 고속 단말에 대한 핸드오프 확률은 다음과 같이 구해진다.

$$Ph_{Sa} = \frac{\eta_{Sa}}{\mu + \eta_{Sa}} \quad (17)$$

$$Ph_{Sb} = \frac{\eta_{Sb}}{\mu + \eta_{Sb}} \quad (18)$$

$$Ph_{Hb} = \frac{\eta_{Hb}}{\mu + \eta_{Hb}} \quad (19)$$

따라서 저속 단말과 고속단말 각각에 대한 핸드오프 확률은 다음과 같이 구해진다.

$$Ph_S = \frac{\eta_{Sa}}{\mu + \eta_{Sa}} + \frac{\eta_{Sb}}{\mu + \eta_{Sb}} \quad (20)$$

$$Ph_H = \frac{\eta_{Hb}}{\mu + \eta_{Hb}} \quad (21)$$

블록킹 확률을 구하기 위해 내부셀과 외부셀의 채널을 각각 C_a, C_b 그리고 전체 채널 수를 C_T라고 할 경우 저속 단말이 점유 가능한 내부셀의 채널과 외부셀의 채널을 각각 C_{Sa}, C_{Sb} 그리고 고속 단말이 점유하는 외부셀의 채널을 C_{Hb}라고 정한다. 또한 저속 단말과 고속 단말을 각각 S_M과 H_M이라고 하면 전

체 셀의 채널수와 내부셀과 외부셀의 채널 수 그리고 저속 단말과 고속 단말이 점유하는 채널 수는 다음과 같이 각각 구해진다.

$$C_T = C_a + C_b \tag{22}$$

$$C_a = C_{Sa} \tag{23}$$

$$C_b = C_{Sb} + C_{Hb} \tag{24}$$

따라서 저속 단말 S_M과 고속 단말 H_M이 내부셀과 외부셀을 점유할 채널은 다음과 같다.

$$S_M = C_{Sa} + C_{Sb} \tag{25}$$

$$H_M = C_{Hb} \tag{26}$$

저속 단말이 내부셀의 a-타입과 외부셀의 b-타입을 점유 할 채널은 다음과 같이 얻을 수 있다.

$$C_{Sa} = C_a \tag{27}$$

$$C_{Sb} = C_b - C_{Hb} \tag{28}$$

재사용 분할 시스템에서 저속과 고속 단말의 블록킹 확률을 각각 Pb_S, Pb_H라고 하고 내부셀을 점유한 저속 단말의 블록킹 확률 Pb_{Sa}와 외부셀을 점유한 저속 단말의 블록킹 확률과 고속 단말의 블록킹 확률을 각각 Pb_{Sb}, Pb_{Hb}라고 할 경우 전체 블록킹 확률 Pb_T는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$Pb_T = Pb_S + Pb_H \tag{29}$$

$$Pb_S = Pb_{Sa} + Pb_{Sb}, \tag{30}$$

$$Pb_H = Pb_{Hb} \tag{31}$$

저속과 고속 단말의 블록킹 확률을 구하기 위해 어랑 손실 공식을 적용하면 저속 단말의 블록킹 확률 Pb_S는[6, 7]

$$Pb_S = \frac{\frac{\left(\frac{\lambda_a}{\mu_{Sma}}\right)^{C_{Sma}}}{C_{Sma}!}}{\sum_{l=0}^{C_{Sma}} \frac{\left(\frac{\lambda_a}{\mu_{Sma}}\right)^{l}}{l!}} + \frac{\frac{\left(\frac{\lambda_a}{\mu_{Smb}}\right)^{C_{Smb}}}{C_{Smb}!}}{\sum_{l=0}^{C_{Smb}} \frac{\left(\frac{\lambda_a}{\mu_{Smb}}\right)^{l}}{l!}} \tag{32}$$

로 구할 수 있다.

여기에서 C_{Sa}와 C_{Sb}는 각각 저속 단말이 내부셀 a-타입 채널과 외부셀 b-타입 채널을 점유 할 경우의 a-타입과 b-타입의 채널 수이다. 마찬가지로 고속 단말의 블록킹 확률 Pb_H는

$$Pb_H = \frac{\frac{\left(\frac{\lambda_b}{\mu_{Hmb}}\right)^{C_{Hmb}}}{C_{Hmb}!}}{\sum_{l=0}^{C_{Hmb}} \frac{\left(\frac{\lambda_b}{\mu_{Hmb}}\right)^{l}}{l!}} \tag{33}$$

재사용 분할 시스템에서의 호 절단 확률을 구하기 위해 저속 단말과 고속 단말의 손실확률을 각각 Pl_S와 Pl_H라고 하면 각 단말의 손실 확률은 다음과 같이 주어진다[6, 7].

$$Pl_S = Pb_S = Pb_{Sa} \cdot Pb_{Sb} \tag{34}$$

$$Pl_H = Pb_H \tag{35}$$

즉, 저속 단말의 손실 확률 Pl_S는 내부셀을 점유하는 저속 단말과 외부셀을 점유하는 저속 단말들의 블록킹 확률에 영향을 받으며 고속 단말의 손실 확률은 외부셀에서의 블록킹 확률만으로 주어진다.

