

이동 호스트 환경에서의 효율적인 멀티캐스팅 기법

박규석*, 김재수**

*경남대학교, **상주대학교

Efficient Multicasting Mechanism for Mobile Computing Environment

kyuseok, Park* and Jaesoo, Kim**

* Dept. of Computer Engineering, Kyungnam Univ.

** Dept. of Liberal Art, Sangju Univ.

요 약

이동 컴퓨팅 환경은 휴대용 컴퓨터가 다른 곳으로 이동하여도 무선 전송 링크를 통하여 공간 제약이 없이 네트워크 접속을 유지할 수 있는 새로운 컴퓨팅 모델이다. 본 논문에서는 이동 컴퓨팅 환경에서 멀티캐스트 그룹에 속한 이동 호스트들에게 호스트의 위치에 관계없이 효율적으로 패킷을 전송하는 이동 멀티캐스팅 기법을 제시한다. 이 기법은 기존의 Mobile IP에 근거한 알고리즘과는 달리 멀티캐스트 그룹에 속한 이동 호스트들은 멀티캐스트 주소로 구별이 되며, 멀티캐스트 그룹에 속한 호스트가 이동을 하면 멀티캐스트 분배 트리를 재 구성한다. 이동 호스트로의 패킷 전송은 멀티캐스트 분배 트리에 속한 멀티캐스트 라우터로 분배되어 이동 호스트로 전달되게 된다.

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 그 들이 다른 곳으로 이동하면서 무선 전송 링크를 통하여 투명한 네트워크 접속을 유지하기를 원하게 되었다. 하지만 현재 네트워크에서 운용되는 프로토콜은 컴퓨터의 위치가 변하지 않는 고정된 네트워크 형상에서 설계되었기 때문에 이러한 요구사항을 만족시킬 수가 없다. 기존의 네트워크에서 이동성을 제공하고 연속적인 네트워크 연결을 제공하기 위해서는 기존의 네트워크 구조 및 프로토콜을 변경하거나 새로운 네트워크를 구성하는 등의 노력이 필요하게 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. 멀티캐스팅의 목적은 여러 호스트에게 효과적으로 패킷을 전달하는 것이다. 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 멀티캐스

트 그룹에 속한 이동 호스트들에게 호스트의 위치에 관계없이 효율적으로 패킷을 전송하는 이동 멀티캐스팅 기법을 제시한다. 이 기법은 기존의 Mobile IP에 근거한 알고리즘과는 달리 멀티캐스트 그룹에 속한 이동 호스트들은 멀티캐스트 주소로 구별이 되며, 멀티캐스트 그룹에 속한 호스트가 이동을 하면 멀티캐스트 분배 트리를 재 구성한다. 이동 호스트로의 패킷 전송은 멀티캐스트 분배 트리에 속한 멀티캐스트 라우터로 분배되어 멀티캐스트 라우터가 이동 호스트로 패킷을 전달하게 된다.

2. 관련연구

2.1 멀티캐스트 라우팅

멀티캐스트 그룹 구성원들은 트리를 구성하게 된다. 멀티캐스트 라우팅 프로토콜은 멀티캐스트 패킷 전달 트리를 구축하고 이 트리를 따라 멀티캐스트 패킷을 전달하는 규약이다. 멀티캐스트 전달 트리를 구축하는 방법에 따라 멀티캐스트 라우팅 알고리즘이 구별되며, DVMRP, MOSPF, CBT, PIM 등이 있다.[6]

