이동네트워크에서 멀티캐스트 세션지연을 개선하기 위한 핸드오프 프로토콜

권상도* · 김경준** · 김철원***

Handoff Protocol for Improving Multicast Session Delay In Mobile Networks

Sang-Do Kwon* · Kyung-Jun Kim** · Cheol-Won Kim***

요 약

무선 네트워크에서 멀티캐스트 세션 프로토콜은 호스트의 이동에 의해 발생하는 멀티 캐스트 프로토콜의 세션 지연을 줄이며, **MSDR**의 핸드오프 스킴을 제안한다. **MSDR** 프로토콜은 세션 재설정에 의한 지연을 최소화 하면서, 이동 호스트의 멀티 캐스트 서비스를 지원하기 위해 **IETF**의 모바일 **IP**와 **DFA**의 유니 캐스트 라우팅 기능을 이용하며, 이동 호스트가 기본 셋을 통과할 때 지속적으로 패킷을 수신할 수 있다. 제안하는 프로토콜의 성능 평가를 위해 시뮬레이션을 수행했으며, 시뮬레이션 결과는 제안하는 **MSDR** 프로토콜은 시그널 비용 측면에서 개선된 멀티캐스트 전송 성능을 나타낸다.

ABSTRACT

A multicast session protocol in wireless networks reduces the session delay of multicast delivery caused by moving of mobile host. A hand-off scheme, called **MSDR** (multicast session delay reduction), in mobile networks is proposed. **MSDR** protocol that minimizes the delay of a session re-establishment uses the basic unicast routing function of the **IETF** mobile **IP** and the **DFA** (designated foreign agent) to provide multicast services for mobile hosts. Proposed **MSDR** protocol allows the mobile hosts to continuously receive packets when they move across the basic sets during hand-off. Discrete-event simulation carried out for performance evaluation of **MSDR** protocol, and simulation results indicated that our scheme can offer a better performance of multicast session delay reduction in terms of signalling cost than that of **IETF**.

키워드

핸드오프, 세션딜레이, 멀티캐스트, 무선네트워크, 이동호스트

Key word

hand-off, session delay, multicast, wireless networks, mobile host

* LG 텔레콤
** 한국과학기술원 (교신저자)
*** 호남대학교 (cwkim@honam.ac.kr)

접수일자 : 2010. 02. 03
심사완료일자 : 2010. 03. 12

I. 서 론

무선 네트워크 전송기술의 발전으로 이동성이 있는 MH(mobile host)에게 다양한 멀티미디어 데이터를 전송하기 위한 연구가 진행되고 있다 [1]. 그러나 현재의 무선 네트워크 환경에서 MH에게 멀티캐스트 전송 서비스를 제공해 주기 위해서는 여러 가지 문제점이 있다 [2]. 첫째, IETF에서 제안한 프로토콜[6, 17, 18]은 멀티캐스트 데이터를 전송하기 위해 유니캐스트(unicast) 전송 기법을 제공하지만, 이동성이 있는 여러 개의 MH에게 효율적으로 데이터를 전송하기 위해서는 MH의 핸드오프(hand-off)로 인한 패킷 손실과 MH의 동적인 위치를 보장해줄 수 있는 부가적인 멀티캐스트 전송 기법이 요구된다 [4]. 둘째, IETF에서 제안한 멀티캐스트 라우팅 알고리즘은 멀티캐스트 그룹을 동적(dynamically)으로 생성하거나 MH의 멤버들이 동적으로 특정 그룹에 위치했을 때, MH에게 효율적으로 멀티캐스트 패킷을 전송하기 위한 방법은 고려하지 않고 있다 [12, 14]. 셋째, 고정된 호스트만을 고려하고 있기 때문에 MH가 네트워크 영역 내에 있는 셀(cell) 사이를 이동할 때마다 멀티캐스트 전송 트리를 재구성해야 하는 오버헤드(overhead)가 발생한다.

IETF Mobile IP 프로토콜은 도메인(domain) 사이를 이동하는 MH에게 멀티캐스트 데이터 전송을 지원하기 위해 HA(home agent) 기반 양방향 터널링(bi-directional tunneling)과 FA(foreign agent) 기반인 원격가입(remote subscription) 기법을 제안했다 [3, 8]. 그러나 이 기법 또한 고정된 호스트를 기반으로 해서 MH의 이동성을 확장했기 때문에 MH에게 지속적인 멀티캐스트 전송 서비스를 제공하지 못한다. 이런 단점을 극복하고자 MoM(mobile multicast)[7]과 MobiCast [11]프로토콜이 제안되었다.

