

高能率 音聲 符號化 方式 及 CCITT의 標準化 動向

李勇柱 / 音響研究室

I. 序 論

音聲 符號化 方式은 PCM이 1972년에 標準化 된 이래 10여년 동안 유일한 世界標準으로 통신망의 digital化에 공헌해 왔다. 그러나 PCM 以外의 高能率 符號化 기술의 급속한 진보와 반도체 기술 발달에 의한 CODEC의 경제적인 구현 등으로 장거리 회선, 위성 통신, 이동 통신, 음성응답 및 저장 등에 있어서 低 bit rate CODEC의 적용이 고려되었다.

이에 따라 CCITT에서도 이에 대한 심의 끝에 우선 32Kb/s의 경우 BELL, NTT등의 案을 기초로 한 통일된 ADPCM 方式이 勸告되기에 이르렀다. 본고는 PCM이외의 音聲 符號化 方式 및 이의 標準化 動向에 대하여 略述 하고자 한다.

II. 高能率 音聲 符號化 方式

1. 概要

高能率 符號化 方式은 음성의 통계적 성질 및

인간의 聽覺 특성을 이용하여 리던던시(Redundancy)를 제거하는 기술로서 이를 대강 살펴보면, 音聲信號는 일반적으로 다음과 같은 성질을 가지고 있다.

- 信號의 瞬時振幅의 確率分布는 指數分布이고 낮은 레벨 振幅의 발생 확률이 높다.
- 信號레벨이 시간적으로 크게 변화하며 dynamic range가 40dB 이상이다.
- 周波數 spectrum은 不均一하고 音聲 power는 비교적 저주파 영역에 편중되어 있다.
- 인접 샘플간의 相關이 크다.
- 有聲音 區間에서는 周期性(Pitch)을 가지고 있다.

또한 人間의 聽覺 특성에는 다음과 같은 것이 있다.

- 信號전력이 클때는 量子化 잡음은 신호에 mask 되어 구별하기 어렵다.
- 明瞭度 혹은 自然性에 대한 스펙트럼의 寄与度는 주파수에 따라 다르다. 800Hz 근처의 주파수 성분이 가장 寄与度가 크고 고주파 영역에서는 작다.
- 音聲의 周期性 有無(有/無聲音), 有聲音의 pitch 및 스펙트럼 정보가 보존되면 거의 音聲에 가깝게 인지할 수 있다.

이상의 音聲信號 및 聽覺上的 性질을 이용한 리던던시 억압기술의 방향은 크게 다음과 같이 나눌 수 있다.

가. 適量量子化

量子化 step size를 신호 레벨에 따라 변화 시킴으로써 量子化 雜音을 줄이는 방법으로 거의 모든 高能率 符號化 방식에서 채택하고 있다.

나. 予測符號化

인접 샘플간 또는 피치 주기간의 相關을 이용, 과거 입력신호로부터 현재의 입력신호를 예측하여 원신호와 예측 신호와의 차이를 부호화한다. 따라서 차이신호의 진폭을 입력신호의 진폭보다 적게 할 수 있다.

