SIP Mobility에서 링크특성정보를 이용한 스트리밍 성능 개선

이민호, 박수홍, 장정록, 조상욱
삼성전자 디지털 미디어 연구소

Improving Streaming Performance using Link Characteristic Information in the Context of SIP Mobility

MinHo Lee, SooHong Park, JeongRok Jang, SangWook Cho
Digital Media R&D Center, Samsung Electronics

Abstract - 모바일 단말이 이종네트워크 환경에서 멀티미디어 데이터를 스트리밍 수신받으며 이동할 때, 특성이 다른 링크로 옮겨감에 따라 스트림의 전송률이 링크의 적정 대역폭을 초과하여 정상적인 전송이 되지 않거나 링크의 적정 대역폭을 미달하여 효율적인 전송이 되지 않을 수 있다. 본 논문에서는 SIP Mobility 상황에서의 링크특성 정보 전달 방법을 고안하고, 전달받은 링크특성 정보를 통한 전송 조절 방법을 제안한다. 실제 RTP패킷 전송 실험을 통하여 스트리밍 전송 성능이 개선됨을 보인다

1. 서 론

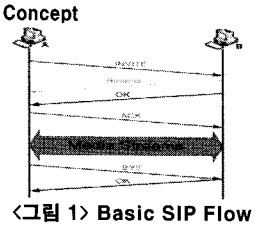
Cellular Phone, Laptop, PDA, UMPC, PMP 등 네트워크 enabled 모바일 디바이스의 종류와 수는 급격히 늘어나고 있다.
다양한 Coverage와 전송률을 가지는 무선 네트워크가 공존하고 있으며, 모바일 디바이스가 multiple 무선 네트워크 인터페이스를 장착하는 것이 일반화되고 있고, 또한 끊김없는 네트워킹을 위한 버티컬 핸드오버의 수요가 점점 늘어나고 있다.
SIP(Session Initiation Protocol)는 VoIP(Voice over Internet Protocol), VoD(Video on Demand), 화상회의 등의 호설정(Call Setup)을 위한 프로토콜로서, 기존의 H.323 프로토콜을 급속도로 대체해 가고 있다. SIP는 SIP id의 uniqueness를 이용한 Mobility를 지원한다. 하지만 Mobile 단말이 이종네트워크간을 이동할 때에 SIP Mobility를 이용해서 세션을 유지할 수 있다고 하더라도 모바일 단말이 연결되었던 이전 네트워크의 특성에 맞는 스트림 설정이 새로이 연결된 네트워크의 특성에 맞는다는 보장은 없다. 따라서, 핸드오버 후에는 네트워크 설정에 맞지 않는 스트림을 수신함으로써 원하는 데이터 스트림을 정상적으로 수신하지 못하는 문제점이 발생한다.
본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 단말에서 측정된 링크특성 정보를 SIP 메시지에 넣어 전달하는 방법을 제안하고, 이를 위해 LDP라는 새로운 디스크립션 프로토콜과 SIP를 이용하여 이를 전달하는 방법을 소개한다. 모바일 단말이 Ethernet과 IEEE 802.11b 무선랜간을 핸드오버하는 실험환경을 설정하여 논문에서 제안한 방법을 적용한 경우와 기존의 경우에 대해 실험을 전개하였다.
2장에서는 SIP 및 SIP Mobility에 대해 소개하고, SIP Mobility에 링크정보전달 기능을 추가한 새로운 메커니즘을 제안한다. 실험을 통한 성능 분석이 이뤄지고, 3장에서 결론을 맺는다.

2. 본 론

2.1 SIP Mobility

SIP는 멀티미디어 세션 설립을 위한 Call Setup을 수행한다. 일반적인 SIP 프로세스의 경우에는 Call Setup을 통해 세션에 참가하려는 참가자들의 재생능력을 서로 교환함으로써, 서로 멀티미디어 통신을 수행할 수 있는 준비를 하는데, 이 정보들은 보통 SDP(Session Description Protocol)라는 모음 규약을 통해 구성된다. SDP는 SIP에 속한 프로토콜은 아니지만, SIP를 이용한 멀티미디어 세션 셋업에 일반적으로 사용되는 프로토콜이다. SDP를 통해 세션의 설명, 시작과 종료 시점, Codec의 종류 및 설정 등에 대한 정보를 전달할 수 있다.

