現行インタレース走査カメラ信号を用いた EDTV エンコーダの諸特性

正会員 平 野 裕 弘[†], 正会員 鈴 木 教 洋[†],
正会員 吹 抜 敬 彦[†], 正会員 吉 木 宏[†]

あらまし 現行インタレース走査系の信号を用いた EDTV エンコーダの諸特性について検討した。初めに、コンポジット NTSC 信号、コンポーネント 3 原色信号の 2 つの信号形態に対して実現可能な機能、特性を明らかにした。また、筆者らの提案による高精細情報の多重、時間・垂直周波数領域での Pre-Combing 処理などの機能実現に必要な具体的な信号処理の手法を示した。そして、試作装置を用いた評価実験により、静止画像に対し 500 TV 本程度の水平解像度が達成可能なこと、Pre-Combing 処理では、動解像度特性をあまり損なうことなくクロスカラーが大幅に低減可能なことを確認した。この結果、現行のテレビカメラにアダプタ形式で対応可能な EDTV エンコーダ実現の技術的見通しが得られた。また、Pre-Combing 処理は現行方式の画質改善にも有効なことが明らかになった。

1. ま え が き

EDTV は、現行テレビで発生している画質劣化要因の低減を図るとともに、現行テレビ信号では有効に活用されていない領域に高精細な情報などを重畳し、高画質化、高精細化の実現を図る。

EDTV のカメラの形態には、現行のインタレース走査系、および順次走査系の 2 つが考えられている。このうち、順次走査系は、インタレース走査系では原理的に不可能な機能、例えば、インタレース折り返し歪みの除去¹⁾、受像機側で検出不能な 30 Hz の時間周波数成分を含んだ動きの処理²⁾が実現できる。また、垂直解像度も向上できる³⁾。このため、EDTV のカメラとしてはこの形態が望ましいが、現時点では経済性の面などで問題も残されている。

さて、EDTV の導入初期の段階では、現行のテレビカメラより得られるインタレース走査系の信号との併用が予想される。したがって、この場合には既存の

テレビカメラにアダプタ形態で EDTV のエンコードが実現できれば、経済性、運用性の面からも好都合と思われる。

このため、筆者らの提案による EDTV 具現化技術^{4)~8)}、すなわち、高精細情報の重畳を主眼に、現行のインタレース走査系のテレビカメラにアダプタ形態で実現するエンコーダの検討を行った。

初めに、走査形態、信号形態の相違により EDTV エンコーダで実現可能な機能、特性について検討した。次に、現行のインタレース走査のテレビカメラで得られるコンポジット NTSC 信号、コンポーネント 3 原色信号に対応した EDTV エンコーダの具体的な信号処理について検討した。

そして、試作装置による評価実験の結果についても報告する。

2. 実現可能な機能、特性の検討

EDTV の信号源として、走査線数 525 本、60 フレームの順次走査のコンポーネント信号、および現行のインタレース走査のコンポジット信号、コンポーネント信号を前提に、それぞれ実現可能な機能ならびに特性をまとめて表 1 に示す。

[†] 株式会社日立製作所 中央研究所
“Characteristics of EDTV Encoders Using an Interlaced Scanning TV Camera” by Yasuhiro Hirano, Norihiro Suzuki, Takahiko Fukinuki and Hiroshi Yoshigi (Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd., Tokyo)

表 1 実現可能な機能、特性
Comparative performance of EDTV encoders.

