

방송정보 전송을 위한 NET-CUE 시스템의 설계 및 제작

오 전 우 성 \*  
\* 문화방송 기술연구소

박 한 규 \*\*  
\*\* 연세대학교 전자공학과 교수

An Implementation of the NET-CUE System for Transmission of the Network Cuing Information

오 Woo Sung Jeon \*  
\* MBC TRD

H. K. Park  
\*\* Dept. of Electronic Eng. YONSEI UNIV.

ABSTRACT

In this paper, A NET-CUE System is designed and implemented for transmission of the network cuing informations with using data packet broad casting techniques.

This system is composed with encoder and decoder. To show the performance of this system, An eye height and bit error rate are checked.

The eye height is greater than 74% and The bit error rate is less than  $4.6 \times 10^{-7}$ .

The experimental results show that this system provides a good quality of the operation.

1. 서 론

방송망간에 있어 방송프로그램의 원활한 교환을 위해 기존 사용중인 동보연립방식은 주간편성 및 일일편성 정보를 방송시각전 패시밀리나 전화방을 통하여 전송하고 큰 방송 직전의 예고방송시간을 통하여 지방 방송사 및 시청자에게 공지된다.

지방 방송사는 이 편성정보를 토대로 자국 프로그램의 편성을 결정하게 된다. 그러나 이 정보는 기본적인 시간대의 편성이므로 방송 운행상 발생하는 여러가지의 변경사항들이나 긴급한 공지사항의 동시전송이 방송중에 필요할 경우 이를 신속하게 Network 의 각 계열방송사에 전달하기가 어려웠다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 데이터 패킷 방송(Data Packet Broadcasting)의 기법을 이용하여 방송전파중 복합영상신호(Composite Video Signal)의 수직귀선소거기간(Vertical Blanking Interval)중에 이러한 정보를 데이터 패킷으로 삽입하여 전송하는 시스템이 제안되었다.

그러나 이러한 시스템의 실현은 방송망(Network)의 구성에 종속되므로 우리의 실정에 맞는 시스템의 실현이 요구되었다.

본 논문에서는 이 시스템의 실현을 위하여 데이터 패킷 방송의 기본원리에 대하여 이론적 모델에 대한 해석을 하였으며 송신장치 및 수신장치를 설계 및 제작하였다.

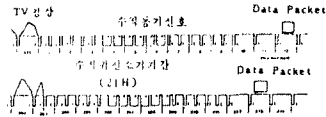
송신장치는 편입장치 및 인코더로 구성하였으며 수신장치는 입력처리모듈과 CPU 모듈로 구성하였다. 시스템의 성능측정을 위해 실내전송실험을 거쳐 Eye height 및 Bit error rate 를 측정하였다.

2. 데이터 패킷(Data Packet) 의 전송

2-1 방송전파의 구성

우리가 사용하는 방송방식은 NTSC-M(National Television System Committee) 방식으로 6 MHz의 대역폭을 가진다. 방송신호의 구성은 영상신호와 음성신호로 구성되어 있고, 변조는 영상과 음성이 서로 다른 반송파(Carrier)를 갖고 영상신호는 진폭변조를 음성신호는 주파수 변조방식을 취하고 있다.

복합영상신호는 동기신호와 영상신호로 이루어지며 동기



(그림1) 복합영상신호의 구성

2-2 데이터 패킷

디지털 데이터의 전송은 데이터 패킷으로 이루어지며 이 패킷은 ISO(International Organization for standardization)의 OSI(Open System Interconnection)에 대한 7 Layer로 구성되어 있으며 이의 모델은 동일한 표준을 채택한 모든 다른 시스템에 대해서 개발되어 있으므로 새로운 요구조건들을 수용하기에 용이한 계층화된 구조로 이루어져 있다.

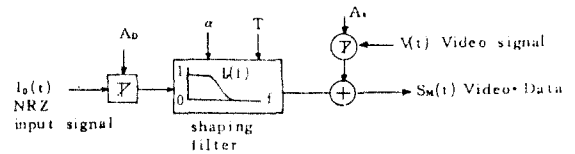
다음 표1은 CCITT와 ISO에 의해 제안된 7 Layer에 대한 설명으로 계층1은 물리적 전송특성에 관한 사항, 계층2,3,4는 데이터통신에 관한 사항을 정의하며 계층5,6,7은 사용자간의 서비스에 관계된 사항을 나타내준다.

