

Mobile IP 성능향상 기법 비교분석

(A Survey of Performance Enhancement Schemes for The Mobile IP)

김호철* · 정연기**

1. 서론

인터넷의 급속한 보급과 이동 단말기의 출현은 전통적인 인터넷에 대한 변화를 요구하고 있다. 고정된 노드와 유선망을 위하여 설계된 IP는 고정적인 접속점을 가지지 못하는 이동 단말기를 인터넷에 연결시키기 위한 방법을 제공하지 못하였다. Mobile IP는 단말기의 이동으로 인한 끊김 없는 연속적인 인터넷 연결을 제공하기 위하여 전통적인 IP의 변경 없이 패킷 캡슐화에 의한 터널링을 이용하여 패킷을 전달하도록 설계된 프로토콜이다. 다음은 Mobile IP를 위한 설계 요구사항이다[1].

- ① 이동 노드는 링크 계층의 접속점이 바뀐 이후에도 자신의 IP주소 변경 없이 다른 노드와 통신할 수 있어야 한다.
- ② 이동 노드는 Mobile IP가 구현되어 있지 않은 다른 노드들과 통신할 수 있어야 한다.
- ③ 보안을 위해 모든 이동노드의 위치 정보에 대한 메시지는 인증되어야만 한다.
- ④ 이동 노드가 인터넷에 연결된 링크가 무선일 수 있으므로 높은 전송 에러와 낮은 대역폭 그리고 에너지의 사용을 고려하여 Mobile IP 수행에 필요한 메시지 전송을 최소화해야 한다.

- ⑤ 이동 노드에 IP 주소를 할당하는데 있어 고정 노드와는 다른 별도의 제약사항이 있어서는 안 된다.

Mobile IP는 대행자 발견(Agent discovery), 등록(Registration), 터널링(Tunneling)의 세 가지 동작으로 설명된다. 이동 단말기가 자신이 소속된 홈 네트워크를 벗어나 다른 외부 네트워크로 이동한 경우 Mobile IP 지원을 위해 설치된 외부 대행자의 광고 메시지를 수신하게 된다. 외부 대행자의 광고 메시지를 수신한 이동 단말기는 대행자 발견 단계에서 할당받은 임시 주소를 자신의 홈 네트워크에 있는 홈 대행자에게 등록함으로써 자신이 이동하였음을 알린다[1,2].

만약 인터넷 상의 고정 단말기 또는 이동 단말기가 Mobile IP를 사용하는 이동 단말기로 데이터를 전송하고자 한다면 전송 패킷의 목적지 주소 필드에 이동 단말기의 고정 IP 주소(홈 네트워크에서 사용하는 주소)를 기록하여 전송하게 된다. 인터넷 상에서 이 패킷은 일반적인 IP 라우팅 기법에 의하여 이동 단말기의 홈 네트워크로 전달될 것이다. 하지만 이미 이동 단말기는 다른 네트워크로 이동하고 있으므로 홈 네트워크의 홈 대행자는 전달되어온 패킷을 캡처하여 이동 단말기가 현재 위치하고있는 외부 네트워크의 외부 대행자로 터널링 한다. 외부 대행자는 터널링된 패킷을

*울산과학기술대학교 컴퓨터정보학부
**경일대학교 컴퓨터공학과

목적지인 이동 단말기로 전달한다. 이동 단말기가 인터넷의 고정 단말기 또는 다른 이동 단말기로 데이터를 전송할 경우에는 터널링을 거치지 않고 일반적인 IP 라우팅을 통해 패킷이 전달된다[1,2].

기본 Mobile IP는 이동 단말기에게 연속적인 인터넷 접속능력을 부여하고는 있지만 단말기가 고속으로 이동하는 경우와 무선 환경으로 인해 발생하는 성능저하에 대해서 해결해야 할 부분들이 많이 있다. 본 논문은 이러한 문제점들의 해결 방안 연구를 위해 작성되었다. 본 논문은 2장에서 Mobile IP에 대하여 개략적으로 언급하고, 3장에서는 기존에 연구되어 발표된 성능향상 방안을 분석한다. 4장에서는 성능 개선을 위한 방향 설정을 한 후 5장에서 결론을 맺도록 한다.

2. Mobile IP

전통적인 TCP/IP 네트워크에서는 단말기가 고정되어 이동하지 않는다고 가정하며 이 단말기로 전송되는 모든 패킷들은 IP 주소의 네트워크 주소 영역을 근거로 하여 라우팅이 수행된다. 만약 단말기가 이동하게 된다면 현재의 모든 세션을 종료하고 네트워크에서 분리된 후 이동할 것이다. 그리고 이동하여 들어간 새로운 네트워크의 IP를 다시 부여받아 인터넷에 접속하게 된다. 하지만, 이동 단말기의 경우는 데이터 세션이 설정되어 있는 중에도 네트워크 접속점이 바뀌게 된다는 문제점이 있다.