2.1.1 SIP Basic Concept

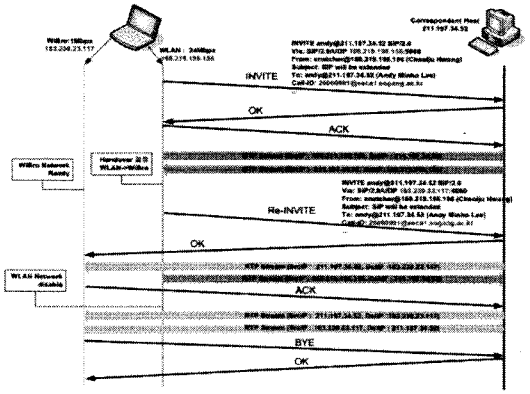


<그림 1> Basic SIP Flow

일반적인 SIP call setup절차는 INVITE-OK-ACK 의 3way handshake 절차를 통해서 이루어지고, SIP call terminate 절차는 BYE-OK 의 2way handshake 절차를 통해 이루어진다.
INVITE 메세지를 보낼 때 Terminal A는 자신의 세션 정보를 SDP 메세지에 담아 전송하고 이를 받은 Terminal B는 OK메세지에 SDP 메세지를 담아 전송한다.
세션정보에는 보통 세션의 설명, 코덱정보, 시간정보 등이 담겨있다. SIP Call이 setup되면, SIP call terminate절차에 의해 call이 terminate될 때까지 초기협상시의 SDP설정이 유지된다.

2.1.2 SIP Mobility 동작

그림2에 SIP Handover의 예시과정을 보인다. 단말 A와 단말 B가 SIP mobility를 지원한다면, 단말 A가 서로 다른 subnet간에 핸드오버할 때, INVITE 메세지를 다시 보냄으로서, 단말 B 에게 subnet 이동 사실을 알린다.



<그림 2> SIP Handover Example

이때, 단말 A와 B 사이의 세션에서 핸드오버가 발생했다는 사실은 SIP header의 Call ID로 구분하고, subnet이 바뀌었다는 사실은 SIP header의 Via field를 해석함으로써 알 수 있다. 즉, 단말 A가 서로 다른 subnet간을 이동하여 INVITE 메시지를 단말 B로 전송하면, 이를 수신한 단말 B 는 수신된 INVITE 메세지의 SIP Header를 분석하여 현재 진행되고 있는 세션의 Call ID와 수신된 메세지의 Call ID를 비교한다. 만약, Call ID가 일치한다면 수신한 INVITE 메세지는 새로운 세션을 맺으려는 INVITE 메세지가 아니라 단말 A가 이동했음을 알리는 INVITE 메세지인 것이다. 단말 A가 이동한 위치가 어디인지는 SIP 헤더의Via field를 보고 판단한다.
즉, 수신받은 SIP Message의 세션ID가 같은데, 'Via' field에 기록되어 있는 host명이 기존에 수신되었던 host명과 다르면, Mobile node가 이동되었다고 보는 것이다. 이때 INVITE 메세지에 SDP 메세지를 포함할 수 있으므로 세션 정보의 변화를 반영할 수 있다.

2.1.3 이종 네트워크 환경에서의 SIP Mobility의 문제점

기존 SIP는 SDP를 사용해서 세션정보를 전달 할 수 있으며, Re-INVITE라는 방법을 통해 Soft Handover를 지원할 수 있다.
하지만, 이 방법만을 이종네트워크간의 이동성을 가지는 Mobile 단말에 적용할 경우 다음과 같은 문제점이 있다.
첫 번째 문제점은, SIP를 통해 교환되는 단말의 세션 정보는 단말의 현재 네트워크링크 정보에 따른 실제 전송 능력을 반영하지 못한다는 점이다. 따라서, 송수신 단의 파라메터 설정은 네트워크의 가용 능력보다 충분히 여유를 두어야 하고, 이는 시스템 자원을 비효율적으로 사용하는 결과를 가져온다.
두 번째 문제점은, 핸드오버시의 네트워크환경 변화는 충분히 예측 가능한데도, 네트워크 변화상황에서의 송신 파라메터를 변화시켜주는 기능이 없어, 예측불가능한 상황에서 처럼 오류가 발생한 뒤에야 송신 파라메터를 조정할 수 있다는 점이다.
세 번째 문제점은, SIP를 통한 SDP교환방법이, 수시로 변화하는 단말의 상태를 반영하지 못하기 때문에 환경이 변화하면 대량의 오류가 지속적으로 발생할 수 있다는 점이다.