따라서 재사용 분할 시스템에서 저속과 고속 단말의 전체 호 절단 확률 Pd_T는 다음과 같이 얻을 수 있다.

$$Pd_T = Pd_S + Pd_H \tag{36}$$

여기에서 Pd_S는 저속 단말의 호 절단 확률이며 Pd_H는 고속 단말의 호 절단 확률이다. 따라서 이들 각각의 호 절단 확률은 다음과 같은 식으로 구해진다[7].

$$Pd_S \approx \frac{Ph_S\, Pl_S}{[1 - Ph_S(1 - Pb_S)]} = \frac{Ph_S\, Pb_{Sa}\, Pb_{Sb}}{[1 - Ph_S(1 - Pb_S)]} \tag{37}$$

여기에서 Ph_S와 Pb_S, Pl_S는 각각 식(20)와 식(32), 식(34)에서 구해지는 저속 단말의 핸드오프 확률과 블록킹 확률 그리고 손실 확률을 나타낸다.

마찬가지로 고속 단말에 대한 절단 확률 Pd_H는 다음과 같은 식으로 구해진다.

$$Pd_H \approx \frac{Ph_H\, Pl_H}{[1 - Ph_H(1 - Pb_H)]} = \frac{Ph_H\, Pb_H}{[1 - Ph_H(1 - Pb_H)]} \tag{38}$$

따라서 Ph_H와 Pb_H, Pl_H는 각각 식(21)와 식(33), 식(35)에서 구해지는 고속 단말의 핸드오프 확률과 블록킹 확률을 나타낸다.

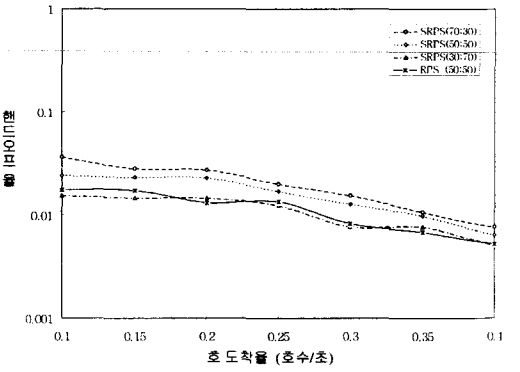
5. 시뮬레이션

〈표 1〉 시뮬레이션 조건

단말의 평균 속도	5~30 Km/h [V]
저속 단말의 평균 속도	5 Km/h [V]
고속 단말의 평균 속도	30 Km/h [V]
단말 속도 분포	균일분포
재사용 분할의 데이터 획득 셀의 수	4개 셀
외부셀의 반경	400m
내부셀의 반경	350m
셀당 총 채널 수	15 채널
셀당 내부셀과 외부셀의 채널 수	5 : 10
셀당 트래픽 분포	균일분포
호 발생 분포	포아송 분포 [λ]
평균 호 지속시간	110초 [τ]
호 지속시간 분포	지수분포

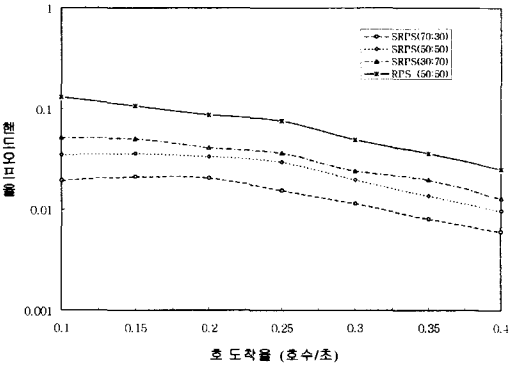
재사용 분할 시스템의 트래픽 분포 비율을 외부셀과 내부셀에 고속과 저속의 단말들로 각각 분류하여 운용할 경우에 구해진 성능 분석의 유효성을 검증하기 위해서 호 절단 확률, 핸드오프 확률에 대하여 시뮬레이션을 수행하고 RPS 방식과 비교한다. 단말의 속도 V는 균일 분포로 가정하였고 시뮬레이션에 사용된 셀의 수는 4개이다. 핸드오프 확률, 호 절단 확률에 대하여 내부셀과 외부셀의 트래픽 분포 비율을 변화시켜 수행되었다.