TCP/IP는 네트워크의 접속점이 바뀔 경우 만약 단말기가 기존의 IP주소를 변경하지 않고 그대로 사용한다면 이 단말기로 전달되는 모든 패킷의 경로가 올바르게 않게 된다. 그리고, 만약 IP주소를 변경하면 전송 중에 있던 세션이 끊어지게 되어 데이터의 전송이 종료하게 된다. 이를 해결하기 위하여 Mobile IP에서는 위치등록과 터널링을

이용하여 단말기의 IP주소를 변경하지 않고도 세션을 유지하면서 네트워크의 접속점을 변경할 수 있도록 하고 있다.

2.1 Mobility와 Portability

이동 단말기를 인터넷에 동적으로 접속시키기 위한 방안으로는 DHCP가 있다. 이는 TCP/IP 환경을 자동으로 구성해 주는 것으로 노트북과 같은 이동 단말기를 인터넷에 동적으로 접속할 수 있는 portability를 제공한다. DHCP에 의한 portability의 제공은 단말기의 세션이 종료된 상태에서 이루어지므로 이동 중의 데이터 전송은 기대할 수 없다. 이동 단말기 사용자의 입장에서는 이동 중에도 세션의 종료 없이 인터넷에 접속하여 작업을 수행할 수 있으면 좋을 것이다. 즉, mobility의 제공을 필요로 한다. 하지만 앞서 언급하였듯이 전통적인 IP는 설계 시 이동 단말기를 염두에 두지 않은 관계로 일반적인 IP 라우팅으로는 mobility의 제공이 불가능하다.

2.2 Mobile IP 관련 용어

Mobile Node(MN) - IP 주소 변경 없이 하나의 네트워크에서 다른 네트워크로 접속점을 변경하는 단말기나 라우터

Home Address - MN이 네트워크 접속점을 변경하더라도 변하지 않는 MN에 할당된 IP 주소

Home Network(HN) - MN의 home address에서 네트워크 영역과 일치하는 주소를 갖는 네트워크

Foreign Network(FN) - MN의 Home network가 아닌 다른 모든 네트워크

Home Agent(HA) - MN의 home network에 위치하여 foreign network로 이동한 MN으로 패킷을 터널링하는 라우터

Foreign Agent(FA) - HA와 협동하여 MN으로의 패킷 전달을 완료하는 foreign network 상의 라우터

Care-of-address(COA) - MN이 home network를 떠나 있을 경우 MN으로 전달되는 패킷을 터널링하기 위한 MN 방향 터널의 끝점 주소. COA는 MN이 등록된 FA의 주소인 foreign agent COA와 MN의 네트워크 인터페이스에 할당되는 지역 주소인 collocated COA의 두 가지가 있다.

Correspondent Node(CN) - MN과 통신을 하는 인터넷 상의 peer 호스트

2.3 Mobile agent discovery와 registration

MN이 새로운 네트워크로 이동하면 먼저 Mobile IP를 지원하는 외부 대행자(FA)를 찾는다. Mobile agent(FA 또는 HA)는 자신의 네트워크에 방송 메시지를 주기적으로 방출하고 MN은 이 메시지를 수신하여 FA의 존재를 확인한다. 만약 MN이 방송 메시지를 수신하지 못하는 경우 solicitation 메시지를 방출하여 Mobile agent가 방송 메시지를 보내 줄 것을 요청할 수 있다.

MN이 방송 메시지를 수신한 후 등록 요청 메시지를 HA로 전달하여 새롭게 획득한 COA의 등록을 요청한다. 등록 요청 메시지는 MN이 COA의 획득 방식에 따라 달라질 수 있는데 만약 방송 메시지를 통하여 획득된 경우 등록 요청 메시지는 FA를 거쳐 HA로 전달되고 만약 DHCP와 같은 외부 기능에 의하여 획득된 경우 MN이 직접 HA로 전송한다.

등록 요청 메시지에 의하여 HA는 MN이 이동한 네트워크의 위치를 확인하고 FA와 터널을 구성한 후 등록 응답 메시지를 MN에게로 전송한다. 만약 MN이 자신의 home network에 되돌아오면

HA에게 등록하였던 COA를 해제하여야 한다. 이는 MN이 등록 요청 메시지의 COA 필드에 HA의 주소를 기록하여 HA로 전달함으로써 수행된다.

