画像情報記録技術の将来

—民生用デジタル VTR—

正会員 山 光 長寿郎[†]

1. ま え が き

デジタル VTR は、放送用分野においてはすでに D1, D2, D3 VTR として実用化されているが、民生用としては、10 年以上にわたり高密度記録と画像圧縮の研究が中心に行われ、研究レベルではすでに現行テレビ方式記録に関し、現行ホームビデオと同等以上の小型化・長時間化の可能性を見出した段階といえる。

民生用デジタル VTR は、現行テレビ信号のみならず今後の HDTV 信号等に代表される新テレビ方式への発展性を持ったフォーマットでなくてはならず、HDTV 信号の画像圧縮の可能性や現行テレビ方式との共用性等、今後の技術課題も多い。したがって、現行テレビ方式で実用化を開始しても、新テレビ方式への考え方を明確にしておくことが重要である。また、新テレビ方式決定をもって実用化するには、新テレビ方式が審議中のこともあり、数年以上の年月を要するものと思われる。

いずれにせよ、近年、半導体技術進歩により、多くの分野でアナログからデジタル処理に移行しつつある。したがってホームビデオにおいても、次世代はダビング劣化の少ない高画質のデジタル VTR になると予想する人も多い。

2. 民生用デジタル VTR の開発動向

国内においては、民生用デジタル VTR の研究が

盛んに行われており、学会発表も多い^{1)~21)}。

欧州では、独・仏・蘭政府の資金援助のもと民生用デジタル VTR の研究が進められ、その研究成果の一部が 1988 年の ICCE でフィリップス²²⁾²³⁾、トムソン²⁴⁾から発表された。そして今は、光ファイバや衛星を使つての広帯域デジタル通信網構築を目的とした RACE 計画の 1 プロジェクトとして、HDTV 信号を記録すると同時に現行テレビ信号も記録できるデジタル VTR の開発に取り組んでいるらしい²⁵⁾。

各社試作機の例を表 1、表 2 に示す。各社とも現行ホームビデオを改造した機構系に独自の方式で記録している。トムソンはマトリックススキャン²⁴⁾方式を検討しているが、他はすべてヘリカルスキャンであり、商用化はアジマス記録ヘリカルスキャン方式であろう。発表のほとんどは現行テレビ方式であるが、HDTV 信号を VHS VTR に 90 分記録できる発表¹⁴⁾や MUSE 信号の画像圧縮⁷⁾や画像圧縮付 VTR⁹⁾等も発表されている。

民生用デジタル VTR は現行ホームビデオに比べ小型・長時間化が必要であるが、記録帯域がアナログに比べ 10 倍以上を必要とする。そのため長年、①ビット当たりの記録面積を小さくできるテープ・ヘッドの性能向上、変調・検出方式、誤り訂正等の広義の高密度記録技術と、②情報量を削減しても画質劣化の少ない画像圧縮技術を中心に開発が行われて来た。

とはいえ、この 2 点についてはかなり見通しができてきたといっても過言ではあるまい。

3. 高密度記録の現状

記録技術の観点から記録密度の推移をみると、アナログは 10 年で約 10 倍、デジタルは約 20~30 倍の密度の向上が見られ、研究レベルではデジタル記録

[†] 松下電器産業株式会社 映像研究所

“Trend of Magnetic Recording Technology—Consumer VTR—” by Chojuro Yamamitsu (Image Technology Research Laboratory, Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Osaka)

表 1 デジタル VTR の各社試作例 (I)

