

## 점진적 주사방식에 의한 문자 방송에서의 라인 떨림 감소에 관한 연구

正會員 金 在 先\* 正會員 宋 鐵\*\*

### A Study on the Interline Flicker Reduction of Teletext by using Progressive Scan

Jae Sun Kim\*, Chul Song\*\* *Regular Members*

#### 要 約

기존의 문자방송수신기와 점진적 주사방식의 디지털 TV간의 인터페이스 장치를 구현 하였다. 본 시스템은 문자방송 수신시 대형 디스플레이상에서 생기는 라인 떨림(interline flicker)을 감소시키는데 그 목적이 있다. 먼저, 인가되는 TV영상신호(Composite Video Baseband Signal)에서 수직, 수평 동기 신호를 분리한후 안정된 수직, 수평동기 신호를 발생시켜 문자방송수신기에 인가하여 R.G.B 형태의 신호를 얻는다. 이 R.G.B 신호로 부터 휘도신호와 칼라신호로 생성시키고 이 휘도신호와 칼라신호를 다시 합성 영상신호로 재생하여 디지털 TV의 영상신호원 선택부에 인가한후 점진적 주사처리를 실행한다.

이러한 인터페이스 시스템은 특히 대형 TV에서 수신시 문자 및 도형의 수직해상도는 물론, 라인떨림 현상을 효과적으로 감소시킬수 있다.

#### ABSTRACT

We developed the interface system between D-SCAN TV system and the Teletext system to reduce the effect of interline flick.

At first, horizontal and vertical signal is separated from the composite signal. The stable vertical sync and horizontal sync is applied to the conventional Teletext system and the its output has R.G. B signal form and the output of the Teletext system. This signal is converted into composite signal and is switched at the Video selector system in TV to process the signal by Progressive method. This interface system reduce the effect of interline flick by Progressive method.

\*朝鮮大學校 工業專門大學

\*\*朝鮮大學校 電算機工學科

Dept. of Computer Science, Chosun University.

論文番號 : 92-98 (接受1992. 4. 22)

#### I. 서 론

한정된 전파 자원을 효율적으로 이용하여 동시 다

발적인 최신의 정보를 신속, 정확하게 전달할수 있는 정보전달 매체의 개발이 완료되어, 시청자에게 다양한 정보를 제공하기 위하여 개발된 정보전달 방식중의 하나가 바로 문자 다중방송이다.

이미 실시중인 문자다중 방송이 두개의 언어를 동시에 방송하고 있는 것과 유사하게 TV방송신호의 시간적 빈공간을 이용하여, 뉴스, 일기예보, 주식시세 등 각종문자, 도형정보를 TV프로그램과 동시에 방송 방식이 바로 문자 다중방송이다.<sup>[1]</sup>

일상생활의 편의는 물론 눈앞에 다가온 고도 정보화 시대에 현명하게 대비 할 수 있도록 방송국에서 똑같은 내용을 동시에 반복해서 방송하는 TV로 보는 신문이라 할 수 있다. 하지만, 대형TV 시스템에서는 비월주사에 의한 라인 떨림(interline flicker)에 의해 문자정보가 열화되는 현상이 나타나고 있다. 현재 영상 신호를 CRT(Cathod Ray Tube) 상에 주사할때에는 그 방식을 크게 2가지로 나눌수 있는데 비월주사(Interlace Scanning)과 점진적 주사방식(Progressive Scanning)이 바로 그것이다. 비월 주사방식시에 생기는 라인 떨림으로 인하여, 문자방송 수신시 문자나 도형에 화질열화를 초래한다. 특히 대형 디지털 TV 시스템에서는 더욱 큰 영향을 받는다.<sup>[2]</sup>

본 연구는 점진적 주사방식으로의 문자방송 수신이 가능하도록 점진적 주사방식의 디지털 TV와 현재 개발된 비월 주사용 문자방송 수신기를 인터페이스하여 비월 주사에의한 라인떨림을 감소시키는데 그 목적이 있다.

## II. 주사(Scanning)

주사라 함은 단일 전송로로 신호를 전송하기 위해 3차원 영상 정보를 1차원 신호로 변환하는 과정을 의미한다. 물리적 의미로 볼때, 주사광점(Scanning Spot)은 디스플레이 상에서 라스터(Raster)라 불리는 주사선상으로 지그-재그(Zig-Zag)경로를 거쳐서 영상을 형성한다.<sup>[7]</sup>

주사된 영상신호는 수평 방향으로는 연속이지만 수직(Vertical)과 시간(Temporal)방향에서는 불연속으로 나타나게 한다. 영상신호의 불연속성은 샘플링 주파수에 의해 영상(Image)의 주파수 스펙트럼을 반복해서 나타나게 한다.(여기서 수직, 시간방향에서의 샘플링은 원래 TV 영상신호의 본질적인 성질이다. 이는 아날로그 TV와 디지털 TV에 공히 적용된다. 특히 디지털 TV에서는 A/D변환기에 의해 수

평방향으로 샘플링을 실행한다.)

