

차세대 이동망에서 H-MRSVP 를 이용한 QoS 기반의 자원관리 연구

마경민*,원정재*,김영진**,이승규**,김대익**,조충호*,이형우*

*고려대학교

**한국전자통신연구원

e-mail : makm@tigerking.korea.ac.kr

A Study of QoS based Resource Management using H-MRSVP in Next Generation Mobile Network

Kyung-min Ma*, Jeong-Jae Won*, Young-Jin Kim**, Seung-Que Lee**,

Dae-Ik Kim**, Choong-Ho Cho*, Hyoung-Woo Lee*

*Korea University

** Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

인터넷의 폭발적인 증가와 다양한 무선 서비스에 대한 수요 증가에 따라 용량이 크고, 데이터 전송 속도가 빠르며, 멀티미디어를 지원 할 수 있는 무선 인터넷 서비스가 필요하게 되었다. 또한 증가하는 사용자수를 수용하기 위해서 마이크로/피코 셀(micro/pico cell)을 도입하게 되었고, 이로 인하여 빈번한 핸드오프가 발생하게 되었다[1,2]. 이를 해결하기 위해서 MRSVP(Mobile Resource Reservation Protocol)와 같은 무선 자원예약 프로토콜이 제안되어지고 있다[4]. 제안된 MRSVP 에서는 자원예약 지역의 불명확성과 지나친 신호부하를 초래하게 되었고, 이를 해결하기 위해서 본 논문에서는 계층적 MRSVP(H-MRSVP)를 이용한 새로운 호 제어기법과 무선 자원 예약 기법에 대해 연구하였다.

1. 서론

앞으로 무선 인터넷 서비스에 대한 계속적인 수요 증가에 따라 용량이 크고, 데이터 전송 속도가 빠르며, 멀티미디어를 지원 할 수 있는 무선 서비스가 필요하게 되었다. 이때 제한된 주파수 자원을 이용하여 수요의 증가를 수용하기 위해서 마이크로/피코 셀(micro/pico cell)의 도입이 요구된다. 그러나, 마이크로/피코 셀룰라 시스템에서는 매크로 셀룰라(macro cellular) 시스템에 비해 빈번한 핸드오프(handoff)가 발생하므로 핸드오프 관리 및 위치 등록(location registration)등과 같은 네트워크 부담이 증가하는 문제점이 있다.[1,2] 이러한 문제점을 해결하기 위해 많은 연구들에서 이웃한 셀들의 정보를 이용하여 자원 예약을 하는 DCA(Distributed Call Admission control)를 제안하고 있다[3,5]. 이러한 기법은 일반적으로 핸드오프 호에 대한 일정한 QoS 를 유지하고 있다. 이러한 DCA 기법은 마이크로/피코 셀 환경의 실시간 서비스(Voice, Video)에 대해서는 성능을 향상시킬 수 있는 모델인 반면에 핸드오프에 대해서 실시간으로 QoS 를 요구하지 않는 비실시간 서비스(www,

E-mail 등등)에 대해서는 지나친 자원낭비를 초래한다. 또한 인터넷 서비스를 제공하기 위한 무선 환경에서 이동단말에 대한 이동성 보장과 핸드오프시 유선과 동일한 인터넷 QoS 를 보장하기 위해 MRSVP 와 같은 무선 자원예약 프로토콜이 제안되어지고 있다[4].

MRSVP 방식은 이동 단말에 대한 자원예약을 위해서 active/passive 자원예약을 하고 있다. Active 자원 예약은 실제로 자원 예약한 상태를 말하며, Passive 자원 예약은 미리 자원 예약은 되어 있지만 사용 중이지 않는 상태를 말한다. 따라서 Passive 예약상태는 이동 단말의 핸드오프가 예상되는 주변 셀에 미리 예약을 하는 방법을 적용하는 것이다. 하지만 이 방법의 문제점은 예상된 Passive 자원예약 지역의 불명확성과 지나친 신호 부하를 초래하고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서 본 논문에서는 무선 환경의 계층적인 셀룰라 망(마이크로 셀, 피코 셀)을 이용하여 무선 이동 단말에서 실시간 트래픽의 신규 호와 핸드오프 호에 따라 호 처리를 달리 하는 계층적 셀룰라망(Hierarchical Cellular network)에서 MRSVP 를 하는 H-MRSVP(Hierarchical-MRSVP)기법을

제안한다.