(그림 4)는 재사용 분할 시스템에서 저속 단말에 대한 핸드오프 확률을 시뮬레이션 한 결과이다. 저속 단말은 속도 제한 알고리즘에 영향을 받지 않기 때문에 RPS에서와 핸드오프 방법이 동일하다. 그러나 (그림 4)의 SRPS(50:50)와 일치하지 않고 RPS에서의 확률이 더 개선되는 것은 RPS는 고속 단말도 내부셀의 채널을 점유하기 때문에 저속 단말에 대한 핸드오프 확률은 SRPS보다 향상된 결과를 나타낸다. 또한 저속 단말의 트래픽이 많을수록 저속 단말의 핸드오프 확률이 증가되는 결과를 보였으며 따라서 트래픽 분포 비율에 따라서 핸드오프 확률 분포가 발생하는 결과를 보였다. 결론적으로 저속 단말의 핸드오프 확률은 SRPS에서 고속 단말이 내부셀을 점유하지 않기 때문에 동일 조건에서 RPS에서 보다 크게 나타남이 입증된다.



(그림 4) 저속단말의 핸드오프 확률(속도=5[Km/h], 채널 비율=10:20, 셀 반경 비율 =350/400)

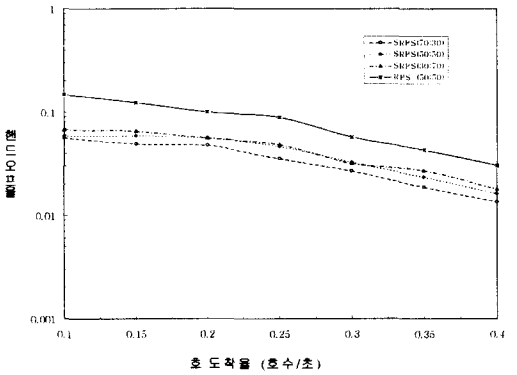
(그림 5)는 재사용 분할 시스템에서 고속 단말에 대한 핸드오프 확률을 시뮬레이션 한 결과를 보인다. (그림 5)에서와 같이 RPS의 핸드오프 확률이 SRPS(50:50)에서보다 크게 나타남을 보이고 있다. 이와 같은 결과는 SRPS에서 고속 단말이 내부셀을 점유하지 않기 때문에 핸드오프 확률이 RPS에서 보다 크게 개선되는 결과를 보인다. 한편, 트래픽 분포 비율에 대해서는 고속 단말의 트래픽 분포에 비례하여 크게 나타나는 결과를 보였다.



(그림 5) 고속 단말의 핸드오프 확률 (속도=30[Km/h], 채널 비율=10:20, 셀 반경 비율 =350/400

(그림 6)은 재사용 분할 시스템에서 저속과 고속 단말에 대한 핸드오프 확률을 시뮬레이션 한 결과를 보인다. (그림 6)에서와 같이 SRPS에서의 핸드오프 확률은 RPS의 핸드오프 확률보다 크게 개선됨을 보이고 있다. 이와 같은 결과는 SRPS에서 고속 단말이 내부

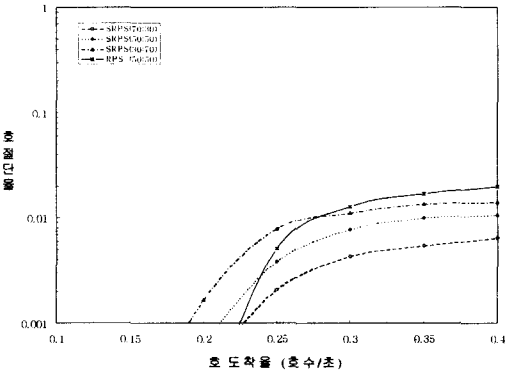
셀을 점유하지 않기 때문에 고속 단말의 핸드오프 확률이 개선되어 시스템 전체의 핸드오프 확률이 개선되는 결과로서 제안한 속도제한 핸드오프 알고리즘에 시뮬레이션 결과가 입증되었다.



