

소규모 멀티캐스트를 이용한 핸드오프 기법

김기영^o

서일대학 정보통신계열 소프트웨어 전공
ganet89^o@seoil.ac.kr

A Handoff Scheme using a Small Scale Multicast Tree

Kiyoung Kim^o

Dept. of Software, Seoil College

요 약

멀티캐스트 환경에서 핸드오프 지연시간은 유니캐스트 환경보다 크다. 이는 멀티캐스트 트리의 재구성에 따른 지연시간으로 이동환경에서는 핸드오프를 수행할 때 마다 발생한다. 따라서 이동단말이 수신하는 패킷의 손실을 감소시키고 적절한 서비스를 제공하기 위해서 멀티캐스트 재구성 시간을 감소시켜야 한다. 본 논문에서는 이동단말을 중심으로 소규모 멀티캐스트를 구성하여 핸드오프 시에 발생하는 지연시간을 감소시키는 기법을 제안한다. 제안한 기법은 단말이 이동할 경우 도착한 서브넷을 중심으로 소규모 멀티캐스트 트리를 구성하도록 하여 단말이 이동할 때 발생하는 멀티캐스트 재구성시간을 감소시켜 패킷손실 없이 멀티캐스트 패킷을 수신할 수 있도록 하였다. 또한 모의실험을 통해 패킷손실율이 낮아지는 것을 확인하였다.

1. 서 론

네트워크 기술의 진보는 이동환경에서 다양한 콘텐츠를 이용할 수 있도록 했다. 컴퓨터와 멀티미디어 장비의 소형화는 언제 어디서나 서비스가 가능한 유비쿼터스 환경을 가능하게 하고 있다. 단말이 현재 위치한 네트워크에서 다른 네트워크로 이동하는 환경에서 통신 서비스를 지속적으로 지원하기 위해서 단말은 도착한 네트워크에서 사용할 수 있는 새로운 주소를 할당받아야 한다. 이를 위한 방안으로 IPv4환경에서 Mobile IP[1]이 이동성 지원을 위한 표준으로 제안되었다. 하지만 유니캐스트만을 고려하여 설계하였기 때문에 멀티미디어 데이터 전송에 적합한 멀티미디어 전송 방식을 지원하기 위해서 추가적인 프로토콜이 필요하다[2].

2. 관련연구

유니캐스트 환경에서 호스트의 이동성을 지원하기 위한 표준방식으로 Mobile IP를 정의한 Mobile IP WG은 멀티캐스트 환경에서 Mobile IP지원을 위한 방안으로 양방향 (bi-directional tunneling)방식과 원격가입(remote subscription)을 제시하였다[3].

양방향 방식은 최초 멀티캐스트에 가입한 HA(Home Agent)를 이용하는 방식으로, MH(Mobile Host)가 새롭게 이동한 네트워크의 FA(Foreign Agent)와 HA사이에 터널링을 이용해서 전송하는 방식이다. 따라서, 낮은 라우팅 오버헤드를 제공하는 장점을 갖는 반면, MH가 이동한 외부네트워크에 동일한 멀티캐스트 그룹에 가입한 다른 이동 단말이 존재하는 경우에는 터널링 집중[4,5]으로 인해 데이터가 중복 전송되어 네트워크 자원사용을 비효율적으로 하는 단점이 있다. 한편, 양방향 방식의 단점인 터널링 집중을 방지하기 위해 FA가 핸드오프 시 이동 단말의 홈 에이전트와 자신의 멀티캐스트 그룹 정보를 이용하여 DMSP(Designated Multicast Service Providers)를 선택하는 방식이 제안되었다[6]. 이 방식은 동일한 멀티캐스트 그룹에 속한 이동 단말에 한 개의 터널링을 설정하도록 하여 터널링 집중 문제를 해결하였지만 라우팅의 비효율성과 DMSP의 운영에 따른 오버헤드가 발생하는 단점이 있다.

원격가입은 멀티캐스트를 지원하는 홈 네트워크의 홈 에이전트를 이용하지 않고, 이동한 외부네트워크에서 멀티캐스트 그룹에 재 가입하는 방식이다.

재 가입에 따른 라우팅 오버헤드가 높지만 라우팅 경로를 최적화할 수 있고 네트워크 자원 이용의 효율성이 높다는 장점이 있다.