	ソニー	松下電器	日本ビクター	フィリップス	日立製作所	三洋電機	キヤノン(HDTV)
学会発表 (年・月)	1987.10	1987.6	1986.4	1986.6	1985.2	1987.10	1987.10
テープ幅 ドラム回転数 (rpm)	8mm	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
ドラム径、ヘッド構成 チャンネル 相対速度 (m/s)	1CH×2 7.5	2CH×2 5.8	2CH×2 11.6	2CH×2 5.08	2CH×2 17.4	2CH×2 11.6	3CH×2 11.6
テープ速度 (mm/s)	21.5	11.0	33.35	—	133	50.0	33.35
トラックピッチ (μm)	15	9.7	15	11	40	21.6	15
最短記録密度 (μm)	0.5	0.57	1.3	0.84	0.72	0.64	0.5
記録線密度 (kb/インチ)	102	89	32	60	71	75	102
記録面密度 (μm ² /b)	3.8	2.8	9.4	4.6	14.4	6.9	3.8
テープ磁性材料	メタル蒸着 (H _c =11500e)	メタル蒸着	酸化鉄	CrO ₂	メタル塗布 (H _c =13000e)	メタル塗布 (H _c =15000e)	メタル塗布
映像信号符号化方式	コンポジット 3:1:0 8ビット 色線順次	コンポジット (4f _m) 8ビット	コンポジット (4f _m) 7ビット	コンポジット (4f _m) 8ビット	コンポジット (3f _m) およびコンポジット 2: 1 1 8ビット 2: 2 2	コンポジット (3f _m) 6ビット	コンポジット*1 8ビット 色線順次
入力データ量 (Mb/s)	108	115	100	142	86	64.4	648
画像圧縮法	・適応型ダイナミック レンジ符号化 ・動き適応コシタし	・フィールド間オフセット サブサンプリング ・アダプティブ変換 (2×4) +ベクトル量子化 4.5ビット	・フィールド間オフセット サブサンプリング ・DPCM (平面予測) 4ビット	・フィールド内サブ サンプリング ・DPCM (平面予測) 3ビット 併せて、アダプティブ 変換も検討	なし	なし	・フィールド間オフセット サブサンプリング ・前置予測 DPCM 4ビット
画像のビットレート (Mb/s)	25	25	22	22	68	52	112
記録データレート (Mb/s)	30	40	35.7	24	96	68.5	138
変調方式	スクランブル NRZ	改良 8-10	8-10	NRZI	8-9	スクランブル NRZ	4-4 8変換 NRZI
検出方式	パルシャルレスポンス	積分検出	—	パルシャルレスポンス	積分検出	積分検出	積分検出
誤り訂正符号	—	・リードソロモン ・8-10による誤り検出	リードソロモン	単純化 リードソロモン	ハミング/ファイバ/ b 隣接	リードソロモン	リードソロモン
音声 (標準化周波数、量子化ビット数、チャンネル数、その他)	記録せず	記録せず	記録せず	記録せず	記録せず	44.1kHz, 14ビット 2チャンネル	記録せず
記録時間 (分)	80	720	120	480	30(60)	120	90*2
備考	テープ厚 10μm	テープ厚 10μm					*Y 64.8MHz(4:1:0) *T 160相当

表 2 デジタル VTR の各社試作例 (II)