(표1) 기능계층모델(Functional Layered Model)

- 사용자 서비스
- 계층 7 Display, 편집, 인쇄
- 계층 6 문자, 도형, 표현속성(Display Attribute)
- 계층 5 페이지번호, 페이지구분, 페이지연결, 페이지저장
- 데이터 통신
- 계층 4 정보의 형태 및 특성, 제어정보, 정보의 내용
- 계층 3 데이터 채널의 번호, 데이터의 형태
- 계층 2 바이트 동기, 에러제어
- 물리적 전송
- 계층 1 변조형태, 데이터 통신을 위한 TV의 주사선수
- 데이터 신호의 레벨, 형태 및 Bit Rate
- Bit 의 동기화 코딩방법

2-3 인코더의 이론적 모델

인코더는 디지털 데이터를 인코딩하고 인코딩된 데이터를 파형 성형하여 영상신호와 이 파형성형된 신호를 시간적으로 Multiplexing 하는 기능을 가진다. 인코더의 모델을 그림 2에 보았다.



(그림 2) 인코더의 모델

입력장치에 의해 편집된 입력신호  $I(t)$ 는 NRZ 형태의 신호로 N비트의 열로 입력된다고 할때 이의 표현은 다음과 같다.

$$I(t) = \sum_{k=1}^N a_k \cdot I_k(t-kT) \dots \dots \dots (1)$$

여기서  $I_k(t)$ 는 다음과 같이 정의된다.

$$I_k(t) = \begin{cases} 1 & ; |t| \leq T/2 \\ 0 & ; |t| > T/2 \end{cases} \dots \dots \dots (2)$$

$$T = 1/f_{bit}$$

$$a = 1 \text{ or } 0 \quad ; k \text{ 번째 심볼의 2진부호의 값}$$

2-4 디코더의 모델

디코더는 특정 Line 에 실려 전송되어 오는 디지털 정보를 비데오 신호로부터 추출하여 원하는 데이터채널을 선택하고 그 채널의 데이터를 재생하여 요구하는 정보로 사용한다.

(1) 입력신호의 Slicing Threshold 의 설정

입력신호의 논리형태를 알기 위해서 2진 부호의 신호로 Slicing 한다. 이에선 데이터 패킷의 bit 동기 기간의 평균값으로부터 Slicing Level 을 설정하는 경우와 데이터 신호의 첨두치 (Peak Value) 로부터 계산하는 방법이 있는데 이 경우는 데이터라인 전체에 걸쳐 신호의 변화에 따른 Dynamic Threshold를 기점으로 Overshoot 에 대해 민감한 반응을 보인다.

보통 전자의 경우를 많이 사용하는데 이 경우 Slicing Level을 정하기 위해 Black과 White의 mean 값을 구하는 과정과 burst의 mean 값을 구하는 과정을 설명한다. Black 신호와 White의 mean 값을 구하면 다음과 같다.

$$V_{ME} = \frac{300 \times [2 \times 6 (31.75 - 27.05) + 2 \times 12 (31.75 - 2.45) + 5 \times 1 \times 58.8]}{525 \times 63.5}$$

$$= 275.128 \text{ mV}$$

$$V_{MW} = V_{ME} + \frac{700 \times 4.83 (3.5 - 10.9)}{525 \times 63.5}$$

$$= 808.583 \text{ mV}$$

다음으로 데이터 라인의 시작과 비트동기의 gate를 얻기 위해서 입력되는 복합영상신호를 Clamping 시켜 Line Sync를 얻으며 (그림 3) 에 이 과정을 나타내었다. 여기서  $t_1$ 은 전송 종단에서 bit frequency와 무관하며  $t_2$  만이 주파수에 관계하며  $t_2 = t_1 + 17T$  의 관계를 갖는다.

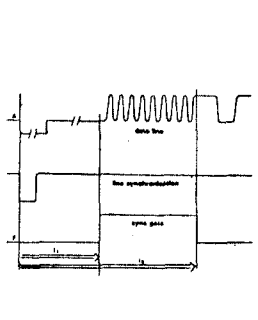


그림 3 Bit 동기 gate

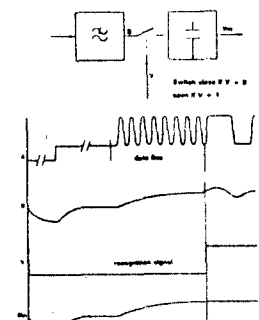


그림4 Mean Level of the Burst

NRZ 로 인코딩되어 전송되어온 신호는 각 데이터 라인의 시작전에 0과 1의 Logic 형태를 인지할 수 있도록 적절한 값으로 계산되어진 Slicing Level 값으로 Slice되어야 하는데 첫째로 다음과 같은 방법이 사용된다.