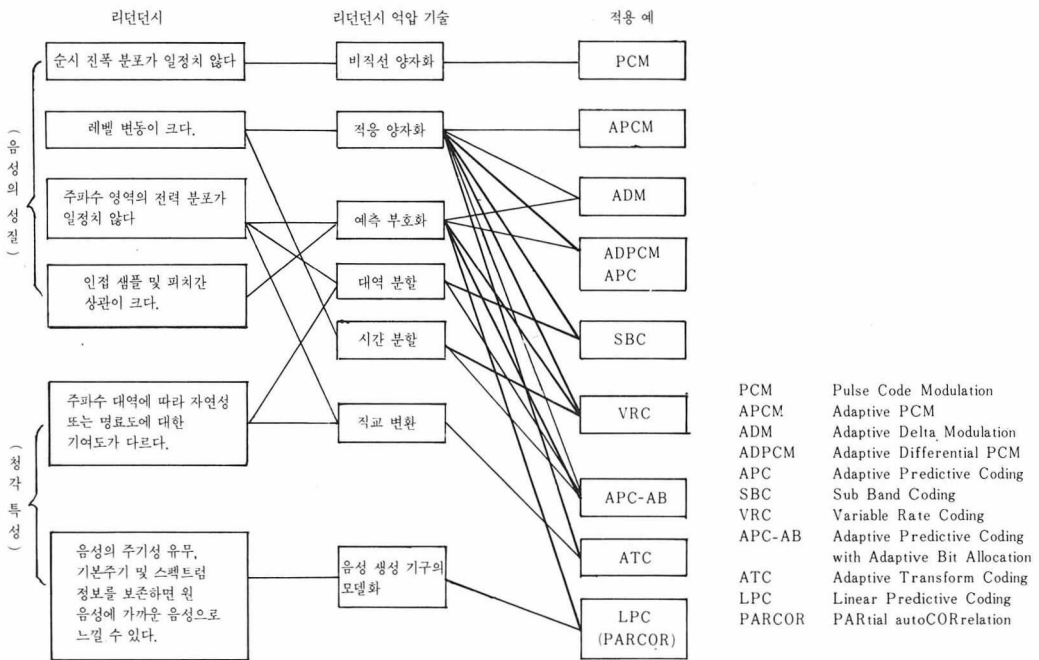
다. 帶域分割

입력신호를 몇개의 주파수 帶域으로 分割하여 각 대역 신호마다 符號化 알고리즘과 bit 할당을 독립적으로 설정하여 품질을 향상시킨다.

라. 直交變換

입력신호를 cosine變換 등에 의해 周波數 영역으로 변환하여 등가적으로 주파수 상에서 bit 할당을 함으로써 聽覺에 크게 寄与하는 성분을 중점적으로 부호화한다.

이러한 리던던시 압축기술들은 개별적 혹은 서로 조합하여 高能率 符號化를 <그림1>과 같이 실현하고 있다.



<그림 1> 高能率 符號化 方式

2. 公衆 通信網에의 適用

高能率 符號化 방식은 CODEC의 LSI化에 의해 경제적으로 구현할 수 있게 됨에 따라 다음과 같은 관점에서 전화 통신망의 경제화에 크게 공헌할 것으로 기대되고 있다.

가. 中繼系를 64Kb/s의 반 정도 이하의 저속 회선으로 구성할 수 있으므로 回線cost의 저감

이 가능하다.

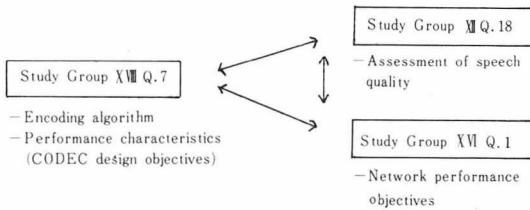
나. 디지털 加入者線을 음성신호와 非音聲信號가 공용할 수 있으므로 양자의 동시 통신이 가능하다.

다. 전화 서비스로서 종래의 일정한 품질의 서비스에 추가하여 방송과 같은 高品質 서비스 제공이 가능해 지며 이용자가 이를 선택할 수 있다.

한편, 公衆 通信網에 이를 적용키 위해서는 相互 通信의 확보를 위하여 符号化 速度와 方式이 몇 종류로 완전한 標準化가 필요하며 이들 符号化 方式간의 변환도 용이해야 한다.

III. CCITT의 標準化 動向

이상과 같은 배경으로 CCITT에서 이들의 標準化가 검토되었는데 1972년 이후 Study Group XVⅢ에서 질의.10 / XVⅢ (Other methods of encoding than PCM)으로 연구 및 검토가 진행되어 오다가 今會期('81~'84)에는 질의. 7/X VⅢ (Encoding of speech and voice band signals using methods other than PCM in accordance with Recommendation G. 711)로 계속되고 있다. 또한 이와 관련된 분야로서 SG XⅧ 및 S G XVI과 함께 다음과 같이 작업을 분담하여 진행하고 있다.



구체적인 목표로 전송 속도를 기본적으로 32 Kb/s, 64Kb/s 및 16Kb/s로 정하고 32Kb/s를 가장 우선적으로 標準化하여 권고키로 하여 32Kb/s의 경우 '84년말 권고안 채택을 목표로 권고초안이 정해졌다. 각 방식별 진행사항은 다음과 같다.

