PAL 方式文字放送の多重音声システム

李 桂 苓[†], 刘 沪 临[†]
俞 斯 乐[†]

あらまし PAL 方式テレビ映像信号の HBL のバックポーチ部分に、3~4 種類の ADM 音声番組信号が伝送できる。適応型シラブル圧伸デルタ変調 (ADM) 方式を採用した実験システムの音声信号レベルのダイナミックレンジは 45 dB 以上で、ひずみは 4% 以下となる。初歩的な実験の結果、ADM-HBL 多重音声システムは、現行テレビ放送および文字放送と両立性を持ち、その音質は文字放送などに添える音声としては充分である。そして、音声信号を文字信号と同様の信号形式で重畳し、受信回路の一部を共用することにより、受信機は簡単になる。

1. ま え が き

1976 年から、イギリスは文字放送 (Teletext) の本格的な放送を開始した。そのあと、西洋諸国は Teletext に関する実験または放送を行った。これらのシステムは付加音がないものであった。

日本では、1983 年 10 月から、実用化試験局の形式でパターン伝送方式の文字放送を開始した。1985 年 11 月から、ハイブリッド伝送方式の文字放送が本格的に放送されるようになった。それに、ハイブリッド方式の文字放送に電子音を付加し、番組の効果を高めた。

中国では、文字放送をテレビ教育などの分野にも使う予定である。それには一部分の文字放送番組に音声が付加する必要がある。

1981 年から、われわれは文字放送の多重音声放送方式とシステムの実験を行ってきた¹⁾。以下、今回開発された信号伝送方式およびエンコーダやデコーダなどの概要について述べる。

2. 多 重 方 式

中国でのテレビ方式は、日本における NTSC 方式

とは異なった PAL 方式である。これは 625 本 (水平走査周波数 $f_H=15.625\text{kHz}$)、50 フィールド (垂直走査周波数 $f_V=50\text{Hz}$) 走査を用いている。また、映像ベースバンド信号の帯域幅は 6 MHz である。

中国でもテレビ映像信号の VBL (垂直帰線消去期間) に文字放送信号を重畳する。データラインにより画素のデータあるいは文字コードを伝送する。データ信号形式は 2 レベル NRZ (non-return to zero) で、データビットレートは 6.9375Mb/s ($444 f_H$) である。必要な同期と制御信号の他に、データ数は 1 つのデータライン当たり約 320 ビットである。

多重音声信号として、文字信号と同じく、テレビ映像信号の時間的な余裕も利用して、同様の信号形式とビットレートなどによって伝送すればよい。

文字放送音声に要求される主な条件としては次の 6 つのことがあげられる。

- (1) 現行のテレビ放送、文字放送と両立できること。
- (2) 教育用を考えれば 5 kHz の音声信号の帯域幅があれば充分である。
- (3) 音声信号レベルに必要なダイナミックレンジは約 40 dB である。
- (4) 出力の信号対雑音比 (SN 比) は約 33.9 dB である。
- (5) 多重音声の番組数は 2 つ以上とれること。
- (6) 用途が広く普及性を持つこと。

[†] 天津大学 電子工学部

"Multiplex Sound System of PAL Teletext" by Li Gui-ling, Liu Hu-lin and Yu Si-le (Department of Electronic Engineering, Tianjin University, The People's Republic of China)

テレビ放送波の周波数の余裕を利用し、補助的な音声情報を多重して放送することができる。この方式として、日本の FM-FM 副搬送波方式と西ドイツの 2 音声搬送波方式などがあげられる。これらは、テレビの 2 音声番組やステレオ音声番組の放送に使われるので、文字放送の音声伝送方式としてはシステムの独立性から、使わない方が望ましい。

両立性を保つために、テレビ映像信号の時間的な余裕を利用することが考えられる。PAL 方式において時間的な余裕の計算によると、VBL では不足しており、HBL (水平帰線消去期間) の方が適していることがわかる。

音声信号帯域幅を 5 kHz、サンプリング周波数を 10 kHz、量子化を 8 ビット非線形量子化とすると、PCM 信号のビットレートは 80 kb/s である。サンプリング周波数を $4f_H$ とすると、DM (デルタ変調) 信号のビットレートは 62.5 kb/s となる。

