

지능형 버퍼링과 Pre-Customization을 이용한

무선 멀티미디어 서비스

백장운^o 서대화
경북대학교 전자공학과

kutc^o@palgong.knu.ac.kr dwseo@ee.knu.ac.kr

Wireless Multimedia Services Using

Intelligent Buffering and Pre-Customization

Jangwoon Baek^o Daewha Seo
Dept. of Electronics, Kyungpook National University

요 약

무선 통신 기술의 발전으로 무선망에서 멀티미디어 사용자의 수가 급격히 증가하고 있으며 서비스 질에 대한 요구가 증가하고 있다. 하지만 모바일 컴퓨팅 환경에서는 무선 링크의 취약성과 사용자의 이동성으로 인해 연속 멀티미디어 스트리밍 서비스를 제공하기 어렵다. 본 논문에서는 핸드오프로 인한 지연이나 패킷 손실 없이 사용자에게 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서 지능형 버퍼링 핸드오프 프로토콜과 Pre-customization 기법을 제안한다. 지능형 버퍼링 핸드오프 프로토콜은 핸드오프 중에 모바일 호스트가 이동할 셀의 Basestation에 미리 패킷을 버퍼링하고 MH가 새로운 셀로 이동했을 때, 즉시 패킷을 전송할 수 있게 한다. 그리고 핸드오프 동안 Basestation은 Pre-Customization을 통해 미리 멀티미디어 데이터를 무선 링크 상태와 단말기 수용성, 사용자 선호도를 고려한 필터링을 함으로써 QoS 재협상 없이 서비스를 제공한다.

1. 서 론

이동 컴퓨팅 기술이 지속적인 발전으로 무선망에서 멀티미디어 서비스를 이용하는 모바일 호스트가 증가하고 있으며 무선망에서 멀티미디어 서비스 질(Quality of Service, QoS)의 중요도가 높아지고 있다. 하지만 이동 컴퓨팅 환경에서는 무선 네트워크의 취약성과 모바일 호스트의 이동성, 단말기의 다양성으로 인해 멀티미디어 서비스가 어렵다. 무선 네트워크의 취약점에는 작은 대역폭, 높은 전송 거리, 잦은 연결 끊김 등이 있다. 이러한 문제들로 인해 무선 링크를 통한 패킷 전송은 지연(delay)과 지터(jitter)가 크고, 패킷 손실률이 높다.

무선망에서 데이터 서비스는 셀 단위로 이루어지고 각 셀은 Basestation(BS)이 관리한다. 모바일 호스트(Mobile Host, MH)가 셀 사이를 이동할 때 핸드오프가 일어난다. 핸드오프 동안 새로운 경로가 설정되어야 하기 때문에 경로 업데이트 지연과 패킷 손실이 발생한다. 핸드오프 기간이 길어지게 되면 업데이트 지연과 패킷 손실로 인해 멀티미디어 서비스의 연속성을 보장할 수 없다.

무선 단말기의 종류는 다양하며 저마다 미디어 데이터 수용성이 다르다. 각 무선 단말기는 메모리 사이즈, 디스플레이 크기, 해상도, 프로세싱 능력 등에 차이가 있다. 그리고 MH의 서비스에 대한 선호도가 다르다. 따라서 각 단말기의 특성과 사용자 선호도를 고려한 멀티미디어 서비스가 필요하다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해서 지능형 버퍼링 핸드오프 프로토콜과 Pre-customization을 제안한다. 지능형 버퍼링 핸드오프 프로토콜은 IP 멀티캐스팅을 이용해 미리 다음 BS에 패킷을 버퍼링 함으로써 모바일 호스트가 다음 셀로 이동했을 때 delay나 loss가 거의 없이 패킷을 바로 전달할 수 있다. 그리고 각 BS는 멀티미디어 데이터에 대해서 무선 링크 상태와 사용자 프로파일을 고려해 데이터를 변형함으로써 자원을 효율적으로 사용하고 서비스의 질은 보장한다. 특히, 멀티캐스팅을 통해 BS에서 버퍼링해 둔 멀티미디어 데이터를 네트워크 환경에 적합한 형태로 변형해 줌으로써 MH가 셀에 진입했을 때 QoS 재협상 없이 바로 적응형 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있다.