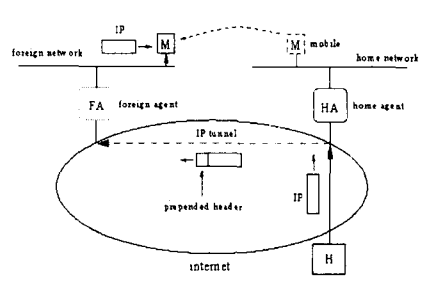
DVMRP(Distance Vector Multicast Routing Protocol) 프로토콜은 RPF(Reverse Path Forwarding)& prune방식으로 멀티캐스트 트리를 구성하고, MOSPF는 Dijkstra 최단 경로 알고리즘을 기반으로 멀티캐스트 트리를 구성한다. 이 두 프로토콜은 수신자 그룹 내의 빠른 데이터 전송만을 위해 고안되었기 때문에 송신자에서 수신자까지 최단경로를 구성한다. 따라서 프로토콜의 오버헤드가 크며, 멀티캐스트 라우팅 정보가 폭주하며 트리를 구성하는 연산작업이 아주 많아지게 된다.

CBT(Core Based Tree)는 하나의 중앙 Core를 정점으로 공유 트리를 구성하기 때문에 Core 중심에서의 병목현상 문제와 우회 경로 설정 문제, Core의 동작불량 시 그룹통신이 마비되는 불안정성 등이 문제점으로 제시된다. CBT의 단점을 극복하기 위한 방법으로, PIM-SM(Protocol Independent Multicast Sparse Mode)에서는 특정 데이터 전송을 임계치를 넘는 송신자에 대해 공유 트리로부터 송신자 기반 최단경로를 구성하는 트리전환 방식을 제안하고 있다. 트리전환을 이용하면 전송율이 높은 데이터가 공유 트리로부터 분리되어 독립적인 최단경로를 구성함으로써 공유 트리에서 통신병목을 없애고 우회경로로 인한 전송 지연을 줄일 수 있다는 장점이 있다.

2.2 이동 컴퓨팅

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]

유선 네트워크와 이동 호스트, 이동 지원국의 관계를 그림으로 나타내면 <그림 1>과 같다.

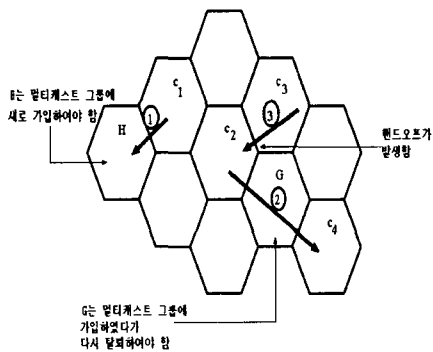


< 그림 1 > 이동 컴퓨팅 환경

2.3 멀티캐스팅과 호스트의 이동

특정 멀티캐스트 그룹에 속해 있는 이동 호스트의 집합을 M이라고 표시하자. 이동 호스트는 서로 다른 셀에 위치하게 될 것이다. c_1, c_2, \dots, c_k 를 서로 다른 셀이라고 하고, 각 셀의 관할에 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. 다음 그림은 3가지 형태의 호스트의 이동 상황을 보여주고 있다. 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 멀

터캐스트 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 c2에서 중간에 셀 G를 거쳐 셀 c4로 이동한 경우이다. 이 경우, 셀 G는 셀 그룹 C에 가입하였다가 이동 호스트가 셀 c4로 이동하면 셀 그룹에서 탈퇴하여야 한다. 세 번째 형태는 이동 호스트가 셀 c3에서 셀 c2로 이동한 경우인데, c2와 c3가 모두 셀 그룹에 속해 있는 경우이다.



<그림 2 > 멀티캐스팅과 호스트의 이동

3. 이동 호스트 멀티캐스팅

멀티캐스팅은 네트워크 대역폭의 낭비를 줄이고 패킷의 전송 지연시간을 최소화하도록 하여 여러 사용자에게 동일한 데이터를 보내는 방법이다. 본 논문에서 제안하는 이동 멀티캐스팅 기법은 다음과 같은 특징을 지원하고 있다.

- 수신자 그룹에 대하여 하나의 IP 멀티캐스트 그룹 주소가 부여된다.
- 수신자는 멀티캐스트 그룹에 동적으로 참가하거나 탈퇴할 수 있다.
- 송신자는 그룹 구성원을 알 필요가 없다.
- 멀티캐스트 분배 트리는 멀티캐스트 라우팅 기법에 의해 구축된다.
- Best-effort 패킷 전송 기법이 사용된다.

