

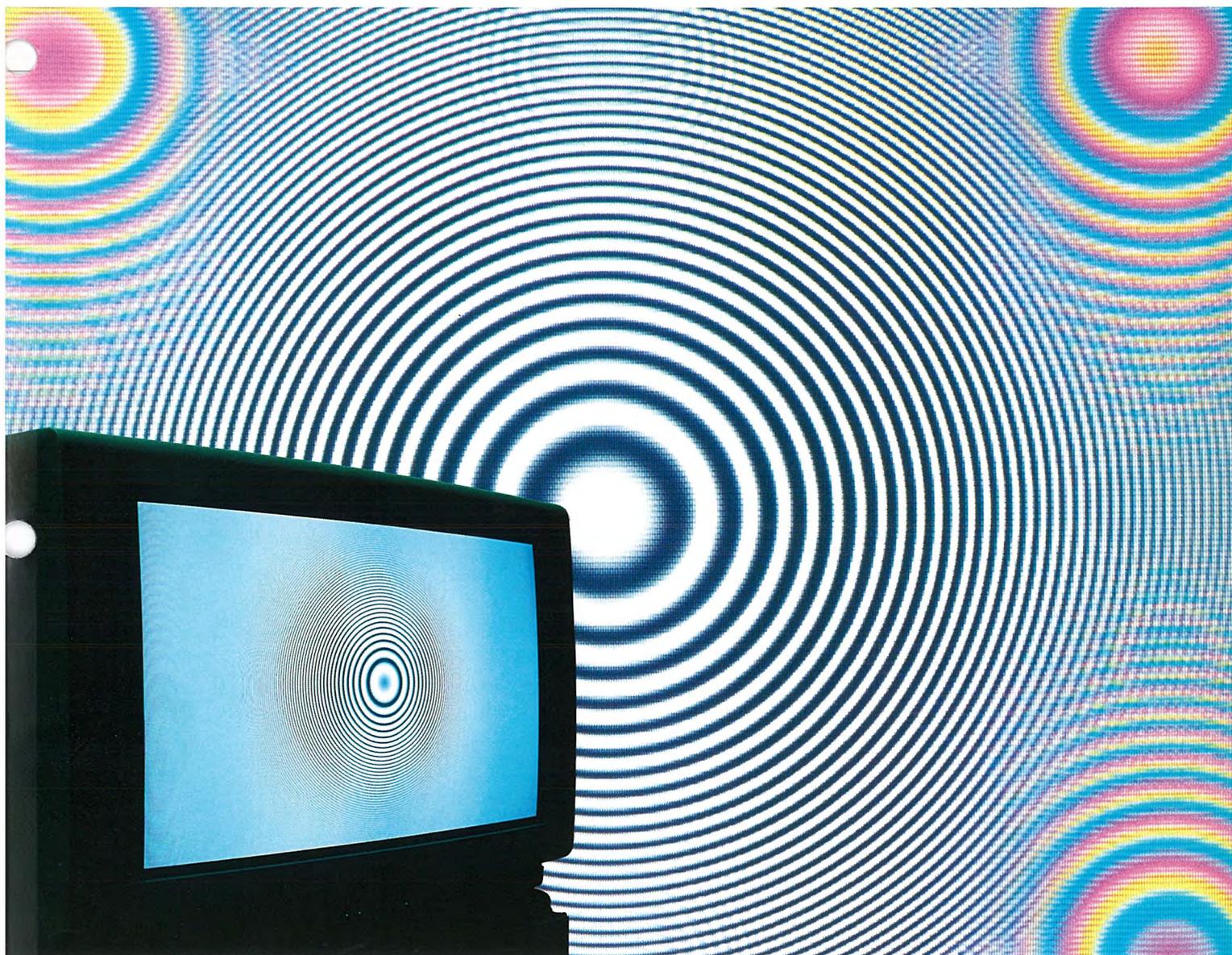
MITSUBISHI

三菱電機技報

MITSUBISHI DENKI GIHO Vol.67 No.7



特集 “デジタル時代の映像信号処理”



特集 “デジタル時代の映像信号処理”

目次

特集論文

デジタル時代の情報インフラ構築に向けて	1
泉 武博	
デジタル映像処理技術の展望	2
大西良一・川辺貞信	
ワイドテレビ・ハイビジョンテレビの最新技術	7
北村義弘・石井良典・高津 昇・大西 宏	
スーパー VHS ビデオ HV-V6000 における高画質化技術	13
金沢良和・栗崎一浩・加藤直樹・安藤重男・則武康行	
YC 分離フィルターの画像適応処理技術	19
大橋知典・大井眞澄	
カラービデオプリンタの全デジタル化信号処理	24
渡部一喜・馬場典子・染谷 潤・稲村 守・岩永博文	
統合化ディスプレイネットワークシステム	29
山崎 悟・前嶋一也・森田俊二・長濱 淳	
衛星利用放送品質コーデック	33
服部伸一・田中浩一・浅野研一・浅井光太郎・坂戸美朝	
100Mbps のハイビジョン信号の符号化	39
幡野喜子・篠原 隆・伊藤 浩・中井隆洋	
金融窓口用印鑑照会端末	44
島中富美男・貝賀俊之・斎藤 弘	
動き情報を用いた高信頼型侵入監視装置	48
関 明伸・黒田伸一	
大局的画像情報処理による特定形状の抽出	53
羽下哲司・平位隆史・笹川耕一・黒田伸一	

普通論文

可変速揚水発電システムの開発と北海道電力(株)高見発電所への適用	57
安井順司・佐藤幸雄・町野 毅・吉田康夫・佐野賢三・城地慎司	
帝都高速度交通営団向け統合化列車運行管理システム	63
中島信夫・大嶋 薫・森原健司・館 精作・村木一巳	
横浜ランドマークタワー向け 750m/min エレベーター	67
渡辺英紀・棚橋 徹・杉山美樹・杉田和彦・勢力峰生	
FPGA・ゲートアレー統合化設計システム	72
阿部 忠・上田雅章・森 裕彦	
ノートパソコン用FAXソフトウェア	77
有吉一雄・山崎 孝・松島緑朗	
Microsoft Windows 3.0 対応ワープロソフトウェア “AI for Windows”	82
西館博章・岩月秋介・杉下明美	
622Mbps HDTV 光伝送装置	87
中澤宣彦・鳥羽浩史・丹治秋人・菅野典夫・水川繁光	

特許と新案

前値保持回路, 符号化信号列からなるフレーム列への符号化標識の挿入方法	95
サンドイッチ構造体の製造法	96

スポットライト

電子増感形監視用カメラ IT-555	92
家庭用ハイビジョンテレビ 36D-HD2	93
三菱UNIXワークステーション “ME RISCシリーズ”	94
小規模水道施設遠方監視制御システム W20	(表 3)

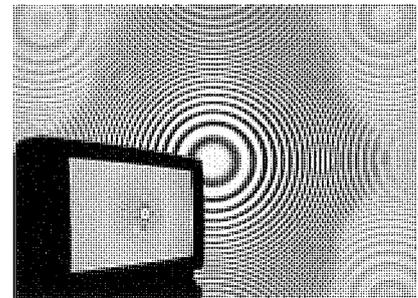
表紙

映像信号の YC 分離技術

テレビジョンの信号は輝度信号 (Y) と色信号 (C) が重畳されて伝送される。この信号をテレビ画面として表示する場合、この二つの信号が互いに干渉しないように処理する必要がある。このために YC 分離技術の改良が行われてきた。

表紙の背景写真は、ゾーンプレートチャートといわれる特定の信号パターンをテレビジョンに入力したときに現れる YC の干渉の例を示す。干渉により偽の色模様が生じている。

YC 分離の高性能化によりこの干渉を除去することができ、写真に示す当社カラーテレビ 28W-CZ5 では三次元 YC 分離技術により相互干渉のない画像を得ている。



三菱電機技報に掲載の技術論文では、国際単位 “SI” (SI 第 2 段階 (換算値方式) を基本) を使用しています。ただし、保安上、安全上等の理由で、従来単位を使用している場合があります。

アブストラクト

デジタル映像処理技術の展望

大西良一・川辺貞信

三菱電機技報 Vol.67・No.7・p.2~6 (1993)

映像機器は家庭用から業務用、さらには大規模システムまであらゆる分野で欠くことのできないものになっている。

最近の映像技術分野における大きな動向は、やはり“デジタル化”であろう。これがもたらした映像の入出力・伝送・蓄積・処理などの技術における高度化には目を見張るものがある。

ここでは、日常身近に接しているテレビ・VTR・ディスクにおけるデジタル化の現状と展望について触れる。

統合化ディスプレイネットワークシステム

山崎 悟・前嶋一也・森田俊二・長濱 淳

三菱電機技報 Vol.67・No.7・p.29~32 (1993)

多様な情報を映像化して、複数の異種表示装置に自動運転サービスするマルチメディア映像 LAN システム“統合化ディスプレイネットワークシステム”を開発・製品化した。このシステムは、今回、新規開発した情報映像化装置、静止画送出装置、端末コントローラ等と RF(Radio Frequency)周波数多重方式の同軸伝送路で構成されている。これにより、複数の異種表示装置を統合接続し、一元管理・運用も容易な情報映像表示システムを提供できるようになった。

ワイドテレビ・ハイビジョンテレビの最新技術

北村義弘・石井良典・高津 昇・大西 宏

三菱電機技報 Vol.67・No.7・p.7~12 (1993)

最近、各社からワイドテレビ・ハイビジョンテレビの発売が相次いでいる。当社も 28W-CZ55 や 36D-HD2 を開発した。これらのテレビには、従来のテレビにはない新しいデジタル信号処理を搭載し画質や機能の向上を図っている。本稿では、新たに開発し搭載されたデジタル信号処理の中から、字幕移動、走査線変換、PIP/POP(Picture in Picture/Picture out Picture)について説明する。

衛星利用放送品質コーデック

服部伸一・田中浩一・浅野研一・浅井光太郎・坂戸美朝

三菱電機技報 Vol.67・No.7・p.33~38 (1993)

放送素材の伝送に民間通信衛星を利用した SNG (Satellite News Gathering) システム用ビデオコーデックを開発した。開発のキーテクノロジーは、画像・音声の情報量を圧縮する高能率符号化技術、誤り訂正技術とデジタル変復調技術とを組み合わせたデジタル伝送技術である。この装置は、1衛星トランスポンダ(36MHz帯域)で従来の2倍の4チャンネルを伝送でき、直径1.4mのアンテナと20W出力の送信機という構成の小型地球局で運用が可能である。

スーパー VHS ビデオ HV-V6000 における高画質化技術

金沢良和・栗崎一浩・加藤直樹・安藤重男・則武康行

三菱電機技報 Vol.67・No.7・p.13~18 (1993)

高画質を追求したスーパー VHS ビデオ(HV-V6000)を開発したので、その概要を紹介する。画質を決定する上で最も重要な Y/C 分離に、映像内容に応じて最適な動き検出が設定できる三次元 Y/C 分離を採用した。ビデオテープの各種特性を測定し、その結果に基づき最適な記録を行うテープシミュレータ回路を開発した。メカ的にも、テープ振動と回転ドラムの負荷軽減に着目し、低ジッター化を図り画面揺れを減少させた。

100Mbps のハイビジョン信号の符号化

幡野喜子・篠原 隆・伊藤 浩・中井隆洋

三菱電機技報 Vol.67・No.7・p.39~43 (1993)

スタジオ規格のハイビジョン信号を 100Mbps に圧縮する符号化方式を検討した。この方式はサブバンド符号化と三次元離散コサイン変換(DCT)の組合せであり、高域バンドの性質を利用した適応量子化・スキャンにより、画質劣化を抑え、効率良く符号化することができる。また、三次元 DCT とフレーム間予測+二次元 DCT の効率をエントロピー対 S/N で比較し、高いレートでは三次元 DCT の方がやや有利であることを確認した。

YC 分離フィルターの画像適応処理技術

大橋知典・大井眞澄

三菱電機技報 Vol.67・No.7・p.19~23 (1993)

複合映像信号から輝度信号と色信号を分離する YC 分離フィルターの高性能化は映像機器の高画質化に必ず(須)のものとなっている。当社開発の第一世代二次元適応型 YC 分離フィルターはドット妨害を抑制し、クロスカラーや斜め解像度劣化が少ないという特長があるが、特定パターンのドット妨害と不要帯域でのクロスカラー発生の問題が残されていた。今回、上記問題点を改善したアルゴリズムを開発し、LSI 化した。本稿ではその原理と LSI の概要について紹介する。

金融窓口用印鑑照会端末

畠中富美男・貝賀俊之・斎藤 弘

三菱電機技報 Vol.67・No.7・p.44~47 (1993)

金融窓口用印鑑照会端末は、銀行や証券の窓口等に設置して、取引印の照会をディスプレイに表示された印影イメージによって行う装置である。当社が開発した LCD 型印鑑照会端末は、従来の 6 インチモノクロ CRT を高精細液晶表示器に置き換えることにより、高精度でコンパクトな、かつフラットで照会業務が容易にできる照会端末を紹介する。

カラービデオプリンタの全デジタル化信号処理

渡部一喜・馬場典子・染谷 潤・稲村 守・岩永博文

三菱電機技報 Vol.67・No.7・p.24~28 (1993)

家庭用カラービデオプリンタの性能改善と高画質化を目指し、今回、全デジタル化信号処理方式を開発したので報告する。

この方式は映像処理部と画像処理部に大別され、映像処理部では適応型 Y/C 分離・デジタル変調・クロック再生・肌色補正等が、画像処理部では適応型走査線補間・コントラスト補正・彩度調整等が行われている。本稿では、今回開発した信号処理方式の概要と LSI 化の効果について述べる。

動き情報を用いた高信頼型侵入監視装置

関 明伸・黒田伸一

三菱電機技報 Vol.67・No.7・p.48~52 (1993)

従来、人手に頼っていた監視業務を自動化して監視員の負担を大きく軽減するとともに、侵入者の動きに着目して誤報を大幅に削減することができる画像処理型の侵入監視装置を開発した。この装置は日照等環境の変化に強い背景更新方法と、コントラストの影響を受けにくい値決定方法を採用している。また、抽出された物体の動き情報を利用して侵入者の判定精度を高め、広域・重要施設への適用を可能にした。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 67, No. 7, pp. 29~32 (1993)

An Integrated Display Network System

by Satoru Yamasaki, Kazuya Maeshima, Shunji Morita & Atsushi Nagahama

An integrated display network system for multimedia imaging has been developed and commercialized. It is capable of processing a variety of information as image data and providing automated service to different display devices. The system consists of a newly developed information imaging subsystem, a still-image transfer subsystem, terminal controllers, and coaxial transmission channels for radio frequency (RF) multiplexing. Using this system it is possible to integrate different display devices, enabling construction of information imaging and display systems under unified management and operation.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 67, No. 7, pp. 2~6 (1993)

Digital Technology Updating Picture Image Processing

by Ryoichi Ohnishi & Sadanobu Kawabe

Video equipment has come to be indispensable in a wide range of areas, from home use to industrial applications, extending from small to large-scale systems. The biggest single recent trend in image technology remains "digitization". The consequences digitization has had on input and output, transmission, data storage, processing and other processes are in many cases remarkable. The article discusses the current status of digitization in the television, VCR and optical disk systems familiar to us all, and considers the future of such digital technology.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 67, No. 7, pp. 33~38 (1993)

A Video CODEC for Digital SNG Systems

by Shin'ichi Hattori, Koichi Tanaka, Ken'ichi Asano, Kotaro Asai & Yoshitomo Sakato

A video CODEC for satellite news gathering (SNG) systems, which make use of commercial communication satellites for transmission of information for broadcasting, has been developed. Key engineering elements include highly efficient encoding for compression of large quantities of video and audio data, and digital transmission technology combining an error-correction method with digital modulation/demodulation techniques. This device is capable of four-channel transmissions for a single satellite transponder (36MHz band width), double the previous capacity. It is also adaptable to small-scale earth stations by virtue of its small 1.4m diameter antenna and 20W output transmitter.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 67, No. 7, pp. 7~12 (1993)

Recent Technologies in Wide-Aspect and High-Definition Televisions

by Yoshihiro Kitamura, Yoshinori Ishii, Noboru Takatsu & Hiroshi Onishi

Recently there have been successive announcements of wide-aspect television and high-definition television products. Mitsubishi Electric has also developed such products, the models 28W-CZ55 and 36D-HD2. These televisions come equipped with new digital signal processing circuitry not found in conventional sets, for enhanced image quality and features. This article explains several aspects of the digital signal processing technology developed for use in these products, including subtitle movement, scan line conversion and picture in picture/picture out picture (PIP/POP).

