

# 3-계층 이동 컴퓨팅 환경에서 멀티캐스트 패킷전송을 위한 연결관리

박규석\*, °김재수\*\*  
\*경남대학교, \*\*상주대학교

## The Connection Management for Multicast Packet Delivery in 3-Tiered Mobile Computing Environment

Kyooseok Park\* and °Jaesoo Kim\*\*

\* Dept. of Computer Engineering, Kyungnam Univ.

\*\* Dept. of Liberal Art, Sangju Univ.

### 요 약

이동 컴퓨팅 환경은 휴대용 컴퓨터의 위치에 관계없이 무선 전송 링크를 통하여 단절이 없이 네트워크 접속을 유지할 수 있는 새로운 컴퓨팅 모델로 중요성이 매우 부각되고 있는 실정이다. 본 논문에서는 이동 컴퓨팅 환경에서 멀티캐스트 그룹에 속한 이동 호스트들에게 호스트의 위치에 관계없이 효율적으로 패킷을 전송하는 이동 멀티캐스팅 프로토콜을 제시한다. 본 논문에서 제시한 3-계층 이동 컴퓨팅 환경에서 멀티캐스트 패킷 전송을 위한 연결 관리 기법은 멀티캐스트 그룹에 속한 호스트의 이동으로 인한 가입지연 시간은 조금 증가하지만 Handoff 수를 크게 줄일 수 있어 전체적인 Throughput을 향상시킬 수 있다.

### 1. 서론

지난 몇 년 동안에 컴퓨터 기술과 통신 기술에 있어서 커다란 변화가 있었다. 첫째는 휴대용 컴퓨터의 성능과 메모리 용량, 디스플레이의 해상도, 하드 디스크의 용량에서 커다란 기술 발전을 이룩하였다. 둘째는 무선 LAN과 PCS의 발달로 인하여 휴대용 컴퓨터 사용자는 유선 네트워크의 고정된 접속에 구속될 필요가 없게 되었다. 따라서, 휴대용 컴퓨터 사용자들은 그들이 다른 곳으로 이동하면서 무선 전송 링크를 통하여 투명한 네트워크 접속을 유지하기를 원하게 되었다.[7,8,9]

멀티캐스팅은 하나의 송신자가 여러 수신자들에게 데이터를 동시에 전달하여 네트워크 대역폭의 낭비를 줄이고 전송 지연시간을 최소화하는 패킷 전달방법이다. 멀티캐스팅에서 여러 수신자들은 수신자 그룹을 형성하게 되며, 멀티캐스트 패킷의 목적지는 멀티캐스트 그룹 구성원이 된다. 수신자

그룹에 패킷을 효율적으로 전달하는 문제는 수신자 그룹의 관리와 효율적인 경로를 구성하는 문제와 관련이 있다. 따라서 여러 수신자에 공통되는 경로를 제공하기 위하여 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다. 멀티캐스트 주소는 컴퓨터의 위치에 독립적인 주소를 가져야 하며, 멀티캐스트 주소를 가진 패킷은 컴퓨터의 위치에 관계없이 멀티캐스트 그룹에 속한 모든 컴퓨터에 전송되어야 한다. 또한, 멀티캐스트 그룹을 효율적으로 관리 할 수 있어야 하며, 호스트는 동적으로 멀티캐스트 그룹에 가입하거나 탈퇴할 수 있어야 한다.[6]

본 논문에서는 이동 컴퓨팅 환경에서 호스트의 위치에 관계없이 효율적으로 멀티캐스트 패킷을 전송하기 위한 3계층 이동 컴퓨팅 환경을 제시하고, 효율적인 멀티캐스트 패킷 전송을 위한 연결 관리 기법을 제안한다. 이것은 기존의 HVMP에 근거한 알고리즘과는 달리, 멀티캐스트 그룹에 속

