USHA 기반의 확장성과 신뢰성을 제공하는 수직 핸드오프 기법 설계

강정호° 윤미연 전진영 신용태
숭실대학교 컴퓨터 학부
{kjho80°, myyoon, nurnadly, shin}@cherry.ssu.ac.kr

A Design of Vertical Handoff Mechanism based USHA to support Extensibility and Reliability

Jungho Kang° Miyoun Yoon Jinyoung Jun Yongtae Shin
Dept. of Computing, Soongsil University

요 약

차세대 네트워크의 출현으로 다양한 형태의 통신망 들 간의 융합이 중요해졌다. 무선 망의 경우 이질적인 망들 간의 통합 및 융합이 이루어지기 위해서는 끊김 없는 이동성 지원이 매우 중요하다. 끊김 없는 이동성 지원은 이질적인 무선망 간의 이동시에도 지속적으로 세션을 유지하는 기능을 말한다. 이러한 기능을 핸드오프 기법이라 하며 현재 다양한 연구가 진행 중이다. 본 논문에서는 현재 제안되어 있는 핸드오프 기법 중 USHA(Universal Seamless Handoff Architecture)를 기반으로 하여 적용하기 쉬우며 확장성과 신뢰성을 보장하는 핸드오프 모델을 제안한다.

1. 서 론

차세대 네트워크(Next Generation Network)는 모든 종류의 액세스와 서비스를 지원하는 단일 기반망을 의미한다. 이를 위해 기존에 존재하고 있던 다양한 통신망들이 서로 통합 또는 융합되어야 한다. 특히 무선망들 간의 통합 및 융합에 있어서 끊김 없는 이동성 지원(Seamless Connection)은 매우 중요하다. 끊김 없는 이동성 지원은 이질적인 네트워크 간을 이동할 경우에도 상위 어플리케이션이 연결성에 대해 영향을 받지 않는 것을 의미하며, 이를 제공해주는 기법을 핸드오프(Handoff)라고 한다. 현재 이질적인 무선 망간의 핸드오프를 제공해주기 위해서 많은 연구가 이루어지고 있다. 핸드오프 관련 연구들 중에서 USHA(Universal Seamless Handoff Architecture)는 핸드오프 서버가 핸드오프를 위해 필요한 과정을 수행하는 구조로 기존 환경에 추가되는 구성요소와 변경 사항이 적기 때문에 적용이 쉬운 모델이다.

하지만 연구 초기 단계인 USHA는 무선 구간에서의 패킷 전송 시에 발생할 수 있는 패킷 분실에 대한 고려를 하지 않았다. 또한 단일 노드에 핸드오프와 관련된 부하가 집중되기 때문에 확장성 측면에서 취약한 단점이 있다. 본 논문에서는 이와 같은 단점을 해결하여 확장성과 신뢰성을 제공해주는 핸드오프 기법의 제안을 목적으로 한다.

2. 관련 연구

2.1 핸드오프

핸드오프는 일반적으로 이동 노드가 엑세스 포인트 사이를 이동하는 것을 의미하며 크게 2가지 종류로 나누어 볼 수 있다. 첫 번째는 수평 핸드오프로 동일한 기술과 인터페이스를 사용하는 네트워크 간의 이동을 의미한다. 두 번째 수직 핸드오프는 각기 다른 기술과 인터페이스를 사용하는 네트워크 간의 이동을 의미한다. 이질적인 다수의 네트워크가 융합되어야 하는 BcN 환경에서 중요한 것은 수직 핸드오프이며, 이는 이동 노드 상에서 실행되고 있는 어플리케이션의 세션을 이동 중에도 유지할 수 있는 기능을 제공해야 한다.

