

차세대 네트워크에서 서비스 품질보장을 위한

종단 간 이동성 지원 방안

장문정^o 이미정

이화여자대학교 컴퓨터학과

mjchang@ewhain.net^o, lmj@ewha.ac.kr

An end-to-end mobility management mechanism for guaranteeing QoS in the next generation networks

Moonjeong Chang^o Meejeong Lee

Dept. of Computer Science and Engineering, Ewha Womans University

요 약

무선 네트워크 기술의 발전으로 인해 매우 상이한 특성을 가지는 다양한 무선 시스템이 등장하였으며, 이들 무선 시스템은 상호 중첩된 영역을 가지기도 하면서 공존할 것으로 예상된다. 한편, 두 개 이상의 에어 인터페이스를 갖추고 다양한 서비스를 동시에 받을 수 있는 이동 단말들도 등장하고 있다. 이와 같은 환경에서 이동 사용자는 로밍하면서 끊임없는 통신을 지속할 뿐만 아니라 여러 개의 공존하는 무선 액세스 시스템을 효과적으로 활용함으로써 응용의 서비스품질 요구에 대한 만족도를 높일 수 있다. 이에 본 논문에서는 차세대 네트워크 환경에서 이동 사용자가 여러 개의 서비스를 동시에 받는 경우 각 서비스에 대하여 서비스 품질을 보장하기 위한 새로운 종단 간 이동성 지원 방안을 제안한다. 이를 위해 본 논문에서는 종단 간 이동성 관리를 수행하는 IP agent 모듈을 새로이 정의하고, 핸드오버 시, 각 응용의 특성을 고려하여 응용 별로 가장 적합한 액세스 네트워크를 선택하여 핸드오버를 수행한다. 시뮬레이션을 통하여 응용 별 특성을 고려한 종단 간 이동성을 지원하는 제안하는 방안이 기존 방안들에 비해 서비스 품질의 보장이 더 잘 이루어짐을 알 수 있었다.

1. 서 론

최근, 무선 네트워크 기술의 발전으로 인해 Bluetooth, WiFi, WiMax, 3G Cellular 등의 다양한 무선 시스템이 등장하였는데, 이들 무선 시스템은 대역폭, 지연, 사용가능 속도나 커버하는 영역의 크기, 보안 등의 측면에서 매우 상이한 특성을 가지며, 액세스 네트워크로서 오버레이 형태로 상호 중첩되는 영역을 가지기도 하면서 공존할 것으로 예상된다[1]. 한편, 두 개 이상의 에어 인터페이스를 갖추고, voice, e-mail, web browsing, file transfer 등의 다양한 서비스를 동시에 받을 수 있는 이동 단말들의 출현이 이루어질 것으로 기대된다.

또한 pervasive 이동 컴퓨팅에 대한 요구가 급격히 증가함에 따라 단말의 이동성을 효율적으로 지원하는 기술은 차세대 네트워크 서비스의 핵심적인 요소로 대두되고 있다[2]. 그러므로 차세대 네트워크 환경에서 이동 사용자에게 다양한 응용 서비스를 끊임없이 제공하기 위한 효율적인 이종망 간 수직핸드오버 (VHO) 기술은 매우 중요하다. 지금까지 제안된 VHO 방안들은 크게 네트워크 계층에서의 VHO 방안과 트랜스포트 계층에서의 VHO 방안으로 나누어 볼 수 있다. 네트워크 계층에서의 VHO 방안[3, 4, 5]은 트랜스포트 계층에서 사용자의 이동을 인식하지 않고 세션을 계속 진행할 수 있지만, 각기 다