	松下電器	松下電器	ソニー	フィリップス	トムソン	松下電器	ソニー
学会発表 (年・月)	1986.3	1988.6	1980.12	1988.6	1988.6	1989.6	1990.6
テープ幅 ドラム回転数 (rpm)	1/2"	8mm	1/2"	8mm	8mm	8mm	8mm
ドラム径、ヘッド構成 チャンネル 相対速度 (m/s)	2CH×2 5.8	2CH×2 3.75	1CH×2 14	2CH×1 9.4	1CH	1CH×2 9.4	2CH×1 7.8
テープ速度 (mm/s)	33.35	28.6	40.0	—	—	11.8	—
トラックピッチ (μm)	29	20.5	30	11	10	6.8	5.5
最短記録密度 (μm)	0.57	0.47	1.0	0.68	0.7	0.69	0.49
記録線密度 (kb/インチ)	71	109	52	59.8	58.1	73	103
記録面密度 (μm ² /b)	8.3	4.8	14.3	4.8	4.5	2.39	1.35
テープ磁性材料	酸化鉄	メタル蒸着	CrO ₂	メタル塗布	メタル塗布	メタル蒸着	改良メタル蒸着
映像信号 符号化方式	コンポジット (4f _m) 8ビット	コンポジット (4f _m) 8ビット	コンポジット (4f _m) 7ビット	コンポジット (4f _m) 8ビット 色線順次	コンポジット 3:1:0 色線順次	コンポジット 4:1:1	コンポジット 3:1:0 色線順次
入力データ量 (Mb/s)	115	115	100	108	108	162	108
画像圧縮法	・フィールド間オフセット サブサンプリング ・アダプティブ変換 4.5ビット	・フィールド間オフセット サブサンプリング ・アダプティブ変換 (2×4) +ベクトル量子化 4.5ビット	・フィールド内サブサン プリング (2HPALE) 和差分 DPCM (1次元) 4ビット	・ブロック 8×8 ・フレーム内 DCT ・可変長符号化	・ブロック 8×8 (4×8)×2 ・動き適応フィールド内 ・フレーム内 DCT	・ブロック 8×8 ・フィールド内 DCT ・可変長符号化	・適応型ダイナミック レンジ符号化 (ADRC)
画像のビットレート (Mb/s)	25	25	22	19	12.4	19	25
記録データレート (Mb/s)	40	32	28.6	26.0	19.4*	27	31.56
変調方式	改良 8-10	インタリーブ NRZI	スクランブル NRZ	改良 8-10	改良 8-10	インタリーブ NRZI	M スクランブル NRZ
検出方式	積分検出	パルシャルレスポンス	積分検出	積分検出	積分検出	パルシャルレスポンス (1, 0, -1)	パルシャルレスポンス (1, 0, -1)
誤り訂正符号	鎖状符号 (内、外)	リードソロモン	鎖状符号 (内、外)	リードソロモン	リードソロモン	リードソロモン	リードソロモン
音声 (標準化周波数、量子化ビット数、チャンネル数、その他)	記録せず	記録せず	ビデオと混合記録	記録せず	圧縮記録 (256kb/s)	48kHz, 16ビット 2チャンネル	—
記録時間 (分)	120	60	60*1	105	210	180	—
備考		テープ厚 10μm	*1 L-500 カセット		* 推定値		推定値含む

密度がアナログを追いこしたといえる．実用化は研究レベルの数年後となっている（図1，図2）．

最も高密度なのは， $1.35\mu\text{m}^2/\text{b}$ （トラックピッチ：5.5，記録波長： $0.5\mu\text{m}$ ）である．これは， C/N を4dB改良した蒸着テープを使っている¹⁸⁾．

ついで， $2.39\mu\text{m}^2/\text{b}$ （トラックピッチ： $6.8\mu\text{m}$ ）で，8ミリカセットで蒸着テープ（ $10\mu\text{m}$ 厚）を使い3時間の記録を可能にしている⁹⁾．

1/2インチテープ幅なら VHS VTR を使い蒸着テ

ープ（ $10\mu\text{m}$ 厚）で12時間の記録も可能になっている⁹⁾（1987年）．

記録波長は $0.47\mu\text{m}$ が最短であり⁴⁾，続いて $0.5\mu\text{m}^{14)18)}である．$

3.1 変調方式と検出方式

高密度記録にとって重要な技術である．民生用では機構ジッタが多いので，ウィンドウが広く，短波長記録に適した $T_{\min}$ が大で，しかも振幅変動に強い変調方式が望まれるし，オーバーライト特性が良好なものでなくてはならない．

変調方式として，インタリーブ NRZI と PR(1, 0, -1)の組合せの発表が最も多い．この方式は，出力から2ビット遅延した信号と入力信号を EX-OR 回路に通すプリコード出力信号を記録し，再生等化後ポストコードで1ビット前と現在を加算する．その結果を正負2つの閾値に対して外側か内側にあるかで1と0を判定する．この方式では周波数特性が直流とビットレートの半分の周波数で利得を大幅に抑圧できるので，検出点の S/N 改善がはかれる．しかもトラック間クロストークの抑圧に優れ，ロータリートランスで低周波成分が伝送できなくても誤りに大きい影響が出ないという性質があるため VTR 向きである．オーバーライト特性の一例を図3に示す．さらに検出をビット単位で実行せず，ピタビ復号により誤り低減を図った例⁴⁾¹⁸⁾もある．

変調方式は異なるが，8-10変換の符号語の冗長性を利用して，再生時の誤り検出を実施する手法⁵⁾や，チャンネル符号語の冗長性を利用して DSV を低周波で変化させることにより，トラッキング用のパイロット信号を発生させる方式²³⁾等も発表されている．特にインタリーブ NRZI にトラッキング用のディジタ

