

論文93-30B-5-9

TDX 신호장치 유지보수 시스템을 이용한 신호상태분석에 관한 연구

(A Study on the Signal Status Analysis Using the Maintenance System of the TDX Signaling Equipment)

尹達桓*, 林濟鐸*

(Dae Hwan Yoon and Chae Tak Lim)

要約

TDX-10교환기내 신호서비스 장치에 입출력되는 신호상태를 분석하는 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 교환기의 신호서비스장치(USTU)와 타임 스위치장치(TSU)를 연결하는 32 채널의 subhighway로부터 원하는 채널의 PCM 신호를 획득한후 그 신호를 분석하여 R2MFC/DTMF/CCT/VOICE중 어느 신호인지를 분류하고, 그 신호의 디지트를 판별해 내는 기능을 갖고 있다. 종래 FFT를 이용하여 주파수 스펙트럼을 분석하였으나 본 논문은 주파수 표본값을 숫수점까지 계산할 수 있고, 전력스펙트럼 계산을 좀더 정확히 할 수 있는 CZT 알고리즘을 제시한다. 이때 선택하는 채널신호의 종류에 따라 PCMA장비로 획득한 신호상태를 분석하고 그 신호의 디지트를 결정한다.

Abstract

We have developed a system which can analyze the status of signal sent from/received to a signalling service equipment within the fully electronic switching system such as TDX-10. The system has such functions that acquire PCM signal of the preferred channel from the subhighway of the thirty-two channel by which a Universal Signal Transceiver Unit(USTU) is connected with Time Switch Unit(TSU), and then classify the type of signal such as R2MFC/DTMF/CCT/VOICE, and determine the digit. Up to now, we have analyzed the frequency spectrum using the FFT. This paper describes the development of PCM acquirer which can analyze the signal characteristics by acquiring the PCM signal in SHW(subhighway), and proposes the CZT(Chirp Z-Transform) algorithm. An algorithm which analyzes the acquired signal and determines the signal frequency and the corresponding power spectrum using the CZT is also discussed here.

1. 서론

대형화되고 다양화되어가는 교환 서비스 기능의 추세에 따라 교환서비스 기능중에는 교환국간의 정보교

환을 위한 R2 Multi-Frequency Compe lled (R2 MFC) 신호의 송수신기능, push button (PB) 가입자로부터의 Dual Tone Multi-Fre-quency (DTMF) 신호의 수신기능, 교환기에서 전화기로 호의 접속 진행 상태를 알리기 위한 각종 가청 신호음 (audible tone: A T)의 송수신 기능과 최근에 새로 등장한 공통선 신호방식(common channel signaling: CCS)으로 교환국간 통화로의 정상여부를 확인하기위한 연속성 시험음(continuity check

* 正會員, 漢陽大學校 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng., Hanyang Univ.)
接受日字: 1992年 7月 23日

tone:CCT)의 송수신 기능등이 있다. [14]

현재 운영중이거나 개발중인 TDX시스템의 신호장치 서비스에 문제가 발생하였을 시, 신속히 정확한 원인을 규명하여 보수하기가 어려운 실정이다. 따라서 신호장치의 유지보수를 위해서는 신호 획득시스템과 같은 장치가 필요하게 되고, 계속하여 field test 작업을 하거나 서비스에 문제가 발생하였을 경우, 이의 처리를 보다 신속, 정확히 할 수 있도록 보충 해주는 신호장치를 유지 보수하기위한 신호상태분석 시스템이 필요하게 된다.

본 논문에서는 TDX 교환기내 이상유무를 판별할 수 있는 시스템의 하드 웨어와 소프트웨어를 설명하고, 이 시스템을 통하여 신호서비스장치의 각종 신호종류와 그를 이용하여 획득한 신호를 분석하기 위해 CZT 알고리즘을 적용한뒤 신호상태 및 디지털을 결정한다. 제 2 장에서는 PCM 신호 획득을 위해 설계한 하드웨어를 설명하고, 제 3 장에서는 신호 분석 알고리즘과 제 4 장에서는 신호 판정, 제 5 장에서는 시스템에 대한 실험결과를 제시하고 제 6 장에서 결론을 맺는다.

II. PCM 신호 획득 장치

범용 신호 서어버스 장치USTU(universal-type signal tranceiver unit) 와 TSU(time switch unit)사이를 연결하는 SHW(sub-high way)에서 PCM 신호의 타이밍형태는 한 프레임이 32 채널로 구성되며 [34], 여기서 PCM 신호를 포착하여 컴퓨터에 저장하는 장치의 하드웨어와 소프트웨어를 논 한다. 그림 1 은 신호상태분석 절차중 신호획득기가 사용될 전체 흐름도를 나타낸다.

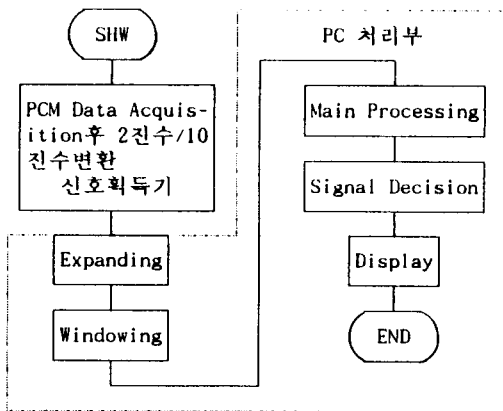


그림1. 신호상태분석을 위한 흐름도

Fig 1. Flowchart for the signal status analysis.

