

인터넷망의 Voice over MPLS 기술 동향

Technology Trend of Voice over MPLS on Internet

윤현식(H.S. Yoon) MPLS응용팀 연구원
양선희(S.H. Yang) MPLS응용팀 선임연구원, 팀장
이유경(Y.K. Lee) 인터넷기술연구부 책임연구원, 부장

본 논문에서는 인터넷망에서 MPLS 기술을 이용해서 고품질 음성 서비스를 지원하기 위한 Voice over MPLS 기술의 표준화 동향에 대해 조사 분석하고, 국내 기술 개발시의 고려 사항에 대해 고찰한다. Voice over MPLS 기술에 대한 표준화는 IETF와 MPLS Forum에서 적극적으로 추진하고 있으며, 기술적으로는 Voice directly over MPLS 구조와 VoIP over MPLS의 두 가지 구조가 연구되고 있다.

I. 서론

MPLS(Multiprotocol Label Switching)는 기존의 hop-by-hop 라우팅에 의해 전달되는 IP 패킷을 네트워크 입출력 시에만 L3 라우팅을 처리하게 하고, 코어에서는 레이블을 이용한 고속 L2 스위칭에 의해 패킷을 전달함으로써 IP 라우팅의 성능과 확장성을 개선하고, explicit 라우팅과 트래픽 엔지니어링을 제공할 수 있도록 한 차세대 IP 전달 기술이다.

MPLS 기술에 대한 표준화는 IETF와 MPLS Forum에서 추진되고 있다. MPLS 기술의 기본 프로토콜(Framework, 구조, 시그널링 프로토콜 등)에 대한 표준화는 거의 마무리되어 조만간 20여 개의 규격이 RFC로 승인될 것으로 전망되며, 현재는 응용 기술 및 상호연동에 대한 표준화 작업이 한창 진행 중이다.

MPLS 기술의 장점 중의 하나는 트래픽 엔지니어링을 이용한 다양한 고품질 IP 서비스, VPN 서비스, 네트워크 엔지니어링 서비스 등의 응용 서비스 능력이 뛰어나다는 것이다. MPLS 응용 기술의 하나로 최근에 관심을 끄는 것이 VoMPLS(Voice over

MPLS) 기술이다.

VoMPLS 기술은 MPLS 기술의 장점을 이용해서 기존의 Voice over IP 서비스를 향상시키려는 것으로 MPLS에 의해 추가되는 망 특성은 다음과 같다.

음성 트래픽 전달을 위해 LSP(Label Switched Path)를 사용함으로써 엄격한 QoS를 제공하는 것이 가능해진다. 아울러 음성 트래픽에 대해 헤더 압축 기술을 적용해서 효율적인 전송이 가능해지며, 계층2에 대한 독립성, IP 라우팅과 어드레싱의 결합과 같은 MPLS의 이점을 이용할 수 있다.

이와 같은 이유로 VoMPLS에 대한 표준화가 현재 IETF와 MPLS Forum 두 표준화 단체에서 이루어지고 있으며, 본 기술문서에서는 VoMPLS에 대한 표준화 진행 현황과 주요 이슈 그리고 VoMPLS 구현시 핵심 기술에 대해 살펴보고자 한다.

또한, VoIPoMPLS와 Voice directly over MPLS의 특성을 전송효율, 기존 IP 망과의 연동성 및 표준화의 완성도 측면에서 비교하여 요약하였으며, 향후 표준화 계획을 살펴 보았다. 마지막으로 현재 개발 중인 ACE2000 기반의 MPLS 시스템 적용시의 고려해야 할 사항을 고찰하며, MPLS 상에서 VoIP를 수

용하기 위한 LSP 설정방법을 제시하였다.

