

논문 2009-46TC-7-4

Relay Station 기반 최적 핸드오프 우선화 제어 알고리즘

(Relay Station based Optimal Handoff Prioritization Control Algorithm)

유 혜 인*, 강 해 린*, 김 낙 명**

(Hye-In Yu, Hae-Lynn Kang, and Nak-Myeong Kim)

요 약

차세대 멀티미디어 이동통신 시스템에서 자원 예약 기법은 핸드오프 call의 QoS를 보장하기 위한 효과적인 방법이다. 그러나 핸드오프를 위한 자원 예약은 new call의 blocking 확률에는 부정적인 영향을 미친다. 본 논문에서는 핸드오프 dropping 확률과 new call의 blocking 확률 사이의 tradeoff 관계를 최적화하기 위하여 relay station을 기반으로 한 새로운 핸드오프 우선화 제어 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘에서는, relay가 핸드오프 과정에 개입하여 핸드오프 직후의 단말에게 고효율의 데이터 전달 전송을 가능하게 함으로써 신속한 서비스를 제공할 수 있다. 본 논문에서는, 제안된 알고리즘을 Markov chain을 통해 모델링 하고, 핸드오프 패킷의 dropping 확률과 new 패킷의 blocking 확률의 성능을 도출한다. 수치 해석 결과를 통해, 제안된 핸드오프 알고리즘이 기존의 핸드오프 우선화 기법들에 비해 핸드오프 패킷의 dropping 확률과 신규 패킷의 blocking 확률 측면에서 우수한 성능을 가짐을 보였다.

Abstract

Resource reservation scheme is an effective method to guarantee QoS for handoff calls in the next generation multimedia mobile communication systems, but it causes negative impacts on blocking probability of new calls. In this paper, to optimize the tradeoff between dropping probability of handoff calls and blocking probability of new calls, relay station based handoff prioritization control algorithm is proposed. In this algorithm, the relay station participates in handoff procedure and enables mobile stations to have guaranteed prompt service after handoff by providing highly efficient data transmission. In this paper, Markov chain models of the proposed handoff prioritization schemes are developed, and dropping probability of handoff packets and blocking probability of new packets are derived. By numerical analysis, the proposed algorithm has been proved to outperform conventional handoff prioritization schemes in terms of dropping probability of handoff packets and blocking probability of new packets.

Keywords : 핸드오프, 자원 예약, Relay, Markov chain

I. 서 론

차세대 이동통신 환경에서 초고속 멀티미디어 통신에 대한 수요의 증대는 방대한 무선 자원 및 효율적인 스펙트럼 관리를 요구한다. 이에 따라 차세대 무선 네트워크는 스펙트럼 활용도의 증가시키기 위해서

micro/pico 셀들로 구성될 것이다. 그러나 이러한 환경에서는 작은 셀 크기로 인해 더욱 빈번한 핸드오프가 발생하게 되어, 핸드오프 call의 QoS보장이 더욱 더 어려운 문제가 된다. 핸드오버 call을 보호하기 위한 방안으로 guard channel (GC)^[1~3]과 handover queuing^[4]을 비롯한 다양한 핸드오프 우선화(Handoff Prioritization) 기법들이 제안되어 왔다. 그 중에서도 GC기법은 가장 일반적인 핸드오프 우선화 기법으로서, 채널의 일부를 핸드오프 call에게 전용으로 할당하여 핸드오프 call을 서비스 중단으로부터 보호하려는 기법이다. B.B.Madan은 이 GC기법 위에 신호 품질을 고려하여 핸드오프를

* 정회원, ** 평생회원, 이화여자대학교
(Ewha W. University)

※ 본 연구는 지식경제부와 한국산업기술재단의 전략 기술인력양성사업 및 BK21 연구사업의 지원으로 수행된 연구결과임
접수일자: 2009년2월22일, 수정완료일: 2009년7월15일

결정하는 mobile-assisted handoff (MAHO)을 결합하여 실질적인 셀룰러 환경에서 핸드오프 dropping 확률을 줄이고자 하였다^[3]. 그러나 이러한 GC기법은 보호 채널수의 설정에 따라서 new call의 blocking 확률을 과도하게 증가시킬 수 있는 문제가 있다.

