

# 신호장치 유지보수를 위한 채널별 신호상태분석 알고리즘 개발

정회원 윤 달 환\* 정회원 임 제 탁\*

## Development of the Algorithm of the Signal Status Analysis to Each Channel for the Signal Equipment Maintenance

Dal Hwan Yoon\*, Chae Tak Lim\* *Regular Members*

### 要 約

현재 TDX 교환기에서 사용하고 있는 신호수신 장치의 알고리즘은 field에 설치될 교환기가 지속적인 상용운용 과정을 거치면서 수신 알고리즘의 미세 조정을 필요로 한다. 따라서 신호 서비스 장치에 문제가 발생하였을때 신속한 원인 규명이 어렵다. 이러한 문제를 해결하는 방법으로 신호서비스 장치에서 입출력 되는 신호를 획득하여 R2MFC /DTMF /CCT /VOICE중 어느것 인지를 분석하는 시스템을 개발하였다.

본 논문은 이러한 시스템의 유지보수를 위해 개발한 PCM 신호획득 장치를 통해 원하는 채널의 PCM 신호를 획득하고, CZT(chirp Z-transform)알고리즘을 적용하여 주파수를 구한뒤 그에 대한 전력레벨 스펙트럼을 분석하므로써 획득한 신호가 어떤 종류에 속하는 신호인지, 신호상태를 분석, 판정하는 알고리즘을 논한다.

### ABSTRACT

It is not easy to diagnose rapidly the cause of trouble in the signal service which is currently provided by the fully electronic switching system such as TDX. To solve these problems, it is necessary to acquire and analyze the service signal.

This paper describes the development of PCM acquirer which can analyze the signal characteristics by acquiring the PCM signal in SHW(subhighway). Also an algorithm which analyzes the acquired signal and determines the signal frequency is discussed by using CZT.

### I. 서 론

종합정보 통신망의 추가와 디지털 교환기술의 발

전으로 다양한 교환서비스가 제공되기 위해서는 전화기와 교환기 혹은 교환기간에 통화로 제어를 위한 신호의 서비스 기능이 필수적이다. 이들 중에는, 교환국간의 정보교환을 위한 R2 Multi-Frequency Compelled (R2 MFC) 신호의 송수신 기능, push button (PB) 가입자로부터의 Dual Tone Multi-Frequency

\*漢陽大學校 電子工學科  
Dept. of Electronics Engineering, Han Yang University  
論文番號 : 93-34

(DTMF) 신호의 수신기능, 교환기에서 전화기로 호의 접속 진행 상태를 알리기 위한 각종 가청 신호음 (audible tone: AT)의 송수신 기능등이 있다.[1,2] 최근에는 새로이 등장한 공통선 신호방식(common channel signaling: CCS)의 사용으로 교환국간의 통화로의 정상여부를 확인하기 위한연속성 시험음(continuity check tone: CCT)의 송수신 기능도 추가되었다.[3]

현재 TDX에서 사용되고 있는 신호 수신장치의 수신알고리즘은 현장에 설치된 교환기가 지속적으로 상용 운용 과정을 거치면서 수신 알고리즘의 미세조정을 여전히 필요로 할 수 있기 때문에, 이와 같은 일을 위해서는 신호 획득시스템과 같은 장치가 필요하게 된다. 따라서 앞으로 계속하여 현장감사작업을 하거나 서비스에 문제가 발생하였을 경우, 이의 처리를 보다 신속, 정확히 할 수 있는 신호장치 유지 보수 시스템을 개발하려면 우선 신호를 획득하는 시스템이 필요하다.

본 논문에서는 이러한 신호서비스장치의 유지보수를 위해 개발한 PCM신호획득 장치를 통해 원하는 채널의 PCM 신호를 획득하고, CZT(chirp Z-transform)알고리즘을 적용하여 주파수를 구한뒤 그에 대한 전력레벨 스펙트럼을 분석하므로써 획득한 신호가 어떤종류에 속하는 신호인지, 신호상태를 분석, 판정하는 알고리즘을 논한다. 제 2장에서는 PCM 신호 획득을 위해 설계한 하드웨어를 설명하고, 제 3장에서는 신호 분석 알고리즘과 제 4장에서는 신호 판정, 제 5장에서는 시스템에 대한 실험결과를 제시하고 제 6장에서 결론을 맺는다.

## II. PCM 신호 획득 장치

교환기내 범용 신호서버서비스 장치 USTU(universal-type signal tranceiver unit)와 TSU(time switch unit) 사이를 연결하는 SHW(subhighway)상의 PCM신호획득 장치의 전체 흐름도는 그림 1과 같다.