MoM 프로토콜은 IETF Mobile IP의 HA와 FA 기능의 역할을 수행하는 DMSP(designated multicast service provider)를 추가해서 MH의 이동성을 보장하면서 멀티캐스트 패킷을 전송하도록 하는 프로토콜이다. MobiCast 프로토콜은 캠퍼스 네트워크 내에 형성된 DVM(dynamic virtual macro-cell) 사이를 핸드오프 할 때, 버퍼링을 사용하여 멀티캐스트 패킷의 손실을 최소화하도록 하는 프로토콜이다. 그러나 이 프로토콜들 또한

FA에 패킷이 집중되는 터널 집중화 문제(tunnel convergence problem)와 멀티캐스트 패킷이 늦게 도착함으로써 발생하는 패킷 지연 시간(delay time)은 고려하지 않고 있다. 본 논문에서는 MobiCast 프로토콜을 확장하여 MH가 셀 사이를 핸드오프 하는 동안에 발생하는 멀티캐스트 세션 지연을 감소하기 위한 핸드오프 방안인 MSDR(multicast session delay reduction) 프로토콜을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 무선 네트워크 환경에서 멀티캐스트 전송 서비스를 지원하기 위해 연구되고 있는 관련 연구들에 대해 살펴보고, 3장에서는 기존 무선네트워크에서 발생하는 문제점을 제시하고, 4장에서는 MH가 핸드오프 하는 동안에 발생하는 멀티캐스트 세션 지연을 감소하는 기법을 제시한다. 5장에서는 기존 프로토콜의 멀티캐스트 전송 기법과 제안하는 기법을 시뮬레이션을 통해 성능을 분석하였으며, 6장에서는 결론을 맺는다.

II. 관련연구

무선 네트워크 환경에서 MH가 새로운 도메인으로 이동한다면, 패킷은 이전의 주소로 전송되어지기 때문에 목적지에 전송할 수 없게 된다. 무선 네트워크 환경에서 MH가 새로운 도메인으로 이동했다면, MH는 요청 메시지(solicitation message)와 광고 메시지(advertisement message)를 이용하여 임시 주소인 CoA(care-of-address)를 획득한다. 임시 주소를 획득하는 방법은 FA를 통해 CoA를 획득할 수 있고, FA가 없다면 도메인 내에 있는 DHCP (dynamic host configuration protocol) 서버로부터 획득할 수 있다 [13]. MH가 CoA를 획득했다면, MH 자신의 도메인이 아닌 외부 도메인에 있기 때문에 MH는 자신의 위치를 알리기 위해 MH의 CoA를 HA에 등록하고, HA와 MH간 형성된 IP 터널을 통해 모든 패킷이 전송된다.

IETF Mobile IP는 무선 네트워크 환경에서 MH에게 멀티캐스트 패킷을 효율적으로 전송해주기 위해 HA기반 방식인 양방향 터널링과 FA기반 방식인 원격가입을 제안하였다 [5]. 그러나 양방향 터널링 기법은 기존의 멀티캐스트 그룹으로부터 멤버들의 이동성을 숨길 수 있

는 장점이 있지만, 몇 가지 문제점을 가지고 있다. 첫째, 라우팅 경로측면에서 **MH**가 **HA**에서 멀리 떨어져 있으면 최적한 경로를 제공해주지 못하고, 같은 **HA** 소속인 여러 개의 **MH**가 같은 네트워크에 있을 때는 같은 **IP** 터널을 사용하기 때문에 같은 멀티캐스트 패킷이 중복 수신되는 문제점을 가지고 있다 [9]. 둘째, 여러 개의 **MH**가 서로 다른 **HA**를 갖고 있고, 서로 같은 외부 네트워크에 접속해 있다면, 패킷이 하나의 외부 네트워크의 에이전트에 몰리는 터널 집중화 문제(tunnel convergence problem)를 가지게 된다 [10]. 셋째, 원격 가입기법에서도 멀티캐스트 소스가 **MH**의 홈 네트워크 내에서 멀티캐스트 패킷을 전송하면 패킷 내에 포함된 소스 주소가 홈 주소이기 때문에 대부분의 멀티캐스트 라우터의 인터페이스들은 이 패킷을 수신하자마자 폐기하는 문제점이 있다 [6].