그리하여 mobile positioning system을 이용하여, 단말의 실시간 위치 정보를 기반으로 필요시 target 기지국에서 자원을 예약하는 predictive channel reservation (PCR)기법들이 연구되어 왔다^[5~8]. M.Chiu는 단말이 셀 경계까지 남은 거리가 일정 threshold보다 작게 될 때 target 기지국으로 자원 예약을 요청하는 Distance기반 자원 예약 기법을 제안하였다^[5]. 그러나 이 기법은 단말의 이동 속도를 고려하지 않았기 때문에 예약 자원이 이용되지 못하는 false reservation 문제가 발생한다. 이를 보완하기 위해 자원을 예약하는 시점을 결정하는 데 있어서 target 셀에 도달하기까지의 남은 시간을 이용하는 Time기반 자원 예약 기법이 제안되었다^[6]. 그러나 이러한 PCR기법 역시 임계값을 어떻게 설정하느냐에 따라 신규 call의 admission에는 부정적인 영향을 가져올 수 있다^[7]. 이렇게 핸드오버 call의 dropping 확률 (HDP)과 신규 local call의 blocking 확률 (NBP)사이의 tradeoff를 design해야 할 필요에 따라, S.Ali는 핸드오버 call에게 우선권을 주면서도 신규 call을 protection하기 위해 예약 채널의 수를 제한하는 PCR기법을 제안하였다^[8].

한편 차세대 이동통신시스템의 성능 향상을 위하여 relay station (RS)이 도입된 셀룰러 시스템이 지속적으로 주목받고 있다. 현재까지 relay station에 대한 연구는 주로 셀 영역 확장과 데이터 처리율 향상을 목적으로 활발히 진행되어 왔다^[9~10]. 그러나 relay station을 핸드오프 성능 향상의 목적으로써 접근한 연구는 아직 미비한 실정이다. 특히 미래 이동통신 시스템에서 All-IP 체계의 패킷 기반 always connected 서비스가 일반화 될 경우, 패킷단위의 핸드오프 QoS관리는 매우 중요하다. 본 논문에서는 핸드오프 패킷의 dropping 확률과 new 패킷의 blocking 확률 사이의 tradeoff관계를 최적화하기 위하여 RS를 이용한 새로운 핸드오프 우선화 제어 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘에서는, RS가 핸드오프 과정에 개입함으로써, 핸드오프 직후의 단말에게 고효율의 데이터 전송을 통해 신속한 서비스를 제공해 줄 수 있다. 본 논문에서는, 제안된 핸드오프 우선화 제어 알고리즘을 Markov chain을 통해 모델링

하여, 핸드오프 패킷의 dropping 확률과 new 패킷의 blocking 확률의 성능을 도출하고, 이를 수치 해석으로 비교 분석한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. II장에서는 본 논문에서 고려된 시스템 구조를 설명하고, III장에서는 제안된 릴레이 기반 핸드오프 우선화 제어 알고리즘을 설명한다. IV장에서는 Markov Chain 모델을 이용하여 제안된 알고리즘의 성능 분석이 주어지며, V장에서 그 성능을 기존의 기법들과 비교 평가 및 검증한다. 그리고 VI에서 본 논문의 결론을 맺는다.

II. 시스템 구조

본 논문은 All-IP체계의 패킷 기반 이동통신 네트워크를 배경으로 한다. 핸드오프 방식으로는 핸드오프 절차 동안 데이터 전송이 잠시 중단되는 hard 핸드오프를 고려하며, 핸드오프를 패킷단위의 QoS 관점으로 접근한다. 그림 1은 무선 RS가 도입된 시스템의 특징을 도시한 것이다. 본 논문에서는 RS가 주변 기지국(base station (BS)) 사이의 핸드오프 과정을 원조할 수 있도록 RS를 셀 경계에 위치시키고, 이 RS를 핸드오프 RS로 지칭한다. 기지국과 핸드오프 RS의 link는 지향성 안테나를 통해 좋은 채널 효율을 가질 수 있으며, 핸드오프 RS는 기지국이 broadcast하는 map 정보를 듣고, 주변 기지국들의 자원 할당상황을 알 수 있다.

그리고 이동 단말은 핸드오프 시에 새로운 기지국으로부터 자원을 할당받지 못하면 서비스가 끊기게 되는데, 본 논문에서는 이를 핸드오버 패킷의 dropping 이라 정의한다. 한편, 셀 내에서 새로운 접속을 시도하는 new 패킷이 congestion으로 인해 자원을 할당 받지 못하고 서비스 연결에 실패하는 것을 new 패킷의 blocking이라 정의한다.

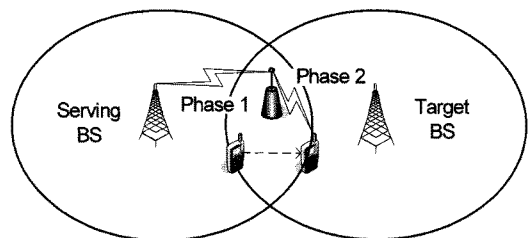


그림 1. Relay station 기반 셀룰러 시스템 구조

Fig. 1. Relay station based cellular system architecture.