2. 배경 연구

무선망에서 사용자의 이동성을 보장하기 위해 모바일 IP 프로토콜[1]이 제안되었으며 미디어 서비스 질을 보장위해서 프록시를 이용한 필터링기법[2,3,4]을 적용하고 있다.

2.1 Mobile IP

기존에 제안된 대부분의 모바일 IP 프로토콜[1]은 2단계로 패킷 전달이 이루어진다. 첫 단계에서 패킷은 모바일 호스트의 홈 에이전트로

전송되고 두 번째 단계에서 홈 에이전트(home agent)는 외부 네트워크(foreign network)로 패킷을 터널링한다. 패킷은 IP encapsulation을 통해서 MH를 관리하는 외부 에이전트(foreign agent)로 터널링되고, 외부 에이전트는 패킷을 decapsulation 후 MH로 패킷을 포워딩한다.

핸드오프동안 경로 업데이트 메시지가 홈 에이전트로 전송되어야 하기 때문에 발생하는 핸드오프 지연은 홈 에이전트에 대한 왕복시간(round trip time)에 비례한다. 경로 업데이트 동안 전달되는 패킷에 대해서 last hop router는 패킷을 버리거나, 핸드오프 동안 패킷을 저장하고 경로 설정이 완전히 이루어진 후에 모바일 호스트로 패킷을 보낸다. 패킷이 버려진다면 상당한 데이터 손실이 발생하고, 경로가 설정된 후에 데이터를 보내는 것은 부가적인 지연을 야기한다. 따라서 홈 네트워크에서 모바일 호스트가 멀리 떨어진 경우, 패킷 손실과 지연으로 인해 연속적인 서비스 지원이 어렵다.

이러한 핸드오프 동안 발생하는 문제를 극복하기 위해서 멀티캐스팅을 이용한 Mobile IP 프로토콜[6]을 제안했다. 이 프로토콜은 빠른 핸드오프를 달성하고, 핸드오프동안 패킷 손실과 지연을 줄이기 위해 IP 멀티캐스트와 버퍼링 기법을 사용한다.

본 논문에서는 패킷 delay와 loss를 최소화하기 위해 [6]의 프로토콜을 응용한 지능형 버퍼링 핸드오프 프로토콜을 제안한다.

2.2 Customization

멀티미디어 데이터는 대용량이라는 속성과 실시간적인 속성을 갖기 때문에 연속 미디어 스트림 서비스를 지원하기 위해서는 충분한 대역폭과 많은 기억용량, 일정 수준 이상의 프로세싱 능력이 요구된다. 하지만 무선망의 대역폭은 멀티미디어 서비스를 원활하게 제공할 수 있을 정도로 크지 않으며 사용자의 이동성으로 인해 시간과 공간에 따른 자원의 변동이 심하다. 또한 무선 단말기의 종류도 다양하며 그에 따른 수용성이 저마다 다르다.

무선 환경에서 발생하는 여러 문제를 극복하기 위해 프록시 서버의 필터링 기법이 제안되었다. 프록시 서버는 서버로부터 받은 데이터를 무선망에 맞게 변형한 후 모바일 호스트로 전송한다.

주요 프록시 관련 연구에는 에놀리케이션에 따라 데이터 필터링을 하는 Proxy Filter[2], 웹 이미지를 변환하는 transcoding proxy[3], 무선 링크의 특성 적합하도록 프로토콜을 수정한 protocol optimization[4], 응답속도를 높이는 media caching[5]이 있다.

하지만 기존 프록시는 사용자의 이동성을 고려하지 않고 무선 링크의 특성만을 고려했기 때문에 핸드오프 중에 발생하는 패킷 loss나 delay를 해결할 수 없다. 그리고 이동성이 보장된다라도 새로운 셀로 이동했을 때, 필터링된 데이터는 이전 셀을 기준으로 변형되었기 때문

에 새로운 셀은 링크 condition에 적합한 서비스를 제공할 수 없다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 극복하기 위해 Pre-Customization 기법을 제안한다.

3. Intelligent buffering and Pre-Customization
3.1 System Architecture

본 논문에서는 이동 컴퓨팅 환경에서 사용자의 이동을 보장하면서 연속적인 멀티미디어 서비스를 제공하고자 한다. 제안하는 전체적인 이동 컴퓨팅 시스템의 구조는 <그림 1>과 같다.