VBL の中に 2 つのデータラインをとり、データ数が 1 つのデータライン当たり約 320 ビットとすると、625/50 走査の PAL システムにとって、データの平均ビットレートは 32 kb/s である。それは、1 つの音声番組にも足りない。

HBL のバーストのあとにまだ $2.64 \mu\text{s}$ の余裕がある。この部分に 6.9375 Mb/s の 2 レベル NRZ 信号を約 18 ビット重畳することができる。1 ビットスタートパルス (ST) の他に、ビット数は 1 つの HBL 当たり約 17 ビットである。データの平均ビットレートは約 265.6 kb/s である。これにより、3 つの PCM 信号あるいは 4 つの DM 信号を伝送することができる。余裕を少し残しておくために、HBL に 14 ビットの信号を重畳する。その中にスタートパルスを 2 ビット入れても、3 つの DM 音声番組が伝送できる。中国 (PAL 方式) における文字多重放送では、このような 3 種類の音声を加えることができるので、放送の有効性も一段と高くなり、ますます応用の分野も広がると思われる。

3. 符号化方式

それほど高い品質を要求しない文字放送の音声に対しては、PCM より DM の方が次の諸点で適当である²⁾。

- (1) ビットレートは PCM に比較して低い。
- (2) 誤り率は $10^{-2} \sim 10^{-4}$ でも許容できる (PCM は $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 以下である)。
- (3) バイト同期信号を伝送する必要がない。
- (4) 1 ビット符号化方式のため文字信号との整合

が良い。

- (5) エンコードおよびデコードは比較的簡単に構成できる。

DM の主な欠点は、ダイナミックレンジが狭いことと小さな信号の量子化 SN 比が低いことなどである。

ダイナミックレンジが狭いのは、傾斜過負荷ひずみが生じるからである。単一積分回路を使用した符号器に対し、ダイナミックレンジ D_c は次式で与えられる³⁾。

$$D_c = 20 \log \frac{f_s}{\pi f_c} \quad (1)$$

ただし、 f_s = サンプリング周波数、 f_c = 音声信号周波数。 $f_s = 4f_H = 62.5 \text{ kHz}$ 、 $f_c = 800 \text{ Hz}$ とすれば、 $D_c = 28 \text{ dB}$ である。二重積分回路を使用した符号器ではいっそう低くなる。

PCM の過負荷レベルは入力信号周波数と関係のない一定値である。DM の過負荷レベルは信号周波数が高くなると低下する。これも DM の欠点である。幸い一般の音声信号では高域での信号成分は小さく、この欠点によりそれほど大きな障害にはならない。これは実験によってすでに証明されている。

傾斜過負荷ひずみを生じない音声信号レベルの最大値をとった時、量子化 SN 比は最大値となる。その時、単一積分回路を使用した DM 符号器に対し、量子化 SN 比の最大値 S_m/N_q は、

$$\frac{S_m}{N_q} = -14 + 30 \log f_s - 10 \log f_m - 20 \log f_c \quad (2)$$

である³⁾。ここで、 f_m = デコード側の低域フィルタの遮断周波数。

音声信号レベルは最大値 A_m ではなく、普通値 A

図 1 デルタ変調器/復調器の原理図
Schematic diagram of delta modulator/demodulator.

をとった時, SN 比 S/N_q は,

$$\frac{S}{N_q} = \frac{S_m}{N_q} + 20 \log \frac{A}{A_m} \quad (3)$$

となる³⁾. 上式から, SN 比は入力信号レベルの減少に従って低下することがわかる.

局部復号回路は二重積分回路を使用した時, SN 比の最大値 S_m/N_q は,

$$\frac{S_m}{N_q} = -31.7 + 50 \log f_s - 30 \log f_m - 20 \log f_c \quad (4)$$

である³⁾. この式を(2)式と比べると, f_s が 20 kHz より高い場合には, 二重積分回路の SN 比は割合に高いことがわかる.