III. RS기반 핸드오프 우선화 제어 알고리즘

본 논문에서는 RS가 핸드오프를 원조하는 RS 기반의 새로운 핸드오프 우선화 제어 알고리즘(RBH: relay station based handoff prioritization control algorithm)을 제안한다. 제안하는 알고리즘의 주요 원리는 그림 1에서 도시된다. 단말이 새 셀로 핸드오프 하기 직전인 핸드오프 처리 시간 동안을 나타내는 phase 1 동안에는, 핸드오프 RS가 단말을 대신해 데이터를 수신하고 저장한다. 그리고 단말이 새로운 셀로 핸드오프 한 직후를 나타내는 phase 2에서는 핸드오프 RS가 새 기지국을 대신하여 단말에게 데이터를 전송한다. 핸드오프 RS는 갓 핸드오프를 마친 단말과 지리적으로 가까이 있으므로 높은 전송효율로 데이터를 전송할 수 있다. 따라서 핸드오프 절차 동안의 서비스 중단으로 QoS가 저하된 사용자에게 핸드오프 직후에 빠른 서비스를 제공해 줄 수 있다.

그림 2는 제안하는 핸드오프 RS를 이용한 핸드오프 절차를 나타내고 있다. 단말은 실제 핸드오프 하기 전에, 데이터 송수신을 중단하고, 주변 BS들의 신호를 탐색하고 신호 품질의 확인을 통해 핸드오버하기 적합한지를 판단하는 scanning time을 가진다. 주변 셀을 scanning을 하기 위해 단말은 SCN_REQ 메시지를 통해 serving BS에 scanning request 과정을 거치고, SCN_REQ 메시지를 받은 serving BS는 SCN_RSP를 통해 응답 메시지를 보낸다. 핸드오프 RS는 이 SCN_RSP 메시지의 인지를 통해 단말의 scanning time으로의 도

입 timing을 알 수 있다. 이를 인지한 핸드오프 RS는 serving 기지국에게 해당 단말의 핸드오프를 원조하겠다는 control 신호를 보낸다. 이후 serving 기지국은 downlink 데이터 전송을 중지하지 않고 계속 송신하고, 이 시점부터 핸드오프 RS는 기지국이 송신하는 downlink 데이터를 단말을 대신해 수신하여 buffer에 저장한다. 실제로 핸드오버가 결정된 후, 단말은 새로운 기지국으로의 접속 절차를 거치게 되고 이 접속절차가 끝나면 기존 기지국은 핸드오프 RS로의 데이터 전송을 중지한다. 이 시점 이후부터 핸드오프 RS는 현재까지 buffer에 저장해둔 downlink 데이터를 새로운 기지국을 대신하여 단말에게 전송한다. 단말이 전송하는 uplink 데이터는 기존과정과 동일하게 기지국에서 수신한다.

핸드오프 RS는 새로운 셀에 갓 진입한 단말과 새 기지국에 비해 상대적으로 훨씬 가까운 거리에 있기 때문에, downlink 데이터를 높은 전송 효율로 전송하는 것이 가능하다. 핸드오프 RS가 buffer에 저장된 데이터를 모두 전송 하고 나면, 기지국은 단말이 전송한 COMPLETE 메시지를 인식하고, downlink 데이터를 이어서 전송한다. 이 이후로 단말은 새 기지국과 정상 통신을 한다.

이 핸드오프 RS는 기존의 일반 RS가 전송효율을 높이는 것과 근본적으로 구별된다. 일반 RS의 경우 두 번의 link를 거쳐 정보를 전달하기 때문에, link 한 번에 전송하는 것보다 필연적으로 자원에 있어서는 두 배 손해를 보는 것을 감수하고, 전송효율을 증가시킨다. 반면 핸드오프 RS는 미리 저장된 데이터를 한번의 link에 가까운 거리에서 전송할 수 있게 함으로써 전송효율을 크게 높일 수 있다는 것에 차별성이 있다. 핸드오프 RS를 이용하면 downlink의 전송효율을 높일 수 있기 때문에 downlink의 전송시간을 줄일 수 있고 빠르게 서비스를 제공해 줄 수 있다.

본 논문에서는 최적의 핸드오프 QoS 성능을 도모하기 위하여, 제안된 RS기반 핸드오프 절차에 핸드오프 우선화 기법의 자원 할당의 원리를 결합하여 RBH1과 RBH2 기법을 제안한다. 제안된 RBH1 기법은 target BS에서 일정 자원을 guard channel로 고정 할당하는 방식을 연동시키는 기법이다. 반면 RBH2 기법은 예측 자원 할당 방식과 연동시킨 기법이다. 단 제안된 RBH2 기법은 핸드오프에 과도한 채널예약을 막기 위하여 예약 채널 수의 상한선을 둔다.