SHW로부터 획득한 PCM신호는 화일에 저장한 후, 그 데이터를 디지털 신호처리가 가능하도록 선형화된 10 진수로 변환하는 기능과, CZT를 이용하여 신호의 주파수 스펙트럼을 분석한후 그 PCM 신호가 어떤 종류의 신호인지를 분석하여 monitor에 나타낸다. SHW상으로 송수신되는 다중화된 PCM신호를 살펴보면 그림 2와 같다.

그림2에서 보인 바와 같이 한 프레임은 32 채널로

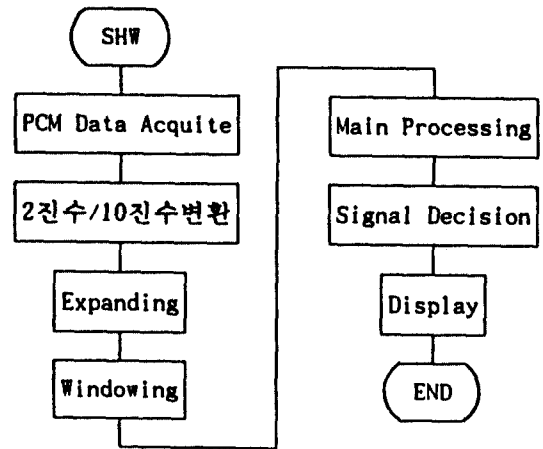


그림 1. 시스템 흐름도  
Fig. 1. System flowchart

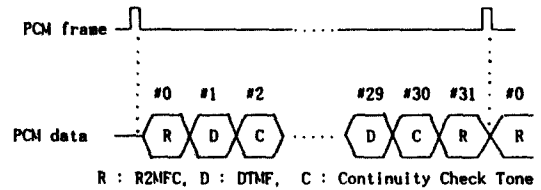


그림 2. SHW신호의 형태와 타이밍  
Fig. 2. Form and timing of the SHW signal

각 채널슬롯의 길이는 8비트 타임에 해당하며, 클럭의 주파수가 2048KHz이므로 1비트 타임은 1/2.048  $\mu$ s이다. 그리고 PCM 프레임 동기신호는 그 주파수가 8KHz이며 그 펄스 폭은 한 비트 타임과 같고 각 프레임의 최종 비트타임에 나타난다.[4]

### 1. PCM 신호 획득 장치의 하드웨어

PCM 신호 획득 장치의 개괄적 구성은 그림 3과 같다.

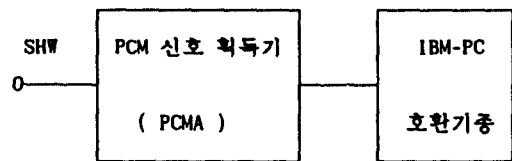


그림 3. PCM 신호 획득 장치의 구성도  
Fig. 3. Configuration of PCM acquiring system.

PCM신호획득기(PCMA:PCM Acquirer)는 IBM-PC 호환 기종의 컴퓨터를 이용하여 SHW를 지나가는 PCM 신호 중에서 검색하기를 원하는 채널을 선택하고, 그 채널의 PCM 신호를 획득하기 위한 회로 보드로서 PC 슬롯에 삽입할 수 있는 card 형태로 설계하였으며, 그림 4의 블록도와 같이 구성하였다. 그림 4에서 DEMUX는 SHW상의 PCM신호를 채널 별로 분배하기 위한 데이터분배기이고, CNT는 DEMUX를 프레임 싱크 신호와 동기시켜 그 스위치가 정확히 1채널 슬롯(8비트 타임)을 주기로 절환되게 하기 위한 카운터이다.

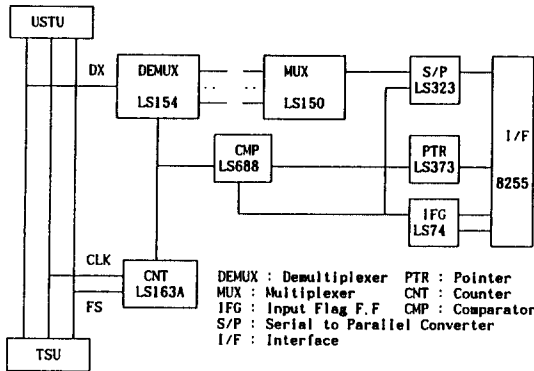


그림 4. PCM 신호 획득기(PCMA)의 블록도  
Fig. 4. Block diagram of PCM signal capturer

MUX는 검색 희망 채널을 선택하기 위한 데이터 선택기이며, PTR은 컴퓨터로부터 선택 채널 번호를 부여받아 MUX에게 가리키기 위한 채널포인터이다. S/P는 MUX의 출력단으로부터 나오는 직렬 데이터를 병렬로 변환하여 컴퓨터에게 전송하기 위한 시프트 레지스터이며, CMP는 CNT의 상태와 PTR의 상태를 비교하여 희망 채널의 타임 슬롯 동안만 S/P를 동작하게 하기 위한 것이며, IFG는 S/P의 상태(변환의 완료 여부)를 컴퓨터에게 알리기 위한 input flag F.F이다.