영상신호의 스펙트럼은 수평 주파수, 수직 주파수와 시간 주파수 성분으로 구성된다. 아날로그 TV에서 수평주파수는 신호의 수평방향의 연속이기 때문에 주사(Scanning)에 의해 영향을 받지 않는다. 그리고 디지털 TV에서는 영상신호가 수평방향으로 샘플링되지만 이 샘플링은 주사에 의한 수직, 시간 샘플링과 직교하므로, 서로 영향을 받지 않으므로 완전히 분리되어 처리될수 있다. 그러므로 영상의 스펙트럼은 수직, 시간주파수 성분만이 주사에 의해 영향을 받는다. 시간 주파수는 HZ, 수직 주파수는 cph(Cycles per Picture Height)로 나타낸다. 정지영상인 경우에는 영상의 스펙트럼을 형성하는 주파수는 시간축 성분을 가지고 있지 않으며, 모든 스펙트럼 에너지(Spectral energy)는 수직축상에 위치한다. 하지만, 움직이는 물체가 나타나는 동화에서는 물체의 움직임에 따라 시간 주파수가 결정된다. 실제에서, 시간 주파수는 물체를 형성하는 공간주파수와 물체의 움직임의 비에 따라 정해진다.<sup>[8]</sup>

여기서 단일 공간 주파수를 가진 물체를 가정하자. 영상에서 물체가 수평방향에서는 임의의점을 지나 움직일때, 그 물체의 움직임은 수평축의 어떤 한점에서 볼때, 단일 시간 주파수로 형성되게 된다.

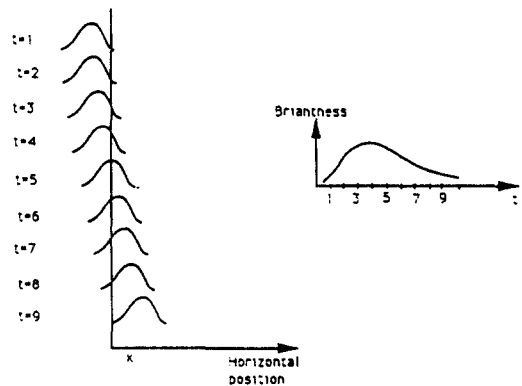


그림 1. 움직이는 물체에 의한 시간 주파수

Fig 1. Temporal Frequency produced by Moving Object

그림1은 움직이는 물체에 의한 시간주파수를 나타내었다. 여기서 t간격을 영상신호에서의 프레임(혹은 필드) 간격으로 본다면 그림1(a)에서 처럼 시간에

따라 수평방향의 어떤점에서의 신호파기는 그림1(b)에서처럼 시간 주파수로 나타낸다. 물체의 움직임비가 증가하거나 물체의 움직임은 일정하다라도 공간 주파수가 커지게 되면, 물체가 한점을 지날때의 시간 주파수는 증가된다. 단순한 수평 움직임에 대해서, 모든 스펙트럼 에너지를 수직 시간 스펙트럼의 시간 주파수축을 따라서 집중되어진다.

주사방식에는 순차주사(Sequential Scanning), 비월 주사(Interlace Scanning) 그리고 점진적 주사(Progressive Scanning)가 있다.

### 2.1 순차 주사 방식(Sequential Scanning)

순차주사는 가장 간단한 방식으로, 플리커(Flicker)가 발생하지 않는 정지화(Still Image)에 주사하는데 적합하다. 그림2는 순차주사방식을 나타내었다. 그림에서처럼 디스플레이 좌측상단에서 우측하단으로 주사되는데 매라인을 주사할때마다 집선으로 표시된 귀선(Flyback, Retrace)신호가 나타나지 않도록 귀선소거시간을 가하여야 한다. 하나의 영상마다 262라인 조당 60필드의 순차방식을 수직 시간축 상으로 나타낸것이 그림2이다. 연속되는 필드의 각 라인들은 동일한 위치에 있게 되며 매 필드마다 이전 필드라인에서 시간상으로 오프 셋된다. 여기서 실제 수직 샘플링율은 60 field/sec이고 V1 V2는 수직 시간축공간에서 샘플링 각자의 기본 벡터들을 나타낸다. 또 수직 시간축상의 샘플링이 불연속적이기 때문에 3차원 아날로그 기본대의 영상 스펙트럼은 수직 시간축의 푸리에 영역인 FV-FT공간에서 부환히 반복된다.

여기서 FV는 수직 주파수, FT는 시간 주파수를 나타내며, 이러한 반복되는 스펙트럼의 위치는 수직 시간(V-T축) 공간상에서 기본 샘플링인 V의 인버스의 트랜스포오즈 (Inverse Transpose)행렬인 U로써 나타내고 식으로 쓰면 다음과 같다.

$$V = \begin{bmatrix} 0 \text{ SEC} & 60\text{Hz} \\ 1/262 \text{ cph} & 0 \text{ cph} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$U = (V^{-1})^T \quad (2)$$

$$U = \begin{bmatrix} 0 \text{ Hz} & 60\text{Hz} \\ 262 \text{ cph} & 0 \text{ cph} \end{bmatrix} \quad (3)$$

여기서 행렬 U의 행벡터인 U1U2는 반복되는 스펙트럼의 위치를 나타내며, 그림2(b)의 빗금친 부분은

에일리어싱이 일어나지 않는 기본 대역 스펙트럼을 나타낸 것이다.

