

# 고신뢰도 이동 멀티캐스트 서비스를 위한 유연한 핸드오프 기법

권상도<sup>0</sup> 황성호 김경준 한기준

경북대학교 컴퓨터공학과

{sangdos<sup>0</sup>, sungho, kjkim}@netopia.knu.ac.kr, kjhan@bh.knu.ac.kr

## A Smooth Handoff Scheme for Reliable Mobile Service

Sangdo Kwon<sup>0</sup> Sungho Hwang Kyungjun Kim Kijun Han  
Dept. of Computer Engineering, Kyungpook National University

### 요 약

최근 유·무선이 혼합된 이동 네트워크환경에서 시간과 장소에 구분없이 인터넷에 접속하기를 원하는 모바일 사용자의 요구는 증가되고 있다. 사용자에게 효율적인 서비스를 제공하기에는 멀티캐스트 전송 기술이 적합하다. IETF Mobile IP에서는 모바일 호스트에 멀티캐스트를 지원하기 위해 HA 기반인 Bi-directional Tunneling과 FA 기반인 Remote Subscription 기법을 제시하였다. 그외 MoM, RBMoM 및 MobiCast 프로토콜 등의 연구들이 이동하는 모바일 호스트에게 멀티캐스트를 지원하는 기법을 제안하였으나, 멀티캐스트 트리 재구성 및 핸드오프 등의 문제점은 여전히 남아 있다. 본 논문에서는 BS의 beacon 신호로 모바일 호스트의 이동성을 예측하여 Smooth-Handoff를 지원하는 기법을 제안하였다. 또한, BS의 패킷 트래픽 측정을 통해 중복 수신되는 패킷을 방지하여 신뢰성 있는 멀티캐스트 전송 서비스를 지원하는 기법을 제안한다.

### 1. 서론

IP 네트워크 기반 무선 환경에서 MH(Mobile Host)에 멀티캐스트 전송 서비스를 제공하기 어려운 이유는 다음과 같다. 첫째, IETF Mobile IP[MIP]는 MH에 대해 유니캐스트 전송만을 고려하고 있어 효율적인 멀티캐스트를 지원하기 위해 추가적인 방법들이 추가되어야 한다. 둘째, 기존에 제안된 멀티캐스트 라우팅 알고리즘들은 그룹 멤버십(Group Membership)과 MH 위치의 동적인 면을 다루지 않고 있다. 셋째, 많은 알고리즘(DVMRP, MOSP, CBT)들이 고정된 호스트를 위한 멀티캐스트 서비스를 다루고 있기 때문에 MH의 빈번한 이동은 멀티캐스트 트리를 재구성해야하는 오버헤드(Overhead)로 인해 신뢰성 있는 멀티캐스트 전송 서비스를 지원하지 못한다[1,2].

Mobile IP에서는 모바일환경에서 멀티캐스트를 지원하기 위해 HA(Home Agent) 기반 방식인 Bi-directional Tunneling과 FA(Foreign Agent) 기반 방식인 Remote Subscription을 제안하고 있다[4]. 그러나 이 방식들은 고정된 호스트 기반으로 해서 MH의 이동성을 확장했기 때문에 MH에게 지속적인 멀티캐스트 전송 서비스를 제공하지 못한다[5]. 본 논문에서는 MH의 이동성 예측을 통한 Smooth-Handoff 지원 기법과 BS의 패킷 지연시간으로 인해 발생하는 패킷 중복 수신을 방지하는 신뢰성 있는 멀티캐스트 전송 기법을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구

들에 대해 살펴보고, 3장에서는 모바일환경에서 신뢰성 있는 멀티캐스트 서비스를 지원하기 위한 기법들을 제시하고, 4장에서는 결론과 향후 연구 방향에 대해 기술한다.

### 2. 관련연구

현재 IETF Mobile IP에서 멀티캐스트를 지원하기 위해 Bi-directional Tunneling과 Remote Subscription 방식을 제안하였다[4]. 그외에 이를 개선한 MoM(Mobile Multicast), RBMoM(Range-Based Mobile Multicast)과 작은 셀 환경의 MobiCast 방법들이 있다.

#### 2.1 IETF Mobile IP

Bi-directional Tunneling에서 MH는 유니캐스트 IP 터널을 경유해서 HA를 통해 멀티캐스트 패킷을 송·수신한다[5]. 멀티캐스트 그룹으로부터 그룹 멤버들에 대한 이동성을 송길 수 있는 장점이 있지만, 멀티캐스트 라우팅과 비효율적인 대역폭 문제, 터널 집중화 문제(Tunnel Convergence Problem) 등의 단점들이 있다[2].