I/F는 마이크로컴퓨터와 이 회로 보드를 접속하기 위한 인터페이스 회로로서 범용인터페이스 칩은 PPI 8255를 사용하였다. 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, 4×16 디코더로서 2개가 조합되어

1×32 DEMUX를 구성하였다. 동기 4-Bit 2진 Counter를 32진 동기 카운터(CNT)를 사용하였다. 따라서 이 32진 카운터는 8비트 타임을 주기로 상태가 변화하여 DEMUX의 스위치를 전환한다.

16×1 멀티플렉서 2개가 조합되어 32×1 MUX를 구성하였으며, 8진 D-Type Latches로서 하위 5비트를 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 비교기로 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. 신호 획득 장치의 소프트웨어

PCM 신호 획득기(PCMA)를 이용하여 임의의 채널 PCM신호를 획득하기 위한 프로그램의 개요 순서도는 그림 5와 같다.

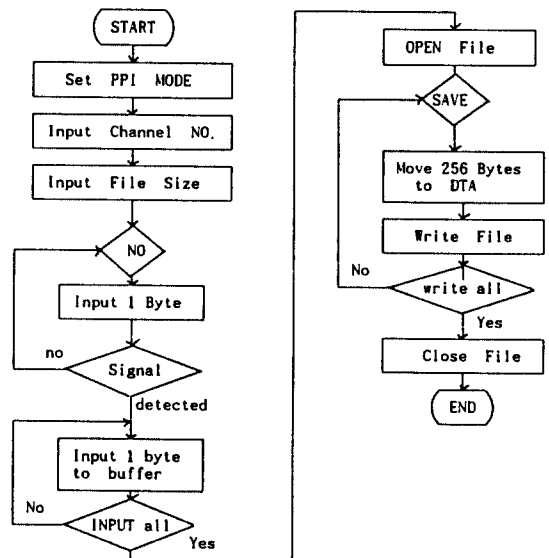


그림 5. PCM 신호 획득 프로그램의 개요 순서도  
Fig. 5. General flowchart of PCM acquiring program

초기화한 후 신호 획득 대상의 채널 번호와 파일의 크기(데이터의 길이)를 지정받은 후 지정된 채널을 읽어 들여 신호의 유무를 검사한다. 신호가 검출될 때까지 이 작업을 계속하다가 신호가 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.

그림 5의 순서도에 입각하여 IBM-PC 어셈블리어로 작성한 PCM 신호 획득 프로그램은 PPI를 이용

하여 입출력을 제어한다. 또한 이 프로그램은 IFG로 약 1 us 폭의 클리어 펄스를 출력하기 위한 루틴과, key 입력되는 10진수를 2진수로 변환하는 루틴을 포함하며, 이 프로그램에서 화일의 기입 방식은 랜덤블럭(random block) 방식을 이용하였으며, 1블럭은 256 바이트로 설정하였다. 또한 데이터 버퍼영역을 최대로 확보하기위해 여러 개의 데이터 세그먼트를 정의하여 데이터 세그먼트를 순차적으로 옮겨가는 기법을 이용하였다.

획득한 PCM 신호의 화일은 2진수 형태의 데이터 화일로 읽어들이 바로 10진수로 변환한 후 u-law에 의하여 신장(선형화)하고 10진수 형태의 데이터 화일을 생성하는 프로그램이 필요하다.[9] 이러한 프로그램의 순서도는 그림 6과 같으며, 초기에는 컴퓨터에 정착되어 있는 Graphic Adapter에 최적인 스크린 모우드를 설정하기 위한 작업이 필요하다. 그후 선택하고자 하는 4가지 작업 중에서 희망하는 작업을 선택한다. 화일의 조작은 입력해야 할 2진 데이터 화일은 랜덤 블럭 방식으로 조작하고, 저장해야할 10진수 화일은 순차방식(sequential mode)으로 조작한다. 출력 화일을 순차 화일로 생성하는 이유는 화일을 구성하는 레코우드의 길이가 일정하지 않기 때문이며, 랜덤 화일을 재저장할 시 발생하는 화일 길이의 모호함을 피하기 위해서이다.