機能	形態	インタレース走査系		順次走査系
		コンポジット信号	コンポーネント信号	コンポーネント信号
インタレース折り返し歪みの除去		×	×	○
受像側で検出不能な動きの処理		×	×	○
垂直解像度 ³⁾		×	×	○
S/N, 感度 ³⁾		○	○	○
高精細情報の多重		輝度信号	輝度信号 色差 Q 信号	輝度信号 色差 Q 信号
ガンマ補正の補償 適応的エンファシス	△		○	○
Pre-Combing 処理	△		○	○
リップシンクロ	○		△	△
経済性		○	△	△

○：可能 ×：不可能 △：要検討

2.1 走査形態に依存した機能、特性

走査は、時間・垂直の領域での標準化に相当するため、時間、垂直 2 次元周波数領域における信号スペクトルの配列は走査の形態で規定される。

インタレース走査系では、標準化に伴う折り返し成分が時間周波数 $f=30$ Hz, 垂直周波数 $\nu=525/2$ cph のまわりにも発生する¹⁾。しかしながら、現行のインタレース走査のテレビカメラではこの周波数領域では帯域制限を行っていないため、折り返し成分が原信号に混入している。また、30 Hz の時間周波数成分を含む動きでは、静止画像と同様な領域に信号スペクトルが発生する²⁾。このため、インタレース走査系では、これらに関連した機能は原理的に実現不可能である。

また、垂直解像度も順次走査系の信号と比較すれば劣っている³⁾。一方、S/N, 感度に関してはインタレース走査系、順次走査系とも同程度である³⁾。

2.2 信号形態に依存した機能、特性

EDTV の具現化技術には、高精細情報の重畳による高精細化、送像側のガンマ補償、適応的エンファシスによる鮮鋭度向上、Pre-Combing 処理による高画質化などがある。

まず、高精細情報の重畳に関しては、コンポーネント 3 原色信号系では、輝度信号高域成分 Y_h (4.2 MHz 以上)、色差 Q 信号高域成分 Q_h (0.5 MHz 以上) の両者が重畳できる^{6)~8)}。一方、コンポジット NTSC 信号系では色差 Q 信号は 0.5 MHz に帯域制限されているため、 Y_h 信号成分のみの重畳になる。

次に、送像側のガンマ補償、適応的エンファシスに関しては、コンポーネント 3 原色信号系では特に問題はない。ただし、コンポジット NTSC 信号系では YC 分離によるベースバンド復調の信号処理が必要のため、これに伴う特性劣化が懸念される。したがって、これらの機能はカメラ内でのコンポーネント処理で実現することが望ましい。

また、Pre-Combing 処理に関しては、コンポジット NTSC 信号系では輝度信号に色信号が重畳されているため、両者間の漏話成分の検出は困難で、実現は難しい。

一方、エンコードの過程で発生する映像・音声信号間の遅延、すなわちリップシンクロに関しては、コンポジット NTSC 信号系では数ライン程度の遅延で実現可能なため特に問題はない。反面、コンポーネント 3 原色系では Pre-Combing 処理の形態によっては 1 フレーム程度の遅延が発生する可能性もある。

最後に、経済性に関しては、コンポジット NTSC 信号系では信号処理も簡単なため、現時点ではコンポーネント 3 原色信号系よりも有利である。しかしながら、LSI 化などによって将来的には両者とも同程度で実現可能と考えている。

3. コンポジット NTSC 信号対応エンコーダ

3.1 全体構成

現行インタレース走査系のテレビカメラから得られるコンポジット NTSC 信号を信号源とする EDTV エンコーダの全体構成を図 1 に示す。

図1 コンポジット信号対応 EDTV エンコーダ
EDTV encoder for composite NTSC signal.
(a) Block diagram, (b) signal spectrum in three-dimensional frequency domain.

コンポジット NTSC 信号は、同図(b)に示すように輝度信号の帯域が 6 MHz 程度まで伸びている。そこで、4.2 MHz 以上の輝度信号高域成分 Y_h を高精細信号として分離抽出し、周波数シフトの操作により 2.4~4.2 MHz 帯にシフトし、時間・垂直周波数領域の第1、第3象限に高精細情報 Y'_h として重畳することにより EDTV 信号を構成する。

輝度信号高域成分 Y_h の分離抽出に関しては、以下に示す2種類について検討した。

- (1) 簡易型: 4.2 MHz 以上の信号成分をすべて Y_h として抽出。
- (2) 標準型: YC 分離操作により分離した輝度信号 Y の 4.2 MHz 以上を Y_h として抽出。

信号処理はすべてデジタルで、標準化周波数は色副搬送波 f_{sc} の 4 倍、量子化ビット数は 8 ビットに設

図2 周波数シフト部の構成(コンポジット信号対応)
Frequency shifting process.
(a) Block diagram, (b) signal spectrum of high resolution component Y_h .

