

# Mobile Internet 에서 중첩영역에 기반 한 대역폭 협상 기법

박시용\*, 김성민\*, 김기완\*\*, 이승원\*, 정기동\*

\*부산대학교 전자계산학과

\*\*육군제 3 사관학교 교수부 전산정보처리학과

e-mail : sypark@melon.cs.pusan.ac.kr

## A Bandwidth Negotiation Policy based on Overlap Region over Mobile Internet

Si-yong Park\*, Seung-Min Kim\*, Ki-Wan Kim\*\*, Seung-Won Lee\*, Ki-Dong chung\*

\*Dept. of Computer Science, Pusan National University University

\*\*Dept. of Computer Science KOREA THIRD MILITARY ACADEMY

### 요 약

모바일 기술의 빠른 발전은 기존의 유선에서 제공받고 있는 인터넷 서비스를 모바일 환경에서도 서비스를 받을 수 있게 하였다. 그러나 모바일 환경에서의 인터넷 제공은 아직 많은 문제점들을 내포하고 있다. 본 논문에서는 모바일 인터넷 환경이 가지는 문제점들 중에서 hand-off 에 의한 지연 시간을 감소시키기 위해서 중첩 영역에서 모바일 호스트들의 이동 방향을 예측하는 구조를 설계하였다. 그리고 각각의 외부 네트워크들의 모바일 호스트들의 요구 대역폭 수용 능력을 향상시키고 각 외부 네트워크들간의 대역폭 사용율을 균등하게 조정하기 위해서 대역폭 협상 기법을 제안한다. 모의 실험 결과 각각의 외부 네트워크들은 더 많은 모바일 호스트들의 요구를 수용하게 되었고, 대역폭 이용률도 균등하게 조정되었다.

### 1. 서론

현재의 모바일 기술은 모바일 환경에서 Packet Switching 을 이용하여 인터넷 서비스를 가능하게 한다. 특히 IMT-2000 과 같은 3 세대 이동통신에서는 멀티미디어 데이터를 서비스하기 위한 많은 표준들을 제공하고 있다. 그러나 모바일 호스트들의 이동성 때문에 발생하는 Hand-over 는 멀티미디어 데이터의 연속성을 만족시키지 못하게 한다. 기존의 유선 환경에서는 IP(Internet Protocol)를 기반으로 인터넷 서비스를 제공한다. 그리고 모바일 환경 또한 인터넷과 멀티미디어 서비스를 위해서 Packet Switching 을 통한 데이터 전달 방식을 사용한다. 유선 환경에서의 IP 는 모바일 호스트들의 이동성을 만족시키지 못하기 때문에 IETF(Internet Engineering Task Force)의 Working Group 에서 모바일 호스트들의 이동성을 만족시키기 위한 Mobile IP 를 제안하였다[1]. Mobile IP 에서는 모바일 호

정보통신부에서 지원하는 대학기초연구지원사업으로 수행

스트들과 무선을 통한 직접적인 데이터 전달을 수행하기 위해서 에이전트들(홈에이전트, 외부에이전트)을 규정하고 있다. 이러한 에이전트들은 지역적인 특징(변화가, 고속도로)에 따라서 서로 다른 대역폭 사용율을 가지고 있다[2]. 그리고 각 에이전트들이 제공할 수 있는 최대 대역폭은 제한적이다. 그러므로 도심의 변화가와 같은 지역에서는 대역폭이 부족하고 도심 변두리 지역의 고속도로와 같은 지역에서는 대역폭의 여유가 많다. 본 논문에서는 대역폭의 이용률이 높은 지역의 에이전트들에게 좀 더 많은 모바일 호스트들의 대역폭 요구를 수용하고 그리고 에이전트들의 서로 다른 대역폭 이용율을 균등하게 조정하기 위해서 대역폭 협상 기법을 제안한다. 본 논문의 구성은 2 장에서 관련된 다른 연구들을 살펴보고, 3 장에서 빠른 hand-over 복구 시간을 가질 수 있는, 중첩 영역을 이용하는 계층적인 지역 네트워크 구조에 대해서 설명한다. 4 장에서는 본 논문에서 제안하는 대역폭 협상 기법에 대해서 언급하고 5 장에서는 제안된 기법의 우수

성을 증명하기 위한 실험 및 평가를 조사한다. 마지막으로 6장에서 결론 및 향후 연구과제를 말한다.