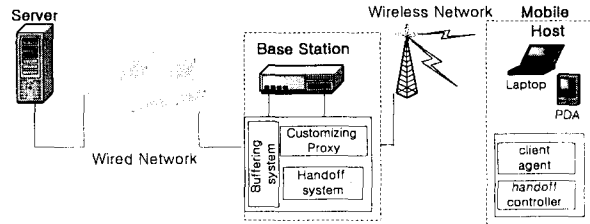


그림 1 이동 컴퓨팅 시스템 구조

BS는 핸드오프 시스템과 버퍼링 시스템을 통해 사용자의 이동을 보장하고 핸드오프 지연과 손실을 최소화한다. 그리고 Customizing Proxy에서 단말기 수용성과 사용자 선호도, 링크 컨디션을 반영한 필터링을 통해 대역폭을 효율적으로 사용하고 서비스 질을 높인다.

3.2 지능형 버퍼링을 이용한 핸드오프 프로토콜

MH가 홈 네트워크에 없을 때 프록시 ARP(proxy ARP) 메커니즘을 통해 MH의 홈 에이전트는 MH의 홈 어드레스로 전달되는 패킷을 가로챈다. 이때 각 모바일 호스트는 care of address에 대응하는 IP multicast address를 할당받는다. Primary BS와 Buffering BS는 MH와 관련된 multicast group에 가입한다. 홈 에이전트는 MH로 전달될 패킷을 IP multicast address로 encapsulation해서 패킷을 포워딩한다. Primary BS은 HA에서 멀티캐스팅된 각 패킷을 MH로 포워딩하고 Buffering BS는 HA에서 전달되는 최근 패킷을 버퍼링한다. 지능형 버퍼링 핸드오프 프로토콜 과정은 <그림 2>와 같다.

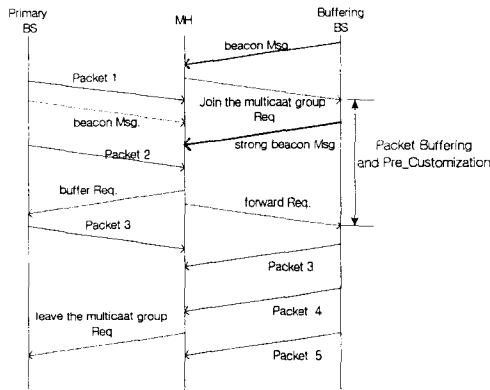


그림 2 핸드오프 과정

MH가 Buffering BS가 관리하는 셀 영역으로 진입하면, Buffering BS는 버퍼에 저장된 패킷을 바로 MH로 전송하기 시작한다. 따라서 핸드오프 중에 최소한의 data loss를 가지며, 데이터 전송으로 인한 부가적인 delay가 발생하지 않는다.

Buffering BS는 버퍼링중인 데이터 중에서 멀티미디어 스트리밍을 분리해서 Customizing Proxy를 통해 미리 미디어 데이터를 필터링한다.

3.3 Pre-customization

핸드오프 시에 연속 멀티미디어 스트리밍 서비스를 지원하기 위해서 지능형 버퍼링을 통해서 저장된 데이터 중에서 멀티미디어 데이터를 분리해서 핸드오프 전에 미리 데이터를 네트워크 환경과 사용자 프로파일에 맞게 데이터를 변형한다. 이렇게 핸드오프 전에 미리 데이터를 변형하는 것을 pre-customization이라고 한다. 새로운 셀의 네트워크

환경에 맞추어 데이터를 필터링 함으로써 서비스의 질을 보장할 수 있고, 기존의 시스템에서 발생하는 부가적인 delay와 packet loss를 없앨 수 있다.

pre-customization을 위해서는 자원 모니터링을 통해 link condition을 파악하고 사용자 프로파일에 단말기 수용성, 사용자 선호도 등을 유지해야 한다.