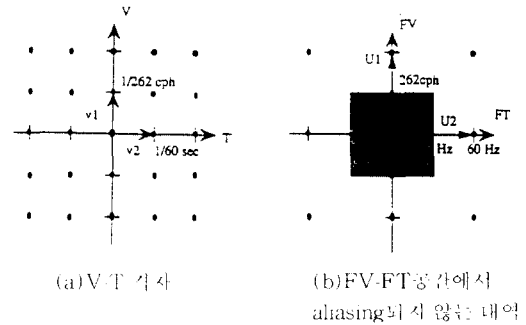


그림 2. 순차주사방식에서의 샘플링.  
Fig 2. The Sampling of Sequential Scanning

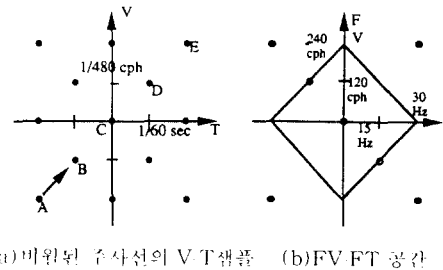
### 2.2 비월 주사방식(interlace scanning)

현행 TV의 2:1 비월 주사방식을 살펴보면 수직 시간 축에서 기본샘플링 구조와 푸리에 영역의 반복되는 스펙트럼은 2.1절에서 언급한것과 같은 방법으로 다음과 같이 나타낸다.

$$V = \begin{bmatrix} 1/60 \text{ SEC} & 1/60\text{Hz} \\ 1/480 \text{ cph} & 1/4800 \text{ cph} \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$V = \begin{bmatrix} 30\text{Hz} & 30\text{Hz} \\ 240 \text{ cph} & 2400 \text{ cph} \end{bmatrix} \quad (5)$$

여기에서는 해석의 간편성을 위해 실제 수직 샘플링율을 480lph로 하였다. 그림3은 이 방식의 V-T영역에서의 샘플링 구조와 FV-FT영역에서 스펙트럼 위치를 나타낸 것이다.



(a)비월된 주사선의 V-T샘플 (b)FV-FT 공간

그림 3. 비월 주사방식에서의 샘플링  
Fig 3. The Sampling of Interlace Scanning

### 2.3 점진적 주사방식(Progressive scanning)

현재 IDTV(Improved Definition TV)에서는 수직 해상도와 플리커를 줄이기 위하여 프레임 메모리(Frame Memory)와 라인 메모리(Line Memory)를 사용하여 비월 주사를 점진적주사로 바꾸고 신호 전송방식때문에 생기는 휘도신호와 색신호간에 생기는 간섭을 감소시키기 위하여 라인 또는 프레임 콤 필터를 사용하여 화질을 개선하고 있다. 위의 기능들을 실현하는데 필수적 요소가 움직임 검출가능이다. (본 논문에서는 Y/C분리기법과 움직임 검출에 대해서는 언급하지 않음) 점진적인 주사는 비월주사 방식에서 각 필드마다 라인 간에 비어있는 위치에 새로이 1개의 주사신호를 만들어서 주사하는 방식이다. 이는 위에서 간단히 언급했듯이 신호의 움직임 정도에 따라서 신호를 보간(Interpolation)하여 주사한다는 의미이다. 그림4에 그 처리 원리를 나타내었다.

움직임 신호로 판별되었을때, 새로이 삽입될 휘도, 색 신호는 상,하로 인접된 신호의 평균에의해 얻어지게 된다. 움직임과 정지의 중간정도로 판별되었을 때, 삽입될 휘도 신호는 그림4에 나타낸 바와 같이 같은 필드, 인접 필드내의 5점(PIXEL)의 적당한 비율 평균으로 얻어지고 색신호는 3점의 적당한 비율 평균으로 얻어진다. 그리고 정지신호일때는 먼저 보내져 온 필드 신호가 새로이 삽입된다.

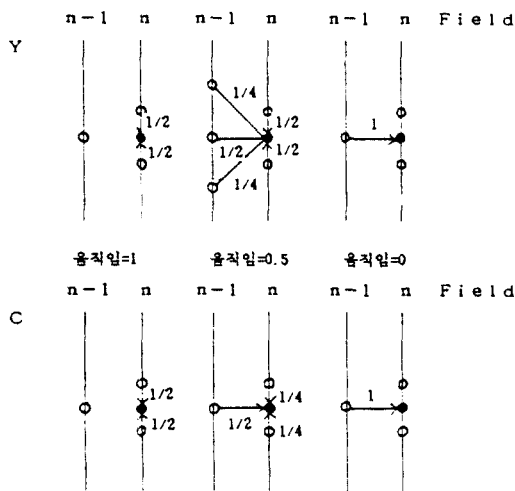
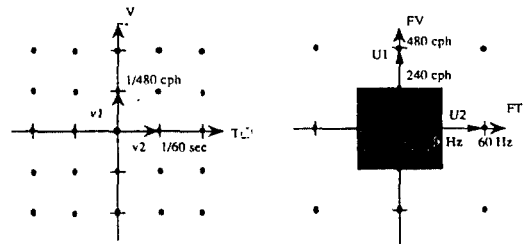