定した。

3.2 周波数シフト部

輝度信号高域成分 Y_h が副搬送波 $\mu(16/7f_{sc})$ を搬送波抑圧振幅変調し、その下側帯波を抽出すれば、2.4~4.2 MHz 帯に周波数シフトさせた高精細情報 Y'_h が生成できる。

ただ、標準化周波数が $4f_{sc}$ の系では、上側帯波の折り返しの一部が Y'_h と重なるため、図2に示すように周波数変換を2回にわけ、いったん f_{sc} で変調した後、さらに $9/7f_{sc}$ で変調して所望の Y'_h を生成する。同図(b)に各部の信号スペクトルを示す。

なお、複素係数フィルタを用いた周波数変換ではこの種の不要成分は発生しないため、1回の変換で実現できる^{9)~11)}。

そして、簡易型では Y_h 多重係数 $k'=1$ 、標準型では動きに応じて k' を 0~1 の間で変化させて係数加重した信号を重畳する。

3.3 YC 分離、動き情報検出部

構成を図3に示す。フレームくし型フィルタ、ラインくし型フィルタで抽出した色信号成分 C_{fm} , C_{lin} は動きに応じて係数 k , $1-k$ ($0 \leq k \leq 1$, 完全静止時 $k=1$) を加重して色信号 C を抽出する。そして、コンポジット NTSC 信号より C 信号を減算して輝度信号 Y を分離抽出する。

動き情報検出部では、1フレーム間差分信号の低周

図3 YC分離部の構成(コンポジット信号対応)
Block diagram of YC separation process.

(a) 構成

(b) 時空間フィルタの特性

図4 漏話成分除去部の構成(コンポジット信号対応)
Crosstalk components removing process.

(a) Block diagram, (b) characteristics of temporal-vertical filter.

波成分(2MHz以下)、2フレーム間差分信号より動きの検出を行う。これらの差分信号は絶対値量子化(16レベル)後、レベルの大きい方を選択し、雑音などによる誤動作を避けるため、隣接5画素にわたる空間的平滑化を行う。そして、信号レベルに応じてYC分離の動き係数 k (16レベル)、および高精細情報の多重係数 k' (4レベル)を設定する。

3.4 漏話成分除去部

高精細情報 Y_h 、色信号 C 間で漏話となる成分を除去するため、図4(a)に示す構成で帯域制限を行う。

輝度信号 Y は時空間フィルタ1により同図(b)に示す特性の帯域制限を行い、色信号 C への漏話となる成分を除去した信号 $\hat{Y}_h$ を生成する。この信号は高精細情報 Y_h の生成に使用する。

現行インタレース走査
コンポーネント信号

(a) ブロック構成図

(b) 3次元信号スペクトル

図5 コンポーネント信号対応 EDTV エンコーダの構成

EDTV encoder for component R, G and B signals.
(a) Block diagram, (b) signal spectrum in three-dimensional frequency domain.

色信号 C は時空間フィルタ2により同図(b)に示す帯域制限を行い、 Y_h 信号への漏話となる成分を除去した $\hat{C}$ 信号を生成する。

4. コンポーネント3原色信号対応エンコーダ

4.1 全体構成

現行インタレース走査系のコンポーネント3原色信号系に対応する EDTV エンコーダの全体構成を図5に示す¹²⁾。

ガンマ補償部では、ガンマ補正の補償、適応的エンファシスの信号処理を行い、鮮鋭度向上の機能を実現する。

漏話成分除去部では、時間・垂直周波数領域での帯域制限処理を行い、輝度信号、色信号、高精細情報の信号間で漏話となる成分を除去する Pre-Combining 処理を実現する。

また、高精細情報挿入部では、同図(b)に示すように輝度信号高精細情報 Y_h 、色差 Q 信号高精細情報 Q_h の重畳を行い、所望の EDTV 信号を構成する。

なお、信号処理はすべてデジタルで行い、標準化周波数は $4f_{sc}$ 、量子化ビット数は8ビットに設定した。

4.2 ガンマ補償部

現行方式は送像側でガンマ補正を行うため、色差信号の帯域以上の周波数成分を含んだ彩度の高い画像で

図6 ガンマ補償部の構成(コンポーネント信号対応)
Block diagram of γ compensative process.

