

이동네트워크에서의 멀티캐스트 라우팅 프로토콜

신 희 숙, 서 영 주
포항공과대학교 컴퓨터공학과

Multicast Routing Protocol in Mobile Networks

Hee-Sook Shin, Young-Joo Suh
Department of Computer Science & Engineering, Pohang University of Science & Technology

요 약

이동호스트를 지원하는 이동네트워크에서의 멀티캐스팅 문제는 빈번한 그룹 멤버십의 변화와 함께 그룹 멤버의 위치 변화를 가져와 기존의 고정 호스트를 기본으로 설계된 멀티캐스트 프로토콜을 적용하는 것은 적합하지 못하다. 이런 점에서 특히 Mobile IP를 기본 유니캐스팅 방법으로 사용하는 환경에서 이동호스트를 위한 몇 가지 멀티캐스팅 방식이 제시되었으나, 비효율적인 데이터 전송, 비효율적인 데이터 중복 전송 또는 빈번한 멀티캐스트 트리의 재구성으로 인한 오버헤드 등의 문제점을 내포하고 있다. 따라서 본 논문에서는 이런 문제점을 좀 더 보완하면서 Mobile IP를 사용하는 이동호스트에게 IP 멀티캐스트를 제공하는 효과적인 프로토콜을 제안한다. 호스트의 이동성을 적극 반영하여 유용적으로 멀티캐스트 포워더 (Multicast Forwarder)를 선정함으로써 데이터 전송 경로의 단축, 중복되는 데이터 전송의 감소와 같은 효과를 얻을 수 있고 그 결과를 시뮬레이션을 통하여 확인해 본다.

1. 서론

이동 환경의 네트워크는 멀티캐스트 그룹 멤버의 관리와 멀티캐스트 데이터의 전송 경로 설정뿐 아니라 유동적인 그룹 멤버를 위한 서비스 지원, 이동하는 그룹 멤버의 위치 관리도 함께 해야 한다 [3]. 즉, 그룹 서비스를 위해 설정된 경로가 일시적이라는 요소를 고려해야 하고 이것이 이동호스트를 위한 멀티캐스트가 갖는 새로운 문제점이 된다. 물론 호스트의 이동에 따른 변화를 빈번한 멤버의 가입과 탈퇴로 본다면 기존의 멀티캐스팅 방식이 어느 정도 그룹 멤버의 변화를 수용하지만 이는 고정 호스트가 그룹의 멤버인 경우를 기본으로 한 것이므로 그 변화 속도가 빠른 경우에는 올바르게 적용하기 어렵다. 게다가 이동호스트의 수가 많아지고 이동성 또한 증가한다면 이는 빈번한 멀티캐스트 트리의 변화를 유발시키고 트리 구성을 위한 상당한 비용 증가와 함께 불안정한 트리의 구성, 멀티캐스트 데이터의 손실 등의 문제를 야기시킨다.

이에 멀티캐스트 서비스를 받는 호스트에게 이동성을 보장하기 위한 몇 가지 방식이 제시되었다. 먼저 IETF Mobile IP에서는 두 가지의 멀티캐스팅 방법을 간략히 소개하고 있다 [7, 8, 9]. 첫째는 기본적인 Mobile IP의 유니캐스팅 방식을 그대로 적용하여 멀티캐스트 데이터도 유니캐스팅으로 전송하는 방식으로, [1]과 [4]에서는 양방향 터널 멀티캐스팅 (bi-directional tunneled multicasting)이라고 칭하고 있다. 이것은 홈에이전트가 이동호스트를 대항하여 그룹에 가입하고, 홈에이전트로 전송되는 멀티캐스트 데이터를 그룹에 속하는 각각의 이동호스트에게 터널링하는 방식이다. 이 방식은 호스트의 이동에 무관성은 보장되나 메시지 전송 경로가 최적화되지 못하고 각 이동호스트별로 데이터를 터널링하므로 메시지의 불필요한 중복이 두드러지는 문제점이 있다. 둘째는 [1]과 [4]에서 원격 가입 (remote subscription)이라고 칭한 방식이다. 이동호스트가 직접 그룹 멤버에 대한 책임을 가지고, 이동해 간 네트워크에서 멀티캐스트 그룹 가입을 시도하여 새로운 멀티캐스트 트리를 구성함을 기본으로 한다. 이 방식은 최적화된 경로가 설정되고 중복되는 메시지의 전송은 없지만, 트리를 재구성하는 데 많은 오버헤드가 있고, 호스트가 이동하고 새로운 트리가 구성된 후 데이터가 전송되기까지 지연시간이 생기고 메시지가 손실되는 문제가 있다. 특히 호스트의 이동성이 클 경우 트리 구성 자체가 불안정해지므로 더욱 심각한 문제가 된다.