2.4 라우팅과 터널링

MN의 등록이 성공적으로 수행된 이후에 HA는 MN을 목적지로 하는 모든 패킷을 캡처하고 FA와 구성된 터널을 통하여 패킷들을 터널링 한다. HA와 FA간의 터널링은 여러 가지 캡슐화 방법을 이용하여 수행될 수 있으나 기본적으로 IP-within-IP 캡슐화 방식을 기본적으로 사용한다. 이 방식은 그림1과 같이 HA에서 FA로 전송되는 새로운 IP 패킷의 payload에 MN으로 향하는 패킷을 실어보내는 방식이다.

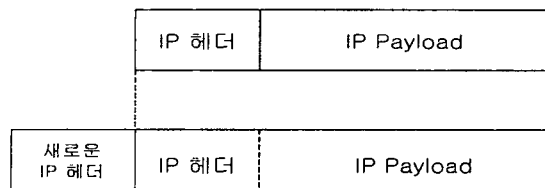


그림 1. IP-within-IP encapsulation

MN이 인터넷 상의 CN에 패킷을 전송할 경우에는 HA와 FA간에 구성된 터널을 이용하지 않는다. MN은 자신에게 할당된 home address를 이용하여 일반적인 IP 라우팅을 통해 직접 패킷을 전달한다. Mobile IP의 라우팅을 도식화하면 그림2와 같다.

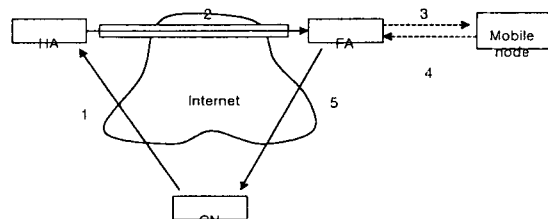


그림 2. Mobile IP 패킷 라우팅

인터넷 상의 CN은 MN의 home address를 이용하여 패킷을 전송한다. 이 패킷은 전통적인 IP 라우팅에 의하여 MN의 home network에 도착하게 된다. Home network의 HA는 패킷의 목적지 주소를 확인한 후 MN이 home network 상에 존재하지 않으면 등록된 COA를 이용하여 패킷을 캡슐화 한다. 이 패킷은 MN이 현재 위치하고 있는 foreign network의 FA에게 터널링된다. FA로 터널링된 패킷은 IP 헤더가 벗겨지고 원래의 패킷 형태로 MN에게 전달된다. MN이 CN으로 전송하는 패킷은 FA에 의하여 전통적인 IP 라우팅 방식에 의하여 목적지로 전달된다.

2.5 Mobile IP의 성능 저하 문제

Mobile IP가 네트워크 계층에서의 라우팅 문제를 해결하였다 하더라도 MN이 네트워크와 네트워크를 데이터 전송 중에 이동하는데 따른 핸드오프 문제와 데이터링크 계층의 무선 구간에서의 높은 전송에러와 낮은 전송률 그리고 중단간 신뢰성 있는 전송을 위한 TCP의 실효성 등의 검증과 같은 문제점들이 남아있다.

특히 연결형 서비스인 TCP는 유선망의 낮은 비트 전송에러에 맞추어 설계되었기 때문에 통신 상에서 발생하는 패킷의 손실은 네트워크의 혼잡에 의한 것으로 판단하여 이를 해결하기 위한 혼잡 제어 메커니즘을 수행하게 된다. 그러나, 무선망에서의 패킷 손실은 대부분이 네트워크의 혼잡에 의한 것이 아니라 핸드오프에 의한 일시적인 단절이나 데이터링크의 높은 비트 전송에러에 의해서 발생한다. 현재 대부분의 인터넷 서비스가 사용하고 있는 TCP는 제한된 대역폭, 높은 전송 지연, 산발적인 비트 에러, 일시적인 연결 두절 및 핸드오프 등과 같은 특징을 갖는 무선망에 그대로 적용할 경우 오히려 불필요한 메커니즘의 호출로

인한 중단간 Throughput의 저하를 가져온다 [3,4].

Mobile IP의 성능개선을 위한 방안은 크게 두 가지 형태로 구분 지을 수 있다. 첫 번째가 MN의 핸드오프에 의한 등록 절차를 개선하여 패킷의 손실을 줄이는 것이고 두 번째는 TCP에서의 불필요한 흐름제어 수행을 방지하여 전송 효율을 높이는 것이다.

