

DSK50을 이용한 16Kbps ADPCM 구현

조운석*, 한경호
단국대학교 전기공학과

Implementation of 16Kbps ADPCM by DSK50

Yun-seok Cho*, Kyong-ho Han
Department of Electrical Engineering Dankook University

Abstract

CCITT G.721, G.723 standard ADPCM algorithm is implemented by using TI's fixed point DSP start kit (DSK). ADPCM can be implemented on a various rates, such as 16K, 24K, 32K and 40K. The ADPCM is sample based compression technique and its complexity is not so high as the other speech compression techniques such as CELP, VSELP and GSM, etc. ADPCM is widely applicable to most of the low cost speech compression application and they are tapeless answering machine, simultaneous voice and fax modem, digital phone, etc. TMS320C50 DSP is a low cost fixed point DSP chip and C50 DSK system has an AIC (analog interface chip) which operates as a single chip A/D and D/A converter with 14 bit resolution, C50 DSP chip with on-chip memory of 10K and RS232C interface module. ADPCM C code is compiled by TI C50 C-compiler and implemented on the DSK on-chip memory. Speech signal input is converted into 14 bit linear PCM data and encoded into ADPCM data and the data is sent to PC through RS232C. The ADPCM data on PC is received by the DSK through RS232C and then decoded to generate the 14 bit linear PCM data and converted into the speech signal. The DSK system has audio in/out jack and we can input and out the speech signal.

1. 서론

Speech coder의 역할은 음성 신호를 디지털화하여 bit stream으로 나타내고, 수신측에서는 bit stream을 원음에 가깝도록 복원 해내고자하는 것이다. Speech coder는 그동안 DSP chip의 발전에 힘 입어 음성 통신, 음성사서합동 여러분야에서 응용되어지고 있으며 성능면에서도 많은 발전을 가져왔다. Speech coders는 그 해석 방법에 따라 크게 음성파형을 표현화하여 양자화하는 파형부호화(Waveform coding)방식과 음성의 주기와 성도의 계수 등 음성의 특징만 추출하여 전송해서 수신 측에서 음성을 재생하는 Parametric coding 방식으로 분류되어진다.[1]

일반적으로 coder의 성능은 전송비트율(bit rate), 음질과 복잡성(또는비용)으로 나타낼수 있다. Parametric coder의 경우는 전송 속도가 50bps에서 4.8Kbps로서 매우 낮아 적은 bit수로 지장할수 있는 장점을 가지고 있지만 구현시 복잡성으로 많은 비용과 노력이 필요하다.

Waveform coder방식의 경우는 전송속도가 다소 느리지만 말하는 사람 개개인의 특성에 적게 의존하며 음질이 우수하고 복잡도가 낮아 구현시 비용과 노력을 절감시킬수 있다. 본 논문에서 TMS320C50[2]에 적용한 ADPCM(Adaptive Defferential Pulse Code Modulation)은 Waveform coder방식으로 PCM을 기반으로하는 음성 압축기법이다. ADPCM은 CCITT 권고안 G72x에서 표준으로 규정하고 있으며, 전송율에 따라 16Kbps, 24Kbps, 32Kbps, 40Kbps등으로 구분되어진다. ADPCM은 u-law, A-law 또는 선형 PCM형식으로 입력되어지고, 동일한 형식으로 출력이 가능하다. 본 논문에서는 전송율 16Kbps인 ADPCM을 구현하고자 하며, 사용된 C-source는 SUN Microsystems, Inc에서 개발되어져 공개되어 있다. 구현시 사용하고있는 DSK50[3]은 TEXAS INSTRUMENTS에서 TMS320C50을 사용하여 스타트킵트로 제작한 신호처리용 보드이다. DSK50은 고정소수점 DSP chip인 TMS32050, AIC(Analog Interface Circuit)과 ROM등으로 매우 간단히 구성되어있다.

본 논문에서는 위에서 소개한 ADPCM C-source을 IBM-PC 상에서 컴파일하여 그 성능을 확인하고 DSK50에서 실시간으로 구현하여 원음에 대한 충실도를 확인하고자 한다.