(그림 4) 에서 처럼 비트동기 gate 의 mean level 을 기준으로하여 데이터라인 전체를 Slicing 하는 것으로서 이 burst 신호를 Line Sync 에서부터 recognition signal 까지 저역통과 필터를 사용하여 적분시킨다.

이 Sample 된 값은 Sample and Hold 회로를 통해 지속된다. 이 방법은 비트동기의 burst 를 사용하므로 Network 간에 Transparency가 좋다.

그러나 데이터 라인상에서 Black Level의 변화를 초래하는 지그재그가 발생할 때  $V_{MW}$  값이 이에 적절하게 대응하지 못하는 단점이 있다.

데이터 클럭의 재생은 Sliced 된 데이터가 최소의 error rates를 갖도록 하여야 하는데 이는 eye 의 개구율이 최대 가됨을 의미한다.

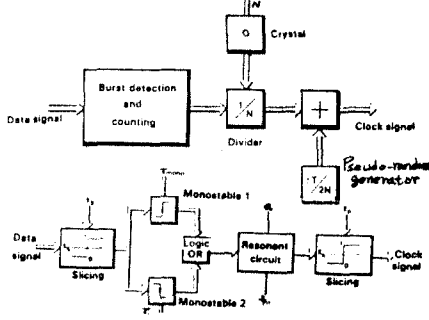
데이터 클럭은 Video 와 데이터가 Multiplexing 된 신호에서 극히 일부분에만 존재하는 데이터 신호로부터 재생하여야 하고 전송종단에서는 데이터와 동기신호와는 무관하므로 데이터 클럭을 재생하는 데에는 어려운 점이 많이 따른다.

(2) 데이터 클럭의 재생

데이터 클럭을 재생하는 방법으로는 첫째로 비트동기신호와 위상이 맞도록 수정진동자를 구동시켜 이를 분주하여 데이터 클럭으로 사용하는 방법과 동조회로를 사용하여 bit 주파수에 동조시켜 이를 데이터 클럭으로 사용하는 방법이 있다.

수정진동자를 사용하는 경우에는 bit frequency의 N배의 수정진동자를 구동시켜 N으로 분주하여 사용하는 방법과 Analog phase shift 를 시켜 사용하는 방법이 있다.

다음 그림 5에 수정진동자와 동조회로를 사용하여 데이터 클럭을 재생하는 과정을 나타내었다.



(그림5) X-tal 및 공진회로에 의한 클럭의 재생

2-5 시스템의 측정 파라미터

(1) Eye Diagram

주어진 Sampling 시점에서의 1과 0 사이의 Amplitude의 차로서 Eye height =  $h/H \times 100\%$  로 나타낸다. (그림 6, 7)에서 Y eye 와 XY eye 의 관계를 나타내며 Y Eye는 horizontal scanning 이 선행적일때의 eye pattern 이며 XY eye 는 horizontal scanning 을 1과 0의 열로서 이루어진 전송신호를 사용할 때의 eye pattern 이다. XY eye는 이론적인 Sampling 시점과 이 시점에서의 eye height 를 결정할 수 있다.

Eye width 는 cutoff threshold 의 Level에서 측정된 것으로 0 과 1 사이의 구별이 가능한 동안의 bit time 에 대한 정보를 나타내준다.

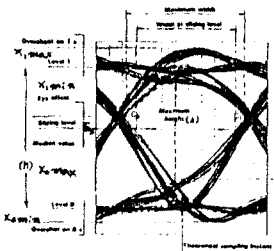


그림6 Y Eye



그림7 XY Eye

(3) Error rate 의 이론적 계산

일반적으로 Error rate란 data 의 수신에 대한 에러의 발생확률을 의미하며 Symbol 의 에러 확률로 표현한다.