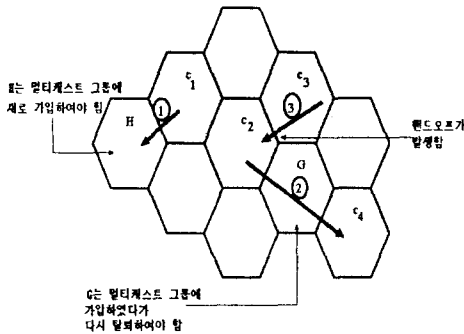
한 호스트가 이동하면 이동으로 인한 가입지연 시간은 조금 증가하지만 Handoff 수를 크게 줄일 수 있어 전체적인 Throughput을 향상시킬 수 있다.

## 2. 관련연구

### 2.1 호스트의 이동과 멀티캐스팅

이동 컴퓨팅 시스템은 컴퓨터의 위치가 고정되어 유선 네트워크에 연결되어 고정 호스트(FH)와 위치를 이동할 수 있는 이동 호스트(MH), 이동 컴퓨터의 이동을 지원하는 이동 지원국(MSS)으로 구성된다. 이동 지원국은 무선 LAN이나 무선 라디오 주파수를 이용하여 이동 호스트와 직접적인 통신을 지원하는 컴퓨터를 말하며, 하나의 이동 지원국이 이동 호스트와 무선 통신이 가능한 범위를 셀이라고 한다. 이동 호스트는 이동을 하면서 자신이 현재 위치하고 있는 셀의 이동 지원국을 거쳐 고정된 네트워크에 연결을 할 수 있다. 이동 호스트는 하나의 셀 영역 안에 존재하게 되며, 한 이동 지원국의 서비스만 받게된다.[7,9,10]

이러한 이동 컴퓨팅 환경에서 호스트가 이동함으로써 발생하는 멀티캐스트 그룹의 변화를 살펴보자. 이동 호스트는 서로 다른 셀에 위치한다고 가정하고 특정 멀티캐스트 그룹에 속해 있는 이동 호스트의 집합을 M이라고 하자.  $c_1, c_2, \dots, c_k$ 를 서로 다른 셀이라고 하고, 각 셀에 위치해 있는 이동 호스트를 각각  $h_1, h_2, \dots, h_k$ 라고 하자 그러면,  $h_i > 0$  이고  $\sum h_i = |M|$ 이 된다. 이러한 셀의 집합을 셀 그룹이라고 하며, C로 표시하자. 셀  $c_1$ 과  $c_2, c_3, c_4$ 는 M에 속하는 이동 호스트를 포함하고 있다고 가정하면  $C = \{c_1, c_2, c_3, c_4\}$ 가 된다. <그림 1>은 3가지 형태의 호스트의 이동 상황을 보여주고 있다.



<그림 1> 멀티캐스팅과 호스트의 이동

첫 번째 형태는 멀티캐스트 그룹에 속해 있는 이동 호스트가  $c_1$  셀에서 H 셀로 이동하였다. H 셀은 초기에 M에 속하는 이동 호스트가 C에 속해 있지 않다. 따라서 멀티캐스트 그룹에 속해 있는 이동 호스트가 셀 그룹이 아닌 H 셀로 이동하면 H 셀은 셀 그룹 C에 가입하여 H 셀의 이동 지원국이 멀티캐스트 패킷을 받아 이동 호스트에게 전달하여야 한다. 두 번째 형태는 이동 호스트가 셀  $c_2$ 에서 중간에 셀 G를 거쳐 셀  $c_4$ 로 이동한 경우이다. 이 경우, 셀 G는 셀 그룹 C에 가입하였다가 이동 호스트가 셀  $c_4$ 로 이동하면 셀 그룹에서 탈퇴하여야 한다. 세 번째 형태는 이동 호스트가 셀  $c_3$ 에서 셀  $c_2$ 로 이동한 경우인데,  $c_2$ 와  $c_3$ 가 모두 셀 그룹에 속해 있는 경우이다.