図1 時間あたりのテープ消費量の推移

図2 記録面密度の推移

図3 オーバライト特性の一例

ルパイロットが発生できれば、ひとつの良い解かもしれない。検出方式としては、実用化にはパーシャルレスポンスか積分検出が使われるだろう。

3.2 誤り訂正

最近の試作機はすべてリードソロモン積符号である。ポイントは、少ない付加情報でいかにランダムやバースト誤りを多く訂正できるかである。現状では冗長ワードはほぼブランキング期間内に納めているものが多い。一般にランダム誤りは Inner Code 側で、ドロップアウト等のバースト誤りは Outer 側で受けもつ。特殊再生等によってトラックの一部しか再生できない時は Inner 側のみで訂正されることになる。

誤り訂正能力を越える誤りが発生した時は、映像信号の相関性を利用して修整することになる。この修整のやりやすさも、誤り訂正、画像圧縮との関連で重要である。

4. 画像圧縮（高能率符号化）技術の現状

情報量そのものを信号の相関性を利用して削減し、長時間化を可能にするのが画像圧縮技術である。

デジタル VTR では、①ランダム誤りやバースト誤りが多いため誤り伝搬が少なく、②必要な編集単位に対応し、③スローやサーチ等の特殊再生に適し、しかも画質劣化の少ない画像圧縮技術が鍵である。同時に実用化との関係で回路規模、コスト、LSI の進歩をにらみながら検討がなされている。

符号化は初期のものはコンポジット方式であり、最

近のものは 3:1:0 に代表されるコンポーネント方式である¹⁸⁾²²⁾²⁴⁾。しかし、3:1:0 は輝度信号帯域が最近のホームビデオより劣るほか、色信号の垂直解像度が半減する難点があるため、4:1:1(162 Mb/s)⁶⁾、や 4:2:2(216 Mb/s)¹⁶⁾¹⁷⁾を選んだものもある。

画像圧縮の発表では、DPCM 方式、アダマール変換、DCT(離散コサイン変換)方式、ADRC 方式^{18)~20)}などがあるが、主流は DCT 方式といってもよいだろう。DCT 方式にも 2 次元、3 次元¹⁶⁾が検討されているが、上記圧縮の 3 条件を満たしているかどうかが重要である。

4.1 バッファ制御 DCT の画像圧縮例 (図 4)

ブロックを 64(8×8)画素とし、DCT 演算、並べ替え、重み付けのあと適応量子化する。DC 成分は 9 ビット別に、AC 成分は振幅大のものから並べ、ある値以上を伝送する。そのアドレス情報も送る。可変長符号方式である。また、情報内容によりバッファメモリが満杯にならないように量子化を制御する。可変長がある範囲で一定長かどうか不明のため、特殊再生の可能性は判断できない。

ブロック構成はフィリップスはフレーム内²³⁾、トムソンはフィールドとフレームの 8×8 を持ち、信号の動きを検出して適応的に切り換える手法を採用している²⁴⁾。圧縮後のデータは 12~18 Mb/s が検討されている。

4.2 情報量先読み制御 DCT の画像圧縮例⁶⁾ (図 5)

この方式も 8×8 DCT であるが、特徴は、DCT 演

図 4 バッファ制御 DCT の画像圧縮例

図 5 情報量先読み制御 DCT の画像圧縮例

算に高速アルゴリズムを開発し、重み付けも同様に DCT 演算中にできるようにして乗算回数を大幅に削減した。また、可変長符号を用いるが、可変長は短い期間で一定長とし、その一定長は誤り訂正ブロックに関連して一致させることで、誤り伝搬を抑圧すると共に、特殊再生を可能にしている。この場合、画質向上のため、情報量を先読みし、それに応じた最適な量子化を選択し、しかもきめ細かにすることにより、短い可変長の一定長を有効に使い伝送歪みを少なくしている。

このような基本思想を生かした最近の画像圧縮技術の一例について述べる (図 6)。

- (1) 標本化は $4:1:1/525$, $4:2:0/625$ である。

これはテレビ画面の大型化に伴い 525 方式には線順次は適さないが、PAL は線順次の要素を含んでおり、MAC, HD-MAC とともに線順次方式であるためである。