전송채널에서의 선행모델의 출력은 다음과 같이 주어진다

$$y_k = a_k \cdot X_k + \sum_{j=1}^M a_j \cdot X_k + n_k$$

$t = t_k + k \cdot T$  의 시점에서 Symbol  $a_k$ 가 검지되고 ISI잡음에 의

$a_n$ 가 0인 경우의 예를 들면 다음의 확률을 얻는다.

$$P_{E_n}(0) = \text{probability} \{ \sum_{k=1}^n a_k \cdot x_k + n \cdot E_s \} E_s \dots (3)$$

Symbol이 1인 경우의 P (1) 은 다음과 같다.

$$P_{E_n}(1) = \text{probability} \{ \sum_{k=1}^n a_k \cdot x_k + n \cdot E_s \} E_s \dots (4)$$

선형전송채널에서 Symbol에 의한 에러확률을 계산하기 위해서 gaussian white noise는 0이라 가정한다. noise voltage는 gaussian law에 의해 좌우되는 random variable로  $n(t)$ 는 다음과 같다.

$$\text{probability} \{ x < n(t) \} = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{x^2}{2\sigma^2} \right\} dx \dots (5)$$

여기서  $\sigma^2$ 은 평균잡음전력이다. 식 (3)과 (5)식에 의해서  $a_n=0$ 에 대해서  $x_n = x_{n-1} + a_n$  = 1에 대해서  $x_n = x_1$ 으로 대치하고 Symbol에 의한 에러 확률을 다시 쓰면

$$P_{E_n}(1) = 1/2 \left\{ 1 - \text{erf} \left( \frac{x_1 - E_s}{\sigma \sqrt{2}} \right) \right\} \dots (6)$$

$$P_{E_n}(0) = 1/2 \left\{ 1 - \text{erf} \left( \frac{E_s - x_1}{\sigma \sqrt{2}} \right) \right\} \dots (7)$$

여기서  $E_s$ 는 데이터의 slicing level이고 erf(x)는 다음과 같이 정의된다.

$$\text{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x \exp(-u^2) du$$

식 (6)과 식 (7)에 대해서  $x = x_1 - E_s$ ,  $d_0 = E_s - x_0$ 라 하면 다음식을 얻을 수 있다.

$$P_{E_n}(1) = 1/2 \left\{ 1 - \text{erf} \left( \frac{d_0/\sigma \sqrt{2}}{\sqrt{2}} \right) \right\} \dots (8)$$

$$P_{E_n}(0) = 1/2 \left\{ 1 - \text{erf} \left( \frac{d_0/\sigma \sqrt{2}}{\sqrt{2}} \right) \right\} \dots (9)$$

상기식들에 의해서 Symbol에 의한 오차확률은  $n$ 에 의존하며 d Sampling 시점에서 threshold 까지의 distance를 나타내며  $\sigma$ 는 잡음으로부터 신호를 보호하는 protection margin을 나타낸다.

(그림7)에서 보는 바와 같이  $x_{min}$ 과  $x_{max}$ 를 1과 0을 보호하는 최적 protection margin 이라 하면 이때 error rate는 다음과 같이 주어진다.

$$P_{E_{max}} = 1/2 \left\{ P_{E_{min}}(1) + P_{E_{max}}(0) \right\} \dots (10)$$

$$P_{E_{max}} = 1/2 \left\{ 1 - 1/2 \left\{ \text{erf} \left( \frac{x_{min} - E_s/\sigma \sqrt{2}}{\sqrt{2}} \right) + \text{erf} \left( \frac{E_s - x_{max}/\sigma \sqrt{2}}{\sqrt{2}} \right) \right\} \right\} \dots (11)$$

여기서 threshold 를  $x_{min}$ 과  $x_{max}$ 의 절반으로 나타내면  $h = x_{min} - x_{max}$ 로 할 수 있고 따라서

$$P_{E_{max}} = 1/2 \left\{ 1 - \text{erf} \left( h/\sigma \sqrt{2} \right) \right\} \dots (12)$$

로 나타낼 수 있다. 이 식은 error rate를 최소로 하기 위해서는  $E_s$ 를 Eye의 중간점에 취하는 것이 좋으며 Eye의 opening이 최대일때 sampling을 하는 것이 바람직함을 나타내준다.

#### (4) Pseudo-random sequence

Pseudo-random sequence는 간단한 Logic으로 random bit 들을 Simulation 해 볼 수 있으며 bit 수가 n 일때 이 sequence는 2<sup>-1</sup>의 bit sequence를 가진다. n 차의 Polynomial generator G(x)에 의해 나누어지는 P(x)의 몫 Q(x)는 2<sup>-1</sup>의 길이를 갖는 Pseudo-random sequence를 이룬다. 그러기 위해서는 G(x)와 P(x)는 서로 relative한 관계를 서로 지녀야 한다. 다음은 n=12와 n=16인 경우의 polynomial의 예이다.

$$P(x) = 1$$

$$G(x) = x^8 \oplus x^4 \oplus 1$$

$$G(x) = x^8 \oplus x^4 \oplus x^2 \oplus 1$$

전송채널에서 수신측단에 다음과 같은 polynomial을 받았다고 하자.

