

# Population-Based Reservation 구조에서의 Fractional Parameter 성능 분석

오세종\*, 박현민\*, 한만유\*\*, 최병석\*\*\*, 박재현\*\*\*\*

\*명지대학교 컴퓨터공학과

\*\*Pliant Systems, USA

\*\*\*동국대학교 정보산업과학대학

\*\*\*\*명지대학교 전자정보통신공학부

e-mail : sejong@wh.myongji.ac.kr

## Performance Analysis of Fractional Parameter under Population-Based Reservation Scheme

Se-Jong Oh\*, Hyun-Min Park\*, Man-Yoo Han\*\*, Byeong-Seog Choe\*\*\*, Jae-Hyun Park\*\*\*\*

\*Department of Computer Engineering, Myong-Ji University

\*\*Pliant Systems, USA

\*\*\*College of Information Industry Science, Dong-Guk University

\*\*\*\*Division of Electronics Information and communication Engineering, Myongji-Ji University

### 요약

이동 통신 분야에서 통신 기술의 발달에 의한 정보화 사회의 진전에 따라 비약적인 발전을 거듭하고 있다. 특히 이동 전화와 노트북과 같은 이동 단말기가 보편화됨으로써 셀룰러망이 빠르게 성장할 수 있었고, 제한된 라디오 스펙트럼에서 이동 단말기의 증가하는 수를 조정하기 위해 마이크로/피코 셀룰러 구조와 같이 디자인되었다. 이와 같이 다수의 사용자를 수용하기 위해 셀 크기를 축소하게 되면 핸드오프 이벤트가 증가하게 되고 안정적인 서비스를 제공하기 위해 효과적으로 처리해 줄 수 있는 핸드오프 기술은 필수적이라 할 수 있다.

이 논문에서는 이웃에 있는 셀에 셀룰러 트래픽의 양에 따라 핸드오프 호에 예약한 셀 안에 대역폭의 양을 동적으로 조정하는 Population-Based Reservation 구조에서의 Fractional Parameter에 대한 성능을 분석하였다. 이 파라미터의 값은 QoS 요구를 기본으로 결정되어야 하고 요구사항을 충족시키기 위해 변화하는 트래픽 상태들에 따라 동적으로 조절되어질 수가 있다.

### 1. 서론

무선 셀룰러 망의 근본 목적은 유선망에서 지원하는 모든 서비스를 무선 셀룰러 망에서도 지원하도록 하는 것이다. 그러나 유선망과는 다르게 무선 셀룰러 망에서는 제한된 용량을 가지고 QoS를 어떻게 보장하느냐 하는 것이 중요한 문제로 대두되고 있다. 또한 셀의 크기가 작아짐에 따라 많은 빈도로 핸드오프가 발생하게 되고, 이러한 핸드오프 호는 빈번하게 호 수락 요청을 하게 된다.

또한 무선 환경에서는 목적지가 마음대로 바뀌기 때문에 망들은 나중에 이동하는 경로들을 알 수가

없다. 비록 한 mobile이 현재 지역에서 성공적으로 연결이 되었다라도 mobile이 이동한 셀에서 사용할 수 있는 대역폭(bandwidth)을 다 사용하고 있다면 연결이 끊어지기 때문에, 다른 지역으로 이동할 때 연결이 유지된다고는 보장할 수가 없다.

많은 채널 할당 전략은 허용 가능한 범위 내에서 핸드오프 호들을 위해 다양한 우선 순위 핸드러링을 사용한다[1]. 우선 순위 핸드러링을 제공하기 위한 가장 일반적인 방법은 자원 예약을 하는 것이다. 여기서 자원은 무선 연결에 할당되는 라디오 채널 또는 대역폭을 의미한다.

보호 채널(guard channel)개념[2]은 핸드오프 호에 거의 고정된 양의 채널을 할당함으로써 새롭게 생성된 호들에게는 그 채널에 할당되지 못하기 때문에 전체적으로 운반되는 트래픽의 감소를 희생시키면서 핸드오프의 호들의 강제적인 종료를 줄인다. 이 구조는 다양한 트래픽 상태에서는 효율적으로 적용되진 않지만 매우 간단한 구현을 한다.