MoM (Mobile Multicast) 프로토콜 [1, 4]은 이런 IETF Mobile IP에서 언급된 방식 중에서 양방향 터널 멀티캐스팅 방식을 기본으로 하고 홈에이전트들 중에서 DMSP (Designated Multicast Service Provider)를 선택, 이를 사용함으로써 확장성을 갖도록 했다. MoM 프로토콜에서는 홈에이전트가 멀티캐스트 데이터를 터널링하는 역할을 맡지만, 양방향 터널 멀티캐스팅 방식처럼 모든 이동호스트별로 메시지가 터널링되지 않고 그룹에 가

입된 이동호스트가 있는 포린에이전트별로 터널링함으로써 하나의 포린 네트워크에 홈에이전트가 같은 다수의 이동호스트가 있을 경우에 발생하는 이동호스트 수만큼의 메시지 중복 문제를 해결한다. 하지만 여기에는 터널 집중 (tunneling convergence) 현상, 즉 하나의 포린네트워크에 같은 그룹에 속하는 다수의 이동호스트가 있을 때, 만약 이 이동호스트들이 서로 다른 홈에이전트를 가진다면 각 홈에이전트로부터 같은 메시지를 중복해서 터널링받게 되는 문제가 생긴다. MoM 프로토콜에서는 이 문제를 해결하기 위해서 DMSP를 사용한다. 포린에이전트는 그룹으로 전송되는 메시지를 받기 위해서 터널링 지원이 가능한 다수의 홈에이전트 중에서 하나를 DMSP로 선택하고 DMSP에서만 그룹에 대한 멀티캐스트 데이터를 터널링하도록 제한한다. 이 DMSP는 포린에이전트에 의해서 호스트의 이동이 발생할 때마다 적절한 알고리즘을 통해 새로운 DMSP로 핸드오프 하게 된다. 하지만 DMSP를 홈에이전트로 갖는 호스트의 이동으로 인해 멀티캐스트 데이터의 전송이 중단되는 문제와 DMSP 핸드오프 중에 전송되는 데이터의 손실 문제가 발생하게 된다. 이 프로토콜은 멀티캐스트 트래픽을 감소시키고, IETF Mobile IP에서 언급한 멀티캐스팅 방식에 비하여 효율적인 방안을 제시하고 있으나 여전히 홈에이전트를 통해서 데이터를 터널링하므로 전송경로가 비효율화되어 시간지연에 민감한 응용프로그램에는 적합하지 못하고, 터널링으로 전송되는 데이터와 멀티캐스트 그룹 전송 트리로부터 직접 포워딩된 데이터가 중복해서 전송되는 문제점이 남아 있다.

본 논문에서는 MoM 프로토콜이 갖는 문제점을 부분적으로 해결하면서 Mobile IP의 유니캐스팅을 기본으로 하고 기존의 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 그대로 사용하여 호스트의 이동성을 보장하는 멀티캐스팅 방식인 MMA (Multicast by Multicast Agent) 프로토콜을 제시한다.