### 2.2 HVMP

HVMP(Host View Membership Protocol)는 이동 컴퓨팅 환경에서 정확하고(exactly-once) 신뢰성 있게 멀티캐스트 패킷을 전달하는 멀티캐스팅 프로토콜이다. 멀티캐스트 그룹의 구성원과 멀티캐스트 라우터는 다음과 같이 집합으로 표시하여 관리하고 있다.

- Members  $E_g$  : 멀티캐스트 그룹 G를 구성하는 이동 호스트의 집합
- Host View  $H_g$  : 하나 이상의  $E_g$ 를 관할하는 이동 지원국의 집합

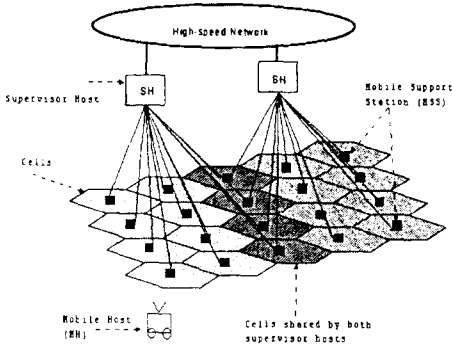
멀티캐스트 그룹 G는  $(E_g, H_g)$ 의 tuple로 정의할 수 있다.  $E_g$ 는 변하지 않아도 호스트의 이동으로 인하여  $H_g$ 는 변하게 된다.  $H_g$ 가 변하게 되는 경우는 멀티캐스트 그룹에 속한 이동 컴퓨터가 이동하는 경우와 멀티캐스트 그룹에 새로이 가입을 하거나 탈퇴를 하여 그룹의 구성원이 변하게 되는 경우이다

HVMP 멀티캐스트 프로토콜에서는 이러한 호스트 그룹의 변화를 중대 이동과 비중대 이동으로 나누어 멀티캐스트 그룹을 관리한다. 이동 호스트  $h$ 가  $H_g$ 에 속하지 않는 이동 지원국의 관할로 이동을 하면  $H_g$ 가 변경이 되어야 하므로 중대 이동이 되며, 그렇지 않는 경우는 비 중대 이동이 된다. 중대 이동인 경우는 멀티캐스트 패킷을 수신하기 전에 다른 그룹 구성원으로부터 관련된 정보를 넘겨받아야 한다. 하지만 HVMP는 멀티캐스트 그룹에 동적인 참여와 탈퇴를 허용하지 않으며, 중대 이동시 서비스의 단절과 비효율적인 Handoff가 일어난다.

### 3. 3-계층 이동 멀티캐스팅 프로토콜

#### 3.1 시스템 구조

종래의 일반적인 이동 컴퓨팅 구조는 이동 호스트(MH)와 이동 지원국(MSS)으로 구성되는 2계층 구조를 가지고 있다. 이러한 2계층 구조는 복잡한 멀티캐스트 문제를 해결하기에 부적합함으로 <그림 2>와 같은 3-계층 구조를 가지는 이동 컴퓨팅 환경을 제안한다.



<그림 2 > 3-계층 이동 컴퓨팅 구조

3-계층 이동 컴퓨팅 구조의 하위 계층은 셀과 셀 사이를 돌아다니는 이동 호스트가 위치한다. 중간 계층은 하나의 셀에 하나의 이동 지원국이 위치하며, 이동 호스트와 유선 네트워크간의 연결 접속점 역할을 한다. 상위 계층은 복수의 이동 지원국을 관할하는 슈퍼바이저 호스트가 위치하며, 슈퍼바이저 호스트는 이동 호스트로의 라우팅과 연결관리, 흐름제어, QOS 협상 등의 일을 수행한다.