1. 신호획득장치

SHW에서 다중화상태로 송수신되는 신호는 각 채널슬롯의 길이가 8비 트이고, 클럭 주파수는 2048 KHz로 1비트 타임은 1/2.048 μ s가 된다. P CM 프레임 동기신호는 그 주파수가 8KHz로 그 펄스 폭은 한 비트 타임과 같다. 따라서 그림 1의 PCM 신호획득기(PCMA:PCM Acquirer)는 SHW와 IBM-PC 호환 기종의 컴퓨터를 연결해 주는 회로이다.

SHW를 지나가는 PCM 신호 중에서 검색하기를 원하는 채널을 선택하고, 그 채널의 PCM신호를 획득하기위한 회로 보드로서 PC 슬롯에 삽입할 수 있는 card 형태로 되어 있다. 여기서 DEMUX는 SHW상의 PCM신호를 채널별 로 분배하기 위한 데이터분배기이고, CNT는 DEMUX를 프레임 싱크 신호와 동기시켜 그 스위치가 정확히 1 채널 슬롯(8 비트 타임)을 주기로 절환 되게 하기 위한 카운터이다.

MUX는 검색 희망 채널을 선택하기 위한 데이터 선택기이며, PTR는 컴퓨터로 부터 선택 채널 번호를 부여받아 MUX 에게 가리키기위한 채널 포인터이다. S/P는 MUX의 출력단으로 부터 나오는 직렬 데이터를 병렬로 변환하여 컴퓨터에게 전송하기 위한 시프트 레지스터이며, CMP는 CNT의 상태와 PTR의 상태를비교하여 희망 채널의 타임 슬롯 동안만 S/P를 동 작하게 하기 위한 것이며, IFG는 S/P의 상태(변환의 완료 여부)를 컴퓨터 에게 알리기 위한 input flag F.F이다.

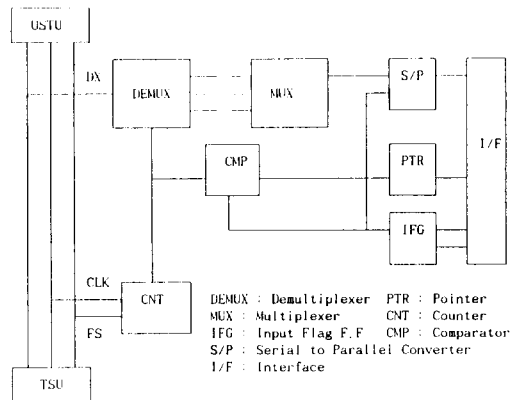


그림 2. PCM 신호 획득기(PCMA) 의 연결회로
Fig. 2. Connection circuit of the PCM signal acquirer.

I/F는 마이크로컴퓨터와 이 회로 보드를 접속하기 위한 인터페이스회로이다. 이러한 기능을 가진 PCM

신호 획득기(PCMA)에서 SHW상의 PCM 데이터(DX)와 클럭 신호(CLK)와 프레임 동기신호(FS)를 받아 들이기 위한 부분은 Quad Differential Line Receivers이며, 4X16 디코더로서 2개가 조합되어 1X32 DEMUX를 구성하였다. 동기 4-Bit 2진 카운터를 32진 동기 카운터(CNT)를 사용하였다. 따라서 이 32진 카운터는 8 비트 타임을 주기로 상태가 변화하여 DEMUX의 스위치를 전환한다.

16X1 멀티플렉서 2개가 조합되어 32X1 MUX를 구성하였으며, 8진 D-Type Latches로서 하위 5 비트를 이용하여 채널 번호를 지시하는 채널 포인터(PTR) 역할을 하게 하였다. 8-Bit Shift Register(S/P)로서 MUX로부터 들어오는 직렬 비트 스트림을 병렬 데이터로 변환하게 하였고, 8-Bit 비 교기로서 CNT의 상태와 PTR의 상태를 비교하여 일치할 때만 그 출력이 'LOW'로 되어 S/P의 클럭 게이트를 열어준다. 그렇게 함으로써 선택된 채널의 워드 타임 동안만 S/P가 동작하게 한다.

2. 신호획득 알고리즘

PCM 신호 획득기(PCMA)를 이용하여 임의의 채널 PCM신호를 획득하기 위해 시스템을 초기화한 후 획득 대상의 채널 번호와 화일의 크기(데이터의 길이)를 지정한다. 이때 지정된 채널의 데이터를 읽어 들여 신호의 유무를 검사한다.