2. MMA (Multicast by Multicast Agent) 프로토콜

2.1. 개요

MMA 프로토콜은 MA (Multicast Agent)의 도입으로 시작된다. 고정된 홈에이전트가 멀티캐스트 데이터를 각각의 이동호스트에게 전송하는 책임을 지는 것이 아니고, 인력의 이동에이전트가 임의의 이동호스트에 대해 멀티캐스트 데이터를 직접 인터페이스상으로 또는 가상 터널을 통해서 전송한다.

MA는 멀티캐스트 그룹 서비스를 위해서 그룹 정보 데이터를 관리하고 MF (Multicast Forwarder)를 통해서 멀티캐스트 데이터를 터널링받아서 이동호스트에게 전달하고, 이동호스트는 자신이 가지는 MF의 정보로

¹ 멀티캐스트 서비스를 지원하는 에이전트

² 멀티캐스트 데이터를 포워딩해주는 MA를 나타낸다

MA에게 전달하여 MA로 하여금 최적의 MF를 선정하게 한다

REQUEST/STOP message를 에이전트간에 주고 받을 수 있다 [7, 8]

| |
|----------------------------------------|
| Group ID (그룹 이름) |
| MF (Multicast Forwarder) |
| N_SH (그룹 멤버인 고정 호스트의 수) |
| MHs List (그룹 멤버인 이동호스트의 리스트) |
| FAs List (현재 MA로부터 포워딩받는 포인 에이전트의 리스트) |

[그림 2 MA가 가지는 그룹 정보 테이블]

MMA 프로토콜의 동작을 간략히 살펴보면 다음과 같다.
먼저, 이동호스트가 임의의 네트워크에서 멀티캐스트 그룹 가입을 요청할 경우, 멀티캐스트 라우터 기능을 갖는 MA가 IGMP 프록시 역할을 하여 멀티캐스트 트리에 가입하고 MA는 자신을 MF로 선정하고 로컬 네트워크에 있는 모든 이동호스트에게 그 정보를 일린다

2.3. 알고리즘

그룹의 멤버인 이동호스트가 새로운 네트워크로 이동할 경우, 이 네트워크의 MA는 MF로부터 터닝된 멀티캐스트 데이터를 이동호스트에게 전달한다 이때 MA는 그룹당 하나의 MF를 관리하고 이 MF는 MA가 이미 멀티캐스트 그룹에 가입한 경우라면 MA 자신이 되고, 아니면 멀티캐스트 그룹에 가입한 이웃 네트워크의 MA가 된다 이 경우, MA는 자신의 MF의 이동해 온 호스트가 가진 MF를 비교하여 최적의 MF로 핸드오버한다 만약 이동호스트가 그룹에 대한 첫번째 멤버라면 이 이동호스트가 있었던 이전 네트워크의 MA의 MF, 즉 이동호스트의 MF가 그대로 사용된다

이동호스트가 수신측일 경우에, 일반적으로 알려진 두 가지 멀티캐스팅 방식이 있다 [5, 7, 8] 이동호스트가 포인네트워크에서 직접 데이터를 보내는 경우 또는 홈에이전트를 통해서 데이터를 보내는 경우이다 여기서, 실제적으로 대부분의 이동휴대기는 자원이 부족한 장치이고 이동호스트는 수신측으로써의 서비스를 주로 기대하게 되는 점을 고려하여 이동호스트가 수신자가 되는 경우에 대해서 중점적으로 살펴본다
이동호스트의 새로운 네트워크로의 출입, 데이터 또는 컨트롤 패킷의 도달 등의 이벤트에 대해 요구되는 MMA 프로토콜의 주요단계는 다음과 같은 이벤트 중심의 알고리즘으로 요약된다,