른 특성을 가진 다양한 무선 액세스 네트워크에 이동성 지원을 위한 특별한 엔터티를 각 무선 액세스 네트워크 별로 두어야 하고 이로 인해 터널링이나 상각라우팅 등의 오버헤드 및 비효율성이 발생한다. 한편 트랜스포트 계층에서의 VHO 방안[6, 7, 8]은 위와 같은 네트워크 계층에서의 VHO 방안의 문제점들을 해결하거나 완화할 수 있다. 대표적인 트랜스포트 계층에서의 VHO 방안으로 mSCTP (mobile Stream Control Transmission Protocol)[9]가 있다. mSCTP는 SCTP (Stream Control Transmission Protocol)[10]의 '멀티호밍' 특성을 기반으로 하여 어소시에이션의 한 종단점인 이동단말이 이동함에 따라 그 IP 주소가 변경되는 경우 어소시에이션에 매핑되는 종단점의 IP 주소를 트랜스포트 계층 시그널링에 의해 종단 간에 동적으로 알리고 변경함으로써 이동성을 지원하는 프로토콜이다. 종단 간 이동성 지원 방안인 mSCTP는 다양한 무선 액세스 네트워크들의 특성에 독립적으로 이동성을 지원할 수 있기 때문에 네트워크 계층에서의 VHO 방안에 비해 좀 더 간단한 네트워크 구조를 가진다. 이로 인해 mSCTP의 VHO 절차는 네트워크 계층에서의 VHO 방안의 VHO 절차에 비해 간단해지며, 트랜스포트 계층에서 사용자의 이동으로 인한 데이터 경로 변경을 명시적으로 인지할 수 있어 이동에 대해 최적화된 트랜스포트 계층 혼잡 및 오류제어를 제공할 수 있다. 그러나 이 방안으로 이동성을 지원하기 위해서는 트랜스포트 계층 프로토콜로 mSCTP만 사용해야 하는 제약점을 가진다.

이 논문은 2005년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRF-2005-041-D00671)

이동단말이 두 개 이상의 다른 응용을 실행하는 경우 지금까지의 VHO 방식은 단말이 새로운 네트워크로 VHO를 수행하면 현재 단말에서 실행 중인 모든 응용들이 모두 핸드오버되어 새로운 네트워크를 통해 서비스된다. 따라서 단말에서 실행 중인 각 응용이 요구하는 서비스 품질을 만족시키지 못한다.

이에 제안하는 방안에서는 모든 종류의 트랜스포트 계층 프로토콜에 독립적으로 종단 간 이동성을 지원할 뿐 아니라 응용 별 특성에 기반하여 VHO를 수행함으로써 단말에서 실행 중인 각 응용의 서비스 품질을 만족시킬 수 있는 종단 간 이동성 지원 방안을 제안한다. 이를 위해 종단 간 이동성 관리를 수행하는 IP agent 모듈을 새로이 정의하고, 핸드오버 시, 각 응용 별로 요구하는 서비스 품질을 만족시킬 수 있는 가장 적합한 액세스 네트워크로 VHO를 수행한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장의 서론에 이어 2장에서는 제안하는 IP agent 모듈에 대해서 자세히 설명한다. 3장에서는 시뮬레이션 수행 결과를 통해 그 성능을 비교하며 마지막으로 4장에서는 결론을 맺는다.

2. IP agent

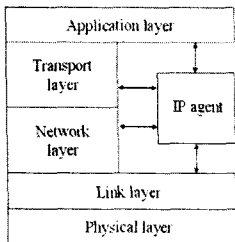


그림 1 제안하는 방안의 프로토콜 스택

본 장에서는 모든 종류의 트랜스포트 계층 프로토콜에 독립적으로 응용 별 종단 간(E2E) 이동성을 다루기 위한 IP agent 모듈을 제안한다. 응용 별로 종단 간 이동성을 효율적으로 지원하기 위해서 IP agent 모듈은 그림 1과 같이 응용 계층, 트랜스포트 계층 및 네트워크 계층 그리고 링크 계층과 인터페이스를 가진다.

IP agent 모듈은 이동단말이 액세스 가능한 네트워크 리스트에 변경이 있을 때마다 현재 실행 중인 각 응용의 특성에 가장 적합한 네트워크를 판단하여 각 응용 별로 핸드오버 수행여부를 결정하고 핸드오버를 수행함으로써 응용 별로 E2E 이동성을 지원한다. 그림 2는 IP agent 모듈을 탑재한 두 단말이 통신하는 경우 응용 별 E2E 이동성을 지원하기 위한 IP agent 모듈의 기능을 개념적으로 보여준다. 그림 2에서 보듯이 IP agent 모듈은 이동성 관리를 위해 위치관리와 핸드오버 관리를 모두 지원한다. 즉 위치관리를 위한 주소획득모듈과 핸드오버 관리를 위한 IP주소구성모듈, 세션관리모듈, 핸드오버 결정모듈이 IP agent 모듈 내에 정의된다.