하지만 멀티캐스트 그룹에 재 가입에 따른 지연에 의해 패킷손실이 발생하게 된다. 또한 이동 단말의 이동속도가 멀티캐스트 재 가입 시간보다 빠른 경우에는 패킷을 수신하기 전에 외부네트워크를 이탈하게 되어 수신을 할 수 없다. 홈 네트워크에서 외부 네트워크로 이동한 이동 단말은 외부 에이전트를 통해 멀티캐스트 그룹에 다시 가입한다. 외부 에이전트는 홈 에이전트에게 이동 단말의 위치를 알리고 홈 에이전트가 멀티캐스트 그룹에서 탈퇴하도록 하고 외부 에이전트 자신은 멀티캐스트 트리에 가입을 완료하고 이동 단말에게 멀티캐스트 패킷을 전송한다.

앞서 살펴본 바와 같이, 기존 연구는 고정 호스트를 고려한 멀티캐스트 라우팅을 바탕으로 하고 있으며, 단말의 이동으로 발생하는 라우팅 문제를 해결하고 있기 때문에 이동에 따른 멀티캐스트 라우팅 단점 시간이 발생하여 수신 품질이 낮아진다.

본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 일정 지역 내의 외부 에이전트를 그룹으로 정의하고 그룹 내에서 멀티캐스트 트리를 구성하여 멀티캐스트 가입절차에 따른 지연시간을 감소시키도록 한다.

3. 소규모 멀티캐스트 기법

3.1 서브넷 그룹

서브넷 그룹은 인접한 서브넷을 한 개의 그룹으로 구성한다. 서브넷은 한 개의 FA로 구성되며 FA가 담당하는 영역을 의미한다.

서브넷 그룹은 이동노드가 도착한 서브넷을 중심으로 한 홈 내에 있는 서브넷을 멤버로 구성한다. 이동 노드가 현재의 서브넷에서 다른 서브넷으로 이동하면 3개의 서브넷이 멀티캐스트 그룹가입 절차를 수행한다. 그림 1에서 이동 단말이 Subnet B7에서 Subnet B1으로 이동하면 Subnet B3, Subnet B4, Subnet B5가 멀티캐스트 트리에 가입하고 Subnet A4, Subnet C3는 Subnet D2는 인접 서브넷이 아니기 때문에 이동 단말의 멀티캐스트 주소로 구성된 트리에서 탈퇴한다.

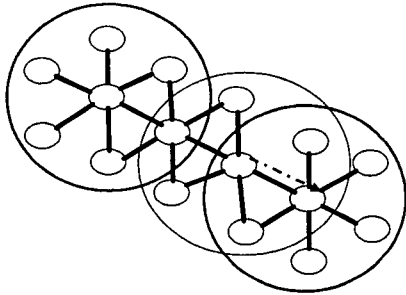


그림 1. 서버넷 그룹의 구성

이동 단말이 위치한 서버넷을 중심으로 멀티캐스트 트리를 구성하기 때문에 이동 단말이 도착한 서버넷은 이동 단말이 가입해 있는 멀티캐스트 주소에 이미 가입되어 있는 상태가 된다. 이와 같은 구조는 이동환경에서 발생하는 핸드오프 지연시간동안 발생하는 패킷손실을 발생 감소시킬 수 있다.

3.2 외부 에이전트 간의 정보유지

한 개의 그룹은 n개의 서버넷으로 구성한다. 그룹 내의 서버넷 중 이동 단말이 머무르고 있는 서버넷의 FA가 그룹의 영역관리 역할을 수행한다. 본 논문에서는 이 역할을 수행하는 FA를 영역관리자(Domain Manager)라고 정의한다. 따라서 이동 단말이 핸드오프를 수행하면 영역관리자가 변경된다. 영역관리자의 선출은 기존 연구인 [7]의 방식을 사용한다. 각각의 외부 에이전트가 이동 단말의 홈 에이전트, 멀티캐스트 주소, 그룹 내에서 사용하는 멀티캐스트 주소를 필드로 하는 테이블을 유지한다. 이동 단말이 도착한 외부 에이전트는 주위의 외부 에이전트에게 이동 단말의 도착을 통지하고 자신을 중심으로 새로운 멀티캐스트 트리를 구성하도록 한다. 이전 영역관리자에게는 변경 사항을 통보한다. 이전 영역관리자는 자신의 주위의 외부 에이전트에게 멀티캐스트 트리를 해지하도록 해지통보 메시지를 전송한다. 영역관리자 변경 절차는 이동 단말이 수행하는 핸드오프와 분리하여 외부 에이전트 사이에서 수행되기 때문에 핸드오프 오버헤드가 발생하지 않는다.