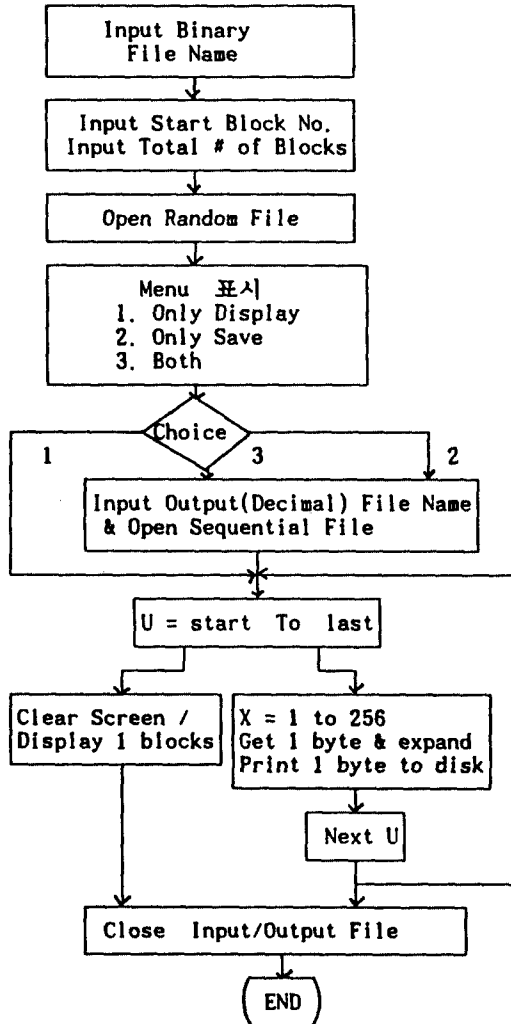


그림 6. 2진수 / 10진수의 변환도  
Fig. 6. Conversion diagram of the binary / decimal

### Ⅲ. 신호분석

신호획득장치를 통하여 PC에 저장된 10진데이터는 압신된(compressed)상태이므로 디지털 신호처리 연산이 가능하도록 선형화 과정에서 아날로그 신호로 변환된다. 이때 정해진 시간내에 데이터 x(n)의 갯수를 32 msec주기로 관찰할 수 있도록 256 바이트 단위의 블럭으로 푸리에 변환을 시키고 절단시생기는 Gibbs현상 및 out band에서의 리플 효과를 없애기 위해 여러개의 창기법중 사용이 간편하고 결과를 쉽게 얻을 수 있는 Blackman windowing을 사용하여 주파수 에너지 밀도가 주엽(mainlobe)에 집중되도록 하였으며, 잡음의 원인인 부엽(sidelobe)을 신속히 감소시키도록 선택하였다.[8]

주파수 변환시 계산효율을 높이고 정확한 주파수 점과 그에 대한 전력스펙트럼을 계산하기 위해 CZT 알고리즘을 취한다. FFT 알고리즘을 취할 경우 주파수점은 단위원주상(unit circle)에 균등히 분포한  $W^k$ 를 가지나 (1)식과 같은 CZT 알고리즘을 이용하

면 같은 contour spiral비율을 제어하며, 크기에 해당하는 주파수점을 찾는 데 융통성이 있고, 그에 대응하는 전력스펙트럼을 구할 수 있다.[10,11]

따라서  $W^k$  대신  $AW^k$ 를 이용하여 Z 변환을 하고, A를 임의로 추적하면 최적주파수값 및 그에 대한 최대 전력 스펙트럼을 구할 수 있다.

CZT 알고리즘은 spiral contour 위에서 Z 변환 샘플을 계산하는데, (1)식을 사용한다.

$$Z_k = AW^k, A = A_0 e^{-j\theta_0}, W = W_0 e^{-j\theta_0} \quad (1)$$

여기서  $A_0$ 와  $W_0$ 는 실수이며, CZT 알고리즘을 계산하면 아래(2)식과 같다.

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

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

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

전화기와 교환기 혹은 교환기간에 통화로 주파수 특성상 충분한 해상도를 제공하기 위해 windowing 방법에 따른 선형화된 데이터의 zero-padding 기법을 사용한다. 이때 데이터 블럭 길이를 256으로 하고 전체 길이를 1024로 한 예는 그림 7과 같다.