1. 32Kb/s 符号化 方式

32Kb/s 방식은 France, AT & T, NTT등에서 제안한 適応 予測 ADPCM방식이 주로 고려되어 왔다. 32Kb/s 방식을 최우선적으로 권고키로 함에 따라 주요 7개국(미국, 영국, 프랑스, 캐나다, 이태리, 일본, 소련)의 8명의 전문가로서 전문가 그룹을 구성하고 여기서 통일된 세계 표준안을 제출토록 했다. 이를 1983년 11월 Working Party XⅧ / 2(Speech processing)

에서 검토한 후 draft Recommendation G. 7ZZ (32Kb/s ADPCM)으로 채택하였다. 이에 대한 특허권의 실시도 이를 원하는 모든 user에게 무상으로 제공키로 합의되었다.

2. 64Kb/s 高品質 符号化 方式

Loudspeaker telephone, teleconference system, 방송의 commentary channel, ISDN에서의 고품질 음성서비스 등에 응용이 고려되고 있는 본 방식은 1985년말 표준화를 목표로 하고 있으며 기본적으로는

- end to end 디지털 접속
- PCM과의 변환가능
- 모뎀신호 전송 불필요
- 7KHz 대역, 16KHz 샘플링

등의 기본조건이 합의된 상태로 계속검토 중이다.

3. 16Kb/s 符号化 方式

장거리 통신의 digital network, digital mobil telephone service, ISDN에서의 음성 / 비음성 복합 서비스 등에 응용이 기대되는 본 방식은 coding algorithm, performance objectives 등 기본 사항들이 계속 연구중인데 알고리즘의 경우 APC-AB 방식이 유력시 되고있다.

IV. CCITT 勸告 ADPCM方式

다음은 draft Recommendation 7ZZ(ADPCM)의 요약이다.

1. 概要

64Kb/s A-law 또는 μ -law PCM채널과 32Kb/s 채널간의 변환을 위한 권고로서 PCM bit stream을 ADPCM transcoding 기술을 이용하여 변환한다.

주1) 본 권고안에서 정의된 32Kb/s ADPCM 알고리즘은 당분간 전송 목적으로만 사용하고 교환의 경우는 추후 계속 검토한다.

주2) 이 권고안의 정의에 앞서 비슷한 성능을 갖는 다른 32Kb/s ADPCM 알고리즘들이 장비

설계 및 국내통신망에 사용되어 왔다.

주3) 32Kb/s ADPCM 장비의 제한된 이용성 때문에 당분간은 국제 통신망에서의 이의 사용은 관련 상호국간의 동의가 필요하다.

주4) Signalling과 multiplexing에 대해서는 G. 7X2에서 다룬다.

2. ADPCM Transcoding 알고리즘

가. ADPCM encoder

A-law 및 μ -law PCM 입력신호를 uniform PCM으로 바꾸어 입력신호의 추정치를 원 입력신호에서 빼서 차이신호를 만든다. 이 차이신호값을 16 level 適応量子器를 이용하여 4 bit로 할당한다. 逆量子器 (Inverse quantizer)는 이러한 4 bit로 부터 量子化된 차이신호를 만들어 낸다.

또한 입력신호 재생을 위하여 입력 신호 추정치를 이 量子化된 차이신호에 더한다. 재생된

신호와 양자화된 차이신호는 適応量子器에 의해 입력신호의 추정치를 만든다. 따라서 완전한 feedback loop를 구성하게 된다.

나. ADPCM decoder

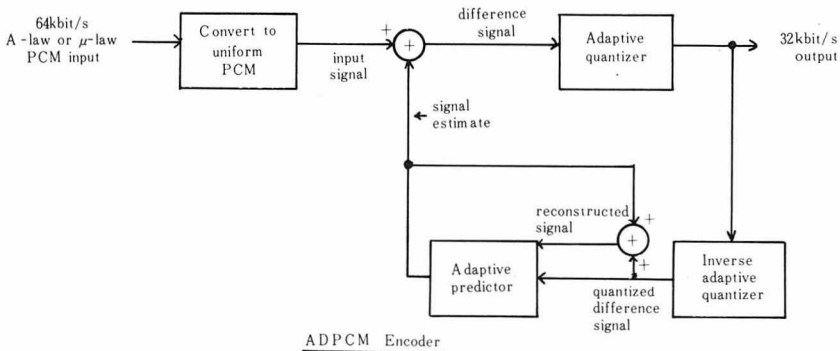
Decoder는 encoder의 귀환부와 같은 구조를 포함하며 아울러 uniform PCM을 A-law 또는 μ -law로 변환하는 부분과 同期符号化調整 (Synchronous coding adjustment)부로 구성된다. 이 동기부호화 조정은 어떤 조건하에서의 同期텐덤 부호화 (ADPCM-PCM-ADPCM 등 디지털 접속)시 발생하는 蓄積性 歪曲 (Cumulative distortion)을 방지해 준다.