上の諸式に従って計算すると, 普通の DM 符号化方式は, 2 章で述べた要求を満たすことができないことがわかる.

これらの問題を解決するために, 圧伸デルタ変調方式を採用すべきである. これは傾斜過負荷を生じる立上がりの早い波形に対し, 積分ステップサイズを大きくし, 変化のゆるやかな部分に対してはステップサイズを小さくして量子化誤差を軽減できるからである.

実験の中で採用した圧伸デルタ変調器/復調器の原理図を図 1 に示す. これは, 局部復号器 (同様に受信復号器) の積分ステップサイズを入力信号波形の傾斜に適応させ変化させて符号化を行うものである.

実際には入力信号波形の傾斜が大きく, 局部復号器の積分出力がこれに追いつけない場合には, 符号出力は 1 (または 0) ばかりが続くことになるので, このような状態を検出してステップサイズをコントロールすることが行われる. このコントロールの過負荷検出論理式 c_n は,

$$c_n = b_n b_{n-1} b_{n-2} b_{n-3} + \overline{b_n} \overline{b_{n-1}} \overline{b_{n-2}} \overline{b_{n-3}} \quad (5)$$

となる.

ステップサイズコントロールを過負荷の検出に即応して行う方式は, 瞬時圧伸型デルタ変調と呼ばれる. これは映像や音楽などに適合する.

一般的にいえば, スピーチ音声の音量はシラブルに従ってゆるやかに変化する. そのため, ステップサイズコントロールを過負荷の検出に, ある時定数 (シラブル長に選ばれる) を持たせて行うシラブル圧伸型デルタ変調が適当である. シラブル圧伸型では音の歯切れはやや劣化するが, スピーチ音声でも量子化雑音が目立ちにくい⁴⁾.

上述のことを総合して, われわれは適応型シラブル圧伸型デルタ変調 (ADM) を選んだ. シラブルフィルタの時定数を 5 ms とし, 積分器の時定数を 1 ms と

する⁴⁾. デルタ復調器は変調器と同じである. 低域フィルタの遮断周波数は約 5 kHz である.

このような変調器/復調器を採用した実験システムに 800 Hz の正弦波を加える場合には, システムのダイナミックレンジは 45 dB 以上となり, ひずみは 4% 以下となる.

図 2 ADM-HBL 信号の波形図
Waveforms of ADM-HBL signal.

図 3 エンコーダ系統図
Block diagram of encoder.

図 4 パルス信号の波形図
Waveforms of pulse.

番組を選択する信号 M_1 , M_2 と M_3 は文字信号デコーダから供給する。EPROM からデータを読取るアドレスは CP 計数器と H' 計数器から供給する。H' の前縁はラインパルス (H) の前縁と同じで、H' の後縁は ST の前縁位置とほぼ同じでよい。

CP₁ クロック成形回路を図 7 に示す。定時パルス G_c が来る前に、シフトレジスタは M_1 , M_2 と M_3 によってセットされる。 G_c が来ている間、シフトレジスタにあるデータは循環して移動する。

CP 計数器をゼロリセットするパルスの成形回路を図 8 に示す。普通のラインおよび第 4 H (第 317 H) では、ゼロリセットパルスは ST の前縁に対応する。第 1 H～第 3 H (第 314 H～第 316 H) では、ゼロリセットパルスは図 9 に示す手順で形成する。

6. む す び

ビデオエンコーダ/デコーダおよび小規模の伝送実験はすでに行われた。今後、さらに野外実験を進めて行くことになる。

初歩的な実験によって、ADM-HBL 多重音声システムは両立性を持つことがわかった。すなわち、VBL と HBL に重畳した音声多重信号はテレビ映像、主音声、色副搬送波の再生および映像の同期などには妨害を及ぼさない。

実験システムの音質は音楽放送のレベルには及ばないが、文字放送などに添える音声としては充分である。

ADM-HBL 音声信号は文字放送信号とは同じビットレート of 符号を持って、受信回路の一部 (クロックの再生など) が共用できるので、受信機は簡単になる。

それに ADM-HBL 音声信号から共通のクロック、タイムベースと信号振幅などの情報がとれる。さらに文字放送のために提示と制御の情報を供給することができる。

HBL 多重方式は文字放送の音声信号を伝送できるだけでなく、他のいろいろなデータを伝送することも可能である。

(昭和 62 年 5 月 18 日受付, 昭和 62 年 10 月 16 日再受付)