## 2. 관련 연구

Mobile IP 는 모바일 호스트들을 기존의 유선 IP 네트워크처럼 관리하기 위한 홈 네트워크와 이동중인 모바일 호스트들을 관리하기 위한 외부 네트워크로 구성되어 있다. 홈 네트워크는 모바일 호스트들을 인식할 수 있는 고유 IP(home Address)를 부여 받은 실제적인 네트워크를 말하고, 외부 네트워크는 이동중인 네트워크에게 Home Address 가 아닌 또 다른 IP Address(Care-Of-Address)를 부여하고 모바일 호스트가 해당되는 지역에 머물러 있는 경우만 모바일 호스트를 관리한다. Mobile IP 에서는 모바일 호스트가 다른 외부 네트워크로 이동할 때 자신의 존재를 광고 메시지의 응답을 통해서 알린다. 그 광고 메시지의 응답을 받은 외부 에이전트는 홈 에이전트에게 등록하게 된다[1]. 모바일 호스트들이 다른 외부 네트워크로 이동할 때 발생하는 Hand-over 에 따른 서비스 중단을 복구하기 위해서 다시 홈 에이전트에게 등록을 요청한다. 이 등록 절차는 Hand-over 에 따른 서비스 복구 지연을 발생시킨다. [3]에서는 Hand-over 에 의해서 발생하는 서비스 복구 지연 문제를 해결하고 QoS 를 제공하기 위해서 MRSVP 를 제안하였다. 빈약한 무선 네트워크의 대역폭을 관리하기 위해서 많은 연구들이 진행되어 왔다. Talukdar 은 셀 내부의 혼잡 상태에 따라서 계층적으로 분리되어 있는 대역폭을 모바일 호스트들에게 제공하였다[4]. [5]에서는 중단간의 QoS 를 제공하기 위해서 계층적인 구조를 가지는 네트워크를 제안하였다. 그러나 QoS 를 제공하기 위해서 DiffServ 와 IntServ 를 적절하게 배치하여 사용하였다. [6] 에서는 이동성에 따른 등록 횟수와 등록에 따른 서비스 지연을 줄이기 위해서 계층적인 방문자 도메인 구조를 제안하였다.

## 3. 멀티미디어 전송 구조

본 논문에서는 모바일 호스트들의 이동 방향을 예측하기 위해서 각 네트워크(홈 네트워크, 외부 네트워크)들간의 중첩 영역을 이용하였다. 네트워크들간의 중첩 영역은 광고 메시지 또한 중첩되는 영역이다. 그리고 각 네트워크들은 모바일 호스트들의 이동에 따른 등록 절차를 간소화하기 위해서 [6]에서 제안되었던 지역적인 등록을 사용하는 계층적인 구조로 설계되었다. 그리고 하나의 상단 그림 에이전트는 몇 개의 중간 에이전트들을 관리하고, 하나의 중간 에이전트는 몇 개의 외부 에이전트들을 관리한다. 2 에서 중첩 영역에 있는 모바일 호스트 A 는 에이전트 1,2,3 에서 광고 메시지를 수신한다. 그러므로 모바일 호스트 A 가 이동할 가능성이 있는 지역은 에이전트 1,2,3 이 있는 네트워크들이다. 모바일 호스트 A 가 동일한 중간 에이전트들에 의해서 관리되어 지는 외부 에이전트들로의 이동은 이동되어질 지역의 외부 에이전트가 해당되는 중간 에이전트에게만 이동을 알리고 등록한다, 그리고 서로 다른 중간 에이전트들 사이의 이동은 상단 에이전트까

지 이동을 알리고 등록을 실시한다. 서로 다른 상단 에이전트들에 의해서 관리되어지는 지역으로의 이동만 홈 에이전트에게 등록을 실시한다

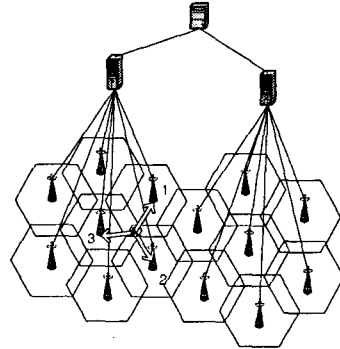


그림 1. 중첩 영역을 포함하고 있는 계층적인 네트워크 구조

## 4. 전송 대역폭 협상 정책

어떤 외부 네트워크  $i$  의 최대 사용가능 대역폭을  $B_{max}^i$  라고 한다. 그리고 해당 외부 네트워크에 속해 있는 모바일 호스트들의 요구 대역폭을  $B_j^i$  라고 한다. 그리고