$$R(x) = Q(x) + E(x)$$

여기서 E(x)는 R(x)로부터 추출된 전송에러에 대한 Symbol을 나타낸다. 다음 (그림8)에서 보는 바와같이 에러의 측정을 위해서 다음 과정을 행한다.

$$R(x) \rightarrow R'(x)$$

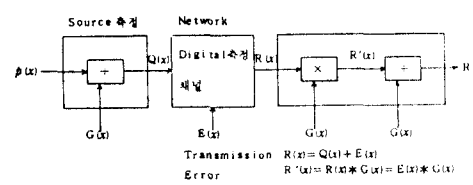
$$R'(x) = Q(x) \times G(x) + E(x) \times G(x)$$

$$R'(x) = P(x) + E(x) \times G(x)$$

여기서 P(x)를 선택하고 초기에는 P(x)의 모든 계수들이 0이라고 하면 R'(x)는 다음과 같다.

$$R'(x) = E(x) \times G(x)$$

이들 G(x)로 나누어 주면 R'(x)는 E(x)와 같음을 알 수 있으며 E(x)를 구할 수 있다.



(그림 8) Pseudo-random sequence 의 error 측정

### 3-1 송신시스템의 설계 및 제작

#### (1) 편집장치의 설계 및 제작

편집장치는 입력되는 정보의 처리를 위한 입력 버퍼말로 설계하였으며 엔코더와 인터페이스되도록 하였다. 편집용 메인 CPU 모듈과 한글 디스플레이를 위한 디스플레이 이 모듈로 구분하였다. 편집장치는 화면확장을 위해 화면편집기능, 화면저장기능, 좌변커서기능을 가지며 엔코더를 제어하는 기능을 지닌다. 화면의 형식 (Format)은 32사×16줄로 하였으며 한글 오두마리는 한글 모아쓰기 알고리즘을 사용하였다. 한글의 인스프레이는 초성, 중성, 종성 문자속성 (Attributes)을 나타내는 VIDEO RAM을 각각 두었으며 초성 9열, 중성 9열, 종성 1열을 가지는 패턴 (Pattern ROM)을 두었다.

한글의 코드는 KG-7 bit로 하였으며 정보를 위해 저장되는 인코딩은 기수패러티를 적용하였다. 엔코더의 기능을 제어하기 위해 엔코더와 인터페이스를 하였으며 편집장치에서 엔코더로의 정보전송은 버퍼를 응용시켜 실현하였다.

#### (2) 편집장치 및 엔코더의 Software 구성

편집장치는 입력되는 데이터를 에디팅하고 이를 엔코더에 전송해주는 것이 주요기능이며 통신 Link를 통하여 엔코더를 제어하는 기능을 가지고 있다. 엔코더는 편집장치에서 전송되어진 데이터를 데이터 패킷 형태로 만들어 VBI에 이를 삽입시키는 기능을 지닌다. 편집장치와 엔코더의 Software 기능 블록을 (그림 9)에 나타내었다.

#### (3) 엔코더의 설계 및 제작

엔코더는 편집장치에서 전송되어진 정보데이터를 엔코더내의 버퍼에 저장시켜두고 복합영상신호의 VBI내에 한 라인분 (수평주사기간)의 데이터 패킷을 삽입시켜주는 기능을 가진다.

편집장치와 엔코더간의 통신은 UART (Universal Asynchronous Receiver and Transmitter)를 통해 이루어지고 이 통신에 의해 엔코더의 기능이 정의된다. 엔코더의 하드웨어의 구성은 CPU 모듈과 VBI내에 데이터를 삽입 (Inserting)시켜주기 위한 데이터 클럭의 생성과 기동신호와의 PLL (Phase Locking Loop)을 위한 PLL 회로 및 이로부터 타이밍을 만들어 내는 타이밍회로와 Sub Module, 그리고 동기신호를 만들어내는 동기신호생성 모듈로 되어 있으며 엔코더의 출력은 4.2MHz의 저역통과필터를 거친다. 데이터 클럭은 11.45454MHz를 발진하여, 기준신호로 재구성되는 Subcarrier 3.58MHz에 PLL을 걸어 2분주하여 사용하였다.

VBI of Data Line에 삽입되는 디지털 신호는 NRZ (Non Return Zero) 신호이므로 데이터 클럭 5.72727MHz의 1/2의 대역 갖는다.