II. Voice over MPLS 기술의 표준화 동향

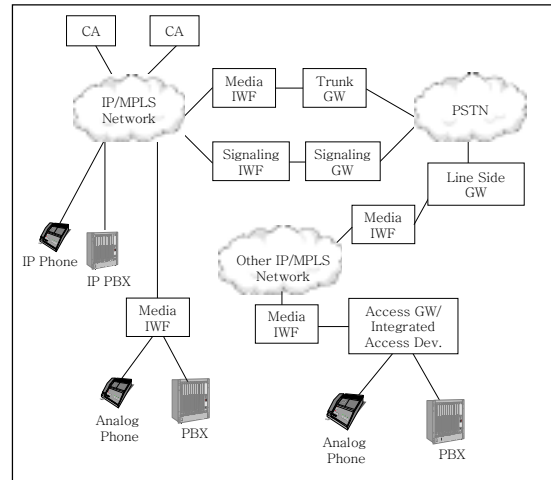
MPLS 망에서 음성 서비스를 제공하는 방안에 대해 두 가지 구조가 제안되어 연구되고 있다. 첫번째 구조는 Voice over IP(VoIP) over MPLS 구조로서 기존의 VoIP 서비스를 MPLS 기반으로 고품질로 제공하려는 방안이다. 두번째 구조는 Voice directly over MPLS 구조로서, 음성 트래픽을 전통적인 IP 패킷으로 패킷화하지 않고 곧바로 MPLS 상에서 서비스함으로써 전달 효율을 개선하려는 구조이다.

1. VoIP over MPLS 기술의 표준화 추진 현황

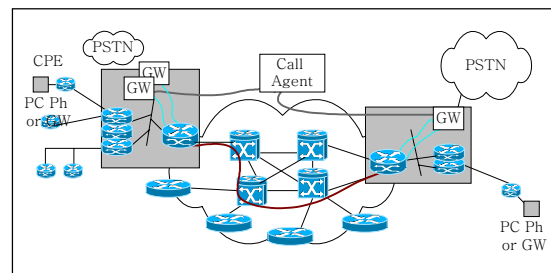
VoIP over MPLS 기술은 기존에 IETF에서 많은 연구가 이루어진 VoIP를 MPLS 기반에서 제공함으로써, VoIP 관련 표준을 그대로 사용하면서 MPLS의 장점을 활용하여 음성 서비스를 제공하려고 하는 방법이다.

(그림 1)에 나타난 VoIP over MPLS 구조는 IETF에서 제시한 것으로서 기존의 VoIP 구조에 IP와 MPLS간의 연동 기능을 담당할 IWF 블록이 추가된 형상이다. 그리고 실제 망에서 VoIP over MPLS로 LSP를 설정했을 때의 망 구성을 (그림 2)에서 나타내었다. 또한, VoIP over MPLS 방안의 Protocol Stack은 (그림 3)과 같이 나타낼 수 있다.

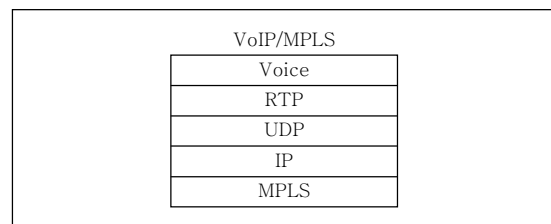
VoIP over MPLS 방안에서의 주요 표준화 이슈는 다음과 같다. 첫째, LSP 상에서 음성 트래픽을 효율적으로 전송하기 위한 헤더의 압축 기술로서 기존의 VoIP 방식의 중요한 문제는 대역폭의 사용 효율이 너무나 비효율적이라는 것이다. 그래서 헤더를 압축하는 기술에 대한 연구가 이루어졌으며 VoIP over MPLS에서는 VoIP에서 이루어진 헤더 압축에 대한 결과를 그대로 이용한다[1, 2]. 다만 MPLS 헤더에 대한 추가적인 처리가 요구된다. 헤더 압축으로 얻어지는 대역폭의 이득을 살펴보면, 1MPLS(4bytes)/IP



(그림 1) VoIP over MPLS 구조



(그림 2) VoIP over MPLS LSP 설정 형상



(그림 3) VoIP over MPLS Protocol Stack

(20bytes)/UDP(8bytes)/RTP(12bytes) 헤더가 헤더 압축을 통해서 2~4bytes로 압축 가능하다. 이럴 경우 헤더가 차지하는 대역폭을 90%~95%까지 절약하는 것이 가능하다[3].

둘째, 하나의 LSP 내에 여러 음성 LSP들을 다중화하는 기술로서 LSP 내에 음성 LSP들을 다중화하는 기술은 헤더 압축 기술과 함께 연구되어 지며, multiplexing context를 RSVP 또는 CR-LDP와 같은 시그널링 프로토콜을 이용해서 전달함으로써 다중화

는 방법이 유력하다[4].

셋째, 음성 트래픽의 QoS 요구사항을 만족시키기 위한 LSP를 설정하는 방법으로서 LSP들은 제한된 Delay 특성을 만족하도록 설정되어야 하며 이런 QoS를 제공하기 위해서 기존의 VoIP 시그널링과 MPLS 시그널링과의 매핑을 어떻게 할 것인가가 연구되어야 한다.