그러한 모바일 호스트들의 평균 요구 대역폭은  $\frac{\sum_{j=1}^n B_j^i}{n}$  이다. 그리고 외부 네트워크의 대역폭 상태가

$B_{max}^i \geq \sum_{j=1}^n B_j^i$  라면 외부 에이전트는 모든 모바일 호스트들의 요구 대역폭을 수용할 것이다. 그러나 새로운 하나의 모바일 호스트가 대역폭을 요구하여 외부 네트

워크의 대역폭 상태가  $B_{max}^i < \sum_{j=1}^{n+1} B_j^i$  로 변한다면 새롭게 들어오는 모바일 호스트의 요구를 누락시키거나 전체 모바일 호스트들의 사용중인 대역폭을 감소시킬 수밖에 없다.

### 4.1 외부 네트워크내부의 전송 대역폭 협상

최악의 경우 중첩 영역에 모바일 호스트가 하나도 없는 경우에는 확보 할 수 있는 대역폭은 하나도 없다. 이러한 경우에는 사용중인 모바일 호스트들의 대역폭을 적당량 감소시켜서 새로운 모바일 호스트를 위한 대역폭 확보한다. 먼저 각각의 모바일 호스트들의 대역폭을 점진적으로 감소시킨다. 감소시킨 결과 아래의 식을 만족하면 새로운 모바일 호스트를 위한 대역폭을 할당하고 그렇지 않으면  $d$  의 비율을 증가시키면서 계속하여 반복한다.

$$\sum_{j=1}^n (B_j^i \times d) + B_{request}^i \times d < B_{max}^i$$

$d$  : decrease rete. ( $0 < d \leq 1$ )

그렇지 않고 중첩 영역에 있는 모바일 호스트들이 존재한다면, 중첩 영역에 있는 모바일 호스트들의 수가

$m$ 인 경우에 확보 할 수 있는 대역폭은  $\sum_{j=1}^m B_j^i$ 이다. 그러면 협상이 끝난 후의 외부 네트워크의 전체 가용 대

역폭은  $\sum_{j=1}^n B_j^i - \sum_{k=1}^m B_k^i$ 이다. 그리고 여기서 새로 들어

온 모바일 호스트의 요구 대역폭이  $B_{request}^i$ 라고 하면 새로 들어온 모바일 호스트에게 정상적인 요구되어진 대역폭을 할당하기 위해서는 아래의 식을 만족해야 한다.

$$\sum_{j=1}^n B_j^i - \sum_{k=1}^m B_k^i + B_{request}^i \leq B_{max}^i$$

만약 위의 식을 만족한다면 새로 들어온 모바일 호스트에게  $B_{request}^i$ 를 할당한다. 그러나 만약 위의 식을 만족하지 못한다면 아래의 식을 만족할 때 까지 계속하여 진행한다.  $d$ 의 비율을 계속하여 증가시켜서 만족할 때 까지 반복한다.

$$\sum_{j=1}^n (B_j^i \times d) - \sum_{k=1}^m (B_k^i \times d) + B_{request}^i \times d \leq B_{max}^i$$

$d$ 는 실험을 통하여 적당한 값을 구해낸다. 그리고 위의 두 경우에 있어서 각 모바일 호스트들에 대해서 무제한적인 대역폭 감소는 전체 모바일 호스트들의 QoS를 떨어뜨린다. 그래서 대역폭 감소는 적당한 한계값 이상인 경우에만 실시한다. 만약 대역폭 감소가 한계값 아래로 떨어지면 새로운 대역폭 요구를 누락시킨다.

$m = 0$ 인 경우는

$$\sum_{j=1}^n (B_j^i \times d) + B_{request}^i \leq \alpha$$

이때  $B_{request}^i$ 를 누락시킨다.

