

A/D 변환에서의 압축과 신장을 이용한 IIR filter 설계에 관한 연구

김중태 이정용 심수보

A study on IIR filter design using the companding and the expanding in a A/D conversion.

Jung-Tae Kim Jeong-Rong Lee Soo-Po Sim
Dept. of electronics Eng., Soong Sil university

ABSTRACT

The objective of this paper is to present a technique to realize digital filter using a PCM companding and expanding.
As an introduction, PCM companding and expanding laws are first reviewed in order to investigate the general problem of designing u-255 law, second the digital filter design using companding and expanding.
So this study, be easy to do the DTMF (dual tone multi-frequency) is an object the multi-channel DTMF design using these device.

1) 서론

공중 또는 사실 교환망에서 널리 사용되는 PCM 방식은 아날로그 신호를 샘플링 및 부호화시켜 64 k bit/s 속도도 전송되고 있다.
음성과 data 통신에서는 전송신호의 질적감쇠 없이 전송속도를 증가 시키는 것이 바람직하다. 이와 같이 S/N 비를 개선하기 위하여 데이터를 전송하기 전에 대수 규모로 압축(대수복성)한다. 그리고 수신측에서는 지수 복성을 이용하여 원 신호를 재생함으로써 전송비 및 S/N 비가 개선된다.
본 논문에서는 스피커 또는 전화기에서 음성을 combo-codec 필터를 통하여 8 bit u-law 방식으로 압축된 데이터는 호스트 컴퓨터(IBM XT)에 저장된다. 이때 저장된 데이터를 신장시켜 필터링한 후 D/A 변환시켜 스피커에 원 신호를 재생하는 방식과 다시 압축하여 combo-codec 필터를 통하여 송신측에 있는 원래의 스피커에 신호를 송신하는 압축과 신장에 관하여 연구하였다.

2) 압축

음성신호의 전송에 있어서 전형적인 음성신호는 넓은 동적 범위를 요구 하지만 음성신호의 대부분의 정보는 낮은 진폭에서 존재하므로 입력신호 레벨에 비례해서 양자화간격을 조정할 수 있다. 즉 대수(log)복성을 이용하여 양자와 간격의 작은 진폭에서는 작게 큰 진폭에서는 크게 한다. 결과적으로 낮은 진폭은 더욱 많은 양자화 레벨로서 높은 진폭은 적은 양자화 레벨로서 그림 2-1과 같이 표현할 수 있다.
이 대수복성으로 S/N비와 word 길이에 대하여 더욱 넓은 동적 범위의 특성을 가질 수 있다. 이와같이 압축에는 CCITT 권고에 의하여 주로 미국, 일본에서 많이 사용하는 u-law 방식과 유럽에서 사용되는 A-law 방식이 있다.

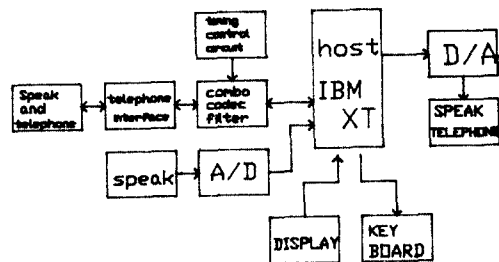


그림 1-1 시스템 블록

u-law 방식은

$$F(x) = \frac{\text{sgn}(x) \cdot \log(1+u|x|)}{\log(1+u)}$$

F(x) : 압축 출력값
x : 정규화 입력값(± 1)
u : 압축 parameter
sgn(x) : x의 부호(± 1)

