

IP 계층 핸드오프 중 외부에이전트 도움 없는 사전등록 수행방법

김장식, 강대욱
전남대학교 전산학과

Pre-Registration Performance Method without Foreign Agent Helping

Jang-Sik Kim, Dae-Wook Kang
Dept. of Computer Science, Chonnam National University

요 약

IP층 핸드오프 중에 등록 지연(latency)과 지연으로 야기된 패킷 손실(loss)이 존재할 수 있으며, 이 지연은 실시간 서비스 또는 지연에 민감한 서비스에 크게 영향을 미친다. 이러한 지연을 해결하기 위해서 IETF는 사전등록(Pre-Registration)을 할 수 있는 Low Latency Handoff를 제안했다. 여기에서는 이전 외부에이전트(oFA)와 새로운 외부에이전트(nFA)가 존재하여야 되며, 만약 nFA가 없다면 사후등록(Post-Registration)을 수행하게 된다. 그러나 다양한 네트워크환경에서 외부에이전트가 존재하지 않은 경우도 있을 수 있다. 본 논문에서는 이러한 상황에 적응하도록 링크계층 정보를 이용하여 사전등록을 할 수 있도록 제안한다.

1. 서론

IETF (Internet Engineering Task Force)은 무선망과 이동 호스트를 고려하여 Mobile IP[1]라는 프로토콜을 제안했다. 이 프로토콜로 홈에이전트(Home Agent)와 외부에이전트(Foreign Agent)를 가지고 무선 환경에서 언제, 어디서든지 이동 호스트들이 자신의 IP 주소 변경 없이 자신의 IP 주소와 외부에이전트에서 새로이 얻은 임시 CoA (Care-of Address)을 가지고 다른 호스트들과 서로 통신할 수 있도록 되었으나 기존의 TCP/IP 환경에서 발생하지 않은 몇 가지 사건들이 Mobile IP에서 발생하였다.

그 중 한가지는 이동 호스트들이 현재 자신이 속해 있는 네트워크에서 새로운 네트워크로 이동할 때 발생하는 핸드오프(Handoff)이다. IP 핸드오프 중에 발생하는 문제점들은 에이전트의 변경으로 인한 자료 손실(loss)과 등록과정의 전송 지연(latency) 두 가지로 나눌 수 있다. 그래서 핸드오프 중에 자료의 손실을 막기 위해 Optimized Smooth Handoff[2]가 제안되었으며, 전송 지연을 최소화하기 위해 IETF의 mobileip 워킹 그룹이 Mobile IPv4에서는 Low Latency Handoff[4], Mobile IPv6에서는 Fast Handover[3]를 제안 중이다. 위의 두 문서는 링크계층의 정보인 2계층 트리거(Trigger)를 이용하여 핸드오프를 예측하여 2계층 핸드오프 수행 전에 홈에이전트에게 등록요청 수행함으로써 등록에 지연되는 시간을 줄인다.

역캡슐화(Decapsulation)가 가능하며, 터널의 끝으로 사용될 수 있는 이동노드는 외부에이전트가 존재하지 않은 무선 네트워크에서도 홈에이전트에서 전달된 데이터그램을 받을 수 있다[5]. 그러나 위에서 언급한 Low Latency Handoff에서 링크계층의 예측기법을 사용하여 사전등록

(Pre-Registration)을 하는 경우에 이동노드가 홈에이전트의 터널의 끝이 되는 경우에 대한 언급이 없으며, 3계층의 핸드오프 중에 외부에이전트들에게 많은 역할들을 부여한다.

본 논문에서는 이러한 외부에이전트가 존재하지 않은 상황에서 핸드오프 중 등록지연을 줄이기 위해 링크계층의 정보를 이용하는 Low Latency Handoff의 사전등록 매커니즘이 수행되어질 수 있도록 제안한다.

본 논문의 구성은 2장에서는 기존 Mobile-IP에 대한 연구와 동작 원리의 간단한 소개와 여러 가지 핸드오프 정책들과 MosquitoNet을 소개하며, 그 중 현재 진행 중인 Low Latency Handoff의 사전등록 기법을 자세히 소개한다. 3장에서는 외부에이전트가 존재하지 않은 경우 사전등록 방법을 기술하며, 4장에서는 기존의 방식과 개선된 방식을 비교한다. 5장에서는 결론 및 향후 연구과제를 다루고자 한다.