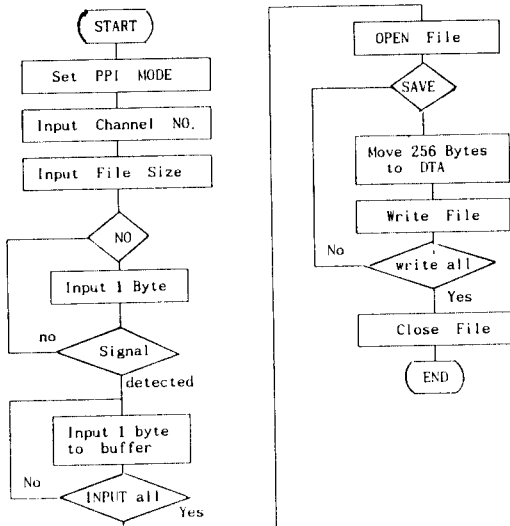


그림 3. PCM 신호 획득 프로그램의 개요 순서도
Fig 3. General flowchart of PCM acquiring program.

신호가 검출될 때까지 이 작업을 계속하다가 신호

가 검출 되면 그 때부터 들어오는 모든 샘플을 버퍼에 저장한다. 지정된 수량의 샘플이 모두 입력되면 신호 입력을 중단하고 지정된 화일을 연 후 버퍼에 들어온 모든 데이터를 디스크에 저장한다. 여기서 각 PCM 샘플을 입력 즉시 디스크에 저장하지 않고 버퍼에 저장하였다가 다시 디스크로 저장하는 이유는 디스크 조작에 소요되는 시간이 샘플의 주기(125 us)보다 커서 실시간 디스크 저장이 불가능 하기 때문이다. 순서에 입각하여 IBM-PC 어셈블리어로 작성한 PCM 신호획득 프로그램 흐름도는 그림 3과 같다.

IFG로 약 1 us 폭의 클리어 펄스를 출력하기 위한 루틴과, key 입력되는 10진수를 2진수로 변환하는 루틴을 포함하며, 이 프로그램에서 화일의 기입 방식은 1 블록을 256 바이트한 랜덤 블록(random block) 방식을 이용하였다. 또한 데이터 버퍼영역을 최대한 확보하기위해 여러 개의 데이터 세그먼트를 정의하여 데이터 세그먼트를 순차적으로 옮겨가는 방법을 이용하였다.

Ⅲ. 신호 분석

신호획득장치를 통하여 PC에 저장된 10진데이터는 압신된(compressed) 상태이므로 디지털 신호처리 연산이 가능하도록 선형화 과정에서 아날로 그신호로 변환된다.^[9] 이때 정해진 시간내에 데이터 x(n)의 갯수를 32 msec주기로 관찰할 수 있도록 256 바이트 단위의 블록으로 푸리에 변환을 시킨다. 절단시 생기는 Gibbs현상 및 out band에서의 리플 효과를 없애기 위해 여러개의 창기법중 사용이 간편하고 결과를 쉽게 얻을 수 있는 Blackman 창을 사용하여 주파수 에너지 밀도가 주엽(mainlobe)에 집중되도록 하였으며, 잡음의 원인인 부엽(sidelobe)을 신속히 감소시키도록 선택하였다.^[8] 주파수 변환시 계산효율을 높이고 정확한 주파수점과 그에 대한 전력스펙트럼을 계산하기 위해 CZT 알고리즘을 취한다. FFT 알고리즘의 경우 주파수점은 단위 원주상(unit circle)에 균등히 분포한 W^k 를 가지나 (1)식과 같은 CZT 알고리즘을 이용 하면 그림 4와 같은 contour spiral비율을 제어하며, 크기에 해당하는 주 파수점을 찾는 데 융통성이 있고, 그에 대응하는 전력스펙트럼을 구할 수 있다.^{[10][11]}

따라서 푸리에 변환시 사용하는 W^k 대신 AW^k 를 이용하여 Z 변환을 하고, A를 임의로 추적하면 최적 주파수값 및 그에 대한 최대 전력 스펙트럼을 구할 수 있다. FFT는 CZT의 A를 1로 할 경우와 같은

단위원주상에 주파수 점이 존재하는 것과 같다. 따라서 이러한 방법을 사용한 CZT 알고리즘은 spiral contour 위에서 Z변환 샘플을 계산하는데, (1)식을 사용한다.

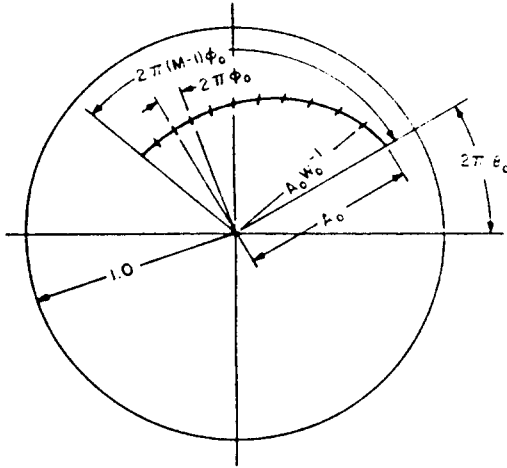


그림 4. CZT에 대한 Z-plane contour
Fig 4. Z-plane contour for the CZT.

$$Z_k = AW^k, A = A_0e^{-j\theta_0}, W = W_0e^{-j\phi_0} \quad (1)$$

여기서 A_0 와 W_0 는 실수이며, CZT 알고리즘을 다시 쓰면 (2)식과 같다.

$$X(Z_k) = W^{k^2/2} \sum_{n=0}^{N-1} g(n)W^{-(k-n)^2/2}$$

$$g(n) = x(n) \cdot A^{-n} \cdot W^{n^2/2}, \quad 0 \leq k \leq M-1 \quad (2)$$

여기서 $g(n)$ 는 원하는 데이터 갯수에 대해서만 스펙트럼을 얻는데 사용한다. 복소계산수는 $(N+M-1) \log_2(N+M-1)$ 에 비례하며 직접계산 할 때는 $N \cdot M$ 에 비례하므로 보다 효율적이다. FFT와 비교할때 반드시 $N=M$ 일 필요가 없고 주파수점이 숫자가 될수도 있으며, A_0 를 임의로 선택할 수 있는 장점이 있다.