$m > 0$ 인 경우는

$$\sum_{j=1}^n (B_j^i \times d) - \sum_{k=1}^m (B_k^i \times d) + B_{request}^i \times d \leq \alpha$$

이때  $B_{request}^i$ 를 누락시킨다.

#### 4.2 중첩 영역내부의 대역폭 협상

어떤 중첩 영역과 관련이 있는 외부 네트워크가 그 중첩 지역에 있는 모바일 호스트로부터 등록 요청을 받게 되면 해당되는 외부 네트워크는 그 영역의 대역폭 가용율을 구한다. 만약 등록 요청을 한 중첩 영역의

모바일 호스트의 수가  $m_i$ 인 대역폭 상태가

$$\sum_{j=1}^n B_j^{i+1} + \sum_{k=1}^{m_i} B_k^{i+1} > B_{max}^{i+1}$$

면 해당 외부 네트워크는 인접한 외부 네트워크에 대역폭 협상을 요구한다. 그러나 협상을 요구하는 외부 네트워크는 제외시킨다.

#### 4.3 전체 외부 네트워크간의 대역폭 협상

만약 주변의 외부 네트워크의 대역폭도 포화 상태에 있다면 포화 상태에 있는 외부 네트워크의 인접 외부 네트워크도 대역폭 협상을 실시한다. 결국에는 포화 상태가 아닌 외부 네트워크를 선택할 때까지 협상을 실시한다. 하나의 외부 네트워크가 협상을 하지 않을 조건은 아래와 같다.

$$\forall i, \sum_{j=1}^n B_j^i + \sum_{k=1}^{m_i} B_k^i \leq B_{max}^i$$

그러나 최악의 경우에는 모든 외부 네트워크에 영향을 끼친다. 그러나 전체 외부 네트워크의 대역폭 사용율은 균등해 질것이다.

#### 5. 실험 및 평가

그림 2에서 보여지는 것과 같이 각각의 외부 네트워크는 서로 다른 대역폭 사용율을 가진다. 일반적으로 지역의 특성에 따라서 외부 네트워크의 모바일 호스트 밀집도가 다르기 때문이다. 그리고 중앙에 위치한 F1 영역의 대역폭을 기준으로 하여 모의 실험을 실시하였다. 실험의 방향은 F1 영역에서의 필요한 대역폭을 논문에서 제안한 대역폭 협상 정책과 일반적인 정책으로 나누어 비교 실험하였다. 그리고 전체 외부 네트워크들의 대역폭 사용율이 공정하게 할당되는 것을 살펴 보았다.

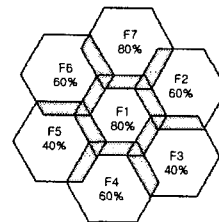


그림 2. 가상 실험 환경

표 1은 실험에 사용된 각종 변수를 나타낸다.

표 1. 실험 변수

외부 네트워크 수	7
모바일 호스트 생성 분포	지수 분포
D의 최소값(감소 비율)	0.6
진행 정도	1000

5.1 실험 평가

표 1에서 가정한 실험 환경에 따라서 제안되어진 환경과 그렇지 않은 환경들간의 대역폭에 관해서 실험하였다. 실제 한 외부 네트워크가 할당할 수 있는 최대 대역폭을 100 Mbyte, 하나의 모바일 호스트 당 요구하는 대역폭을 1Mbyte로 가정하였다. 그리고 대역폭 협상이 가능한 중첩 영역에 있는 모바일 호스트의 비율을 전체 모바일 호스트의 10%로 가정하였다.

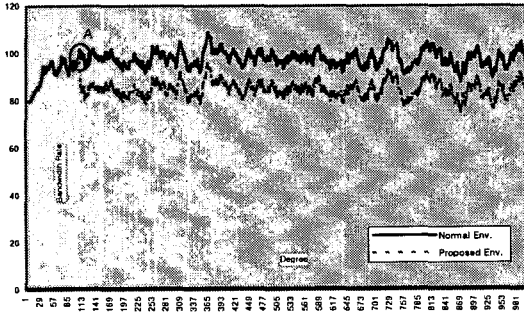


그림 3. F1 외부 네트워크에서 대역폭 비교

그림 3에서는 그림 2에서 보여주고 있는 가상 네트워크 중 F1 외부 네트워크의 대역폭 사용량을 비교하였다. Y축은 F1 외부 네트워크의 실제 사용 비율을 나타낸다.