멀티캐스트 그룹에 속하는 이동 호스트의 집합을 R이라고 하면  $R = \{m_1, m_2, \dots, m_n\}$ 으로 표시되며, R에 속한 이동 호스트를 관할하는 슈퍼바이저 호스트 그룹을 G라고 하면  $G = \{S_1, S_2, \dots, S_k\}$ 가 된다. 멀티캐스트 메시지는 먼저 호스트 그룹 G에 속하는 슈퍼바이저 호스트들에게 전달이 되며, 그 다음에 각 슈퍼바이저 호스트들은 이동 지원국을 경유하여 이동 호스트에게 멀티캐스트 패킷을 전달한다.

#### 3.2 Join and Leave

MH h가 멀티캐스트 그룹에 가입을 하고자 하면 로컬 MSS M에게 Group\_Report 신호를 보낸

다. 이 신호에는 송신자 헤드 필드에 MH h의 IP 주소가 기록되며, 목적지 필드에는 멀티캐스트 그룹 IP 주소가 포함된다. MSS M은 자신의 SH S에게 join\_request()신호를 보낸다. SH S가 이미 호스트 그룹 G의 구성원이면 단지 local\_MH\_list에 MH h를 추가하면 된다. 하지만 SH S가 호스트 그룹 G의 구성원이 아니면 먼저 G에 가입을 하여야 한다. SH S는 이미 G의 구성원인 SH T를 찾아 G에 가입 요청을 하게되며, T는 S를 대신하여 G의 송신자에게 가입요청을 하게 된다. T는 현재의 모든 멀티캐스트 정보를 S에게 전달한다.

MH h가 멀티캐스트 그룹 G로부터 탈퇴를 하고자 하면 로컬 MSS M에게 Group\_Leave 신호를 보낸다. 이 신호에는 송신자 헤드 필드에 MH h의 IP 주소가 기록되며, 목적지 필드에는 멀티캐스트 그룹 IP 주소가 포함된다. MSS M은 자신의 SH S에게 delete\_request()신호를 보낸다. SH S가 호스트 그룹 G에 속한 유일한 구성원이 아니면 단지 local\_MH\_list에 MH h를 삭제하면 된다. 하지만 SH S가 호스트 그룹 G의 유일한 구성원이면 G로부터 탈퇴를 하여야 한다. SH S는 G의 송신자에게 delete() 제어 신호를 보내어 탈퇴요청을 하게 된다.

#### 3.3 Message Delivery

이 모듈에서는 멀티캐스트 그룹에 속한 이동 호스트에게 메시지를 전달하는 것으로 다음과 같다. 멀티캐스트 패킷의 송신자는 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 따라 멀티캐스트 그룹 G에 속한 슈퍼바이저 호스트들에게 패킷을 순서대로 전달하며 SH는 멀티캐스트 그룹에 속한 MSS에게 패킷을 전달한다. MSS는 무선 전송링크를 이용하여 이동 호스트에게 패킷을 전달하고 ack를 기다린다. MH h로부터 ack 패킷을 받으면 MSS는 SH에게 다시 전달하고 버퍼로부터 패킷을 삭제한다.

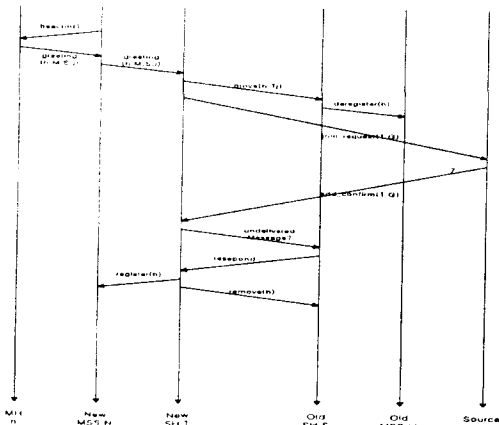
#### 3.4 Handoff

MH h가 MSS M ( $M \in S$ )의 셀에서 MSS N ( $N \in T$ )의 셀로 이동하는 경우를 살펴보자.