3. Mobile IP 성능향상 방안

3.1 등록 절차 개선

MN의 핸드오프 시 표준 Mobile IP 등록에서는 MN이 이동한 네트워크에서의 이동 대행자 검색과 등록 절차를 완료해야만 패킷의 송수신을 수행할 수 있다. 이러한 핸드오프 과정이 완료되기 전에는 HA는 MN이 아직 이전의 네트워크에 있다고 인식하게 됨으로써 잘못된 FA로 패킷을 터널링하고 이 패킷들은 손실된다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로 다음의 두 가지 방안이 발표되었다.

Smooth handoff[13] - 핸드오프에 의한 패킷 손실을 막기 위하여 MN이 이동하기 이전의 FA로 터널링된 패킷을 새로운 FA로 다시 터널링하는 방안으로 그림3과 같은 절차로 수행된다. MN이 새로운 네트워크로 이동하더라도 이전의 FA는 계속해서 MN과의 바인딩을 유지한다. MN은 이동한 네트워크에서 FA를 찾아 등록요청 메시지를 새로운 FA로 전달한다. 새로운 FA는 등록요청 메시지를 HA로 전달하면서 이전의 FA로 MN의 이동을 알린다. 이전의 FA는 새로운 FA에게로 등록이 완료되기 전까지 잘못 전달되어 온 패킷을 버퍼링하고 있다가 다시 터널링하여 전송한다. 핸드오프 과정이 완료되면 이전의 FA는

MN과의 바인딩을 종료하고 HA는 새로운 등록된 FA로 패킷을 터널링한다.

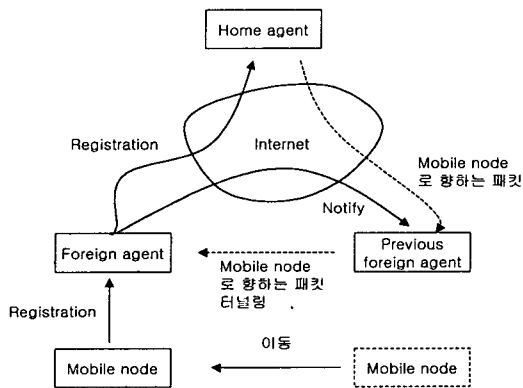


그림 3. Smooth handoff

Hierarchical foreign agents[14] - 그림4와 같이 FA를 계층적으로 구성함으로써 핸드오프의 발생 시 지역적인 등록을 수행하여 등록으로 인한 패킷 손실을 최소화 방식이다. 그림4에서 MN이 FA7 네트워크 안에 있지만 HA는 FA7과 터널을 구성하지 않고 FA1과 터널을 구성한다. MN까지의 패킷을 보내기 위하여 계층 구조상에서 경로를 따라가며 FA7까지 다단계 터널이 구성된다. 이때 MN이 FA7 네트워크에서 FA8 네트워크로 이동하였다면 등록 절차는 FA8과 HA 사이에서 수행되는 것이 아니라 FA8과 FA4사이에 지역적으로 수행된다. 즉, FA4에서 터널의 방향이 FA7에서 FA8로 지역적으로 변경됨으로써 핸드오프에 소요되는 시간을 줄이고 HA와 MN 사이의 전송 상에 있던 패킷의 손실을 최소화한다. 만약 MN이 FA9 네트워크로 이동하였다면 등록 요청 메시지는 FA6, FA3, FA1의 순으로 전파되어 터널을 구성한다. 이때 HA는 MN의 이동에 대해서는 인식하지 못한다. 계층형 FA는 MN이 빠른 속도로 이동할 때 효과적이다.

Smooth handoff는 버퍼링을 이용하여 패킷이

손실을 방지할 수 있는 장점이 있지만 이동 단말기가 빠른 속도로 이동하는 경우에 효과적으로 대응할 수 없으며 FA에서 버퍼링하기 위해 필요로 하는 리소스요구가 크다. 계층형 FA는 핸드오프가 지역적으로 발생함으로써 빠른 핸드오프를 수행하고 패킷 손실을 최소화한다. 계층형 핸드오프는 FA를 계층구조로 구성하기 위한 효율적인 방안을 필요로 하고 최상위 FA의 부담이 커지는 단점이 있으며 만약 최상위 FA에 장애가 발생한 경우 모든 세션이 종료하여야 하는 문제점이 있다.