$$\sum_{j=1}^n B_j^i + B_{request}^i$$

즉,  $B_{max}^i$ 로 표현된다. 그리고 X축은 F1 네트워크의 시간에 따른 진행 정도를 나타낸다. 기본적으로 F1 외부 네트워크의 사용율을 80%, 모바일 호스트의 생성이 지수 분포를 따른다고 가정하였다. 기본 환경의 경우에 대역폭 비율이 100%를 넘었다는 것은 F1 외부 네트워크가 F1 외부 네트워크 안에 있는 모든 모바일 호스트들의 요구를 다 수용할 수 없다는 것을 의미한다. 그러나 제안된 환경의 경우에는 본 논문에서 제안한 대역폭 협상에 의해서 중첩 영역의 협상 가능 모바일 호스트들을 다른 외부 네트워크(F2에서 F7 외부 네트워크)으로 대역폭을 할당했기 때문에 전체적인 대역폭 비율은 더 줄어든다.

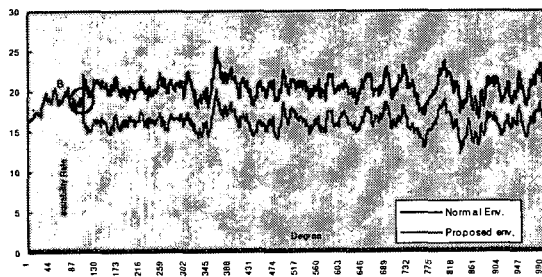


그림 4. 외부 네트워크간의 대역폭 균등정도 비교

그림 4에서는 각 외부 네트워크들간의 대역폭 사용율 균등 정도를 말하고 있다. 각각의 외부 네트워크들은 지

역적인 특성에 따라서 서로 다른 모바일 호스트 밀집도를 가진다. 그러므로 어떤 외부 네트워크의 경우에는 대역폭이 부족할 것이고 어떤 지역에서는 대역폭이 풍부하다. 그림 4는 본 논문에서 제안한 대역폭 협상이 외부 네트워크들간의 대역폭 사용율을 균등하게 만들고 있다는 것을 보이고 있다. Y축은 외부 네트워크들의 대역폭 사용율을 진행 정도에 따른 표준 편차로 계산하였다. X축은 진행 정도를 나타낸다. 실험 결과, 어떤 한 외부 네트워크들의 사용율이 최대 사용 가능 대역폭을 초과하면 전체 외부 네트워크의 대역폭 사용율은 점점 더 균등해 지고 있음을 보인다.

6. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서는 모바일 호스트들의 이동 방향 예측을 위해서 각각의 외부 네트워크들을 부분 중첩 시킨 중첩 영역을 이용하였다. 최대 사용 가능 대역폭을 초과하는 외부 네트워크에 대해서 대역폭 협상 기법을 제공하여 최대한 많은 양의 요구 대역폭을 수용 가능하게 한다. 그와 동시에 전체적인 외부 네트워크들간의 대역폭 사용율도 균등하게 조정한다. 향후에는 중첩 영역을 이용한 세밀한 QoS를 제공하고 또한 상위 계층 네트워크 혼잡에 따른 QoS 기법이 연구될 것이다.

참고문헌

[1] Charles E. Perkins, "IP mobility support", RFC2002, 1996.  
 [2] Suresh Singh, "Quality of Service Guarantees in Mobile computing", Journal of Computer Communication, 1996.  
 [3] A. Talukdar, B. Badrinath, A. Acharya, "MRSVP: A Resource Reservation Protocol for an Integrated Services Packet Network with Mobile Hosts", Technical Report DCS-TR-337, Rutgers University, 1997.  
 [4] Anup Kumar Talukdar, B. R. Badranath, Arup Acharya, "Rate Adaptation Schemes in Networks with Mobile Hosts", Proceeding of the ACM/IEEE MobiCom, 1998.  
 [5] Rohit Ghai and Suresh Singh, "An Architecture and Communication protocol for Picocellular Networks", IEEE Personal Communications", 1994.  
 [6] Eva Gustafsson, Annika Jonsson, Charles E. Perkins, "Mobile IPv4 Regional Registrations", draft-ietf-mobileip-reg-tunnel-05.txt, 2001.