이 두 가지 방안은 고정된 호스트를 기반으로 하고 있어 네트워크 혹은 셀 사이를 이동하는 MH에게 원활히 멀티캐스트 패킷을 지원하기에는 부가적인 멀티캐스트 전송 기법이 요구된다. 그래서 MH의 이동성에 중점을 두어 멀티캐스트 패킷을 전송을 하기 위한 MoM과 MobiCast 프로토콜이 제안되었다. 이 프로토콜들은 우선 네트워크 환경에서 이동하는 MH에게 간단하게 멀티캐스트 패킷을 전송해주는 장점이 있지만, MH의 핸드오프에 따른 패킷 손실과 패킷 전송이 지연되는 단점이 있다 [7]. 또한, 제안된 프로토콜들은 MH가 외부 네트워크로 이동할 때, 멀티캐스트 트리 재구성과 핸드오프로 인한 패킷 손실과 멀티캐스트 세션이 지연되는 단점이 있다 [15, 16]. 또한, MH는 핸드오프 과정으로 인해 멀티캐스트 세션 지연이 발생하고, 기존 BS(base station)와 새로운 BS간에 수신되는 패킷의 손실을 방지하기 위해 패킷을 전송하는 DFA와 BS사이에서는 손실되는 패킷들을 복구할 수 있는 기법이 요구된다 [4]. 물론, MobiCast 프로토콜에서 버퍼링을 사용해서 패킷 손실을 최소화하는 기법을 제안하고 있으나, MH가 외부 네트워크로 이동시 멀티캐스트 세션이 지연되는 문제점은 여전히 남아 있다.

III. 프로토콜의 문제점

MobiCast 프로토콜 [9]은 하나의 네트워크 안에 있는

셀 사이를 핸드오프 하는 경우를 고려하고 있다. 그러나, **MH**가 다른 네트워크의 셀로 이동한다면 **MH** 등록 과정과 멀티캐스트 패킷 단절로 인해 멀티캐스트 세션 지연이 발생한다.

그림 1. 멀티캐스트 세션 설정과정
Fig. 1 The Procdeure for Muticast Session Setup

그림 1에서 MH가 BS1에서 BS2로 이동하면 BS2로부터 비콘 신호를 수신한다(tBC). 이 비콘 신호를 수신하게 되면 MH는 BS2로 핸드오프를 결정하고, BS2에게 BS1로부터 패킷 n3까지 수신했음을 알리기 위해 Greet 메시지에 패킷 ID 정보를 실어서 전송하고, MH는 멀티캐스트 패킷 수신을 중지한다(tGM). BS2는 Greet ACK 메시지를 전송하고 BS1에게 핸드오프 했음을 알린다(tGA + tHA). MH는 DFA2로부터 부여된 CoA를 HA에 등록하고, 멀티캐스트 그룹에 가입한다(tHR + tMR + tMA). DFA2에서 BS2로 수신된 패킷은 버퍼링을 해서 MH에게 전송한다(tPS). 이러한 이동에 따른 재가입 절차는 tPS + tGM 시간만큼 멀티캐스트 세션이 지연되는 문제점을 가지고 있다. 멀티캐스트 세션 지연 문제가 발생하는 것은 BS2에서 버퍼링해야 하는 패킷 양과 관련이 있다. MH는 BS1으로 부터 패킷 n3번째까지 수신 받았고, 1ms 마다 BS2에 멀티캐스트 패킷이 도착한다고 가정한다.

수식 (1)은 MH가 BS1에서 BS2로 이동할 때 발생하는 멀티캐스트 세션 지연시간과 BS2에서 버퍼링되는 패킷 양을 계산하는 수식이다.

$$t_{SD} = t_{PS} - t_{GM}, PN = t_{SD} / t_P \quad (1)$$

- tGM : MH의 Greet 메시지 전송 시간
- tPS : BS2로부터 MH에 패킷이 전송된 시간

그림 2. 멀티캐스트 패킷 수신 과정
Fig. 2 The Receives Procdeure for Muticast Packet

MobiCast 프로토콜은 네트워크 영역의 셀 사이를 핸드오프 하는 경우 MH는 핸드오프 전에 BS2로부터 패킷을 수신 받기 때문에 짧은 핸드오프 비용을 제공하고, BS의 버퍼사용은 핸드오프로 인한 패킷 손실을 감소시키는 장점이 있다[11]. 그러나 MH가 다른 네트워크의 셀로 이동하면 네트워크 등록 과정으로 소요되는 시간으로 인해 멀티캐스트 세션이 지연된다. 또한, BS2로부터 비콘 신호를 받고 즉시 BS의 셀 영역을 떠난다면 완전한 패킷을 수신 못하는 문제점은 여전히 남아 있다.