3.3 핸드오프 절차

이동 단말은 새로운 서버넷에 진입해서 외부 에이전트에게 자신의 통신정보를 제공하고 외부 에이전트로부터 CoA를 할당받는 핸드오프 동작을 수행한다. 외부 에이전트는 수신한 이동 단말의 통신정보를 이용하여 이동 단말이 지속적인 수신을 할 수 있도록 서비스를 제공한다.

제한하는 멀티캐스트를 지원하는 핸드오프는 IPv6에서 지원하는 Auto Configuration을 이용하여 이동 단말이 현재 서버넷에서 사용할 CoA 주소를 할당받는다. 할당 받은 CoA 주소를 기반으로 서버넷 그룹에서 사용할 멀티캐스트 주소를 생성한다. 이 주소를 지역멀티캐스트 주소라고 하며 지역멀티캐스트 주소로 구성된 멀티캐스트 트리를 지역멀티캐스트 그룹이라고 정의한다.

지역멀티캐스트 주소는 CoA와 마찬가지로 이동 단말을 유일하게 구별할 수 있어야 한다. 따라서 할당 받은 CoA가 중복되지 않으면 생성한 지역멀티캐스트 주소 역시 중복되지 않도록 구성해야 한다. 제한하는 핸드오프 기법은 이동 단말이 도착한 서버넷의 외부 에이전트가 이동 단말이 가입해 있던 멀티캐스트 그룹에 재가입하는 동안 패킷손실이 발생하는 기존 방법과 달리 그룹 내에서 이동하면 멀티캐스트 그룹에 재가입이 완료되지 않아도 멀티캐스트 패킷을 수신할 수 있다.

결과적으로 이동 단말은 서버넷 그룹에서 이동하는 동안 멀티캐스트 송신 노트까지 멀티캐스트 트리 구성을 완료하지 않고 멀티캐스트 패킷을 수신할 수 있어 핸드오프 지연시간을 단축시킨다.

외부 에이전트는 이동 단말이 가입하고자 하는 멀티캐스트 그룹에 재가입이 완료되면 이동 단말의 이동으로 인해 더 이상 지역멀티캐스트 그룹에 가입할 필요가 없는 이전 서버넷의 외부 에이전트들의 지역멀티캐스트 탈퇴를 위해 이전 영역관리자에게 탈퇴 메시지를 통보한다. 메시지를 수신한 영역관리자는 자신의 주위의 외부 에이전트에게 탈퇴 메시지를 전송한다.

결과적으로 이동 단말이 도착한 서버넷의 영역관리자는 이전 서버넷 그룹의 모든 외부 에이전트들에게 지역멀티캐스트 탈퇴 메시지를 전송하지 않아 오버헤드를 감소시킨다. 그림 2는 핸드오프 절차를 단계별로 수행을 나타낸다.

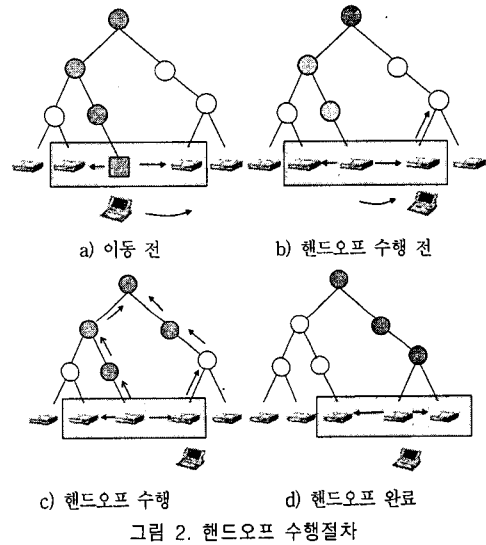


그림 2. 핸드오프 수행절차

핸드오프 절차를 단계별로 살펴보면 다음과 같다.