첫째, 그룹 멤버인 이동호스트가 로컬 네트워크로 들어왔을 경우,

MA가 그룹에 가입하거나 최적의 MF를 설정하게 되면 이동호스트의 잦은 이동에 부관하게 고정된 MF를 유지할 수 있다. 또한 MA는 네트워크 트래픽의 모니터링을 통해서 고정 호스트가 그룹에 가입한 경우에도 미리 해당 그룹에 대한 정보를 관리하고 자신을 MF로 설정해 둔다 따라서 그룹당 MA가 관리하는 그룹멤버는 고정호스트, 이동호스트, 그리고 MA가 멀티캐스트 그룹 트리에 속해 있고 다른 MA에 대해서 MF로의 역할을 수행할 경우라면 데이터를 포워딩되는 다른 MA도 포함된다 MA는 그룹의 멤버가 존재하는 동안에는 그룹에 대한 정보를 관리하고 자신의 MF를 유지한다

```

MH sends Registration Request Message to current MA;
MA takes information of (Group ID, MF, JOIN Option) from Registration Request Message.
IF (Group ID is already registered in Group Information Table of MA) {
    MA adds MH to MHs List.
    MA selects new optimal MF between MA's MF and MH's MF.
    IF (New selected MF equals MA's MF) {
        MH replaces MF with MA's MF,
    } ELSE {
        All other mobile hosts replace MF with new MF.
        MA sends Forwarding REQUEST Message to new MF,
        MA send Forwarding STOP Message to old MF,
    }
} ELSE {
    MA makes new group entry.
    MA adds MH to MHs List.
    MA setups MF with MH's MF.
    MA sends Forwarding REQUEST Message to new MF.
    MA sends Forwarding STOP Message to old MF.
}
IF (MA is multicast router & MH's JOIN Option is on) {
    MA sends JOIN message for multicast delivery tree connection,
}
    
```

이와 같은 방법은 호스트가 이동 중에 만나게 되는 MA 중 그룹의 트리에 속하는 MA를 새로운 MF로 정하므로, 이동호스트가 전달해주는 MF정보를 통해서 터닝된 포인트를 현재의 네트워크 위치와 근접하게 조정하는 결과를 얻게 된다 따라서 고정된 홈에이전트를 통한 터닝보다 짧은 전송 경로를 보장하고, 경우에 따라서는 멀티캐스트 트리로 포워딩된 데이터를 직접 반응으로써 최적 경로를 통해서 중복 없이 데이터를 전송 받아 네트워크 트래픽량을 감소시킬 수 있다 MoM 프로토콜과 비교했을 때, 호스트 관점이 아닌 에이전트관점에서의 포워딩이 이루어지므로, 포워딩을 통한 멀티캐스트 데이터 전송이 가지는 터닝집중현상을 피할 수 있다.

둘째, 그룹의 멤버인 이동호스트가 로컬 네트워크에서 나갔을 경우, (타임아웃 (tmc-out) 발생으로 호스트의 이동을 인식한다)

여기서 MF의 선택 방법은, MA 자신을 MF로 선택할 때까지 한 번 설정된 MF를 그대로 유지하는 Oldest-MF 알고리즘과 전송 경로가 가장 짧은 MF를 선택하는 Closest-MF 알고리즘의 두 가지를 고려한다. 또한, MMA 프로토콜에서 호스트의 이동을 고려하여 원격가입 방식과 같은 방법으로 선택적으로 멀티캐스트 그룹에 가입하는 기능을 포함할 수 있다 이동호스트의 Tree JOIN Processing Request를 통해서 가능한 이 기능은 호스트의 이동성이 낮고 네트워크에 머무르는 시간이 길 경우에 보다 적합하다 [9]

```

IF (Time-out occurs for MH) {
    MA deletes MH from MHs List in group entry for all groups joined by MH.
    IF (Group member doesn't exist in group entry anymore) {
        IF (MA's MF is MA itself) {
            /* The network belongs to multicast delivery tree node */
            MA sends PRUNE Message to multicast tree,
        } ELSE {
            /* The multicast data is forwarded from MF */
            MA sends Forwarding STOP Message to MF,
        }
    }
}
    
```