슈퍼바이저 호스트 S와 T가 같으면, 즉,  $S = T$ 인 경우의 Handoff 과정은 다음과 같다. MH h는 greeting(h, M, S, j) 신호를 N으로 보내고 N은 다시 T로 전달한다. T는 deregister(h) 신호를 M에게 보내고 register(h) 신호를 N에게 보낸다. N

은 이동 호스트 리스트에 h를 추가한다.

그러나 슈퍼바이저 호스트 S와 T가 같으면, 즉,  $S \neq T$  이면 S는 아직 전송되지 않은 메시지와 제어 메시지를 T에게 보내어 Handoff 처리를 하여야 한다. 그 과정은 다음과 같다. MH h는 greeting(h, M, S, j) 신호를 N으로 보내고 N은 다시 T로 전달한다. T는 move(m, T, j) 신호를 S에게 보내어 h가 이동하였음을 알린다. 또한 T  $\in$  G이면 멀티캐스트 송신자에게 join\_request(T, G) 신호를 보내어 멀티캐스트 그룹에 가입을 알리고 join\_confirm(T, G) 신호를 받는다. T가 멀티캐스트 그룹 G에 가입이 되면 ack\_list에 h를 추가하고, S에게 아직 h로 전달하지 못한 메시지를 전달해 줄 것을 요청한다. S가 아직 h로 전달하지 못한 모든 메시지를 넘겨받으면 T는 S에게 remove(h) 신호를 보내고 MSS N에게 register(h) 신호를 보낸다. 이 과정을 시간 순서대로 나타내면 <그림 3>과 같다.



<그림 3> Handoff 처리 과정

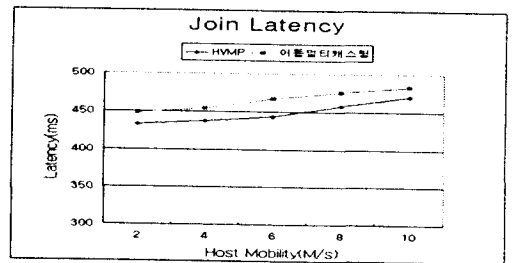
#### 4. 시뮬레이션

본 논문에서 제안한 3-계층 이동 컴퓨팅 환경에서 멀티캐스트 패킷 전송을 위한 연결 관리 기법의 성능을 평가하기 위하여 멀티캐스트 그룹 가입 지연시간과 Handoff 횟수, Throughput에 대하여 시뮬레이션을 수행하였다. 이동 호스트는 임의의 방향으로 이동을 하며, 데이터 패킷보다 제어 패킷의 우선 순위가 높아 우선 처리가 이루어지도록 하였다. 본 논문에서 시뮬레이션을 위해 사용한 파라미터는 <표 1>과 같다.

<표 1> 환경 파라미터

파라미터	설정값
Avg. Hop # Btw. MSS ↔ Source	3
Size of Control Message	12B
Avg. # of MSS in SH	4
Data Rate on Wireless	2Mb/s
No. Multicast Router	60

가입 지연 시간은 새로운 멀티캐스트 구성원이 멀티캐스트 그룹에 가입하는데 걸리는 시간으로 정의하며, <그림 4>은 이동 호스트의 이동 속도에 따라 평균 가입 지연 시간을 나타낸 결과이다. Handoff Cost는 이동 호스트가 다른 곳으로 이동하여 호스트 그룹 구성원의 변화로 인하여 발생하는 Handoff 비용으로 정의하며, <그림 5>는 하나의 셀에 있는 멀티캐스트 그룹에 속한 이동 호스트의 수에 따른 Handoff Cost를 나타낸 결과이다. <그림 4>와 <그림 5>에서 알 수 있듯이 본 논문에서 제안한 이동 멀티캐스팅 프로토콜은 멀티캐스트 그룹에 가입하기 위하여 슈퍼바이저 호스트에 가입하여야 하기 때문에 HVMP 보다 가입 지연 시간이 더 많이 소요되지만 Handoff Cost를 크게 줄일 수 있어 호스트가 이동하는 이동 컴퓨팅 환경에서 HVMP 보다 성능이 향상됨을 알 수 있다.