IV. MSDR 프로토콜

본 논문에서는 MH가 외부 네트워크의 셀로 이동하는지 확인하기 위해 이동 IP의 요청 메시지(solicitation message)와 광고 메시지(advertisement message)를 사용한다. 또한, MH는 BS의 비콘 신호 세기 혹은 연결 품질 측정 방법에 의해 새로운 BS로 이동함을 결정할 수 있다고 가정한다. MSDR의 성능을 향상하기 위한 방법으로, MH가 외부 네트워크로 이동할 때 멀티캐스트 세션 지연을 감소하는 방안을 제시한다.

1. 네트워크 영역확인

본 논문에서 제안한 네트워크 모델은 그림 3과 같이 기본적으로 Mobile IP를 기반으로 유·무선이 혼합된 네트워크이다. FA기능을 수행하는 DFA와 BS사이의 유선 네트워크이며, 멀티캐스트 패킷을 전송하는 BS와 MH사이의 무선 네트워크이다.

그림 3. 네트워크 모델
Fig. 3 Networks Model

그림 4에서 MH가 외부 네트워크 DFA1에서 DFA2로 이동하면, MH는 제일 먼저 BS4의 비콘 신호를 수신하게 되고, BS3에서 BS4로 핸드오프를 결정한다. MH는 DFA2의 멀티캐스트 그룹에 등록하고 멀티캐스트 주소를 획득한다. 패킷의 경로는 DFA1에서 DFA2로 재 설정되고, DFA2는 수신되는 멀티캐스트 패킷을 멀티캐스트 주소를 가지고 있는 MH로 전송한다. 그러나 핸드오프 절차는 멀티캐스트 패킷 전송 지연과 밀접한 관련이 있다. 그림 4는 MH가 네트워크의 영역을 확인하는 절차 나타낸다.

그림 4. MH의 네트워크 영역 확인 절차
Fig. 4 Networks Range Identification Procedure in MH

그림 4에서 아래 절차는 MH가 외부 네트워크로 이동할 때 네트워크의 영역을 확인하는 과정이다.

- (1) MH는 BS1에서 BS2로 이동한다.
- (2) MH는 BS2로부터 비콘 신호를 수신 한다.

(3) MH가 BS2로부터 광고 메시지를 수신했으면 IP 주소를 검사한다. 그렇지 않으면, 광고 메시지를 전송하도록 요청하는 요청 메시지를 BS2에게 전송하고, BS2로부터 광고 메시지를 수신 받는다.

(4) MH는 광고 메시지를 수신 받고 IP 주소를 검사한다. 광고 메시지에 포함된 IP 서브넷 마스크를 비교해서 MH의 IP 서브넷 마스크와 같으면 DFA1 네트워크 영역의 BS로 이동한 것으로 결정하고 MobiCast 프로토콜을 수행한다. 같지 않다면, BS2로 이동한 것으로 결정한다.

2. 개선된 세션 프로토콜

그림 5에서 MH가 DFA1에서 DFA2 네트워크로 이동하면 비콘 신호를 수신 받고, GM에 멀티캐스트 그룹 주소와 BS1로부터 수신된 마지막 패킷 ID 번호를 포함해서 DFA2에게 전송하고, MH는 멀티캐스트 세션을 중지한다. MH는 DFA2로부터 CoA를 획득해서 HA에 등록하고 멀티캐스트 그룹에 등록된다. 패킷의 경로는 재설정 되어 DFA2에서 BS2로 전송된다.

그림 5. MH에서 세션 셋업을 위한 네트워크 영역 확인 절차

Fig. 5 Networks Range Identification Procedure for Setup a session in MH

BS1는 패킷을 버퍼링을 하면서 MH에게 전송한다. 일반적으로, 무선 네트워크 환경에서 네트워크 대역폭 MH와 HA의 물리적인 거리 및 DFA의 처리능력 등의 여러 가지 네트워크 환경 변수를 고려한다면, MH가 BS1로부터 패킷을 수신한 후, BS2로부터 패킷을 수신 받을 때까지 멀티캐스트 세션은 지연된다. 이런 지연시간은 멀티캐스트 전송 서비스의 품질을 낮게 하는 요인이 된다. 본 논문에서는 이런 문제점을 개선하기 위해 MH가

인접 네트워크의 셀로 핸드오프 하는 동안에 발생하는 멀티캐스트 세션 지연을 감소하는 방안을 제안한다. 본 논문에서는 MH가 BS2로부터 비콘 신호를 수신하자마자 BS1로부터 패킷 ID n번째까지 수신했음을 알리기 위해 GM에 패킷 ID 정보를 실어서 DFA2에 송신했고, BS2는 DFA2로부터 전송되는 패킷 시간을 측정할 수 있다고 가정한다.