[8] [10] [12]

IV. 신호 판정 알고리즘

앞장에서 기술된 방법으로 선형화 및 windowing 과 CZT 과정을 거친 후 신호의 주파수 정보를 내포하고 있는 전력 스펙트럼 데이터로부터 획득된 신호가 어떤 종류의 신호인가를 분류하고 그 신호의 고

유번호를 판정 하게된다. 서비스 신호로서는 R2MFC, DTMF, CCT신호로 나는데, DTMF 신호는 주파수 성분이 반드시 고주파수 그룹 성분과 저주파수 그룹성분으로 구성되어 있으나 MFC 와 CCT 신호의 경우는 그 주파수 성분이 Backward MFC 신호는 저 주파수 그룹성분만 그리고 Forward MFC 와 CCT 신호는 고 주파수 그룹성분만으로 구성되어짐을 알수 있다. 따라서 신호 분류 및 판 정 알고리즘은 현재 획득된 PCM 신호의 주파수 정보를 파악함으로써 그 신호가 어떤 종류의 서어비스 신호인가, 음성 신호 또는 잠음신호인가를 분류한다.

신호 분류의 과정은 저주파수와 고주파수 그룹의 분기점이 되는 주파수 1162 Hz 를 중심으로 작기 Low 와 High 영역에서의 최대 전력을 구하고 그 최대 전력이 신호 존재를 인정할 수 있는 어느 임계 값을 넘는가를 결정하여 신호의 종류를 분류한다. 즉

제 1 단계 : 신호의 분류

- 1) $P_{\max_{low}} > Th_1, P_{\max_{high}} > Th_1$: DTMF 신호 또는 음성신호
- 2) $P_{\max_{low}} > Th_1, P_{\max_{high}} < Th_1$: Backward MFC 신호 또는 음성신호
- 3) $P_{\max_{low}} < Th_1, P_{\max_{high}} > Th_1$: Forward MFC 신호 또는 CCT 신호 또는 음성 신호

이때 신호의 분류가 되었다라도 정확한 신호인가를 결정하기 위해서는 또다시 CCITT 규정의 허용치를 만족하는가를 점검하여야 하며, 특히 음성 신호와의 구별을 명확하게 결정지어 주어야 한다.

제 2 단계 : 음성신호 구별

먼저 음성 신호와 서어비스 신호를 구별하기 위해서 SNR을 구하는 정의는 특정 서어비스 신호의 2 개 주파수 성분 (DTMF, MFC 신호의 경우 ; CCT 의 경우는 1 개의 주파수 성분)에 대한 전력은 Blackman Window ing 의 전력 스펙트럼의 주엽 폭이 대략 40 Hz 정도이고 , 주파수 영역의

표본 간격이 약 7.8125 Hz 임을 감안하여 최대치의 전력 (P_{\max})와 그 다음 최대 전력 (P_{next}) 이 나타나는 주파수를 각각 대표주파수 f_{\max} 와 f_{next} 라 할때, 각 f_{\max}, f_{next} 로 부터 $\pm 3\Delta f$ (Δf 는 주파수 표본 간격)까지 전력들의 합으로 정의 하였다. 즉

$$P_{\max}^{\Delta} = P(f_{\max}), \quad P_{next}^{\Delta} = P(f_{next})$$

$$P_s^{\Delta} = \sum_{f=f_{\max}-3\Delta f}^{f_{\max}+3\Delta f} P(f_{\max} + i\Delta f) \quad (2)$$

그리고 비신호의 전력은 총 전력에서 신호전력을

감산한 것으로 정의 한다. 즉

$$P_{NS} = P_T - P_S \quad (3)$$

그 비를 음성 신호 구별의 척도인 SNR로 정의하였다.

$$S/N = 20 \log_{10} (P_s/P_{Ns}) \quad (4)$$

음성 신호는 서어비스 신호에 비해 많은 주파수 성분을 내포하고 있으므로 비신호 성분의 전력이 신호 성분의 전력에 비해 큰 값을 이룬다. 따라서 위에서 정의된 실제 서어비스 신호의 SNR 이 음성 신호의 SNR 에 비해서 상대적으로 큰 값이 된다. 그러므로 구별 척도의 임계값은 서어비스 신호의 SNR 값이 되며 그 값보다 작은 SNR 을 갖는 신호는 음성신호로 구별한다.