図7 漏話成分除去部の構成(コンポーネント信号対応)
Block diagram of crosstalk component removing process.

は輝度鮮鋭度が低下する。これを補償するために図6に示す構成の2種類のガンマ補償を実装した。一方は輝度信号の高域成分をリニアな3原色信号より補償信号を生成¹³⁾、他方は色差信号 I, Q の帯域以上の色信号を無彩色にすることより補償信号を生成する¹⁴⁾ものである。

また、ガンマ補償では鮮鋭度向上の効果が得られない無彩色信号に対しても、輝度低周波成分の信号レベルの小さい領域では輝度高周波成分のレベルを強調する適応的エンファシス¹⁵⁾を行い、鮮鋭度向上を図った。

4.3 漏話成分除去部

図7、図8に示す構成の帯域制限を行い、Pre-Combining 処理を実現する。

輝度信号 Y に対し、 $f-v$ BPF により水平周波数 μ が 2 MHz 以上の図8(a)の斜線領域を C , Y_h 信号への漏話成分として検出し、この成分に比例して漏話係数 k_c (16 レベル) を変化させ、漏話となる成分を除去した $\hat{Y}_L$ 信号を生成する。

色差信号 I, Q に対しては、 $f-v$ LPF 1 により図8(b)に示す斜線領域を通過域とする帯域制限により、 Y_L, Y_h 信号への漏話となる成分を除去した $\hat{I}, \hat{Q}$ 信号を生成する。

図8 漏話成分除去フィルタの特性(コンポーネント信号対応)

Characteristics of temporal-vertical filter.

(a) $f-v$ BPF, (b) $f-v$ LPF1, (c) $f-v$ LPF2, (d) $f-v$ LPF3.

図 9 高精細情報挿入部の構成 (コンポーネント信号対応)

Block diagram of high definition component inserting process.

一方、輝度信号高域成分 $\hat{Y}_h$ 、色差 Q 信号高域成分 $\hat{Q}_h$ はそれぞれ図 8(c), (d) の斜線領域を通過域とする $f=1$ LPF 2, 3 により、 Y_L , C 信号への漏話となる成分が除去される。

4.4 高精細情報挿入部

構成を図 9 に示す。輝度信号高域成分 $\hat{Y}_h$ はコンポジット NTSC 信号系と同様、いったん f_{sc} で変調後、 $9/7f_{sc}$ で変調して所望の帯域に周波数シフトさせた Y_h' 信号を生成する。

色差 Q 信号高域成分 $\hat{Q}_h$ は、 $9/7f_{sc}$ の副搬送波で搬送波抑圧振幅変調し、その下側帯波成分を Q_h' 信号として抽出する。

一方、色差 $\hat{I}, \hat{Q}$ 信号は f_{sc} で直交変調し、色信号 C を生成する。

これらの信号は輝度信号 $\hat{Y}_L$ に加算して EDTV 信号を構成する。

5. 実験結果ならびに検討

評価実験の系統図を図 10 に示す。実験では再現性などを考慮して、現行テレビカメラより得られるコンポジット NTSC 信号、および EDTV エンコーダからの EDTV 信号を、いったん放送用 1 インチ VTR に記録した。そして、VTR 再生信号を現行モニタ (ライン楕形フィルタによる YC 分離、 I, Q 復調)、および EDTV デコーダで復調して高精細モニタ (60

図 11 簡易型 EDTV 信号における色信号高域成分 C_h の信号スペクトル

Signal spectrum of C_h component in temporal-vertical frequency domain.