그림 6. 멀티캐스트 세션과정
Fig. 6 The process of multicast session

그림 6은 멀티캐스트 세션 지연을 감소하기 위한 영역 확인 절차를 나타낸다. MH가 BS1에서 BS2로 이동하면 BS2로부터 비콘 신호를 수신한다(t_{BC}). 이 비콘 신호를 수신하게 되면 MH는 네트워크 영역을 확인하는 절차를 수행하고 핸드오프 함을 결정한다. BS2에게 패킷 n까지 수신했음을 알리기 위해 GM에 실어서 전송하고, BS2는 Greet_ACK 메시지를 전송한다($t_{GM} + t_{GA}$). MH는 멀티캐스트 세션을 중지하지 않고 멀티캐스트 패킷을 지속적으로 수신하기 위해 BS1에게 핸드오프 동안 전송되는 패킷의 일정 양 k만큼을 버퍼링하도록 요구하고, BS2로부터 버퍼링된 멀티캐스트 패킷을 지속적으로 수신한다($t_{BR} + t_{PS1}$). 이것은 MH가 멀티캐스트 세션이 지속되도록 하는 중요한 역할을 한다. MH는 DFA2로부터 부여된 CoA를 HA에 등록하고, 멀티캐스트 그룹에 가입한다($t_{HR} + t_{MR} + t_{MA}$). DFA2에서 BS2로 수신된 패킷은 버퍼링을 해서 MH에게 전송한다(t_{PS2}). 그러나 MH는 멀티캐스트 패킷을 지속적으로 수신 받았고, BS2는 MH가 전송한 GM 정보로부터 전송해야 할 패킷 ID가 n+1임을 알기 때문에 BS2는 n+1

번째 멀티캐스트 패킷을 전송하려고 시도할 것이다. 그러나 MH는 n 번째 패킷 이후 k 만큼의 패킷을 BS1로부터 수신받았기 때문에 멀티캐스트 패킷은 중복 수신된다. 이런 문제점을 해결하기 위해 BS2는 MH에게 전송할 패킷을 계산하는 방법이 필요하다. BS1에서 버퍼링하는 패킷 양(2)과 BS2에서 송신할 패킷(3)을 계산하는 수식은 다음과 같다.

$$PN = (tPS2 - tPS1) / tP \quad (2)$$

$$\alpha = PN + n + 1 \quad (3)$$

- $tPS1$: 패킷을 수신한 시간
- $tPS2$: BS2로부터 패킷을 수신한 시간
- tP : BS2에 도착하는 평균 패킷 시간

MH가 BS2에 GM을 전송하고 BS1로부터 수신한 패킷 ID는 50번째(n), $tPS1$ 은 100ms, $tPS2$ 은 200ms, tP 은 1ms라고 가정하면, BS1에서 BS2로 핸드오프 하는 동안에 BS1에서 수신되는 패킷 양이자 BS1에서 버퍼링해야 할 패킷 양은 100개이다. 따라서 BS2는 1100번째 패킷부터 MH에게 전송하면 된다. MH는 BS1로부터 지속적으로 멀티캐스트 패킷을 수신 받고, 패킷 경로가 재설정되어 BS2에 멀티캐스트 패킷이 도착하면 바로 전송하기 때문에 멀티캐스트 세션 지연이 발생하지 않는다는 것을 확인할 수 있다. 그러나 물리적인 네트워크 환경에서 패킷이 도착하는 시간은 유동적이다. 그래서 BS2가 단위 시간당 도착하는 평균 패킷 시간을 계산하더라도 산술적인 계산 오차에 의해 전송해야 할 정확한 패킷을 계산하는 것은 어렵다. 따라서, MH와 BS2 간에 이런 오차를 줄이기 위한 추가적인 방안이 추가된다면 BS2는 더욱 정확한 패킷을 MH에 전송할 수 있을 것이다.