Remote Subscription은 MH가 FN(Foreign Network)을 방문했을때 멀티캐스트 그룹에 등록해야한다[5]. 이 기법은 MH가 상대적으로 FN에서 오랜 시간동안 상주한다면 잘 작동되고, MH에 멀티캐스트 패킷을 전송하는데 있어 좋은 경로를 제공하지만 멀티캐스트 트리 재구성과 MH에 패킷이 폐기되는 단점들이 있다[2].

2.2 MoM과 RBMoM

MoM은 Mobile IP의 Bi-directional Tunneling 기법이 가지고 있는 문제를 해결하기 위해 제안된 프로토콜이다. HA가 같은 FN의 멀티캐스트 그룹에 등록된 여러 개의 MH가 존재한다면, HA에서 FA까지 하나의 멀티캐스트 패킷만 전송한다. 이것은 FA가 여전히 DMSP (Designated Multicast Service Provider)로서 HA를 선택해서 터널 집중화 문제를 해결한다. 그러나, DMSP의 핸드오프(handoff)로 인해 패킷 손실이 발생하는 문제점을 가지고 있다[1].

RBMoM은 MHA (Multicast Home Agent)와 홈 카운터로 정의된 MHA의 서비스 범위를 사용함으로써, 가장 짧은 메시지 전송 경로를 선택하고, 멀티캐스트 전송 트리의 재구성 횟수를 줄이는 방법이다. 그러나, 터널링 오버헤드와 멀티캐스트 트리의 재구성 횟수를 줄이기 위해 서비스 범위를 제한하는 점과 DMSP 핸드오프로 발생하는 패킷 손실 문제 등은 여전히 남아 있다[3].

2.3 MobiCast

이 프로토콜은 DVM(Dynamic Virtual Macro-cells)에서 물리적으로 인접한 셀들이 구성됨으로써 모바일 그룹 멤버들의 핸드오프에 따른 멀티캐스트 세션의 단절을 최소화하는 방법이다. MH가 DFA(Domain Foreign Agent)를 통해서 멀티캐스트 그룹에 등록했을 때, 멀티캐스트 서비스를 제공하는 기존 BS(Base Station)는 DVM안의 다른 BS들에게 같은 멀티캐스트 그룹을 등록하도록 알린다. 기존 BS가 멀티캐스트 패킷을 MH에 전송하는 동안, 다른 BS들은 패킷을 버퍼링(Buffering)을 하고, 바로 MH에게 패킷을 전송하면 핸드오프가 종료된다.

이런 방법은 핸드오프전에 새로운 BS로부터 패킷을 수신받기 때문에 짧은 핸드오프 비용을 제공하고, BS의 버퍼사용은 핸드오프로 인한 패킷 손실을 감소시킨다. 그러나, BS A로부터 비콘(beacon) 신호를 받고 즉시 BS A의 셀 영역을 떠난다면 완전한 패킷을 수신 못하는 패킷 손실이 발생하는 문제점은 여전히 남아 있다. 또한, 핸드오프로 인해 패킷 손실이 발생시 패킷을 복구하기 위한 방법을 필요로 한다[2].

3. 신뢰성 멀티캐스트 전송 프로토콜

IP 네트워크 기반 무선 네트워크환경에서 MH가 기존의 셀영역에서 새로운 셀영역으로 이동하거나, 새로운 DFA의 네트워크 영역으로 이동하는 핸드오프가 발생했을 때, MH에 신뢰성있는 멀티캐스트 전송 서비스 (RMoM: Reliable Mobile Multicast)를 제공해야한다. 또한, 핸드오프 과정으로 인한 지연시간동안 MH는 기존 BS와 새로운 BS로부터 중복된 패킷을 수신하기 때문에 이것을 방지하기 위해 패킷을 전송하는 BS에서는 중복되는 패킷들을 측정할 수 있는 기법이 필요하다. 본 논문에서 제안한 네트워크 모델은 그림 1과 같이 Mobile IP를 기반으로 한 유·무선이 혼합된 네트워크이다.