본 논문의 구성을 보면 2장에서 H-MRSVP의 모델에 대해서 설명을 하고, 3장에서는 H-MRSVP에서의 CAC 모델 및 분석, 4장에서는 시뮬레이션 결과, 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향으로 글을 맺었다.

2. H-MRSVP 모델

H-MRSVP는 셀마다 자신의 상태 정보에 대한 Active 큐와 주변 셀의 상태정보를 갖는 Passive 큐가 있어 자신의 상태 정보 뿐만 아니라 주변 셀들의 상태 정보도 같이 갖게 된다. 그림 2-1에서는 새로운 호가 셀에 들어오면 RSVP Path 메시지를 상위 노드에게 보내게 되고 이 PATH 메시지를 Root 노드까지 보내게 된다. Root 노드로부터 연결설정을 요구한 셀까지 RSVP Resv 메시지를 보내게 된다. 이때 상위 노드에서는 실질적인 자원을 요구한 셀에게 Active 예약 메시지를 보내고 그 셀의 주변 2차 셀까지 Passive 예약 메시지를 보낸다. 이 Passive 예약 메시지를 받은 셀에서는 Passive 큐에 이 정보를 저장하고, 셀들은 이 호에 대해서 Passive 예약설정을 하게 된다. 이 Passive 예약 설정은 실질적으로 자원을 할당하지 않지만 앞으로 핸드오프 되어 들어올 호이기 때문에 보장된 연결을 하기위해 셀에서 active/passive 큐의 상태에 따라 일정 비율의 자원을 예약하게 된다.

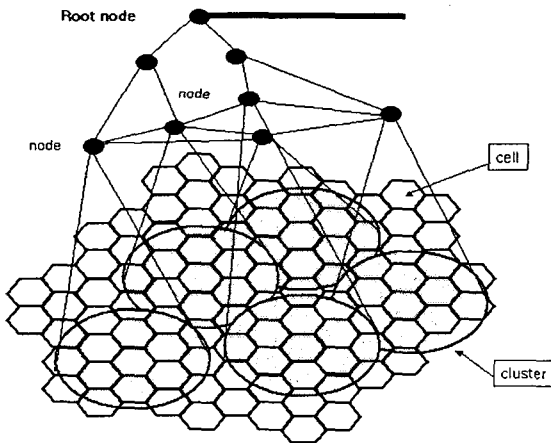


그림 2-1: H-MRSVP에서의 moving Cluster 구조

실시간 트래픽의 이동성 보장을 위해서 클러스터(Cluster)가 움직이는 이동 클러스터(Moving Cluster)를 H-MRSVP에서 사용한다. 그림 2-2는 C0에서 C2로 호가 이동할 때 이동 클러스터의 범위를 나타낸 것이다. C2 셀에서는 핸드오프 되어 들어오는 호에게 Active 연결 설정을 해주게 되고 C2를 중심으로 주변 1차 셀과 2차 셀에서는 이 호에 대해서 Passive 예약 설정을 해주게 된다. 따라서 C0에 있는 호에 대해서 C1~C18 셀에서 Passive 예약 설정이 되어있다. C0에

있던 호가 C2로 이동하면 C2에서는 Passive 큐에서 Active 큐로 연결설정이 변경되고 C20~C24까지의 셀에서 이 호에 대해서 Passive 큐를 새롭게 설정한다. 또한 호가 C2로 이동하기 전에 C13~C17 셀에서 Passive 큐에 이 호에 대한 Passive 예약 설정이 되어 있었으므로 C13~C17 셀에서는 Passive 큐에서 이 호에 대한 Passive 예약 설정을 해지시킨다.

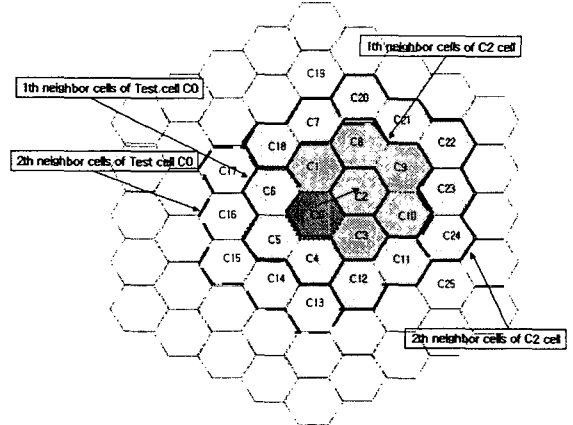


그림 2-2: real traffic의 moving cluster 이동

그림 2-3은 셀에서의 자원 예약을 위한 큐 모델이다. 신규 호가 들어오면 호 수락 제어(Admission Control)에 의해서 셀에서 받아들일지 거절할지 결정되고 받아들여지게 되면 자원을 할당하게 된다. Advice 호가 들어오면 Passive 큐에 넣게 되고 Passive 큐에 있는 호가 실질적인 셀로 이동하게 되면 호 수락 제어를 거치지 않고 자원이 남아 있으면 Active 자원 설정을 하게 된다.