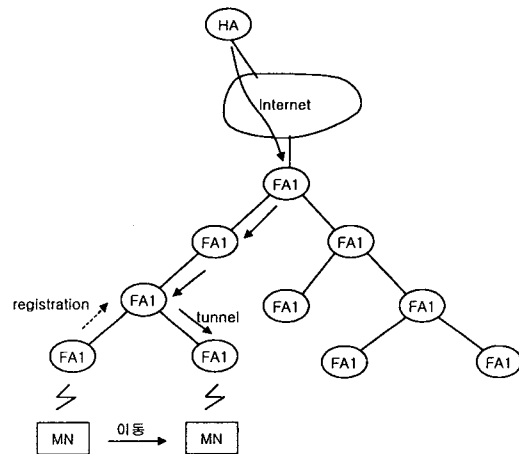


그림 4. Hierarchical foreign agents

3.2 TCP 전송성능 개선

무선망에서의 종단간 throughput 향상을 위한 방안은 End-to-End 프로토콜, split-connection 프로토콜, 링크 계층 프로토콜의 세 가지로 크게 나누어 볼 수 있다. End-to-End 프로토콜은 무선망의 존재 여부를 모든 노드들이 알고 있는 것을 전제로 하는 프로토콜로, 패킷의 재전송 시 타임아웃에 의존하지 않고 하나의 윈도우에 여러 개의 패킷을 회복할 수 있도록 하는 선택적 acknowledgement[5] 방법과 패킷 손실의 원인이 혼잡에 의한 것이 아니라 다른 원인으로 발생하였음을

알려서 불필요한 혼잡 제어 메커니즘의 수행을 방지하는 ELN(Explicit Loss Notification) 방법을 주로 이용한다. Split-connection 프로토콜은 유선망과 무선망의 연결을 2개의 독립된 연결로 분리하고 각자에게 적합한 프로토콜을 각각 적용하는 방법이다. 링크 계층 프로토콜은 지역적인 신뢰성을 제공하는 프로토콜로써 무선망과 관련된 손실을 전송계층에게 숨김으로써 throughput의 향상을 가져오는 것이다.

버클리 Snoop 프로토콜 - Snoop 프로토콜[6]은 유선망과 이동 단말기 사이에 단일 홉의 무선 링크로 이루어진 네트워크에 대한 TCP 성능 향상을 위해 설계된 TCP 인식 링크계층 프로토콜이다. 즉, TCP 패킷의 정보를 읽을 수 있는 데이터 링크 계층의 소프트웨어인 snoop 모듈을 사용한다. MN에 인접한 BS(Base Station)에 snoop 대행자를 설치하여 지나가는 모든 패킷의 TCP 헤더를 검사하고 MN에 의해 acknowledgement 되지 않은 패킷은 BS의 캐시에 저장한다. 만약 snoop 대행자가 MN으로부터 전송되는 중복 acknowledgement를 감지하게 되면 선택적 재전송 방식을 이용 BS의 캐시에 저장된 패킷을 이동 노드로 재전송 한다. 이를 통해 MN의 중복 acknowledgement를 상대편 노드로 전송하는 것을 방지하게 되어 상대 노드가 불필요한 혼잡제어를 시행하는 것을 막을 수 있다.

Snoop 프로토콜에서 핸드오프는 HA, MN, BS(FA)가 관여하여 해결한다. 만약 핸드오프가 발생할 경우 MN의 BS가 새로운 BS로 바뀌게 되고 이 과정 중의 데이터 전송은 HA가 책임지고 관리한다. BS는 자신의 네트워크 영역에 위치한 모든 MN들에게 주기적으로 beacon 메시지를 보낸다. MN은 이러한 beacon들의 세기를 계산하여 자신이 언제 핸드오프를 해야 하는지의 여부를

결정하게 된다[12]. 이동 노드가 핸드오프에 대한 결정을 HA에 알리게 되면 HA는 이동 노드로 향하는 모든 데이터를 현재의 BS와 새롭게 바뀌게 되는 BS 모두에게 멀티캐스팅을 이용하여 전송함으로써 이동 후에 데이터를 이전 BS에서 변경된 BS로 포워딩 해야 하는 과정을 생략하였다.

Indirect TCP (I-TCP) - I-TCP[7]는 split-connection의 초기방법으로 유선망의 고정 노드와 mobile node를 MSR(Mobile Support Router : I-TCP에서의 BS 또는 FA)을 기준으로 TCP 연결을 논리적으로 분리하고 MN으로 전송되는 패킷이 MSR에 도착하면 그 패킷에 대한 acknowledgement를 MSR이 MN 대신 보내게 된다. MSR과 MN 사이에는 반드시 TCP를 사용하지 않아도 된다. I-TCP의 경우 TCP acknowledgement가 end-to-end가 아니라는 문제점이 발생한다.

