

## 패킷음성의 현황과 전망

김희동

한국의국어대학교 정보통신공학과

### The Status of Packet Voice Technology

Kim, Hee Dong

Hankuk University of Foreign Studies, Dept. of Information and Comm. Eng.

kimhd@ice.hufs.ac.kr

#### 1. 서론

기존의 음성통신망은 64kbps의 PCM을 기반으로 개발되어 회선교환기술이 적용되고 있으며, 음성통신망에 데이터를 집적하여 전송하기 위해서는 모뎀과 같은 장비를 사용하는 data on the voice의 개념이 사용되었다. 음성대화가 사실상 반이중방식으로 이루어지므로 회선교환에서와 같이 회선이 설정이 되면 항상 회선을 점유하는 방식보다는 음성이 존재할 때만 대역을 사용하는 패킷방식이 효율적이다. 이 때문에 음성과 데이터를 집적하여 패킷으로 전송하고자 하는 개념은 10여년전부터 있어 왔으나, 데이터의 전송속도와 접속의 다양성 등의 문제를 해결하지 못하고 실용성에 난관에 부딪히곤 하였다. 그러나, 최근 LAN과 이들을 상호연결한 Internet 등 패킷교환방식의 데이터네트워크가 급속히 확장되면서, 데이터망에 음성을 집적하여 망을 효율적, 경제적으로 운영하려는 voice over network(VON)분야가 큰 관심을 끌고 있다[1]. 고속패킷망인 Framer Relay, ATM, 고속 LAN등의 개발과 음성압축부호화방식의 발전, 그리고 통신서비스의 개방과 경쟁의 추세에 따라 패킷음성분야에 급속한 신장이 예상되고 있다. 본 논문에서는 패킷음성의 고려사항, 표준화동향, 업계동향, 연구동향에 대해서 살펴보고 대표적인 응용사례를 제시한다. 그리고 향후전망에 대하여 언급한다.

#### 2. 패킷음성의 고려사항

음성을 실시간으로 패킷교환방식으로 전송하기 위해서는 네트워크에서의 전송지연문제를 고려한 적절한 음성압축방식이 선택되어야 한다. 음성압축방식은 전송속도, 압축과정에서의 처리지연시간, 부호화방식의 복잡도, 음질, 음성패킷이 손실되었을 경우에 대한 음질 등을 고려하여야 한다. 패킷음성부호화방식으로서는 주로 MOS 평가값이 3.5 정도 이상인 5.3-13kbps사이의 저전송속도 부호화방식이 사용되고 있다. 저전송속도 음성부호화방식은 주로 분석/합성방식에 의한 알고리즘을 사용하고

있는데, 입력음성을 프레임단위로 데이터를 버퍼링한 후 분석한 결과를 수신단으로 전송하고 수신측에서는 수신데이터를 이용하여 음성을 합성하는 방법이다. 따라서, 프레임길이는 입력버퍼링에 소요시간과 같으므로 짧을수록 처리지연이 줄어든다. 그러나, 프레임마다 전송오버헤드가 추가되므로, 프레임길이가 짧으면 전송효율이 저하된다. 프레임길이는 전송지연과 전송효율사이에 경합관계(trade-off)에 있다. VON에서 통화에 지장이 없기 위해서는 망에서의 전송지연과 음성압축/복원과정에서의 처리지연의 합이 400ms 이내로 되어야 한다. 패킷망에서는 축적, 전송의 개념을 사용하므로, 망에 유입된 패킷의 양에 의해서 전송지연이 달라지게 되면, 이를 전송지연 지터라고 부른다. 이러한 지터를 흡수하기 위하여 수신측에 지터버퍼를 설치하게 되는데, 여기서도 버퍼의 길이가 길수록 효과가 좋으나 역효과로 전송지연이 부가되므로, 적절한 버퍼제어방식이 요구된다. 한편, 망내부에서 처리용량 이상의 패킷이 물리는 쪼루(consention)가 발생할 수 있으며, 이 경우 수신측으로 전달지연시간이 지터버퍼가 처리할 수 없을 정도로 지연되어 도착되거나, 아예 망에서 폐기하는 경우도 있다. 이와 같이 패킷손실이 발생된 경우라도 음성을 어느 정도 복원할 수 있는 능력을 보유하여야 한다. 표1에는 인터넷분야에서 사용되는 음성부호화방식에 대해서 비교하여 두었다.