• 자원 모니터링 (resource monitoring)

본 시스템에서는 BS의 프록시가 직접 자원을 모니터링한다. 이 방법은 네트워크 환경에 민감하게 대응할 수 있고 사용자의 요구를 보장하면서 효과적으로 서비스를 제공할 수 있다[3]. 자원 모니터링을 통해 BS는 프록시와 모바일 호스트간의 양쪽이면, 전체 가용 대역폭, 평균 사용자당 대역폭 등을 파악한다.

• user profile

무선망의 자원을 효율적으로 사용하고 사용자에게 서비스 질을 보장하기 위해서 단말기의 수용성과 사용자의 선호도를 반영한다. 단말기의 수용성과 사용자 선호도를 포함하는 User Profile은 Customizing Proxy의 database에 저장되고 필터링 정책(Filtering Policy)을 결정하기 위한 정보로 사용된다.

Pre-Customization을 위해서는 MH에게 할당되는 대역폭을 예측해야 한다. 이를 위해 각 BS의 프록시 시스템은 F_MH list(패킷을 포워딩 받는 MH의 리스트)와 B_MH list(패킷이 버퍼링되는 MH의 리스트)를 관리한다. 프록시 시스템은 자원 모니터링 정보와 user profile 정보를 이용해서 각 B_MH에 대해 할당될 수 있는 대역폭을 결정한다. 이러한 정보를 바탕으로 프록시 시스템은 서비스의 질을 결정하고 Pre-Customization 한다. 핸드오프가 끝나면 B_MH의 상태는 F_MH로 바뀌고 필터링된 데이터를 바로 수신한다.

Pre-Customization을 통해 핸드오프 중에 미리 데이터를 버퍼링하고 미리 멀티미디어 콘텐츠를 변환하는 것은 부가적인 delay나 패킷 loss 없이 동적으로 적응형 멀티미디어 서비스를 제공한다.

3.3 Packet delivery flow

패킷이 MH로 전송되는 과정은 <그림 3>과 같이 MH가 home network에 있을 경우와 외부 네트워크에 있는 경우로 나눌 수 있다.

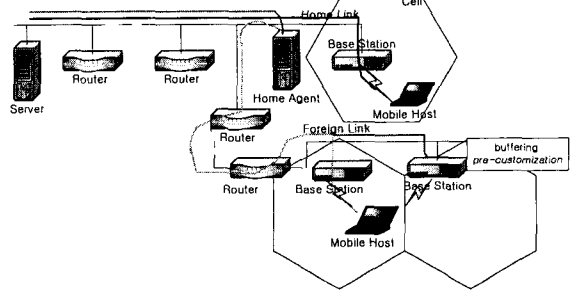


그림 3 Packet delivery flow

모바일 호스트가 홈 네트워크에 있을 때, 패킷은 MH의 홈 어드레스를 보고 일반적인 IP 라우팅 프로토콜에 따라 모바일 호스트에 전달된다. 패킷을 모바일 호스트로 전달되기 전에 무선망에서 각 셀을 담당하는 BS에서 링크 컨디션과 사용자 정보를 바탕으로 customizing 된 후에 모바일 호스트로 전송된다.

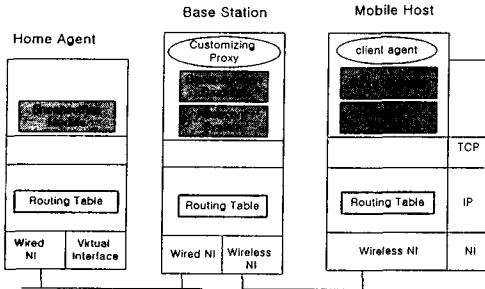
모바일 호스트가 외부 네트워크에 있을 때, 패킷은 홈 네트워크의 홈 에이전트를 거쳐 외부 네트워크의 BS에 전달되고, BS는 셀 영역 내에 있는 MH로 패킷을 보낸다. 홈 에이전트는 MH의 패킷을 care-of-address로 encapsulation한 후 IP 멀티캐스팅한다. 외부 네트워크에 Primary BS와 Buffering BS는 패킷을 받아서 decapsulation 한다. BS는 decapsulation된 데이터 중에서 미디어 데이터를 선별해서 Customizing 프록시로 보낸다. Customizing Proxy는 링크 컨디션과 사용자 정보를 반영해서 데이터를 변형한다. Primary BS는 변형된 데이터를 MH로 포워딩한다. 반면에 Buffering BS는 변형된 데이터를 link layer의 queue에 저장해두고 전송 대기한다. 그리고 MH의 포워딩 요청을 받으면 변형된 데이터를 곧바로 MH로 전송한다.