두 단말이 IP agent 모듈을 탑재하여 통신할 때, 통신을 시작하기 위하여 세션설립을 시작하는 단말은 자신과 교신할 단말이 이동단말인지 아닌지를 알 수 없다. 교신단말이 이동단말일 경우 교신단말의 현재 위치가 외부 망일 때, 세션설립을 시작하는 단말은 오직 교신단말의 홈 주소만을 알고 있으므로 통신을 위한 세션을 설립

할 수 없다. 이에 IP agent 모듈은 위와 같은 문제를 보편성 및 도입 가능성이 높은 Location management protocols (i.e. SIP, DDNS, RserPool etc.)과의 연동을 통해 해결하고자 한다. 그러므로 이들 Location management 프로토콜들과 연동하는 역할을 수행하는 주소획득모듈이 IP agent 모듈 내에 정의되어야 한다.

이동단말이 새로운 서브 네트워크로 이동하였을 때, 새로운 IP 주소를 구성해 주는 역할을 수행하는 IP 주소구성모듈이 IP agent 모듈 내에 정의되어야 한다. IP 주소구성 방식 자체는 이동성지원이 어느 계층에서 제공되는지에 대해 독립적이거나, E2E 이동성 지원을위해서 IP 주소구성모듈은 응용 별 세션을 관리하는 역할을 하는 세션관리모듈과의 연동이 필요하다.

응용 별로 E2E 이동성을 지원하기 위해서는 이동단말이 새로운 서브 네트워크로 이동하여 획득하는 네트워크 계층에서의 주소와 응용 별로 실행 중인 세션 간 매핑 정보를 유지·관리하는 역할을 수행하는 세션관리모듈이 IP agent 내에 정의되어야 한다. 또한 세션관리모듈은 진행 중인 세션 상에서 새로운 서브 네트워크에서 획득한 IP 주소를 추가하거나, 이전 네트워크에서의 IP 주소 삭제 및 데이터패킷의 전송 목적지 주소를 변경하기 위해 교신단말의 IP agent 모듈에게 E2E 주소관리를 위한 제어 메시지를 전송하는 역할도 수행해야 한다. 세션관리모듈이 효율적으로 동작하기 위해서는 IP agent 모듈 내의 다른 모듈들과의 상호 연동이 필요하다. 즉 세션관리모듈은 IP 주소구성모듈과 연동함으로써 이동단말이 새로운 서브 네트워크로 이동할 때마다 IP 주소구성 모듈로부터 새로 구성된 IP 주소 정보를 수신하며, 핸드오버 수행여부를 결정하는 핸드오버 결정모듈과 연동함으로써 각 응용 별 핸드오버 수행여부와 핸드오버를 수행하는 응용의 경우 핸드오버 할 네트워크 정보를 핸드오버 결정모듈로부터 수신한다. 또한 세션관리모듈은 transport layer protocol과 연동함으로써 핸드오버로 인한 성능저하를 방지할 수 있다. 이 부분의 연동은 지금까지 이동·무선 네트워크 환경에서 핸드오버로 인해 발생하는 트랜스포트 계층에서의 성능저하 문제를 해결하기 위한 많은 연구결과들을 이용하거나 적용할 수 있다.

세션관리모듈이 Peer 단말의 IP agent 모듈에게 진행 중인 세션 상에서 IP 주소 변경을 위한 시그널링을 수행하는데 있어, 어떠한 기준에 의하여 어떤 방식으로 이들 기능을 수행하는 지를 결정하는 방안은 매우 중요하다. 이와 같은 사항들이 적절하게 정의되지 못한다면 오버레이 네트워크 환경에서 응용 별로 종단 간 핸드오버를 최적으로 수행하지 못하거나 응용 별로 핸드오버를 수행하더라도 핑공과 같은 경로 진동 문제가 발생하여 심각한 성능저하를 초래할 수도 있기 때문이다. 그러므로 Lower layer로부터 획득할 수 있는 액세스 가능한 네트워크의 상태 정보들을 이용하여 각 응용 별 핸드오버 수행여부와 핸드오버를 수행하는 응용의 경우 핸드오버 할 최적의 네트워크를 결정하는 역할을 수행하는 핸드오버 결정모듈이 IP agent 모듈 내에 정의되어야 한다. 그리고 응용 별로 최적의