3.1 멀티캐스트 라우터

멀티캐스트 라우터는 이동지원 모듈, IGMP 모

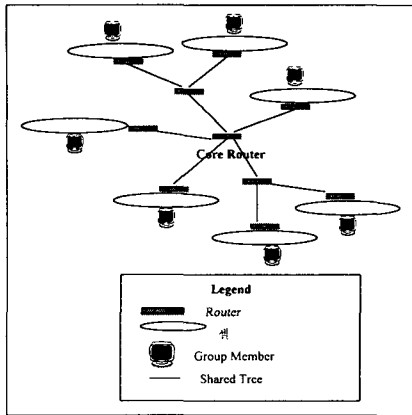
듈, 멀티캐스트 데이터베이스 모듈, CBT 모듈 등 4개의 모듈로 구성된다. 이동지원 모듈은 자신이 관할하는 영역 안에 있는 이동 호스트들과 무선으로 통신을 지원하는 모듈로서 이동 호스트가 유선 네트워크에 접속하기 위한 접근점(Access Point)의 역할을 한다. IGMP 모듈은 이동 컴퓨터의 그룹 구성원 정보를 찾아내는 역할을 한다. 이동 컴퓨터로부터 멀티캐스트 그룹에 가입하고자 하는 JOIN_REPORT 신호를 받으면 이 이동 컴퓨터가 이미 멀티캐스트 그룹의 트리에 가입하고 있는지를 알기 위하여 멀티캐스트 데이터베이스(MDB)를 조사한다. 이미 멀티캐스트 트리에 가입을 하고 있다면 멀티캐스트 패킷을 받았는지를 확인하기 위하여 인증과정을 실행한다. 멀티캐스트 데이터베이스 모듈은 멀티캐스트 트리에 대한 정보를 데이터베이스로 관리한다. 멀티캐스트 데이터베이스는 멀티캐스트 그룹에 가입한 이동 컴퓨터의 목록을 가지고 있어서, 멀티캐스트 데이터가 이동 컴퓨터로 정확하게 전달될 수 있도록 한다. CBT 모듈은 가입 메시지를 보내고 이동 컴퓨터로 멀티캐스트 데이터를 보내거나 받는 역할을 한다.

3.2 공유 트리 멀티캐스트 라우팅

멀티캐스트 라우팅 프로토콜에 의하여 생성된 멀티캐스트 패킷의 전달 경로는 멀티캐스트 트리를 형성하게 된다. 멀티캐스트 트리는 Core에서 시작되는 트리이다. 이동 호스트가 위치를 이동하거나 멀티캐스트 그룹에 새로이 가입을 하거나 탈퇴를 하여 멀티캐스트 구성원이 변하게 되면 멀티캐스트 트리는 동적으로 재구성된다. 멀티캐스트 트리에 있는 라우터는 멀티캐스트 그룹 구성원들에게 멀티캐스트 패킷을 전달할 책임이 있으며, 그룹 구성원들은 동적으로 멀티캐스트 그룹에 가입을 하거나 탈퇴를 할 수 있다. 각 멀티캐스트 그룹은 고유한 멀티캐스트 주소를 가지고 있으며, 멀티캐스트 그룹에 속한 이동 호스트들은 이 멀티캐스트 주소로 보내진 패킷을 받을 수 있다. 각 멀티캐스트 그룹은 멀티캐스트 서버에 의해 초기화되고 관리를 받게 된다. 멀티캐스트 서버는 CBT의 Core가 된다. 멀티캐스트 트리의 구조는 <그림 3>과 같다.

