

PMIPv6 도메인 간 단말의 멀티호밍 지원 방안

박수창[○] 이의신 우부재 최영환 김상하

충남 대학교 컴퓨터 공학과

{winter[○], eslee, yufc, yhchoi}@cclab.cnu.ac.kr and shkim@cnu.ac.kr

Multihoming of Mobile Node between PMIPv6 Domains

Soochang Park[○] Euisin Lee Fucai Yu Younghwan Choi Sang-Ha Kim

Department of Computer Engineering, Chungnam National University

요 약

이동 통신망의 다양화와 단말 기술의 발전에 따라 사용자는 여러 망에 동시에 접근할 수 있게 되었다. 그래서 사용자는 데이터 통신을 위하여 상황과 필요에 따라 망을 선택할 수 있다. 또한 지역적으로 다르게 커버하고 있는 다른 망으로의 이동도 지원받을 수 있다. 최근 3GPP, WIMAX같은 이동 통신망 표준화 단체들에서 IP 이동성 제어 기술로 IETF NetLMM WG의 PMIPv6로 채택하고 표준화를 진행하고 있다. PMIPv6는 단말에 독립적인 네트워크 기반 IP 이동성 제어 기술이다. PMIPv6에서는 IP만을 가진 단말이 자신의 이동에 대한 인식 없이 핸드오버를 제공받을 수 있다. 현재 PMIPv6에서 멀티호밍 이슈들을 반영한 라우팅 방안에 대한 연구가 미흡하다. 그러므로 이러한 PMIPv6가 지원 되는 도메인에 멀티호밍 될 수 있는 상황에서 이를 네트워크 기반으로 라우팅하는 방안에 대한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 PMIPv6 도메인 간 멀티호밍을 위한 망기반 지원 방안을 제시한다.

1. 서 론

이동 통신망의 다양화와 단말 기술의 발전에 따라 사용자는 다중 인터페이스를 가진 노드를 통해서 동시에 여러 망에 접근하는 것이 가능해졌다. 이러한 환경에서 대부분의 통신 서비스 사용자는 인터페이스의 불능, 성능 향상을 위한 버티컬 핸드오프, 사업자간 이동에 대하여 끊임 없는 세션의 연속성을 보장받기 위해 여러 통신 사업자들의 노드의 멀티호밍을 요구할 것이다. 다양한 이종망이 혼재하는 차세대 이동 통신망 환경에서 대부분 이동 노드들은 다중 인터페이스를 탑재할 것이고, 이러한 이동 노드들의 멀티호밍은 빈번히 발생할 것이 예상된다. 현재 3GPP, WiMAX 등의 이동 통신망 표준화 단체들에서 IETF NetLMM WG의 Proxy Mobile IPv6 (PMIPv6) [7]를 협력 이동성 (Local Mobility) 제어 방안으로 채택하고 표준화를 진행하고 있다 [2][3]. 다시 말하면, 향후 미래에는 모든 차세대 이동 통신망 사업자들이 PMIPv6 가능한 망을 채택할 것이다. 따라서, 다양한 이종 무선 통신망이 혼재하는 차세대 이동 통신망 환경에서 다중 인터페이스를 가진 이동 노드의 멀티호밍은 이종 PMIPv6 망들로의 멀티호밍이 될 것이다.

PMIPv6는 이동 노드에 추가적인 이동지원 관련 프로토콜 스택의 탑재 없이도 협력 이동성을 지원하는 즉, 망기반 협력 이동성 제어 방안이다. 그러므로 이러한 이종 PMIPv6 망들로의 멀티호밍 또한 노드에 투명하게 망기반으로 지원 되어야만 한다. 예를 들면, 그림 1과 같이 Wibro망과 Cellular망 인터페이스를 함께