3. ADPCM Encoder/Decoder의 原理

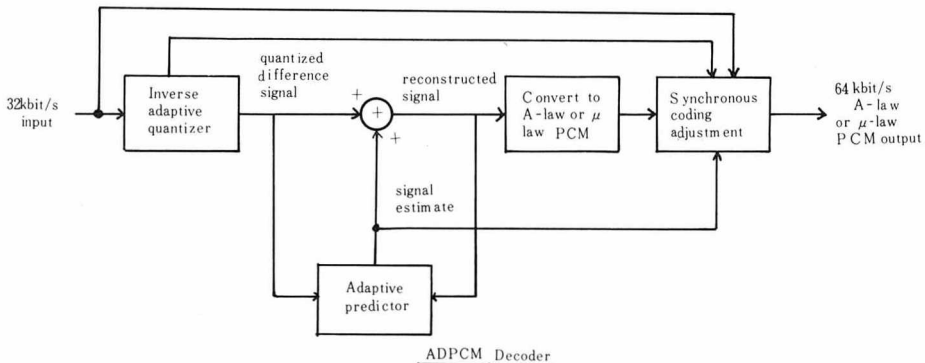
가. ADPCM encoder의 원리

〈그림 3〉은 encoder의 블록도이다. k는 샘플 지수이고 각 샘플은 125 μ s간격으로 취한다.

1) 입력PCM format 변환

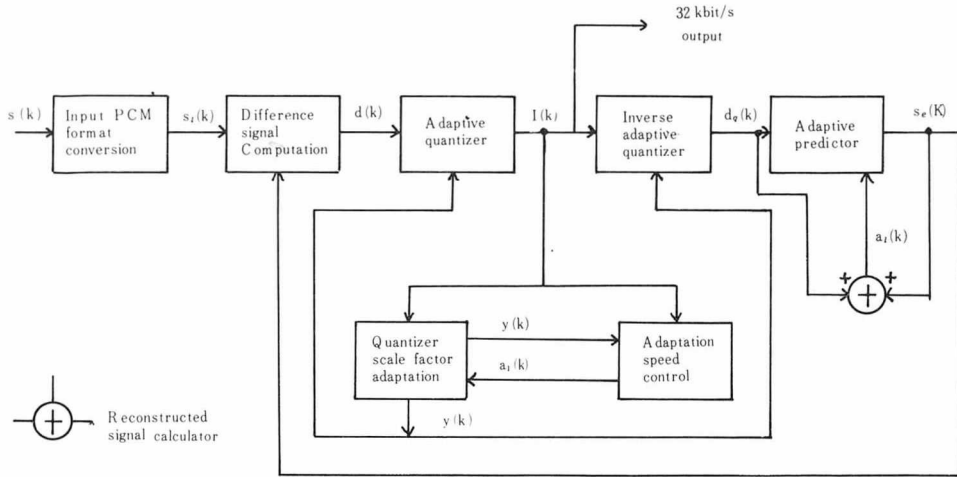


ADPCM Encoder



ADPCM Decoder

〈그림2〉 ADPCM Transcoding블록도



〈그림3〉 ADPCM Encoder 블록도

A-law 또는 μ -law PCM으로 부터의 入力 信号 $s(k)$ 를 uniform PCM신호 $s_1(k)$ 로 변환.

2) 차이신호 계산

Uniform PCM신호 $s_1(k)$ 와 추정신호 $s_e(k)$ 로부터 차이신호 $d(k)$ 를 계산.

$$d(k) = s_1(k) - s_e(k)$$

3) 적응 양자기

차이신호 $d(k)$ 를 量子化 하기위해 16 level 非 定期型 量子器를 사용한다. 量子化하기 전에 $d(k)$ 는 지수 2인 log형태로 바뀌고 scale factor adaptation블록에 의해 계산된 $y(k)$ 에 의해 스케일된다.

$d(k)$ 의 量子化 레벨을 4 bit(크기 3 bit, 부호 1 bit)로 할당한다. 4 bit 양자기 출력 $I(k)$ 는 32kb/s 출력신호를 만든다. 이는 또한 逆量子器와 adaptive speed control 그리고 양자기 scale factor adaptation 블록에도 공급된다.