3.3 멀티캐스트 트리의 참여

코어 베이스드 트리의 구성과 유지관리는 수신자 중심으로 이루어 진다. 이동 호스트 h가 멀티



< 그림 3 > 멀티캐스트 트리

캐스트 그룹 G에 가입을 하고자 하면, 먼저 이동 호스트 h를 지원하고 있는 멀티캐스트 라우터 i의 데이터베이스를 검색하여 참여하고자 하는 멀티캐스트 주소와 멀티캐스트 서버의 주소를 구하여야 한다. 그리고 나서 멀티캐스트 라우터 i는 JOIN_REQUEST 메시지를 멀티캐스트 서버로 보낸다. JOIN_REQUEST 메시지는 멀티캐스트 서버로 가는 도중에 이미 멀티캐스트 그룹 G의 구성원인 멀티캐스트 라우터 j를 만나면 멀티캐스트 서버로 가는 일을 그만두게 된다. j는 JOIN_ACK 신호를 보내면 역 경로를 통하여 i에게 보내면 JOIN 과정을 끝내게 된다. JOIN_ACK가 전송되어 오면 i는 멀티캐스트 그룹에 참여하게 되며, 멀티캐스트 트리에 한 가지로 집목되게 되는 것이다. 멀티캐스트 라우터는 트리 내부의 노드가 되고 일반 노드는 트리의 종단에 위치하게 된다. JOIN_ACK 메시지가 i로 전달되는 트리 내부의 노드들은 JOIN_ACK 메시지의 상위 노드와 하위 노드에 대한 정보를 기록하여 두었다가 트리 재구성 시의 정보로 사용한다.

3.4 멀티캐스트 트리의 재구성

멀티캐스트 트리가 재구성되는 경우는 다음 두 가지의 경우이다. 첫 번째는 멀티캐스트 그룹에 가입한 이동 호스트가 다른 곳으로 이동하는 경우이다. 이동 호스트 h가 멀티캐스트 라우터 i의 관할에 있고 멀티캐스트 그룹 G에 속하는 이동 호스트라고 하면, h가 이동함에 따라 i의 관할에 G

에 속하는 이동 호스트가 더 이상 존재하지 않으면 M은 Hg로부터 삭제되어야 한다. 또한, 이동 호스트 h가 G에 속하지 않는 멀티캐스트 라우터 j로 이동을 하면, j는 G에 새로이 추가되어야 한다. 두 번째는 그룹 구성의 탈퇴로 인하여 그룹의 구성원이 변화하는 경우이다. 이동 호스트 h가 멀티캐스트 그룹 G로부터 탈퇴하고 멀티캐스트 라우터 i의 관할에 더 이상 G의 구성원이 존재하지 않으면 i은 G로부터 삭제되어야 한다. 또한, G의 구성원이 아닌 이동 호스트가 h가 멀티캐스트 그룹 G에 가입을 하고 G에 속하는 이동 호스트가 하나도 없는 멀티캐스트 라우터 j의 관할에 있다면, j는 G에 추가되어야 한다.

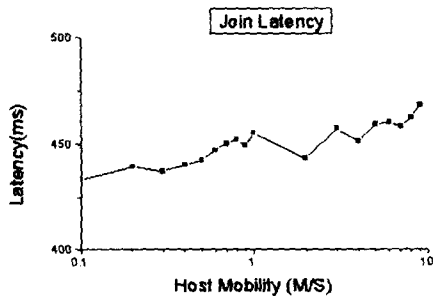
이동 호스트 h가 멀티캐스트 그룹 G로부터 탈퇴를 하고자 하면, 자신을 지원하는 멀티캐스트 라우터 i에게 QUIT_REQUEST 신호를 보낸다. 멀티캐스트 라우터는 그룹 구성원 정보를 변경한 다음 QUIT_ACK 신호로 알린다. 이동 호스트의 탈퇴로 인하여 자신의 관할에 멀티캐스트 그룹 G에 속하는 이동 호스트가 더 이상 존재하지 않게 되면 멀티캐스트 라우터 i는 상위 노드에게 QUIT_REQUEST 신호를 보내어 그룹 구성원으로부터의 탈퇴를 알리게 된다.