그림 4. 점진적 주사를 위한 보간 방식  
Fig 4. Interpolation Method for Progressive Scanning

그림4에서 점선으로 나타난축은 수직축을 나타내며 검게 칠한 화소는 보간된 화소를 표시한다. 이와 같은 보간기법을 통한 점진적 주사를 실행하면 비월 주사 방식보다 각 필드에서 2배의 주사선을 가지게 되므로 수직 해상도 증가는 물론 라인떨림 현상(Interline flicker)을 감소 시킬수 있다. 점진적 주사를 하기 위해서는 수평 동기 주파수가 비월 주사 방식보다 2배가 되어야 한다. [NTSC 방식을 기준할때 FH(수평동기주파수)은 비월주사방식(FH=15.75)의 2배(31.5KHz)가 된다.]



(a) V-T 격자 (b) FV-FT공간에서 aliasing되지 않는 대역

그림 5. 점진적 주사방식에 의한 샘플링  
Fig 5. The Sampling of Progressive Scanning

2.1절 2.2절에서와 같은 방법으로 V-T축상과 FV-FT축상에서의 해석하면 U,V벡터는 각각 다음과 같다.

$$V = \begin{bmatrix} 0 \text{ SEC} & 1/60\text{Hz} \\ 1/480 \text{ cph} & 0 \text{ cph} \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$V = \begin{bmatrix} 0\text{Hz} & 60\text{Hz} \\ 480 \text{ cph} & 0 \text{ cph} \end{bmatrix} \quad (7)$$

그림5는 점진적 주사방식에 의한 샘플링을 나타내었다.

### Ⅲ. 문자다중방송의 일반적인 구성

#### 3.1 정보의 종류<sup>5)</sup>

프로그램의 내용면에서 분류하면 색인정보, 독립 정보, CM으로 나눌 수 있다.<sup>5)</sup>

1)색인정보

서적에서 목차에 해당하는 정보이다.

2)독립정보

TV프로그램과 전연 별개의 문자방송정보이다. 일반적인 생활정보나 교육프로그램이 여기에 해당한다.

3)보조정보

TV프로그램의 방송내용을 보완하는 성격의 프로그램 정보이다. 청각장애자가 볼 수 있도록 TV 프로그램

의 대사를 문자정보로 보내는 자막프로그램과 같은 것이다.

3.2 정보의 전송형식

문자 및 모형을 나타내는 디지털신호는 Line단위의 Packet형식으로 구성되어 통상 기수Field에서는 선 번호 #10-#21, 우수 Field에서는 #273-#284중의 일부 또는 전부에서 가능하다 현재 TV성능을 고려한 전송Line은 제11Line에서 제15Line 까지 5Line을 사용할 수 있으며 이는 그림9에 나타나 있다.

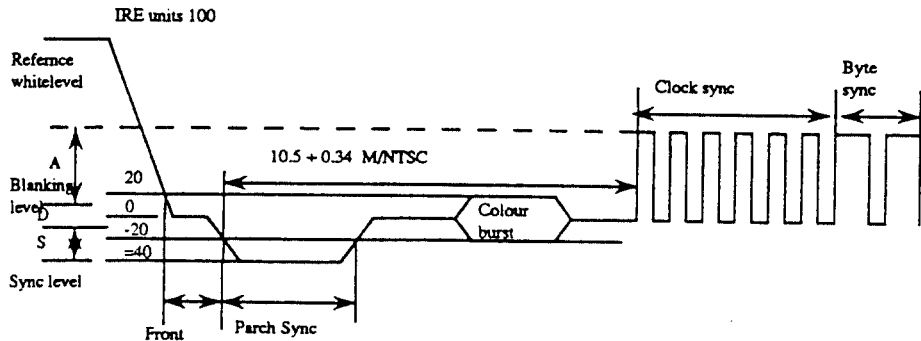


그림 6. 데이터 타이밍  
Fig 6. Data timing

1)Data Line구성

Data Line은 3Byte의 동기부에 이어 33Byte의 Data Packet으로 구성된다. 동기부는 다시 clock동기부와 Byte동기부로 나누어져 수신기에서 clock재생과 Data Byte의 Gate신호로 사용된다. Data Packet은 5Byte의 prefix와 28Byte의 Data Block으로 나누어져, Prefix중의 처음 3Byte는 Data

Channel지정에 쓰이고, 1Byte는 channel내의 일련번호, 1Byte는 Packet의 구조를 나타내는데 사용된다. Data Block의 전부또는 마지막에 일부분을 Suffix라고 해서 전송상의 Bit error를 검출하기 위한 수단으로도 사용할 수 있게 유연성을 확보해 놓았기 때문에 Packet의 구조 Byte를 이용하여 이를 정의한다.