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 67, No. 7, pp. 39~43 (1993)

A Coding Scheme for HDTV Signals at 100Mbps

by Yoshiko Hatano, Takashi Shinohara, Hiroshi Ito & Takahiro Nakai

An encoding method for compressing studio standard HDTV signals to 100Mbps was studied. This method combines sub-band coding and three-dimensional discrete cosine transform (DCT). It employs adaptive quantization scanning, which makes use of the properties of high-frequency bands, to suppress image quality degradation and maintain good encoding efficiency. Three-dimensional DCT was also compared with inter-frame prediction plus two-dimensional DCT in terms of entropy vs. S/N ratio. This comparison confirmed that three-dimensional DCT offers a slight advantage at high rates.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 67, No. 7, pp. 13~18 (1993)

High Quality Picture Technologies in the Super-VHS VCR HV-V6000

by Yoshikazu Kanazawa, Kazuhiro Kurisaki, Naoki Kato, Shigeo Ando & Yasuyuki Noritake

This article introduces the HV-V6000 super-VHS video system developed with an emphasis on high picture quality. Concerning Y/C separation, the most important factor determining image quality, a three-dimensional Y/C separation method was adopted in which motion detection can be set in accordance with the type of image. Various videotape parameters were measured and a simulator circuit that performs optimal recording developed based on the results. In studies of the system mechanism, emphasis was placed on reducing tape vibration and the load on the rotating drum. Innovations were also introduced to reduce jitter and to stabilize the image.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 67, No. 7, pp. 44~47 (1993)

A Financial Seal Verification Terminal

by Tomio Hatakenaka, Toshiyuki Kaiga & Hiroshi Saito

Terminals for verification of the seals used in financial transactions are installed at the offices of banks, stock-brokers and other businesses, and verify the authenticity of seals through images shown on a display. The LCD-type terminal developed at Mitsubishi Electric replaces the usual 6" monochromatic CRTs with a high-resolution liquid crystal display. The present article introduces this verification terminal, which is precise, compact and flat, and greatly facilitates the verification process.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 67, No. 7, pp. 19~23 (1993)

An Adaptive Processing Technique for YC Separation Filters

by Tomonori Hashi & Masumi Doi

Improvement in the performance of YC separation filters, which separate composite video signals into luminance and chrominance signals, is vital for enhancing the image quality of video equipment. The first-generation two-dimensional adaptive YC separation filter developed at Mitsubishi Electric suppresses dot interference and results in little cross-color and degradation of oblique resolution. The problems of dot interference for specific patterns and of cross-color occurrence in spurious frequency bands, however, remain. The article explains the principle of an algorithm developed to alleviate these problems and briefly describes the LSI into which it was incorporated.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 67, No. 7, pp. 48~52 (1993)

A Movement-Oriented Intruder Detection System with High Reliability

by Akinobu Seki & Shin'ichi Kuroda

An intruder detection system with a video data processor has been developed which automates monitoring operations that are ordinarily performed by humans, thereby reducing the need for watchmen and similar personnel. The system focuses on the movement of intruders in order to greatly reduce the frequency of false alarms. This system adopts a method for updating background information, making it able to flexibly adapt to changing sunlight and other environmental conditions, and employs a threshold-detection method that makes it impervious to the effects of contrast. In addition, information on the motion of extracted objects is utilized to raise the accuracy with which intruders are identified, enabling applications over extended areas in vital facilities.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 67, No. 7, pp. 24~28 (1993)

Digital Signal Processing for Color Video Printers

by Kazuyoshi Watabu, Noriko Banba, Jun Someya, Mamoru Inamura & Hirofumi Iwanaga

Aiming at improved performance and enhanced image quality in color video printers for home use, the authors developed the fully digital signal-processing method reported here. In this system the video processing unit and image processing unit are separated; the video processing unit handles such processing as adaptive Y/C separation, digital encoding and decoding, clock pulse generation and fleshtone compensation, whereas the image processing unit performs adaptive scan-line interpolation, contrast compensation, saturation adjustment and other processing. This article summarizes the signal-processing method developed and describes the advantages of incorporating it in an LSI.

アブストラクト

<p>大局的画像情報処理による特定形状の抽出 羽下哲司・平位隆史・笹川耕一・黒田伸一 三菱電機技報 Vol.67・No.7・p.53～56 (1993)</p> <p>画像中から円、だ(楕)円、長方形、平行線等の特定の基本的な形状を抽出する場合、従来法では局所演算によって抽出されたエッジを区分的に直線近似した後、それらの直線成分を統合することによって行われていたため、大局的情報を取り込みにくく、誤った抽出が行われやすかった。本稿ではエッジの方向の分布という大局的な情報を用い、これらの基本形状を画像中から直接的に安定かつ高速に抽出する方法について述べる。</p>	<p>FPGA・ゲートアレー統合化設計システム 阿部 忠・上田雅章・森 裕彦 三菱電機技報 Vol.67・No.7・p.72～76 (1993)</p> <p>電子機器の高性能化及び小型化に対応するため、ゲートアレーやFPGAが急速に注目を浴びてきている。これまで、これらのASICを設計するためには、それぞれのデバイスに応じたCADシステムを導入する必要があった。今回構築した“FPGA・ゲートアレー統合化設計環境”では、複数種類のFPGAやゲートアレーを一つのCADシステムで設計できるだけでなく、異なるデバイスへのテクノロジー変換を可能としている。</p>
<p>可変速揚水発電システムの開発と 北海道電力(株) 高見発電所への適用 安井順司・佐藤幸雄・町野 毅・吉田康夫・佐野賢三・城地慎司 三菱電機技報 Vol.67・No.7・p.57～62 (1993)</p> <p>電力系統における電源の大容量化に伴って昼夜間の電力需給格差が増大し、周波数調整の経済性が追究されている。そこで、夜間の揚水運転時でも入力調整が可能な可変速揚水発電システムの開発、実用化が進められてきた。このシステムはポンプ水車の部分負荷効率の向上、系統安定度の向上などのメリットがあり、電力分野で注目されている。当社の研究開発経緯とこれを適用した高見揚水発電所2号機について紹介する。</p>	<p>ノートパソコン用 FAX ソフトウェア 有吉一雄・山崎 孝・松島緑朗 三菱電機技報 Vol.67・No.7・p.77～81 (1993)</p> <p>ノートパソコン用 FAX ソフトウェアは、FAX 内蔵モデムをノートパソコンの本体内に装着し、Microsoft Windows 3.0 上で動作する G3 FAX 送受信のためのソフトウェアである。これを使用することによって、ワープロで作成した文書をそのまま直接 FAX 送信することが可能となり、手間が省けるだけでなく、ノイズやひずみのない非常にきれいな文書を送信することができる。本稿では、このソフトウェアを実現するための技術について述べる。</p>
<p>帝都高速度交通営団向け統合化列車運行管理システム 中島信夫・大嶋 薫・森原健司・館 精作・村木一巳 三菱電機技報 Vol.67・No.7・p.63～66 (1993)</p> <p>従来3か所に分散化され8路線を分担して管理していた運輸指令所を一か所に集中するとともに各路線に運行管理システム(PTC)^(注)の導入が図られることになった。全路線統一仕様の下に、東西・千代田・南北3路線のPTCと全路線PTCを統括する統合管理システムを製作した。中央-駅、ホストコンピュータとマンマシン端末等の分散システム構成、プロジェクト式運行表示盤、AI応用運転整理等最新技術の導入を随所に図りシステム構築を行った。(注) Programmed Traffic Control</p>	<p>Microsoft Windows 3.0 対応ワープロソフトウェア “A1 for Windows” 西館博章・岩月秋介・杉下明美 三菱電機技報 Vol.67・No.7・p.82～86 (1993)</p> <p>パソコン上で主流となりつつある Microsoft Windows 3.0 が提供するグラフィカルユーザーインターフェースを活用し、ワープロソフトウェアとして簡単かつ直感的な操作性を実現することができた。本稿では、当社パソコン上で動作するワープロソフト“A1シリーズ”の Microsoft Windows 3.0 対応版である“A1 for windows”を紹介し、今後の展望について述べる。</p>
<p>横浜ランドマークタワー向け 750m/min エレベーター 渡辺英紀・棚橋 徹・杉山美樹・杉田和彦・勢力峰生 三菱電機技報 Vol.67・No.7・p.67～71 (1993)</p> <p>横浜ランドマークタワー向けに、世界一の超高速乗用エレベーター(速度750m/min)を開発、納入した。この超高速を実現するために次の開発を行った。①特殊セラミック製シューを使用した非常止めその他の安全装置、②最新のインバータ方式の駆動制御装置、③風音低減のための二重床構造や、横振動低減のための新型ローラガイド等の振動・騒音低減技術。これらの性能確認は、試験塔では超高速走行が困難なため、シミュレーションと模擬試験装置で行った。</p>	<p>622Mbps HDTV 光伝送装置 中澤宣彦・鳥羽浩史・丹治秋人・菅野典夫・水川繁光 三菱電機技報 Vol.67・No.7・p.87～91 (1993)</p> <p>BTA スタジオ規格の HDTV 信号の都市内の近距離伝送を目的に SDH インタフェースに準拠した 622Mbps HDTV 光伝送装置を NTT の御指導の下に開発した。</p> <p>本稿では、同装置の概要及び主要機能の実現方式について述べる。この装置は、NTT が平成5年度から開始予定の HDTV 映像伝送サービスに適用されるものであり、ハイビジョン衛星放送の足回り回線及びイベント中継回線等に利用される予定である。</p>

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 67, No. 7, pp. 72~76 (1993)

An Integrated System for FPGA and Gate Array Design

by Tadashi Abe, Masaaki Ueda & Hirohiko Mori

Gate arrays and field-programmable gate arrays (FPGAs) are attracting attention as a means of providing electronic devices with improved performance and greater compactness. Until now, computer-aided design (CAD) systems had to be introduced for each individual device when designing an application-specific integrated circuit (ASIC). The new integrated design system developed by Mitsubishi Electric not only allows a single CAD system to design multiple variations of FPGAs and gate arrays, it also enables the adaptation of technology to different devices.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 67, No. 7, pp. 53~56 (1993)

The Extraction of Specific Shapes by Global Image Information Processing

by Tetsuji Haga, Takashi Hirai, Koichi Sasakawa & Shin'ichi Kuroda

When extracting such basic shapes as circles, ellipses, rectangles and parallel lines from an image, ordinarily the edges extracted through local processing are approximated by straight line segments. When combined, such methods make it difficult to include global information and are prone to extraction errors. The authors discuss a method that utilizes the global information contained in distributions of edge directions for rapid, reliable and direct extraction of such basic shapes from an image.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 67, No. 7, pp. 77~81 (1993)

Facsimile Software for Notebook Computers

by Kazuo Ariyoshi, Takashi Yamazaki & Rokuro Matsushima

Facsimile software has been developed for use in notebook personal computers operating with Microsoft Windows 3.0 and equipped with a fax/modem. It allows the computer operators to send and receive G3 faxes. Direct transmission of documents created using word-processing software is possible, thereby eliminating the inconvenience of printing the document, and also allowing for transmission of extremely attractive documents free from noise and distortion. This article discusses the technology needed to develop such fax software.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 67, No. 7, pp. 57~62 (1993)

Application of a Variable Speed Pump-Turbine Generating System at the Takami Hydroelectric Power Station

by Junji Yasui, Sachio Sato, Takeshi Machino, Yasuo Yoshida, Kenzo Sano & Shinji Jyochi

Diurnal differences in power demand have grown with the increase in power grid supply capacity, causing the pursuit of economic advantages in frequency adjustment. Hence variable-speed pump-turbine power generation systems are being developed and brought online. Such systems offer the advantages of improved partial load efficiency of pump turbines and enhanced system stability. The article describes research and development activities at Mitsubishi Electric, and describes the No. 2 pump-turbine generator at the Takami Hydroelectric Power Station of Hokkaido Electric Power Co., Inc., a new pump-turbine plant which has adopted this system.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 67, No. 7, pp. 82~86 (1993)

A1 for Windows: Word Processing Software for Microsoft Windows 3.0

by Hiroaki Nishidate, Syusuke Iwatsuki & Harumi Sugishita

By exploiting the graphic user interface provided by Microsoft Windows 3.0, which is becoming a standard for personal computers, it was possible to develop a simple and intuitive word-processing program. This article introduces "A1 for Windows," the Microsoft Windows 3.0 version of the A1 series of word processor software which runs on Mitsubishi Electric personal computers, and discusses the outlook in this area.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 67, No. 7, pp. 63~66 (1993)