- (2) フレーム内 DCT をベースに 1 画面を 8×8 DCT ブロックにブロック化 (a 図)。1 フレームのブロック数は (b 図) のようになる。

- (3) 輝度 4 DCT ブロックと色差各 1 DCT ブロックで構成される 6 DCT ブロックを 1 マクロブロックとする (c 図)。

- (4) DCT 方式と可変長符号方式の組合せでは、長い語長が続かないよう DCT ブロック間の相関をなくして画像圧縮効率向上のために、1 フレーム内でマクロブロック毎にシャフリングする。これは、ドロップアウトの分散、セグメント記録方式の特殊再生の画質再現、ヘッドクロック等を考慮して決める。一般にはランダムシャフルが通常再生画質には適し、特殊再生には近い距離のローカルシャフルがよい。このトレードオフとなる (d 図)。

- (5) DCT 演算と重み付け (e 図) 後、DC 成分は 9 ビット別に伝送し、63 の AC 成分は量子化される。情報量見積りは、前述の先読み型とし、可変長後の情報後が、数十 DCT ブロックで一定となるよう制御される。量子化は、63 成分

図 6 最近の画像圧縮の一例

の最大振幅(AC)値を求め、その値に応じ m 個のクラス No. を用意し、それぞれ輝度色差に適したまるめ(f 図)を行う。このクラス No. も伝送する。併せて粗～密の 16 のまるめと 63 成分を n 個のクラスエリア(h 図)に分け、まるめを異ならせ 2 次元テーブルで量子化を行う(g 図)。回路簡素化のため、まるめは 2 のべき乗を基本にしている。量子化された AC 成分はサインビット 1 ビットと 9 ビットの量子化データである。

- (6) 非常に簡単な動き検出を持ち、通常の画像ではフレーム内 DCT とし、特殊な動画時はフィールド内 DCT とする。この動き信号も伝送する。
- (7) 伝送は低周波成分から高周波成分を順次伝送する。可変長符号は改良型 2 次元ハフマン符号である。

以上説明したものは、フレーム編集可能で、誤り伝搬は短い期間で可変長が一定長になることとシャプニングにより特殊再生も可能にしたものである。20～25 Mb/s で民生として十分な画質が得られている。

4.3 編集と画像圧縮

編集単位をどうするかが重要なポイントである。最小編集単位をフィールド、フレームとすると、画像圧縮(可変長範囲)単位はそれぞれフィールド、フレームとする必要がある。民生用デジタル VTR は画質が良くなることから、業務用と民生用の境が少なくなり、編集の重要性が増すと予想され、1 フレーム編集はいるのではなからうか。

4.4 特殊再生と画像圧縮

ホームビデオではスチル・スロー・サーチ等の特殊再生機能があるが、デジタル VTR にもその機能は必要である。特殊再生時にはヘッドが何本かのトラックにまたがって再生するため、再生エンベロープはほぼ三角形となる。信号として使える部分は不連続となるうえ、次の信号バーストは別のフィールドの信号のこともある。したがって一つの方法として、Sync ブロックの整数倍単位で画像圧縮が完結すれば特殊再生は可能である⁹⁾。または、別の何らかの対策が必要である。また、特殊再生画質の向上策も今後の課題である。ホームビデオに比べ高 S/N であるが、高速サーチではブロックノイズが目立つのが実状である。

5. 民生用デジタル VTR の条件

- (1) 高画質・高音質…現行ホームビデオを凌駕する

4:1:1/4:2:0 以上が帯域の点で必要。高画質も重要。音声は 48 kHz, 16 ビット, 2 チャンネルが最低必要で、何らかの手法で 4 チャンネル化の可能性も必要。HD は当然 48 kHz, 16 ビット, 4 チャンネル。

- (2) ムービー、パーソナル、据置へ展開可能なこと

将来的にムービーが現行に比べ、サイズ・消費電力・重量で優れること。記録時間は据置で 3～4 時間、ムービーで 1～2 時間必要。カセットとして 1 種類のカセットのみとするか、2 種類を用意するかも重要。