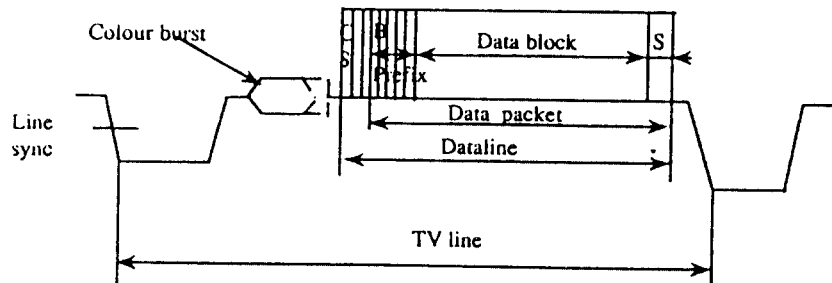
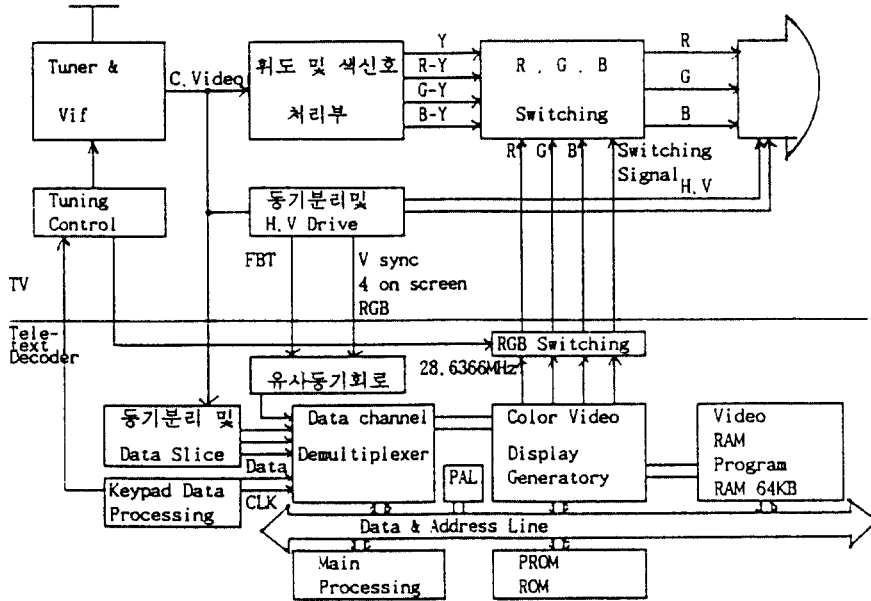


그림 7. 데이터 라인  
Fig 7. Data Line

### 3.3 문자다중 수신기의 방식(내장형)의 블럭 다이어그램 및 그 기능



### 3.4 블럭 주요기능

#### 3.4.1 동기 분리 및 DATA SLICE

동기분리는 복합영상신호(composite video signal)에서 복합동기 신호(composite synchronization signal)를 분리하는 일로서 TV의 동기분리와 동일하다. Adaptor type의 Decoder 적용시나 후단과의 MATCHING을 위하여 별도로 구성되어 있으며 그 출력 level은 TTL level이다. Data slicing이란 VBI 기간에 실려있는 Teletext data를 TTL level의 디지털 신호로 변환하는 기능으로서 그 방법에는 Adaptive slicing과 Fixed slicing의 두가지 방법이 있다.

#### 3.4.2 DATA Channel demultiplexer

MAIN Processor로부터 지시된 Data channel의 Data를 FIFO에 저장하고 이를 DMA할 수 있도록 control하는 것을 주요목적으로하며 기타 다음과 같은 기능을 수행한다.

- 1) TV C. sync와 TEXT C. sync phase lock
- 2) MAIN processor에 interrupt기능 (Keyscan,

DMA 등)

#### 3.4.3 Color Video Display Generator

영상 Memory로서 DRAM을 자동 Refresh할 수 있는 기능이 있어 MAIN processor로부터 지시된 영상정보를 이 Video DRAM에 저장하고 이 영상정보를 내부적으로 발생한 수평, 수직동기에 맞추어 화면에 Display 될 수 있도록 Analog R.G.B. 신호로 변환하여 출력하는 기능을 주 목적으로 한다.

기타 기능은 다음과 같다.

- 1) Demultiplexer로 부터의 DMA DATA store 기능(5.9KB)
- 2) MAIN Processor와 Direct interface를 위한 clock분주회로
- 3) Program을 위한 16KB DRAM확장 기능
- 4) entry color Look-up table이 있어 4096가지 color조합기능

#### 3.4.4 Video RAM 및 program RAM

Video RAM은 현재 화면에 Display될 만한 화면

의 정보를 저장하는 역할을 하며 PRAM은 MAIN Processor에 Direct Access할 수 있는 RAM으로서 Program상의 변수지정, Data precapture등의 일시적인 정보저장을 위하여 쓰인다.

#### IV. 인터페이스 장치의 구성(본 장치의 구성)

점진적 주사방식의 디지털 TV system에서 개발된 문자방송수신기를 적용함에 있어서 이 수신기의 출력은 R.G.B 형태로서 비원주사에 맞도록 되어있다. 이 R.G.B신호는 디스플레이 인터페이스 처리부에 바로 인가되도록 되어 있는데, 이 신호를 점진적주사방식의 디지털 TV에 바로 인가할 경우에는 수평, 수직동기 신호가 맞지 않으므로 직접 인가가 불가하다. 그 이유는 비원 주사신호는 1 frame을 형성하는데 30초가 되지만 점진적 주사는 1/60초에 1frame을 형성하므로 서로 동기신호가 맞지 않는다. 따라서 문자방송수신기의 R.G.B 신호출력을 합성 영상 신호로 변환하여 이를 점진적 주사방식의 디지털 신호원 선택부에 인가하도록 하여 점진적 주사 방식을 실행하

도록 하였다.