이질적인 망 간의 핸드오프를 수행하면서 상위 어플리케이션에서 끊김 없는 전송을 제공하기 위해 제안된 기법은 크게 모바일 IP 기반과 모바일 IP 비 기반 방식이 있다. 모바일 IP 기반 방식은 네트워크 레이어 레벨에서 핸드오프를 제공해주는 것이고, 모바일 IP 비 기반 방식은 네트워크 레이어 상위에서 핸드오프를 제공해주는 것을 의미한다. 하지만 이들 두 방식 모두 현재 환경에서 적용하기에는 소프트웨어의 업그레이드 및 라우터의 교체와 같은 많은 비용이 소요된다.[1]

2.2 USHA(Universal Seamless Handoff Architecture)

USHA(Universal Seamless Handoff Architecture)는 기존 환경에 최소 비용을 들여 이동성을 제공해주기 위해 제안된 핸드오프 모델이다. USHA는 인터넷 기반의 망에 핸드오프 서버를 설치함으로써 핸드오프를 제공할 수 있다. 핸드오프 기법 중에서 USHA는 모바일 IP 비 기반의 방식에 해당하지만 새로운 세션 레이어나 전송 레이어를 필요로 하지 않는다. 일종의 미들웨어 형태로 수행되기 때문에 기존의 인터넷 서비스와 어플리케이션에 영향을 주지 않고 기존 환경에 쉽게 적용할 수 있다.

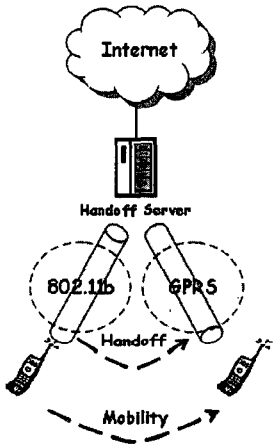

그림 1 USHA 기본 구조

[그림 1]은 핸드오프 제공을 위한 USHA의 기본 구조를 보여준다. USHA는 IP 터널링을 기반으로 핸드오프 서버와 이동 노드 간에 터널을 생성하여 핸드오프를 수행한다. 핸드오프 서버는 핸드오프가 발생하는 도메인상의 모든 이동 노드와 IP 터널을 생성 및 유지하며, 이동 노드 상에서 실행되고 있는 어플리케이션의 통신들은 실제 물리적 인터페이스가 아닌 이동 노드와 핸드오프 서버간의 IP 터널 접점에 연결된다. 이동 노드와 핸드오프 서버간의 IP 터널을 통해 전송되는 모든 패킷들은 캡슐화되며 UDP 프로토콜을 기반으로 전송된다[2][3].

3. 확장성과 신뢰성을 제공하는 핸드오프 기법 제안

USHA는 핸드오프 서버라는 단일 노드가 핸드오프 전 과정을 담당하는 구조로 이루어져 있다. 이러한 구조는 이동노드의 수가 많아질 경우 많은 수의 터널링을 유지해야 하며, 패킷 캡슐화가 빈번히 발생되기 때문에 단일 노드에게는 큰 부하가 가해지게 된다.

또한 이동 노드의 이동을 통해 핸드오프 서버와의 물리적인 연결이 바뀐 시점부터 핸드오프 서버가 이를 반영하여 목록을 갱신하는 시점까지의 시간동안 패킷의 분실이 발생할 수 있다. 이러한 패킷 분실은 TCP 기반의 상위 레이어에서 동작하고 있는 어플리케이션의 성능 저하로 이어질 수 있다[4].

본 논문에서는 USHA의 취약점인 확장성과 신뢰성을 제공하기 위해 다음과 같은 모델을 제안한다. 핸드오프 도메인 상의 이동 노드의 수가 증가함에 따라 핸드오프 서버를 추가적으로 배치 가능한 모델을 제안한다. 이는 부하의 집중으로 인한 핸드오프 성능의 저하를 막을 수 있는 장점이 있다. 또한 신뢰성 측면에서 핸드오프시점이나 무선 구간상의 특성으로 패킷이 분실되어 발생할 수 있는 영향을 최소화하기 위해 핸드오프 서버에 버퍼를 추가한다. 추가된 버퍼는 패킷의 버퍼링을 통해 분실된 패킷에 대한 재전송 기능을 수행하여 성능 개선에 기여할 수 있다.