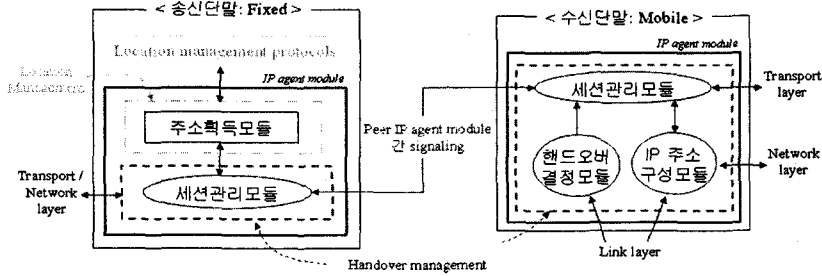


그림 2 제안하는 프로토콜 스택을 탑재한 두 단말이 통신하는 경우

핸드오버를 수행하기 위해서는 액세스 가능한 네트워크들의 채널 상태를 감지할 수 있는 이동단말 자신이 직접 핸드오버 수행여부를 결정해야 하므로 제안하는 방안에서도 이동단말의 IP agent 모듈에서 핸드오버 결정모듈을 수행한다. 핸드오버 결정모듈은 현재 데이터 전송 경로로 사용 중인 네트워크로부터 수신하는 전파세기가 이미 정해진 임계값보다 낮아졌음을 파악하는 경우와 세션관리모듈로부터 새로운 IP 주소를 전달받는 경우에 핸드오버 수행여부를 판단하기 위해 동작한다. 핸드오버 수행여부는 현재 실행 중인 응용 type 정보와 policy 정보를 파악한 후, 액세스 네트워크들의 상태 정보들과 비교함으로써 결정된다. 또한 핸드오버 결정모듈에서 핸드오버 수행여부를 결정하거나 최적의 네트워크를 선택하는 부분은 오버레이 네트워크 환경에서의 핸드오버 성능을 향상시키기 위한 다양한 연구방안들의 적용이 가능하다.

3. 성능평가

본 장에서는 시뮬레이션을 통해 제안하는 방안의 성능을 평가한다. 시뮬레이션 환경은 3G망과 WLAN으로 구성된 차세대 네트워크 환경인 오버레이 네트워크 환경에서 IP agent 모듈을 탑재한 이동단말이 IP agent 모듈을 탑재한 FTP 서버 및 VoIP 서버와 동시에 통신하는 환경을 가정한다. 제안하는 방안의 경우 이동단말이 WLAN에 액세스 가능하면, 이동단말은 WLAN을 통해 FTP 서비스를 제공받는 반면, VoIP 서비스는 기존망인 3G망을 통해 계속해서 서비스를 제공받는다. 이는 FTP 서비스의 경우 지연이나 지터에 민감하지 않기 때문에 WLAN으로 핸드오버를 수행함으로써 WLAN의 높은 대역폭을 활용하여 FTP의 처리율을 향상시킬 수 있기 때문이다. 또한, VoIP 서비스의 경우 지연이나 지터에 민감한 실시간 응용이므로 WLAN으로의 VHO를 수행하지 않음으로써 성능저하를 막을 수 있기 때문이다.

제안하는 방안과 비교할 스킴은 ALL_Handover 스킴과 NO_Handover 스킴이다. ALL_Handover 스킴은 이동단말이 WLAN에 액세스 가능하면 FTP 서비스와 VoIP 서비스 모두 WLAN을 통해 서비스를 제공받는 스킴이며, NO_Handover 스킴은 WLAN의 액세스 가능 여부와 관계 없이 FTP 서비스와 VoIP 서비스를 항상 3G망을 통해 서

비스 받는 스킴이다.

시뮬레이션은 버클리 대학 (U.C Berkeley)의 네트워크 시뮬레이터(Network Simulator) 2.27 버전 [11]으로 구현하였으며, 시뮬레이션을 위한 네트워크 모델은 그림 3과 같다. WLAN의 전파범위는 300m이고, 데이터 전송률은 11Mbps로 설정하였다. 외부 트래픽은 3G망에서는 250kbps, WLAN에서는 6Mbps로 하였다. 2계층 핸드오버에 걸리는 시간은 1초 이하로 가정하였다. 성능측정치로는 처리율과 VoIP의 경우에는 핸드오버 지연시간을 측정하였다. 그리고 시뮬레이션 파라미터로는 MT의 이동속도를 변경시켜 보았다.