- (3) 新テレビ方式への展開性

現行テレビ方式は当然のこと、今後の ED, MAC, MUSE/HD-MAC, 等の新テレビ方式に対応できるフォーマットの可能性が重要。

- (4) 編集性の向上

ビデオ、オーディオ単独に編集可能で、業務用・家庭用の境がなくなるのでフレーム編集程度はいるだろう。音声チャンネル独立編集も要望される。

- (5) 長時間化展開の可能性

技術進歩に伴い、将来の狭トラック化や画像圧縮への対応可能なもの。

- (6) 525/625 共用方式

機構、回路、ヘッド・テープ共、共用がよい。そのため記録波長、トラックピッチ、テープ速度等を一定にするフォーマット。

以上の条件を考慮すると、テープ幅は 8 ミリより狭く、厚さは 10～7 μm 程度の蒸着テープが有望である。トラックピッチと記録波長については、①ピッチ約 10 μm 、波長約 0.5 μm (市販ホームビデオと同一) でスタートし、将来的に 5～7 μm 、約 0.5 μm にする。②当初から 5～7 μm 、約 0.5 μm 前後とする方法が考えられる。②の場合には、各社間の互換補償技術やテープ・ヘッドの C/N 向上による C/N 余裕等の課題があり、実用化には数年の時間を要する。

また、525/625 共用化のためには、記録波長、テープ速度、トラックピッチ、記録データレートを同一にし、しかも、図 7(c) に示すように 525 で 1 フレーム 10 本、625 で 12 本にするシリング構成が適切である。その解は 4500 rpm 2 チャンネルか 9000 rpm 1 チャンネルとなる(a 図)。そのため静音化・低消費電力、小型高トルクモータの開発が必要である。特殊再生時のドラム回転補正を入れると 9000 rpm では、1 万回転/分以上になり、実用化を考えるとまだ開発に時間を要しよう。

(a) シリンドラ構成

(b) 1フレーム画素構成

(注) HD はフレーム当たり倍の本数

(c) トラックパターン

図7 シリンドラ構成とトラックパターン例

画像圧縮前では解像度の点で4:1:1/4:2:0以上が必要であり、圧縮後のデータ量は、①編集をフレーム単位とし、特殊再生を考慮して可変長符号を数十DCT毎に一定長としたフレーム内DCTでは画質確保に19~25 Mb/sが必要。②HD展開時、入力数は数百Mb/sとなるが、ヘッド構成や信号処理の容易さから現行テレビ方式の2倍が望ましい。画像圧縮の共用性も重要である。

①、②を考慮するとSD(現行テレビ方式)で約25 Mb/s、HDで約50 Mb/sが適している。課題はHDの画像圧縮で許容画質が得られるかである。記録データレートは音声、シンク、ID、ECCの冗長度等を加算するため、SDで約36~39 Mb/s、HDは当然その倍と想定できる。最大の技術課題はHDTV信号の画像圧縮の可能性である。

1トラックの内容の一例を図8に示す。ビデオ、オーディオは独立編集できるようにギャップが設置され、INDEX部はタイムコード等の重要データを入れ、高速サーチで検出でき、しかもその信号は再記録可能な配慮がされるだろう。固定ヘッドなしにトラック制御をかけるATFのために、図示しないが、変調方式で発生した低周波のデジタルパイロット法も考えられる。この場合、将来狭トラックのDTFの発展性を持つことが適切である。ITI部にも同じパイロットが記録されているが、編集時、ITI部のパイロットは消去せず、自己のトラック位置を知るのに使われ、性能の良い編集を可能にすることもできる。

音声の記録はいろいろ考えられるが、ギャップやト

図8 1トラックの内容

ラックの情報量の増大を極力少なくするためには、1バースト状が良い。その場合、525方式では、前半5トラックと後半5トラックに別々のチャンネルを記録する。625方式は6本単位となる。したがってオーディオはフレーム単位となる(図7)。