A-law 방식은

$$F(x) = \frac{\text{sgn}(x) \cdot A \cdot |x|}{1+\log(A)} \quad 0 \leq |x| \leq 1/A$$

$$\text{sgn}(x) \cdot \frac{1+\log(A|x|)}{1+\log(A)} \quad 1/A \leq |x| \leq 1$$

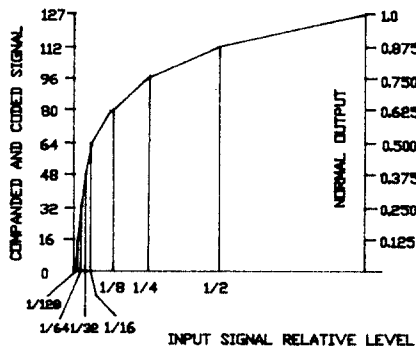


그림 2-1 u-law 압축 신장 특성

3) 압축, 신장 algorithm

u-law 압축 파라미터는 CCITT 권고에 의하여 255로 하였으며 이 압축 특성은 그림 2-1 에 의하 8 개 세그먼트의 세트에 의하여 근사 시킬수 있는 값의 특성으로 표현하였다. 그림 2-1 에서는 연속적 큰 간격의 입력 값이 근일 사이즈 간격에서는 어떻게 표현 되어지는지를 나타내어 주고 있으며 각 세그먼트 경사는 정확히 앞의 세그먼트 경사의 1/2이다. 8-bit u-255 코드 워드는 u-law 신장 프로그램에 의하여 14 bit로 신장되며 14 bit 부호 코드는 u-law 압축 프로그램에 의하여 8 bit u-255 부호 코드로 압축된다. 이에 사용된 프로그램은 FORTRAN-77이다. 8 bit u-255 코드형태

PSS00000

P: 극상 S: 3 bit 세그먼트 수

0000: 4 bit 양자화

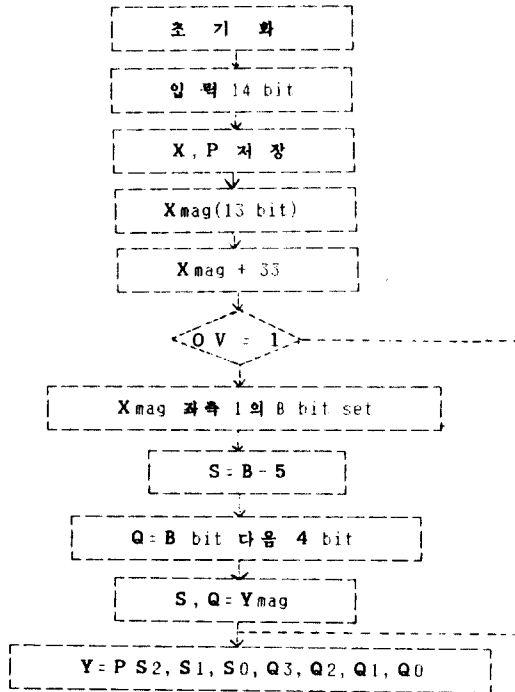


그림 3-1 u-255 압축 프로그램

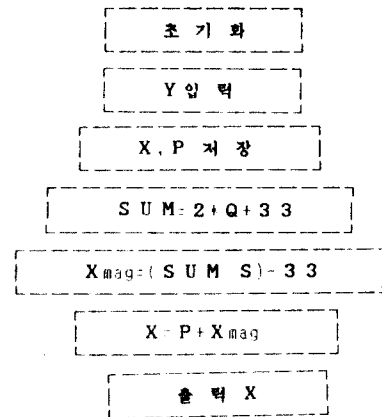


그림 3-2 u-255 신장 프로그램

4) IIR filter

디지털 설계 방법에는 여러가지 알고리즘이 있으나 본 논문에서는 채브체프 필터 특성을 가지며 아날로그 필터의 진폭 특성이 그대로 유지되며 주파수의 응답 특성이 선형적이고 안정된 아날로그의 필터에 대해서 안정된 디지털 필터로 설계 전환할 수 있는 1 차 1 반반법에 의하여 설계하였다. 이 필터의 스펙은 표 1과 같은 특성을 가지며 이 필터에 대한 각각의 응답 곡선은 그림 4-1, 2, 3, 4 와 같다.

5) 시간 제어 회로

시간 제어 신호는 combo-codec interface의 운용에 요구되는 시간 제어 신호를 공급한다. 20.48 MHz 수정 발진기에서 clock을 분주하여 전이 data에 대하여 128 KHz, 동기 목적의 8 KHz 프레임 동기신호를 combo-codec filter에 공급한다.