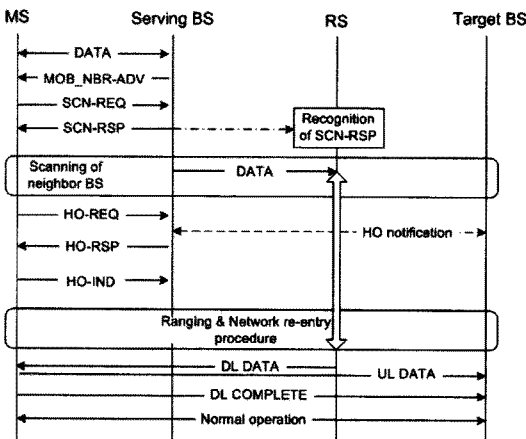


그림 2. 제안된 릴레이 기반 핸드오프 절차
Fig. 2. Proposed relay based handoff procedure.

IV. RBH 기법의 Markovian 해석

이 장에서는 제안된 RBH1기법과 RBH2기법의 성능을 Markov chain 모델링을 통해 분석한다. 본 논문에서 고려하는 All-IP 패킷 기반의 인터넷 서비스에서는 패킷 단위의 핸드오프를 고려해야 하므로, Markov 분석을 통해 핸드오프 패킷의 dropping 확률과, new 패킷의 blocking 확률 성능을 도출한다.

차세대 셀룰러 시스템의 핸드오프 상황은 target셀에서의 복수 채널 자원을 최적으로 획득하기 위한 과정이므로, 제안된 기법들을 적용했을 때 시스템은 M/M/S/S 시스템으로 모델링 할 수 있다. 신규 패킷의 arrival과 핸드오프 패킷의 arrival은 각각 λ_n 과 λ_h 의 rate을 가지는 Poisson process를 따른다고 가정한다. 한 패킷이 채널을 차지하는 시간을 나타내는 channel holding time은 평균 $1/\mu$ 인exponential 분포라 가정한다. 본 논문에서 제안된 RBH 기법을 적용할 때 핸드오프 패킷 전송시간은 정상적인 패킷 전송시간보다 크게 단축되며, 이 경우 핸드오프 패킷의 channel holding time, $1/\mu_h$ 는 다음과 같이 유도된다.

$$\frac{1}{\mu_h} = \begin{cases} \frac{1}{\mu} + T(1 - \frac{R_{HR}}{R_{BS}}), & \frac{1}{\mu} > T \cdot \frac{R_{HR}}{R_{BS}} \\ \frac{1}{\mu} \cdot \frac{R_{BS}}{R_{HR}}, & \frac{1}{\mu} \leq T \cdot \frac{R_{HR}}{R_{BS}} \end{cases} \quad (1)$$

여기서 T는 핸드오프 처리시간을 나타내고 R_{HR} , R_{BS} 는 각각 핸드오프 RS와 단말 사이의 전송효율, 새 기지국과 단말사이의 전송효율을 나타낸다.

또한, RBH2의 경우에는 자원예약에 대한 request와 예약된 자원이 실제 이용되지 않게 되는 cancellation을 추가 고려해야 하며 이 역시 각각 λ_r , λ_c 의 rate를 가지는 Poisson process를 따른다고 가정한다.

1. RBH1 기법의 Markovian 해석

제안된 RBH1 기법에서는 핸드오프 패킷과 신규 패킷의 channel holding time이 다르므로 그림 3과 같은 2차원 Markov chain 모델로 표현된다. 이 Markov chain에서 state(i, j)는 신규로 진입한 active 패킷의 수가 i개, 핸드오프로 진입한 active 핸드오프 패킷 수가 j일 때의 state를 의미한다. 그림 3은 전체 채널 수 C=4이고 guard 채널 수 G=1일 때의 Markov chain을 보여준다. 이 Markov chain 모델에서 state probability P(i, j)에

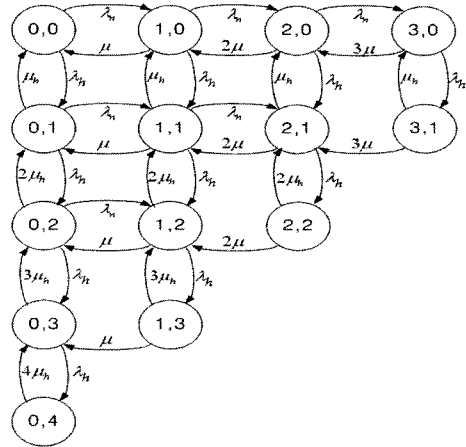


그림 3. C=4, G=1일 때, 제안된 RBH1 알고리즘의 Markov chain 모델

Fig. 3. Markov chain model of the proposed RBH1 algorithm when C=4 and G=1.