フレーム、順次走査) に表示し、画質を評価した。

5.1 コンポジット NTSC 信号対応簡易型

ITE 解像度チャートでは 500 TV 本程度の水平解像度が得られた。しかしながら、信号処理の特性不足に起因した画質劣化も発生し、問題になった。

- (1) 時間・垂直周波数領域での帯域制限がないために C 信号、 Y_h' 信号間で漏話が発生し、ITE 解像度チャートの横方向の楔模様などの垂直周波数の高い領域では Y_h 信号の誤再生が発生。
- (2) 色信号高域成分 C_h (4.2 MHz 以上の成分で主に I 信号の上側帯波の残留成分に相当) も輝度信号高域成分とみなして重畳する。この場合、 C_h 成分の信号スペクトルは図 11 のドット領域に配置されるため、この成分は輝度信号とみなした復調が行われる。この結果、ITE マルチパターンの赤色の三角パターンの境界部などの領域にドット妨害と類似な画質劣化が発生。

5.2 コンポジット NTSC 信号対応標準型

写真 1 に示すように 500 TV 本程度の水平解像度が実現できた。また、 YC 分離によりいったん分離した輝度信号成分から Y_h 成分を抽出、時間・垂直周波数領域での帯域制限により漏話成分を除去等の信号処理

図 10 評価実験の系統図
Block diagram of reproduced experiments.

写真 1 再生画像 (コンポジット NTSC 信号対応標準型, 高精細モニタ表示)
Reproduced picture in proposed EDTV system.

(a) NTSC 方式

(b) EDTV 方式

写真 2 再生画像 (被写体は左右方向に定速移動, 現行モニタ表示)
Reproduced picture (object in horizontal motion)
(a) Picture in NTSC system, (b) picture in proposed EDTV system.

を行うため, 簡易型において発生した画質劣化も除去できた。

また, いったん分離した輝度, 色信号は再度加算して EDTV 信号を構成するため, YC 分離操作に誤動作が発生してもその影響はほとんど無視できる。したがって, 動きの検出精度も IDTV などで行われているような高精度の特性は必要とならず, 図 3 に示した構成で充分であった。

したがって, 筆者らの提案による高精細情報の重畳に関しては, この標準型の構成で実用上の問題はないと考える。

5.3 コンポーネント 3 原色信号対応エンコーダ

高精細情報の重畳に関しては, コンポジット NTSC 信号対応標準型と同様な結果が得られ, 特に問題となるような現象は認められなかった。

次に, Pre-Combing 処理による動画時の漏話成分除去の画質改善効果, ならびに動解像度特性の一例を写真 2 に示す。これは, ITE マルチパターンを左右に定速移動させた場合の再生画像である。

左右の定速移動時には ν 軸を中心として角度 θ_H だけ傾けた平面上に信号スペクトルが存在する¹⁾。このため, 現行 NTSC 信号では写真 2(a) に示すように円形パターンの領域では輝度信号から色信号への漏話成分が発生し, 顕著なクロスカラーが現れる。

一方, 3 次元周波数領域で漏話成分を除去する Pre-Combing 処理を行った EDTV 信号では, 写真 2(b) に示すようにクロスカラーが大幅に低減できる。ただし, この信号処理に伴う動解像度低下の現象が, 円形パターン中心部の横方向の楔模様との接合部, あるいは赤色の三角パターンの境界部などに発生した。この現象は写真では比較的に目立ちやすいが, モニタ上では被写体の動きにマスクされるためか, ほとんど検知できない程度であった。

そして, 総合的な画質としては, Pre-Combing 処理を行った EDTV 信号の方がクロスカラーも少なく優れているとの結論が得られ, 有効性を確認できた。また, ガンマ補償, 適応的エンファシスによる鮮鋭度向上の改善効果も確認できた。

なお, コンポジット NTSC 信号対応の EDTV エンコーダでは Pre-Combing 処理, ガンマ補償などは行わないため, これらに関しては現行 NTSC 信号と同等の画質になる。