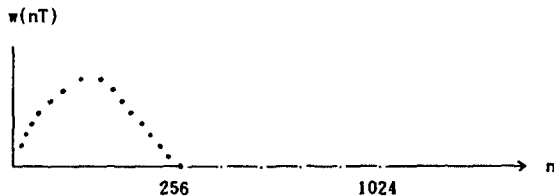


그림 7. zero padding의 예  
Fig. 7. Example of the zero-padding

따라서 선형신호의 DFT는 8 KHz의 표본화 주파수가 8 KHz 일때 주파수영역에서의 전력스펙트럼이  $f=8000/256=31.25$  Hz에서 처음 영 교차(zero crossing)이 되는 sinc 함수를 포락선으로 하는 이산 샘플

들의 값이다. 이때 주기적으로 전개되는 시간 영역상에 제로들(zeros)를 첨가하면 연속파형이 갖는 DFT의 해상도가 증가되고, zeros가 더욱 첨가 될수록 더욱 해상도가 좋아진다.

#### IV. 신호 판정 알고리즘

앞장에서 기술된 방법으로 선형화 및 windowing과 CZT과정을 거친 후 신호의 주파수 정보를 내포하고 있는 전력 스펙트럼 데이터로부터 획득된 신호가 어떤 종류의 신호인가를 분류하고 그 신호의 고유번호를 판정해내게 된다. 서비스 신호방식은 논문[2]에 제시되어 있다. 서비스 신호로서는 R2MFC, DTMF, CCT신호로 크게 나누어 진다. 신호 분류 및 판정 알고리즘은 현재 획득된 PCM 신호의 주파수 정보를 파악함으로써 그 신호가 어떤 종류의 서어비스 신호인가, 음성 신호 또는 잡음신호인가를 분류한다.

DTMF 신호는 주파수 성분이 반드시 고주파수 그룹 성분과 저주파수 그룹성분으로 구성되어 있으나 MFC와 CCT 신호의 경우는 그 주파수 성분이 Backward MFC 신호는 저 주파수 그룹성분만 그리고 Forward MFC와 CCT 신호는 고 주파수 그룹성분만으로 구성되어 있다. 따라서 신호 분류의 과정은 저 주파수와 고 주파수 그룹의 분기점이 되는 주파수 1162 Hz를 중심으로 각기 Low와 High 영역에서의 최대 전력  $P_{max,low}$ 와  $P_{max,high}$ 를 구하고 그 최대 전력이 신호 존재를 인정할 수 있는 어느 임계값을 넘는가를 결정하여 신호의 종류를 분류한다. 즉

제1단계 : 신호종류분류

- 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

위와 같이 신호의 분류가 이루어진 후라도 그 신호가 정확한 신호인가를 결정하기 위해서는 또 다시 CCITT 규정의 허용치를 만족하는가를 점검하여야 하며 특히 음성신호와의 구별을 명확하게 결정지어 주어야 한다.

제2단계 : 음성신호 구분

먼저 음성 신호와 서어비스 신호를 구별하기 위해 SNR을 구하는 정의는 특정 서어비스 신호의 2개 주파수 성분(DTMF, MFC 신호의 경우 :CCT의 경우는 1개의 주파수 성분)에 대한 전력은 Blackman Windowing의 전력 스펙트럼의 주엽폭이 대략 40 Hz 정도이고, 주파수 영역의 표본 간격이 약 7.8 Hz임을 감안하여 최대치의 전력( $P_{max}$ )와 그 다음 최대 전력( $P_{next}$ )가 나타나는 주파수를 각각 대표주파수  $f_{max}$ 와  $f_{next}$ 라 할때 각  $f_{max}$ ,  $f_{next}$ 로 부터  $\pm 3\Delta f$ ( $\Delta f$ 는 주파수 표본 간격)까지 전력들의 합으로 정의 하였다. 즉

$$P_{max} \triangleq P(f_{max}), \quad P_{next} \triangleq P(f_{next})$$

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

그리고 비신호의 전력은 총 전력에서 신호전력을

감산한 것으로 정의한다. 즉

$$P_{Ns} \triangleq P_T - P_s, \quad P_s \triangleq \sum_{i=-3}^3 P(f_{max} + i\Delta f) \quad (3)$$

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 무척 큰 값을 쉽게 알 수 있다. 따라서 위에서 정의된 실제 서어비스 신호의 SNR이 음성 신호의 SNR에 비해서 상대적으로 큰 값이 된다. 그러므로 구별 척도의 임계값은 서어비스 신호의