VoIP over MPLS의 핵심 기술은 헤더 압축 기술, QoS 보장형 LSP의 설정(CR-LDP, RSVP), Admission Control, Voice Trunk용 LSP의 Bandwidth Management 등과 같으며 패킷의 효율적인 전송과 QoS 보장을 위한 기술들이다.

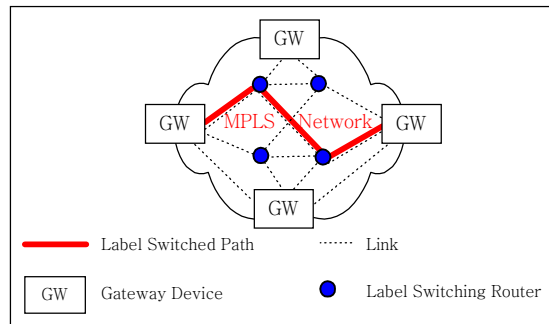
VoIP over MPLS 방안은 기존의 IP 계층들과의 연동이 용이하다는 장점을 가지는 반면, Overhead가 크다는 단점을 가진다. 헤더 압축 기술의 효율적인 사용을 통해서 Overhead를 줄일 수 있으나 각 노드들에서의 복잡성이 증가한다.

2. Voice directly over MPLS 기술의 표준화 추진현황

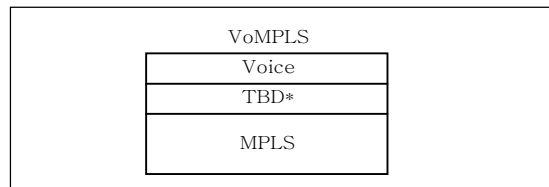
Voice directly over MPLS 기술은 음성 트래픽을 전통적인 IP 패킷으로 패킷화하지 않고 곧바로 MPLS 상에서 서비스함으로써 VoIP over MPLS에 비해 많은 효율성과 확장성을 얻으려 하는 방법이다.

(그림 4)에 나타난 Voice directly over MPLS 구조는 MPLS Forum에서 제안한 것으로서 MPLS 망 내부의 상세한 내용은 나타내고 있지 않다. 그리고, Voice directly over MPLS 방안의 Protocol Stack은 (그림 5)와 같이 나타낼 수 있으며 Voice를 MPLS 상에서 곧바로 서비스하기 위한 Protocol의 표준화가 현재 진행중이다.

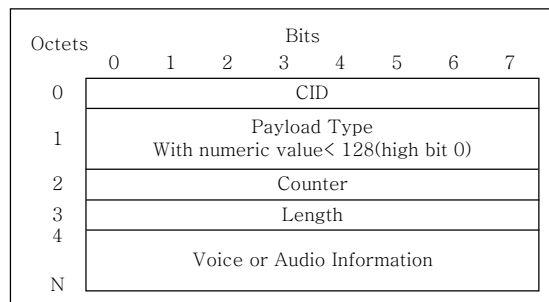
Voice directly over MPLS 방안에서의 주요 표준화 이슈는 음성 트래픽의 전달을 위한 프레임 포맷과 전달 과정으로서 지금까지 음성 트래픽(Voice, FAX)에 대한 페이로드 포맷과 제어 트래픽(DTMF, CAS, FAX control data, etc.)에 대한 페이로드 포맷, 그리고 각각의 페이로드의 헤더 포맷에 대한 표준화가 진행되고 있다[5]. 특히 헤더 포맷에 대한 논의가



(그림 4) Voice directly over MPLS 구조



(그림 5) Voice directly over MPLS Protocol Stack

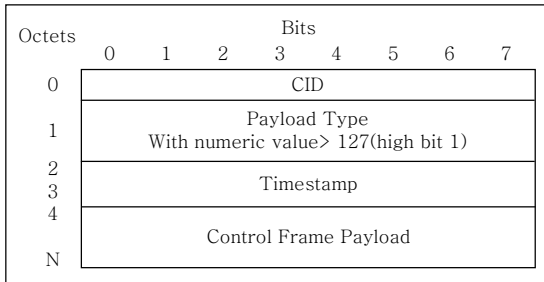


(그림 6) Format for the Primary Payload

새로운 이슈로 떠오르고 있으며, 내용은 현재 제시된 포맷에 대해 IP/RTP 환경과의 연동을 쉽게 하고, 다른 전송속도를 가진 음성 프레임들의 다중화와 Trunk를 지원하도록 헤더 포맷을 음성 트래픽과 제어 트래픽에 대해 각각 다른 포맷으로 제시하고 있다[6]. 헤더 포맷의 결정은 좀더 논의가 계속되어야 할 것으로 생각되며 현재 제시된 헤더 포맷은 (그림 6), (그림 7)과 같다. 그리고 각각의 헤더 포맷에서의 페이로드 타입은 <표 1>, <표 2>에 나타내었다.