데이터 패킷은 수직선소거기간중의 임의의 수평라인에 Inserting 되는데 이때 Line Buffer의 운용은 2 Plane으로 구성하여 사용한다. 이는 데이터 패킷을 Line Buffer에 옮기는 CPU와 이를 하드웨어로 읽어내는 동작이 독립적이어야 하기 때문이다. (그림10)에 송신시스템의 구성도를 나타내었다.

### 3-2 수신장치의 설계 및 제작

수신장치는 복합영상신호의 입력을 받아 VIP (Video Input Processing)를 거쳐 데이터 신호와 클럭을 재생시켜 Data Line중의 데이터 패킷을 Line Buffer에 일시적으로 저장시켜 이 데이터 패킷 내용을 분석하여 수신어부분을 결정하여 페이징버퍼에 옮겨 놓는다. 이러한 과정을 되풀이 하여 요구된 데이터 채널에 해당되는 데이터가 모두 수신되면 한 페이지씩 Video RAM으로 옮겨져 디스플레이하게 되는데 이 과정은 페이징버퍼의 용량에 따라 좌우된다. 하드웨어의 구성은 CPU 모듈과 입력신호처리 모듈로 하였으며 CPU 모듈은 페이징버퍼와 한글 디스플레이를 위한 부분으로 되어 있고 키보드와 프린터에 대한 인터페이스를 제작하였다. 입력신호처리 모듈은 VIP 부분과 데이터 채널을 획득하기 위한 부분 및 타이밍을 만들어 내는 부분으로, Line Buffer를 응용하여 이루어져 있다.

#### (1) CPU 모듈의 설계 및 제작



## b. 결 론

방송망간의 방송프로그램의 원활한 간행을 위해서 현재 사용하고 있는 동보연락방식의 불편한 점을 해결할 수 있도록 방송전파의 수직귀선소거기간에 방송운행정보를 데이터 패킷형태로 삽입하여 마이크로파를 통하여 전송하여 각 네트워크사에서 이를 디코딩하여 자국에 필요한 정보를 방송운행정보를 활용할 수 있는 NET-CUE 시스템을 설계하여 제작하였다.

제작된 시스템의 성능을 측정하기 위하여 Bit Error Rate 를 계산하였으며 Eye Meter 를 통하여 전송되는 신호 Eye Height 를 측정하였다. 실제시험결과 제작된 시스템의 Test Mode 에서 Eye Height 는 최저 74% 이었으며, Bit Error Rate 는  $4.6 \times 10^{-6}$  이었다.

따라서 제작된 시스템은 실제시험결과 그 운영에 있어 만족할만한 결과를 얻었다.

앞으로의 과제는 Eye height 를 높이기 위한 ISI에 대해 최적응답을 갖는 파형성형필터의 부기와 방송자동화시스템(APC System)이 전면 실시될 경우 이 APC System의 방송운행정보를 실시간(Real time)으로 처리할 수 있는 기능이 요구된다.

본 시스템은 이런 부분이 해결되고 Field Test 를 각각 Network에서 실행화될 것이다.

## 참 고 문 헌

- 1) EIA, CVCC, "North American Basic Teletext Specification", March, 1984.
- 2) CCIR Report 967, "Characteristics of Teletext Systems", 1982.
- 3) J. Blineau 외, "Data Packet Broadcasting System State of the Art", CCETT, 1979.
- 4) Telediffusion de France, "DIXON - ANTOIPE Technical Specifications", 1981.
- 5) 富田定田 외 "民放のラジコ新システム編", 放送技術, 1984, 12.
- 6) E. S. Sousa, "Pulse Shape Design for Teletext Data Transmission", IEEE, Trans. on Communication, Vol. COM-31, pp. 871-878, 1983.
- 7) 과학기술처, "컴퓨터 관련분야 표준안", 1982, 5.
- 8) KBS 기술연구소, "분자다중방송(HD)", 1985, 12.
- 9) NHK 營業企画部, "文字放送 発信の手順書", 1982, 12.
- 10) A. J. Viterbi and J. K. Omura, "Principles of Digital Communication and Coding", McGraw-Hill, 1979.
- 11) M. Schwartz, "Information Transmission, Modulation, and Noise", McGraw-Hill, N. Y., 1969.
- 12) E. A. Nichols, "Data Communications for Microcomputers", McGraw-Hill, N. Y., 1982.
- 13) K. S. Shanmugam, "Digital and Analog Communication Systems", John Wiley & Sons, Inc., N. Y., 1971.