6. 今後の展望

概念的にいうと、現行テレビ方式については技術的に可能性が見えて来たので、今後は、特殊再生画質や編集の検討、HDTV方式の展開等の検討と共に、高密度記録、画像圧縮技術、変調・検出方式、制御方式、精密機構技術、シリンドラ構成等の各要素をいかにまとめて次世代ビデオのフォーマットにするかが今後の課題である。

高密度記録の面ではテープ・ヘッドの高出力・高C/N化の検討がされていく。蒸着テープの性能向上には、高 H_c 化や粒子サイズの微小化や表面粗さの低減化の検討が進む²⁶⁾。これに対し、メタルヘッドでは短波長のための狭ギャップ形成技術と、より飽和磁化の高い磁性合金材料を使ったリングヘッドの開発が進むだろう。民生用デジタルVTRにおいても、長時間化やHDTV信号対応には機器ノイズ低減技術と同時に、高出力のテープ・ヘッドの開発が望まれる。

画像圧縮の検討は、LSIの進歩をにらみながら高性能高圧縮技術が長時間化のため検討される。もうひとつは、HDTV信号の画像圧縮技術の検討である。

また、アジマスベタ書き方式の場合、互換補償できるトラックピッチは現状では、10 μ m程度といわれており、それ以下のトラックピッチに対しては、精密機構やヘッド精密加工技術や取付精度向上や、 piezo板の上にヘッドを乗せ、板を動かすダイナミックトラック技術も必要になるかもしれない。

記録面密度1 μ m²/ビットが長手記録の限界に近いと予想され、それ以上の密度には垂直磁気記録に期待せざるを得ないだろう。したがって、90年代の研究の重要な要素技術となろう。究極は波長で0.3 μ m、トラックピッチで2~3 μ mと予想され、それは21世紀になるのではなかろうか²⁷⁾。このような技術が達成されると、手のひらに乗るHDTV用デジタルビデオが可能になるだろう。

商用化にむけてもうひとつの課題は LSI 技術である。映像信号をデジタル化すると回路規模が増大する上に画像圧縮により回路規模がさらに増大する点である。しかも高速で低消費電力の LSI が必要である。必要メモリ量は現行テレビ方式で 4~8 Mb, HDTV 方式では 30 Mb 以上が必要となろう。HDTV 方式なら A/D 等, 一部の回路で数 10 MHz の動作領域があり, ゲート数は数 10 万ゲートと予想される。この LSI を考える時には, 現行ホームビデオに比べてコスト要因も重要であり, それらを考慮すると現行テレビ方式ですら, ランダムロジックで 0.5~0.8 μ m プロセス以下の技術が適切と思われる。

7. む す び

民生用デジタル VTR は現行テレビ方式のみならず, HDTV 信号等の新テレビ方式への発展性を秘めたフォーマットでなくてはならず, しかも LSI 進歩を見ながら技術開発が進むだろう。しかも狭トラック化の技術, 高速シリンドリカ回転技術, ヘッド加工精度や取付精度, 鏡面テープ安定走行技術, 互換補償技術等, 研究課題も多い。そして, 各要素技術を集約したフォーマット化等, 再び民生アナログ VTR 当初と同様の技術改新が必要な時期にきているといってもよさそう。

将来的には, 超小型ムービーや小さいカセットで HDTV 信号を数時間記録できる民生用デジタル VTR に期待したい。

(1992 年 5 月 28 日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 吉岡ほか: “28.6 Mbps NTSC 信号のデジタル磁気録画実験報告”, テレビ学技報, VR 42-2 (Dec. 1980)
- 2) C. Yamamitsu, et al.: “High Density Recording and Bit Rate Reduction For a 2-Hour Digital VTR”, IERE, sixth International Conference on Video & Data Recording (Mar. 1986)
- 3) C. Yamamitsu, et al.: “An Experimental Digital VTR Capable of 12-Hour Recording”, IEEE Trans. on Consumer Electronics, CE-33, 3 (Aug. 1987)
- 4) C. Yamamitsu, et al.: “An Experimental Study on Bit Rate Reduction and High Density Recording for a Home-Use Digital VTR”, IEEE Trans. on Consumer Electronics, 34, 3 (Aug. 1988)
- 5) 山光ほか: “12 時間記録可能な 1/2 インチデジタル VTR”, テレビ学技報, 11, 24, VR 87-33 (Oct. 1987)
- 6) C. Yamamitsu, et al.: “An Experimental Study for Home-use Digital VTR”, ICCE (June 1989)
- 7) C. Yamamitsu, et al.: “A Bit Rate Reduction for MUSE