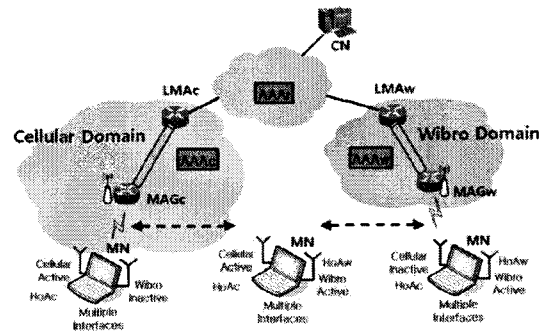


그림 1. 이종 PMIPv6 도메인 간 멀티호밍

탑재한 이동 노드가 각기 다른 사업자 망인 Wibro 망과 Cellular 망에 멀티호밍 될 경우, 노드에 투명한 멀티호밍을 위하여 Wibro 인터페이스의 고장 또는 핸드오프를 Cellular 망의 라우터에서 인식하고 세션의 연속성을 지원하여야 한다. 그러나, 현재 이러한 멀티호밍을 지원하는 방안에 대한 구체적인 표준화가 진행되고 있지 않다. 그러므로, 본 논문에서는 이동 노드에 투명한 이종 PMIPv6망들로의 멀티호밍 지원 방안을 제안하고자 한다. 제안하고자 하는 방안에서는 이동 노드의 멀티호밍을 PMIPv6망의 라우터들이 제어, 관리한다. 따라서, 다른 통신 사업자들의 멀티호밍을 이동 노드에 추가적인 스택의 탑재 없이 망기반으로 지원하기 위해서는 세가지 문제들을 해결하여야만 한다.

첫째, 라우터들은 자신에 연결된 이동 노드가 다른 PMIPv6 망에도 연결되어 있음 즉, 멀티호밍 되어있음을 알 수 있어야 한다. 둘째, 라우터들은 이동 노드가 멀티호밍 된 상대 PMIPv6 망들의 라우터들과 이동 노드에 관한 정보를 공유할 수 있어야 한다. 마지막으로 라우터들은 이동 노드의 인터페이스 상태를 감지하여 세션의 연속성을 보장을 위한 망구조 구성 및 경로 설정을 할 수 있어야 한다. 본 논문에서는 이 세가지 문제들을 해결한 멀티호밍 방안들을 제안한다. 자세한 운용에 대해서는 3장에서 설명한다.

이 후 논문 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구에 대하여 간단히 알아본다. 3장에서는 제안 방안에 대하여 자세히 설명하고, 4장에서는 결론과 향후 연구에 대하여 설명한다.

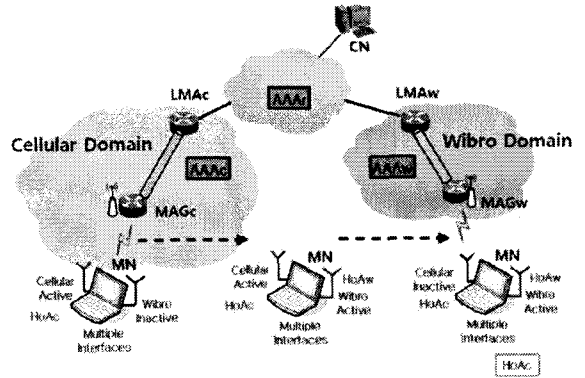


그림 2. 멀티호밍 시 데이터 전달 문제

2. 관련 연구

PMIPv6 (Proxy Mobile IPv6)[7]는 MN에 투명한 협력 이동을 제공하기 위하여 망을 구성하는 라우터들 간 시그널링을 수행한다. 즉, PMIPv6는 MN이 직접 이동성 제어에 참여하는 [1, 4, 5] 같은 호스트 기반 이동성 제어 방안과는 다르게 망기반으로 이동성을 제어, 관리한다. 구성요소로는 MAG (Mobile Access Gateway), LMA (Local Mobility Anchor), AAA (Access Access Authentication) 이 있다. MAG는 MN의 접근을 감지하여 MN의 ID를 통하여 사용자 인증을 AAA에 요청한다. AAA는 MN이 허가된 사용자이면 인증 응답을 수행하고 해당하는 LMA주소를 MAG에게 전달한다. 그러면 MAG는 LMA에 MN의 ID와 자신의 주소를 통하여 PBU (Proxy Bind Update)를 수행한다. LMA가 이 PBU 메시지를 받으면 MN에 대하여 MAG의 주소를 등록하고 MN에 할당할 Home Network Prefix를 PBA (Proxy Binding Advertisement) 메시지를 통하여 전달한다. 이때 MAG와 LMA간 MN에 대한 데이터 전달을 위한 양방향 터널이 형성된다. 만약, MN이 새로운 MAG영역으로 이동하게 되면 새로운 MAG는 MN의 접근을 인식하고 MN의 ID를 통하여 다시 AAA와 인증 과정을 거친 후 해당 하는 그 LMA에 다시 PBU를 수행한다. LMA는 MN에 해당하는 MAG의 주소를 변경하고 다시 PBA를 전달하여 새로운 MAG가 MN의 Home Network Prefix를 알게끔 한다. 이때 새로운 MAG와 LMA간에는 다시 양방향 터널이 형성되고 MAG는 MN에 Home Network Prefix를 RA (Router Advertisement)를 통하여 계속 출망 안에 있는 것처럼 가장한다. 이렇게 MN은 PMIPv6 도메인 안에서 MAG들의 이동을 투명하게 지원받는다.