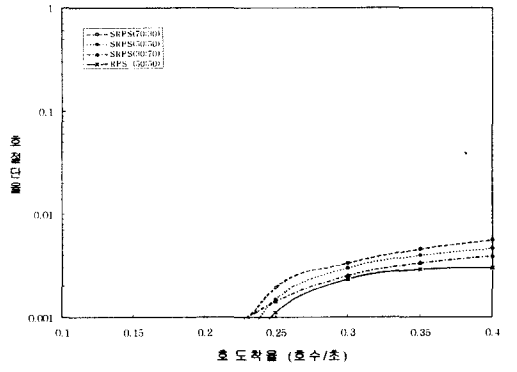
(그림 6) 저속, 고속 단말의 핸드오프 확률
(속도=5~30[Km/h], 채널 비율 =10:20,
셀 반경 비율 =350/400)

(그림 7)은 저속 단말의 핸드오프 실패로 발생되는 호 절단 확률의 결과를 보인다. 호 절단 확률은 핸드오프 확률에 영향을 받기 때문에 저속 단말의 트래픽 분포 비율에 따라서 절단 확률도 유사하게 나타나는데 즉, 저속 단말의 트래픽 비율이 높다면 내부셀의 a-타입 채널을 점유하는 단말의 증가로 핸드오프 확률의 증가와 더불어 호 절단 확률이 증가되는 결과를 발생한다. 또한 (그림 4)의 저속 단말의 핸드오프 발생 확률에서와 같이 RPS가 SRPS보다 절단 확률이 개선되는 결과는 고속 단말과 저속 단말이 내부셀을 점유하기 때문에 저속 단말의 핸드오프 확률이 개선되며 저속 단말의 호 절단 확률도 RPS가 SRPS보다 개선되는 결과를 보였다.

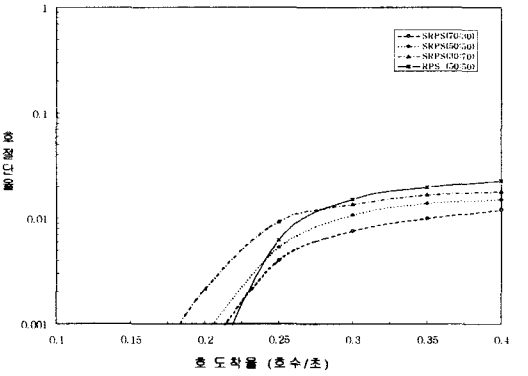
(그림 8)은 고속 단말의 호 절단 확률을 시뮬레이션한 결과이며 따라서 고속 단말의 트래픽 분포 비율이 클수록 호 절단 확률이 크게 발생하는 결과를 보인다. 또한 SRPS는 RPS보다 크게 개선된 결과를 얻었으며 이러한 결과는 고속 단말이 내부셀을 점유하지 않기 때문에 RPS에서 보다 핸드오프 수가 작아지며 따라서 호 절단 수효도 작아지기 때문에 시뮬레이션 결과에서 호 절단 확률이 개선되는 결과를 나타낸다. 따라서 제안한 속도제한 핸드오프 알고리즘은 고속 단말의 핸드오프 확률의 개선과 더불어 호 절단 확률도 개선되는 효과를 얻을 수 있음이 입증되었다.



(그림 8) 고속단말의 호 절단 확률(속도=30[Km/h],
채널 비율=10:20, 셀 반경 비율 =350/400)



(그림 7) 저속단말의 호 절단 확률
(속도=5[Km/h], 채널 비율=10:20,
셀 반경 비율 =350/400)



(그림 9) 저속, 고속단말의 호 절단 확률
(속도=5~30[Km/h], 채널 비율=10:20,
셀 반경 비율 =350/400)

(그림 9)는 저속 단말과 고속 단말 전체의 호 절단 확률에 대한 시뮬레이션 결과이다. 핸드오프 확률에서와 같이 호 절단 확률에서도 저속 단말의 호 절단 확률은 RPS가 SRPS 보다 개선되지만 고속 단말의 호 절단 확률이 크게 개선되기 때문에 재사용 분할 시스템 전체의 호 절단 확률은 RPS에서 보다 SRPS가 크게 개선된다. 따라서 호 절단 확률에 대한 시뮬레이션 결과에서도 제안한 속도 제한 핸드오프 알고리즘의 성능이 개선되는 결과가 입증되었다.

6. 결 론

재사용 분할 시스템의 성능과 관련하여 고속 단말의 핸드오프 증가에 따라 핸드오프 확률과 호 절단 확률이 증가되는 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점들을 개선하기 위하여 속도 제한 핸드오프 알고리즘을 제안하였다. 따라서 저속과 고속 단말에 대한 핸드오프 확률, 호 절단 확률에 대하여 각각의 성능을 분석하고 컴퓨터 시뮬레이션을 통해서 고속 단말에 의해서 성능이 저하되는 결과와 제안한 핸드오프 알고리즘에 의해서 핸드오프 확률과 호 절단 확률이 개선되는 결과를 입증하였다. 따라서 재사용 분할 시스템 전체의 핸드오프 확률과 호 절단 확률의 성능을 개선하는 효과를 얻었다.