6. む す び

現行のインタレース走査のテレビカメラからのコンポジット NTSC 信号, あるいはコンポーネント 3 原

色信号に対応する EDTV エンコーダに関して、実現可能な機能、特性、ならびに機能実現に必要な信号処理を検討した。そして、試作装置による評価実験で下記事項を確認した。

- (1) 筆者らの提案による高精細情報の重畳に関しては、コンポジット NTSC 信号対応標準型、コンポーネント 3 原色信号対応の構成で対処でき、静止画像で 500 TV 本程度の水平解像度を実現。
- (2) コンポーネント 3 原色信号対応系では、3 次元周波数領域での Pre-Combining 処理により、動解像度特性をあまり損なうことなく動画時のクロスカラーを大幅に低減可能。
- (3) コンポーネント 3 原色信号対応系にガンマ補償、適応的エンファシスの機能を組み合わせることにより鮮鋭度を向上。

この結果、現行のインタレース走査系のテレビカメラにアダプタ形態で実現する EDTV エンコーダの諸特性が検証できた。

なお、高精細情報重畳の機能を外した形態のものは、現行方式の送像側での高画質化にそのまま適用でき、既存受像機、ならびに IDTV での画質向上にも有効である。

最後に、実験の便宜を図っていただいた、EDTV 推進本部 長原脩策氏、日立電子株式会社 浮ヶ谷文男 副部長、ならびに当所関係各位に感謝致します。

(1988 年 10 月 12 日受付、1989 年 1 月 12 日再受付)

【参 考 文 献】

- 1) 吹抜敬彦：“テレビ技術の発展に対応し、動く円形ゾーンプレートによって 3 次元信号処理系の特性を評価する”，日経エレクトロニクス，No. 312，pp. 195-218 (July 1, 1985)
- 2) 鈴木，平野，吉木，吹抜：“受像機側動き適応処理特性改善のための送信側擬似動き信号の多重”，テレビ学技報，TEBS88-13 (May, 1988)
- 3) 守田，内藤，高橋：“撮像管の走査方式と解像度”，テレビ学技報，PPOE65-5 (Feb., 1986)
- 4) 平野，吹抜，吉木：“完全両立性を有する EDTV 信号方式—その 1 動特性の理論検討—”，テレビ誌，39, 10, pp. 885-890 (Oct., 1985)
- 5) 吹抜，平野，吉木，重左：“EDTV における高精細情報多重の一検討—その 2 高精細情報多重の副搬送波について—”，テレビ大全，13-14 (1986)
- 6) 吹抜，鈴木，吉木：“EDTV の色信号帯域拡大方式の検討”，テレビ大全，15-10 (1988)
- 7) 吉木，重左，鈴木，吹抜：“同一副搬送波による輝度，色帯域拡大 EDTV 方式—その 1 計算機シミュレーション実験—”，テレビ大全，15-11 (1988)
- 8) 石倉，鈴木，吉木，吹抜：“同一副搬送波による輝度，色帯域拡大 EDTV 方式—その 2 ハードウェアの試作—”，テレビ大全，15-12 (1988)
- 9) 大西，石倉，鈴木：“複素信号処理による新しい周波数変換法”，信学技報，CAS88-45 (Aug., 1988)
- 10) 大西，石倉，鈴木：“複素信号処理による周波数変換法の一検討”，昭和 63 年信学秋季全大，A-42 (1988)
- 11) 大西，石倉，鈴木：“EDTV の高精細情報多重における周波数変換の一検討”，昭和 63 年信学秋季全大，D-99 (1988)
- 12) 平野，鈴木，吉木，吹抜：“インタレース走査カメラを用いた EDTV エンコーダの一検討”，昭和 63 年信学春季全大，D-177 (1988)
- 13) 黒崎，花房，浦野：“テレビジョン信号の高彩度部の解像度補償”，テレビ学技報，TEBS87-19 (Sep., 1987)
- 14) 湯山，山崎，西澤：“EDTV における高彩度画像ディテール補正の特性”，テレビ大全，13-5 (1987)
- 15) 浦野，荒木，花房：“受像画面の暗部ディテールの低下補償に関する実験”，テレビ学技報，TEBS87-21 (Sep., 1987)