[8]에서는 단일의 멀티호밍을 지원하는 방안 SCTP (Stream Control Transmission Protocol)를 제안하고 있다. 이 SCTP는 단일의 멀티호밍을 지원하고 다중 인터페이스의 특성에 따라 효율적인 데이터 전달을 지원한다. 또한 인터페이스 분류 상황에서도 끊김 없는

데이터 전달을 보장한다. 하지만 이 방안은 데이터를 보내는 서버와 받는 클라이언트 모두가 프로토콜을 새로이 탑재하여야만 하는 호스트 기반 방안이다. 그러므로 이러한 방안을 이동 노드에 투명한 이동성을 제공하는 망기반 이동성 제어 프로토콜 영역인 PMIPv6 도메인 간 멀티호밍에 사용하기는 어렵다.

그러므로 본 논문에서는 이중 PMIPv6 도메인 간 멀티호밍을 MN에 투명하게 지원하는 방안을 제안한다.

3. 제안 멀티호밍 방안

두 PMIPv6 도메인 간 멀티호밍은 두 도메인이 링크적 특성이 상이하여 MN이 두 도메인에 해당하는 인터페이스를 모두 가지고 있을 경우 한 도메인에서 다른 도메인으로 이동하여 한 도메인의 인터페이스만 사용 가능한 경우에 이전 도메인 주소를 통하여 받던 데이터들을 끊김 없이 받기 위한 방안에 대한 연구이다. 멀티호밍이 발생하여 두 도메인으로부터 정상적인 시그널링을 통하여 HoA를 각 인터페이스 별로 받았을 경우 한 도메인으로 이동하면 이전 인터페이스를 통하여 받던 데이터는 Roaming의 방법을 통하여 전달받을 수 없다. 왜냐하면, 새로운 도메인의 MAG가 정상적인 시그널링을 통하여 PMIPv6의 초기화를 수행하였기 때문에 기존의 도메인에 망구조 구성을 위한 시그널링을 요청할 동기가 부여가 없기 때문이다. 본 소절에서는 이러한 문제를 해결하기 위한 방안을 제안한다.

3.1 가정과 개요

MN은 처음 Cellular 도메인에서 Cellular 인터페이스를 통하여 PMIPv6 초기화를 수행하여 MAGc와 LMAc간 양방향 터널을 생성하고 자신의 HoAc를 구성한다. 그리고 이를 통하여 CN과 통신한다. 그 후 MN이 Wibro 도메인과 통신할 수 있는 위치로 이동하게 되면 MN은 자신의 Wibro 인터페이스를 통하