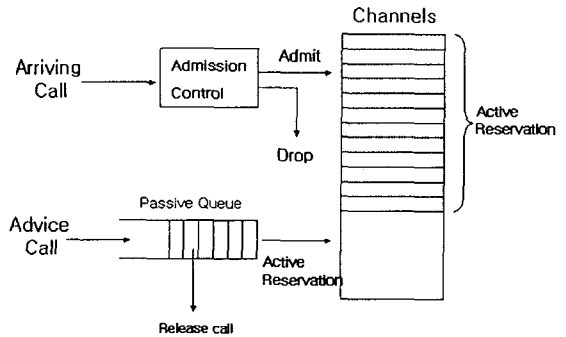


그림 2-3: 자원 예약을 위한 큐 모델

3. H-MRSVP에서의 CAC 모델 및 분석

H-MRSVP에서는 실시간 트래픽의 QoS를 보장해 주기 위해서 신규 호에 대해서 CAC를 하게 된다. 새롭게 제안하는 CAC는 자기 상태 정보 뿐만 아니라 주변 셀들의 상태 정보를 함께 고려하기 위해서 Passive 큐의 정보를 이용하게 된다. DCA와 틀린 점은 주변 셀의 각각에 상태 정보를 주기 적으로 받지 않고 단지 Passive 큐의 정보만을 이용하여 CAC를 하게 되며, 또한 Passive 큐의 정보를 이용하여 2차

주변셀 안에 있는 호가 2T 시간 후에 테스트 셀로 들어와 과부하(overload) 될 확률을 고려함으로써 실시간 트래픽을 갖는 호의 이동성 보장을 보장한다는 점이다.

가능 조건 1: 그림 3-1 에서 처럼, 시간 t+T 일때, 테스트 셀에서 과부하 될 확률은 주위 셀에 들어오는 핸드오프와 테스트 셀에서 주위 셀로 나가는 핸드오프에 영향을 받는다. 이때 테스트 셀에서 과부하 될 확률이 요구하는 QoS(P_{QoS}^a)보다 작아야 한다[3].

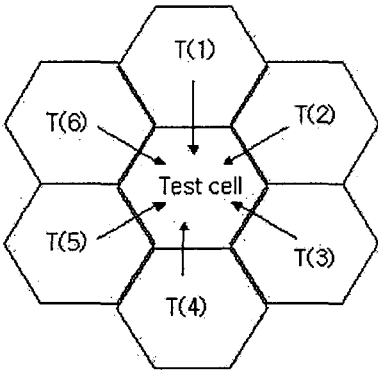


그림 3-1: 1 차 주변 셀을 고려한 CAC 모델

가능 조건 2: 그림 3-2 를 보면, t+2T 일 때 2 차 셀로부터 들어오는 핸드오프 호에 의해서 테스트 셀에서 과부하 될 확률이 요구되는 QoS(P_{QoS}^p)보다 작아야 한다.

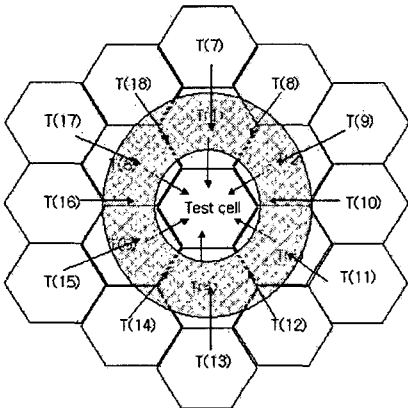


그림 3-2: 2 차 주변 셀을 고려한 CAC 모델

위의 가능 조건 1 과 2 를 모두 만족하면 테스트 셀에 들어오는 신규 호에게 자원을 설정한다.