【参 考 文 献】

- 1) S. L. Yu, H. L. Liu and G. L. Li: "A Proposed Digital Multiplex Sound System for Teletext", 10th IBC, Conference Publication Number 240, pp.318-322 (1984)
- 2) 余耀煌: "增量調制", 人民邮电出版社 (1979)
- 3) 徐秉鈞等: "数字通信原理", 国防工业出版社 (1980)
- 4) 吉野武彦, 大谷明: "音声のデルタ変調とその応用", NHK 技研月報, 20, 7, pp. 269-273 (1977)

Li Gui-ling
李 桂苓 1962 年, 天津大学無線電工学部卒業。同年, 同大学電子工学部助手, 79 年, 同講師, 83 年, 同助教授となり, 現在に至る。スイッチング理論, デジタル回路, テレビシステム, テレビ計測, 多重放送の研究に従事。

Liu Hu-lin
刘 沪临 1978 年, 天津大学電子工学部卒業。同年, 同大学電子工学部助手, 81 年, 同大学通信および電子系統専攻修士課程修了, 86 年, 同講師となり, 現在に至る。情報理論, 通信工学などの研究に従事。工学修士。

Yu Si-le
俞 斯乐 1952 年, 南開大学電気工学部卒業。同年, 天津大学電信工学部助手, 62 年, 同講師, 79 年, 電子工学部助教授, 83 年, 同教授となり, 現在に至る。情報理論, 信号解析, ネットワーク理論, テレビシステム, 高精細度テレビ方式の研究に従事。

High-Efficiency Picture Transfer Method for the Personal Computer Network

by Shinichi Tamura and Masatoshi Yokoyama

We propose BO coded and picture command transfer methods for picture transfer in a personal computer network.

The BO coded transfer method is based on byte oriented data compression by pixel "1"/"0" transition frequency in a raster line.

The picture command transfer method is to transfer a command form program instead of raw picture data. This method requires transferring much less data than with the raw picture data method, and is suitable for motion picture transfer.

Experimental comparison results and evaluation are presented. Some functions of the proposed methods have already been applied to practical use in TV weather broadcasting.

J. Inst. TV Engrs. of Japan, Vol. 42, No. 2 (1988) 134~140

Multiplex Sound System of PAL Teletext

by Li Gui-ling, Liu Hu-lin and Yu Si-le

Three or four companded sound channels accompanying teletext programs can be placed in the back porch of HBL. In this experimental system, an adaptive delta modulation (ADM) scheme with syllable companding is adopted. The audio signal dynamic range level is greater than 45dB and the distortion factor is less than 4 percent. Preliminary experimental results show that an ADM-HBL multiplex sound system is compatible with TV broadcasting and teletext. Its tone quality can satisfy the requirements for additional teletext sound. Because the text signal and sound signal are designed together, the receiver circuits are simplified.

J. Inst. TV Engrs. of Japan, Vol. 42, No. 2 (1988) 141~145

Experiments on Automatic Equalizer without Increased Noise for Digital Recording Systems

*by Seiichi Mita, Morishi Izumita, Nobukazu Doi,
Yoshizumi Eto and Mamoru Kaneko*

A new equalization method based on both the nonlinear equalization technique, called Linear Cancellor, and probabilistic decoding technique is proposed for high rate recording systems. Error rate improvement of more than two orders can be achieved by applying this method to an experimental digital VTR. Moreover, a new automatic equalizing algorithm is proposed. This algorithm has an advantage in that the automatic equalizer is constructed easily with not only digital circuits, but also with analog circuits. An adaptive automatic equalizer with a variable part constructed with all digital circuits is implemented. It is confirmed that sufficient eye opening is achieved using this algorithm at an operation speed of 46 Mbps.

J. Inst. TV Engrs. of Japan, Vol. 42, No. 2 (1988) 146~153