- 1) S/N ≥ Th₂ : 서어비스 신호
- 2) S/N < Th₂ : 음성 신호

제 3 단계 : power twist 의 CCITT 규정의 만족도 점검

음성 신호와의 구별이 끝난 후 그 신호가 음성 신호가 아니라고 구별하면 그 신호는 서어비스 신호일 가능성은 무척 높아진다. 그러나 그 신호가 CCITT 의 규정에서 허용하는 power twist 의 한계치를 만족하는가를 고찰하여 한계치를 허용하지 못하였을 경우 그 결과를 예시할 수 있어야 한다. 즉

- 1) DTMF 신호 : P_{twist} < 6 dB
- 2) MFC 신호 : P_{twist} < 7 dB

위와 같이 Power Twist 의 허용치를 만족하면 비로소 획득된 신호는 특정한 서어비스 신호임을 결정할 수 있다. 그러나 CCT 신호의 경우 Forward MFC 신호와 구별되는 척도가 power twist 임을 감안할 때 2~3단계의 허용치를 만족하지 못한 경우 CCT 신호임을 쉽게 알수 있다.

서어비스 신호의 분류가 끝나 신호의 종류가 확정되면 각 서어비스 신호의 고유 번호를 판정하여야 한다. 판정하는 방법은 신호의 대표주파수 2 개 (CCT 의 경우 1 개) 가 규정된 주파수로부터 허용된 편이내에 들어 있으면 다음과 같이 판정한다. 즉

제 4 단계 : 신호의 고유 번호 (identity) 판정

결정되는 DTMF신호의 고유 번호는 서비스 신호의 분류가 끝나 신호의 종류가 확정되면, 각 서비스 신호의 고유번호를 판정한다. 판정은 대표주 파수 2 개가 규정된 주파수에서 허용된 편이내에 드는가를 검토하여 이루어 진다.

V. 실험 결과

제안한 하드웨어와 알고리즘으로 실험결과를 제시 하므로써 본 시스템의 성능을 입증한다. 신호획득기 (PCMA)는 컴퓨터 슬롯과 교환기내 SHW와의 접속으로 PCM신호를 컴퓨터로 획득한 2 진수를 10진수 변환 및 선형화를 통해 화일로 저장한다. 전화기와 교환기 혹은 교환기간에 통화로 주파수 특성상 충분한 해상도를 제공하기 위해 창방법에 따른 선형화된 데 이타의 zero-padding기법을 사용한다. [13] 이 실험을 위해 전화기로부터 더 송출되는 DTMF신호와 음성신호등을 획득하여 화일에 저장하였다. 이때 원하는 임의 데이터 블럭을 지정하여 신호의 주파수 및 전력을 구하기 위하여 CZT알고리즘을 사용하였으며, 3 장의 FFT와 CZT의 특성으로부터 곱셈 계산수를 비교하면 표 1과 같다.

표 1. FFT와 CZT알고리즘의 곱셈계산 비교
Table 1. Comparison of the multiply computation of the FFT and CZT algorithm.

	DFT	FFT	CZT
계산수	N · M	L · log ₂ L	(N+M-1)log ₂ (N+M-1)

FFT에서는 N=M=L이다. 그러나 CZT에서는 반드시 N=M일 필요는 없고, 주파수 선택선택점이 숫수가 될 수 있으며, A₀를 임의로 선택하여 보다 정확한 신호의 전력스펙트럼을 구할 수 있는 장점이 있다. L N+M-1인 경우 CZT계산수는 L ≥ log₂L에 비례한다. [10] [12]

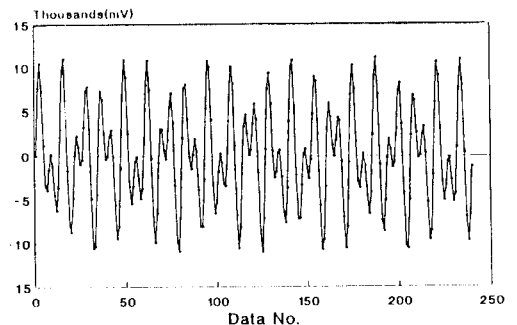


그림 5. Keypad No. 1 의 신호파형
Fig. 5. Signal waveform of the keypad No. 1.

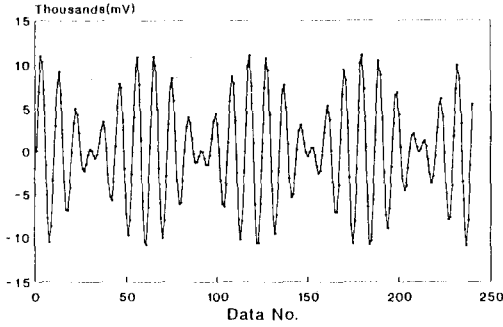


그림 6. 음성 "아" 의 신호파형
Fig. 6. Signal waveform of the voice "아".

여기서의 실험은 획득한 신호를 분석하는데 A=1인 경우를 선택하여 CZT알고리즘을 적용하였다. 계산에 사용할 데이터 갯수는 1024 개이며, 실제 존재하는 데이터 포인트는 256개를 한 블록으로 사용한다. 그 결과 SHW상에서 송수신 되는 신호중 keypad 1번과 음성 "아" 의 파형은 그림 5와 그림 6에 보여준다. 여기서 가로축은 시간축이고 세로축은 전압레벨을 나타낸다.