효율적이고 적용 가능한 대역폭 예약을 위해, 어떤 메커니즘들은 사용자의 이동을 추측함으로써 대역폭을 예약할 수 있도록 제안되었다[3],[4],[5]. 그러나 나중에 움직이는 방향의 추측은 이동국의 과거 경험을 추적하기 위해 데이터를 처리하고 유지하는데 기지국의 많은 오버헤드를 필요로 한다.

이 논문에서, 이웃에 있는 셀에 셀룰러 트래픽의 양에 따라 핸드오프 호에 예약한 셀 안에 대역폭의 양을 동적으로 조정함으로써 핸드오프 호에 대한 우선 순위 핸들링을 제공하기 위한 Population-Based Reservation구조[6]에서의 Fractional Parameter에 대한 성능을 분석하였다. 이 파라미터의 값은 QoS 요구를 기본으로 결정되어야 하고 요구사항을 충족시키기 위해 변화하는 트래픽 상태들에 따라 동적으로 조절되어질 수가 있다.

2. Population-Based Reservation 구조

도시에서, 마이크로 셀룰러 구조는 대역폭 용량을 증가시키기 위해 종종 사용된다. 이 구조에서 셀의 반경은 500 미터미만이고 각 셀은 거리의 사방으로 수직적이고 수평적으로 뻗어있고 무선통신 장비를 가진 보행자나 자동차와 같은 이동국으로 밀집되어 있다. 셀의 작은 적용범위 때문에 셀들 사이에서는 잦은 핸드오프 호가 발생한다. 따라서 무선망들은 이웃에 있는 셀들에게 대역폭을 예약함으로써 진행 중인 호를 유지하려한다. 만약 이동국이 이동하는 정확한 셀에 호에 의해 필요한 대역폭의 정확한 양을 예약할 수만 있다면 매우 이상적이지만, 현재는 무선망들이 이동국의 이동하려는 방향을 정확히 아는 것은 불가능하다.

무선망에서 그림 1(a)과 같은 7개의 셀 클러스터 모델을 가정하면, 셀 A에서 진행중인 이동국은 그 셀 내에서 머무는 동안 호가 끝나지 않는다면 6개의 이웃에 있는 셀들중의 한 곳으로 이동하게 될 것이다. 그러나 만약에 셀을 구성하는데 간단한 모델로 가정하고 그림 1(b)처럼 하나의 큰 이웃 셀이라고 하면, 셀 A에서 핸드오프가 필요하다면 큰 이웃으로

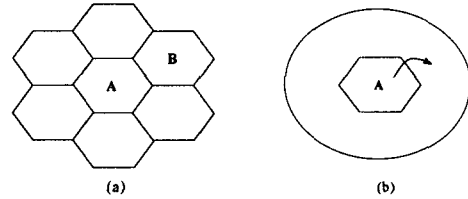


그림 1. 7개의 셀 클러스터 모델과 근사치

확실하게 이동하게 된다.

기지국의 관점에서 각 이동국이 임의의 방향으로 이동한다고 가정하면, 활성화된 호는 같은 확률을 가진 이웃 셀들의 어느 한 곳으로 핸드오프 될 것이다. 예를 들어, 그림 1(a)와 같이 7개의 셀 클러스터 모델에서는 셀 A에서 이동국은 셀 B로 이동할 확률은 1/6이다. 통계적으로 말해서, 셀 B는 이 호에 대해서 필요한 대역폭의 1/6만이 예약하는데 필요하다. 셀 B는 또한 자신의 6개의 이웃 셀들로 둘러싸여져 있고 대부분의 시간에서는 이웃에 몇 개의 활성화된 호가 있다면 셀 B의 기지국은 어떤 핸드오프 호들에 대해서 만약 풀(pool)이 비어 있지 않다면 이 예약 풀로써 제공되기 위하여 이들 각각의 호들로부터 아주 작은 대역폭 예약들을 모을 수 있고 풀의 형태로 예약된 대역폭을 관리할 수 있다.

따라서, 이 구조의 기본 개념은 각 기지국이 가능한 핸드오프들의 양을 예상할 수 있어서, 이웃 셀들로부터 현재 트래픽의 양에 따라 핸드오프 호들에 예약하는 대역폭의 양을 조절하는 것이다. 트래픽의 양은 할당된 대역폭의 양에 의해 표현될 수도 있다.