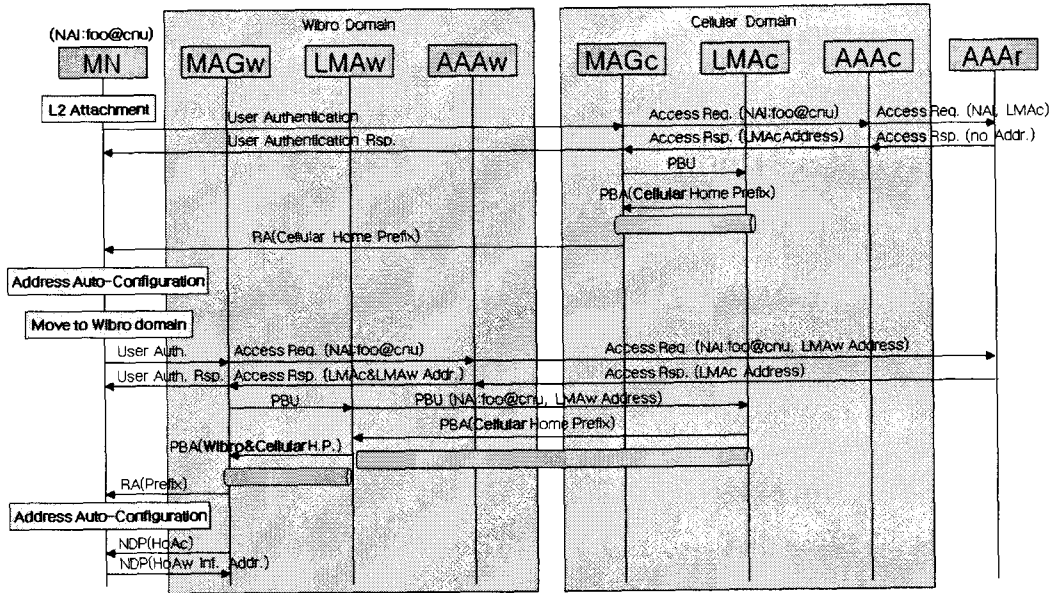


그림 3. 멀티호밍을 위한 제어 흐름

여 Wibro 도메인과 정상적인 PMIPv6 초기화를 통하여 MAGw와 LMAw간 터널을 형성하고 HoAw를 구성한다. 그 후 MN이 Wibro 도메인과만 통신할 수 있는 위치로 이동하게 되면 MN이 Cellular 인터페이스를 통하여 CN으로부터 받던 데이터는 전달받을 수 없다. 그림 2은 멀티호밍 이슈에 대하여 간단히 보이고 있다.

그러므로 이러한 문제를 해결하기 위한 방안을 제안한다. 제안하는 방안은 다음과 같은 가정을 기반으로 한다.

- 두 PMIPv6 도메인 같은 사업자에 속한 다른 PMIPv6 도메인이거나 긴밀한 계약관계의 도메인들이다. 그러므로 인증 DB인 AAA에서 서로의 호스트들에 대하여 인증요청과 인증확인을 할 수 있고 상위의 AAA가 존재할 수 있다.
- 인증에 사용되는 MN의 NAI (Network Access Identification)는 도메인의 이메일 주소 등이 될 수 있다.
- 인증에 사용되는 프로토콜로는 EAP and RADIUS (or Diameter)등이 있을 수 있다.
- 연차적인 터널이 생성될 수 있다.

이러한 가정을 기반으로 제안하는 방안에서는 각 AAA들 상위에 root AAA인 AAAr을 새로이 정의한다. AAAr은 각 AAac, AAaw로부터 MN에 해당하는 인증요청 결과를 등록할 수 있다. 그리고 그 등록된 결과를 제공할 수 있다. 즉, AAaw가 MN에 대한 인증을

요청 받았을 때 MN이 인증된 호스트라면 AAAr에 MN에 해당하는 LMAw의 주소를 등록하고 자신 이외에 다른 도메인의 AAA가 MN에 대하여 인증을 요청하고 등록된 결과가 있는지를 물어본다. 만약 있다면 그 결과로 MN에 해당하는 LMac의 주소를 AAaw에 제공한다. 그러므로 AAaw는 MAGw에 LMAw, LMac 주소 모두를 제공할 수 있다.

이러한 AAAr이 존재하는 상황에서 제안되는 방안은 MAGw가 MN이 다중인터페이스를 가지고 있는 것을 인식하게 되고 LMAw에 MAGw와 LMac의 주소를 통하여 MN에 대하여 PBU를 진행하고 LMAw는 LMac에 자신의 주소를 통하여 MN에 대하여 PBU를 다시 한다. 그러면 LMac는 MN에 해당하는 Cellular Home Network Prefix를 PBA로 전달하고 LMAw와 터널을 형성한다. LMAw는 받은 Cellular Prefix와 자신이 제공할 Wibro Home Network Prefix를 MAGw에 전달한다. MAGw는 터널을 형성하고 Wibro Prefix에 대해 MN에 RA를 수행한다. 그리고 CN으로부터의 HoAc로 오는 데이터에 대해서는 형성된 터널을 통하여 MAGw까지 전달받고 MAGw는 HoAc의 주소를 보고 MN의 다른 인터페이스 주소임을 인식하여 HoAc주소를 통하여 ARP를 MN에 요청하고 MN은 HoAc주소가 자신의 주소이므로 HoAw에 해당하는 인터페이스 주소를 응답해주고 MAGw는 이 인터페이스 주소를 통하여 HoAc주소로 온 데이터를 MN에 전달한다. MN은 HoAc는 자신의 주소이므로 문제없이 데이터를 받는다. 이러한 방안에 대한 자세한 시그널링 과정과 데이터 전달에 대한 설명은 다음 소장에서 설명한다.