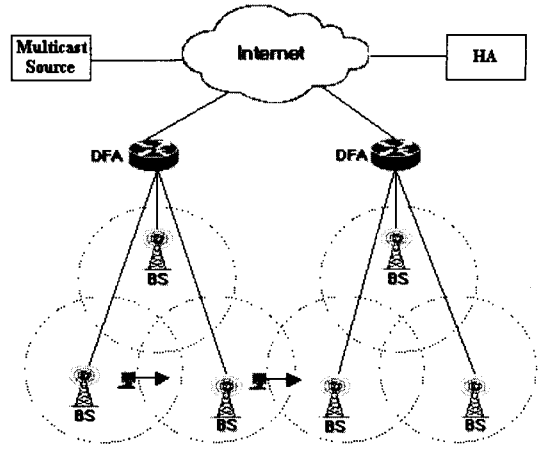


그림 1 제안된 네트워크 모델

3.1 MH의 이동성 예측 기법

본 논문에서는 BS 비콘신호의 세기나 연결 품질 측정 방법에 의해 MH가 새로운 BS로 이동함을 예측할 수 있다고 가정한다. MH가 새로운 Cell로 이동할 경우, 핸드오프가 종료되기전에 인접한 BS로부터 비콘신호를 수신받아 MH의 이동성을 예측한다. 그림 2는 이와 같은 절차를 나타내는 동작과정이다.

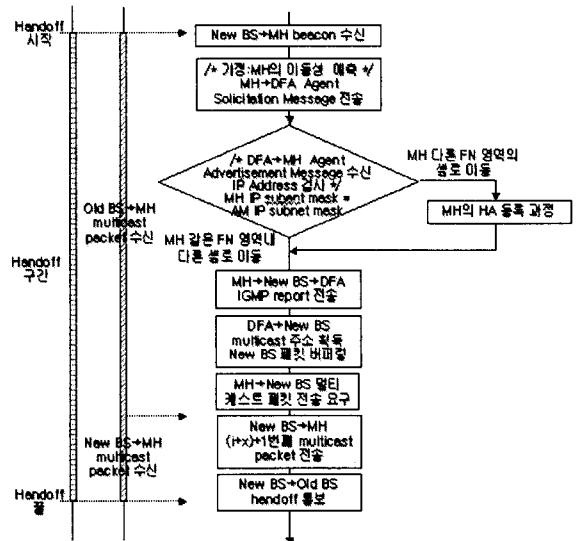


그림 2 MH의 이동성 예측 과정

MH는 BS들로부터 비콘신호를 수신하면 이동방향을 예측하여, Mobile IP[4] 방식에 따라 가장 적절한 BS를 선택한후 MH는 새로운 BS를 통해 가입 요청 메시지를 DFA에게 전송한다. MH는 자신의 IP 서브넷 마스크와 DFA로부터 수신된 광고 메시지의 IP 서브넷 마스크를 비교해서 서브넷 마스크가 같으면 기존 FN의 새로운

Cell로 이동한것으로 결정하고, 같지 않다면 새로운 FN 내의 어떤 Cell로 이동한것으로 보고 HA에 MH를 등록한다. 그리고, MH는 새로운 BS를 통해 DFA에 IGMP 메시지를 전송하여 멀티캐스트 주소를 획득하자마자, 새로운 BS는 멀티캐스트 패킷을 버퍼링을 수행하면서 멀티캐스트 그룹에 등록한다. MH의 핸드오프가 종료되기전까지는 지속적으로 기존 BS로부터 멀티캐스트 패킷을 수신받게 된다. MH가 기존 BS로부터 n번째 패킷까지 받았다면, MH는 새로운 BS로부터 n번째 이후 패킷을 전송받고, MH는 기존 BS에게 새로운 BS로 완전히 핸드오프했음을 알린다.

### 3.2 RMoM 전송 서비스 지원 기법

MobiCast[2]기법에 의하면, MH의 핸드오프가 완전히 종료되기전에 GM(Greet Message)에 멀티캐스트 그룹 주소와 수신된 마지막 패킷 ID를 포함해서 DFA에 핸드오프가 발생됨을 알린다. MH가 멀티캐스트 주소 획득하고 멀티캐스트 그룹에 가입되는 동시에 새로운 BS와 인접 BS들은 MH의 핸드오프로 인해 발생하는 패킷 단절 현상을 방지하기 위하여 패킷 버퍼링을 하면서 재빨리 새로운 BS는 MH에게 패킷 전송을 시작한다.

본 논문에서는 MH가 n번째 패킷까지 수신했다고 패킷 ID 정보를 GM에 실어서 DFA에 알렸다고 가정한다. 네트워크 대역폭, MH와 DFA의 물리적인 거리 및 DFA의 처리능력 등의 여러가지 네트워크 변수를 고려한다면, MH는 GM 전송후 멀티캐스트 주소 확보, 멀티캐스트 그룹 등록 및 인접 BS들에게 멀티캐스트 그룹 주소 통보 등으로 인한 패킷 전송 지연시간(delay time)이 발생한다. 그 결과, MH는 GM전송후 새로운 BS로부터 패킷을 수신하기까지 기존 BS부터 n+k번째 패킷을 전송 받았지만, MH의 멀티캐스트 주소를 수신한 새로운 BS는 MH에게 n+1번째 패킷을 전송한다. 그래서, MH는 지연시간으로 인해 k만큼의 중복된 패킷을 수신한다. 우리는 MH가 GM 전송후 지연시간 만큼 수신된 패킷량을 예측하여 패킷 중복 수신을 방지하고 RMoM 전송 서비스를 지원하기 위한 방안을 제안한다.