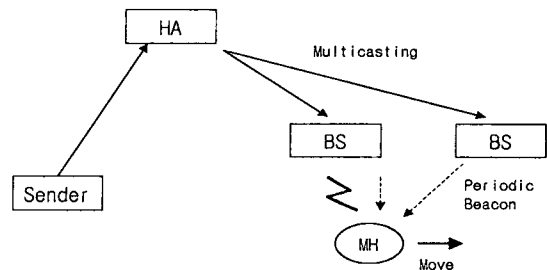


그림 5. Snoop 프로토콜의 핸드오프 시 멀티캐스팅

그림6에서 I-TCP의 핸드오프 과정을 보면 MSR1의 cell 안에 위치하는 MN이 고정망의 노드와 연결을 요청하면 먼저 MSR-1은 이를 위해 MN과 무선 구간의 TCP를 연결한다. 그리고, MN이 연결을 요청한 고정 노드와 일반적인 TCP 연결을 구성한다. 고정 노드와의 연결에 사용하는 소켓은 MN의 주소와 포트를 사용한다. 만약 MN이 MSR-2로 cell을 바꾸면 MSR-1에서 만들어

진 두 개의 소켓 정보를 MSR-2로 넘겨주게 된다. MSR-2는 MSR-1에서 넘겨받는 소켓의 정보와 동일한 두 개의 소켓을 만드는데 이것으로 핸드오프의 과정은 끝나게 된다. 핸드오프 이후에 MN과 고정노드의 연결 정보에는 변화가 없다. 즉, MN과 고정 노드는 핸드오프의 발생을 알지 못한다.

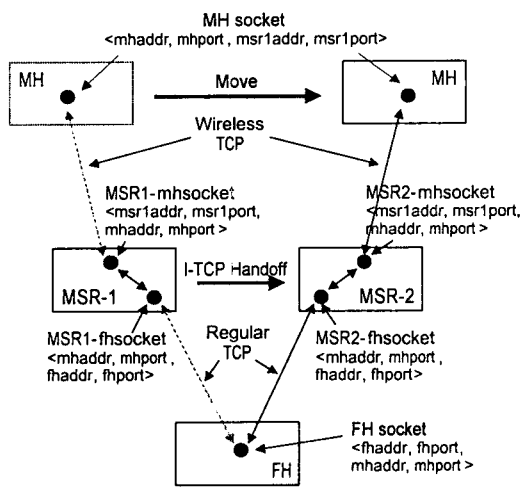


그림 6. I-TCP에서 핸드오프 과정

Mobile TCP (M-TCP) - M-TCP[8]는 I-TCP와 동일하게 split-connection 방식이나 BS와 MN 사이의 전송을 기존의 프로토콜을 사용하지 않고 선택적 재전송 방식을 구현한 세션 계층 프로토콜을 사용하는 것이 다르다.

Fast retransmission - Fast retransmission[9]은 무선망의 특성으로 인한 패킷 손실보다는 핸드오프에 의한 패킷 손실에 중점을 두고 있다. 핸드오프를 cell이 중첩되어 있는 경우, 0초의 지연이 있는 경우, 1초의 지연을 갖는 경우의 3가지로 구분하여 설명할 수 있다. 첫 번째의 경우에 가장 우수한 성능을 보이며, 두 번째의 경우는 한번의 timeout을 기다려야 하고, 세 번째의 경우는 두 번의 timeout을 기다려야 한다. 세 번째 경우에

는 두 번째 timeout은 첫 번째 timeout의 두 배가 되는 시간을 기다려야 할 것이다. 즉, 핸드오프 시 기존의 TCP는 손실된 패킷을 재전송하기 위해 재전송 timeout동안 기다려야 하므로 통신상의 정지상태가 오랫동안 지속된다. 하지만 fast retransmission을 이용하면 timeout동안 기다리지 않고 패킷 손실이 발견되면 즉시 해당 패킷을 재전송 하여 지연 시간을 줄인다.

그림7에서 기존의 TCP에서는 핸드오프에 의한 패킷 손실이 발생하면 네트워크의 혼잡상태가 좋아질 때까지 재전송 timeout동안 기다린다. 하지만 패킷 손실의 원인이 혼잡에 의한 것이 아니므로 이런 정지 상태는 무의미하다. 따라서 핸드오프가 완료된 후 곧바로 고정 노드는 손실된 패킷을 MN에게 재 전송함으로써 지연 시간을 줄인다.