V. 성능분석

본 논문에서 실시한 시뮬레이션의 주요 관점은 MH와 BS간의 멀티캐스트 전송 세션을 지속적으로 유지함으로써 MH의 핸드오프 인해 발생하는 패킷 전송 지연을 감소하는데 있다. 그리고 본 논문에서 제안하는 기법을 성능 평가하기 위해 사건 중심 시뮬레이션을 바탕으

로 실험을 하였다. 시뮬레이션 모델의 개념적 구성도는 그림 7과 같다. 네트워크 영역은 FA의 기능을 수행하는 DFA1과 DFA2인 두 개의 네트워크로 구성되어 있으며, 각 DFA는 BS로 구성되어 있다. 이 시뮬레이션은 MH가 외부 네트워크나 다른 BS로 핸드오프 함에 따라 발생하는 멀티캐스트 세션에 관련된 과정은 고려하지 않는다. 즉, 멀티캐스트 그룹과 멀티캐스트 주소 획득 등은 이미 설정되어 있다고 가정한다. MH가 BS1에서 BS2로 이동할 때 멀티캐스트 세션 지연을 감소하기 위해 핸드오프 하는 동안 멀티캐스트 패킷 수신 순서에 따른 패킷 도착 간격을 계산하는데 중점을 둔다.

그림 7. 시뮬레이션 모델
Fig. 7 Simulation Model

본 논문에서는 MH가 멀티캐스트 패킷을 수신하는 시간(t_r)은 지수분포를 따르고 MH가 멀티캐스트 패킷을 서비스하는 패킷 수는 기하분포에 근거하여, 평균값으로 각 기법의 멀티캐스트 세션 지연 시간과 패킷 도착 순서를 비교하였다. 표 1은 성능 평가를 위해 시뮬레이션에서 사용한 파라미터를 나타낸다.

표 1. 시뮬레이션 파라미터
Table. 1 Simulation Parameter

Parameter	의 미	값
t_r	평균 패킷 수신 interval	1ms
t_d	세션 시그널링 시간	1 ~ 10ms
L	전송 패킷 수	10000
t_h	핸드오프 발생 시점	100
P_s	패킷 크기	200byte
P_t	패킷 전송 시간	1ms

본 논문에서는 MH가 외부 네트워크로 이동하는 핸드오프가 발생할 때 멀티캐스트 세션을 감소하기 위한 기법인 MSDR 프로토콜을 제안했다. 제안하는 기법의 성능평가를 분석하기 위해 MobiCast와 MSDR 프로토콜을 비교하여 멀티캐스트 세션 지연 변화를 분석하였다.

그림 8. 멀티캐스트 핸드오프 발생에 따른 처리율 변화

Fig. 8 Throughput According to Generation Multicast Handoff

그림 8은 MH가 멀티캐스트 패킷을 수신한 양의 처리율(Throughput)을 분석한다. MH가 핸드오프하는 경우 멀티캐스트 세션 핸드오프 시그널링 시간 λ 값을 변화함에 따른 MH의 패킷 처리율의 결과를 나타낸다. MobiCast는 λ 값이 증가함에 따라 크게 감소되는 추세를 보인다. 이는 MH가 핸드오프 하는 경우 패킷 손실을 보완할 수 있는 버퍼링을 사용하지 않기 때문에 MH가 핸드오프하는 동안에 기존 BS로부터 멀티캐스트 세션이 단절하고, 새로운 BS로부터 패킷을 전송 받을 때까지 패킷은 손실되기 때문에 처리율도 그만큼 떨어진다. MSDR은 λ 값이 증가하더라도 손실되는 패킷의 양이 극히 적고, MH에서 처리되는 패킷 처리율은 크게 떨어지지 않는 추세를 보인다. 이는 MH가 핸드오프하는 동안에 멀티캐스트 세션을 단절하는 것이 아니라 기존 BS로부터 지속적으로 패킷을 수신 받으면서 이동하고, 새로운 BS에 패킷이 도착하면 재빨리 패킷을 전송 받기 때문에 처리율이 좋다고 추론할 수 있다.

그림 9는 MH가 핸드오프하는 경우 멀티캐스트 세션 핸드오프 시그널링 시간 λ 값을 변화함에 따라 MH의 멀티캐스트 세션 지연시간 변화를 나타낸다. MobiCast는 λ 값이 증가함에 따라 크게 증가되는 추세를 보인다.