2. 관련 연구

2.1 Mobile IP

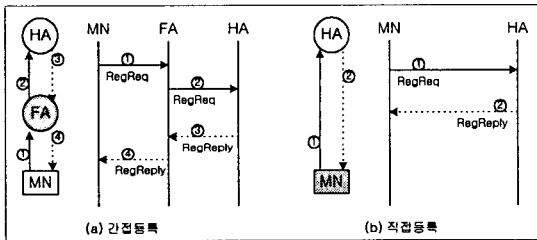
기존의 인터넷 프로토콜에서 노드들은 고정된 점에 존재해야 하며, 각각의 노드들은 IP 주소를 통해서 노드 자신이 현재 속한 네트워크를 알았다. 그러나, 한 노드가 IP 주소의 변화 없이 인터넷상에서 이동한다면 올바르게 데이터그램을 목적지로 전달하거나 수신하는 것이 불가능할 것이다. 이러한 문제를 극복하기 위해 연구된 것이 Mobile IP이다.

Mobile IP에서 정의한 구성 요소는 이동노드(Mobile Node, MN), 홈에이전트(Home Agent, HA), 그리고 외부에이전트(Foreign Agent, FA) 세 가지가 있다. 자신의 IP 주소의 변경 없이 서로 다른 네트워크간을 이동할 수 있는 호스트 또는 라우터를 이동노드라 한다. 이동노드는 자신의

홈 네트워크에 있다면, 자신의 홈 네트워크에 등록을 한다. 이동노드가 홈 네트워크로부터 다른 외부 네트워크로 이동한다면, 이동노드는 이동성 에이전트인 외부에이전트를 발견할 것이고 이 에이전트를 거쳐서 HA에게 등록을 시도한다. FA은 MN가 이동했고 MN로 보내질 모든 패킷들이 외부 네트워크로 포워드를 해주어야 된다고 HA에게 알려준다. 이 때 터널링을 통하여 패킷들을 포워드하며, 이 터널의 끝인 CoA (Care-of Address)은 FA 주소이거나 MN의 임시 주소가 될 수 있다. HA은 MN에게 보내질 패킷들의 포워딩을 책임진다.

MN가 터널의 끝인 Colocated CoA인 경우는 이동노드가 DHCP와 같은 서버로부터 임시 혹은 계속적으로 주소를 할당받을 수 있고, 자신이 역캡슐화를 수행 할 수 있다면, 외부에이전트가 존재하지 않아도 상대노드들과 통신을 할 수 있는 장점을 가진다.

Mobile IP의 기본적인 동작은 광고(Advertisement), 등록(Registration), 데이터그램 전달(Delivering Datagram) 3가지이며, 광고는 에이전트들이 자신의 존재를 알리기 위해 주기적으로 자신의 네트워크 주소를 내포한 에이전트 광고 메시지를 방송하는 것이다. 이 메시지를 수신하는 이동노드들은 현재 자신의 네트워크 주소와 새로 받은 네트워크 주소를 대조하여 만약 주소가 서로 같다면 이동하지 않았다고 판단하고 그렇지 않다면 이동했다고 판단한다.



(그림 1) Mobile IP에서 사용하는 두 가지 등록과정

등록과정은 FA나 MN가 패킷들을 포워드 받기 위해서 이동 노드가 다른 네트워크로 이동 후 홈에이전트에게 자신의 새로운 위치를 통보하여 이에 대한 응답을 받는다.

(그림 1)의 (a)는 FA을 주소를 터널의 끝으로 사용하는 경우로 이동노드가 FA에게 등록요청 메시지를 보내면 FA가 HA에게 등록 요구를 하는 간접적인 방식이고, (그림 1)의 (b)는 이동노드 자신이 터널의 끝으로 이동노드가 직접 HA에게 등록하는 방식이다.

데이터그램 전달은 정상적인 등록이 이루어진 다음, 이동노드와 통신을 원하는 상대노드 (Correspondent Node, CN) 사이에 데이터그램을 주고받은 동작을 말한다.

2.2 Low Latency Handoff

Low Latency Handoff는 핸드오프 이후 Mobile IPv4 등록과정에서 이동노드가 IP 패킷을 주고받을 수 없는 기간을 최소화함으로써 실시간 서비스나 지연에 민감한 서비스의 지원을 수행한다.