Voice directly over MPLS의 핵심 기술은 다음과 같으며 주로 패킷 Framing 및 전달절차와 같은 프로토콜 관련 내용이다.

- 코딩된 음성 데이터(G.711, G.726/G.727, G.723.1,



(그림 7) Format for the Control Payload

<표 1> Payload Types for Control Payloads

Payload Type	Description of the Control Payloads	Reference
240	Generic Silence Insertion Descriptor	
241	Dialed Digits	
242	Channel Associated Signaling	

G.729)의 Framing 및 전달을 위한 절차

- 코딩된 FAX 또는 음성 대역의 모뎀 데이터의 Framing 및 전달을 위한 절차
- 음성 통화관련 시그널링 정보(DTMF, CAS, FAX 복조제어신호, 무음정보지시자)의 Framing 및 전달을 위한 절차

Voice directly over MPLS 방안의 장점은 Protocol Stack의 간소화로 인한 전송 효율의 우수성과 구현의 용이함을 들 수 있다. 반면, 기존의 VoIP 및 VoATM 망과의 연동시 정합 장치를 거쳐야 하는 문제점이 있다.

3. VoIPoMPLS와 Voice directly over MPLS 특성비교

VoIPoMPLS와 Voice directly over MPLS의 특성을 <표 3>에 요약하였다. VoIPoMPLS는 기존의 IP Protocol을 그대로 사용함으로써 IP 망과의 연동성이 우수하다. 이에 비해 Voice directly over MPLS는 MPLS 상에서 voice 서비스에 최적화된 프로토콜을 정의하므로 전송 효율이 우수하다. VoIPoMPLS는 앞으로 전송 효율을 향상시키기 위해 헤더 압축

<표 2> Payload Types for Primary Payloads

Payload Type	Description of Algorithm	Frame Time Default	Sequence Counter Increment
0	G.711-64(μ -law)	10	4
1	FED-STD 1016	30	12
2	G.726-32	10	4
4	G.723	30	12
5	DVI4-8,000Hz	20	8
6	DVI4-16,000Hz	20	8
7	LPC	20	8
8	G.711-64(A-law)	10	4
9	G722-64	20	8
11	L16	20	8
12	QCELP	20	8
15	G.728-16	20	8
16	DVI4-11,025Hz	20	8
17	DVI4-22,050Hz	20	8
18	G.729 or G.729A	20	8
35	G.711-56(A-law)	10	4
36	G.711-56(μ -law)	10	4
37	G.711-48(A-law)	10	4
38	G.711-48(μ -law)	10	4
39	G722-56	20	8
40	G722-48	20	8
41	G726-40	10	4
42	G726-24	10	4
43	G726-16	10	4
44	G727-(5,2),(5,3) and (5,4)	20	8
45	G727-(4,2),(4,3) and (4,4)	20	8
46	G727-(3,2) and (3,3)	20	8
47	G727-(2,2)	20	8
48	G.728-12.8	20	8
49	G.728-9.6	20	8
50	G.729D	20	8
51	G.729E	20	8
Other Values	Reserved		

기술의 효율적인 사용에 대해 연구되어야 하며, Voice directly over MPLS는 프레임 포맷에 대한 표준화 외에 시그널링 프로토콜, QoS 지원 등과 같은 표준화의 완성도를 높여야 할 것이다[7].