256바이트를 1 블록으로 분석처리하여 32 ms 관찰 기간동안의 주파수에 대한 전력 스펙트럼을 구한 keypad No.1과 및 음성 "아"의 결과를 그림 7 및 그림 8에 도시한다.

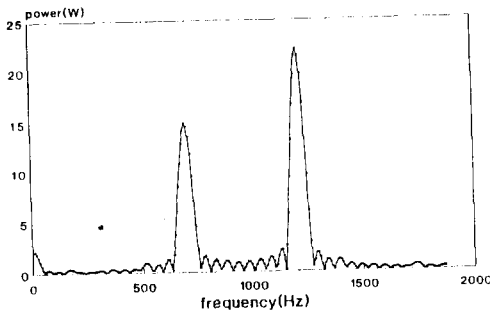


그림 7. Keypad No. 1 의 주파수에 대한 전력스펙트럼
Fig. 7. Power spectrum for the frequency of keypad No. 1.

그림 7와 그림 8에서 가로축은 주파수를 세로축은 전력 레벨을 표시한다. 따라서 신호의 존재 여부를 판단할 수 있도록 허용 입력 레벨을 시험한다. 표2는

이러한 keypad No. 1번과 음성 "아" 에 대한 전력레벨을 계산하여 판정한 신호의 주파수 및 디지털 번호를 표시한다. 표 2에서 1 블록을 실험한 신호의 주파수는 695 Hz 와 1210 Hz로 각각의 허용치는 -2 6.67 dBm과 -23.22 dBm 이 되며 신호판정 영역을 만족한다. 이때 이 신호 의 신호대 잡음비는 7.43 dBm 으로 송수신 되는 저대역과 고대역의 두 주파수가 됨으로써 DTMF 신호 1 번임을 알았다. 교환기에서 보통성인이 발음하는 음성을 얻어서 실험한 결과 주파수가 906 Hz와 773 Hz 로 이루어진 신호였고, 각 주파수의 허용치는 -28 dBm과 -34.15 dBm 이며, SNR 은 -8.83 dB로 음성 "아"임을 판정하였다.

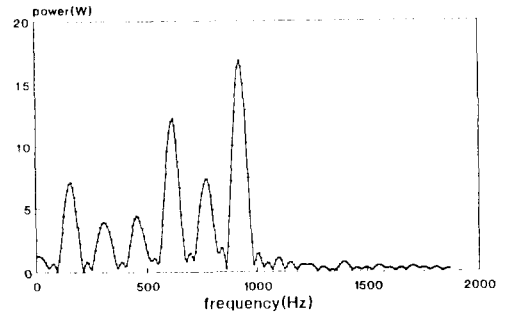


그림 8. 음성 "아" 의 주파수에 대한 전력스펙트럼
Fig. 8. Power spectrum for the frequency of the voice "아".

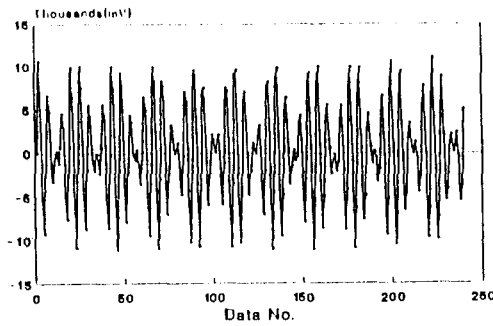
표 2. DTMF No. 과 음성 "아" 의 시험판정 결과

Table 2. Experiment results of the DTMF No. 1 and the voice "아".

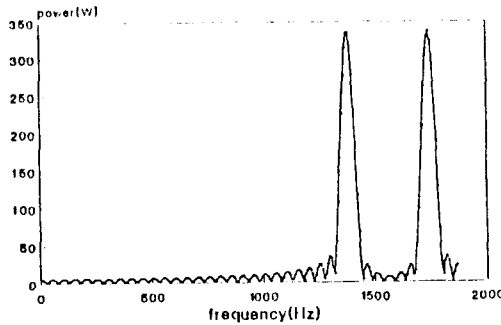
block #	f ₁ (Hz) : dBm	f ₂ (Hz) : dBm	SNR(dB)	신호판정
1	695 : -26.67	1210 : -23.22	7.43	DTMF No.1
1	906 : -28.44	773 : -34.15	-8.83	Voice"아"

이때 SNR의 경우 신호의 레벨이 가장 큰 경우 DTMF, MFC 신호는 0 dBm, CCT신호는 - 5 dBm, 레벨이 가장 큰경우 CCT, DTMF는 - 35 dBm, MFC는 -3 2 dBm인 비슷한 결과를 얻었다.

그림 9는 MFC 신호파형 및 주파수에 대한 전력 스펙트럼을 나타낸다. 이 러한 MFC신호파형의 주파수에 대한 전력 스펙트럼을 분석한 결과는 f1 신호는 1156 Hz 이고 f2신호는 1742 Hz 였으며, 각각의 신호레벨은 -26.44 dBm 과 0.45 dBm 이었다. 그리고 SNR 의 경우는 -4.04 dB였다.