An Integrated Traffic Control System for the Teito Rapid Transport Association

by Nobuo Nakajima, Kaoru Oshima, Kenji Morihara, Seisaku Tate & Kazumi Muraki

Plans have been made to integrate the functions of three traffic-control offices responsible for managing eight routes into a single location, and to introduce a programmed traffic control (PTC) system for each route. A comprehensive PTC has been configured for the three routes--Tozai, Chiyoda, and Nanboku lines--in which common specifications are utilized so as to allow unification under an integrated control system. This system was constructed by adopting a variety of decentralizing technology (for example: control office and every station system, host computers and man-machine interface terminal), and introducing the latest technology at all locations, including projector traffic display screens and AI-based traffic adjustment.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 67, No. 7, pp. 87~91 (1993)

622Mbps Fiber-Optic Digital Transmission Equipment for HDTV Signals

by Norihiko Nakazawa, Hiroshi Toba, Akihito Tanji, Norio Kanno & Shigamitsu Mizukawa

Targeting the short-distance intra-urban transmission of the Broadcast Technology Association's (BTA's) studio-standard HDTV signals, the corporation (under the guidance of NTT) has developed fiber-optic transmission equipment capable of 622Mbps. Conforming to SDH interface standards, the equipment will be incorporated in the HDTV image transmission service which NTT has scheduled to begin in 1993. It will be used for the local lines from key broadcasting stations to the earth stations for Hi-Vision satellite broadcasts, and for relay lines during special event broadcasting.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 67, No. 7, pp. 67~71 (1993)

A 750m/min Elevator for the Landmark Tower Yokohama Building

by Eiki Watanabe, Toru Tanahashi, Yoshiki Sugiyama, Kazuhiko Sugita & Mineo Seiriki

The world's fastest passenger elevator, with a velocity of 750m/min, has been produced and delivered for use in the Landmark Tower Yokohama Building. In order to attain such super-high speeds, the following components were developed: 1) safety gear employing special ceramic shoes and other safety devices; 2) the latest inverter-based driving and control equipment; 3) technology for reducing noise and vibration, including a double-decked platform to reduce aerodynamic noise; and 4) a new type of roller guide to suppress lateral vibration. Because of the difficulty involved in confirming performance through high-speed operation in a testing tower, testing relied on simulations and a model device.

デジタル時代の情報インフラ構築に向けて

近年、デジタル技術を利用した映像処理技術の発展により、アナログ技術では実現できなかった処理が可能になり、高度な映像表現が可能になった。まさに高度情報化社会の映像文化を支える技術が花開きつつあるといえる。さらに、帯域圧縮技術の進展をあわせて考えると、いわゆる“デジタル化”は単にアナログからデジタルへと手段が移行したのではなく、放送や通信など情報インフラを根本から変える技術になるのではないかとと思われる。

これまでコンピューターや通信を中心に発展してきたデジタル処理技術は放送や家庭用の機器にも取り入れられている。放送では、番組制作においてアナログでは難しかった映像処理機能を実現するため特殊効果装置やテレビ方式変換装置、ダビングによる画質劣化を防止するためVT-Rなどのデジタル化が進んできた。いずれも単体機器として導入されてきたが、近年、番組制作から編集・加工、送出までの放送システムへ、さらに最近では放送電波のデジタル化の研究開発が盛んになってきた。

放送局側では、取材した情報が映像であれ、音声であれ、あるいは標準テレビであれ、ハイビジョンであれ、0/1の信号としてその属性を離れて伝送・蓄積・加工することができ、またアナログではその機器のある場所でしか番組制作作業ができなかったのが、ワープロ程度の大きさの端末により、いつでもどこでも番組制作者の意図どおりの番組を作り上げることが可能となる。また、色々な情報源に簡単にアクセスできることから、多様な情報を使って番組の内容をより豊かにすることが可能となる。このようにデ

ジタル処理技術は番組制作形態を根本的に変革するのではないかと考えている。

一方、放送電波のデジタル化は帯域圧縮技術により、例えば放送衛星の1中継器で数チャンネルのテレビ放送が可能になり、それも画質とのトレードオフによってチャンネル数を倍増でき、多チャンネル化、多メディア化が可能になる。即ち放送する情報の種類・品質やチャンネル数をフレキシブルに編成して放送でき、受信者の多様な要望にこたえることができる。これが統合デジタル放送ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting) で、我が国から世界に向けて方式統一の提案をしているものである。

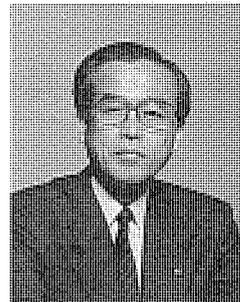
さらに、家庭に入ってくる情報は、将来、放送、CATV、ISDN、パッケージなどいずれもデジタル信号の形式になることが予想される。したがって、情報端末も使いやすい形にまとめ、“総合受信端末”という発想で開発することが重要だと思う。

このようにデジタル映像処理技術はアナログからデジタルへと移行するにとどまらず、メディアの概念を変える可能性を持っている。ここで重要になるのが、単に一つのメディアのデジタル化ではなく、情報システムトータルとしてのアプローチであり、さらに信号処理や符号化において通信やコンピューターなど放送以外のメディアとの規格の共通化に配慮することであろう。

このような基本的な考え方にたつて、また期待を込めて将来の情報インフラ構築に向けて研究開発を進めていきたい。

日本放送協会
放送技術研究所長

泉 武博



デジタル映像処理技術の展望

大西良一*
川辺真信**

1. ま え が き

映像信号は、撮影された画像又は電子的に生成された記号や画像などの信号から成り立っており、一般的にはこの信号が伝送や蓄積などの過程を経て画像として表示される。

映像を扱う機器は、放送用はもとより、家庭用、産業用、医療用、教育用、娯楽・ゲーム用等あらゆる分野で活躍している。その映像処理にはアナログ技術に加え、デジタル技術がふんだんに取り入れられている。

信号のデジタル化技術、画像情報の特徴を利用した画像圧縮技術や画像認識・理解技術、高集積半導体技術の進展に伴って、デジタルによる一層高度な映像信号処理が行われようとしている。

このようなデジタル処理により、映像情報の伝送・蓄積・加工・編集といったことが従来よりも高品質、多様に行え、デジタルがこの分野で多大な役割を果たすであろう。また、映像のデジタル化によってコンピュータなどと有機的な組合せができ、マルチメディア化への応用も大いに期待できる。

ここでは、これら多岐にわたる映像信号処理をすべて述べるには紙面が許さないので、我々が日常身近に接しているテレビ、VTR、ディスク関連に的を絞ってそのデジタル化の現状と展望を述べて見よう。

2. テ レ ビ

1953年(昭和28年)に日本におけるテレビジョン放送が始まって、今年(1993年)は40周年という記念すべき年である。揺らん(監)期に街頭テレビで大衆を引きつけたテレビは、1960年のカラーテレビ放送をはじめ数々の技術革新を行いながら、我々の生活に圧倒的影響力をもつ巨大なシステムへと成長した。

さて、デジタル化というキーワードを切り口に、テレビ受信機の動向を歴史的に眺めてみると、

- (1) 操作性の向上
- (2) 付加機能の拡充
- (3) 映像信号のデジタル処理

の順序でデジタル技術の導入が図られてきた。さらに、今後は上記(1)、(2)、(3)に加え、

- (4) 放送のデジタル化

が大きな課題であり、それに伴う機器開発が積極的に取り組まれつつある。

以下、これらについてテレビのデジタル化の流れを概観してみよう。

まず、1970年代に操作性を改善するために、テレビのシステムコントロールの面からデジタル化が始まった。すなわち、電子式選局方式の発明と組み合わせたりモコンの導入からスタートし、1チップマイコンの登場により、デジタルバスを介して、画質や機能といった各種操作情報を統合的にデジタルコントロールすることが可能となった。

続いて、付加機能の拡充の面から、BBDやCCD等のアナログとの両生類的性格のデバイスを導入して、裏番組を子画面で表示するPIP技術が開発され、現在、フィールドメモリ、ラインメモリを利用して、デジタル的に画素及び走査線を間引き補間処理を行うことで子画面を作成している。

1980年代に入り、ようやく本来の映像信号をデジタル的に加工することが、経済的に手が届く範囲に可能となってきた。まず、生産コストの低減の面から、調整箇所及び調整時間の削減を目指して無調整化、自動調整化をねらってテレビのIF段以降のベースバンド部を全デジタル化したDIGIT 2000というシステムがITTから発表された。アナログシステムとのコスト耐力の面から積極的な導入が図られてはいないが、その登場はデジタル時代の到来を強く印象づけた点で技術開発に与えたインパクトは極めて大きいものがあった。

続いて、画質改善の面から放送方式に起因した輝度信号(Y)と色信号(C)のクロストークを軽減するためにデジタル技術が活用された。ラインメモリを用いた、水平・垂直画素の相関を利用してフィルターを適応的に切り替える、二次元適応YC分離の登場である。さらに、フレームメモリを用いた、フレーム間の差分に基づく動き検出量によってフレームくし形フィルターとラインくし形フィルターを切り替える、三次元動き適応YC分離の登場で高度なYC分離の実現が可能となった。

同様に、インタレース方式に起因するインタラインフリッカの低減に対してもデジタル処理が適用された。すなわち、静止画に対しては前フィールドの走査線から、また動画に対して同じフィールドの走査線から補間走査線を生成する三次元動き適応走査線補間による順次走査化技術の採用でラインフリッカの大幅な低減が実現している。

1980年代後半に、ゴースト除去基準信号を利用したトランスバーサルフィルター技術によるゴースト低減も盛り込ん

だクリアビジョン（第一世代 EDTV）放送が始まり、上記の技術を組み合わせたクリアビジョン受信機が製品化されている。

1990年代に入ると、全デジタル処理を前提とした、全く新しいコンセプトのハイビジョンというワイドな高画質放送が開始され、テレビの未来に広大な地平線が新たに広げられた。HDTV と呼ばれるこの新しいテレビシステムは、日本がデジタル圧縮のアナログ伝送というハイブリッドな MUSE 方式で先行的に放送衛星を利用して、1991年（平成3年）11月から試験放送を実施している。

一方、アメリカでは地上での放送を目指して、通信の分野で培われたデジタル圧縮でデジタル伝送という全デジタルの革新的な ATV 放送システムの開発を進めている。これに呼応して、現行放送系を全デジタル化して、多チャンネル化を図る技術開発も活発に展開されている。さらに、現行放送との両立を前提としたクリアビジョン放送のワイド化と高画質化を目指した第二世代 EDTV 放送の開発が行われており、1995年に実用化されようとしている。

したがって、1990年代後半には、従来のアナログ放送システムのなかでのデジタル技術の積極的な導入により、画質の一層の改善や番組製作の革新が期待できる。さらに、新しいデジタル放送の導入により、通信の分野で標準化されつつある JPEG (Joint Photographic Experts Group), MPEG (Moving Picture Experts Group) といったデジタル画像圧縮規格と深く関連しあって、技術のパラダイムシフトを引き起こし、マルチメディアな表示装置へと大きく変ぼう（貌）することが予想される。

また、1993年1月に電気通信技術審議会が郵政省に答申した“21世紀を展望したデジタル映像の在り方について”は、2005年ごろを目標に超高精細デジタル映像システム (Ultra Definition TV : UDTV ; 走査線1,000本以上, ノンインタレース, 正方ピクセル) の開発を提案している。こ

れは、通信・放送・蓄積系等各種メディア、及びコンピュータにおけるデジタル映像の相互運用性（インタオペラビリティ）を重視したものとなっており、符号化方式の階層化等が重要課題となる。今後の審議が注目される。

図1にテレビのデジタル化の流れを示す。このように、テレビのデジタル化は放送と通信の融合又は統合の時代を迎えて、加速の度を早めつつ商品イメージを大きく変貌させていくことになる。

3. V T R

家庭用 VTR は、1970年代後半から VHS, ベータ両規格の登場によって普及し始め、その後カメラ一体型 VTR の急進を伴って市場を拡大した。これらの規格はいずれも、画質向上を目的として、

- (1) 規格そのものの改良（広帯域化, 高 S/N 化）
- (2) テープ・ヘッド系の改良と各種高画質化回路の開発等を行ってきた。 (1) の代表的なものを図2に示す。

一方、映像信号処理技術による高画質化は、当初アナログ回路技術を用いて行われたが、1987年の S-VHS の登場以降デジタル処理の導入が増加してきた。

デジタル処理採用の意図は、主として

- 処理精度の向上（演算誤差の低減, 調整の削減）
 - 長時間遅延の実現（フィールド間・フレーム間演算）
- などを生かして画質向上を実現するとともに、IC化において

- フィルター等の内蔵による周辺部品点数の大幅削減
- プロセスの微細化による高集積化（チップの小面積化）
- 低電源電圧化による低消費電力化

を進めてシステムのコストダウンを図る点にある。具体的には、TV, VTR 共通の機能である YC 分離や、VTR で特に比重の大きいノイズ低減, ジッター補正, 色相変動の低減等に適用されており、さらには FM 信号処理系又は信号