<표 3> VoIPoMPLS와 Voice directly over MPLS 비교

	VoIPoMPLS	Voice directly over MPLS
기본개념	• MPLS 상에서 기존에 표준화가 이루어진 VoIP를 지원해서 음성 트래픽을 서비스하려는 방법	• IP 패킷으로 캡슐화하지 않고 MPLS 상에서 곧바로 음성 트래픽을 서비스하려는 방법
주요 기술적 이슈	• MPLS/IP/UDP/RTP 헤더 압축 • 하나의 LSP 내에 여러 음성 LSP를 다중화 • QoS 요구사항을 만족시키기 위한 Bearer Control	• 음성 트래픽(Voice, FAX)에 대한 프레임 포맷과 전달 절차 • 제어 트래픽(DTMF, CAS, FAX control data, etc.)에 대한 프레임 포맷과 전달 절차
Protocol Stack	• MPLS 위에 기존의 VoIP Protocol Stack을 사용	• MPLS 상에서 직접 Voice 서비스가 가능하도록 새로운 Protocol을 제작
전송 효율	• Voice directly over MPLS에 비해 Protocol 계층이 많은 만큼 헤더도 커지며, 전송 효율이 떨어짐 • 헤더 압축 알고리즘의 사용이 필요	• VoIPoMPLS에 비해 MPLS 상에서 Voice 서비스를 위한 Protocol을 정의하므로 전송 효율이 우수
표준화 기구 및 주도 벤더	• IETF에서 표준화 작업을 수행 • Integral Access, Cisco Systems가 Framework, 헤더 압축, Bearer Control 등에 대한 표준화를 주도	• MPLS Forum에서 표준화 작업을 수행 • Lucent Technologies, Integral Access가 Implementation Agreement에 대한 표준화 주도
기타	• 기존 IP 망과의 연동성이 우수	• VoIP 망 및 VoATM 망과의 연동시 별도의 정합 장치가 필요

4. 향후 표준화 계획

Voice directly over MPLS 표준화 일정은 2000년 11월 말 현재 VoMPLS Implementation Agreement에 대한 Draft가 mplsforum 2000.017.0, Draft 버전 2.0까지 나온 상황이다[8]. 지금까지 나온 내용은 음성 트래픽 페이로드 포맷과 제어 트래픽 중 DTMF, CAS, SID에 대한 페이로드 포맷 및 전달 절차가 나왔다. 그리고 버전 2.0에서 버전 1.0에 나온 헤더 포맷을 음성 트래픽과 제어 트래픽에 대해 각각 새롭게 정의하였다. 다음 버전의 Draft에서는 FAX Demodulation에 대한 포맷과 전달 절차가 결정될 것으로 생각된다.

그리고, VoIP over MPLS 표준화 일정을 살펴 보면 VoMPLS 관련 최신 Draft에서는 VoIP over MPLS 서비스를 위한 망 구조와 각각의 망 구성 요소들의 기능에 대해 정의하고 있다[9]. 그리고 VoMPLS 서비스를 제공하기 위한 Bearer Control의 요구사항에 대해 기술하고 있다. VoMPLS Bearer Control은 연결성, QoS와 자원 할당, 그리고 헤더 압축과 다중화에 대한 지원을 제공해야 한다. 향후에는 QoS Bearer Control을 위한 해법과 호 설정시 트래픽 파라미터와 QoS Bearer Control 요구사항을 알리고 대

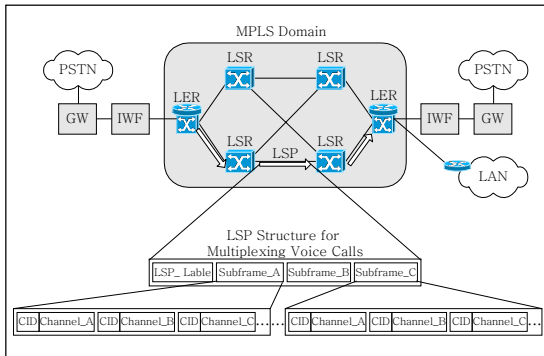
응시키는 방법에 대한 연구가 이루어져야 한다[10].

III. ACE2000 MPLS 시스템 적용시의 고려사항

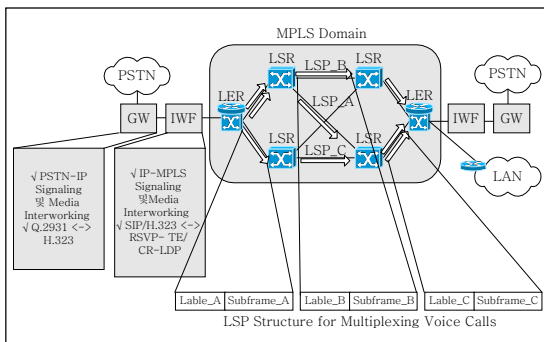
현재 ETRI에서 개발중인 ACE2000 MPLS 시스템에서 IP 기반 음성 서비스를 제공하는 방안으로는 관련 표준화 작업의 완성도 및 기존의 VoIP 및 VoATM 망과의 연동성 등을 고려해 볼때, VoIPoMPLS 구조를 채택하는 것이 바람직할 것으로 분석된다. ACE2000 MPLS 시스템에서의 VoIP 서비스 수용방안은 다음과 같이 제시된다.