2. ADPCM

Pulse Code Modulation(PCM)은 Waveform coding중 가장 간단한 coder이며, 이는 단순히 신호를 샘플링하고 양자화하는 것이다. 선형적으로 양자화한 신호를 질적인면에서 크게 뒤지지않고 보다 큰 동적범위(dynamic range)를 얻기 위하여 대수적인 양자화 방법이 사용되고 있다. 이러한 대수적인 양자화방법은 u-law와 A-law가 있으며 각각 미국과 유럽에서 표준으로 사용되고 있으며, 1960년대에 이미 규격화되어 오늘날도 널리 사용되고 있다. 일반적으로 아나로그 전화회선에서는 8bits/sample의 range를 가지고 있으며 64kbits/s의 bit rate를 가지고 있는 대수적인 양자화 방법이 많이 사용되고 있다. 하지만 음성신호는 진폭의 변화가 크기 때문에 고정된 스텝 크기를 가지는 PCM방식에서는 작은 신호에 대해서는 양질의 분해도를 얻기 힘들다. 이에 대응하기 위하여 양자화하기 전에 적당하게 신호의 이득을 조절하거나 스텝크기를 조절하는 APCM이 고안되었다. 또한 대역폭 축소의 해결 방안으로 PCM대신 원음과 예측기가 예측한 신호의 차이를 양자화하는 DPCM이 고안되었다. ADPCM은 위에서 소개된 APCM과 DPCM의 장점을 가지는 알고리즘으로 그림1, 그림2에서 볼수 있듯이 형식변환기, 적응 양자화기와 적응예측기로

구성되어 있다.

3. ENCODER

부호기의 대략적인 블록다이어그램을 그림1에서 나타내고 있듯이 그 구조는 형식변환기, 적응예측기, 적응양자화기와 역적응양자화기로 구성되어 있다. 형식변환기는 전송속도 64kbit/s의 A-law 또는 u-law 신호를 입력받아 선형PCM형식의 신호로 변환시킨다. 적응예측기와 역적응예측기는 IIR필터와 FIR필터로 구성되어 있어 CCITT G723에서 규정된 극점과 영점의 계수값을 가지고 적응예측기는 역적응예측기의 출력을 입력으로 받아들이고 역적응예측기는 적응양자화기가 출력한 ADPCM코드를 입력으로 받아들이어 각각 차분신호가 가까운 신호를 예측하는 기능을 갖는다. 표본당 2bit의 최종적인 ADPCM 코드를 출력하는 적응양자화기는 선형PCM신호와 적응예측기에서 예측한 신호와의 차인 선형적인 신호를 G723에서 규정하고 있는 Look-up 표에 따라 대수영역으로 변환하는 스케일 인자 적용기법에 따라 양자화한다.

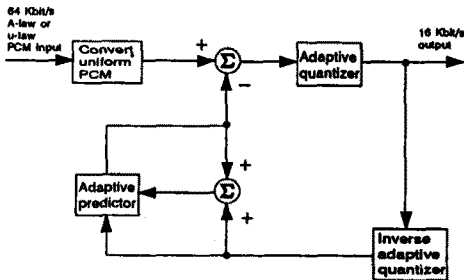


그림 1 ADPCM ENCODER

4. DECODER

복호기(DECODER)는 그림2에서 보이고 있듯이 그 구조는 역적응양자화기, 적응예측기와 형식변환기로 구성되어 있다. 복호기는 16kbit/s ADPCM 코드를 입력받아 역적응양자화기를 통하여 양자화된 차분신호를 생성하여 적응예측기가 예측한 신호와 함께 함께 최종적인 PCM신호를 발생시킨후 64Kbit/s의 A-law 또는 u-law PCM신호를 발생하게 된다.

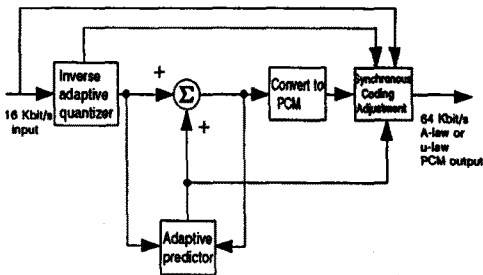


그림 2 ADPCM DECODER

5. DSK50의 구성

그림3에서 보여주고 있듯이 DSK50은 TMS320C50, 확장 connector, 32KByte PROM, XDS510header, Analog Interface Circuit(TLC32040), RCA jack등으로 구성되어져 있다. Harvard architecture의 구조를 가지고 있으며, 고정소수점 chip인 TMS320C50은 10K의 내부RAM과 2K의 내부ROM을 가지고 있다. 10K의 내부RAM은 DRAM(Dual-access, Random-Access-memory)과 SRAM(Single-access, Random-Access-Memory)로 구성되어 있으며, 각각이 상태 레지스터와 프로그램, 데이터 메모리로 사용되어진다. DSK와 Host PC 간의 통신을 위하여 2K 내부 ROM에 저장되어 있는 Boot loader는 외부 32K ROM에 저장되어 있는 kernel 프로그램을 내부 RAM 840H-980H에 위치시킨후 Bootloader가 저장되어 있었던 영역을 data memory 영역으로 mapping 시킴으로 메모리 영역의 낭비를 줄이고 있다. 원칙으로 구성되어 있는 AIC는 single-channel의 입출력포트를 갖고 있으며, 14bit의 dynamic range를 갖는 적절 A/D와 D/A를 가지고 있으며 내부에 타이머를 내장하여 최고 19,200 Samples per second의 샘플링비를 갖고 있어 8kbit/s의 ADPCM의 구현에는 진형 무리가 없는 사양으로 구성되어 있다. 특히 입력포트측에는 Antialiasing을 방지하는 입력필터와 출력포트에는 Lowpass 필터가 포함되어 있어 소프트웨어적 차단주파수를 선정가능하므로 외부에 별도의 필터가 필요가 없다.