Fast retransmission은 패킷의 소실이 핸드오프에 의한 것인지 아니면 혼잡에 의한 것인지 고정 노드에서 인식할 수 있도록 기존의 TCP를 수정해 주어야 하는 문제점이 있다.

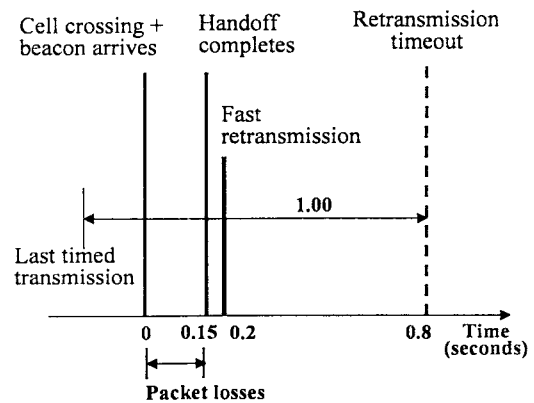


그림 7. 핸드오프 이후의 빠른 재전송

Delayed Duplicated Acknowledgement - 송신측에 손실된 패킷의 재전송을 요구하기 전에 무선 링크 상에서 어떠한 지역적인 재전송이 가능

하도록 손실된 패킷에 대한 중복 acknowledgement 전달을 지연시키는 방식이다. 모든 노드에 상태 플래그를 두어 IP의 핸드오프에 의한 일시적인 패킷 손실은 지역적인 재전송만을 수행하고 망의 혼잡에 의한 연속적인 패킷 손실의 경우에는 TCP의 혼잡제어를 수행하게 한다.

Explicit Bad State Notification (EBSN) - 핸드오프 중에 이동 노드로 잘못된 전송이 시도될 때마다 BS는 데이터 송신측으로 explicit bad-state notification을 전송한다. 송신측은 EBSN[10]을 수신하게 되면 재전송 타이머를 원래의 값으로 reset 시켜 윈도우 크기를 줄이는 것을 방지함으로써 혼잡제어 수행을 취소하게 된다. 이 방식은 송신측의 TCP 코드가 변경되어야만 가능하다.

Freeze TCP - TCP의 흐름제어에서 만약 수신측의 버퍼가 모두 차게 되면 수신측은 자신의 윈도우가 0으로 축소되었음을 알리게 된다. 이때 송신측은 persist 모드로 전환되는데 재전송 타이머와 윈도우 크기를 고정시킴으로서 slow start에 의한 지연 시간을 피할 수 있다. Freeze-TCP[11]는 이러한 TCP의 흐름제어를 이용한 것으로 연결을 고정 노드와 BS, BS와 이동 노드로 나누고 BS에서 연결 해제나 패킷의 손실이 감지되면 송신측으로 zero window size를 갖는 acknowledgement를 보냄으로써 송신측이 persist 모드로 전환 되도록 한다. Freeze-TCP는 흐름제어의 slow start에 의한 지연시간을 줄이고자한 것으로 데이터의 전송 에러는 감수하는 종단간 프로토콜이다.

4. Mobile IP 성능 향상 연구방향

Mobile IP의 기본요구 사항은 기존의 네트워크 인프라를 그대로 유지하면서 이동성을 지원하는

것이다. 따라서, Mobile IP의 성능향상 방안은 다음의 조건을 고려하여야 한다.

- 기존 네트워크 인프라와의 연동성
- 암호화된 트래픽
- 데이터와 acknowledgement의 경로 차이
- 종단간 제어
- 중간 대행자를 이용하는 경우 시스템의 성능 문제

Mobile IP 환경에서의 전송성능 향상은 두 가지 측면에서 고려되어야 한다. 첫 번째가 무선 환경에 의한 패킷의 손실이고 두 번째가 MN의 핸드오프에 의한 패킷의 손실이다. 대부분의 연구에서는 성능향상을 위하여 종단간 acknowledgement의 전달 방법의 개선, 빠른 제어수행을 사용하고 있다.

본 검토를 기반으로 효율적인 성능향상을 위해 터널링되는 패킷에 관리정보를 실어보내는 방안을 검토하고자 한다. Mobile IP의 터널링을 위한 캡슐화 시에 핸드오프에 대한 정보를 캡슐화된 새로운 패킷에 실어 보냄으로써 MN의 핸드오프를 HA와 FA가 사전에 감지하여 패킷의 전달을 제어함으로써 핸드오프에 대한 패킷손실을 방지하고, 무선망에 의한 패킷손실은 HA와 FA 그리고 이동 단말기간의 3단계 acknowledgement 전달 기법을 통해 대행자에서 캐시 해야 하는 데이터의 양을 최소로 하는 방향을 연구한다.