(a)



(b)

그림 9. MFC 신호파형 및 주파수에 대한 전력 스펙트럼

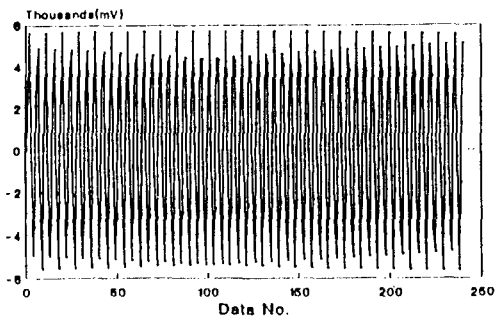
(a) 신호파형 (b) 전력 스펙트럼

Fig. 9. Signal waveform of the MFC and the power spectrum for the frequency.

(a) signal waveform.

(b) power spectrum.

그림 10은 CCT 파형 및 전력 스펙트럼을 DTMF 나 MFC 와 똑같이 시험한 결과이다.



(a)

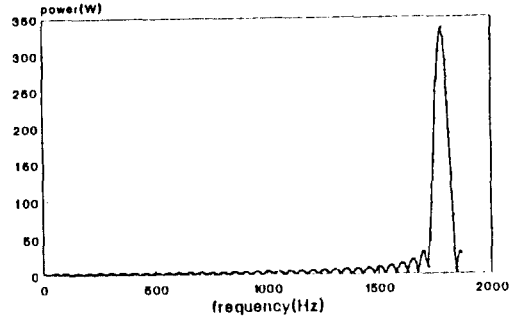


그림 10. CCT 신호파형 및 주파수에 대한 전력 스펙트럼

(a) 신호파형 (b) 주파수 스펙트럼

Fig. 10. Signal waveform of the CCT and the power spectrum for the frequency.

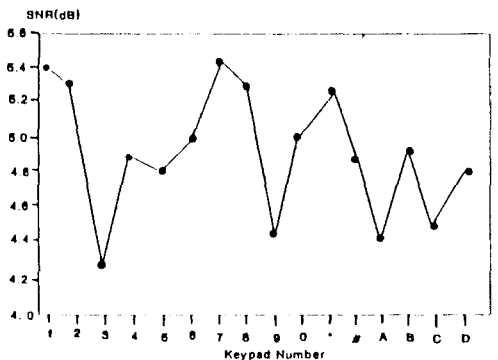
(a) signal waveform.

(b) frequency spectrum.

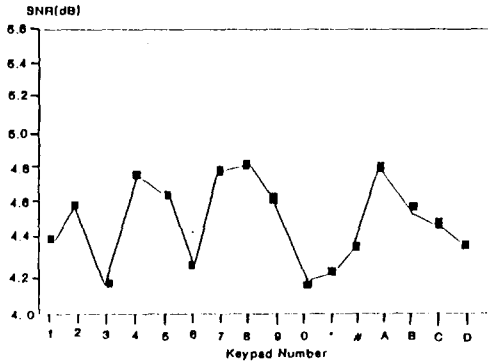
CCT 신호의 경우 판정주파수는 1781 Hz 였고, 신호레벨은 0.4 dBm이다.

그림 11은 DTMF와 MFC 신호에 대한 SNR로 가로축은 keypad 번호를 표시 하고 세로축은 SNR 크기를 표시한다.

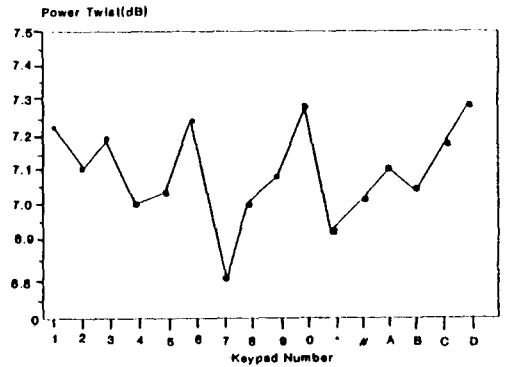
또한 power twist의 허용치 한계는 규정된 값인 6 dB(DTMF 신호), 7 dB (MFC 신호)를 그대로 적용할 경우 정확한 판정을 기대할 수 없다. 따라서 주파수 스펙트럼상의 표본간격을 7.8125 Hz 로한 컴퓨터 simulation 결과 최소. 최대 신호레벨에서의 power twist는 DTMF인경우 6 ± 0.5 dB이내, MFC 인경우 7 ± 0.5 dB 이내 이었고, 따라서 그림 12는 power twist의 결과를 도시한다. 가로축은 keypad 번호를 나타내고 세로축은 전력 트위 스트를 나타낸다.



(a)



(b)



(b)

그림 11. DTMF, MFC 신호의 SNR 예

- (a) DTMF 신호의 SNR
- (b) MFC 신호의 SNR

Fig. 11. SNR of the DTMF and MFC signals.