그림 9. 멀티캐스트 핸드오프에 따른 멀티캐스트 세션의 변화 상태

Fig. 9 Multicast Session State Variation According to Multicast Handoff

이는 MH가 핸드오프하는 동안에 기존 BS로부터 전송되는 패킷을 잠시 중지하고, 새로운 BS에서 패킷을 전송 받을때까지 멀티캐스트 세션 핸드오프 시그널링이 증가하면 그만큼 멀티캐스트 세션이 지연되기 때문이다. 따라서 MH가 외부 네트워크로 이동할 경우 MH의 등록 과정 및 멀티캐스트 세션 처리 과정으로 인한 지연은 멀티캐스트 전송에 영향을 미친다고 추론할 수 있다. MSDR은 λ 값이 증가함에 따라 변화 폭이 작은 추세를 보인다. 이는 MH가 핸드오프 동안 기존 BS로부터 버퍼링된 패킷을 지속적으로 수신 받으면서 이동하고, 그 시간동안 MH를 등록과정 및 멀티캐스트 세션 처리 과정을 수행하기 때문에 멀티캐스트 세션 단절이 최소화된다. 따라서 MSDR은 다른 프로토콜에 비해 짧은 핸드오프 비용을 가진다고 추론할 수 있다. 시뮬레이션 결과에서 알 수 있는 것은 MobiCast은 패킷 손실을 방지하기 위한 패킷 버퍼링 기법을 사용하지 않기 때문에 멀티캐스트 세션 지연과 BS의 패킷 도착율에 비례하고, 그에 따라 패킷 손실 양이 증가하기 때문에 멀티캐스트 전송 서비스에 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있다. MSDR은

핸드오프하는 동안에 패킷 손실과 멀티캐스트 세션 지연을 최소화한다는 것을 확인할 수 있다. 이는 패킷 버퍼링 기법을 사용해서 패킷 손실을 줄이고, 핸드오프 동안에 지속적으로 멀티캐스트 패킷을 수신 받기 때문에 멀티캐스트 세션 지연을 감소되고, 이런 절차는 기존 멀티캐스트 전송 절차보다 더 좋은 멀티캐스트 전송 서비스를 지원할 수 있다.

V. 결 론

멀티캐스트 전송 서비스의 핵심은 이동하는 MH에 전송되는 멀티캐스트 패킷의 손실을 최소화하고 멀티캐스트 세션 지연을 줄임으로써 신뢰성있는 멀티캐스트 전송 서비스를 제공하는 것이다.

본 논문에서는 무선 네트워크 환경에서 MH가 외부 네트워크로 이동하는 동안 멀티캐스트 세션 지연을 감소하기 위한 멀티캐스트 전송 서비스 방안인 MSDR 프로토콜을 제시하였다. 기존에 연구된 MoM 프로토콜은 MH의 이동성을 보장하는데 중점을 두었기 때문에 핸드오프 동안에 멀티캐스트 세션 지연은 크고, 많은 패킷 손실이 발생된다. MobiCast 프로토콜은 패킷 손실면에 있어 MoM 프로토콜보다 좋은 성능을 보이지만, 멀티캐스트 세션 지연이 발생된다. 그러나 본 논문에서 제안하는 MSDR 프로토콜은 MH가 핸드오프 하는 동안에 지속적으로 패킷을 수신 받기 때문에 멀티캐스트 세션 지연을 감소할 수 있다. 또한, MSDR 프로토콜에서 발생하는 멀티캐스트 세션 지연은 멀티캐스트 서비스에 심각한 영향을 미치지 않기 때문에 기존에 연구된 프로토콜보다는 좋은 멀티캐스트 전송 서비스를 가진다고 추론할 수 있다.