대한 equilibrium equation은 다음과 같이 유도된다.

$$P(i, j) \{ \delta_1(i, j)\lambda_n + \delta_2(i, j)\lambda_h + \delta_3(i, j)i\mu + \delta_4(i, j)j\mu \} = \delta_2(i, j)P(i-1, j)\lambda_n + \delta_3(i, j)P(i+1, j)(i+1)\mu + \delta_4(i, j)P(i, j-1)\lambda_h + \delta_5(i, j)P(i, j+1)(j+1)\mu \quad (2)$$

이 식에서, $0 \leq i \leq C - G$, $0 \leq j \leq C$, $i + j \leq C$ 이며,

$$\delta_1(i, j) = \begin{cases} 0, & i + j > C - G - 1 \\ 1, & i + j \leq C - G - 1 \end{cases}$$

$$\delta_2(i, j) = \begin{cases} 0, & i + j > C - G \\ 1, & i + j \leq C - G \end{cases}$$

$$\delta_3(i, j) = \begin{cases} 0, & i = 0 \\ 1, & i > 0 \end{cases}$$

$$\delta_4(i, j) = \begin{cases} 0, & j = 0 \\ 1, & j > 0 \end{cases}$$

$$\delta_5(i, j) = \begin{cases} 0, & i + j \geq C \\ 1, & i + j < C \end{cases}$$

로 정의한다.

RBH1기법에서는, target 기지국에서 가용 채널이 없을 경우 핸드오프 패킷이 dropping되므로 핸드오프 패킷의 dropping 확률, $P_{d, RBH1}$ 는 다음과 같이 얻어진다.

$$P_{d, RBH1} = \sum_{i+j=C} P(i, j) \quad (3)$$

반면, target 셀 내에서 생성된 신규 패킷이 도착했을 때, 셀에서 guard channel을 제외한 일반 채널에서 비어있는 공간이 없으면 신규 패킷은 blocking되므로, 신규 패킷의 blocking 확률, $P_{b,RBH2}$ 는 다음과 같이 표현된다.

$$P_{b,RBH2} = \sum_{i+j \geq C-G} P(i, j) \quad (4)$$

2. RBH2 기법의 Markovian 해석

본 논문의 HBR2 기법은 자원 예약 채널 수에 제한치, G_m 을 가진다. 본 논문에서는 성능 분석의 편의를 위하여 핸드오프 패킷은 모두 사전에 자원 예약이 된 후 핸드오프 된다고 가정한다. 제안된 RBH2 기법 또한 핸드오프 패킷과 신규 패킷의 channel holding time이 다르기 때문에, 자원 예약 제어수준을 추가하여 3차원 Markov chain 모델로 분석할 수 있다. 이 Markov chain에서 state(x, y, z)는 신규로 진입한 active packet의 수가 x 개, 예약 핸드오프를 위해 예약된 채널수가 y 개, 핸드오프로 진입한 active 핸드오프 packet의 수가 z 개일 때의 state를 의미한다. 그림 4는 전체 채널 수 $C=3$ 이고 최대 예약 가능한 채널 수 $G_m=2$ 일 때의 Markov chain을 보여준다. 다음은 이 Markov chain 모델에서 state probability $P(x, y, z)$ 에 대한 equilibrium equation이다.

$$\begin{aligned} P(x, y, z) & \left\{ \begin{aligned} & \delta_1(x, y, z)\lambda_1 + \delta_2(x, y, z)\lambda_2 + \delta_3(x, y, z)(\lambda_1 + \lambda_2) \\ & + \delta_4(x, y, z)x\mu + \delta_5(x, y, z)z\mu_s \end{aligned} \right\} \\ & = \delta_1(x, y, z)\{P(x+1, y, z)(x+1)\mu + P(x, y, z+1)(z+1)\mu_s\} \\ & + \delta_2(x, y, z)P(x, y+1, z)\lambda_1 + \delta_3(x, y, z)P(x, y-1, z)\lambda_2 \\ & + \delta_4(x, y, z)P(x-1, y, z)\lambda_1 + \delta_5(x, y, z)P(x, y+1, z-1)\lambda_2 \end{aligned} \quad (5)$$