표1. 패킷음성 부호화방식의 비교

	G.723.1	G.723.2	G.726	G.729
Quality (MOS)	4.05	3.85	4.00	3.90/3.80
Bitrate	9.6 kb/s	7.47 kb/s	8 kb/s	6.4/5.3 kb/s
Complexity (100 MHz Pentium)	19%	14%	25%	30-40%
Complexity (TI C54x MIPS)	10	8.8	13	16
Frame Size	16ms	16ms	10ms	30ms

초청논문: 패킷음성의 현황과 전망

한편, VON의 응용에는 DTMF tone이나 audio tone등도 음성부호화방식에 의해서 투명하게 전송되는 것이 요구되지만, 분석/합성방식을 사용한 음성 부호화 방식에서는 오디오신호를 inband로 투명하게 전송하지 못한다. 따라서, 이에 대안으로 DTMF톤을 별도의 제어패킷으로 전송하는 방법등을 병행하여 사용하여야 한다.

3. 패킷음성의 통신네트워크

음성을 패킷화하여 전송하는 네트워크로는 인터넷, 인트라넷, 프레임릴레이, ATM망 등이 고려되고 있다. 이들은 각각 VoIP ( Voice over Internet Protocol), VoFR(Voice over Frame Relay), VTOA ( Voice and Telephony over ATM)이라고 명명되고 있다. 이들에 관해서 각각 표준화 동향, 업계동향, 연구동향 등을 살펴보기로 한다.

3.1 VoIP(인터넷폰)

PC들이 전세계적으로 연결된 인터넷이 활성화되면서, 멀티미디어 PC에서 인터넷을 통하여 음성을 전달하고자 하는 PC-to-PC방식의 인터넷폰을 위한 음성코딩알고리즘이 1995년에 발표되었다. 그 후 2-3년 사이에 많은 소프트웨어가 개발되었으며, 인터넷폰의 통화영역을 일반전화로 까지 확장한 PC-to-Phone, Phone-to-Phone방식을 수용하는 인터넷폰게이트웨이가 개발되고 있다.

많은 PC 인터넷폰 제공업체들은 VoIP( Voice over IP) Forum을 결성하여, ITU-T의 H.323을 표준으로 채택하였다. H.323은 인터넷 프로토콜을 기반으로 한 네트워크에서 화상회의 표준으로 정해진 것으로서, 음성 및 영상부호화방식, 호접속 제어방식, 인터넷에서의 실시간 프로토콜을 이용한 통신방식 등이 규정되어 있다. H.323의 주요 요소들은 그림 1에 표시하였으며, H.323의 프로토콜 구조는 그림 2에 나타내었는데, 실시간 음성데이터를 위해 RTP/RTCP (Real Time Protocol/Real Time Control Protocol)를 사용하여 UDP(User Datagram Protocol)상에서 데이터를 전송하도록 하고 있다. 호설정에 대해서는 H.225, H.245를 사용하는데 그림 3에 그 과정을 예시하였다.

1998년 1월에는 H.323의 2차 버전이 발표되었는데, VoIP에 적용할 수 있도록 많은 배려가 있었다. 예를 들어, 신속한 호설정, H.235에 의한 보안기능추가, 부가서비스를 위한 H.450의 정의, H.232에 의한 다자간 회의기능의 확대 등이다.