Population-Based Bandwidth Reservation(PBR) 구조를 연산하기 위한 상세한 절차를 기술하기 위해, 셀  $i$ 는  $n_i$  이웃 셀들을 가지고 있다고 가정한다 [6]. 예를 들어, 만약 7개의 셀 클러스터 모델을 셀룰러 망에서 가정하면, 망에서 어떤 셀  $i$ 에 대해서  $n_i$ 는 6이다. 그러나 실제 환경에서 셀들은 지리학적 특성에 따라서 다른 수의 이웃 셀들을 가질 수 있다. 고속도로와 같은 경우에는 그 지역을 커버하는 기지국은 대부분의 이동국들이 고속도로 같은 길을 따라 이동하기 때문에, 두 개의 이웃 셀들만 가진다고 가정할 수도 있다. 따라서, 셀  $i$ 의  $n_i$ 는 셀  $j$ 의  $n_j$ 와 같지 않을 수도 있다.  $b$  대역폭 단위를 소비하는 호가 새롭게 생성된 호이거나 핸드오프 호 이 건간에 셀  $j$ 로 허용될 때마다 그 셀의 기지국은  $n_j$  이웃에 있는 셀들 각각에게  $b/n_j$ 의 양에 대한 부분적인 대역폭 예약을 요구한다. 이 호가 호 완료이거나

나 이웃으로 핸드오프를 하는 것이건간에 셀을 떠날 때마다 그 기지국은 이웃 셀들인  $n_j$ 의 각각에 대해 예약하는데 요구한 것과 같은 양에 대한 부분적인 대역폭 해제를 요구한다. 이 단계는 가능한 핸드오프의 출현과 사라지는 것을 주위에 알리기 위한 것이다. 셀룰러망 안에 각 기지국은 부분적인 대역폭 예약에 대한 변동을 기록하거나 이웃에 있는 셀들로부터 요구한 것들을 해제하는데 카운터를 사용한다. 부분적인 대역폭 예약 요청을 받거나 요청을 해제할 때마다 요청된 양에 의해 카운터는 증가하거나 감소한다. 결과적으로, 이 카운터는 현재 할당된 대역폭의 양을 보여주고, 나중에 가능한 핸드오프들의 양을 나타낸다.

그러나 가능한 핸드오프 트래픽의  $q_i$  사이에서, 그들중 어떤 것들은 핸드오프들을 초기화하기 전에 그들의 호를 종료할 수도 있다. 심지어 모든 호는 같은 시간에 핸드오프가 필요하지 않는 셀  $i$ 로 핸드오프될 수도 있다. 그래서 같은 인스턴스에서 모든  $q_i$  대역폭을 예약할 필요는 없다. 이러한 사실을 반영해서  $q_i$ 는 0과 1사이의 범위를 갖는  $f_i$ (fractional parameter)에 의해서 증가되고, 다음 기간 내에서 실제적인 핸드오프 트래픽이 셀  $i$ 에서 얼마나 많이 발생하는지를 의미한다. 이 파라미터의 값은 통계적으로나 적용할 수 있도록 결정될 수 있다.

핸드오프 호들을 예약하는데 대역폭의 양을 결정하는 또 다른 인수는 현재 적재 수준이나 대역폭을 예약하려고 하는 셀의 혼잡성이다. 따라서 한 셀에서 더 혼잡해지기 때문에 예약 요구들을 만족시키기가 더욱더 어렵다는 것은 사실이다. 따라서 더 혼잡해지기 전에 현재 셀의 로드 수준에 따라서 새로운 호의 허용을 제한할 필요가 있다. 이 목적을 위해 우리는 대역폭 예약을 요청할 때까지 가중치,  $(1 + C_{oi}/C_i)$ 을 곱한다. 셀  $i$ 에서  $b$  대역폭단위를 수요하는 호 허가는 다음과 같이 결정된다.

새롭게 생성된 호는 다음 식일 때만 허가된다.

$$C_{oi} + b \leq C_i - \left[ q_i f_i \left( 1 + \frac{C_{oi}}{C_i} \right) \right] \quad (1)$$

핸드오프 호는 다음 식일 때만 허가된다.

$$C_{oi} + b \leq C_i, \quad (2)$$

여기서  $C_i$ 는 대역폭 유닛에서 셀  $i$ 의 용량이다. 위의 식(1)에서 새롭게 생성된 호에 대한 허가는 두 가지를 의미한다.