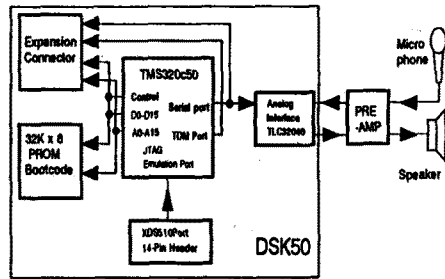


그림 3 DSK50과 전체구성

6. DSK50 실험

본 논문에서 사용하고 있는 ADPCM C-source는 SUN Micro-systems, Inc.에서 개발되고 일반에게 공개되어 여러차례 수정되었으며, Sun SPARKstations에서 CCITT가 발표한 84의 테스트 요소중 82가 테스트되고 통과되었다. C-source 코드는 다시 IBM-PC상에서 MSC6.0으로 다시 컴파일하여 12kbyte의 실행파일을 얻을수 있었고 성능을 확인하고자 음성신호를 사용드카드(Sound Blaster AWE32K)를 이용하여 샘플링하여 u-law의 PCM 형식을 갖는 파일을 위에서 얻은 실행파일을 사용하여 부호화하고 다시 복호화시켜 사용드카드를 통하여 출력시켜보았다.

DSK50에는 전용 어셈블러와 링커가 있으나 이는 의사명령어와 평형어들이 실제 사용할 수 있는 것들보다 제한되어 있어 사용하지 않고 T1에서 C25/5X 계열을 위하여 제공하고 있는 C-compiler, 어셈블러와 링커를 사용하였다. DSK50과 함께 런타임 라이브러리가 제공되고 있으나 이 또한 사용하지 않고 DSK50과 함께 제공되고 있는 예제 func.asm을 적절히 편집하여 TMS320C50과 AIC를 초기화하는 코드를 생성하고 이와 함께 ADPCM C-source를 링킹하였다. DSK50에 디버거를

통하여 다운로드될 최종적인 실행파일의 크기는 선형PCM형식을 대수PCM형식으로 변환하는 형식변환 코드를 제외하고 800word에 불과해 TMS320C50의 내부 RAM이 10Kword임을 고려한다면 메모리는 여유롭게 활용가능하다. AIC의 스케일 조정을 위해 선형PCM형식의 신호를 인터럽트 방식으로 입력받아 동일형식의 신호로 출력시켜 AIC의 성능을 확인하였다.

7. 결론

ADPCM 코드는 DSK50과 함께 제공되고 있는 디버거를 통하여 TMS320C50의 내부RAM에 다운로드하고 실행하였다. ADPCM 구현을 위한 전체적인 구성을 그림3에서 보이고 있듯이 Micro-phone으로 입력받은 신호를 AIC의 14bit A/D로 샘플링하여 선형PCM 데이터를 생성하고 이 신호를 ADPCM 알고리즘을 사용하여 부호화하고 다시 복호기를 통하여 선형PCM를 생성한후 14bit D/A를 통과한 신호를 다시 스피커로 출력시켜 원음과 비교하였다. 그 결과 저가형으로 구성된 코딩시스템인 DSK50에서도 16Kbps ADPCM이 원활하게 동작됨을 알수 있었다.

참고문헌

1. Richard A. Haddad · Thomas W. Parsons "Digital Signal Processing Theory, Applications, and Hardware" Computer Science Press 1991.
2. Texas Instruments Inc. "TMS320C5x DSP User's Guide" January, 1993.
3. Texas Instruments Inc. "TMS320C5x DSP Starter Kit User's Guide" March, 1994.
4. Texas Instruments Inc. "TMS320 Fixed-Point DSP Assembly Language Tools User's Guide" December, 1991.
5. Texas Instruments Inc "TMS320C2X/C5x Optimizing C Compiler User's Guide"
6. Thomas P. Barnwell III "Speech Coding A Computer Laboratory Textbook" John Wiley & Sons, Inc. 1996.