이 식에서, $0 \leq x \leq C$, $0 \leq y \leq G_m$, $0 \leq z \leq C$, $x + y + z \leq C$ 이며,

$$\delta_1(x, y, z) = \begin{cases} 0, & x + y + z = C \\ 1, & x + y + z < C \end{cases}$$

$$\delta_2(x, y, z) = \begin{cases} 0, & y \geq G_m \text{ or } x + y + z \geq C \\ 1, & y < G_m \text{ and } x + y + z < C \end{cases}$$

$$\delta_3(x, y, z) = \begin{cases} 0, & y = C \\ 1, & y > C \end{cases}$$

$$\delta_4(x, y, z) = \begin{cases} 0, & x = 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$$

$$\delta_5(x, y, z) = \begin{cases} 0, & z = 0 \\ 1, & z > 0 \end{cases}$$

$$\delta_6(x, y, z) = \begin{cases} 0, & z = 0 \text{ or } y = G_m \\ 1, & z > 0 \text{ and } y < G_m \end{cases}$$

로 정의된다.

RBH2 기법에서는, 핸드오프 패킷은 셀 내에 더 이상 예약될 채널 및 가용 채널이 없을 경우 dropping 되므로, 핸드오프 패킷의 dropping 확률, $P_{d,RBH2}$ 는 다음과 같이 얻어진다.

$$P_{d,RBH2} = \sum_{x+z=C} P(x, y, z) \quad (6)$$

그리고 신규 패킷은 모든 채널이 활성화 되어 있거나 또는 예약되어 있다면 blocking되므로, 신규 패킷의 blocking 확률, $P_{b,RBH2}$ 는 다음과 같이 유도된다.

$$P_{b,RBH2} = \sum_{x+y+z=C} P(x, y, z) \quad (7)$$

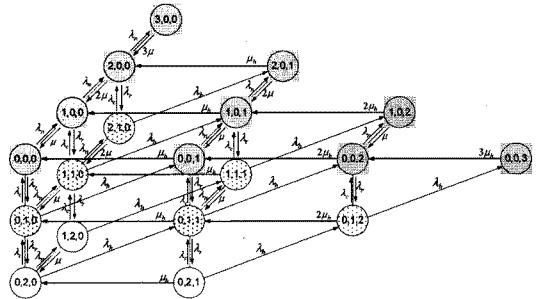


그림 4. $C=3$, $G_m=2$ 일 때, 제안된 RBH2 알고리즘의 Markov chain 모델

Fig. 4. Markov chain model of the proposed RBH2 algorithm when $C=3$ and $G_m=2$.

V. Performance Evaluation

본 장에서는 제안된 RBH1과 RBH2 기법의 성능을 평가하기 위하여 기존의 GC기법^[3]과 PCR 기법^[8]의 성능과 P_b 와 P_d 측면에서 비교하였다. 성능 평가에 있어서, 전체 채널 수 $C=10$, GC기법 및 RBH1 기법에서 guard 채널 수 $G=2$, PCR기법 및 RBH2 기법에서 최대

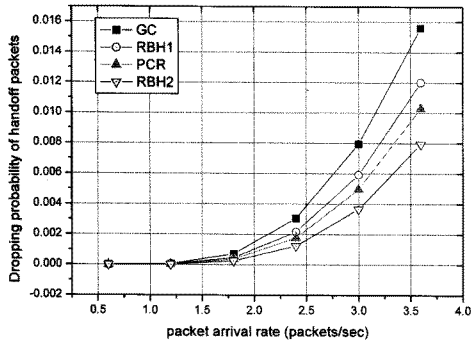


그림 5. 패킷 arrival rate에 따른 핸드오프 패킷의 dropping probability 비교
 Fig. 5. Comparison of dropping probabilities of handoff packets according to packet arrival rate.

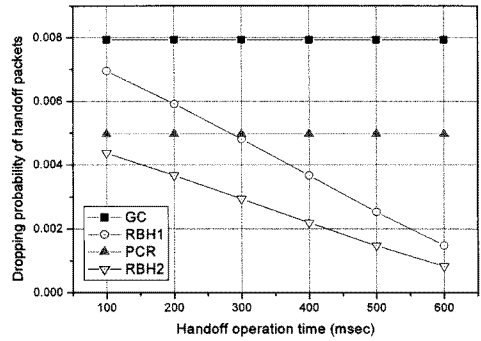


그림 7. 핸드오프 처리 시간에 따른 핸드오프 패킷의 dropping probability 비교
 Fig. 7. Comparison of dropping probabilities of handoff packets according to handoff operation time.