6) 실험 결과 및 고찰

본 실험에서 TCM 2913 구조에 맞추어 각종 시간제어 신호를 설계 하였으며 국제적으로 권고 사항인 u-law (255)을 사용하였으며 입력 신호는 음성 및 MFC의 각종 주파수를 입력하여 IBM XT에 수신한후 압축된 신호를 신장하여 D/A를 통하여 스피커에 출력하는 방법과 다시 압축하여 COMBO-CODEC 필터에 입력하여 송신측에 있는 스피커에 데이터를 입력 하였다.

7) 결론

본 연구는 DTMF 설계의 진행과정중 전 단계로서 압축과 신장을 이용하여 IIR 필터를 설계 하였으며 앞으로 더욱 많은 개선점이 있다고 하겠다. 물론 이 논문에서는 실시간 처리에서는 문제가 있으나 앞으로 DSP 칩을 사용하여 실시간 처리 및 부수적 처리 시스템을 개발하기 위해 연구하고 있는 중이다.

본 연구에 협조하여 주신 TI 회사에 진심으로 감사드립니다.

- 참고 문헌 -

1. Jrever J. Yereel " introduction to digital filters " A Halsted press book, 1980
2. Michel milleret "a digital technique for implementation of any continuous PCM companding Law " 1975 IEEE Int. conf. on comman, vol.1 pp 11 - 17
3. CCITT Recommendation : Fascicule III, 3 - Rec. G. 711
4. "Telecom circuits data book", Texas instrumments (1986)

표 1 IIR 필터 스펙 및 특성

*** CHARACTERISTICS OF DESIGNED FILTER ***

CHEBYSHEV II HIGHPASS FILTER

FILTER ORDER = 5
SAMPLING FREQUENCY = 8.000 KILOHERTZ

	BAND 1	BAND 2
LOWER BAND EDGE	.00000	.67000
UPPER BAND EDGE	.46500	4.00000
NOMINAL GAIN	1.00000	1.00000
NOMINAL RIPPLE	.05000	.10000
MAXIMUM RIPPLE	.03977	.06055
RIPPLE IN DB	-28.00923	-51.065
SAMPLING FREQUENCY = 8.000 KILOHERTZ		

	A(1,1)	B(1,2)	B(1,0)
1	-.719947	.000000	.859973
2	-1.477556	.595234	.777245
3	-1.628070	.826195	.944105
	B(1,1)	B(1,2)	
	-.859973	.000000	
	-1.510289	.777245	
	-1.775215	.944105	

그림 4-1 MAGNITUDE RESPONSE

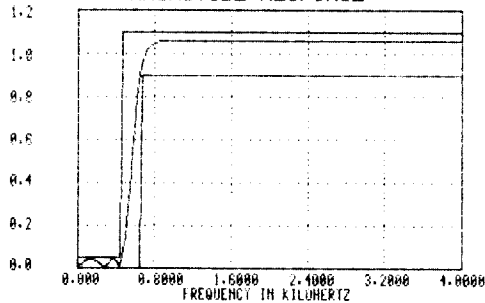


그림 4-2 PHASE RESPONSE

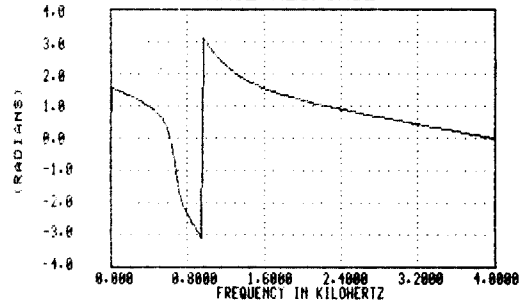


그림 4-3 IMPULSE RESPONSE

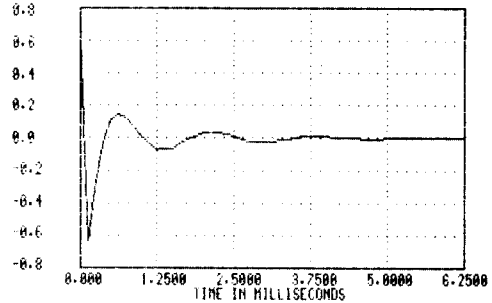


그림 4-4 GROUP DELAY