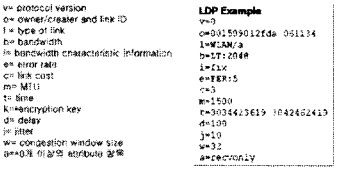
2.2 SIP를 통한 링크 특성 정보전달 구현

이번 섹션에서는 SIP를 이용한 멀티미디어 전송 방법을 모바일 환경에 적용할 때 문제점이 될 수 있는, 동적으로 급격하게 변화하는 네트워크 환경에 대한 적응 방법을 제시한다.

SIP는 SDP를 통해 멀티미디어 송수신을 하는 단말간의 능력 협상을 하는 기능을 가지고 있지만, 이는 세션 초기에 협상이 될 뿐이며, 단말의 현재 가용 능력이 아닌 멀티미디어 환경 셋업 시점의 정적인 능력 정보만을 가지고 있다. 따라서, 본 논문에서는 LDP(Link Description Protocol)라는 새로운 디스크립션 프로토콜을 제안한다.

2.2.1 Link Description Protocol

LDP는 각 link가 가지는 link description을 구조화한 것이다. 이는 특정 transport protocol와 직접 연계되어 있지 않으며, 독립적인 protocol이다. LDP의 목적은 session에 대한 link description 정보를 통신 상대방에 전달하는데 있다. Mobile 단말은 연결 가능한 모든 Wireless 환경에 대해 감지하고 이중 상대방에게 알릴 필요가 있는 정보를 LDP에 담아 상대방 단말에 전달한다. 이를 위해 LDP는 link의 access 종류, link ID, 생성시간, Bandwidth, Bandwidth Allocation type, Error Rate, cost, MTU, delay, jitter, 전송 프로토콜 등의 정보를 포함한다. 그림 3은 LDP의 format과 예시이다.

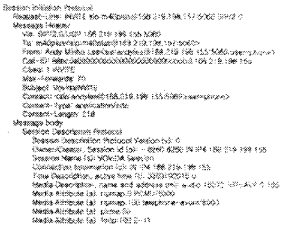


<그림 3> LDP Format and Example

LDP link desctription은 전체를 UTF-8로 encoding된ISO10646 character set Text를 기반으로 한다. LDP는 <type>=<value>의 text 형태로 한 줄을 구성한다. <type>은 항상 하나의 character이며 대소문자를 구분한다. <value>는 문자열이다. 이것 또한 대소문자를 구분한다. '=' 기호 양쪽에 공백이 있으면 안되며, value가 여러 부분으로 구성될 경우엔 공백으로 구분한다. LDP의 길이는 크게 제약을 받지는 않으나 MTU 보다는 작아야 한다.

2.2.2 Vertical handover시의 LDP의 전달방법

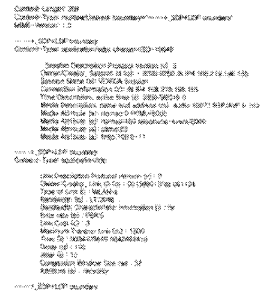
세션 설립 초기에 SIP는 INVITE-200 OK-ACK의 3-way handshake과정을 거치게 된다. 일반적으로, 세션 정보를 담고 있는 SDP 메세지를 포함한 SIP INVITE 메세지의 구조는 그림4와 같다.



<그림 4> Basic SIP Message Format

이 기본 메시지에 LDP를 추가하기 위해서 새로운 MIME type을 정의한다. 기존의 SIP메세지는 Content-Type에 application/sdp라는 MIME type을 지정하였던 반면에 본 논문의 SIP메세지는 message body에 여러 종류의 내용이 포함되므로, multipart/mixed MIME type을 사용하였다. 즉, 메세지 헤더의 Content-Type에는 multipart/mixed type으로 해놓고 각각의 boundary로 구분된 내용에 가면 실제 MIME-type을 지정하는 것이다.

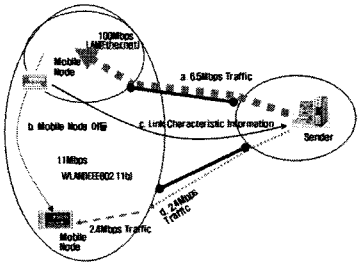
그림 5는LDP가 적용된 SIP INVITE 메시지의 일부를 나타낸다. message body의 첫번째 내용물은 application/sdp로 지정된 sdp 메세지이고, 두번째 내용물은 application/ldp로 지정된 ldp메세지이다. (application/ldp MIME type은 본 논문에서 새로이 제안된 MIME type이다.)