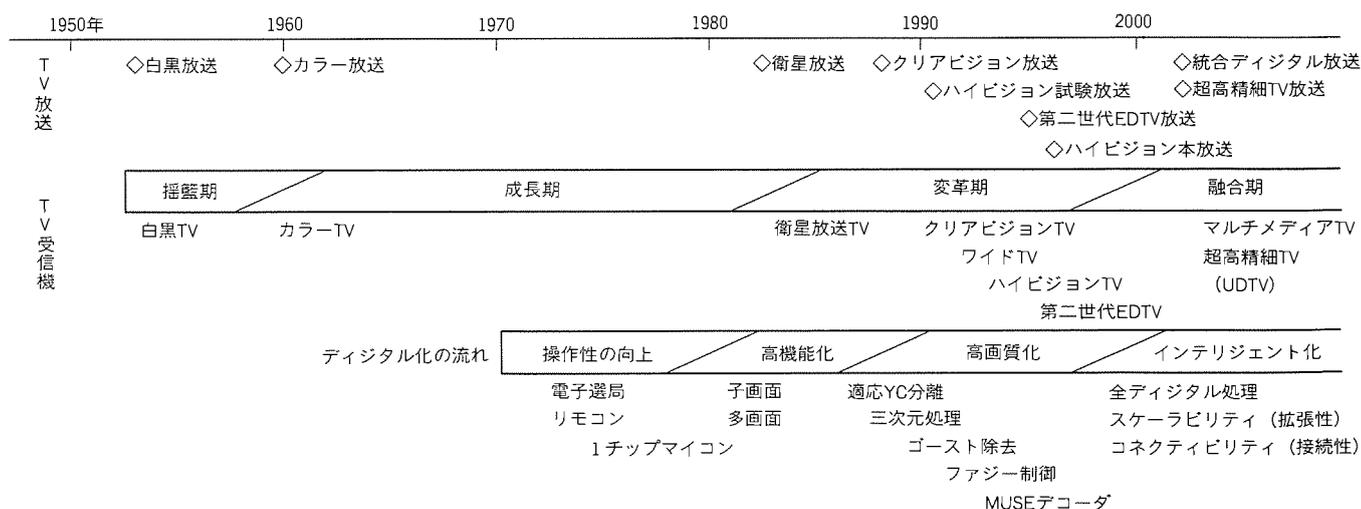
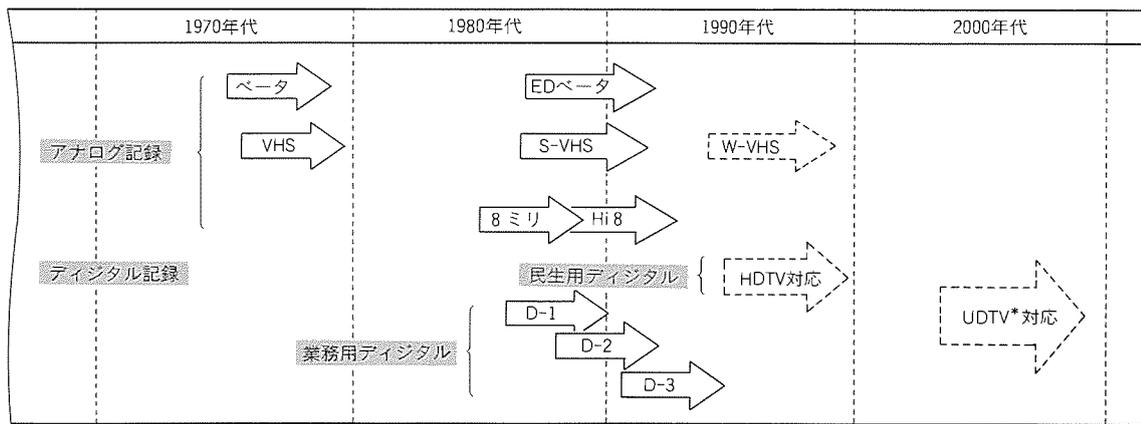


図1. テレビのデジタル化



注 * UDTV : Ultra Definition TV

図 2. VTR規格化の変遷

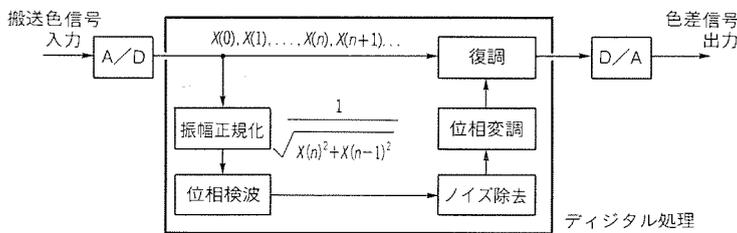


図 3. 色相変動の低減

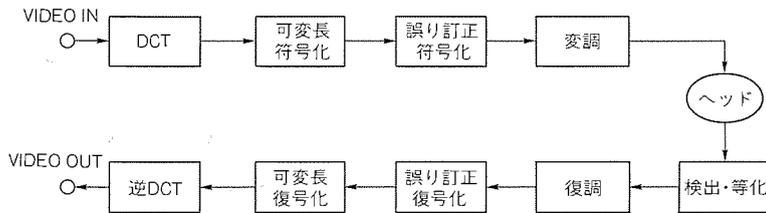


図 4. デジタル記録VTRのブロック図

系全体のデジタル化も行われている。図3にデジタル化による色相変動の低減回路の例を示す。

カメラ一体型 VTR は、VHS-C、8ミリの登場以降、高性能化・小型化が急速に進んだ。カメラ部信号処理系は、最近になって C-MOS プロセスの進展によってデジタル処理が本格化した。その基本的メリットは先に述べたが、カメラ固有の機能、すなわち手振れ補正、電子ズーム等の実現がこれによって可能となった。今後、高精細化 (HD 化)、操作のフルオート化を目指した信号処理・制御方式、及び LSI の開発が活発化しよう。

さて、デジタル記録 VTR は、業務用では、既に 1980 年代中ごろから、カセット式の D-1 (コンポーネント記録)、D-2 (コンポジット記録)、D-3 (コンポジット記録) 等の規格が相次いで登場している。

これに対して家庭用は、今後早ければ 1990 年代中ごろに規格化及び製品化が予想され、恐らく HDTV 対応 (現行 TV、第二世代 EDTV も記録可能な) VTR になると思わ

れる。家庭用の場合、小型カセットで長時間記録するには記録信号レートを低減する画像圧縮 (高能率符号化) 技術が必ず (須) となるが、これによって画質が基本的に決定されるため、方式の選択が極めて重要となる。現在は、動画像符号化方式の標準化活動 (MPEG 等) においてシステムの中核技術となっている DCT (離散コサイン変換: 変換符号化の一種) が主流になっている。図4にデジタル記録 VTR の構成例を示す。また、複数の TV 信号方式に対応させる場合、符号化方式の階層化が、合理的なシステムを構築する上で重要なポイントになるであろう。実用化に当たっては、高速・高集積の LSI が必要であり、今後その開発が加速されよう。

一方、TV 放送では、前述の ATV に代表されるように、デジタル圧縮伝送が実用化しつつある。VTR を考えた場合、送信されてきた符号化データを映像信号まで復号せずに誤り訂正符号化をし直して記録するビットストリーム記録方式が便利である。しかも、このような VTR は他の機器とのデジタルインタフェース接続により、マルチメディアシステムの大容量蓄積系として利用可能なため、汎用性、柔軟性に富んだものになるだろう。

さらに、上記 UDTV の審議に合わせて、これに対応した超高精細デジタル VTR 等の開発も期待される。

ところで、テレビ放送やパッケージメディアにおけるソフトの代表として映画があるが、その制作では、フィルム並みの解像度で動画処理可能なデジタル機器が既に実用化されている。このような機器の進歩により、大掛りな SFX (特殊効果; CG 等) が容易に扱えるばかりでなく、映画制作にかかる費用、期間の大幅な削減が可能となるため、各種メディアを通じて良質な高精細映像ソフトが大量に市場供給されるようになるだろう。

これと関連して注目されるのは、CATVに代表される放送メディアの多チャンネル化と、その究極の姿の“ビデオオンデマンド”（要求に応じて即座に所望の番組を楽しめる将来サービス）である。

しかし、“希望の高精細映像ソフトをいつでも好きなときに楽しむ”というニーズに真にこたえるためには、短い時間差をもたせて同一ソフトを複数チャンネル同時伝送する形態を採るなどとともに、多数のユーザーの要求を満たすに足るプログラム数に必要なチャンネル数を確保し、かつ大規模な高精細映像データベースを構築する必要があるため、事業的観点からみてその実現は容易ではない。したがって、少なくともHDTVレベル以上のVTRは、パッケージソフトの利用のみならず、タイムシフトマシン（又は個人ライブラリ制作）としてのニーズを相当期間保持し得ると考えられ、家庭用ホームシアターのキーコンポーネントとして広く普及することが予想される。

4. ディスク

光ディスクが市場に導入されて約15年、CDを中心とした光ディスク事業は1兆円を超えるまでに成長してきた。

光ディスクの特長は、大容量でありながらリムーバブルであり、テープ機器に比べてアクセスが早く操作性が良いということである。こうした特長を生かして、オーディオを始めとするソフトを安価にかつ手軽に供給する媒体として普及してきた。

しかながら、ここ数年はCD-ROM (Read Only Memory) やCD-I (Interactive) を始めとする映像やデータを扱う分野への展開が進むとともに、こうした再生専用機の他に記録可能な装置が開発され新たな市場が広がろうとしている。

これは、従来の計算機とAV機器の融合でもあり、デジタル化への大きな流れであるともいえよう。以下に技術、用途の面からこれらの機器の現状と展望について述べる。

まず最初に、現在最も普及が進んでいるCD系について考えてみる。CD-ROMはコンピュータ周辺機器としてスタートしたが、ゲーム機という新たな市場が拡大し、急速に市場を形成しつつある。さらに、電子ブック、ナビゲーションシステム等の特定用途への応用展開が図られてきている。CD-ROMは、ADPCM (Adaptive Differential PCM) 技術を使い情報信号を圧縮することにより、映像信号とオーディオ信号とを時分割で記録できるとともに、光ディスクの特長であるランダムアクセス性を生かした製品であるといえよう。

そして、CD-ROMのOSの相違による互換性の問題を解決するために考えられたのがCD-Iである。CD-Iの規格は、オーディオのみならずグラフィックやOSまでを規定しており、互換性に重点がおかれている。インタラクティブにグラフィックス、静止画、動画、音声を扱うことができ、家庭用の教育、出版分野のほかにはカラオケビジネスが期待されている。

さらに、これらCD-ROMやCD-Iと完全な互換性を持ち、かつ記録機能（一度だけ記録可能）を兼ね備えたCD-R (Recordable) は今後の普及が期待される。特に、独自のビジネスとしてフォトCDが提案されており、今後の動向が注目される。

なお、計算機の補助記憶装置の分野では、記録（何度も記録可能）できる光磁気ディスク（90mm, 130mm）が既に実用化されている。現在、低価格化、高密度化（128Mバイト×2～3倍容量）の開発が推進されており、1994年には各社

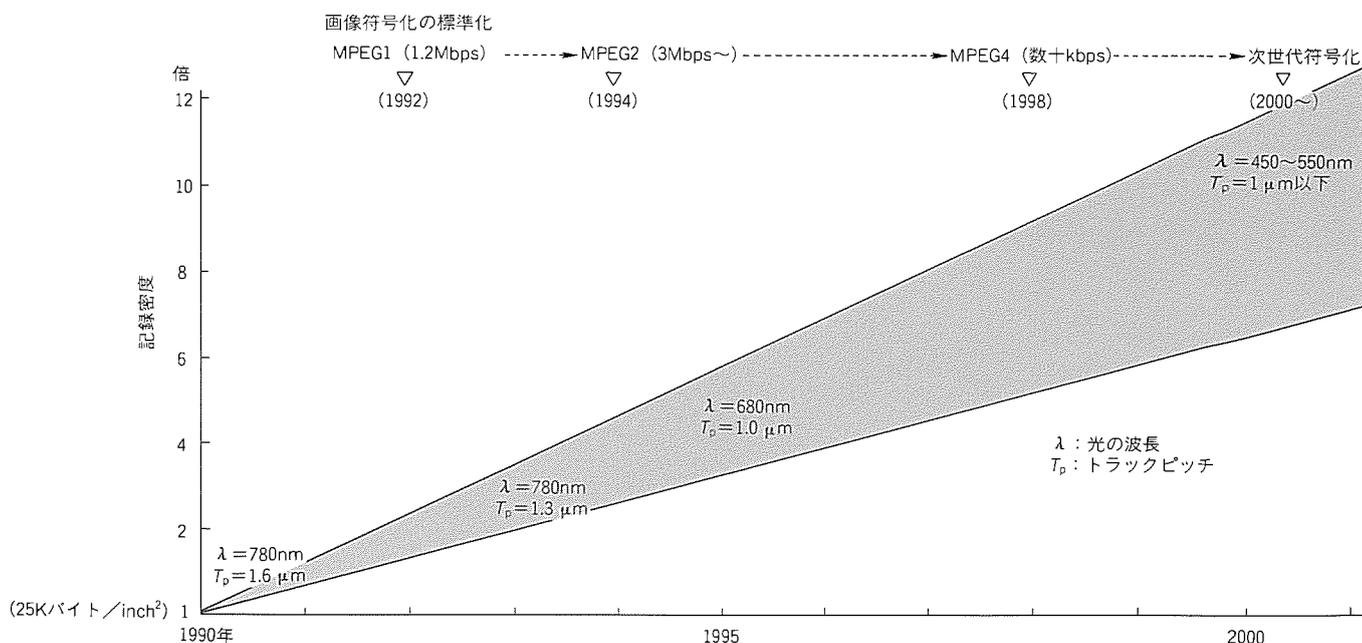


図5. 光ディスクの高密度化推移予測

から製品化される見込みであり、普及に一層のはずみがつくものと思われる。

一方、1992年にMD (Mini Disc) が書換え可能な次世代のオーディオディスクとして市場導入された。直径64mmと小型でありながら、音声の圧縮技術を駆使してCDと同様の74分の記録再生を可能としている。早くも、オーディオ以外の用途の模索が始まっており、画像メモリ、補助記憶装置といった用途で記録可能な装置として期待が大きい。この装置はパーソナル機器への新たな展開を図るものとして期待が大きい。

以上述べてきたように、光ディスクで静止画を扱う分野は製品化も進んできているが、動画を扱うにはまだ課題が多い。光ディスクは取扱いを考えると小径であることが望ましい。このため、特に画像に応用していく場合には、画像処理技術との関係が重要なポイントとなる。長時間のデジタル動画を規定したMPEG1の実用化は、本格的マルチメディアの牽引的役割を果たすと思われる。

また、ISO規格の130mm光磁気ディスク装置を用いた静止画ディスク装置では、ベースバンドデータ(4Mバイト)をJPEG方式で1/10に圧縮することにより、1枚のディスクに1,500枚のハイビジョン静止画を記録することを可能としている。

光ディスクは光源の短波長化や記録再生方式の工夫による

高密度化の研究が盛んに行われている。光源の短波長化については赤色(680nm)半導体レーザーが既に実用化されており、さらに短波長の光源として緑色や青色のSHG (Second Harmonic Generation) 光源の研究・開発が盛んに行われている。これらの技術を盛り込むことにより、数年先には1けた(桁)の高密度化が可能となり、映像機器へ浸透していくであろう。図5に光ディスクの記録密度推移を示す。

一方、高品位の画像データ圧縮技術は、現在主流である波形の統計的な冗長さの削減をより一層進めるとともに、画像の輪郭、内容に内蔵する情報を利用する次世代に向けた符号化の研究も行われている。

テレビ映像を扱う機器としては、少なくとも2時間の記録再生時間が要求される。上記高密度化技術や圧縮技術の開発により、これをCDサイズで実現することも夢ではなくなると考えられる。

5. むすび

以上に家庭用の映像機器を中心にデジタル化を概観した。いずれの技術も相互に関連しあって機器の発展に寄与してきた。このようなデジタル技術は、今後更に高度な処理をこなし、より高品質な映像を提供していくと同時に、低価格で、“人に優しい機器”への要望に着実にこたえていくものと信じている。