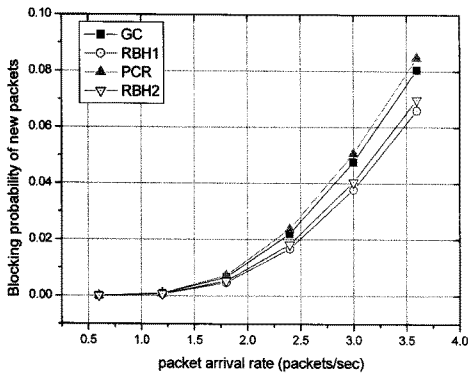


그림 6. 패킷 arrival rate에 따른 신규 패킷의 blocking probability 비교
 Fig. 6. Comparison of blocking probabilities of new packets according to packet arrival rate.

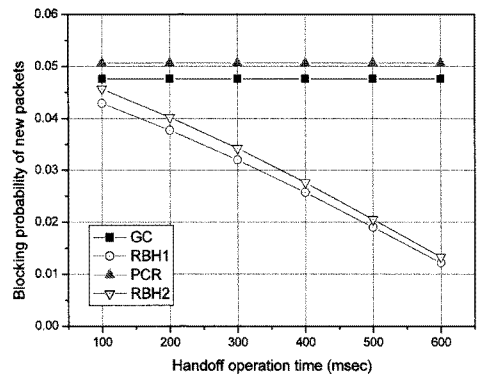


그림 8. 핸드오프 처리 시간에 따른 신규 패킷의 blocking probability 비교
 Fig. 8. Comparison of blocking probabilities of new packets according to handoff operation time.

예약 자원 수 $G_m=5$ 로 가정하였다. 또한 active 패킷의 평균 channel holding time, $1/\mu = 2\text{sec}$, $R_{HR}/R_{BS} = 3$ 으로 가정하였다. 그리고 핸드오프 패킷은 전체 도착 패킷 중 30%의 비율로 도착한다고 가정하였다.

그림 5는 핸드오프 처리시간 T 가 200ms일 때, 각 핸드오프 우선화 기법들의 트래픽 load에 따른 핸드오프 패킷의 dropping 확률을 나타낸다. 각 기법들의 핸드오프의 dropping 확률이 모두 증가하는데, 이는 트래픽 부하가 증가할수록 채널 부족현상이 커지기 때문이다. 또한 제안된 RBH1 기법과 RBH2기법은 각각 GC기법과 PCR기법에 비해 개선된 dropping 확률을 갖는 것을 알 수 있다. 이는 RBH 기법이 핸드오프 과정 직후 RS

를 통하여 높은 전송효율로 channel의 release되는 시간을 단축했기 때문으로 해석 된다.

그림 6은 핸드오프 처리시간 T 가 200ms일 때, 각 핸드오프 우선화 기법들의 트래픽 load에 따른 신규 패킷의 blocking 확률을 나타낸다. 이 그림을 통해 신규 패킷의 blocking 확률 역시 load에 따라 증가하는 것을 알 수 있으며, PCR기법이 GC기법에 비해 약간의 blocking 확률의 손해를 감수하고 dropping 확률을 크게 개선한다는 것을 알 수 있다. 한편 제안된 RBH1과 RBH2 기법은 기존의 PCR기법들에 비해 모두 개선된 신규 패킷의 blocking 확률을 갖는 것을 알 수 있다. 이것은 제안된 핸드오프 알고리즘이 핸드오프 패킷들이 채널을 차

지하는 시간을 감소시키면서, 신규 패킷들이 채널을 차지할 기회가 증가했기 때문이다.

그림 7은 패킷 arrival rate이 3 packets/sec일 때, 핸드오프 처리시간에 따른 핸드오프 패킷의 dropping 확률을 나타낸다. 제안된 RBH1과 RBH2은 모두 핸드오프 처리시간이 길수록 핸드오프 패킷의 dropping 확률이 줄어들고, 각각 GC와 PCR과 비교했을 때 성능 개선치가 커지는 것을 알 수 있다. 이 결과는 제안 알고리즘에서는 핸드오프 처리 시간이 커질수록 RS의 전달 전송 시간이 늘어나게 되고, 이것이 핸드오프 패킷의 channel holding time을 감소시키기 때문인 것으로 해석된다.

그림 8은 패킷 arrival rate이 3 packets/sec일 때, 핸드오프 처리시간에 따른 신규 패킷의 blocking 확률을 나타낸다. 제안된 RBH1과 RBH2은 모두 핸드오프 처리시간이 길수록 신규 패킷의 blocking 확률도 감소하는 것을 알 수 있다. 이는 제안된 기법에서, 핸드오프 처리 시간의 증가는 핸드오프 패킷의 channel holding time을 단축하게 하고, 결과적으로 신규 패킷이 채널을 점유할 기회가 증가하기 때문이다.