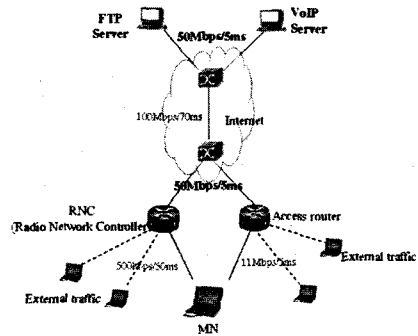


그림 3 시뮬레이션 네트워크 모델

그림 4는 이동단말의 속도를 5m/sec~30m/sec로 변화시켜 보면서 FTP 응용 처리율을 보인 것이다. WLAN으로 VHO를 수행하는 스킴인 ALL_Handover 스킴과 제안하는 방안은 WLAN의 높은 대역폭을 이용할 수 있기 때문에 VHO를 수행하지 않는 NO_Handover 스킴보다 더 좋은 성능을 보이며, WLAN으로 핸드오버하는 스킴들은 동일한 시간 동안 WLAN에 머무르기 때문에 성능이 거의 유사함을 알 수 있다. WLAN으로 핸드오버를 수행하는 스킴들의 성능은 결국 이동단말이 WLAN에서 보낸 시간에 영향을 받는데 이동단말이 WLAN에서 보낸 시간은 이동단말의 속도와 WLAN의 전파범위 크기에 의해 결정된다. 그런데 본 실험에서는 WLAN의 전파범위는 고정되어 있으므로 이동단말의 속도가 빠를수록 이동단말이 WLAN을 이용하는 시간이 짧아진다.

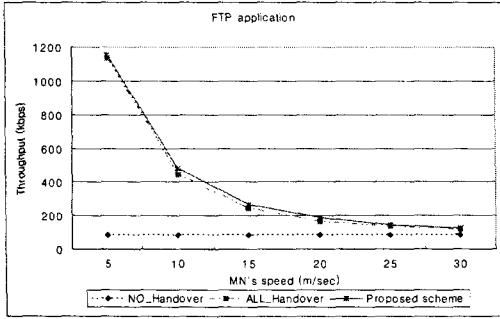


그림 4 이동단말의 속도변화에 따른 FTP 응용 처리율

따라서 이동단말의 속도가 빨라질수록 WLAN으로 핸드오버를 수행하는 스킴들의 성능은 떨어지므로 이동단말의 속도가 빨라질수록 WLAN으로 핸드오버를 수행하는 스킴들이 그렇지 않은 스킴과의 성능차가 줄어든다. 이동단말의 속도가 5m/sec일 경우 WLAN으로 핸드오버를 수행하는 스킴들이 그렇지 않은 스킴에 비해 약 1Mbps 정도로 약 14배 정도 높은 성능을 보이며, 이동단말의 속도가 30m/sec일 경우에는 WLAN으로 핸드오버를 수행하는 스킴들이 그렇지 않은 스킴에 비해 약 45kbps 정도로 약 1.5배 정도 높은 성능을 보였다.

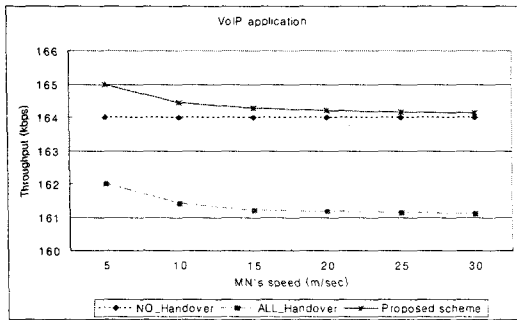


그림 5 이동단말의 속도변화에 따른 VoIP 응용 처리율

표 1 VoIP 응용에서의 핸드오버 지연시간

	3G -> WLAN			WLAN -> 3G		
	Max.	Min.	Avg.	Max.	Min.	Avg.
NO_H	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
ALL_H	0.22	0.22	0.22	1.22	0.23	0.64
Our_H	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