2.2. 데이터 구조

셋째, 다른 MA로부터 컨트롤 패킷이 왔을 경우,

MMA 프로토콜은 멀티캐스트를 지원하는 이동에이전트의 이동호스트 간의 동작으로 이루어진다 이때 각 객체가 필요로 하는 그리고 관리하는 주요 정보는 다음과 같은 그룹 정보 테이블로 구현될 수 있다.

```

IF (MA receives Forwarding STOP Message) {
    MA deletes the agent which sends a control message from FAs List in group entry,
    IF (Group member doesn't exist in group entry anymore) {
        MA sends PRUNE Message to multicast tree,
    }
} ELSE IF (MA receives Forwarding REQUEST Message) {
    MA adds the agent which sends a control message to FAs List in group entry.
}
    
```

| |
|---------------------------------------|
| Group ID |
| MF (Multicast Forwarder) |
| JOIN Option (Tree JOIN Processing 선택) |

[그림 1. 이동호스트가 가지는 그룹 정보 테이블]

각 MA는 [그림 1]와 같이 Group ID, MF, 그룹 멤버인 고정호스트의 수, 그룹 멤버이며 로컬 네트워크에 위치하는 이동호스트의 리스트, 현재 MA로부터 데이터를 포워딩받을 포인 에이전트의 리스트 정보를 관리한다 포워딩에 대한 정보는 Bnding Update Message를 사용하여 Forwarding

넷째, 멀티캐스트 메시지가 도달했을 경우,

이것이 로컬 MA의 주소와 동일하면 멀티캐스트 전송 트리로 부터 데이터는 직접 받고 있을 수 의미이고, 그 이외의 주소는 다른 MA가 MF 역할을 하고 있음을 나타낸다 이 MF는 멀티캐스트 트리의 단말 노드이며 하고 이 MA가 멀티캐스트 전송 트리의 노드이면 다른 에이전트로 포워딩될 수 있다

```

IF (Group entry exists in Group Information Table of MA) {
    MA forwards multicast datagram to all MHs in MHs List through physical interface,
    MA forwards multicast datagram to all agents in FAs List
}
    
```

3 이 값이 로컬 MA의 주소와 동일하면 멀티캐스트 전송 트리로 부터 데이터는 직접 받고 있을 수 의미이고, 그 이외의 주소는 다른 MA가 MF 역할을 하고 있음을 나타낸다 이 MF는 멀티캐스트 트리의 단말 노드이며 하고 이 MA가 멀티캐스트 전송 트리의 노드이면 다른 에이전트로 포워딩될 수 있다

through virtual tunnels.

다섯째, 멀티캐스트 전송 트리로의 연결이 이루어졌을 경우,

```

IF (Group entry exists in Group Information Table) {
    MA sends Forwarding STOP message to MF in the group entry.
}
ELSE {
    MA makes new group entry,
}
MA setups MF of MA with its own IP;
MA sends Registration Reply Extension Message including information of (new
MF = MA's IP) to all MHs in MHs List.
All MHs replace MF with new MF,
    
```

3. 성능평가

다음 표 [1]와 같이 시뮬레이션 환경변수를 설정하고 제시한 프로토콜의 성능을 분석해 보았다

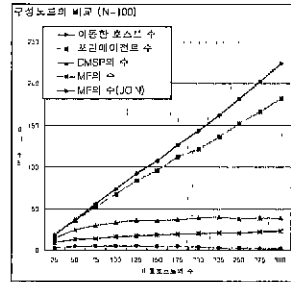
[표 1 시뮬레이션 환경변수]

| Parameter | Description | Values |
|-----------|------------------------------|----------------|
| N | 서브네트웍의 수 | 10, 50, 100 개 |
| T | 초기 트리 노드의 수 | N에 비례하여 임의로 선택 |
| G | 멀티캐스트 그룹의 수 | 1 개 |
| H | 전체 호스트의 수 (이동 호스트+고정 호스트) | 5 ~ 1000 개 |
| α | 서비스 시간 | 5 유닛 (unit) |
| β | 트리 연결 지연 시간 | 1 유닛 (unit) |