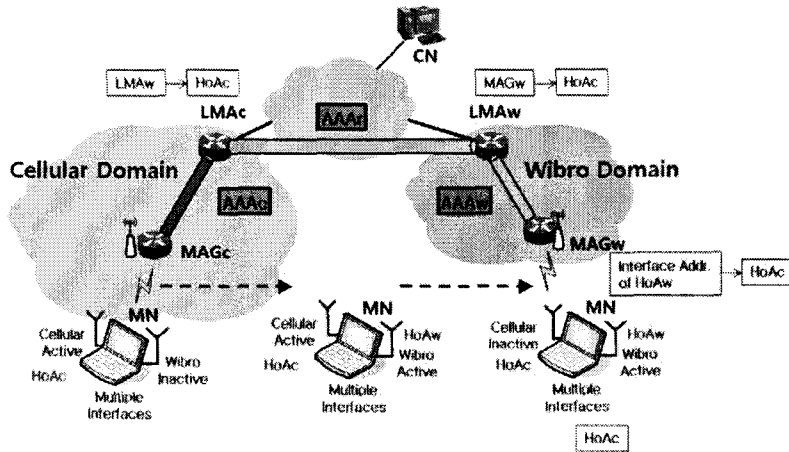


그림 4. 멀티호밍을 위한 데이터 흐름

3.2 멀티호밍 제어 흐름

멀티호밍을 지원하기 위한 제안 방안은 그림 3과 같은 시그널링을 통하여 터널동 통신 구조를 구성한다. 시그널링은 다음과 같은 순서로 이루어진다.

1. MN은 Cellular 도메인에서 자신의 ID를 통하여 MAGc에 인증 요청을 한다. 이 인증은 L2접근을 통하여 시작된다.
2. MAGc는 MN의 ID (foo@cnu)을 AAAc에 인증요청을 수행한다.
3. AAAc는 MN이 허가된 호스트로 인증되면 해당하는 LMAc의 주소를 AAAc에 등록하고 다른 도메인에서 등록한 결과가 있는지 요청한다.
4. AAAc는 이전 등록이 없으므로 MN에 해당하는 LMAc의 주소를 MAGc에 전달한다.
5. MAGc는 MN의 HA에 해당하는 LMAc에 PBU (Proxy Binding Update)를 MN의 ID와 자신의 주소를 통하여 수행한다.
6. LMAc는 MN에 대하여 MAGc의 주소를 등록하고 해당하는 Cellular Home Network Prefix를 MAGc에 PBA (Proxy Binding Advertisement)를 통하여 전달한다.
7. MAGc가 PBA를 받으면 LMAc와 MAGc간 MN에 대한 양방향 터널이 생성된다.
8. MAGc는 LMAc로부터 받은 Cellular Home Network Prefix를 해당 MN에 대하여 등록하고 이를 자신의 주소인양 MN에게 RA (Router Advertisement)를 수행한다.
9. MN은 RA를 통하여 받은 Prefix를 통하여 HoAc를 자가 구성한다.
10. MN은 형성된 HoAc를 통하여 그리고 생성된 터널을 통하여 데이터를 전달하고 전달 받는다.