4) 逆量子器

차이신호의 量子化된 형태인 $d_q(k)$ 는 $y(k)$ 에 의한 scaling 과 대수영역으로부터의 transform에 의해 만들어지며 미리 정한 정규 양자화 특성의 逆으로부터 특정값이 선택된다.

5) 양자기 scale factor adaptation

이 블록에서는 양자기와 역양자기의 scaling factor인 $y(k)$ 를 계산한다. 입력은 4 bit 양자기 출력 $I(k)$ 와 adaptation speed control parameter $a_i(k)$ 이다.

6) Adaptation speed control

제어 파라미터 $a_i(k)$ 는 $[0, 1]$ 의 범위의 값으로 가정할 수 있다. 주로 음성신호의 경우 1, 음성대역 데이터신호와 톤은 0으로 하는 경향이 있다. 이것은 차이 신호값의 변화율 측정에 근거를 둔 것이다.

7) 適應予測器와 reconstructed signal calculator

적응예측기의 일차적인 기능은 양자화된 차이신호 $d_q(k)$ 로부터 예측신호 $s_e(k)$ 를 계산하는 것이다. 2개의 적응 양자기 구조가 사용되는데 入力信号의 zero를 모델로 한 sixth order section과 pole을 모델로 한 second order section이 있다. 이 二重구조는 다양한 입력신호에 효과적으로 대처하기 위한 것이다.

나. ADPCM decoder의 원리

다음 〈그림 4〉는 ADPCM decoder의 블록도이다.

1) 출력 PCM format 변환

再生된 uniform PCM신호 $s_r(k)$ 를 A-law또는 μ -law PCM 신호 $s_p(k)$ 로 변환.

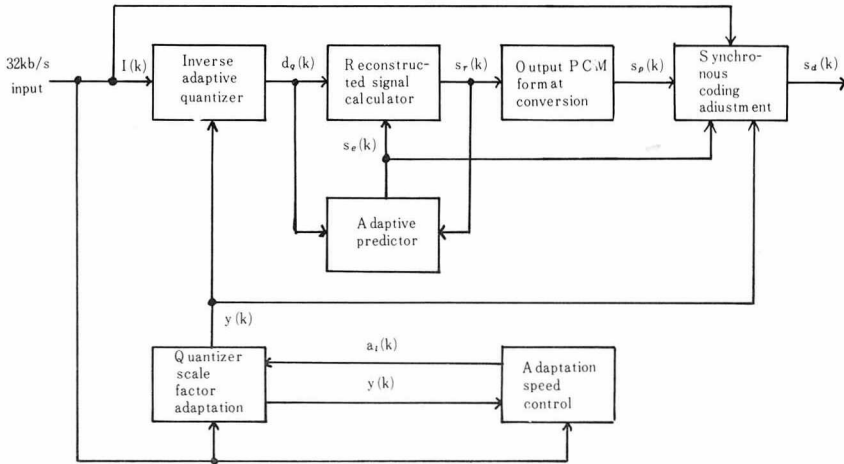
2) 동기부호화조정

동기부호화조정은

- 32kb/s ADPCM과 중간의 64kb/s PCM 신호 전송이 error free 일때, 그리고

- 32kb/s ADPCM과 중간의 64kb/s PCM bit stream이 디지털 신호처리장치에 의해서 방해받지 않을때,

동기텐덤부호화 (ADPCM-PCM-ADPCM



〈그림4〉 ADPCM Decoder 블록도

등 디지털 접속)에서 발생하는 蓄積性 歪曲을 방지해 준다.

V. 結 論

지금까지 PCM 이외의 高能率 音聲符號化 방식과 CCITT에서의 標準化 동향을 살펴 보았다. 32kb/s의 경우 勸告草案이 이미 나와 있는 상

태이므로 '84년 10월의 제 8 차 總會에서 정식 勸告案으로 채택될것이 확실하며 그렇게 되면 금년말 또는 내년초에는 CCITT 규격의 ADPCM CODEC이 상품화되어 선보이게 될 것이다. 따라서 이를 응용한 傳送장비나 디지털音聲貯藏 장치의 개발시 이러한 규격화된 방식이 미리 고려 되어야 할 것이다.