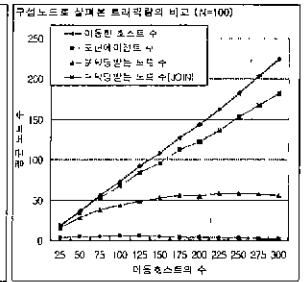
과표평면 상에서 N개의 점을 임의로 선택하여 각 점을 하나의 서브네트웍으로하여 전체 네트워크를 구성하고 이중 임의로 선택한 T개의 서브네트웍을 초기 트리 노드로 설정한다 각 서브네트웍 간의 최단 데이터 전송 경로 거리는 두 점간의 최단거리 유클리디언 거리 (Shortest-Path Euclidean Distance)로 계산하고, 시간단위는 상대적 의미의 유닛을 쓴다 임의로 구성된 네트워크에서 고정된 근원지 서브네트웍을 하나 정하고 전체 호스트의 수를 랜덤하게 각 서브네트웍에 할당하고 호스트 수를 변화 요소로 두고 시뮬레이션 했다 주요 비교 대상은 첫째, 전체 네트워크에 나타나는 시간당 멀티캐스트 데이터의 부가적인 트래픽량, 둘째 지 호스트당 멀티캐스트 데이터의 평균 전송 거리의 비교이다 [ETF Mobile IP 에서 제시한 멀티캐스팅 방식과 MoM 프로토콜, 그리고 이 논문에서 제시하는 MMA 프로토콜을 비교해 보았다. 이때 DMSP와 MF 선택 알고리즘은 Oldest-HA, Oldest-MF를 사용한다 [2] MMA 프로토콜에서 호스트의 이동성 정도에 따라 선택적인 기능으로 부과되는 Tie JOIN Processing Request가 사용되는 경우도 함께 비교했다

[그림 3]은 시뮬레이션 결과 나타나는 특정 노드들의 수를 비교한 것으로 이동호스트의 수의 증가에 따른 각 노드들의 규모를 보여준다 멀티캐스트 데이터의 트래픽량은 기존 전송 트리의 데이터 트래픽에 이동호스트를 위해 특정 포워딩 포인트로부터 이동호스트가 위치한 네트워크까지의 터널링이라는 데이터 트래픽이 부가적으로 더해진다 MoM 프로토콜의 성능 평가와 유사한 방법으로 이 부가되는 터널링수의 비교를 통해서 네트워크 트래픽량의 비교를 유추할 수 있다 [2]. 즉, IETF Mobile IP의 양방향 터널 멀티캐스팅에서는 포인네트웍에 위치한 모든 이동호스트에게, MoM 프로토콜에서는 그룹멤버인 이동호스트가 있는 모든 포인 에이전트에게, MMA 프로토콜에서는 포워딩을 요청한 포인 에이전트에게 각각 멀티캐스트 데이터가 터널링된다 따라서 포인네트웍으로 이동한 이동호스트의 수, 이동호스트가 위치한 포인네트웍의 수, MF로부터 포워딩받는 MA의 수의 비교로 터널링을 통한 멀티캐스트 트래픽의 양을 비교할 수 있다 [2] 그 결과 가상 터널로 포워딩되는 데이터패킷수는 MMA 프로토콜의 경우 가장 작고 따라서 트래픽량도 상대적으로 작음을 [그림 4]에서 보여준다 특히 MMA 프로토콜이 JOIN Processing을 사용하지 않을 때 많은 트래픽 감소를 볼 수 있고 이동호스트의 수가 증가함에 따라서 터널링받는 개체 수의 차이가 크게 나타나 다수의 이동호스트 환경에서 MMA 프로토콜이 더 효과적임을 보인다 둘째로 전송 경로 길이의 비교는 최단 경로 거리를 1로 하고 MoM과 MMA 프로토콜에서 나타나는 호스트당 전송 경로 길이를 상대적인 값으로 비교해 보았다. [그림 5]에서 처럼 MoM의 경우는 호스트의 변화에 상관없이 밀집된 오버헤드를 가지지만 MMA의 경우 호스트 수가 증가함에 따라 어느 시점 이후 부터는 호스트당 상대 전송 거리기 감소함을 보인다 물론 JOIN