4. 시뮬레이션

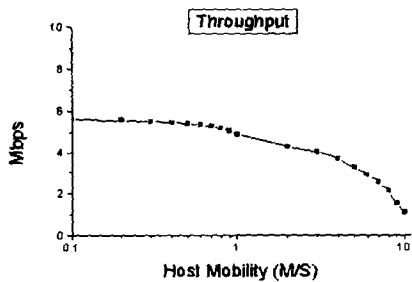
본 논문에서 제안한 이동 멀티캐스팅 기법의 성능을 평가하기 위하여 MAISIE를 사용하여 멀티캐스트 그룹 가입 지연시간과 Throughput에 대하여 시뮬레이션을 수행하였다. MAISIE는 병렬 이벤트 중심의 시뮬레이션 언어로 이동 컴퓨팅 환경에서 알고리즘의 성능과 효율성을 평가하기에 적합한 시뮬레이션 언어이다.[45] 네트워크에 연결된 멀티캐스트 라우터의 수는 100개로 설정하였으며, 이동 호스트는 임의의 방향으로 이동을 할 수가 있다. 무선 전송 링크 상의 데이터 전달 속도는 2Mb/s로 가정하였으며, 데이터 패킷의 길이는 10Kbit, 라우팅 테이블의 크기는 2Kbit, 매체 접근 제어 패킷의 크기는 500bit로 가정하였다. 데이터 패킷의 우선 순위보다 라이팅 테이블과 제어 패킷의 우선 순위가 높아 우선 처리가 이루어지며, 공유 트리의 Core 선정은 임의로 선정하였다.

가입 지연 시간은 새로운 멀티캐스트 구성원이 멀티캐스트 그룹에 가입하는데 걸리는 시간을 말한다. 소프트 스테이트 ACK 제어기법은 멀티캐스트 그룹에 가입을 하기 위하여 JOIN_REQUEST

신호를 보내고 난 뒤 ACK 신호를 받지 않고 바로 멀티캐스트 데이터를 받게 된다. 따라서 소프트웨어 스테이트 ACK 제어기법에서의 가입 지연 시간은 JOIN_REQUEST 신호를 보낸 후 첫 번째 멀티캐스트 패킷이 도착할 때까지의 시간이 된다. 멀티캐스트 패킷의 Throughput은 총 수신 패킷의 수에서 중복된 패킷의 수를 뺀 패킷 수로 정의를 한다. < 그림 4 >은 이동 호스트의 이동 속도에 따라 평균 가입 지연 시간을 나타낸 결과이며, < 그림 5 >은 이동 호스트의 이동 속도에 따른 수신 패킷의 Throughput을 나타낸 것이다. <그림 4>와 <그림 5>에서 알 수 있듯이 본 논문에서 제안한 이동 호스트 멀티캐스트 기법은 호스트가 이동하는 속도에 민감하게 반응하지 않지만 호스트의 이동 속도가 증가함으로 멀티캐스트 트리의 재구성으로 인하여 Throughput이 낮아지는 것을 알 수 있다.



< 그림 4 > 가입 지연시간



< 그림 5 > 멀티캐스트 패킷 전송 Throughput

5. 결론

본 논문에서는 이동 컴퓨팅 환경에서 멀티캐스트 그룹에 속한 이동 호스트들에게 호스트의 위치에 관계없이 멀티캐스트 패킷을 효율적으로 전송하는 이동 호스트 멀티캐스팅 기법을 제시하고 멀티캐스트 그룹에 가입을 하여 최초의 패킷을 받을 때까지의 가입 지연시간과 Throughput에 대한 성능 평가를 하였다. 본 논문에서 제안한 이동 호스트 멀티캐스팅 기법은 이동 컴퓨터가 이동하는 속도에 따라 가입 지연시간이 민감하게 반응하지 않으며, Throughput은 선형적으로 감소함을 알 수 있었다. 앞으로 멀티캐스트 그룹에 속하는 이동 호스트의 수에 따른 오버헤드 및 성능 평가를 계속 진행할 예정이다.

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)