ワイドテレビ・ハイビジョンテレビ の最新技術

北村義弘* 大西 宏**
石井良典*
高津 昇**

1. ま え が き

1991年11月からハイビジョン試験放送が開始され、ハイビジョン放送の時間が大幅に延長された。また、LSI技術の進歩に伴い、従来大規模な回路が必要とされたハイビジョン受像機の回路が小型、かつ安価に実現できるようになってきた。このような状況の中、テレビメーカー各社はハイビジョン受像機開発のピッチを急速に上げつつある。

ハイビジョン放送を受像する受像機は、その受像形態により以下の種類に大別できる⁽¹⁾。

- (1) ハイビジョンテレビ (フルスペック MUSE^(H)デコーダ内蔵)
- (2) ハイビジョンテレビ (簡易型 MUSEデコーダ内蔵)
- (3) ワイドテレビ (MUSE-NTSCコンバータ内蔵)
- (4) ワイドテレビ (MUSE-NTSCコンバータなし)

(1)(2)は走査線数1,125本でハイビジョンテレビとして分類され、(3)(4)は走査線数525本で現行のテレビと同じでありワイドテレビと呼ばれる。ハイビジョンテレビは更に(1)のフルスペック MUSEデコーダ内蔵のものと、静止画処理を簡素化した(2)の簡易型 MUSEデコーダ内蔵のものに分類される。

(1)のハイビジョンテレビは第二世代 MUSEデコーダ用LSIの登場により、価格は100万円前後と下がり、家庭用受像機としての価格に近づいてきた。しかし、まだ消費者には高価格と受けとめられており、手軽にハイビジョン放送を楽しみたいとの要望から、分類(3)(4)に示したワイドテレビが登場してきた。このワイドテレビは現行テレビと同じ走査線

(注1) MUSE: Multiple Subnyquist Sampling Encoding

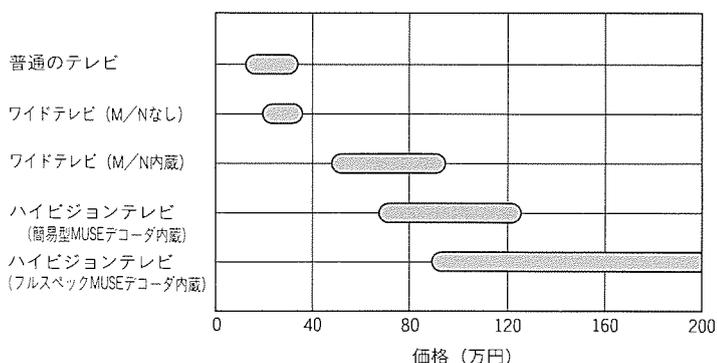


図1. テレビの分類と価格(28~36")

数ではあるが、映像アスペクト比は16:9であり、MUSE-NTSCコンバータを利用することにより、ハイビジョン放送をNTSC方式に変換した映像を見ることができる。図1に、これら受像機の価格の比較を示す。前記4種類の受像機の価格差は狭まりつつあるとはいえ、まだハイビジョンテレビとワイドテレビの価格差は大きい。

当社は、業界でもいち早くワイドテレビやハイビジョンテレビの開発を行い、MUSE-NTSCコンバータを内蔵したワイドテレビ“36C-WA1”“28W-CZ5”(図2)などを製品化してきた。また、最新のハイビジョンテレビの開発も行っている。これらのテレビには、今までにはなかった機能や技術が搭載されており、ここではその幾つかを紹介する。

2. ワイドテレビ・ハイビジョンテレビの概要

2.1 ワイドテレビの構成

ワイドテレビの特徴は現行テレビと同じ走査線数のまま画面のアスペクト比をハイビジョンテレビと同じ16:9にしたものということができる。したがって、MUSE-NTSCコンバータを利用することにより、ハイビジョン映像を手軽にかつ横長画面一杯に表示することができる。さらに、横長画面を利用してNTSC方式の中のレターボックス形式の信号を拡大表示したり、アスペクト比4:3の映像表示のときの余った部分を有効に使うという機能が盛り込まれている。図3にワイドテレビの構成を示す。ワイドテレビの回路上の特徴は、MUSE-NTSCコンバータやアスペクト変換、字幕移動等の従来のテレビにはない信号処理回路が入っている

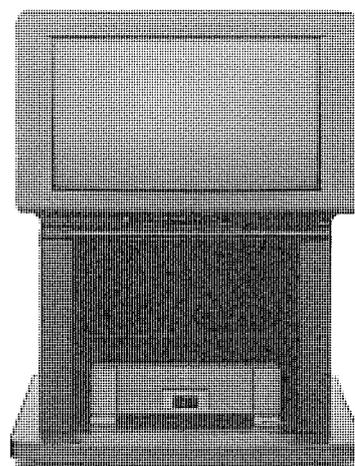


図2. ワイドテレビ 28W-CZ5

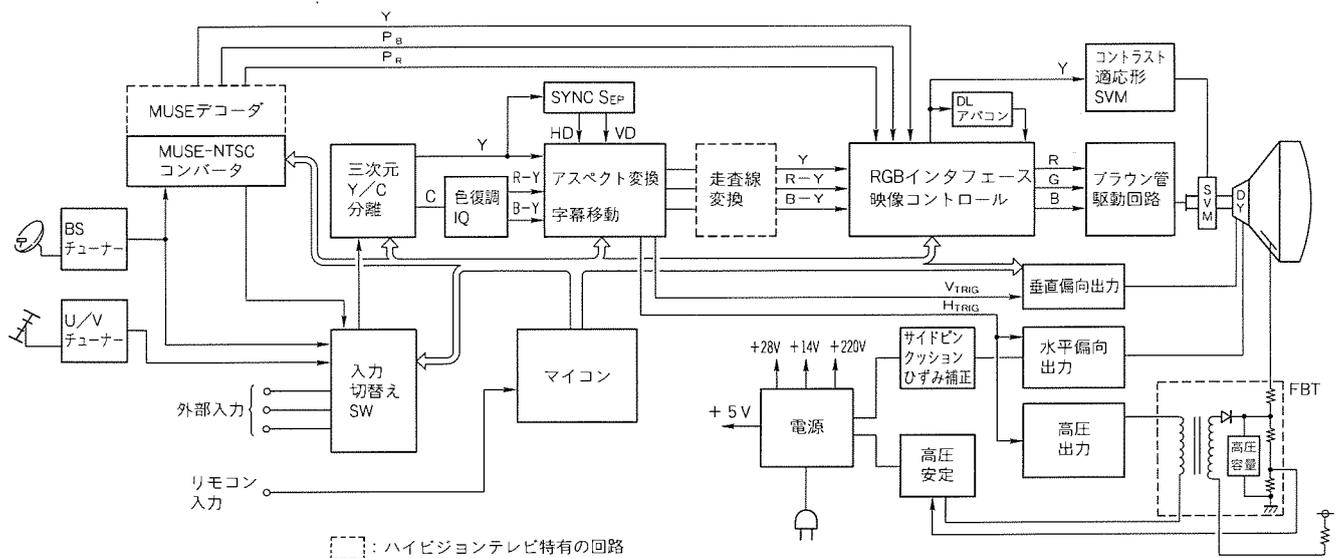


図3. ワイドテレビ・ハイビジョンテレビの構成

表1. ハイビジョン関連受信機の必要機能と技術

	必要機能	必要技術
ブラウン管	水平偏向幅拡大	周辺フォーカス性能 フラット性
	ハイビジョン表示	コンバーゼンス ファインピッチ
偏向回路	サイドパネル発生	ラスト安定性 高圧安定
	ハイビジョン対応	高速偏向技術
信号処理	ハイビジョン受信	MUSEデコード MUSE-NTSCコンバート
	4:3受信	アスペクト変換 走査線補間 PIP/POP
	高画質	三次元Y/C分離 広帯域ビデオ出力 広帯域SVM回路

ことである。

2.2 ハイビジョンテレビの構成

ハイビジョンテレビとワイドテレビの構成は類似点が多い。しかし、ハイビジョンテレビはあくまで走査線数1,125本でハイビジョンを見るためのテレビであり、信号回路・偏向回路・CRT等がすべて1,125本用に設計されている。すなわち、ハイビジョンを受信するには内蔵のMUSEデコーダを使用する。また、水平偏向回路は33.75kHzで動作する。

図3の点線にハイビジョンテレビ特有の回路を示す。ハイビジョンを高精細・高画質に表示することはもちろんであるが、放送の大部分を占める現行のNTSC方式をいかにきれいに表示するかということがハイビジョンテレビでも重要な課題である。このため、当社のハイビジョンテレビでは走査線変換回路を搭載している。

2.3 技術要素

ワイドテレビやハイビジョンテレビに求められる機能及び技術は表1のようにまとめられる。CRT・偏向回路・信号

回路での基本性能を現行テレビに比べて向上させる必要があることは言うまでもない。さらに、ワイドテレビやハイビジョンテレビでは様々なデジタル回路が使用されている。これらの回路はハイビジョンやNTSC信号を高画質でかつ横長の画面を有効に使って表示するための回路であり、テレビメーカー各社の特色を出す部分でもある。

当社においても、ワイドテレビやハイビジョンテレビの開発に当たって、デジタルLSIの開発を行い、幾つかの特徴を出した。それは、洋画などシネマスコープサイズ映像の下部に挿入されている字幕を移動させる“字幕移動”，通常放送(走査線数525本)の走査線数を増加させ、きめ細かな映像を作る“走査線変換”，画面上に子画面を出す“PIP^(注2)/POP^(注3)”機能などである。

本稿では、以上の当社の特徴であるデジタル処理について解説し、その後に基本性能の向上についても述べる。

3. 字幕移動

3.1 現行テレビ信号の表示

ワイドテレビやハイビジョンテレビは現行テレビと画面のアスペクト比が異なっているので、何の処理も加えずにNTSC信号を表示すると横に間延びした絵になってしまう。そこで縦方向に拡大するか横方向に縮小するかの処理を加え、真円率を保ちつつ画面一杯に映像を表示する必要がある⁽²⁾。図4にワイドテレビやハイビジョンテレビにおける現行テレビ映像の表示方法を示す。図4(a)はアスペクト比4:3のNTSC映像の表示方法を示しており、左右に無画部を作り中央部にだけ映像を表示する。この変換を行うには信号を時間圧縮するアスペクト変換と呼ばれる処理を行う。

図4(b)はレターボックス形式の映像の表示方法を示して

(注2) PIP : Picture in Picture

(注3) POP : Picture out Picture



(a) 4 : 3 映像

(b) レターボックス映像

図 4. 現行テレビ映像の表示

いる。レターボックス形式の映像とは、4 : 3 映像の上下に無画部を作り画面中央にだけ横長の映像を表示する形式で、ピクサイズやシネマスコップサイズの映画ソフトがこれに相当する。これらのソフトは左右がカットされていないノトリミングの映像であり、ワイドテレビやハイビジョンテレビはこのような映像を画面一杯に表示することができる。

この場合、映像を画面一杯に表示するため水平方向に圧縮はしない。したがって、真円率を保つためには何らかの方法で縦方向に拡大する処理が必要になる。ワイドテレビでは垂直偏向幅を広げることによってこの縦方向の拡大を行っている。こうすればレターボックス型の映像がワイドテレビの画面一杯に表示されることになる。

3.2 字幕移動の概要

図 4 (b) のレターボックス映像の表示は、画像部分のみの拡大表示を行っていることになる。この結果、シネマスコップサイズの映像のようにレターボックス型の映像の無画部の箇所に字幕が入っているときには、この部分がはみ出して見えなくなってしまう。そこで、この部分の字幕を画面の中に入れれば、画面一杯の映像と字幕を同時に見ることができる。これが字幕移動である。字幕移動は 70 ライン分のメモリに映像の枠外の字幕部分の信号を記憶して、映像内に入るタイミングで読み出すことによって行われる。

ところが、レターボックス形式の映像は映像の位置も字幕の位置も一様ではない。このため、字幕移動を動作させるためには、図 4 (b) のように映像の下辺部分の位置 A と字幕の移動先の位置 B とを指定しなければならない。この二つを指定すれば字幕が位置 A から位置 B に移動するわけである。この設定はユーザーが行うか映像ソフトを変えるたびに設定しなければならず、しかもかなり面倒な操作である。

3.3 字幕移動の自動化

字幕の位置が検出できれば、半自動的に字幕を動かすことができ、面倒な操作がいらなくなる。映像外の無画部にインポーズされた字幕は、ほぼ黒に近いレベルの信号に白ピークに近い信号が入っている。したがって、字幕の開始ラインは全黒から初めて白レベルが現れるラインであり、字幕終了はその逆である。この位置を自動的に検出すれば後は映像の下辺部分を指定するだけで、自動的に最適位置に字幕を移動す

ることができる。

字幕の位置検出を使用する半自動字幕移動では、画面内のノイズの影響によって誤検出が起る可能性がある。これを防止するためには、白レベルの画素数や連続数があるしきい(閾)値以上でないと字幕としないようにすればよい。これは字幕が横に続く字の列なので特徴付けしやすいという性質を利用している。

また、同一のソフトの同じ字幕でも文字の上の部分が時々飛び出すようなものがある。毎フレーム(又は毎フィールド)に字幕位置検出を行って字幕移動を行うと時々移動が誤動作を起こしたように字幕がピクピク動くことになる。そこで、数ライン程度の検出位置の変化は無視するようにする工夫が必要である。

4. 走査線変換

4.1 多方式の表示

これまでも述べてきたようにワイドテレビやハイビジョンテレビではハイビジョン信号も NTSC 信号も表示する必要がある。ワイドテレビでは MUSE-NTSC コンバータによってハイビジョン信号が NTSC 信号と同じ走査線数に変換されているので問題はない。しかし、ハイビジョンテレビでは 1,125 本のハイビジョン映像と 525 本の NTSC 信号を同時に表示する必要がある。

従来のハイビジョンテレビではハイビジョン信号と NTSC 信号を両方表示するために次のような方法がとられていた。

(1) 偏向回路を入力信号によって切り替える。

この方法は極めてシンプルな方法で、1 個のブラウン管に 2 種類のテレビの機能をもたせることと同じである。この方法では偏向回路がかなり大きくなる。また、走査線数 1,125 本のハイビジョン放送に対し、NTSC 信号では走査線数が 525 本になってしまうので映像がかなり粗く見え、その違和感は大い。