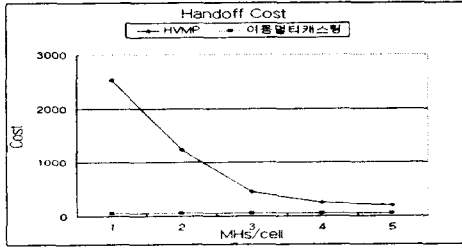


<그림 4> Join Latency

#### 5. 결론

본 논문에서는 이동 컴퓨팅 환경에서 호스트의 위치에 관계없이 효율적으로 멀티캐스트 패킷을 전송하기 위하여 3-계층 이동 컴퓨팅 환경과 3-계층 이동 멀티캐스트 프로토콜을 제안하고 기존의 HVMP와 비교하여 가입지연과 Handoff 수, Throughput에 대하여 성능 평가를 하였다. 본 논문에서 제시한 3-계층 이동 멀티캐스트 프로토콜은 멀티캐스트 그룹에 속한 호스트가 이동하면 이

동으로 인한 가입지연 시간은 조금 증가하지만 Handoff 수를 크게 줄일 수 있어 전체적인 Throughput을 향상시킬 수 있었다. 앞으로 이동 호스트가 복수의 멀티캐스트 그룹에 가입하였을 경우와 송신자가 이동하는 경우에 대하여 3-계층 이동 멀티캐스트 알고리즘을 확장하고 성능 평가를 계속 진행할 예정이다.



< 그림 5 > Handoff Cost

## 6. 참고문헌

- [1] A. Acharya, A. Bakre, and B. Badrinath, "IP Multicast Extensions for Mobile Internet working" IEEE INFOCOM '96, March 1996.
- [2] A. Acharya, and B. Badrinath, "A framework for delivering multicast messages in networks with mobile hosts" ACM/ Baltzer Journal of Mobile Networks and Applications Volume 1, No. II, 1996, pp. 199-219.
- [3] A. Acharya, and B. Badrinath, "Delivering multicast messages in networks with mobile hosts" 13th IEEE Intl. Conf. on Distributed Computing Systems, Pittsburgh, May '93
- [4] R. Bagrodia and W. Liao, "Maisie: a language for the design of efficient discrete-event simulations", IEEE Trans. On Software Engineering, 20, pp. 225-38, (1994).
- [5] R. Bagrodia, M.Gerla, L. Kleinrock, J. Short, and T.C. Tsai, "A hierarchical Simulation Environment for Mobile Wireless Networks", Winter Simulation Conference, 1995.
- [6] S. E. Deering and D. R. Cheriton, "Multicast Routing in Datagram Internetworks and Extended LANs", Stanford University.
- [7] G. Forman and J. Zahorjan. "The Challenges of Mobile Computing.", IEEE Computer, April, pp38-47(1994)
- [8] Ramon Caceres. and Liviu Iftode, "Improving the Performance Reliable Transport Protocols in Mobile Computing Environment", IEEE JSAC VOL 13, NO. 5 June, pp850-857 (1995)
- [9] D.B Johnson A.Myles, and C. Perkins, "Route Optimization mobile IP", IETF Mobile Working draft. (1995)
- [10] Gihwan Cho and Lindsay Marshall, "An Efficient Location Routing Scheme for Mobile Computing Environment", IEEE JSAC, vol 13. NO. 5 June, pp865-879. (1995)
- [11] D.B Johnson A.Maltz, "Protocols for adaptive wireless Mobile Networking", IEEE Personal Communication Feb. pp34-42. (1996)