핸드오프는 이동노드의 2계층 연결점이 한 무선네트워크 제어장치로부터 다른 제어장치로 이동하는 2계층 핸드오프와 이동노드가 CoA을 변경 통하여 FA간을 이동하는 3계층 핸드오프가 있다.

이 프로토콜은 2계층 핸드오프 전에 2계층의 정보를 사용하여 새로운 외부에이전트 (nFA)에 대한 등록과정을 미리 수행함으로써 3계층 핸드오프 중에 발생하는 등록지연을 감소시키는 사전등록 (Pre-Registration) 방식과 등록과정을 완료하기 전에 또 다른 네트워크로 이동하거나 계속적인 실시간 서비스를 받고 있는 이동노드를 위한 사후등록 (Post-Registration) 방식으로 구성되어 있다.

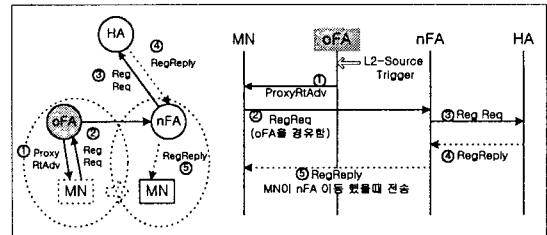
본 논문에서는 새로운 외부에이전트가 존재하지 않은 상황에서 사전등록을 통하여 핸드오프 시에 발생할 수 있는 등록지연을 줄여 성능을 향상시키기 때문에 사전등록에 대해서만 다룬다.

사전등록은 이동노드가 HA에게 등록요청 메시지를 2계층 핸드오프 전에 보내기 위해서 oFA, nFA, 그리고 MN이 이동 전에 발생하는 2계층 트리거를 받아 MN이 미리 등록을 수행할 수 있도록 조작하는 방식이다.

2계층 트리거 (L2 Trigger)는 2계층의 핸드오프 과정에서 발생하는 사건들의 신호이며, 추상 메커니즘이다. 이 트리거는 2계층 핸드오프 전이후에 발생한다.

여기에는 사용되는 트리거는 L2-ST (Source Trigger), L2-TT (Target Trigger), L2-MT (Mobile Trigger), 등이 존재한다. L2-ST은 oFA(old Foreign Agent)에서 발생한 L2 트리거이며, oFA에게 L2 핸드오프가 곧 발생할 것이라는 것을 알려준다. L2-TT은 nFA (new Foreign Agent)에서 발생하는 L2 트리거이며, nFA에게 이동노드가 곧 nFA 자신에게로 핸드오프 할 것을 알린다. L2-MT은 어떠한 nFA로 이동을 알리는 이동노드에서 발생하는 L2 트리거다.

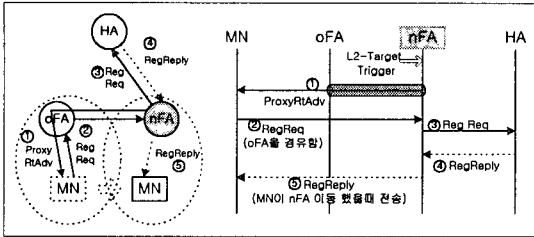
proxyRtAdv와 proxyRtSol은 기존의 RtAdv와 RtSol과 같은 메시지 형태이나 메시지의 안의 CoA는 oFA의 CoA가 아닌 새로이 획득할 nFA의 CoA가 포함되어져있다.



(그림 2) oFA 3계층 핸드오프 등록과정과 시간도표

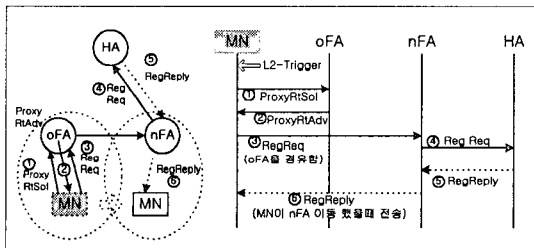
“oFA 3계층 핸드오프 사전등록 방식”의 시작은 (그림 2)와 같이 oFA가 L2-소스 트리거를 받게되면 시작한다. 먼저 이동을 감지한 oFA는 MN에게 proxyRtAdv 메시지를 보낸다. 이 메시지는 oFA의 정보가 들어 있지 않고 라우터 광고 (Router Advertisement) 메시지로 미리 얻은 nFA의 정보를 가지고 있다. 그렇기 때문에 이동노드는 현재 oFA 영역에 있으면서 자신이 nFA로 이동한 것으로 판단하여 nFA을 홈에이전트에게 등록을 시키기 위해서 등록요청 메시지를 oFA을 거쳐서 nFA에게 보낸 후 이동노드는 링크계층 핸드오프를 시작한다.