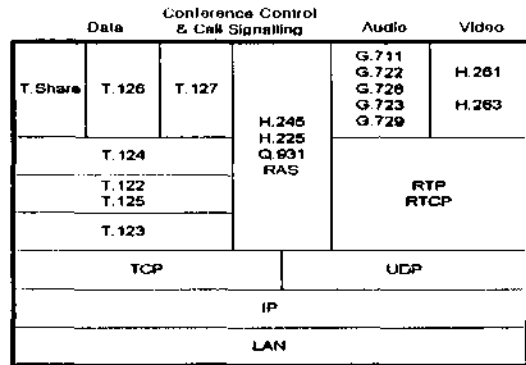


그림 2. H.323 구조

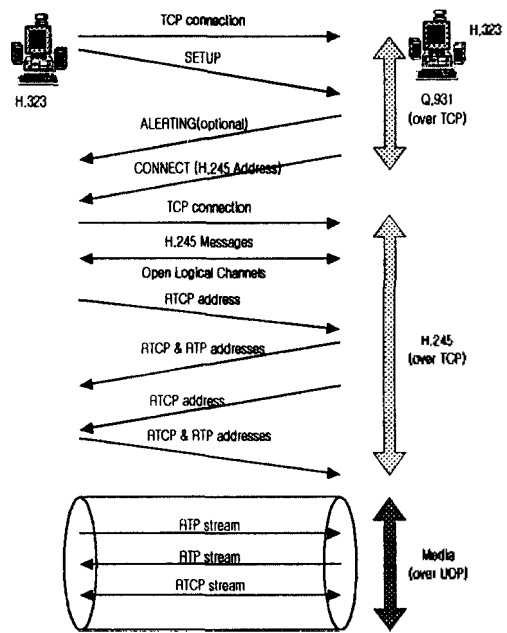


그림 3. H.323에서의 호접속과정

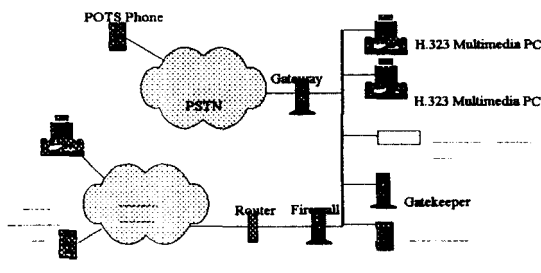


그림 1. H.323의 망요소

ITU 외에도 인터넷전화와 관련한 표준과 관계가 있는 것으로는 다음과 같다.

- IMTC( International Multimedia Teleconferencing Consortium)에서는 오디오, 비디오 및 데이터 회의를 인터넷에서 확장하기 위한 노력의 일환으로 H.320시리즈 표준과 긴밀히 협조하고 있다.
- ETSI(European Telecommunication Standard Institute)는 VoIP구현하기 위하여 TIPHON (Internet Protocol Harmonization Over

Network) 프로젝트를 결성하고, IP 음성데이터를 PSTN, ISDN, GSM망과 연동하기 위한 방법을 표준화하고 있으며 1998년 12월까지 표준안을 작성하는 것을 목표로 하고 있다.

- IETF(Internet Engineering Task Force)에서는 강제적인 규정은 만들지는 않으나, IP telephony와 관련하여 음성패킷지연을 최소화하고 대역폭을 효율적으로 활용하기 위한 방안을 연구하고 있다.

VoIP의 경우 인터넷은 best-effort 네트워크로서, 선입선출(First Come First Serverd)의 방식으로 전달하므로, 음성IP와 같은 실시간 데이터의 전송을 보장하지 못한다. 한편, ITU-T에서는 LAN과 같이 QoS가 보장되지 않는 통신망에서의 화상회의 표준으로 H.323을 발표하였다. VoIP Forum에서는 이를 표준으로 채택하되, H.323에서는 음성부호화로서 원래 G.729를 포함하고 있으나, VoIP에서는 G.723.1을 표준으로 선택하였다. 표 1에는 G.723.1과 G.729를 비교하였는데, 인터넷폰에서는 음성의 부호화방식의 예도 추가 오버헤드 비트의 양이 큰 영향을 준 것으로 판단된다.