참 고 문 헌

[1] X. Hh, "A Simplified analytical Model for predicting path loss in Urban and Suburban," IEEE Trans. on Vehicular Technology, Vol.46, No.4, pp.1040- 1046. November 1997.

[2] C. C. Pastor, "On A Traffic-Mobility Analytical Tool for Voice-Data Integration in a Metropolitan Microcellular Wireless Environment," IEEE 47th VTC Proc, v.2-A, pp.582-586, 1997.

[3] T. Taga, T. Furuno, K. Suwa, "Channel Modeling for 2-GHz-Band Urban Line-of-Sight Street Microcells," IEEE Trans. on Vehicular Tech., vol.48, No.1, pp.262-272. January 1999.

[4] C. ho-Shin, "Cell Configuration and Resource Management in Urban Microcellular Systems," PhD thesis, KAIST, Korea, 1999.

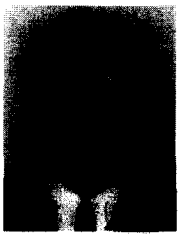
[5] S. W. Halpern, "Reuse Partitioning in Cellular Systems," Proc, IEEE Vch, Tech Conf., pp.322-327. May 1983.

[6] B. Jabbari, "Teletraffic Aspects of Evolving and Next-Generation Wireless Communication," IEEE Personal Comm., Magazine, Vol.3, No.6, pp.4-9. December 1996.

[7] B. Jabbari, W. Fuhrmann, "Teletraffic Modeling and Analysis of Flexible Hierarchical Cellular Networks with Speed-Sensitive Handoff Strategy," IEEE Trans. on Slacted Area in Comm., Vol.15. No.8. pp.1539-1548. October 1997.

[8] F. Whitehead, "Cellular Spectrum Efficiency via Reuse Planning," Proc, VTC, 1985.

[9] T. Chu, S. Stephen, "Overlapping Coverage with Reuse Partitioning in Cellular Communications Systems," IEEE Trans. on Vehicular Tech., Vol.46.1 pp.41-54. February 1997.



이 영 철

e-mail : lychul@kt.co.kr

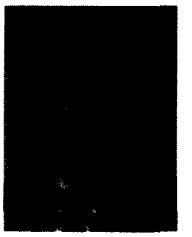
1990년 한국방송통신대학교 전자계산학과 졸업(학사)

1993년 연세대학교 산업대학원 전자계산학과(공학석사)

1997년 아주대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정 수료

1975년~현재 한국통신 중앙통신관리단 재직중

관심분야 : 컴퓨터그래픽스, 이동통신, 멀티미디어



김 민 홍

1963년 한양대학교 공과대학 원자력공학과(학사)

1977년 정보처리 기술사

1978년 고려대학교 경영대학원 정보처리 전공(석사)

1993년 미국 Colorado대학 방문교수

1996년 아주대학교 대학원 컴퓨터공학과(박사)

1981년~현재 경기대학교 이과대학 전자계산학과 교수

관심분야 : 운영체제, 정보기술 표준화 등

임 재 성

e-mail : jsalim@madang.ajou.ac.kr

1983년 아주대학교 전자공학과 졸업(학사)

1985년 한국과학기술원 대학원 전기 및 전자공학과 (공학석사)

1994년 한국과학기술원 대학원 전기 및 전자공학과 (공학박사)

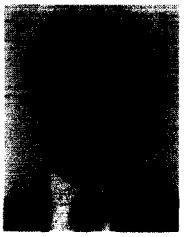
1985년~1988년 대우통신(주) 전임연구원

1988년~1995년 (주)디지콤 정보통신 연구소 책임연구원

1995년~1998년 SK텔레콤 중앙연구원 책임연구원

1998년~현재 아주대학교 정보통신 전문대학원 조교수

관심분야 : 이동통신, 디지털통신, 디지털 신호처리 등.



김 하 진

e-mail : hjkim@madang.ajou.ac.kr

1962년 서울대학교 문리과대학 수학과(이학사)

1978년 Grenoble 1 대학교 대학원 응용수학과 D. E. A. (이학석사)

1980년 Saint-Etienne 대학교 대학원 응용수학과(이학박사)

1984년~1985년 프랑스 INRIA 초빙교수

1989년~1992년 한국 정보과학회 회장

1993년~1995년 아주대학교 공과대학 원장

1974년~현재 아주대학교 공과대학 컴퓨터공학과 교수

관심분야 : 컴퓨터그래픽스, 수치해석 등