현재 국내에서 개발된 문자방송 수신기는 수직 수평 동기신호로서 편향회로의 수직동기(V.Blanking) 혹은 수평동기(H.Blanking)신호를 사용하도록 되어 있다. 그러나 점진적 주사방식의 디지털 TV의 수평, 수직 블랭킹신호를 그대로 이용할 수 없으므로, 문자방송수신기에 인가한 수직, 수평 블랭킹 신호는 그림 11에서 처럼 합성신호에서 수직, 수평 동기신호를 검출한 후, 단안정 멀티바이브레이터에 의해 안정된 수평, 수직 블랭킹 신호를 얻어서 문자방송 수신기부에 인가한다.

수직, 수평 블랭킹 신호에 의해 동작되는 문자방송 수신기는 문자방송 수신기는 문자정보는 R.G.B 형태의 신호를 갖는데 이를 다시 휘도신호와 칼라신호로 변환하기 위해 Color encoding처리를 거치며 휘도신호와 칼라신호의 합성기(Y/C Mixer)에 의해 합성영상신호를 얻게 된다. 이러한 문자방송 수신기의 합성영상신호는 다시 점진적 주사방식 디지털 TV의 신호원 선택부로 인가되어 점진적 주사방식에 의해 처리된다.

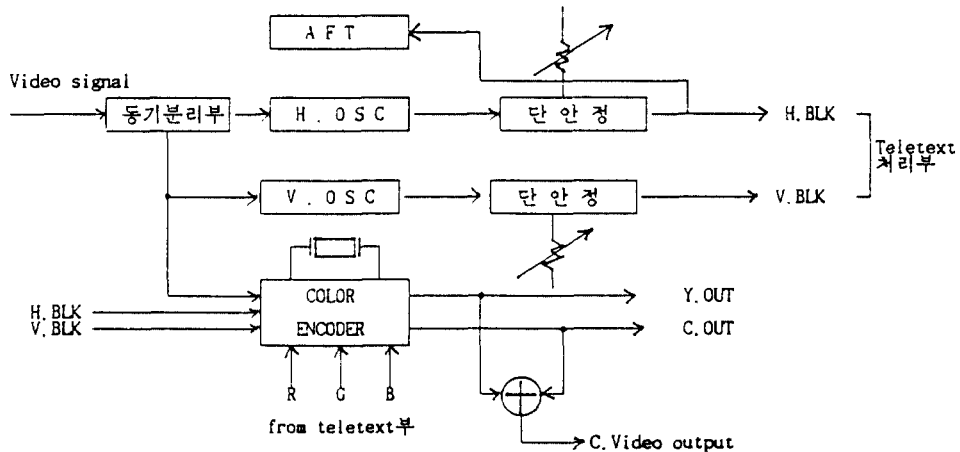


그림 8. 기본구성  
Fig 8. The Basic Block Diagram

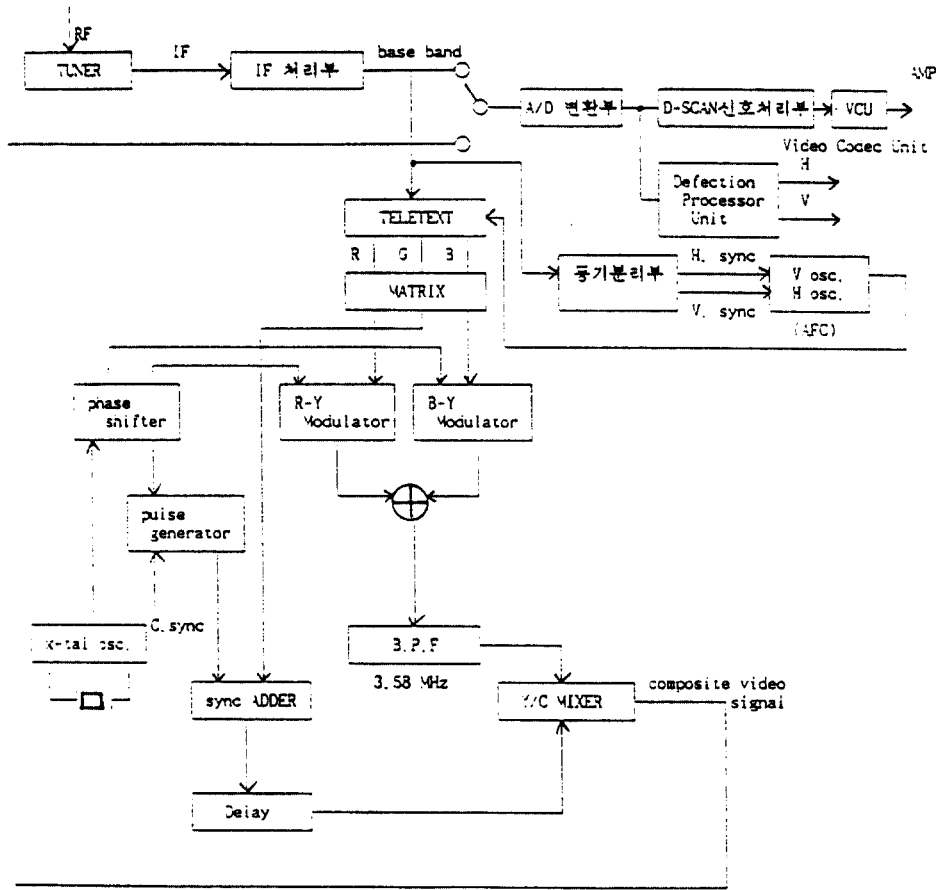


그림 9. 전체시스템 구성도  
Fig 9. The Block Diagram of System

### V. 실험

본 인터페이스의 실험은 직접 인터페이스를 설계 제작하여 TV수상기에 적용하여 평가하였고 디스플레이는 724mm(29-inch), 1100라인 스크린 칼라 픽처 튜브(CPT)를 이용하였다. 그림 10은 설계, 제작된 인터페이스 시스템과 기존의 문자방송수신기의 보드를 나타낸 것이다. 그림 11은 실험 장면을 나타낸 것이다. 그림 12, 13은 디지털 color pattern으로서 그림 12는 비월주사방식에 의한 처리 결과이고 그림 13은 점진적 주사 방식에서의 결과이다. 여기에서는 차이가 크게 나타나지 않는다. 그리고 그림 14, 15는

Tiger pattern으로서 그림 14은 비월주사방식이며 그림 15는 점진적 주사방식의 처리 결과이다. 이 역시 현격한 차이를 발견하기 어렵다. 그림 16, 17은 문자방송수신기의 Test pattern 신호로서 그림 16는 기존의 비월주사에 의한 처리이고 그림 17은 인터페이스 장치에 의해 처리되는 점진 주사방식의 처리 결과이다. 문자의 수직 해상도는 물론 라인떨림면에서 점진적 주사방식이 우수함을 알 수 있다. 그림 18, 19는 특정 문자 부분을 확대한 것으로서 그림 18은 비월주사 그림 19는 점진적 주사방식에 의한 처리 결과이다. 이 역시 점진적 주사에 의한 문자방송수신이 문자정보를 선명하게 재현 시킴을 알 수 있다.