a)에서 이동 단말이 위치한 주위의 서버넷의 외부 에이전트는 이동 단말이 생성한 지역멀티캐스트 주소를 이용하여 멀티캐스트 트리를 구성된다. 따라서 이동 단말이 인접 서버넷으로 이동하여도 해당 접근라우터는 이동 단말이 수신하려는 멀티캐스트 패킷을 수신할 수 있는 상태이다.

b), c)에서 이동 단말이 새로운 서버넷으로 이동하면 현재 이동 단말이 위치한 서버넷의 외부 에이전트가 새로운 영역관리자가 되며 현재의 영역관리자를 기준으로 주위의 서버넷을 지역멀티캐스트 트리를 구성한다. 이때 이동 전에 구성한 지역멀티캐스트는 계속 유지된다.

d)에서 멀티캐스트 트리 재가입이 완료되면 이동 전에 구성한 지역멀티캐스트 트리의 영역관리자에게 탈퇴 메시지를 전송한다.

살펴본 바와 같이 핸드오프 시 발생하는 멀티캐스트 트리 재구성 지연시간에 영향을 받지 않고 이동 단말은 핸드오프를 수행한 후 멀티캐스트 트리가 구성되는 동안 발생하는 패킷손실 구간이 발생하지 않게 된다.

기존 핸드오프 절차에 추가적으로 지역멀티캐스트 트리 구성을 위한 메시지 교환을 수행해야하며 메시지교환 절차는 그림 3과 같다. 이동 단말은 외부 에이전트에게 요청 메시지를 전송하고 외부 에이전트는 CoA를 할당한다. 외부 에이전트는 주위의 외부 에이전트에 도착한 이동 단말의 지역멀티캐스트 주소를 통보하여 자신을 스스로 하는 멀티캐스트 트리를 구성한다. 외부 에이전트

는 상위 라우터에게 멀티캐스트 가입 요청을 전송하고 이동 단말의 홈 에이전트에 이동 단말의 정보를 전송한다.

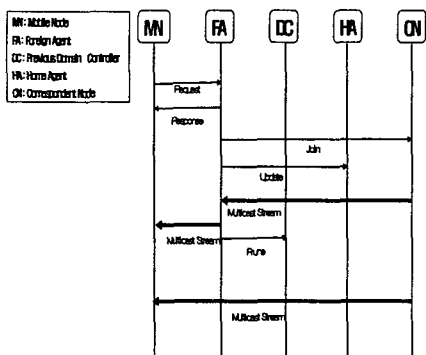


그림 3. 핸드오프 메시지 교환

멀티캐스트 그룹 가입이 완료되면 이전 영역관리자에게 탈퇴 메시지를 전송한다. 이미 이동 단말이 도착한 서브넷에는 멀티캐스트 패킷이 수신되고 있는 상태이므로 이동 단말은 지속적으로 멀티캐스트 패킷을 수신할 수 있다. 이때 영역관리자는 지역멀티캐스트 탈퇴 메시지 전송에 앞서 인접 서브넷의 외부 에이전트에게 이동 단말의 지역멀티캐스트 주소 가입 메시지를 전송한다.

이동 단말은 지속적으로 이동할 확률이 높기 때문에 탈퇴 메시지보다 가입 메시지 전송이 선행되어야 한다. 이동 단말이 다시 이전 서브넷으로 이동하게 되더라도 탈퇴 메시지가 가입 메시지보다 늦게 전송되기 때문에 멀티캐스트 패킷을 계속 수신할 수 있다.

4. 성능평가

제안한 기법의 성능평가를 위해 모의실험을 수행하였으며, 모의실험 환경은 다음과 같다. 서브넷의 집합을 S라하고 S는 FN_1, FN_2, \dots, FN_m 으로 구성된다. 지역의 크기를 k라 했을때, 각각의 임의의 FN은 k-1개의 AR을 포함한다. 이동 단말은 현재 위치에서 k-1개의 방향으로 이동할 수 있는 이동환경을 가정하였다. 분석에서 사용하는 네트워크 N은 외부네트워크 집합 $FN_G = \{FN_1, FN_2, \dots, FN_m\}$ ($m=1000$)으로 구성되며, 이동 단말 MN의 집합을 $MN_G = \{MN_1, MN_2, \dots, MN_n\}$ 라고 정의한다. 이동 단말이 임의의 FN에 도착하였을 때 FA가 도착한 이동노드가 가입한 멀티캐스트 그룹에 가입되어 있을 확률은