- n_{cs} : 현재 테스트 셀에 있는 호의 개수
- n_{ni}^l : l 차 주변 셀 중에서 i 번째 셀에서의 호의 개수
- p_s : 호가 T 시간 후에도 cell 에 계속 남아 있을 확률
- p_m : 호가 주변 셀로 핸드오프 될 확률
- m : T 시간 후에 테스트 셀에 남아 있을 평균 호의 개수

- 수
 - $E(n)$: 클러스터 안에 있는 각 셀의 평균 호의 개수
 - σ : T 시간 후에 테스트 셀에 남아 있는 호의 variance
 - N : 셀에서의 총 채널 용량
 - λ_{es} : 셀에서 실제 호 발생률을 고려한 평균 호 도착률
 - P_0 : 셀에서의 과부하 확률(overload probability)
- 가능 조건 1 에서의 QoS(P_{QoS}^a) 조건은 다음과 같다.

$$m = n_{cs} \times p_s + \sum_{i=1}^6 (n_{ni}^1 \times \frac{P_m}{6})$$

$$\sigma^2 = n_{cs} \times p_s \times (1 - p_s) + \sum_{i=1}^6 (n_{ni}^1 \times \frac{P_m}{6}) \times (1 - \frac{P_m}{6})$$

셀에서의 과부하 확률은 다음 식과 같이 gaussian 분포로 근사해서 나타낼 수 있다[3,5].

$$P_0 = \sum_{k=N+1}^{n_{cs} + \sum_{i=1}^6 n_{ni}^1} P_{n_{cs}, t+T}(k) \approx Q\left(\frac{N-m}{\sigma}\right) \leq P_{QoS}$$

가능 조건 2 에서의 QoS(P_{QoS}^p) 조건은 다음과 같다.

$$m = (n_{cs} \times p_s + \sum_{i=1}^6 (n_{ni}^1 \times \frac{P_m}{6})) \times p_s + (\sum_{i=1}^6 n_{ni}^1 p_s + 4E(n) \times p_m + 6 \times \lambda_{es} \times T \times p_s) \times \frac{P_m}{6}$$

$$\sigma^2 = n_{cs} \times p_s^2 \times (1 - p_s^2) + \sum_{i=1}^6 (n_{ni}^1 \times \frac{P_m P_s}{6}) \times (1 - \frac{P_m P_s}{6}) + (\sum_{i=1}^6 n_{ni}^1 \times \frac{P_m P_s}{6} (1 - \frac{P_m P_s}{6}) + 4E(n) \times \frac{P_m^2}{6} \times (1 - \frac{P_m^2}{6}) + 6 \times \lambda_{es} \times T \times \frac{P_m P_s}{6} \times (1 - \frac{P_m P_s}{6}))$$

gaussian distribution

$$G(\text{mean, variance}) \approx Q\left(\frac{N-m}{\sigma}\right) \leq P_{QoS}$$

위의 두 가능 조건의 과부하 확률에 대한 QoS 를 모두 만족하게 되면 신규 호에 대해서 받아들여지게 된다.

4. 시뮬레이션 결과

본 장에서는 계층적 셀룰라 시스템에서 H-MRSVP 와 보호 채널 할당 방식을 비교 하였다.

시뮬레이션을 위한 파라미터 값

- ▶ 클러스터에 포함된 셀의 수: 19 개
- ▶ 셀의 전체 채널 수: 50 개
- ▶ 각 호의 서비스율(call service rate): $1/\mu = 500$
- ▶ 각 호의 셀에서의 핸드오프율: $1/h = 100$
- ▶ 호의 강제 종료율(P_{QoS}): 0.01