첫째, Static LSP 설정 방법으로서 GW-GW간 전용 LSP를 미리 설정한 후 패킷을 전달하는 방법이다. 이때 새로운 음성호 수용시 별도의 시그널링 기능이 필요 없으므로 호 처리는 단순한 반면 전송 효율은 떨어진다. (그림 8)에 대략적인 개념도를 나타내었다.

둘째, Dynamic LSP 설정 방법으로서 GW와 LER의 VoIP 지원 기능간에 시그널링 연동을 처리함으로써 대역폭 사용 효율은 우수한 반면, 모든 음성호에 대해 시그널링을 수행해야 하므로 호 처리가 복잡해지고 기 설정된 대역폭의 관리가 복잡해지는 단점을 가진다. (그림 9)에 대략적인 개념도를 제시하였다.



(그림 8) Static LSP 설정 방법



(그림 9) Dynamic LSP 설정 방법

IV. 결론

본 고에서는 현재 광범위하게 보급된 인터넷망에서 패킷을 효율적으로 전송하기 위한 MPLS를 이용한 응용 서비스 중 음성 트래픽을 서비스하기 위한 Vo MPLS 기술에 대한 개요, 표준화 동향, 핵심 기술 및 현재 한국전자통신연구원에서 개발중인 ACE2000 MPLS 시스템 적용시의 고려사항에 대해서 살펴 보았다.

VoMPLS 기술은 현재 IETF에서 표준화 작업을 진행하고 있는 VoIP over MPLS 방법과 MPLS Forum에서 표준화 작업을 진행하고 있는 Voice directly over MPLS 방법으로 나누어진다. Voice directly over MPLS 방법은 음성 트래픽을 IP Packet으로 캡슐화하지 않고 바로 MPLS 상에 적용할 수 있도록 음성 트래픽 및 제어 트래픽의 프레임 포맷을 제시하고 있으며, VoIP over MPLS 방법은 기존의 Vo

IP 망구조에 MPLS를 채용하여 구성된 망구조와 Vo MPLS에 대한 Bearer Control에 대해 제시하고 있다.

마지막으로 VoMPLS 기술의 ACE2000 MPLS 시스템 적용시의 고려사항을 살펴 보았다. VoMPLS의 두 가지 방법 중 VoIP over MPLS 방법이 기존 IP 망과의 연동성 등을 고려해서 ACE2000 MPLS 시스템 적용시에 바람직할 것으로 생각되며, VoIP 서비스 수용 방안을 Static LSP 설정 방법과 Dynamic LSP 설정 방법으로 나누어 제시하였다.

지금까지 VoMPLS 기술 동향에 대해 알아보았으며 앞으로 호 설정시에 시그널링 방법과 트래픽 파라미터와 QoS Bearer Control 요구조건과의 매칭 등에 대해 좀더 많은 연구가 이루어져야 한다.

참고 문헌

- [1] M. Degermark, B. Norgren and S. Pink, "IP Header Compression," RFC 2507, Feb. 2000.
- [2] S. Casner and V. Jacobson, "Compressing IP/UDP/RTP Headers for Low-Speed Serial Link," RFC 2508, Feb. 2000.
- [3] Lou Berger and Jason Jeffords, "MPLS/IP Header Compression," draft-ietf-mpls-hdr-comp-00.txt, July 2000.
- [4] Swallow *et al.*, "Simple Header Compression," draft-swallow-mpls-simple-hdr-compress-00.txt, Mar. 2000.
- [5] Rao Cherukuri, "Voice over MPLS Implementation Agreement, Draft Version 01," MPLSForum2000.013, Oct. 2000.
- [6] Marty Borden, "Considerations of Draft VoMPLS IA," MPLSForum2000.014, Oct. 2000.
- [7] George Mason University, "3rd Annual International Conference on MPLS2000," Oct. 2000.
- [8] Rao Cherukuri, "Voice over MPLS Implementation Agreement, Draft Version 02," MPLSForum2000.017, Dec. 2000.
- [9] A. Kankkunen *et al.*, "VoIP over MPLS Framework," draft-ietf-kankkunen-vompls-fw-01.txt, July 2000.
- [10] Francois Le Faucheur and Bruce Thomson, "Bearer Control for VoIP and VoMPLS Control Plane," draft-lefaucheur-vompls-bearer-cont-00.txt, Mar. 2000.