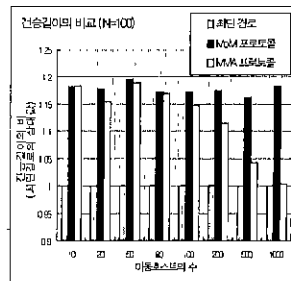
Processing을 사용할 경우라면 최단경로에 더 근사해진다 [그림 6]은 핸드오프 발생을의 비교를 나타내는데 이동호스트가 작은 경우 MMA 프로토콜은 더 많은 핸드오프 발생을 보이지만 이동호스트 수가 증가하면서 MoM의 DMSP의 핸드오프보다 감소하게 된다



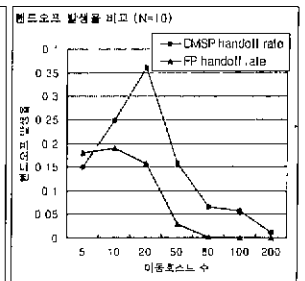
[그림 3 구성노드의 비교]



[그림 4 트래픽량의 비교]



[그림 5 전송길이의 비교]



[그림 6 핸드오프 발생량의 비교]

4. 결론

이성으로 살펴본 바와 같이, 이동호스트를 위한 멀티캐스트 방식은 고정된 홈에이전트를 통해서 이루어지던 다른 방법에 비해 유효적 MF를 사용함으로써 향상된 성능을 보인다. 호스트의 이동성이 보다 자유롭고 홈에이전트에 독립하여 동작하므로 호스트의 확장성 또한 보장된다 물론 이것은 이동 에이전트와 이동 호스트의 기능 확장과 부가적인 컨트롤 메시지를 필요로 한다 하지만 본 논문에서 제시하는 프로토콜은 에이전트 필드에서 포워딩 포인트를 설정하여 데이터의 연속적인 전송을 보장하고, 또한 멀티캐스트 데이터 전송을 위한 터널링을 줄이고 가능한 멀티캐스트 트리의 인타페이스를 통해 직접 데이터를 받으므로 불필요한 터널링으로 인한 데이터의 중복 문제를 완화 시키는 이점이 있다 호스트의 이동성이 반영되어 MA에서 보다 근접한 멀티캐스트 트리의 MA를 새로운 MF로 설정하므로 최적화된 경로로 데이터가 전송되어 지연 시간 감소의 효과도 얻을 수 있다 Closest-MF 선택 알고리즘의 사용과 이동호스트의 선택적 Tie JOIN Processing의 기능 추가로 보다 향상된 성능을 기대할 수 있다

Reference

- [1] V Chkarmane, C L Williamson "Multicast Support for Mobile Host using Mobile IP Design Issues and Proposed Architecture," ACM/Baltzer Mobile Networks and Applications, pp 365-379, 1998
- [2] V Chkarmane, C L Williamson "Performance Evaluation of the MoM Mobile Multicast Protocol," ACM/Baltzer Mobile Networks and Applications, pp. 189-201 1998
- [3] S. Deering "Multicast Routing in Datagram Internetworks and Extended LANs," ACM trans on Computer Systems, Vol. 8, No. 2, pp 85-110, May 1990
- [4] T G Harrison, C L Williamson "Mobile Multicast (MoM) Protocol. Multicast Support for Mobile Hosts," ACM MOBIKOM 97, pp 151-160, 1997
- [5] J Ioannidis, "IP-based Protocols for Mobile Internetworking," Proc ACM SIGCOMM Symp On Communication, Architectures and Protocols, pp 235-245, 1991
- [6] C K Miller, Multicast Networking and Applications, Addison Wesley, 1998
- [7] C Perkins, IP mobility support, RFC 2002, Mobile IP Networking Group
- [8] C Perkins, Mobile IP Design Principles and Practices, Addison Wesley, 1997
- [9] G Xylonmenos, "IP Multicast for Mobile Hosts," IEEE Communication, pp 64-58, January 1997