▶ 보호 채널의 수: 6, 7, 8

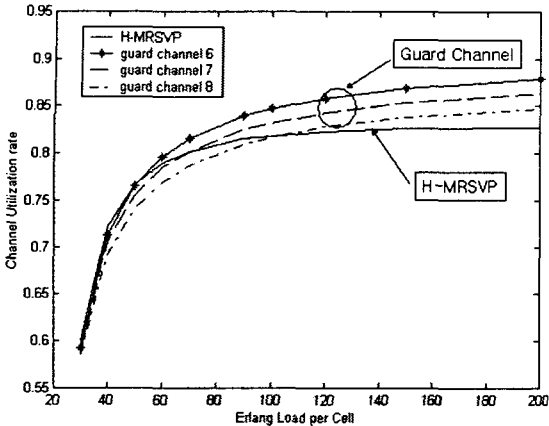


그림 4-1: 셀의 평균 Channel Utilization rate/Erlang Load

그림 4-1은 클러스터 안에 속해 있는 셀들의 평균 채널 이용률(Channel Utilization rate)을 나타낸 것이다. H-MRSVP와 보호 채널을 비교 하였을 때 H-MRSVP는 낮은 트래픽 부하에서는 채널 이용률이 높고, 부하가 증가함에 따라 보호 채널을 사용한 것이 채널 이용률이 높게 나온다. 이것은 상위 노드에서 혼잡 현상을 발생 시킬 수 있다. H-MRSVP의 채널 이용률은 트래픽 부하가 90인 지점으로부터 일정하게 0.82를 유지한다는 것을 알 수 있다. 호의 강제 종료율을 일정하게 유지시키기 위해서 시스템의 채널 이용율을 일정하게 유지 하는 것이다.

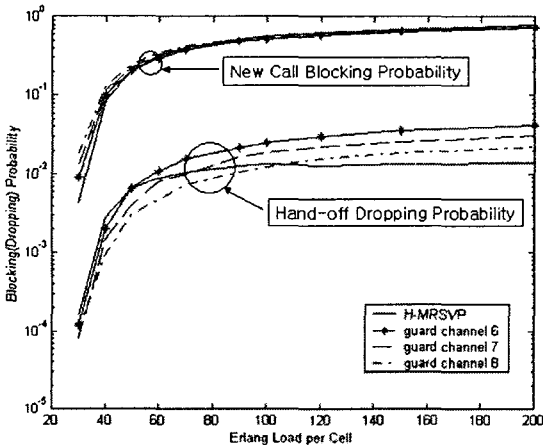


그림 4-2: Blocking(Dropping) Probability/Erlang Load

그림 4-2는 신규호의 차단율, 호의 강제 종료율을 비교한것이다. 신규호의 차단율과 호의 강제 종료율사이에는 trade off 관계가 있다. 그림 4-2에서 알 수 있듯이 트래픽 부하가 증가함에 따라 보호 채널에서의 호의 강제 종료율은 계속 증가하는 반면에 H-MRSVP에서의 호의 강제 종료율은 트래픽 부하가 90일때부터 일정하게 유지된다. 보호 채널을 크게 잡으면 신규호의 차단율이 증가 하게 되어 채널 이용률이 급격하게 감소 하는 반면에 보호 채널을 작게 잡으면 강제 종료율이 높아져 QoS를 만족 못 시키게 된다. H-MRSVP

를 이용하였을 경우 낮은 트래픽 부하에서는 신규호 차단율을 낮추어 채널 이용율을 높이고 높은 트래픽 부하에서는 채널 사용율을 일정하게 유지시켜 QoS를 만족 시키도록 호의 강제 종료율을 일정하게 유지시키는 것을 알 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구방향

본 논문에서는 실시간 트래픽을 갖고있는 이동 호의 QoS를 보장해주고 MRSVP에서의 문제 점인 Passive 자원예약 지역의 불명확성과 지나친 신호 부하를 해결하기 위해서 계층적 셀룰라 시스템에서 H-MRSVP를 제안하였다. 향후 연구과제로는 H-MRSVP에서 실시간 트래픽이 아닌 시간지연에 민감하지 않은 비실시간 트래픽을 위해 이동 클러스터를 사용하는 것은 비실시간 트래픽을 갖는 호에게 지나친 이동성 보장과 자원 낭비를 하는 것이다. 따라서 비실시간을 위해 고정된 클러스터를 이용하여, 셀에서 실시간 트래픽을 갖는 호와 비실시간을 갖는 호의 다른 특성의 클러스터 방안에 대해서 연구되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Lon-Rong Hu and Stephen S. Rappaport. "Personal Communication Systems Using Multiple Hierarchical Cellular Overlays" IEEE JSAC. Vol 13. No2 pp408-415. February 1995
- [2] X. Lagrange and P. Godlewski. "Teletraffic analysis of a hierarchical cellular network." IEEE VCT'95 1995
- [3] M. Naghshineh and M. Schwartz. "Distributed Call Admission Control in Mobile/Wireless Network" IEEE JSAC. Vol.14 No.4 May 1996
- [4] Mahmoodian, A, Haring, G "Mobile RSVP with dynamic resource sharing" wireless Communications and Networking Conference 2000, WCNC.2000 IEEE Vol 2. 2000
- [5] JeongJae Won, HyoungWoo Lee, ChooongHo Cho "Performance Analysis of Hybrid II ARQ Schemes Using Punctured RS code for Wireless ATM", IEE Proceedings communications, 2001