현재의 인터넷상황에서는 RTP를 사용하지만, 이것이 실시간 전송을 보장하는 것은 아니므로, IETF에서 실시간 인터넷으로 연구되고 있는 RSVP(Resource reservation Protocol)등을 채용한 라우터의 개발을 기대하고 있다. IETF에서는 인터넷의 고속화, 멀티미디어화, 실시간지원 등을 목표로 다양한 프로토콜을 개발중에 있다. 차세대 인터넷은 ATM을 기반으로 이루어질 것이며, 많은 방법들이 개발되고 있으나 확장성문제를 제대로 해결하지 못하고 있다.

그러나, 차세대인터넷이 정착될 때에는 인터넷폰은 통신사업의 구도에 큰 변화를 가져다 줄 것이라는 점에 이견을 다는 이는 거의 없다. 인터넷폰의 가장 중요한 응용분야는 국제, 장거리 전화의 바이패스망으로서 이러한 국제, 장거리 전화의 성공여부는 국제간 시스템사이의 상호운용성이다. ETSI의 Tiphon 프로젝트에서 인터넷은 중심으로하여 PSTN, ISDN, GSM등의 단말과 연동하기 위한 표준안을 제정하고 있는 것은 통신망을 구조를 미래지향적으로 준비하고 있는 것이다. 특히, 유럽에서는 GSM에서 사용하는 음성부호화방식으로 이동통신과 인터넷을 쉽게 접속하기 위한 연구를 시작하고 있다.

그렇지만, 단순히 인터넷폰이 시외,국제전화의 장거리 전화에 대한 저렴한 가격에 있는 것은 아니다. 인터넷폰을 사용함으로써 부수적으로 제공할 수 있는 응용기술이 대단히 풍부하다고 생각되기 때문이다. 예를 들어, web controlled call center의 응용에서는 인터넷을 통하여 어느 web site에 접속된 상태에서, 클릭을 통하여 직접 대화로 상담할 수 있도록 구성하는 것이 가능하다. 또한, 지능망의 개념을 인터넷폰에 도입함으로써 다양한 부가서비스가 가능하며, 이에 대한 연구가 한창진행중이다.

인터넷폰의 열기는 인터넷게이트웨이 시스템의 개발 경쟁으로 표면화되고 있다. 수 많은 업체들이 게이

트웨이 시스템을 개발하거나, 개발 플랫폼을 제공하고 있는 상태이다. 하드웨어 플랫폼은 PC기반의 시스템이 주종을 이루고 있으나, 아직까지 시스템의 용량, 신뢰성, 확장성등에서 제한이 있다. 이를 극복할 수 있는 방법으로 VMEbus, 또는 CompactPCI를 채용한 시스템이 곧 발표될 것으로 알려져 있다. 앞으로 시스템의 가입자관리, 과금관리, 장애관리 등 OA&M에 관련한 분야가 조속히 표준화되어야 할 부분으로 남아있다. 한편, VoIP에서 표준이 필요한 분야로서 디렉토리 서비스가 있다. PSTN의 전화번호와 인터넷주소와 매핑을 시키기 위한 것으로서, 현재 LDAPv3.0이 표준으로 정착될 전망이다.