그림 5는 이동단말의 속도를 5m/sec~30m/sec으로 변화시켜 보면서 VoIP 응용 처리율을 보인 것이다. WLAN으로 핸드오버를 수행하는 스킴인 ALL_Handover 스킴은 WLAN으로 VHO를 수행하지 않는 스킴들인 NO_

Handover 스킴과 제안하는 방안에 비해 성능이 떨어진다. 이는 핸드오버 지연으로 인한 지연편차와 VHO 시, 발생하는 데이터 패킷 손실문제가 발생하기 때문이다. 본 실험에서의 핸드오버는 이동단말이 3G에서 WLAN으로 이동하는 경우와 WLAN에서 3G로 이동하는 경우에 발생한다. 3G에서 WLAN으로 핸드오버 하는 경우보다 더 큰 VHO 지연과 패킷손실을 가지는 WLAN에서 3G로의 핸드오버 경우, 핸드오버 최고 지연시간은 1.22초(표 1 참조)로 일반적으로 conversation voice가 요구하는 0.4초보다 0.82초가 더 긴 시간이다. 이에 반해, WLAN으로 핸드오버를 수행하지 않는 스킴들에서는 핸드오버로 인해 발생하는 위와 같은 문제점들이 발생하지 않음을 볼 수 있다.

종합적으로 제안하는 방안이 각 응용 별로 가장 좋은 성능을 보임을 알 수 있다. FTP 서비스의 경우 처리율이 ALL_handover 스킴과 거의 유사한 성능을 보이는 반면, VoIP 서비스의 경우 처리율 및 핸드오버 지연시간이 NO-handover 스킴과 거의 유사한 성능을 보임을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

본 논문에서는 차세대 네트워크 환경인 오버레이 네트워크 환경에서 이동단말이 두 개 이상의 다른 응용을 실행하는 경우 각 응용 별 서비스품질의 만족도를 극대화하기 위한 중단 간 이동성 지원 방안을 제안하였다. 이를 위해 제안하는 방안에서는 IP agent 모듈을 정의하고, cross-layer 방식과 중단 간 이동성 지원 방식을 적용하였다. 시뮬레이션을 통해서 제안하는 방안은 각 응용의 특성에 기반하여 응용 별 핸드오버를 수행함으로써 각 응용이 요구하는 서비스 품질의 만족도를 최대화한다.

추후, 다양한 네트워크 환경과 시나리오에서 제안하는 방안의 성능을 평가하고자 한다. 또한 응용 별 중단 간 VHO 성능을 최적화하기 위한 방안에 대하여 깊이 연구하고자 한다.

참고문헌

- [1] J. McNair and Z. Fang, "Vertical handoffs in fourth-generation multinet environments," IEEE Wireless Communications, Vol. 11, pp. 8-15, Jun. 2004.
- [2] U. Varshney, and R. Jain, "Issues in emerging 4G wireless networks." IEEE Computer, Vol. 34, pp.94-96, Jun. 2001.
- [3] H. Badis and K. Agha, "Fast and efficient vertical handoffs in wireless overlay networks," Proc. of IEEE PIMRC, Sept. 2004.
- [4] S. Sharma, et al., "Omnicon: a mobile ip-based vertical handoff system for wireless LAN and GPRS

- links," Proc. of IEEE ICPP, 2004.
- [5]G. Liu and C. Zhou, "HCRAS: A novel hybrid internetworking architecture between WLAN and UMTS celular networks." Proc. of IEEE CCNC, Jan. 2005.
- [6]L. Ma, F. Yu and V. C. Leung, "A New Method to Support UMTS/WLAN Vertical Handover Using SCTP," IEEE Wireless Communications, Aug. 2004.
- [7]A. Hasswa, N. Nasser and H. Hassanein, "Performance Evaluation of a Transport Layer Solution for Seamless Vertical Mobility," International Conference on Wireless Networks, Communications and Mobile Computing, Jun. 2005.
- [8]Y. Gyekey and J. Agbinya, "Vertical handoff between WWAN and WLAN," Proc. of IEEE ICN/ICOINS/MCL, Apr. 2006.
- [9]M. Riegel and M. Tuexen, "Mobile SCTP", draft-riegel-tuexen-mobile-sctp-04.txt, Oct. 2004.
- [10]R. Stewart, et al., "Stream Control Transmission Protocol", RFC 296, Oct. 2000.
- [11]<http://www.isi.edu/nsnam/>