- Signal”, IEEE Trans. on Consumer Electronics, 36, 3 (Aug. 1990)
- 8) C. Yamamitsu, et al.: “A Study on Trick Plays for Digital VCR”, IEEE Trans. on Consumer Electronics, 37, 3 (Aug. 1991)
- 9) 内田ほか: “Muse 信号の高密度デジタル記録”, テレビ学技報, VIR 91-12 (Mar. 1991)
- 10) A. Hirota, et al.: “Picture Coding for Home VTR”, Picture Coding Symposium 8.12 (Apr. 1986)
- 11) 三田ほか: “1/2 インチテープを使用したデジタル VTR の検討”, 信学技報, MR 83-9 (June 1983)
- 12) 三田ほか: “1/2 インチメタルテープを使用した試作デジタル VTR”, テレビ学技報, TEB 106-3 (Oct. 1985)
- 13) 西川ほか: “1/2 インチ VTR を使用したデジタル記録システムの検討”, テレビ学技報, 11, 24, VR 87-33 (Oct. 1987)
- 14) 櫻田ほか: “高精細テレビジョン信号のデジタル録画方式の実験”, テレビ学技報, 11, 24, VR 87-34 (Oct. 1987)
- 15) 糸井ほか: “1/2 インチ民生用デジタル VTR の実験”, テレビ学技報, 12, 56, pp. 25-30, VR 88-59 (Dec. 1988)
- 16) 大西ほか: “デジタル VTR 用高能率符号化方式の検討 (その 1)”, 1990 年テレビ年次大
- 17) 西川ほか: “デジタル VTR 用高能率符号化方式の検討 (その 2)”, 1990 年テレビ年次大
- 18) 叶多ほか: “A High Density Recording Technology for Digital VCRS”, IEEE Trans. on Consumer Electronics, 36, 3 (Aug. 1990)
- 19) 近藤ほか: “ADRC の将来の民生用デジタル VTR への応用”, テレビ学技報, 11, 24, VR 87-31 (Oct. 1987)
- 20) 近藤ほか: “民生用デジタル VTR 圧縮方式—ADRC の改良—”, テレビ学技報, 13, 60, pp. 19-24, VIR 89-27 (Nov. 1989)
- 21) M. Yoneda, et al.: “An Experimental Digital VCR with New DCT-Based Bit Rate Reduction System”, IEEE Trans. on Consumer Electronics, 37, 3 (Aug. 1991)
- 22) L. M. E. Driesse, et al.: “An Experimental Digital VTR with 40 mm Drum, Single Actuator and DCT-based Bit Rate Reduction”, IEEE Trans. on Consumer Electronics, 34, 3 (Aug. 1988)
- 23) S. M. C. Borgers, et al.: “An Experimental Digital VTR with 40 mm Drum”, Single Actuator and DCT-based Bit Rate Reduction, IEEE Trans. on Consumer Electronics, 34, 3 (Aug. 1988)
- 24) H. J. Platte, et al.: “Matrix Scan Recording, A New Alternative to Helical Scan Recording on Video Tape”, IEEE Trans. on Consumer Electronics, 34, 3 (Aug. 1988)
- 25) 日経エレクトロニクス, 次世代 VTR 特集 (May. 1988)
- 26) 久保田: “ビデオ記録の可能性”, 応用磁気セミナー, 高密度磁気記録の展望と課題
- 27) 山光ほか: “デジタル VTR の開発動向と応用可能性”, 2000 年をターゲットとする技術予測シリーズ, 第 1 巻 10 章, 日本ビジネスレポート (株)

やまみつ ちようじゅろう

山光 長寿郎 昭和 43 年, 広島大学工学部電子工学科卒業。同年, 松下電器産業 (株) に入社。民生用, 放送業務用 VTR の研究を経て, 現在, 画像の高能率符号化, デジタル VTR, 光ディスク等の研究に従事。正会員。