3.1 제안 모델

3.1.1 확장성 측면

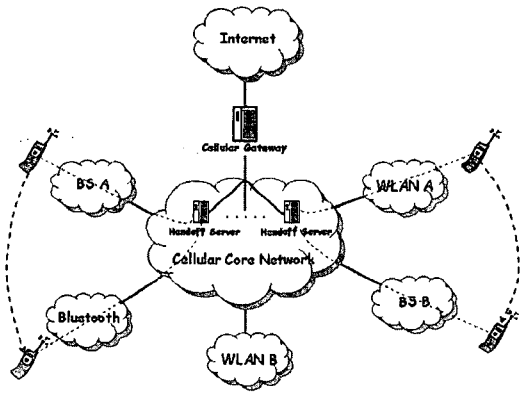

그림 2 제안 모델 구조

본 논문에서 확장성 증대를 위해 제안하는 모델의 전체 구조는 [그림 2]와 같다.

제안하는 모델에서 핸드오프 도메인의 경우 셀룰러 패킷망으로 한정 지으며, 이종 망간의 연결은 셀룰러 패킷망에 포함된다. 셀룰러 패킷망의 게이트웨이는 이동 노드의 패킷을 구분하며, 리다이렉트 테이블 유지를 통해 유입 패킷을 담당 핸드오프 서버에게 포워딩 해주는 기능을 포함한다. 핸드오프 서버는 USHA에서 정의한 기능 이외에 추가적으로 패킷 버퍼링과 재전송을 수행하며, 게이트웨이로부터 패킷 처리 요청이 들어왔을 경우 다수의 핸드오프 서버 중에서 담당할 서버를 선출하기 위한 기능을 수행한다.

[그림 3]은 확장성을 제공하기 위해 복수의 핸드오프 서버가 작동하는 과정을 보여준다. 먼저 셀룰러 망의 게이트웨이는 유입 패킷의 목적지가 이동 노드인 경우 리다이렉트 테이블을 참조한다. 리다이렉트 테이블은 핸드오프 도메인 상에 존재하는 이동 노드의 식별값과 담당 핸드오프 서버간의 매치 정보를 포함하는 정보이다. 목적지 이동 노드가 리다이렉트 테이블에 존재하는 경우에는 담당 핸드오프 서버로 패킷을 포워딩한다.

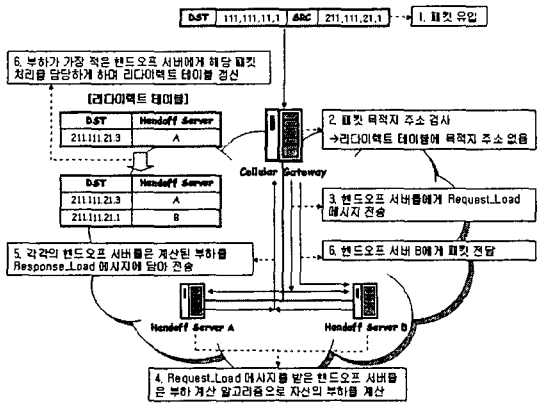

그림 3 복수의 핸드오프 서버 운용 과정

만약 리다이렉트 테이블에 목적지 이동 노드의 정보가 존재치 않는다면 게이트웨이는 Request_Load 메세지를 전송하여 각 핸드오프 서버들의 현재 부하를 요청한다.

Server Load Calculation Algorithm

$CalcuateLoad(i)$

$$Load[i]_{cur} = Node[i] + k^* \sum_{l=j}^{n} PacketCnt[i][l];$$

$$Load[i]_{new} = (1-r)^* Load[i]_{prev};$$

$$Load[i]_{new} += r^* Load[i]_{cur};$$

$$returnLoad_{new};$$

그림 4 복수의 핸드오프 서버 운용 과정

Load[i] : 핸드오프 서버 i의 부하
Node[i] : 핸드오프 서버 i가 처리하는 노드의 수
PacketCnt[i][l] : 핸드오프 서버 i가 시간 l에 처리한 패킷의 수
l : 이전 부하 계산 시간 j부터 현재 시간 n 까지 시간 간격

Request_Load 메시지를 받은 핸드오프 서버들은 [그림 4]의 부하 측정 알고리즘을 통해 자신의 현재 부하를 계산한다. 부하 측정 알고리즘은 현재 핸드오프 서버가 처리하고 있는 노드의 수(Node), 이전 알고리즘 실행 시간 이후(j)부터 현재 시간(n)까지 처리된 패킷의 수(PacketCnt)와 이전 부하 정보(Load$_{prev}$)를 고려하여 계산된다. K(k > 0)는 패킷 처리 개수에 가중치를 부여하는 값이며, r(0< r<1)의 경우 현재의 부하 값이 전체 부하 값에 반영이 잘 될 수 있기 위한 값이다.