(2) クリアビジョン処理を使う。

この方法は NTSC 信号を順次走査に変換する。この時、倍走査化されるので水平偏向周波数が 31.47 kHz になり、ハイビジョンの水平偏向周波数に近づく。したがって、偏向回路は(1)の方法よりは簡単に構成できる。しかし、クリア

ビジョン処理の動き適応型の順次走査変換において動き検出漏れや誤検出に伴う妨害の発生がある。

以上のように、NTSC信号とハイビジョン信号を表示するために様々な方法がとられているが、このままでは一長一短で特に優れた方法はない。上記の方法に何らかの処理を追加した方法も発表されているが⁽⁹⁾、他に新しい工夫が必要である。

4.2 新しい走査線変換

当社ではハイビジョンテレビ用としてNTSC信号を1,125本の信号形式に変換する走査線変換回路を新たに開発した。図5は走査線変換回路の構成を示している。この走査線変換では、NTSCの有効走査線約480本を2倍の960本に変換した上で、ハイビジョンの信号フォーマットにはめ込んでいる。その結果、水平偏向周波数が33.72kHzとなってハイビジョンにかなり近くなり、かつ両方ともインタレース走査を行うので、偏向回路は1種類だけで済むようになった。

また、有効走査線数を2倍にするには、動き適応型の走査

線補間を使用した。クリアビジョン処理と異なる点はインタレース方式からインタレース方式への変換という点である。これを実現するために図6に示すように第1フィールドと第2フィールドは変換の係数が異なるような構成にした。

さらに、この走査線変換では新開発の動き検出回路を搭載した動き適応型の走査線変換を採用した。図6に示したように動き適応型の走査線変換とは、動画ではフィールド内で変換を行い、静止画ではフィールド間で変換を行う方式のことである。すなわち、動いている絵の場合上下の走査線の情報から補間信号を作り、止まっている場合は前のフィールドの走査線の情報を補完信号とする。

このような動き適応方式の走査線変換では動き検出回路の検出漏れにより、二重像が現れるなどの弊害が発生することが多い。今回の走査線変換では、この弊害を防ぐため垂直方向のエッジ検出を行い、垂直エッジ部分(つまり横線)が静止している場合のみ静止画処理であるフィールド間変換を行うようにした。これによって静止画については、インタレー

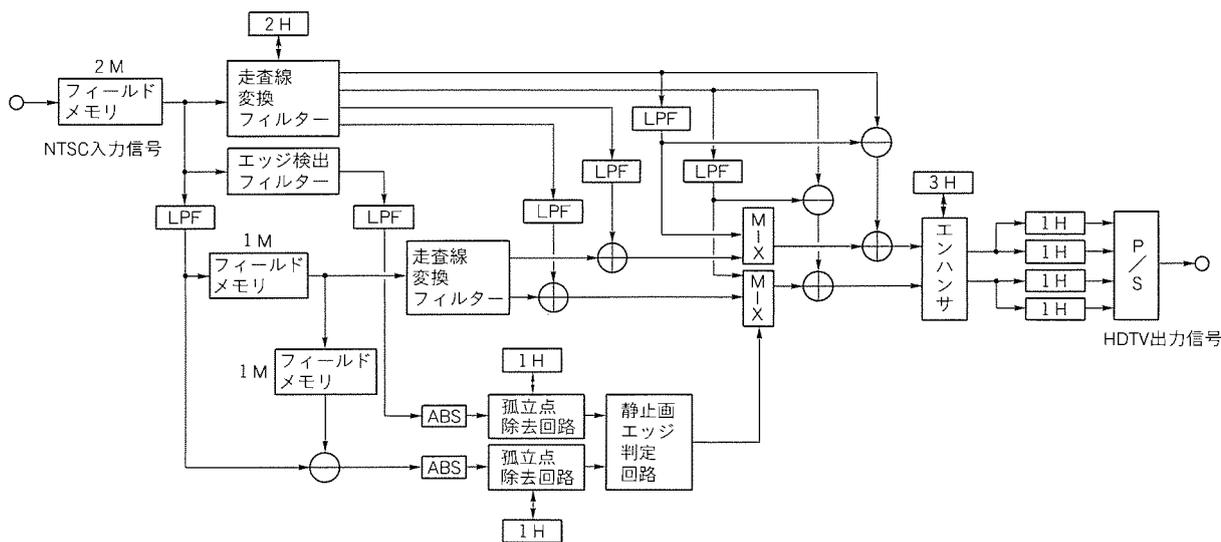


図5. 走査線変換回路の構成

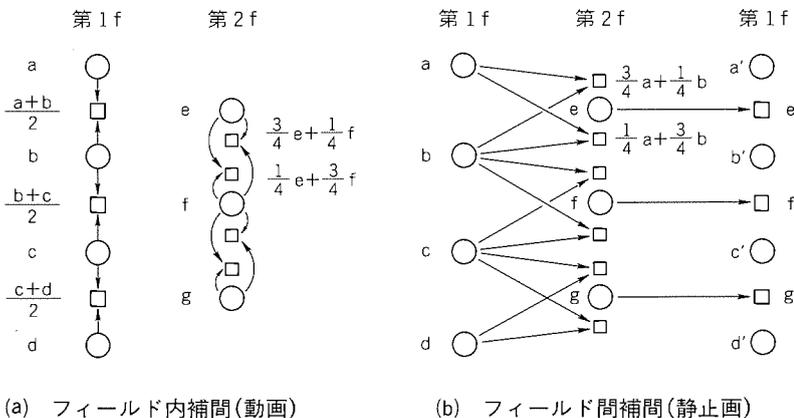
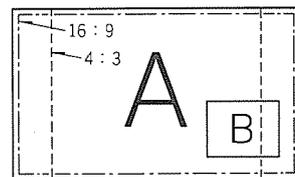
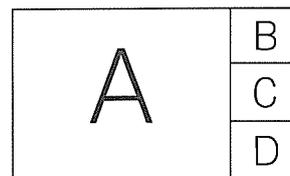


図6. 走査線の補間



(a) PIP



(b) POP

図7. PIP/POP

ス妨害がなくなるため垂直解像度約480本を実現できる。しかも、動画においても妨害がなくなり、自然な動きの映像を実現した。

また、動き適応による走査線変換を行う部分を輝度信号の水平低域部分のみとした。色信号と輝度信号の水平高域部分はフィールド内で変換される。これによって動き適応処理部分のサンプリングレートを落とすことができるので、動き検出やエッジ検出やフィールド間処理に使用されるメモリの容量を削減できる。今回の走査線変換回路は約5Mビットのメモリで構成できた。

5. PIP/POP

PIPとは図7(a)に示す子画面機能のことである。ワイド画面に対応したPIPの基本構成は従来の画面サイズ4:3のテレビと同じである。しかし、ワイドテレビの大画面化・高画質化が行われたことにより、従来のPIPでは子画面の解像度不足が目立つ。そこで、子画面の解像度を向上させるための処理がされている。

一つは、3タップの垂直デジタルフィルターであり、これは垂直方向に1/3に画面圧縮する際、単純に3ラインごとにデータを記憶するのではなく、1ラインメモリを利用することによって記憶する。3ラインごとのデータとその前後のラインのデータを一定比率で演算処理した後、メモリに記憶する。この処理により、これまで見にくかった細かい横線もはっきりと表示することが可能となった。

もう一つは、大容量フィールドメモリを使用することによってフレーム表示が可能となり、垂直解像度の向上や1フィールドメモリで生ずる追越しによる画面の継ぎ目の防止をしている。

さらに、ワイドテレビのPIPには多種の親画面サイズに対し、子画面の真円率を保つため、メモリに書き込まれたデータを読み出すクロックを切り替える機能を付加してある。例えば、子画面に16:9のソースを入力した場合、水平方向で1/3倍に圧縮するので読出しクロックは書き込み時の3倍にすればよいが、子画面に4:3のソースを入力した場合には、圧縮率は1/4倍となるため、読出しクロックを書き込み時の4倍にしないと子画面が横長になってしまう。

POP機能は図7(b)に示すように、親画面4:3のときその表示位置を左又は右に寄せて空いた部分に子画面をはめ込む機能である。各子画面を構成するシステムはPIPと同じであるが、3画面分のメモリと表示位置制御のための機能がコントローラに必要となる。POP機能は、地上波・BS放送・VTR等の入力ソースを同時に画面表示できるマルチ入力に対応した機能であり、さらにテレビ会議システムなどへの利用が期待される。

6. 性能の向上

6.1 三次元Y/C分離

高画質化のためワイドテレビには三次元Y(輝度信号)/C(色信号)分離回路を搭載している。三次元Y/C分離回路は画像の動画部分と静止画部分を動き検出によって判別し、動画部分ではフィールド内Y/C分離(二次元, 3ラインコムフィルター)、静止画部分では完全な性能が得られるフレーム間Y/C分離(三次元)として動作する。その結果、画質上大きな問題であったドット妨害やクロスカラー、斜め解像度の劣化などを大幅に改善し、さらに映像ノイズも軽減している。

6.2 三次元YNR

三次元Y/C分離回路はフレームメモリを使用しているので、三次元YNR回路として使うこともできる。例えば、MUSE信号の受信時やS端子入力時などのY/C分離が必要でない場合にこの動作をさせる。

三次元Y/C分離回路は分離動作を行わなければ、静止画ではフィールド間の低域フィルターとなり、動画では、フィールド内のフィルターとなっており、映像ノイズを大幅に低減する。動き検出の動作モードはそれぞれの入力信号に適した設定としている。特にMUSE信号の受信では、画質を劣化させる“折返しノイズ”成分の大部分を除去し、画質を大きく向上させることができた。

6.3 高彩度部の解像度改善

映像信号のガンマ補正に起因する高彩度部の解像度低下に対応し、色の飽和度に連動して、画像のディテールの強調を行っている。ここでは、輝度信号の0.5~3.0MHzの帯域成分について、色の飽和度に応じて輝度信号のゲインを変化させている。ただし、輝度信号の白側部分を強調しすぎると、シュート部で彩度低下やブラウン管のブルーミング現象が生じるため、輝度信号の黒側のみを強調している。これによって、色の浮き上がり現象の無い質感の高い映像を楽しむことが可能となった。

6.4 偏向回路

高圧偏向回路は、4:3の映像を表示した場合、画面両端に映像の無い無画部(サイドパネル)が発生し、ラスト変動が顕著に分かるため、非常に厳しいラスト安定性が求められる。したがって、発生した高圧を帰還して高圧を安定に保つ高圧安定回路やダイナミックな高圧変動を抑える35kV/3,000pFの大容量高圧コンデンサを備えた。

垂直偏向回路は種々の表示モードに合わせて、垂直偏向幅の拡大及び垂直位置のスクロール機能を備え、マイコンによってコントロールしている。水平偏向回路は4:3のテレビと比べて偏向幅が拡大するので周辺のフォーカス性能及びコンバーゼンス性能はより厳しいものが求められる。

6.5 ブラウン管

シャドウマスク方式のブラウン管はその構造上、走査線とシャドウマスクのブリッジの影響により、“モアレ”と呼ば

れる干渉じま(縞)が生じる。これはシャドウマスクの縦方向のピッチ(以下“縦ピッチ”という。)を適切な値に設定すると目立たなくすることができる。従来の4:3 NTSCテレビの場合は、走査線数が525本の1種類のみであるので、その縦ピッチは、輝度とモアレの濃淡レベルを考慮し適切な値に設定されていた。

しかし、ワイドテレビは画像モードの仕様により、複数の走査線数に対応させなければならない。走査線数が525本と525本以上と525本以下の3種類の走査線数に対応させるときには、それぞれにおいてモアレパターンが異なるため、モアレピッチが割合小さい所で一致する点の近傍から最も適切なものを一つ選ぶように設計される。

7. む す び

当社のワイドテレビとハイビジョンテレビに使用されている技術を紹介した。字幕移動機能では使い勝手を良くするため、字幕移動設定の自動化等を行った。また、走査線変換では独自の変換方式の開発により、NTSC信号をハイビジョン信号に変換した。さらに、PIP/POPでは子画面の高解像度化を行った。このほかにも第二世代 MUSE デコーダや MUSE-NTSC コンバータ⁽⁴⁾などハイビジョン関連の開発が行われているがページ数の都合で割愛した。

ワイドテレビやハイビジョンテレビは、従来のテレビと比べると、字幕移動、走査線変換、PIP/POP、などデジタル信号処理が増えている。この傾向は今後も進み、将来的には画像認識や画像合成技術がテレビに導入される可能性もある。

また、走査線の変換技術については、NTSC信号を1,125

本に変換するだけでなく様々な信号間の走査線変換に使用できる。例えば、レターボックス形式の信号を走査線変換を使って縦方向に拡大すれば走査線数を粗くせずにレターボックス形式の映像を表示できる。このような変換技術を使って、フルスペックハイビジョン受像機からノンインタレースタイプや現行テレビに近いものまでいろいろな形式のワイドテレビやハイビジョンテレビが登場する可能性がある。

今後、ハイビジョンやレターボックス形式の NTSC 信号に加えて第二世代 EDTV (Extended Definition Television) も予定されており⁽⁵⁾、映像ソフトのワイド化が進みつつある。これらの映像ソースを従来にも増して美しく見せるような工夫が今後とも必要である。

参 考 文 献

- (1) 徳本照昌：ハイビジョン受信機の現状，放送技術，**46**，No.1，59～65（1993）
- (2) 和田 明，大西 宏：テレビジョン受像機の最新技術，テレビジョン学会誌，**46**，No.9，1115～1122（1992）
- (3) 佐藤寿親，松浦隆治，今井 浄：走査線変換用 LSI の開発，テレビジョン学会技術報告，**16**，No.71，19～24（1992）
- (4) 岡田圭介，中村雅彦，村上謙二，水谷芳樹，矢沢信春：MUSE/NTSC コンバータ用 LSI，三菱電機技報，**63**，No.11，945～949（1989）
- (5) 吹抜敬彦，吉木 宏，影山昌広，石倉和夫：レターボックス式 EDTV における受像機の回路構成に関する一検討，テレビジョン学会技術報告，**16**，No.71，25～30（1992）

スーパーVHSビデオ HV-V6000 における高画質化技術

金沢良和* 安藤重男**
栗崎一浩* 則武康行**
加藤直樹*

1. ま え が き

VHS方式VTRは、1976年に商品化されてから、長時間モードの追加、特殊再生の充実、音声のHIFIステレオ化、CTLによる頭出し機能、スーパーVHS方式による高画質化など、数々の新技術が導入されてきた。特に高画質の面では、スーパーVHS方式の導入によって飛躍的に画質が向上し、種々のY/C分離(輝度信号と色信号の分離)方式やノイズリダクション回路、また金属材料ヘッドや長時間モード用ジャストトラックヘッドなどもあいまって、一段と成熟した画像が得られるようになった。