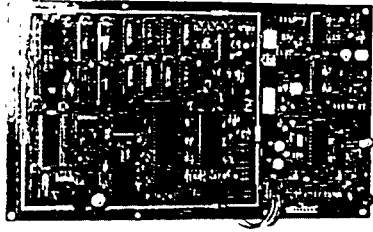


그림 10. 인터페이스를 갖춘 원격방송 수신기  
Fig 10. The Teletext Decoder with Interface System

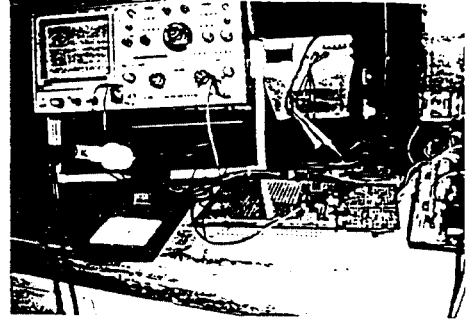


그림 11. 실험장면  
Fig 11. Experimental Scene

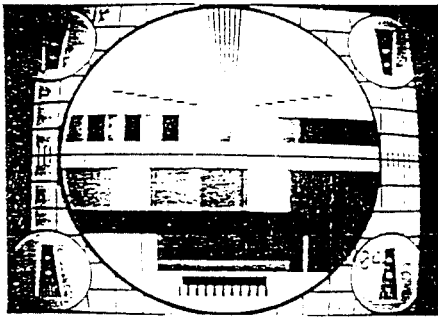


그림 12. 비원주식  
Fig 12. The interface scanning

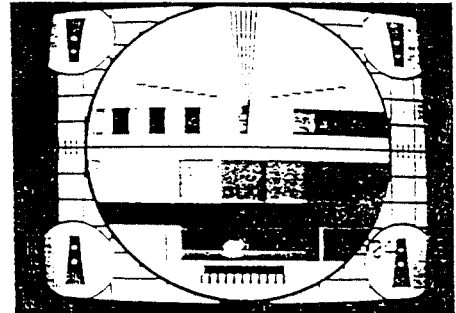


그림 13. 점진적 주사  
Fig 13. The Progressive Scanning

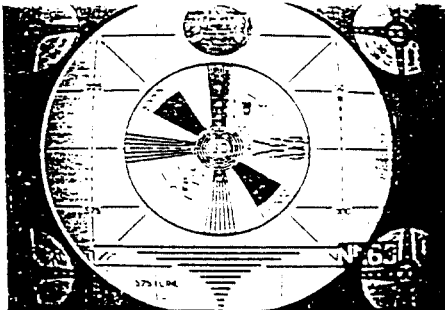


그림 14. 비원주식  
Fig 14. The interface scanning

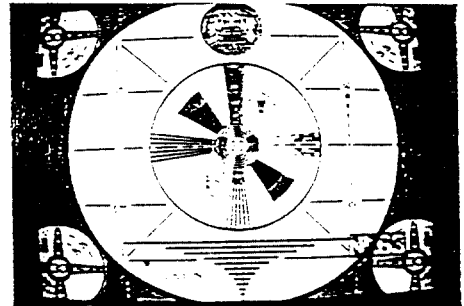


그림 15. 점진적 주사  
Fig 15. The Progressive Scanning



그림 16. 비월주사  
Fig 16. The interlace scanning

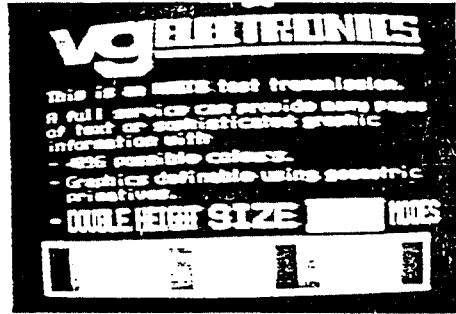


그림 17. 점진적 주사  
Fig 17. The Progressive Scanning

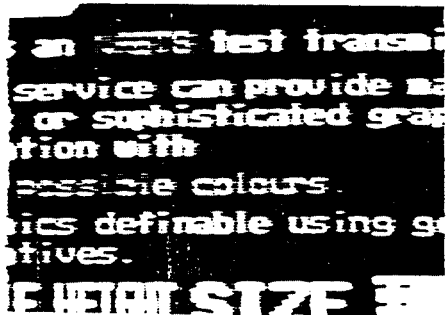


그림 18. 비월주사  
Fig 18. The interlace scanning

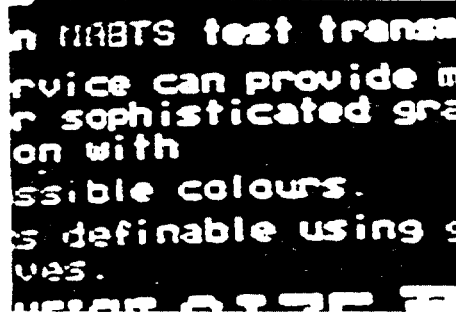


그림 19. 점진적 주사  
Fig 19. The Progressive Scanning

## VI. 결 론

본 논문에서는 비월주사 방식에 기인하는 문자다중 수신기의 라인 펄름 및 수직해상도 열화를 주사선 보간법에 의한 점진적인 주사 방식을 구현하여, 디지털 TV인 Teletext의 문자나 도형에 화질 열화를 주는 Interline flicker를 감소시키는 영상처리 Interface System을 구현하였다.