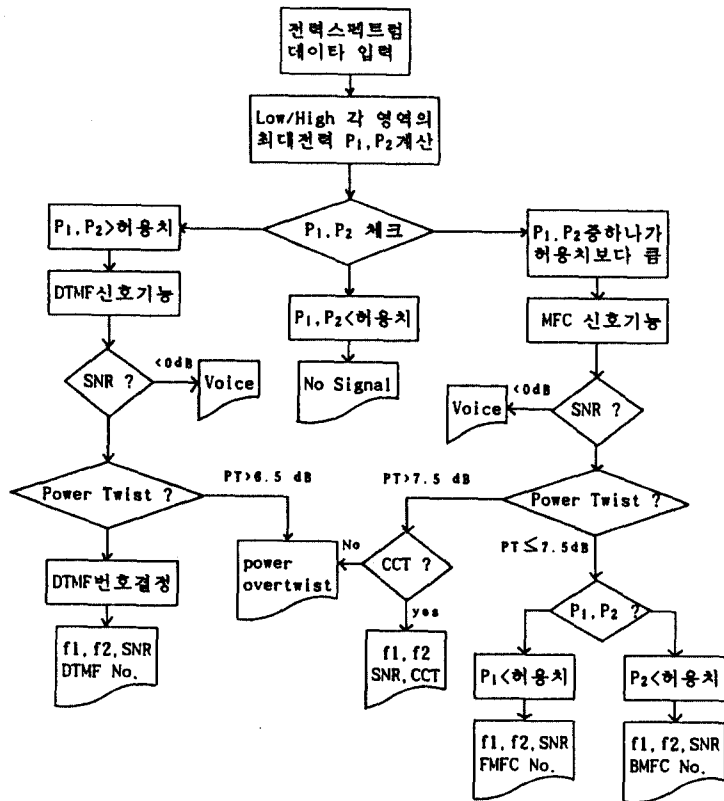


그림 8. 신호판정 및 분류프로그램 흐름도

Fig. 8. Flowchart of the signal decision and analysis program

SNR 값이 되며 그 값보다 작은 SNR을 갖는 신호는 음성신호로 구별한다. 즉

- 1)  $S/N \geq Th_2$  : 서어비스 신호
- 2)  $S/N < Th_2$  : 음성 신호

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

제3단계 : power twist의 CCITT 규정의 만족도 점검

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

위와 같이 Power Twist의 허용치를 만족하면 비로소 획득된 신호는 특정한 서어비스 신호임을 결정할 수 있다.

그러나 CCT 신호의 경우 Forward MFC 신호와 구별되는 척도가 power twist임을 감안할 때 SFEP 2~3의 허용치를 만족하지 못한 경우 CCT 신호임을 쉽게 알 수 있다.

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

제4단계 : 신호의 고유 번호(identity) 판정

결정되는 DTMF신호의 고유 번호는  $No. = W_L + W_H$ 가 되고 그 결과 No.가 10일 경우는 'A', 13일 경우 'B', 16일 경우 'C', 17일 경우 '\*', 18일 경우 '0', 19일 경우 '#'가 된다.

그림 8은 신호분류 및 판정에 대한 전체 흐름도를 나타낸다.

### V. 실험 결과

II장에서 제시한 USSA시스템의 하드웨어와 제안한 알고리즘으로 실험결과를 제시하므로써 본 시스템의 성능을 입증한다.

신호획득기(PCMA) 카드의 전원은 컴퓨터 내부 전원(+5 V)으로 충분하며, 컴퓨터 슬롯과 교환기내 SHW와의 접속으로 PCM신호를 컴퓨터로 획득 2진수 10진수 변환 및 선형화를 통해 화일로 저장하고, 임의의 블럭을 원하는 수만큼 지정하여 처리할 수 있게 하였다. 이 실험을 위해 전화기로부터 송출되는 DTMF신호와 음성신호등을 획득하여 화일에 저장하였다. 이들중 DTMF 신호 0 번의 신호와 음성 "오"의 파형은 그림 9와 그림 10에 보여주며, 여기서 가로축은 시간축이고 세로축은 전압레벨을 나타낸다.