今回その集大成ともいえるべき、徹底的に高画質を追求したVTR“HV-V 6000”(図1)を製品化したのでその概要を紹介する。主な特長として、動き適応三次元デジタルY/C分離の採用、使用テープの特性を測定しその結果に基づき最適な記録を行う三菱独自のテープシミュレータ機能、色にじみを大幅に改善するスーパーカラートランジェント回路、長時間モード専用19μm対応センダスト材料MIGビデオヘッドの採用などがある。メカ的にも、テープの振動低減と回転ドラムへの負荷軽減に着目し、走行系を総合的に見直して低ジッター化を図った。

本稿では、三次元Y/C分離、テープシミュレータ及びデッキの低ジッター化についての概要を述べる。

2. 動き適応三次元Y/C分離

2.1 動き検出モード

三次元Y/C分離は時間軸上での映像相関を利用して信号処理を行っているため、静止画では完全なY/C分離ができるが、動画では動きばけ等種々の弊害が出るため二次元処理に切り替える必要がある。少しの動きを二次元処理するか三次元処理するか、映像によってどちらが良いか微妙な場合が

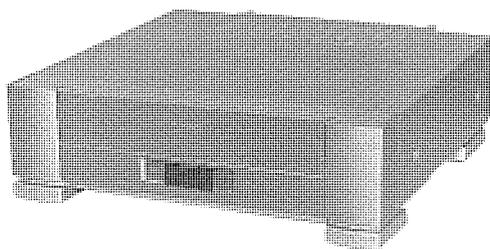


図1. HV-V6000形VTR

あり、この動き検出が三次元Y/C分離性能の決め手となる。図2に三次元Y/C分離のブロック図を示す。本機では、従来メーカー側で決めていた検知レベルを、VTRとしては業界で初めてユーザーが選択可能とした。

以下の4種類のポジションを設けた。

(1) ART

静止画寄りのモードであり、美術鑑賞等の静止した映像が多い場合に高SN比で細密な画像が得られる。

(2) CINEMA

動画寄りのモードであり、映画など動く映像が多い場合に動きばけの少ない画像となる。

(3) STD

動き検出を標準的な位置に設定したモードである。

(4) MANUAL

動き検出をユーザーが自由に設定できるポジションであり、次の項目を設定できる。

(a) 1FR REF

主に動きの早い輝度信号の低域検出レベル

(b) 2FR REF (High)

主に輝度、色信号の輪郭部の動き検出レベル

(c) 2FR REF (Low)

主に輝度、色信号の平坦部の動き検出レベル

(d) 2FR AREA FILTER

二次元空間フィルタによる誤検出抑圧度

(e) 2FR SLOPE CONT

2フレーム検出の検出感度

図3に画面表示の例を示す。

2.2 三次元ノイズリダクション

三次元Y/C分離には、映像信号は相関がありノイズは相

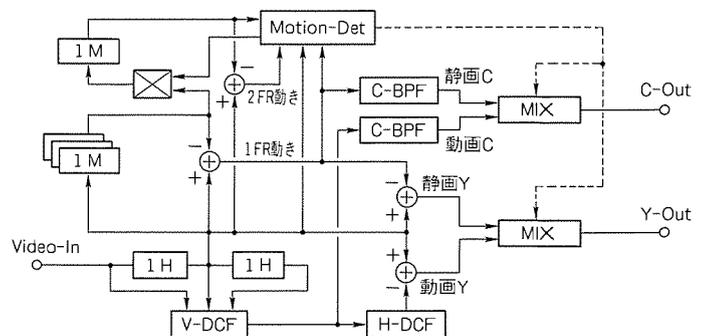


図2. 三次元Y/C分離ブロック図

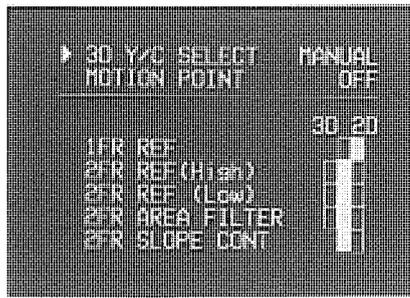
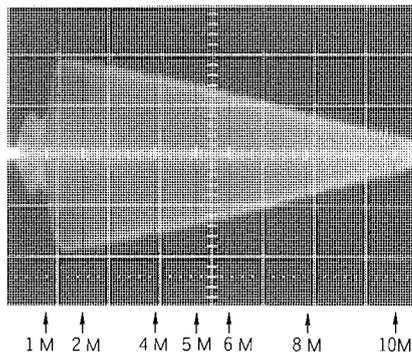
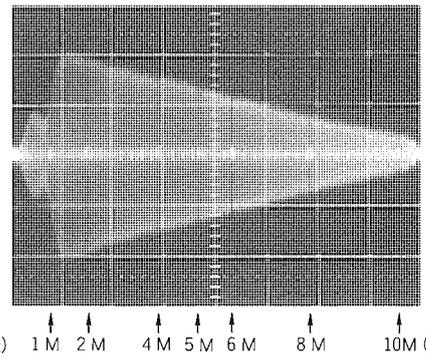


図3. 三次元Y/C分離画面表示

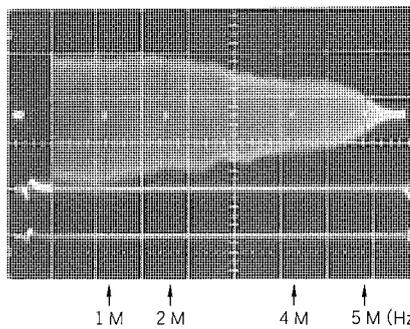


(a) Aテープの電磁変換特性(良好)

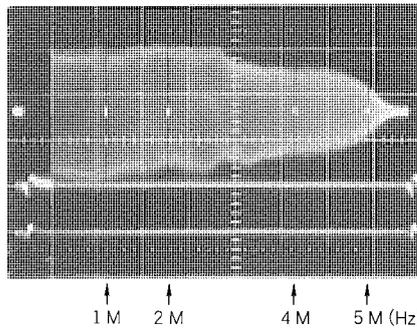


(b) Bテープの電磁変換特性

図4. テープの電磁変換特性例



(a) Aテープの録再F特性



(b) Bテープの録再F特性

図5. テープの録再周波数特性例

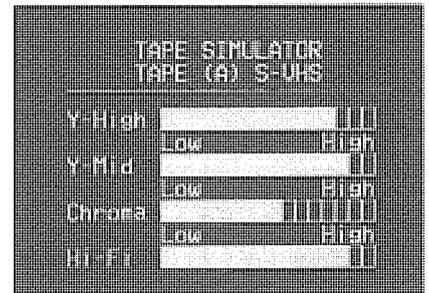


図7. テープシミュレータの画面表示

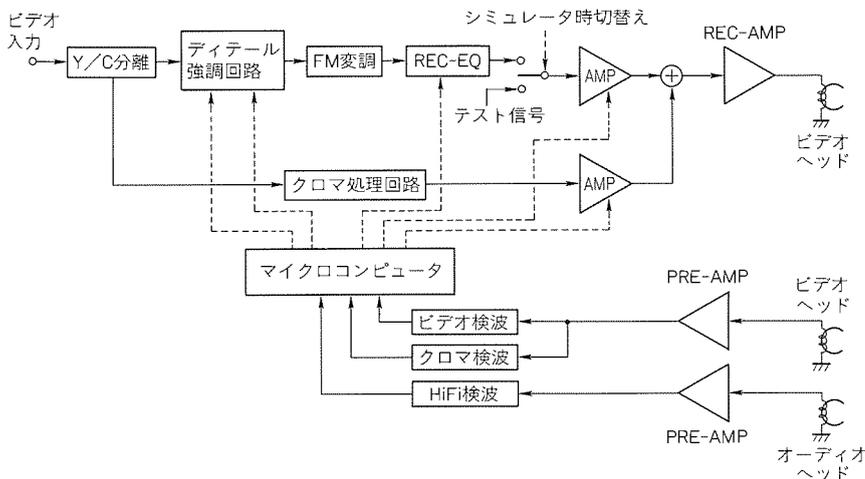


図6. テープシミュレータのブロック図

関がないことから、原理的に約3dBのSN比改善効果がある。このことを利用して、VTRの再生時にも三次元処理回路により、解像感を損なうことなくSN比改善をしている。また、VTRとしては初めて、S端子入力の輝度信号にも三次元処理回路を通すことを可能とした。これにより、MUSE/NTSCコンバータ特有の折り返しノイズによるちらつきを低減することもできる。

3. テープシミュレータ

3.1 テープシミュレータの原理

テープにはスタンダードタイプから各種ハイグレードタイプまで、いろいろな性能のものがでていますが、VTRの記録特性は一定のため、その性能を十分に生かしているとはいえない。例えば、VTRはFM変調して記録しているため、高性能テープで周波数特性が良い場合、低域のサイドバンドに比べて高域のキャリアが良く出ることにより、SN比は良いがソフトな画像になってしまう傾向がある。図4にテープの特性の例を、図5にそのテープを使用して記録したビデオ信号の周波数特性の例を示す。あらかじめVTR内で発生したテスト信号を記録再生すること

によってテープの特性を調べ、その結果に応じて最適な記録をするのがテープシミュレータである。全体のブロック図を図6に示す。ビデオ、クロマ、FM音声の各出力をマイクロコンピュータに取り込み、その結果に応じて各記録特性を制御している。

3.2 測定項目

図7の画面表示に示すように、次の4種類の記録再生出力を測定している。

(1) Y-High

輝度の高域で、約7.2MHzの正弦波

(2) Y-Mid

輝度の中域で、約3.6MHzの正弦波

(3) Chroma

低域変換された629kHzの色信号

(4) Hi-Fi

深層記録の音声信号

隣接トラックからのクロストーク妨害を減らすため、(1)(2)(3)は標準モードで、深層記録の弱さを考え(4)は3倍モードで記録している。テスト信号は約3秒間記録再生しており、トータル約25秒間テープシミュレータに要するが、テープ(A)(B)(C)と3種類のデータをメモリできるようにし、使い勝手も向上させた。

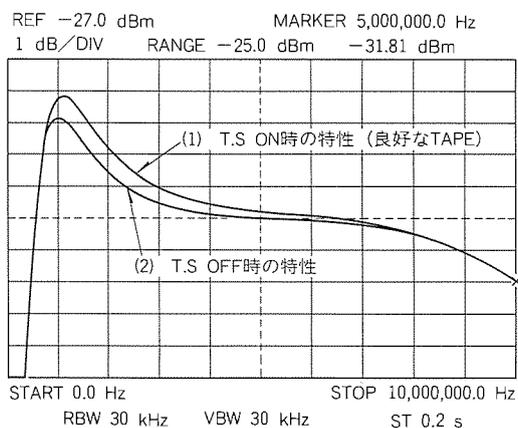
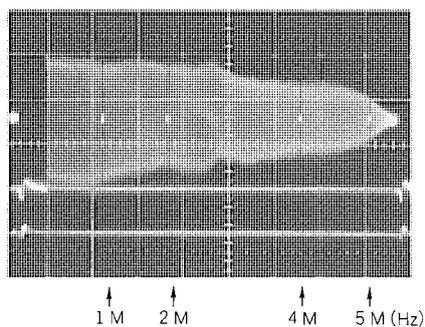
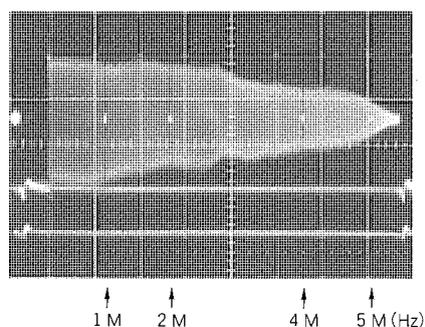


図8. テープシミュレータのON/OFFの記録電流EQ特性



(a) T.S ON時の録再F特性



(b) T.S OFF時の録再F特性

図9. テープシミュレータのON/OFFの録再周波数特性

3.3 記録の最適化

上記の測定結果に応じて次のような4種類の記録最適化を行っている。

(1) 輝度信号記録電流

一般に、ビデオの輝度信号記録電流は深層の音声信号を考慮し、最適記録電流より低く設定されている。本機では深層の音声信号出力が大きいテープの場合には、より最適記録電流に近い電流で記録するようにし、ビデオ信号のSN比改善を図った。

(2) 色信号記録電流

上記の色信号と輝度信号(Y-Mid)の2周波記録から、2周波記録の電磁変換特性を把握し、低域変換色信号の記録電流を制御している。

(3) FM変調記録電流周波数特性

記録電流の周波数特性はVHS規格によって決まっているが、特性の悪いテープを使用した場合を考慮し、互換性及び再生時の反転現象裕度を確保するため、規格のセンターより若干下側をねらい設定している。周波数特性の良いテープを使用したときには、FM復調すると再生信号の高域はかえって落ちてしまう。これを補正するため、良いテープの場合には、図8のような記録電流周波数特性に設定することにより、図9のように高域の周波数特性がのびた再生信号が得られる。

(4) ディテール強調回路

VTRでは再生時のSN比を確保するため、各種のノイズキャンセラー回路が用いられている。このため、再生時には小振幅の情報が見えやすい。特性の良いテープの場合にはSN比の裕度があるので、記録時にディテール強調回路を追加し、この小振幅情報を補正するようにした。この回路は自然な強調となるように、波形応答や位相特性の良い直線位相型のディレイラインアパコンを使用している。その特性を図10に示す。

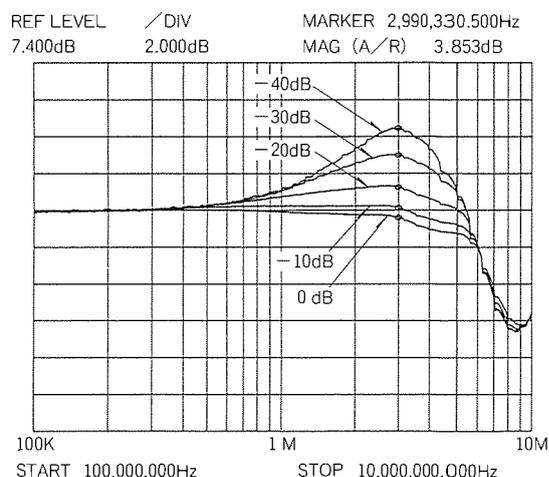


図10. ディテール強調回路周波数特性

4. 広帯域低ジッター技術

4.1 低ジッター化への着目点

ジッターとは、再生画面の揺れや部分的な曲がりの指標値で、高品位な再生画質を追求する上で重視されている。当社VTRに使用しているF₀デッキでは、ダイカストベースの高精度テープ走行系や、ツインインピーダンスローラ、デジタル制御システム等を採用し、低ジッター化を実現してきているが、本機ではジッター発生源・伝達経路を根本から見直し、さらに広い周波数帯域でのジッター低減を図った。