11. MN이 이동하여 Wibro 도메인과도 통신할 수 있는 상황이 되면 MN은 자신의 Wibro 인터페이스를 통하여 자신의 ID를 인증 요청한다.
12. MN의 인증요청을 받은 MAGw는 AAAw에 인증요청을 수행하고 AAAw는 MN의 ID를 통하여 AAAr에 LMAw주소를 등록하고 다른 도메인에서 등록한 결과가 있는지 요청한다.
13. AAAr은 Cellular 도메인에서 MN에 대하여 등록한 결과가 있으므로 해당 LMAc의 주소를 AAAw에 전달한다.
14. AAAw는 MAGw에 LMAw, LMAc 주소 모두를 제공한다.
15. MAGw는 LMAw에 자신의 주소와 LMAc를 MN에 대하여 PBU하고 LMAw는 LMAc에 자신의 주소를 MN에 대하여 PBU한다.
16. 그리고 LMAc는 LMAw를 MN에 대한 또다른 터널로써 등록하고 MN의 Cellular Prefix를 PBA로 LMAw에 제공한다.
17. LMAw는 받은 Cellular Prefix를 등록하고 MAGw에 MN에 해당하는 Wibro Home Network Prefix와 Cellular Prefix를 전달한다.
18. MN이 이동하여 Wibro 도메인과만 통신할 수 있는 상황이 되면 MAGc는 터널을 제거할 것이다. 그러면 LMAc에는 LMAw로의 터널만이 존재한다.
19. MAGw는 Cellular Prefix에 해당하는 주소에 대하여 MN에 ICMPv6를 통하여 ARP를 수행하고 MN은 이에 대하여 자신의 주소이므로 Wibro 인터페이스 주소를 전달한다.
20. MAGw는 이주소를 통하여 HoAc 주소로 온 데이터를 MN에 전달한다.

3.3 멀티호밍 데이터 흐름

멀티호밍 상태에서 데이터의 전달은 그림 4와 같은 방식으로 이루어진다. CN으로부터 MN의 HoAc 으로의 데이터 전달만을 설명하면 CN으로부터 HoAc를 통하여 데이터를 전달받은 LMAc는 LMAw를 붙여서 터널링을 수행하고 LMAw는 디터널 후 HoAc가 MN의 주소임을 알고 있으므로 MAGw 주소를 통하여 MAGw에 전달한다. MAGw는 받은 후 디터널링 후 HoAc의 주소를 보고 MN의 다른 주소임을 알게 되고 ICMPv6를 통하여 MN의 WiBro 인터페이스 주소를 알아와서 이를 통해서 HoAc주소로 온 데이터를 MN에 전달한다.

4. 결 론 및 향후 연구

PMIPv6는 네트워크 기반 이동성 보장 기술이다. 즉, MN의 이동에 대하여 라우터인 MAG가 대신 PBU (Proxy Binding Update)를 한다. 그리고 통신은 해당 MAG와 LMA간 양방향 터널을 통해서만 이루어진다. 이러한 특징은 도메인간 이동 시 멀티호밍에 대하여 지원을 하기 위한 새로운 방안을 요구한다. 또한 같이 도메인 안에서도 항상 터널을 이용해야 하는 통신 루트에 대한 불합리성도 해결되어야 한다. 본 보고서에서는 이러한 요구 사항들에 대하여 간단히 해결방안을 제시하였다.

향후 연구될 사항으로는 제안하는 방안들을 좀더 세밀하게 단계별로 문제점들을 보정하고 미흡한 부분을 보충할 것이다. 또한 설계된 프로토콜의 검증을 위하여 시뮬레이션을 이용하여 다양한 환경에서 이동성 지원에 대한 효율을 보일 것이다.

참고 문헌

- [1] D. Johnson *et al.*, "Mobility Support in IPv6," RFC 3775, 2004.
- [2] 3GPP TR 23.882 v1.9.0, "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; 3GPP System Architecture Evolution; Report on Technical Options and Conclusions (Release 7)," 3GPP, 2007.
- [3] NWG_R1.0.0 - Stage-2 - Part 2, "Network Working Group_World Interoperability for Microwave Access(WiMAX) Forum Network Architecture - Stage 2 Part 2 - Release 1.0.0," 2007, pp. 84-96
- [4] H. Soliman *et al.*, "Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management (HMIPv6)," RFC 4140, 2005.
- [5] R. Koodli *et al.*, "Fast Handovers for Mobile IPv6," RFC 4068, 2005.
- [6] J. Kempf *et al.*, "Problem Statement for Network-Based Localized Mobility Management (NETLMM)," RFC 4830, 2007.
- [7] S. Gundavelli *et al.*, "Proxy Mobile IPv6," IETF, draft-ietf-netlmm-proxymip6-01, Work in progress, June 2007.
- [8] R. Stewart *et al.*, "Stream Control Transmission Protocol," RFC 2960, 2000.