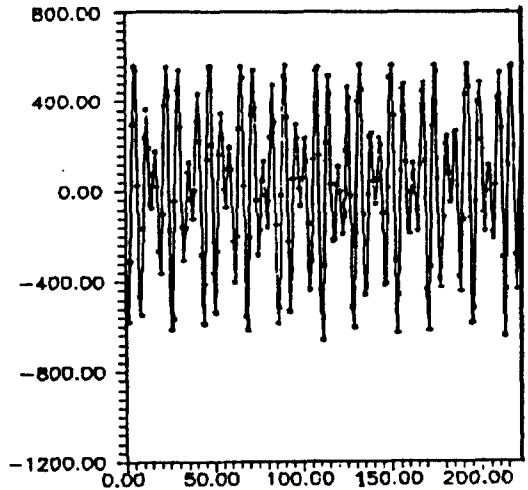


그림 9. DTMF No.0의 신호파형  
Fig. 9. Signal waveform of the DTMF No.0

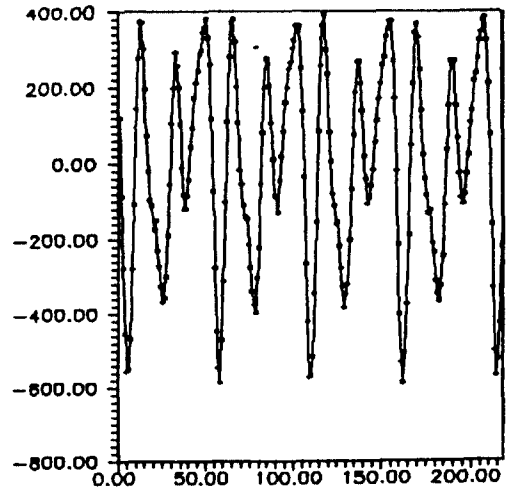


그림 10. 음성 "오"의 신호파형  
Fig. 10. Signal waveform of the voice "오"

Ⅲ장에서 기술 한대로 256바이트를 1블럭으로 분석처리하여 32 ms 관찰 기간동안의 주파수 스펙트럼을 구하였다. 이와 같이 구한 DTMF No.0 및 음성 "오"의 스펙트럼을 그림 11 및 그림 12에 도시한다.

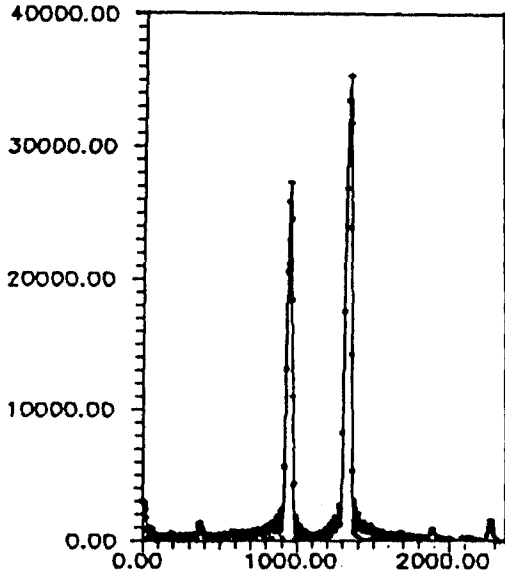


그림 11. DTMF No.0의 스펙트럼  
Fig. 11. Spectrum of DTMF No.0

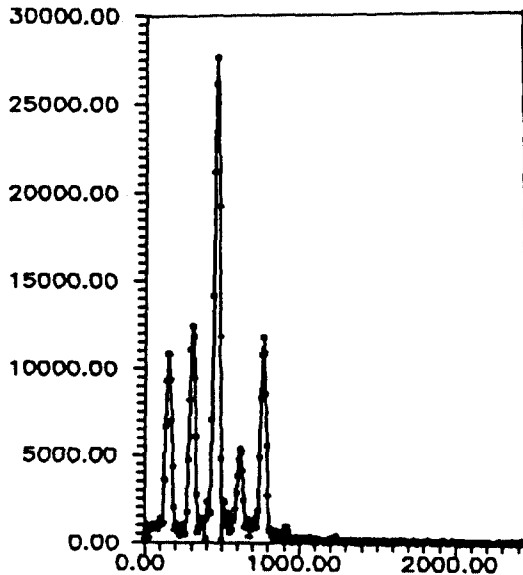


그림 12. 음성 "오"의 스펙트럼  
Fig. 12. Spectrum of the voice "오"

그림 7과 그림 8에서 가로축은 주파수를 세로축은 전력 레벨을 표시한다. 신호의 존재 여부를 판단하기 위해 실험한 결과, 각 DTMF와 MFC 신호에 대한 SNR의 예를 표 1에 나타낸다. SNR의 신호레벨이 가장 큰 경우 DTMF, MFC 신호는 0 dBm, CCT 신호는 -5 dBm, 레벨이 가장 큰 경우 CCT, DTMF는 -35 dBm, MFC는 -32 dBm인 비슷한 결과를 얻었다.

표 1. DTMF 및 MFC 신호의 SNR

Table 1. SNR of the DTMF and MFC signals

keypad번호		1	3	7	#	A	D
SNR(dB)	DTMF	5.4	4.3	5.5	4.7	4.3	4.6
	MFC	4.4	4.25	4.7	4.3	4.8	4.3

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 최소·최대 신호레벨에서의 power twist는 DTMF인 경우  $6 \pm 0.5$  dB이내, MFC인 경우  $7 \pm 0.5$  dB이내 임을 알 수 있었다. 표 2는 각 DTMF와 MFC 신호에 대한 power twist의 결과를 나타낸다.