nFA은 이동노드로부터 등록요청 메시지를 수신하고 그에 따라 Mobile IP처럼 홈에이전트에게 등록요청 메시지를 보낸다. 등록요청 메시지를 받은 홈에이전트가 등록응답 메시지를 nFA에게 보내면, nFA은 링크계층 핸드오프를 끝낸 이동노드에게 등록응답 메시지를 보내서 등록이 이루어짐을 알려 데이터그램을 전송 받을 수 있도록 한다.



(그림 3) nFA 3계층 핸드오프 등록과정과 시간도표

(그림 3)은 nFA가 L2-타겟 트리거를 받게되면 oFA에서 3계층 핸드오프를 시작하는 그림이다. 이동 노드의 이동을 감지한 트리거를 받게되면 nFA은 터널을 만들어 oFA까지 ProxyRtAdv 메시지를 보내면 oFA은 이를 이동노드에게 보낸다. 이 메시지를 받은 이동노드는 역시 현재 자신이 가지고 있는 정보가 새로이 받은 정보와 다르다는 것을 알고 nFA을 통해서 홈에이전트로 등록을 시도하며, 나머지 과정 위의 oFA에서 3계층 핸드오프 사전등록 방식과 같다.

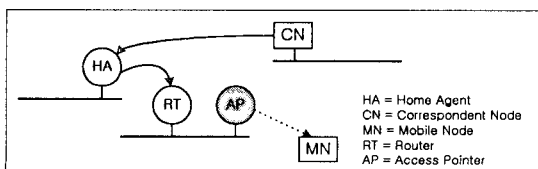


(그림 4) MN 3계층 핸드오프 등록과정과 시간도표

이동노드가 nFA로 이동 예상 L2-트리거를 받게되면 (그림 4)와 같이 3계층 핸드오프는 시작된다. 2계층 트리거는 nFA의 IP 주소 식별자(즉, nFA의 IP 주소나 nFA의 IP 주소로 바꿀 수 있는 식별자)와 같은 정보를 포함하고 있다. L2-트리거를 받은 이동노드는 3계층 핸드오프 사전등록 방식을 수행하기 위해 oFA에게 ProxyRtSol (Proxy Router Solicitation) 메시지를 보내면, oFA은 ProxyRtAdv 메시지를 이동노드에게 보낸다. 역시 이 메시지 속에는 oFA의 광고 메시지가 있지 않고 nFA의 광고 메시지가 있기 때문에 이동노드는 다른 영역으로 착각하여 사전등록을 수행한다.

2.3 MosquitoNet

MosquitoNet[5]에서는 (그림 5)와 같이 외부에이전트가 존재하지 않은 상황에서 홈에이전트에서 라우터를 거쳐 이동 노드까지 패킷을 전달 할 수 있도록 하여 다양한 네트워크에서도 Mobile IP의 작동 될 수 있도록 한다.



(그림 5) FA 존재하지 않은 경우 패킷 전달

외부에이전트의 지원을 받지 않음으로써 이동노드가 담당해야 할 몇 가지 사항은 이동노드는 외부에이전트의 기능을 가져야 하고 임시 IP주소를 DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)에서 할당받아야 하며, 패킷의 캡슐화와 역캡슐화 하는 능력이 있어야 한다.

따라서 Low Latency Handoff의 등록지연 감소를 위한 사전등록은 외부에이전트가 존재하지 않은 상황에서도 수행될 수 있도록 더 향상된 유통성을 가져야 한다.