### 3.2 VoFR

프레임릴레이는 고속 패킷교환망으로 가상사설망에 적용되고 있는데, 장비업체들을 중심으로 음성과 데이터를 집적하여 전송하는 FRAD(Frame Relay Access Device)장비를 개발하고 있다. 또한, ITU나 ANSI(American National Standard Institute)등에서 표준화에 대한 연구가 진행되고 있으나, 표준은 아직 정해지지 않고 있으며, 대신 제조업체 중심으로 구성된 Frame Relay Forum에서는 VoFR을 위한 구현방식 협정(implementation agreement)을 FRF.11, FRF.12로 확정된 바 있다. VoFR에는 음성부호화 방식으로 8kbps의 G.729와 G.727의 Embedded ADPCM을 표준으로 정하고 있으나, 많은 업체들은 자체개발한 proprietary 방법들도 사용하고 있다. 통신방식으로는 음성패킷에 대해서 프레임의 DLCI(data link connection identifier)값을 조절하여 우선도를 높인다는가, 라우팅에도 전송지연이 최소화되도록 경로를 설정하는 방법, 프레임릴레이망에서 음성프레임을 형성할 때까지 버퍼링 시간을 줄이기 위해서 세분화(segmentation)하는 방법, 긴 데이터프레임 때문에 음성프레임에 지연이 되지 않도록 배려하기 위해 데이터프레임에 대해서도 segmentation을 하는 방법 등이다. 그리고, 프레임릴레이는 PVC(Permanent Virtual Circuit)방식으로 전달되므로, VoFR에서는 PVC를 사용토록 되어 있으나, 망의 효율적인 운용을 위해서 FRAD에서 SVC방식을 에뮬레이션하도록 하여, 접속경로를 선택적으로 사용하기도 한다.

VoFR은 다른 방식보다도 훨씬 기술적으로 안정되어 있다고 보여질 정도로 많은 제품들이 개발되어 사실망에 사용되고 있으며, 국내에서 사용하는 많은 인터넷폰서비스도 실제로는 VoFR을 이용한 것이 대부분이다. 그림 4에는 VoFR의 전형적인 응용예로서 사실망에서 프레임릴레이를 통하여 음성과 데이터를 집적하는 구성도를 나타내었다.

프레임릴레이 포럼에서는 VoIP 및 VoATM과 상호연동하기 위한 표준을 연구하고 있으며, 상호 다른 방식을 채용한 시스템사이의 상호연동을 위한 협상절차와 망관리방법에 대한 표준에 대해서도 연구할 예정으로 있다.

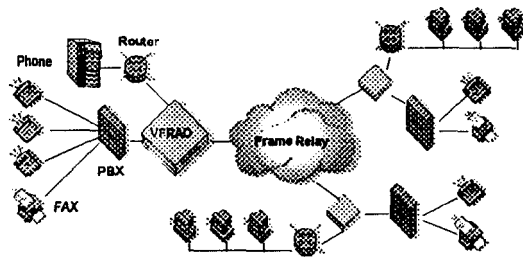


그림 4. Frame Relay의 전형적인 예

### 3.3 VTOA

ATM Forum에서는 데이터서비스 위주의 ATM망에 음성트래픽을 통합 수용함으로써 가입자 관점에서는 저렴한 가격으로 음성서비스를 제공받을 수 있도록 하고, 망사업자의 입장에서는 오버레이 망 구성을 통한 망구축비용을 절감하고, 망자원을 효율적으로 사용하고, 서비스제공능력을 강화할 수 있는 잇점을 얻으려고 노력하고 있다. 또한, 셀룰라 이동통신에서 전송되는 압축된 음성데이터를 ATM을 통하여 전송하고자 하는 방법을 연구중에 있다. 기존의 AAL(ATM Adaptation Layer)을 사용하면 48 바이트의 ATM cell의 조립에 대기시간이 길어지므로, AAL2에서 짧은 가변길이의 페이로드를 갖고, 복수의 이용자의 정보를 다중화할 수 있는 방법을 연구하고 있다. AAL2의 공통부에 대한 프레임구조는 표준화가 이루어졌으며, AAL2 협상절차, 관리방식, 신호정보전송, 주소변환, 클럭싱크에 대해서 연구하고 있다. 앞으로는 VoIP, VoFR과 상호연동할 수 있는 방안에 대하여 연구가 진행될 예정이다.