ひらの のぶ
平野 裕弘 昭和 48 年，東京工業大学大学院修士課程修了。同年，(株)日立製作所に入社。中央研究所に勤務し，現在，第 5 部主任研究員。画像の信号処理に関する研究開発に従事。正会員。

すずき のりひろ
鈴木 教洋 昭和 61 年，東京大学大学院修士課程終了。同年，(株)日立製作所に入社。中央研究所第 5 部に勤務し，現在に至る。画像の信号処理に関する研究に従事。正会員。

ふきぬき たかひこ
吹抜 敬彦 昭和 36 年，京都大学大学院修士課程修了。同年，(株)日立製作所に入社。中央研究所に勤務し，現在，同所主管研究員。画像の信号処理に関する研究開発に従事。工学博士。正会員。

よしぎ ひろし
吉木 宏 昭和 40 年，松江工業高等学校卒業。同年，(株)日立製作所に入社。43 年より 1 年間，東京大学電子工学研究生。以来，画像信号処理の開発に従事。現在，同社中央研究所第 5 部主任技師。正会員。

Improvement of Optical Tracking Servo System Using Observer

by Masato Nagasawa and Yoshiro Nakajima

Improvement in the track-following servo for optical disk systems is described. The authors introduce an identity observer for state-feedback control and a stabilized repetitive control method based on modern control theory. The object of the identity observer is to increase stability and that of the control method is to trace accuracy. The output of the identity observer is not disturbed by high frequency mechanical resonance, so the estimated velocity of lens movement can enhance gain crossover. The regulator system is apt to increase system deviation. To minimize this effect, the bandwidth of the speed loop is limited. Repetitive control is also adopted to minimize steady-state errors. A neutral-type time-lag system such as repetitive control has an infinite number of poles in the s -plane, so it oscillates from time to time. Passband limitation and attenuation in the repetitive loop effectively compensate for this oscillation. As a result, the tracking servo system mentioned above has a gain crossover of 8.5 kHz and a phase margin of 70 degrees. No residual error can be observed up to 600 μm disk eccentricity.

J. Inst. TV Engrs. of Japan, Vol. 43, No. 5 (1989) 498~504

Characteristics of EDTV Encoders Using an Interlaced Scanning TV Camera

*by Yasuhiro Hirano, Norihiro Suzuki,
Takahiko Fukinuki and Hiroshi Yoshigi*

This paper discusses signal processing for a proposed EDTV system using an interlaced scanning TV camera. The encoding process, such as insertion of high resolution information, and the pre-combing process in the temporal-vertical frequency domain are described for both NTSC composite signals and component signals. Horizontal resolution of about 500 TV lines is obtained in still pictures and crosscolor in the moving area is greatly reduced with slight resolution degradation. The pre-combing method explained in this paper is useful for achieving higher quality in today's TV systems.

J. Inst. TV. Engrs. of Japan, Vol. 43, No. 5 (1989) 505~512

Study on Signal Processing for Progressive-Interlace Scan Conversion Using a Progressive TV Camera

*by Yasuhiro Hirano, Takahiko Fukinuki, Hiroshi Yoshigi,
Kazuo Ishikura and Norihiro Suzuki*

This paper presents signal processing for progressive-interlace scan conversion using a progressive scanning TV camera. Spectrum analysis in the three dimensional frequency domain shows that use of a progressive scanning signal makes it possible to achieve aliasing free scan conversion and motion detection of the 30 Hz temporal frequency component. Interference caused by interlaced scanning is greatly reduced without any degradation of dynamic characteristics. A vertical helper signal which can improve vertical resolution in moving objects is also proposed.

J. Inst. TV. Engrs. of Japan, Vol. 43, No. 5 (1989) 513~520