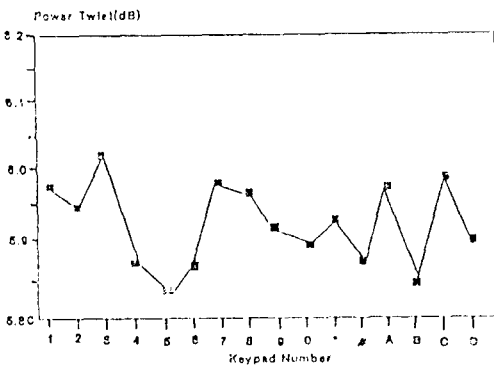
- (a) SNR of the DTMF signal.
- (b) SNR of the MFC signal.

나머지 DTMF 신호 및 음성신호 “오”에 대하여 1 블럭을 시험한 신호분류 및 판정한 예의 결과는 표 2와 같다.

표 2. DTMF No. 3, 7, 9 및 음성 “오”의 시험 판정 결과

Table 2. Experiment results of the DTMF No. 3, 7, 9 and voice “오”.

block #	f ₁ (Hz) : dBm	f ₂ (Hz) : dBm	SNR (dB)	신호판정
1	695 : -26.67	1468 : -22.9	8.35	DTMF No. 1
1	843 : -26.17	1210 : -23.24	7.87	DTMF No. 7
1	843 : -26.23	1468 : -23.07	2.61	DTMF No. 9
1	773 : -33.78	539 : -50.03	-16.31	voice 오



(a)

그림 12. DTMF, MFC 신호의 power twist 예

- (a) DTMF 신호의 power twist
- (b) MFC 신호의 power twist

Fig. 12. Power twist of the DTMF and MFC signals.

- (a) Power twist of the DTMF signal.
- (b) Power twist of the MFC signal.

보통성인이 발음하는 음성실험에서 “에”나 “이”는 신호의 전력레벨이 “아”보다는 낮아 주파수 대역에 스펙트럼이 널리 분포하였다.

이와같은 결과외에도 여러신호를 획득하여 주파수 스펙트럼을 분류 및 판정한 결과 만족할 만한 결과를 얻어 내었다.

VI. 결론

본 연구에서는 전 전자식 교환기내 신호서버서비스 장치들의 이상유무를 판단하여 유지보수를 용이하게 하기 위한 신호상태분석시스템 (USSA) 를 설계 개발하였다. 개발한 PCM 신호 획득장치로 획득한 데이터를 code 로 변환후 선형화하고, 선형화된 데이터를 windowing 하여 선택된 신호 크기에 따라 주파수 변환시 계산 효율을 높였고, 보다 정확한 주파수 점으로부터 CZT 처리 결과로 주파수 스펙트럼을 구한 다음, 희망채널의 신호가 R2 MFC/DTMF/CCT 중에 어떤 신호인지 또는 음성신호 인지를 판정하여 디지털을 확인하는 만족스런 결과를 얻었다.

연구결과로서 이 시스템을 사용할 경우 교환기의 신호서버서비스 장치의 유지보수에 많은 도움을 줄 것이며 교환기의 운용과 품질향상에 기여할 것으로 생각한다.

參考文獻

- [1] S. Welch., "Signaling in Telecommunications Networks", *IEEE Telecoms. series*. 6, 1981.
- [2] 김 덕환외 5 인, "TDX-10 범용형 신호 서비스 장치의 구조연구", 전기전자공학회 학술대회 논문집, pp 487-491, 1988.7.
- [3] 김 덕환외 5 인, "공통선신호방식을 이용한 통화로의 연속성 시험에 관한 연구", 한국통신학회 춘계학술발표회 논문집 vol.6, no.1 1987.5.
- [4] 김덕환외 2 인, "TDX-10 전자교환기용 범용형 신호서비스 장치의 구조설계", Vol.10, No.2, pp 20-31, 1977.7.
- [5] IBM Personal Computer Disk Operating System Manual IBM Inc., 1986
- [6] IBM Personal Computer MACRO Assembler Manual, IBM Inc., 1986.
- [7] Robert Rafore, Assembler Language primer for the IBM PC XT/AT, The White Group Inc., 1984.
- [8] L. R. Rabiner and B. Gold, Theory and Application of Digital Signal Processing, Prentice-Hall 1975.
- [9] H. Kaneko, "A Unified Formulation of Segment Companding Laws and Synthesis of COD ECS and Digital Companders", BSTJ, p1555, Sep 1970.
- [10] L.R. Rabiner, R.W. Schafer, and C.M. Rader, "The Chirp z-Transform Algorithm", *IEEE Trans. Audio and Electroacoust.* Vol. AU-17, No.2 pp86-92, June 1969.
- [11] A.V. Oppenheim, R.W. Schafer, "Digital Signal Processing", Prentice-Hall, INC 1975.
- [12] G. DBergland, M.T. Dolan, "Fast Fourier Transform Algorithm", in Programs for Digital Signal Processing, *IEEE Press*, 1979.
- [13] 윤달환외 5 인, "TDX 신호장치 유지보수 시스템 개발", 대한전자 공학회지, Vol.5, No. 1, pp 47-58, 1991.12.

著者紹介

尹 達 桓(正會員) 第29卷 B編 第11號 參照
 현재 한양대학교 전자공학과 박사과
 정 및 육군사관학교 전자공학과
 전임강사

林 濟 鐸(正會員) 第29卷 B編 第11號 參照
 현재 한양대학교 전자공학과 교수