$$P_{join} = 1 - (1 - \frac{1}{m})^n \text{ 과 같다.}$$

이동 단말의 핸드오프 지연시간의 모의실험 결과는 그림 4와 같다. X축은 이동 단말이 위치한 네트워크에서 패킷 여러가 발생할 확률을 나타낸다. 여러 확률이 높을수록 핸드오프 지연시간은 상대적으로 증가하였다. 동일한 에러확률일 때 제안한 핸드오프 기법은 원격가입보다 낮은 지연시간을 보였다. 제안한 핸드오프 기법은 현재 서브넷으로 이동하기 전에 이미 서브넷 그룹간에 멀티캐스트 트리를 구성하고 있기 때문에 핸드오프 지연시간에서 멀티캐스트 재가입 시간에 영향을 받지 않는 것으로 판단할 수 있다. 반면 제안한 기법은 한 순간에 이동 단말이 도착하는 서브넷의 도착 확률은 고정 확률이기 때문에 불필요한 대역폭이 낭비될 수 있다.

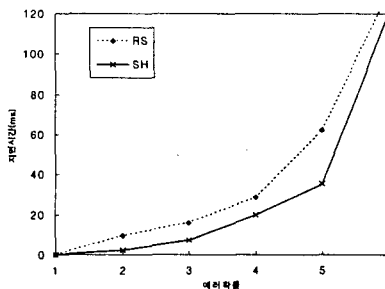


그림 4. 핸드오프 지연시간

5. 결론

IPv6는 멀티캐스트를 지원하기 위한 방식을 제시하고 있다. 본 논문에서는 멀티캐스트의 기본 목적인 라우팅의 효율성을 지원하고 대역폭의 낭비를 방지할 수 있는 핸드오프 기법을 제안하였다. 이동환경에서 수신품질에 결정적인 영향을 미치는 요소인 핸드오프 지연시간을 감소시켜 손실되는 패킷을 방지하였다. 제안한 기법은 원격가입 방식을 기반으로 하고 있지만 이동 단말이 위치한 서브넷의 주위 서브넷을 그룹화하여 멀티캐스트 트리를 구성하여 단말이 다른 서브넷으로 이동할 때 발생하는 멀티캐스트 트리 재가입 지연시간을 제거하여 낮은 핸드오프지연시간을 보장할 수 있었다. 하지만 서브넷의 그룹화 계수의 크기에 비례하여 지연시간을 감소시킬 수 있으나 그룹화 계수의 크기가 증가하면 불필요한 대역폭이 낭비될 수 있다.

따라서 향후연구로 핸드오프 지연시간 감소를 보장함과 동시에 대역폭의 효율적인 사용이 가능하도록 이동 단말의 속도에 따라 그룹화 계수를 동적으로 지정하는 방안에 관한 연구가 진행되어야 한다.

참 고 문 헌

- [1] C.Perkins "IP Mobility Support," RFC 2002, Internet Engineering Task Force, Oct. 1996.
- [2] Chunhung Richard Lin and Chang-Jai Chung, "A Mobile Multicast Protocol with Error Control for IP Networks," IEEE GLOBECOM, pp.1687-1691, Mar. 2000.
- [3] Wanjiun Liao, Jen-An Ke, and Juinn Ru Lai, "Reliable Multicast with Host Mobility," IEEE GLOBECOM '00 Vol.3, pp.1692-1696, 2000.
- [4] C. Perkins, D. Johnson, "Route Optimization in Mobile IP," internet Draft, Internet Engineering Task Force, Feb. 2000.
- [5] V. Chikarmane, C. Williamson, R. Bunt, and W. Mackrell, "Multicast Support for Mobile hosts Using Mobile IP: Design Issues and Proposed Architecture," ACM/Baltzer Mobile Networking and Applications, 1997.
- [6] T. G. Harrison, C. L. Williamson, W. L. Mackrell, and R. B. Bunt, "Mobile Multicast (MoM) Protocol: Multicast Support for Mobile Hosts," in Proc. of the third annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, pp.151-160, Sep. 1997.
- [7] C. Perkins and D. Johnson, "Mobility Support in IPv6," Proceedings of MobiCom'96, Nov. 1996
- [8] D. Johnson, c. Perkins and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6," RFC 3775.