첫째, 제안된 PBR구조에서 새롭게 생성되는 호의 허가는 현재 셀 뿐만 아니라 이웃 셀들의 트래픽 레

벨에 의해 결정된다. 두 번째, 핸드오프 호는 물리적인 예약 구조들보다도 새롭게 생성되는 호들과 비교해서 더 높은 우선순위로 다루어진다. 만약 새롭게 생성되는 호가 할당되거나 물리적으로 예약된 대역폭의 수와 같이 현재 셀의 트래픽 정보에 따라서만 셀로 허가가 된다면, 이 허가된 호들은 이미 혼잡한 이웃에 있는 셀로 핸드오프될 수가 있고 끊어질 수가 있다.

PBR의  $\left[ q_i f_i \left( 1 + \frac{C_{oi}}{C_i} \right) \right]$ , 가상 예약 레벨에서  $q_i$ 는 이웃에 할당된 대역폭의 수와 비례하기 때문에, 이웃에 혼잡성의 정도를 나타낸다.

### 3. 모의 실험 결과 및 분석

이 논문에서는 지름이 1 km인 셀을 생각하고 이동국의 평균 속도는 30 km/h라고 가정하고 핸드오프동안에 끊어지지 않고 마친다면 호당 average call duration은 3분으로 가정한다. 비록 호가 생성된 위치에 따라서 변하지만 이 속도에서는 1 km 이동하는데 2분이 걸리고 셀에서 average channel holding time은 2분 걸린다. 여기서 call duration은 무선 셀룰러 망에서 호가 핸드오프를 경험하는 동안에 호의 수명길이를 의미하고, 호의 channel holding time은 호가 셀 속에 채널이 할당되는 시간과 채널을 해제하는 시간사이의 기간을 말한다. 이러한 channel holding time은 실제로 이동국이 채널에 할당되는 셀의 위치, 이동방향, 속도등에 의존한다. channel holding time은  $1/\mu_h$ , call duration은  $1/\mu_c$ 를 의미하는 지수적으로 분산되었고,  $1/\mu_c \geq 1/\mu_h$ 라고 가정한다.

그림 2에서 single class인 경우에 20 대역폭 단위의 셀용량,  $\mu_c=0.333$ ,  $\mu_h=0.5$ 인 가정하에 나타난 결과들이다. PBR구조에서 3개의 성능수치들은 제공되는 로드가 5개의 다른 레벨에 대해서, 일정한 호 집단이라고 가정하면,  $f$ 가 증가할 때, 예약을 요구하는 대역폭 단위의 양이 증가하고 blocking probability는 더 높게 되고 dropping probability와 대역폭 이용도는 더 낮아지게 된다.

$f$ 의 최적인 값은 이동국의 속도, 평균 호의 기간, 셀 크기등에 의해 결정된다. 왜냐하면  $f$ 는 어떤 기간에서 발생하는 핸드오프 호를 요청하는 대역폭 단위의 양을 나타내기 때문이다. 따라서 주거지역과 상가건물이 밀집된 곳인 경우에는 핸드오프 할 확률이 작아지고  $f$ 의 값을 보다 적게 적용을 하게 되면