5. 결 론

현재까지 제안되고 있는 대부분의 방안들은 Mobile IP의 전송성능 향상을 위해 IP 계층이 아닌 TCP 또는 데이터 링크 계층의 기능을 이용함으로써 무선 환경이 갖는 두 가지 성능 저하요인을 한꺼번에 해결하지 못하고 있다. 또한, Ad-Hoc 네트워크와 블루투스과 같이 고정 스테이션이 없

는 이동 네트워크에도 적용 가능한 방안의 연구가 필요하다. 이를 위해서는 전통적인 IP에서는 수행하지 않는 IP 계층에서의 관리정보 교환을 통한 제어가 Mobile IP에는 필요하다고 본다.

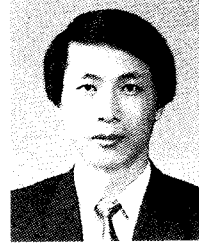
참 고 문 헌

- [1] Charles E. Perkins, "Mobile IP: Design Principles and Practices," Addison-Wesley, 1998.
- [2] James D. Solomon, "Mobile IP: The Internet Unplugged," Prentice Hall, 1998.
- [3] W. R. Stevens, "TCP/IP Illustrated, Vol. 1," Addison-Wesley, Nov. 1994.
- [4] V. Jacobson, "Congestion avoidance and control," in Proc. ACM SIGCOMM '88, Aug. 1988.
- [5] H. Balakrishnan, V. N. Padmanabhan, S. Seshan, and R. H. Katz, "A Comparison of Mechanisms For Improving TCP Performance Over Wireless Links," IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 5, no. 6, Dec. 1997.
- [6] H. Balakrishnan, S. Seshan, E. Amir and R. H. Katz, "Improving TCP/IP performance over wireless networks," in Proc. 1st ACM Int'l Conf. on Mobile Computing and Networking (MOBICOM), Nov. 1995.
- [7] A. Bakre and B. Badrinath, "I-TCP: Indirect TCP for mobile hosts," Technical Report DCS-TR-314, Dept. of Computer Science, Rutgers Univ., Oct. 1994.
- [8] Kevin Brown, Serush Singh, "M-TCP: TCP for Mobile Cellular Networks," Dept. of Computer Science, South Carolina Univ., Jul. 1997.
- [9] R. Caceres and L. Iftode, "Improving the performance of reliable transport protocols in mobile computing environments," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 13, no. 5, Jun. 1995.
- [10] Michael E. Kounavis, "A study on the design, performance and implementation of Transport Layer Protocols over Wireless Links," Dept. of Electrical Eng., Columbia Univ., 1996.
- [11] Tom Groff, James Moronski, D.H. Phatak, "Freeze TCP: A true end-to-end TCP enhancement mechanism for mobile environments," IEEE INFOCOM 2000, Jun. 2000.
- [12] H. Balakrishnan, S. Seshan, R. H. Katz, "Improving reliable transport and handoff performance in cellular wireless networks," ACM Wireless Networks, vol. 1, Dec. 1995.
- [13] D. B. Johnson and C. E. Perkins, "Route Optimization in Mobile IP," draft-ietf-mobileip-optim-05.txt, Nov. 1996.
- [14] R. Caceres and V. Padmanabhan, "Fast and Scalable Handoffs for Wireless Networks," ACM MOBICOM '96, Nov. 1996.



김 호 철

- 1989년 경북대학교 전자공학과 전산전공 졸업(공학사)
- 1989~1995 삼성전관 종합연구소 연구원
- 1995~1996 삼성중공업 기술지원팀
- 1997~1999 영남대학교 대학원 멀티미디어통신공학과 (공학 석사)
- 1999~2001 영남대학교 대학원 멀티미디어통신공학과 (박사 수료)
- 2001~현재 울산과학대 컴퓨터정보학부 전임강사



정 연 기

- 1982년 2월 영남대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 1984년 2월 영남대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
- 1996년 2월 영남대학교대학원 전자공학과 졸업(공학박사)
- 1985년 3월~1990년 2월 가톨릭상지대학 전산정보처리과 조교수
- 1990년 3월~현 재 경일대학교 공과대학 컴퓨터공학과 부교수
- 1998년 1월~1998년 12월 호주 뉴캐슬대학교 전기 및 컴퓨터공학과 교환교수
- 관심분야 : 멀티미디어 통신, ATM/B-ISDN 기반의 초고속 정보 통신망, TMN/TINA 체계의 통신망 운용관리