표 2. DTMF 및 MFC 신호의 전력 트위스트

Table 2. Power twist of the DTMF and MFC signals

keypad번호		1	3	7	#	A	D
Power Twist	DTMF	5.9	6.1	5.9	6.0	6.1	6.0
	MFC	7.1	6.9	6.8	7.0	7.1	7.3

신호 분류 및 판정결과 1 블럭을 실험한 신호의 주파수는 945 Hz와 1328 Hz이고, 각각의 허용치는 -25.83 dBm과 -23.61 dBm로 신호판정 영역을 만족하며, 신호대 잡음비는 2.97 dBm으로 송수신 되는 저대역과 고대역의 두 주파수가 됨으로써 DTMF 신호 0번임을 알았다. 또한 교환기에서 보통성인이 발음하는 음성을 얻어서 실험한 결과 주파수가 773 Hz와 539 Hz이고, 각 주파수의 허용치는 -33.78 dBm과 -50.03 dBm 및 SNR은 -16.31으로 음성 "오"임을 판정하였다. 이와같은 결과외에도 여러신호를 획득하여 주파수 스펙트럼을 분류 및 판정한 결과 만족할 만한 결과를 얻어내었다.



VI. 결 론

본 연구에서는 전 전자 교환기의 신호 즉 R2MFC /DTMF /CCT 등의 신호 서어비스 장치들의 이상 유무를 판단하여 유지보수를 용이하게 하기 위하여 교환기의 32채널의 subhighway상에서 원하는 채널의 PCM 신호를 획득한다음, IBM-PC 호환기종의 disk로 읽어드리는 신호획득장치의 하드웨어 및 소프트웨어를 설계 개발하였다.

또한 분석하고자하는 채널에서 획득된 PCM 신호는 차후 디지털신호 처리를 위하여 10진수로 변환한 후 선형화하는 프로그램을 개발하였다. 이와같이 32 채널의 데이터를 송수신하는 SHW에서 획득된 PCM 신호를 분석처리하여 R2MFC /DTMF /CCT중에 어떤 신호인지 또는 신호가 아닌지를 분류하고, 그 신호의 상태를 판별해내는 알고리즘을 개발함과 동시에 신호분석 기능을 갖고 있다.

본 연구의 결과로서 교환기의 신호서어비스 장치의 유지보수에 이용할 시 각종 신호의 입출력 상태, 전송선로, 교환기 정합, 상대국 신호장치의 이상유무를 추정하는데 긴요하게 활용될 것으로 기대 된다.

참 고 문 헌

1. S. Welch., "Signaling in Telecommunications Networks," IEEE Telecoms, series. 6. 1981.

2. 김덕환의 5인, "TDX-10 범용형 신호 서비스 장치의 구조연구," 전기전자공학회 학술대회 논문집, pp.487-491, 1988.7.  
 3. 김덕환의 5인, "공통선신호방식을 이용한 통화로의 연속성 시험에 관한 연구," 한국통신학회 춘계 학술발표회 논문집 vol.6, no.1, 1987.5.  
 4. 김덕환의 2인, "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. R.E. Blahut, "Fast Algorithms for Digital Signal Processing," Addison-Wesley, 1985.  
 11. A.V. Oppenheim, R.W. Schaffer, "Digital Signal Processing," Prentice-Hall, INC 1975.



윤 달 환(Dal-Hwan Yoon) 正會員  
 1960년 4월 3일생  
 1984년 : 한양대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
 1986년 : 한양대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)  
 1986년~현재 : 한양대학교 대학원 전자과 박사과정

1989년 9월~현재 : 육군사관학교 전자공학과 전임강사  
 ※주관심분야 : 디지털 신호처리, 병렬처리 시스템, 디지털 통신등임



임 제 탁(Chae-Tak Lim) 正會員  
 1934년 6월 14일생  
 1957년 : 전북대 공대 전기공학과 학사  
 1959년~60년 : MIT대학원 수학  
 1968년~1970년 : Univ. of Hawaii 석사  
 1975년 2월 : 한양대학교 공학박사

1975년~1976년 : Tech. Univ. & Denmark 객원교수  
 1967년~현재 : 한양대 공대 전자과 교수  
 1991년~1992년 : 대한전자공학회 회장  
 ※주관심분야 : 스위칭 이론, 병렬처리 구조, 디지털 신호처리 등임