그러나 MSDR 프로토콜은 MH가 외부 네트워크로 이동했을 때 멀티캐스트 세션을 줄이기 위해 지속적으로 멀티캐스트 패킷을 수신하지만, 물리적인 네트워크 환경을 고려한다면 새로운 BS는 MH에게 정확한 패킷을 전송 못하는 문제점을 가지고 있다. 향후, MH와 BS 간에 이런 오차를 줄이기 위한 추가적인 방안이 추가된다면 BS는 더욱 정확한 패킷을 MH에 전송할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] B. Kim and K. Han, "IMulticast handoff agent mechanism for all-IP mobile network," *Mobile Networks and Applications*, Vol. 9, No. 3, Jun. 2004, pp. 185-191.
- [2] V. Chikarmane, R.B. Bunt, and C.L. Williamson, "A staggered-channel-cluster approach to support videomulticast Handoff in wireless networks," *Services in Distributed and Networked Environments*, Jun. 1995, pp. 11-18.
- [3] V. Chikarmane, C.L. Williamson, R.B. Bunt, and W.L. Mackrell, "Multicast support for mobile hosts using Mobile IP: Design issues and proposed architecture," in *Proc. ICME 2008*, pp. 849-852.
- [4] M.A. Choi, B.W. On, H.K. B, and M.S. Park, "An Efficient Multicast Routing Protocol for Mobile Hosts," *Proc. of ICPADS*, Jun. 2001, pp. 226-231.
- [5] H. Gossain, S. Kamat and D.P. Agrawal, "A Framework for Handling Multicast Source Movement over Mobile IP," *ICC 2002*, May 2002, pp. 3398-3402.
- [6] H. Gossain, C.M. Cordeiro, and D.P. Agrawal, "Multicast: Wired to Wireless," *IEEE Communications Magazine*, Jun. 2002.
- [7] K. Pahlavan, P. Krishnamurthy, A. Hatami, M. Ylianttila, J.P. Makela, R. Pichana. and J. Vallstrom, "Handoff in Hybrid Mobile Data Networks," *IEEE Personal Communications*, vol. 7, no. 2, Apr. 2000, pp. 1070-9916.
- [8] W. Jia, W. Zhou, and J. Kaiser, "Efficient algorithm for mobile multicast using anycast group," *Proc. of IEEE Communication*, Feb. 2001, pp. 14-18.
- [9] C.R. Lin and K.M. Wang, "Mobile Multicast Support in IP Networks," *IEEE INFOCOM 2000*, vol. 3, Mar. 2000, pp. 1664-1672.
- [10] C. Perkins, "IP mobility support for IPv4," *RFC 3344*, Aug. 2002.
- [11] C.L. Tan and S. Pink, "MobiCast: A multicast scheme for wireless network," *Mobile Network and Applications*, vol. 5, pp. 259-271, Dec. 2000.

- [12] M. Ylianttila, Mäkelä, and K. Pahlavan, "Analysis of handoff in a location-aware vertical multi-access network," Computer Networks: The International Journal of Computer and Telecommunications Networking, vol. 47, no. 2, 2005, pp. 1389-1286.
- [13] B. Zhang, S. Jamin, and L. Zhang, "Host Multicast: A Framework for Delivering Multicast To End Users," Proc. of IEEE INFOCOM, Jun. 2002, pp. 1366-1375.
- [14] P. Khadivi, T.D. Todd, S. Samavi, H. Saidi, and D. Zhao, "Mobile ad hoc relaying for upward vertical handoff in hybrid WLAN/cellular systems," Ad Hoc Networks, vol. 6, no. 2, 2008, pp. 307-324.
- [15] "Seamless multimedia sessions and real-time measurements in hybrid 3G and WLAN networks," International Journal of Wireless and Mobile Computing archive, vol. 2, no. 2/3, July 2007, pp.1741-1084.
- [16] R. Good, and N. Ventura, "A Multilayered Hybrid Architecture to Support Vertical Handover between IEEE802.11 and UMTS,"proc. of IWCMC 2006, July 3-6 2006, pp. 257-262.
- [17] Ref : Nen-Chung Wang, Ying-Yuan Wang and Shih-Chien Chang "A Fast Adaptive Congestion Control Scheme for Improving TCP Performance During Soft Vertical Handoff" IEEE Communication Society / WCNC 2007.
- [18] Ref : Humphrey Rutagemwa, Student Member, IEEE, Sangheon Pack, Member, IEEE, and Jon W. Mark, Life Fellow, IEEE, "Robust Cross-layer Design of Wireless Profiled TCP Mobile Receiver for Vertical Handover," IEEE Transaction Dec 2007.

저자소개

권상도(Sang-Do Kwon)

2003년 8월 경북대학교
컴퓨터공학과 석사
2003년 ~ 현재 LG 텔레콤

※관심분야: 네트워크, 무선이동통신 시스템

김경준(Kyung-Jun Kim)

2005년 2월 경북대학교
정보통신학과 박사
2005년 3월 경북대학교 PostDoc.
2005년 9월 대구대학교 정보통신
공학부 초빙교수

2006년 호남대학교 전파이동통신공학과 전임강사
2009년 ~ 현재 한국과학기술원 전산학과 연구교수
※관심분야: 네트워크, 센서네트워크, 임베디드
소프트웨어

김철원(Cheol-Won Kim)

1997년 8월 광운대학교
컴퓨터공학과 박사
1988년 4월 ~ 현재 호남대학교
컴퓨터공학과 교수

※관심분야: 관심분야: XML 응용, 멀티미디어
정보검색, 멀티미디어 통신