3. 제안 기법

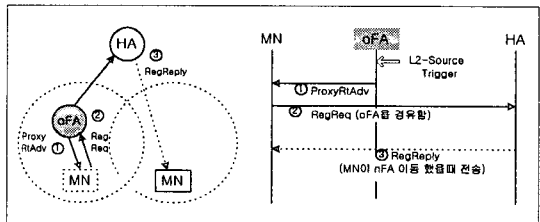
3.1 제안 기법의 개요

본 논문에서는 이동노드가 HA로부터 떨어져 oFA (old FA)로 불리는 현재의 외부에이전트부터 서비스를 받고 있는 현재의 무선 네트워크 영역에서 새로운 외부에이전트 (nFA)로 불리는 에이전트로부터 HA에서 터널을 통하여 포워딩된 데이터그램을 서비스 받을 수 없는 무선 영역으로 이동할 때 이동노드나 외부에이전트에서 발생하는 2계층의 정보인 트리거를 이용하여 2계층 핸드오프가 일어나기 전에 이동노드가 홈에이전트에게 미리 등록을 요청할 수 있도록 하였으며, 또한 이동노드 스스로가 FA 역할을 하며 상대노드와 통신 상태 있으면서 또 다시 nFA가 존재하지 않은 네트워크로 움직일 때 사전등록을 수행할 수 있도록 하였다.

3.2 제안 기법의 동작원리

Low Latency Handoff에서는 2계층의 정보를 받아 3계층 핸드오프의 사전등록을 유도할 수 있는 주체는 oFA, nFA, 그리고 이동노드가 존재하였으나, 여기서 제안한 방법 nFA가 존재하지 않은 다고 가정하기 때문에 사전등록을 유도할 수 있는 주체는 oFA와 이동노드 두 가지가 된다.

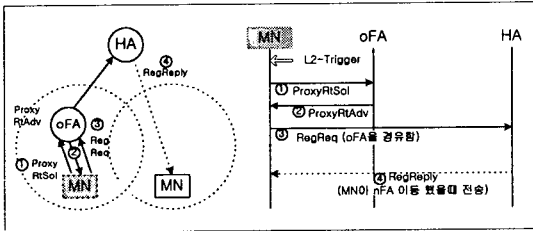
이동노드는 MostquitoNet에서처럼 이동 하고자 하는 새로운 네트워크에서 IP를 붙여 받을 수 있고, IP 캡슐화와 역캡슐화 능력을 가지고 있다.



(그림 6) oFA 3계층 핸드오프 등록과정과 시간도표

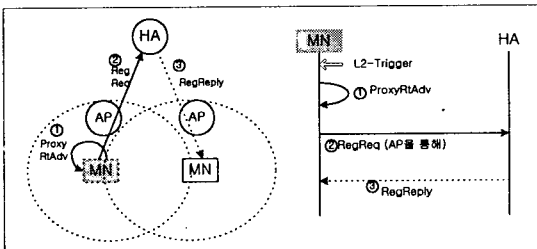
oFA에서 3계층 핸드오프 시작 방법은 (그림 6)처럼 oFA가 이동노드의 이동을 파악하여 2계층 트리거 정보를 받게 되면 3계층 핸드오프를 수행한다. oFA은 2계층으로부터 L2-ST 정보를 받게 되면 Low Latency Handoff의 방식에 의해 ProxyRtAdv 메시지를 이동노드에게 보내야 하는데, 외부에이전트가 존재하지 않아 ProxyRtAdv 메시지를 생성하여 보낼 수 없다. 그래서 사후등록이 이루어진다. 이에 대한 해결책으로 oFA은 2계층 핸드오프 이전에 등록요청 (RegReq)이 이루어질 수 있도록 하는 그리고 이동노드를

외부 에이전트로 사용할 수 있는 거짓 ProxyRtAdv 메시지를 만들어 이동노드에게 보낸다. 이 거짓 메시지를 수신 받은 이동노드는 자신의 네트워크 영역이 바뀌었다고 판단하고 oFA를 통해서 자신을 터널의 끝으로 하는 등록요청(RegReq) 메시지를 HA에게 전송하고 2계층 핸드오프를 시작한다. 2계층 핸드오프가 종료된 후 이동노드는 새로운 네트워크에서 등록응답(RegReply) 메시지를 수신 받음으로서 등록과정을 완료한다.



(그림 7) MN 3계층 핸드오프 등록과정과 시간도표

이동노드에서 3계층 핸드오프 시작 방법은 (그림 7)과 같이 이동노드가 2계층 핸드오프 전에 2계층 트리거를 받게 되면 oFA에게 ProxyRtAdv 메시지를 받기 위해 oFA에게 ProxyRtSol 메시지를 보낸다. 이 메시지를 수신한 oFA는 역시 2계층 핸드오프 이전에 사전등록을 수행할 수 있도록 예상 네트워크에 존재하지 않은 nFA의 거짓 ProxyRtAdv 메시지를 생성하여 이동노드에게 보낸다. 이 거짓 메시지를 수신 받은 이동노드는 2계층 핸드오프 전에 등록요청 메시지를 HA에게 보내도록 하며, 나머지 수행과정은 위의 oFA 3계층 핸드오프 과정과 같다.