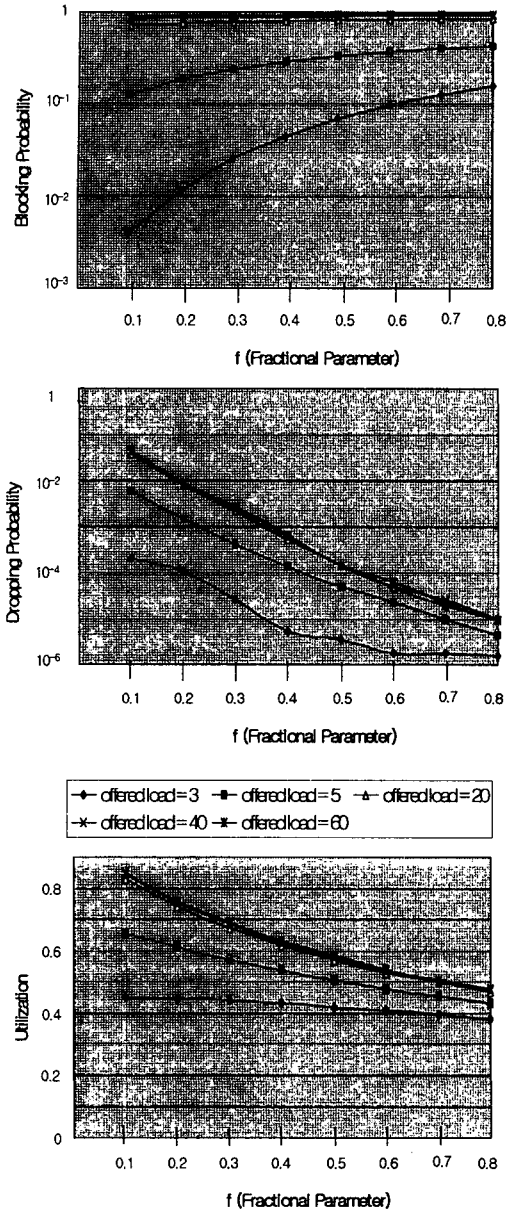


그림 2. PBR vs  $f$ (Fractional Parameter)의 성능

blocking probability가  $f$ 의 큰 값보다 적기 때문에 새로운 호에게 좀더 많은 기회가 주어진다. 반면에 고속도로와 같은 곳에서는 핸드오프할 확률이 높아지고  $f$ 의 값을 높여주면 dropping probability가  $f$ 의 작은 값보다 적기 때문에 핸드오프 호에게 좀더 많은 기회가 주어지게 된다.

#### 4. 결론

핸드오프 후에 셀룰러 트래픽에 대한 계속적인 서비스들을 보장하기 위해 대역폭 예약 방법은 핸드오프 호들을 우선적으로 다루기 위해 사용된다.

Population-Based Reservation Scheme은 기지국들의 오버헤드가 거의 필요가 없고 매우 간단하게 구현되고 셀룰러 망들에서 현재 호 집단에 의해 변화하는 트래픽 상태에 따라 대역폭 예약의 양을 동적으로 조정한다.

이 논문에서는  $f$ (fractional parameter)의 값이 증가할때 blocking probability가 더 높게 되고, dropping probability, utilization이 더 낮아지는 것을 보았다. 이 파라미터의 값은 기본 QoS요구를 기본으로 결정되어야 하고 요구 사항을 충족시키기 위해  $f$ 의 값은 변화하는 트래픽 상태에 따라 동적으로 조절되어질 수가 있다.  $f$ 의 최적적인 값은 이동국(mobile station)의 속도, 평균 호 기간, 셀 크기등에 의해 결정되어야 하고  $f$ 를 선택하는데 필요한 방법에 대한 연구가 더 필요하게 된다.

#### 참고문헌

- [1] S. Tekinay and B. Jabbari, "Handover and channel assignment in mobile cellular networks," *IEEE Communications Magazine*, Nov. 1991, pp. 42-46.
- [2] D. Hong and S. Rappaport, "Traffic model and performance analysis for cellular mobile radio telephone systems with prioritized and nonprioritized handoff procedures," *IEEE Trans. on Vehicular technology*, Vol. VT-35, No. 3, Aug. 1986, pp. 77-92.
- [3] S. Choi and K. G. Shin, "Predictive and adaptive bandwidth reservation for hand-offs in QoS-sensitive cellular networks," in *Proc. ACM SIGCOMM '98*, Vancouver, Canada, Sep. 1998, pp. 155-166.
- [4] D. A. Levine I. F. Akyildiz, and M. Naghshineh, "A resource estimation and call admission algorithm for wireless multimedia networks using the shadow cluster concepts," *IEEE/ACM Trans. on Networking*, Vol 5, No. 1, Feb. 1997, pp. 1-12.
- [5] C. Oliveira, J. B. Kim and T. Suda, "Quality-of-Service guarantee in high-speed multimedia wireless networks," in *Proc. ICC '96*, pp. 728-733.
- [6] M. Han and A.A. Nilsson, "Population-Based call admission control in wireless cellular networks," in *Proc. 12th International Teletraffic Congress (ITC) Specialist Seminar on Mobile Systems and Mobility*, Lillehammer, Norway, March, 2000