[그림 4]의 알고리즘 실행 후 핸드오프 서버는 Response_Load 메시지를 통해 게이트웨이에게 자신의 현재 부하를 알려준다. 게이트웨이는 현재 부하가 가장 적은 핸드오프 서버를 해당 패킷의 담당으로 하며 리다이렉트 테이블 정보를 갱신한다. 패킷은 담당 핸드오프 서버에게 전달되며 이후 과정은 일반적인 USHA에서 정의한 것과 동일하게 이루어진다.

3.1.2 신뢰성 측면

기본 USHA 구조는 이동 노드의 이동을 통해 핸드오프 서버와의 물리적인 연결이 바뀐 시점부터 핸드오프 서버가 이를 반영하여 목록을 갱신하는 시점까지의 시간동안 패킷의 분실이 발생할 수 있다. 또한 이동 노드로 IP 터널링을 통해 전송되는 패킷들은 UDP 기반이기 때문에 분실의 가능성도 있다. 이렇게 패킷 분실이 발생한 경우 재전송을 송신자 측에서 수행할 경우에는 혼잡으로 판단하거나 시간이 많이 걸려 성능 측면에서 매우 좋지 않다.

이를 해결하기 위해서 핸드오프 서버는 패킷을 임시적으로 저장하기 위한 버퍼를 둠으로써 핸드오프 서버 단에서 패킷의 재전송을 담당한다. 이는 핸드오프 도메인 내에서 빠르게 패킷의 재전송을 수행할 수 있음으로 성능 측면에서 큰 개선이 이루어질 것이다.

4. 결 론 및 향후 연구 방향

본 논문은 차세대 네트워크의 대두로 인해 이질적인 두 선 망 간 끊김 없는 통신이 필요성의 출현과 이를 지원하기 위한 기존의 연구들을 살펴보았다. 모바일 IP 기반과 상위 레이어 기반과 같은 기존의 방법들은 장비의 추가와 프로토콜 갱신 등의 많은 비용이 소요되어 적용의 어려움이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 USHA는 기존의 환경에 핸드오프 서버만을 추가하여 끊김 없는 핸드오프 기능을 제공한다. 하지만 망 내부에서 핸드오프를 수행하는 이동 노드가 많아질 경우 단일 핸드오프 서버에 가해지는 부하가 커지게 된다. 이를 해결하기 위해서 본 논문에서는 복수의 핸드오프 서버를 둠으로써 부하를 분산시켜 확장성을 증대한 모델을 제안하였다. 또한 무선 구간의 패킷 손실을 통해 발생하는 성능 저하를 막기 위해 패킷 재전송이 가능토록 버퍼를 설치하여 신뢰성을 증대할 수 있다. 현재 제안된 모델은 성능 평가를 위해 시뮬레이션 수행을 준비 중에 있으며, 인증과 보안 측면에 대해서도 연구할 계획에 있다.

[1] Mark Stemm, Randy H. Katz, "Vertical Handoffs in wireless overlay networks", ACM Mobile Networking (MONET), 1998.

[2] Ling-Jyh Chen, Tony Sun, Benjamin Cheung, Duke Nguyen, Mario Gerla, "Universal Seamless Handoff Architecture in Wireless Overlay Networks," Technical Report TR040012, UCLA CSD, 2004.

[3] Ling-Jyh Chen, Tony Sun, Benny Chen, Venkatesh Rajendran, Mario Gerla, "A Smart Decision Model for Vertical Handoff," ANWIRE 2004, Athens, Greece, 2004.

[4] Sung-Eun Kim, John A. Copeland, "TCP for Seamless Vertical Handoff in Hybrid Mobile Data Networks", GLOBECOM 2003.