우리는 BS가 패킷 트래픽을 측정할 수 있는 능력을 가지고 있다고 가정한다. 그림 3은 MH에 수신되는 중복 패킷을 방지하기위해 BS에서 전송될 n번째 이후 k번째 패킷을 예측하는 과정이다. BS는 DFA로부터 멀티캐스트 주소를 획득하자마자 패킷을 버퍼링하면서 수신되는 평균 패킷 도착시간( $Time_{Packet\_Average\_Arrival}$ )을 측정하고 MH가 GM을 송신한 시간( $Time_{GM\_Send}$ )과 MH가 BS에 멀티캐스트 패킷을 전송하도록 요구한 시간( $Time_{MH\_Packet\_Request}$ )을 계산한다. BS가 MH에 송신할 k번째 패킷을 예측하는 수식은 아래와 같다.

$$Sending\ xth\ packet = \frac{((Time_{MH\_Packet\_Request} - Time_{GM\_Send}) / Time_{Packet\_Average\_Arrival}) + 1}$$

위 계산식에 따라 MH가 BS에게 패킷 전송 요구를 하면, BS는 MH에 보낼 n번째 이후 패킷 k+1번째 패킷을 MH

에 전송하고, MH는 기존 BS에 핸드오프가 완전히 종료되었음을 알림으로써 MH는 새로운 셀영역에서 멀티캐스트 패킷을 지연없이 지속적으로 수신 받을 수 있다.

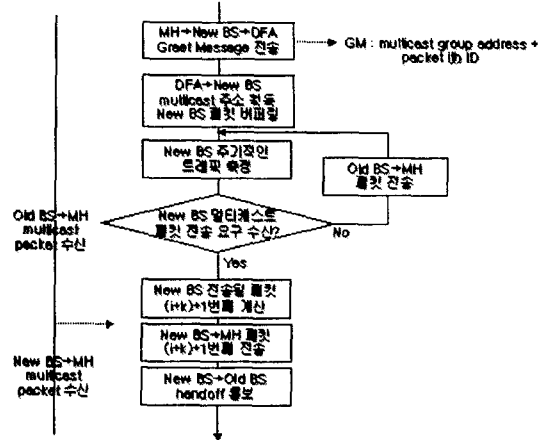


그림 3 BS의 전송 패킷 예측 과정

### 4. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 유·무선이 혼합된 네트워크환경에서 모바일 호스트가 신뢰성 있는 멀티캐스트 전송 서비스를 제공하기 위한 여러 연구들에 대한 문제점들을 검토하였다. 우리는 이런 환경에서 MH의 이동성을 예측하여 Smooth-Handoff를 지원하는 기법을 제시하였고, 핸드오프로 인해 발생하는 중복 패킷 수신을 방지하는 기법을 제시하였다. 이는 MH의 핸드오프로 인한 패킷 중복 수신을 방지하고, 신뢰성 있는 멀티캐스트 패킷을 전송한다. 향후, 우리는 멀티캐스트 패킷의 터널 집중 문제를 고려하기 위해 MoM 방법에서의 DMSP 방법을 추가해서 시뮬레이션을 통해 제안된 기법들을 검증하고, 기존의 연구들과 비교하여 분석할 예정이다.

### 5. 참고문헌

- [1] Carey L.Williamson, Tim G.Harrison, "Performance evaluation of the MoM mobile multicast protocol", Mobile Network and Application 3, pp.189-201, 1998.
- [2] Cheng Lin Tan and Stephen Pink, "MobiCast: A multicast scheme for wireless network", Mobile Network and Applications 5, pp.259-271, Dec. 2000.
- [3] Chunhung Richard Lin and Kai-Min Wang, "Mobile Multicast Support in IP Networks", INFOCOM 2000 Proceedings IEEE, Volume 3, pp.1664-1672, Mar.2000.
- [4] C.Perkins, "IP mobility support for IPv4", RFC 3344, Network Working Group, Aug.2002.
- [5] Hrishikesh Gossain, Siddesh Kamat and Dharma P.Agrawal, "A Framework for Handling Multicast Source Movement over Mobile IP", ICC 2002, pp.3398-3402, 2002.