핸드오프 중에 각 BS의 상태는 바뀌게 된다. Forwarding BS는 buffering 상태로 바뀌어 패킷 포워딩을 중단하고, 패킷을 버퍼링한다. 이후에 beacon message에 대한 응답이 없을 때, 자동으로 멀티캐스트 그룹에서 탈퇴하고 더 이상 HA로부터 패킷을 받지 않는다. Buffering BS는 forwarding 상태로 바뀌고 대기 중이던 패킷을 MH로 바로 포워딩하기 시작한다.

4. 설계

4.1 핸드오프 시스템

Handoff System은 encapsulation module과 decapsulation module, beacon system module, route decision module로 구성된다. 핸드오프 시스템의 네트워크 스택은 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 핸드오프 시스템 네트워크 스택

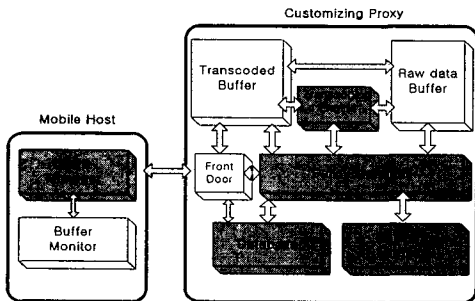
- encapsulation module은 홈 에이전트에서 동작한다. 모바일 호스트가 홈 네트워크를 벗어나면, 홈 에이전트는 MH를 대신해 패킷을 인터캡트한다. 그리고 패킷을 모바일 호스트에 대응하는 미리 정의된 multicast address로 encapsulation하고 패킷을 멀티캐스팅한다.
- decapsulation module은 각 Basestation에서 동작한다. 각 Basestation은 셀 영역내의 MH에 대응하는 멀티캐스팅 패킷을 받아서 decapsulation한다. Primary Basestation은 decapsulation한 패킷을 customizing한 후에 MH로 포워딩하고 Buffering BS는 decapsulation한 패킷을 customizing한 후 전송 대기한다.
- beacon system module은 MH와 BS에서 동작한다. 라우팅 시스템은 MH의 현재 위치를 알아내기 위해 각 BS는 주기적으로 beacon message를 Cell 범위 내에 있는 MH에게 broadcast한다. MH는 beacon messages를 통해서 현재 위치와 움직임을 추정한다. 모바일 호스트는 BS의 수신 시그널 강도와 통신 상태를 보고 Primary BS와 Buffering BS를 결정한다.
- route decision module MH에서 동작한다. MH는 decapsulator와 beaconing system에서 제공되는 정보와 기능을 사용해서 모바일 호스트로 가는 route를 결정하고 제어한다.

Buffering System은 HA에서 받은 최근 패킷을 버퍼에 저장해두는 역할을 한다. 특히, Buffering System은 패킷이 멀티미디어 데이터의 경우, Customizing Proxy에 데이터를 전달하고 변환된 데이터를 link layer queue에 저장해 둔다. MH가 셀 영역으로 들어왔을 때 바로 패킷을 전송할 수 있도록 대기한다.

4.2 Customization System

BS의 Customizing Proxy는 링크 컨디션과 단말기의 수용성, 사용자 선호도를 고려한 미디어 데이터를 필터링한다.

멀티미디어 서비스를 위한 Customization System 모델의 기본적인 구조는 <그림 5>와 같다. Customization System은 MH단의 Client agent와 BS의 Customizing Proxy로 이루어진다.



<그림 5> Customization System

4.2.1 Client Agent

연속적인 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 모바일 호스트의 Client Agent는 BS의 Customizing Proxy와의 통신을 한다. Client Agent는 버퍼 레벨 정보를 Customizing Proxy에게 알려 줌으로써 프레임 전송 속도를 적절하게 조절하도록 한다. Client Agent는 사용자 프로파일을 Customizing Proxy에게 전해줌으로써 단말기 수용성과 사용자 선호도에 따른 서비스가 가능하도록 한다. 그리고 모바일 노드의 Computing Condition에 따른 control 메시지를 Customizing Proxy에 보냄으로써 우선 단말기의 환경에 맞는 서비스를 제공하도록 한다.