IV. 결 론

기존의 핸드오프 우선화 기법들은 핸드오프 call의 dropping 확률과 new call의 blocking 확률사이에 tradeoff가 불가피하다. 본 논문에서는, 핸드오프 call의 dropping 확률과 신규 call의 blocking 확률 사이의 tradeoff관계를 최적화하기 위하여 핸드오프 과정을 윈조하는 RS기반의 새로운 핸드오프 알고리즘을 제안하였다. 이 RS기반 핸드오프 알고리즘은 핸드오프 절차 동안에 RS가 단말을 대신하여 데이터를 수신하고, 핸드오프 이후에는 기지국을 대신하여 데이터를 전송하게 함으로써, 단말에게 빠른 서비스 제공을 가능케 하였다. 본 논문에서는, 제안된 RBH 기법을 Markov chain 해석 기법으로 모델링 하여 핸드오프 패킷의 dropping 확률과 new 패킷의 blocking 확률의 성능을 분석하였다. 성능 평가를 통해서 제안된 RS기반 핸드오프 우선화 제어 알고리즘은 기존의 핸드오프 우선화 기법들을 핸드오프 패킷의 dropping 확률과 신규 패킷의 blocking 확률 측면에서 모두 감소시킬 수 있음을 확인하였고, 핸드오프 처리 시간이 커질수록 성능 개선치가 증가함을 보였다.

참 고 문 헌

- [1] D. Hong and S.S. Rappaport, "Traffic Model and Performance Analysis for Cellular Mobile Radio Telephone Systems with Prioritized and Nonprioritized Procedures," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 35, no.3, pp. 77-92, Aug. 1986.
- [2] 이원열, 장성식, 변태영, 한기준, "핸드오프 호의 분류를 이용한 2-레벨 자원 예약 및 수락 제어 방식," *전자공학회논문지*, 제38권 TC편, 제9호, 1-11쪽, 2001년 9월
- [3] B.B.Madan et al., "Combined Guard Channel and Mobile-Assisted Handoff for Cellular Networks," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 57, no.1, pp. 502-510, Jan. 2008.
- [4] R. Guerin, "Queuing-blocking system with two arrival streams and guard channels," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 36, no. 2, pp. 153-163, Feb. 1998.
- [5] M. H. Chiu and M. A. Bassiouni, "Predictive schemes for handoff prioritization in cellular networks based on mobile positioning," *IEEE Journal on Selected Areas in Communication*, 18(3):510-522, March. 2000.
- [6] Mingyu Wu et al., "Performance Evaluation of Predictive Handoff Scheme with Channel Borrowing," in Proc. of IEEE Intern. Performance, Computing, and Communications Conference, pp. 531-536, April. 2003.
- [7] Y. Xu, Q.L. Ding, C.C. Ko, "Impact of Handoff Protection Strategies on Cellular Mobile System Capacity," *IEEE Trans. Wireless Communication*, vol.3, pp. 1076-1087, July 2004.
- [8] S. Ali. A. Fakoorian and Hassan Taheri, "Protection of Originating Calls in Handoff Prioritization Schemes," in Proc. of IEEE Intern. Wireless Pervasive Computing 2006, Jan. 2006.
- [9] N. Kim, H. Choi, and H. Chung, "An Adaptive Hot-spot Operating Scheme for OFDMA Downlink Systems in Vertically Overlaid Cellular Architecture," *ETRI Journal*, vol. 28, no. 3, pp. 282-290, June 2006.
- [10] 심민규, 최호영, 홍대형 "OFDMA기반 relay 시스템에서 throughput과 fairness 성능 향상을 위한 reuse partitioning 기법," *전자공학회 논문지*, 제35권 TC편, 제 9호, 17-24쪽, 2007년 9월
- [11] H. Yu, S. Shin, H. Kang, and N. Kim, "Differentiated Resource Reservation scheme with Handover Clearing Relay for Hybrid Duplexing Systems", in Proc. of IEEE International Symposium on PIMRC, Cannes, France, Sep. 2008.

저 자 소 개



유 혜 인(정회원)
2007년 이화여자대학교 정보통신
공학과 학사
2009년 이화여자대학교 전자정보
통신공학과 석사

<주관심분야 : Resource allocation, Multi-hop
Relay Architecture, Handover >



김 낙 명(평생회원)
1980년 서울대학교 전자공학과
학사
1982년 KAIST 석사
1990년 Ph.D. Cornell University

<주관심분야 : Cross-layer optimization,
Cognitive Radio Systems, Multi-hop Relay and
MANET Architecture, Hybrid Multiple Access
Technology, MIMO-OFDM systems>



강 해 린(정회원)
2007년 이화여자대학교 정보통신
공학과 학사
2009년 이화여자대학교 전자정보
통신공학과 석사

<주관심분야 : Multi-hop Relay Architecture,
Resource allocation, Cognitive radio>