기존의 NTSC방식의 화질열화 방식으로 Y/C분리 요인과 Interlace Scanning방식에 의한 방해가 있는데, 본 연구에서는 Y/C분리에 대한 영상개선 기법은 제외하고 동적응형 주사선 보간을 행한 Interface 장치를 구현하여 대형 TV display상에서 발생하는 Interline flicker 감소에 대한 개선효과를 검증 할 수 있었다. 그러나 처리되는 신호의 형태가 합성신호에

서 R.G.B신호로 이를 다시 합성신호 신호로 처리하기 때문에, 이러한 현상이 트레이드 오프(Trade off)로 나타나고 있다. 이를 해결하기 위해서는 처리 알고리즘이 보완이 이루어져야 하리라고 생각된다.

## VII.참 고 문 헌

1. CCIR, Recommendation. 971. 1986.
2. T.Fukinuki, "Multi-Dimensional TV signal processing," NIKKELEL electronics, pp7-8, 1988.
3. 吹抜敬彦 "TV 畫像の多次元 信號處理," 日刊工業新聞社, p124. 1988.
4. 방동희, "문자다중방송의 개요," MBC방송연수원, p47-48. 1989. 5월.
5. 박중석, 박성환, "디지털 TV의 원리 및 개발동향,"

전자공학지, vol.12, No.66, pp407~411, 1985, 12.  
6. M.A.Isnardi, T.R.Smith and B.J.Roeder, "Decoding Issues in the ACTV system," David Sarnoff Research Center 보고서, pp 1~10, 1987.

7. 吹拔敬彦, "畫像のテイシタル信號處理," 日刊工業新聞社, pp54-73, 1988.  
8. C.P.Sandbank, "Digital Television," John Wiley & Sons Ltd, pp317~321, 1990.



金 在先(Jae Sun Kim) 正會員  
1973년 2월 : 한국항공대학 통신공학과 졸업  
1984년 8월 : 조선대학교 대학원(공학석사)  
1991년 2월 : 조선대학교 대학원 전기공학과 박사과정 수료

1977년 3월 ~ 현재 : 조선대학교 공업 전문대학 전자통신과 부교수

※주관심분야 : TV신호처리(HDTV)

宋 鐵(Chul Song) 正會員  
1938년 2월 28일  
1961년 3월 : 조선대학교 전기공학 졸업  
1977년 2월 : 조선대학교 대학원 전기공학 공학석사학위 취득  
1985년 2월 : 전북대학교 대학원 전기공학과 공학박사학위 취득

1973년 ~ 현재 : 조선대학교 전산기공학과 교수

※주관심분야 : 신호처리, 컴퓨터 그래픽스 등