Client agent는 buffer monitor(BM), client manager(CM)로 구성된다. BM은 버퍼의 overflow나 underflow를 방지하기 위해 버퍼레벨 모니터링한다. CM은 모바일 노드에 관련된 모든 정보를 관리하고 프로세서 버퍼를 제어하는 역할을 한다.

4.2.2 Customizing Proxy

Customizing Proxy는 멀티미디어 스트림을 사용자의 요구와 네트워크 자원을 고려해서 필터링한다.

Customizing Proxy는 모바일 호스트로부터 전송된 제어 메시지와 현재 우선 링크 조건을 바탕으로 정책을 결정한다.

프로세서 서버는 Front Door(FD), Data Base(DB), Network Monitor(NM), Policy Manager(PM), Transcoding Engine(TE)로 구성된다. FD는 MH의 요청을 중간에서 가로채어서 MH를 대신해 서버에게 서비스를 요청하고, TE에서 수정된 데이터를 MH에게 전송하는 역할을 한다. Customizing Proxy는 user profile, filtering profile을 데이터베이스에 저장한다. user profile은 사용자 ID, 패스워드(Password) 등으로 이루어지고 filtering profile은 user preference, device capacity, QoS parameter, link quality, connection type 등으로 이루어진다. NM은 MH와 BS, BS와 서버 사이의 현재 이용 가능한 네트워크 자원을 모니터링한다. Transcoding Engine은 서버 측에서 전송되어 raw data buffer에 저장된 데이터를 policy manager의 명령에 따라 적절한 형태로 필터링해서 전송모듈이 관리하는 transcoded buffer로 데이터를 보낸다. policy manager는 MH의 user profile과 자원 모니터링 정보를 바탕으로 미디어 데이터에 대한 정책(filter type, encoding parameter)을 결정한다.

5. Conclusion and Future work

본 논문에서는 핸드오프 중에 발생하는 route update delay와 packet loss를 줄이기 위해 지능형 버퍼링을 이용한 핸드오프 프로토콜은 제시하였다. 그리고 우선망의 특성으로 인해 발생하는 문제점을 극복하기 위해 BS의 Customizing Proxy를 적용하였다.

Pre-Customizing을 통해 모바일 호스트가 셀에 진입하기 전에 미리 BS에서 네트워크 환경에 맞추어 Customization함으로써 핸드오프 시에 MH의 애플리케이션은 네트워크 환경 변화에 동적으로 적응할 수 있도록 하였다.

본 논문에서 제시한 지능형 버퍼링과 Pre-Customization 기법을 통해 모바일 호스트는 핸드오프 중에서도 서비스 질이 보장된 끊임없는 연속적인 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있다.

앞으로 customizing proxy에서 사용자의 서비스 응답 속도를 높이기 위한 media data 특성을 고려한 미디어 캐싱 정책을 연구가 필요하다. 그리고 BS에서 MH로 데이터 전송 시에 각 미디어 데이터 타입에 따른 전송 정책을 도입해 사용자에게 차별화된 서비스를 제공하기 위한 매커니즘을 연구하고자한다.

7. Reference

- [1] Charles E. Perkins, "Mobile IP", IEEE Communication Magazine, 1997.5
- [2] Bruce Znel, "A general purpose proxy filtering mechanism applied to the mobile environment", IEEE Wireless Networks 5 pp.391-409, 1999
- [3] Armondo Fox et al, "Adapting to network and client variability via On-Demand Dynamic Distillation", Proceeding, Seventh International. Conference. on Architecture. 1996.10
- [4] M. Liljeborg et al, "Optimizing World-Wide Web for Weakly Connected Mobile Workstations: An indirect approach", Proceedings of SDNE'95, pp.132-139, 1995.6
- [5] H. Fabmi et al, "Proxy Server for Scalable Interactive Video Support", IEEE Computer, Vol.34, pp.54-60, 2001.9
- [6] Srinivasan Sesha et al, "Handoffs in Cellular Wireless Network: The Daedalus Implementation and Experience", Kluwer International Journal on Wireless Personal Communication, 1997.1