<그림 5> SIP INVITE 메시지에 LDP적용

2.3 Performance Evaluation

링크특성 정보를 통한 SIP Mobility에서의 성능향상 측정을 위해 그림6과 같은 실험환경을 구축하였다.



<그림 6> 링크특성정보전달 실험 환경

LDP가 적용이 되지 않은 경우에는 Sender가 항상 6.5Mbps의 Stream을 RTP를 이용하여 송신한다. LDP가 적용이 되는 경우에는 Ethernet에서는 6.5Mbps를, WLAN에서는 2.4Mbps를 송신한다. IEEE802.11b는 대역폭이 2~3Mbps정도가 실효치인 Access Point를 사용하였다. Ethernet에서 WLAN으로 핸드오버하는 경우에 대해 패킷손실률을 측정하였고, LAN에서 WLAN으로 핸드오버할 때 연결이 중단되는 시간은 패킷손실률은 단위시간당 송신된 패킷에 대한 수신 패킷의 개수로 측정되었고, 패킷손실율측정은 핸드오버후 5초간, 모두 10회 반복실험하여 평균을 구하였다.

표 1에 실험결과를 나타내었다.

<표 1> 패킷손실율 비교

	단위	Existing Mechanism	New Mechanism
Handover 이후 packet loss율	%	39.55	0.147

실험 결과 LDP를 적용하여 전송 성능이 개선되었음을 알 수 있다. 새로운 방법에서 생긴 Packet Loss는 무선망의 특성상 불가피하게 생긴 Packet Loss이다.

3. 결 론

본 논문에서는 SIP Mobility환경에서의 전송 성능 향상을 위해 SIP를 이용한 링크특성정보 전달 방법을 제안하였다. 링크 특성정보의 기술을 위한 LDP를 제안하였고, 실험을 통해 성능 향상을 입증하였다. 본 논문에서 제안된 방법을 이용하여, 급변하는 네트워크 환경과 단말의 처리 능력을 적절한 시기에 상대방 단말에 알려주어 상대방 단말이 현재 상태를 인식하고 그에 맞게 적절히 송신 파라메터를 변화시켜 전송하도록 함으로써 원할한 멀티미디어 송수신 상태를 유지할 수 있다.

WiBro나 3G네트워크 같은 광대역 네트워크와 WLAN간의 핸드오버는 빈번해 질 것이며, 이 같은 상황에서 모바일 단말이 IPTV와 같은 멀티미디어 스트림 서비스를 이용할 때 제안된 방법이 활용되어 더욱 향상된 서비스가 제공될 수 있을 것이다.

또한, 멀티미디어 송수신 이외에, 비실시간의 best-effort를 특징으로 하는 전통적인 파일 송수신 기법에 대해서도 수신 단말의 네트워크 상태와 processing power를 송신단말에 알려주는 것은, 네트워크 전송 오류를 사전에 방지함으로써, 불필요한 시스템 자원 사용을 막고, 네트워크 전반에 부담을 줄여주는 효과를 얻을 수 있다.

향후, 실제 IPTV환경에서의 실험을 통해 핸드오버시 화질에 미치는 영향을 분석할 예정이다. HD Stream의 전송 및 재생을 위해 MPEG2나 H.264 Codec을 사용하였을 경우, 본 논문에서 보여진 전송 성능 향상이 실제 화질 향상에 얼마나 많은 영향을 끼치는지 분석을 할 것이다.

[참 고 문 헌]

[1] H. Schulzrinne, E. Wedlund, "Application-Layer Mobility Using SIP", Mobile Computing and Communications Review., vol. 4, no. 3, pp. 47-57, 20

[2] R. V. Prasad, R. Hurni, H.S. Jamadagni, "A Scalable Distributed VoIP Conferencing Using SIP", IEEE Computers and Communications, Vol. 1, pp. 608-613, 2003

[3] N. Banerjee, A. Acharya, S.K. Das, "Seamless SIP-Based Mobility for Multimedia Applications", IEEE Network, Vol. 20, Issue 2, pp. 6-13, 20

[4] J.Rosenberg et al., SIP: Session Initiation Protocol, IETF RFC 3261, June, 20

[5] Schulzrinne H., "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications", IETF RFC 3550, 20

[6] S. Park, M. Lee, J. Korhonen, and J. Zhang, "Link Characteristic Information for Mobile IP", draft-daniel-mip-link-characteristic-02.txt, June 20

[7] Ji Zhang, Jouni Korhonen, Soohong Park and David Pearce, "TCP Quick-Adjust by Utilizing Explicit Link Characteristic Information", AINA 2008, March 2008