(그림 8) FA 부재 시 핸드오프 등록과정과 시간도표

(그림 8)은 FA가 존재하지 않은 네트워크에서 다시 FA가 존재하지 않은 네트워크로 이동하는 경우에 사전등록을 수행하는 방식을 나타낸다. MN 자신이 L2-Trigger 정보를 얻게되면 자신에게 ProxyRtAdv 메시지를 보내서 사전등록이 이루어 질 수 있도록 한다.

4. 기존의 방식과 개선된 방식의 비교

(그림 9)는 기존의 방식과 개선된 방식 그리고 nFA의 유·무에 따라 핸드오프 등록절차를 나타낸다. 본 논문에서 제안한 nFA가 존재하지 않은 경우에도 nFA가 존재한 것처럼 MN의 이동 전에 사전등록을 할 수 있도록 수정되어 있다.

(그림 9)의 (a)은 Low Latency Handoff의 경우에 등록이 이루어지는 과정인데 nFA가 존재하면 사전등록이 이루어

지만 nFA가 존재하지 않게 되면 사후등록을 하도록 되어 있다. 하지만 (그림 8)의 (b)의 경우 거짓 메시지에 의해서 사전등록이 이루어지도록 되어 있기 때문에 MN의 이동보다 먼저 등록요청을 이룰 수 있다.

a) Low Latency Handoff의 경우				
nFA 존재 :	MN 이동감지	↔	등록요청	↔ MN 이동 ↔ 등록응답
nFA 부재 :	MN 이동감지	↔	MN 이동	↔ 등록요청 ↔ 등록응답
FA스 부재 :	MN 이동감지	↔	MN 이동	↔ 등록요청 ↔ 등록응답
b) 개선된 방식				
nFA 존재 :	MN 이동감지	↔	등록요청	↔ MN 이동 ↔ 등록응답
nFA 부재 :	MN 이동감지	↔	등록요청	↔ MN 이동 ↔ 등록응답
FA스 부재 :	MN 이동감지	↔	등록요청	↔ MN 이동 ↔ 등록응답

(그림 9) 기존의 방식과 개선된 방식의 등록과정 비교

5. 결론 및 향후과제

본 논문은 기존의 Low Latency Handoff에서 고려하지 않은 nFA가 없는 경우와 oFA와 nFA 둘 다 없는 상황을 고려하여 oFA와 MN의 거짓 ProxyRtAdv 메시지 발송과 이동노드를 홈 에이전트의 터널의 끝으로 사용함으로써 해결할 수 있음을 제시하였다.

향후 연구과제로는 본 논문에서 제안한 기법의 구현과 효율성을 위해서 직접적인 실험이나 모의 실험을 할 것이며, 그리고 Low Latency Handoff는 Mobile IPv4 환경에서 핸드오프 중 등록지연을 줄이는 방법이지만, Fast Handover는 Mobile IPv6 환경에서 등록지연을 줄이는 방법이기 때문에 Fast Handover에서도 본 논문에서 제안한 방식이 적용될 수 있는지 연구를 할 것이다.

6. 참고 문헌

- [1] Charles E. Perkins, "IP Mobility Support," RFC 2002, IBM, October 1996.
- [2] Charles E. Perkins and K.Y. Wang. "Optimized Smooth Handoffs in Mobile IP," The Fourth IEEE Symposium on Computers and Communications, July 1999.
- [3] Gopal Dommety, "Fast Handovers for Mobile IPv6," draft-ietf-mobileip-fast-mipv6-04.txt, <internet-draft> September 2002.
- [4] Karim El Malki, "Low Latency Handoffs in Mobile IPv4," draft-ietf-mobileip-lowlatency-handoffs-v4-04.txt, <internet-draft> December 2002.
- [5] Mary Baker, Xinhua Zhao, Stuart Cheshire, and Jonathan Stone, "Supporting Mobility in MosquitoNet," USENIX 1996 Annual Technical Conference, January 1996.