한편 사설통신망 분야에서는 PBX와 데이터통신망의 결합이 이루어지고 있다. 용량이 제한된 PBX들을 LAN/ATM 망을 통한 연결한 networked PBX 또는 분산처리시스템(distributed PBX)에 대한 개발이 진행되고 있다. 분산처리를 통하여 toll트래픽을 감소시키고, 장애 발생에 대한 파급영향을 최소화 할 수 있으며 궁극적으로는 소용량의 한계를 벗어나 무한의 내용량 트래픽 처리가 가능할 것으로 기대하고 있다.

컴퓨터 네트워크와 연결된 LAN-PBX에서는 패킷화된 음성데이터를 네트워크에서 라우팅하므로 음성의 압축복원을 위하여 DSP를 이용한 리소스 보드를 사용할 수 있다. 또 한편으로는 PC상의 상용화된 telephony 응용소프트웨어만을 이용하여 쉽게 구현할 수도 있으며, 전통적인 PBX를 그대로 이용하면서 PBX와 LAN 접속부 사이에 독립형 장치를 접속하여 구현할 수도 있다. 전통적인 PBX 제조업자는 PBX내에 패킷접속을 위한 모듈을 인테그레이션 하는 방법을 사용한다.

컴퓨터 기술의 향상으로 단위 시스템의 트래픽 처리 능력이 지속적으로 향상될 것이며, 또한 ATM을 통한 분산처리(ATM-PBX) 망 구축도 고려되고 있다. 이러한 예로 미국의 Arbinet 이라는 회사는 400여의 T1 스패를 수용하는 75개의 PC based

switch 시스템들을 분산 배치하여 글로벌 네트워크를 구성하고 있으며 이들 시스템간에는 광섬유(fiber optic ring)로 연결하고 있다.

### 4. 향후전망 및 결론

이제까지 패킷음성에 대해서 살펴보았는데 이것을 요약하여 표2에 나타내었다. 현재로서는 패킷음성에 관련하여 음성부호화 관점에서는 지전송속도의 음성부호화가 만족할 만한 성능을 내고 있으나, 앞으로 전송지연의 단축, 복잡도의 개선, DTMF톤의 투명한 전송, 패킷손실에 강인성 등을 더욱 해결해야 할 것으로 보인다. 한편, 주변의 통신망 기술도 무척 빨리 개발되고 있으며, 조만간 패킷음성이 회선교환의 음성을 대체할 것으로 예견하는 이도 많이 있다. 분명히, 패킷음성의 이익은 매우 넓어질 것이다. 국제적인 표준화동향을 면밀히 분석하여 국내의 기술에 의한 시스템개발로 이어져야 할 것이다.

표2. 패킷음성기술의 비교

망기술	경제성	성능	보급정도	응용가능성
PSTN	낮음	높음	높음	낮음
FR	높음	높음	중간	낮음
Internet	높음	중간	중간	높음
Intranet	매우높음	매우낮음	높음	높음
ATM	낮음	높음	낮음	낮음

### 감사의 글

본 연구는 1998년도 한국의국어대학교 교내연구비의 지원을 통하여 이루어졌습니다.

### 참고문헌

- [1] 김희동, "Voice over network", 코리아네트'98 특강자료집. 1998.6.
- [2] 양선희, 정태수, "Voice over ATM-Landline Trunking" 대한전자공학회 전자교환연구회 텔레콤 제14권 1호, pp.17-26. 1998.6.
- [3] 고대식, "Voice over Frame Relay/IP", 대한전자공학회 전자교환연구회 텔레콤 제14권 1호, pp.27-35. 1998.6.
- [4] 김희동, 홍용기, "CTI와 교환기술", 한국통신학회지 정보통신 제 15권 6호, pp.77-90. 1998.6.
- [5] www.etsi.org/tiphon
- [6] "Voice and telephony networking over ATM", Telcom. Technonogy Journal. Ericsson. No.1, 1998. www.ericsson.se/review/
- [7] T.J.Kostas. et al. " Real-Time Voice Over Packet-Switched Networks" IEEE Network Magazine. pp.18-27. 1998.Jan/Feb.
- [8] http://www.ectf.org/
- [9] www.etsi.org/tiphon