ジッター低減の切り口として、機構、電気性能にまたがるジッター発生に至る経路を図11のように整理した。テープ走行系に配されたピンやローラ類により、テープの縦(長手方向)振動が発生する。その振動がヘッド走査方向と記録トラック間の相対速度差に変換される経路として、縦振動量が直接変換される経路1と、上記縦振動がテープテンション変動として作用し、図12に示すようにテープが回転ドラムを締め付け、テープ-ドラム表面間の摩擦によってドラムモータへの外乱負荷変動に変換される経路2、の二つに着目した。

ここで、二つの経路のジッター性能への感度について算定を行った。走行中テープの縦振動量とジッター量J(%)の関係を走行系構成から解くと次式で与えられる。

$$J = P \cdot \left| \frac{1}{\pi \cdot \phi / 2 \cdot f_v / v_0 \cdot \cos(\theta - \theta_0) / \cos \theta - 1} \right|$$

P: テープ縦振動量(%), v₀: テープ速度(mm/s)
 f_v: ヘッド回転周期(Hz), φ: ドラム径(mm)

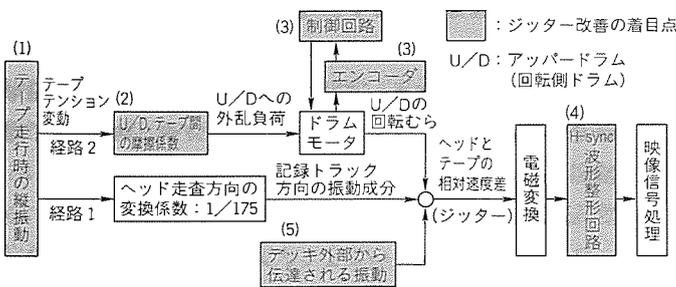


図11. ジッター発生経路のブロック図

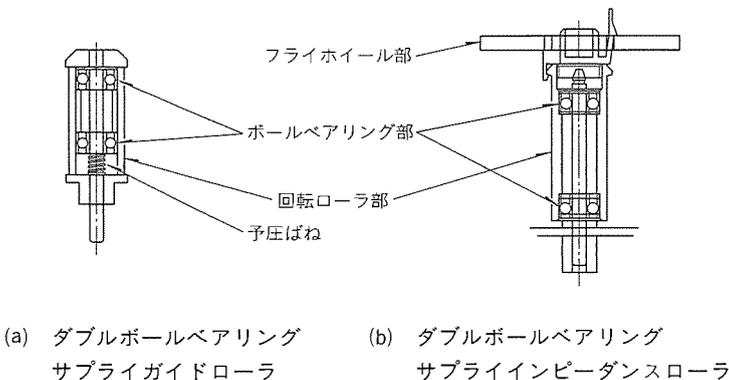


図13. 走行系回転要素の構造

θ: 再生時トラック角度(°)
 θ₀: 停止時トラック角度(°)

NTSC方式信号の標準再生モードの条件を上式に当てはめると、テープ縦振動量のジッター量への変換は経路1では約1/175が相対変位量となる。また、経路2ではヘッド走査速度の変動となるため1/1が相対変位量となる。

図11の経路の流れを実機に対応させ、評価・解析によってジッター性能への影響度の大きい下記5項目(図中項番に対応)について各々低ジッター化を図っている。本稿ではそのうち、機構系の(1), (2)について述べる。

- (1) テープ縦振動の低減
- (2) 回転ドラムへの負荷低減
- (3) 制御技術の改善(ドラムモータ制御剛性の改善)
- (4) 水平同期(H-sync)信号波形整形回路
(H-syncを常に一定長さに整形固定する回路構成)
- (5) フローティングサスペンションメカの採用
(外部からの振動伝達を遮断するデッキ部支持構造)

4.2 テープ縦振動の低減

4.2.1 発生要素の外乱量低減

- (1) 走行系回転要素の回転トルクむら低減

走行系の各回転要素にテープテンションが側圧負荷として印加されると、回転トルクむらがテープテンション変動を発生させる。これら回転要素部品の回転トルクむら低減を図るため、軸受けにボールベアリングを使用した次の部品を導入した(図13参照)。

- (a) ダブルボールベアリング サプライガイドローラ

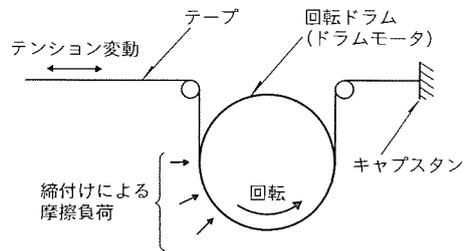


図12. テープテンション変動による外乱発生モデル

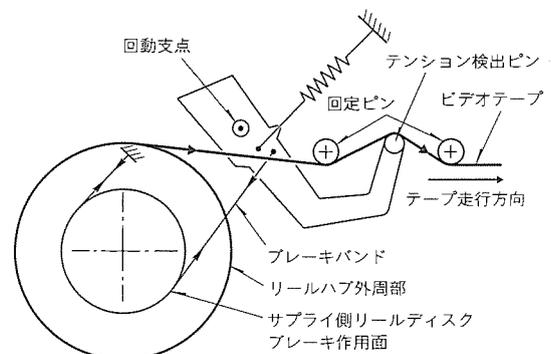


図14. バックテンション機構

(b) ダブルボールベアリング サプライインピーダンスローラ

(2) テープテンション変動の低減

テープテンションを所定の値に制御するメカ式バックテンション機構(図14)において、リールディスクのブレーキ作用面からの振動がテンション検出ピンを通じてテープテンション変動を発生させることがある。このため、リールディスクのブレーキ作用面の真円度を従来の約4倍に仕上げた高精度サプライリールディスクを導入した。

4.2.2 テープ振動の抑圧

前述したように外乱振動源を抑えるべく走行系高精度部品を導入しているが、固定ピンとテープの摩擦による振動源は依然として存在しており、これとテープをばね要素としてローラ類を慣性要素とする振動系により、テープ縦振動の共振が発生する。このため、本機ではドラム部でのテープ縦振動抑圧のため、慣性モーメントの大きなインピーダンスローラをドラムの前後に配するツインインピーダンスローラ構成を採用している。

しかし、これらインピーダンスローラは、テープをばね要素とした前記走行系の共振周波数をずらす働きをするだけであるから、慣性モーメントの設定値によっては、かえって外乱を助長するおそれがある。そこで、インピーダンスローラの振動抑制効果を定量的に評価するために、テープ走行系の縦振動解析プログラムを開発し、慣性モーメントの適正化設定を行った。

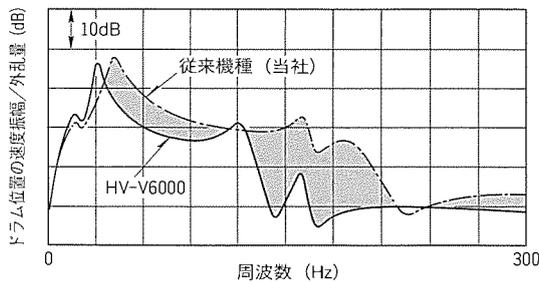


図15. 振動応答

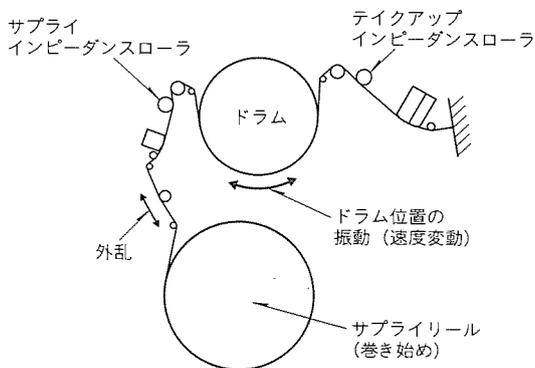


図16. 解析条件

図15は、サプライリール側から外乱がテープ走行系に加わることを想定した場合(図16参照)のドラム位置での振動応答の解析結果を従来機種と比較したものであり、横軸は周波数、縦軸はドラム位置での速度振幅/外乱量のレベルである。図において、斜線部が慣性モーメント適正化による縦振動の抑制量の理論値を示す。

4.3 回転ドラムへの負荷低減

テープ走行中の、回転ドラム外周部におけるテープ厚み方向変形状態及び浮上量の実測解析調査により、回転ドラム下端面部の形状の適正化を行い、ドラムとテープ間の摩擦負荷の軽減を図った。

図17は走行中テープの、ヘッド突出し部周辺の変形状態を実測し、データ処理によってドラム斜め下側から見た一例である。ドラム面やスリット部でのテープ変形が見られる。

図18は、図17のテープ長手方向から見た(図中A方向)断面で、下端面形状適正化により、従来機で見られたテープの極部的な当たりを分散させ、回転ドラム下端面に沿った滑らかなテープ変形状態(図中波線部)が得られた。このドラム形状の採用により、従来機と比較して下記の効果を得た。

- (a) 回転ドラムへのテープの巻付け摩擦負荷で約25%の軽減

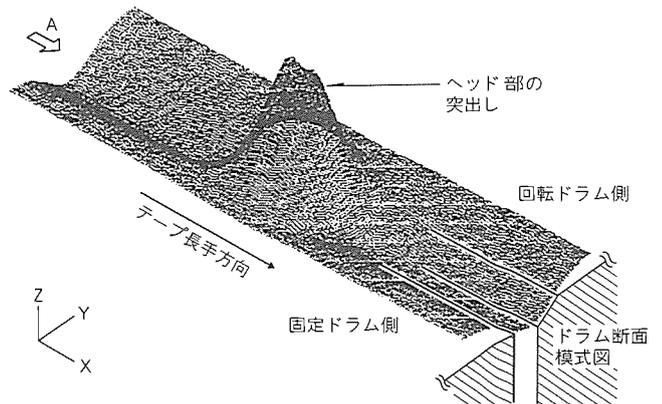


図17. テープ変形実測斜視図

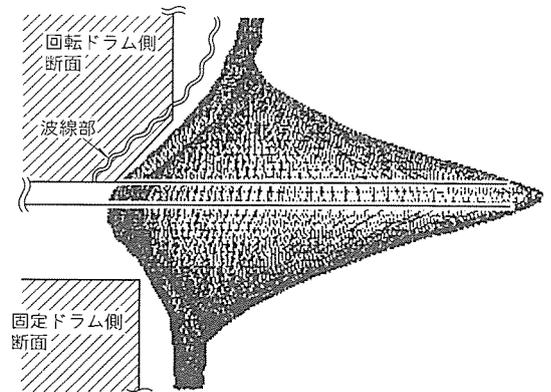
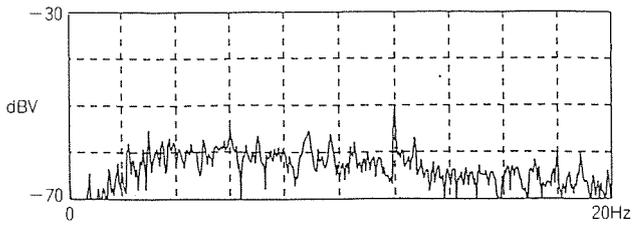
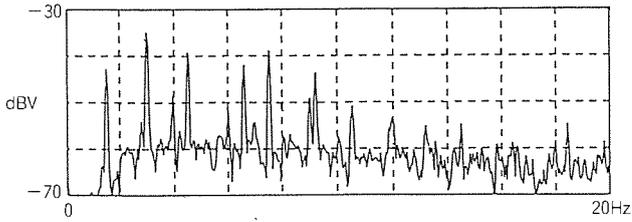


図18. テープ変形断面



(a) 新開発機



(b) 当社従来機

図19. 従来機とのジッター比較

(b) テンション変動等に起因するジッター成分で約3 dBの低減

4.4 性能のまとめ

機構、制御系の改善によって低・中周波帯域(～1kHz)、同期信号波形整形回路により、高周波帯域での改善効果を確認した。当社従来機との低域ジッター性能比較を、周波数分析によって行った結果を図19に示す。

5. むすび

以上、電気回路及びデッキにおける高画質化技術の概要を述べた。アナログ記録のVTRにおいても、このほか各種ノイズリダクションやTBCなどにデジタル信号処理回路が使用されている例も多く、今後ますますデジタルによる高画質化が図られると思われる。本機は、使いこなしの楽しめる高画質VTRとしてAV雑誌等の評価も高く、マニア層を中心に好調な売行きを見せている。

YC分離フィルターの画像適応処理技術

大橋知典*
大井眞澄**

1. ま え が き

カラーテレビ受像機やVTRさらにはレーザーディスク等のテレビジョン信号を扱う映像機器では、信号処理の初段で輝度(白黒)信号と色信号を分離するYC分離回路が必ず(須)のものである。

このYC分離回路は、周波数帯域分割による次元方式に始まり、ライン遅延線を使った二次元くし型フィルター、その後デジタルラインメモリを用いたデジタル二次元くし型フィルターでライン間の演算精度を向上させた。さらには、フレームメモリを使った三次元のかし型フィルターも登場するまでに至っている。しかし、三次元くし型フィルターがその大容量メモリの効果を発揮するのは静止画像を処理したときであり、動画のときは二次元フィルターで分離することになるので、三次元フィルターと二次元フィルターの画質に大きな開きがある場合にその切替時の画質劣化は非常に目立つことになる。

つまり、二次元フィルターの性能向上は三次元フィルターの画質改善につな(繋)がる。また、独立した二次元フィルターとしてもコストの面で民生用の普及機に適用しやすいことから二次元フィルターの性能向上の要求が強かった⁽¹⁾。

このようなことを背景に、画像のフィールド内の相関を基に最適なフィルターに切り替えてYC分離を行うことで、ドット妨害を大幅に抑圧し、クロスカラー発生や斜め解像度の劣化の少ないデジタル二次元適応型YC分離フィルター⁽²⁾⁽³⁾を開発し、LSI(M65606SP)化してエキスパートDCF(ダイナミックコムフィルター)の愛称でカラーテレビ受像機やVTR等のAV製品に搭載した。

しかし、M65606SPで用いている相関検出アルゴリズムには二つの改良すべき点が残されていた。1点目は、1ラインおきに色に変化するような場合ドット妨害が改善されないことであり、2点目は、色信号が水平方向に非相関であるとみなす帯域の設定の問題から不必要なクロスカラーを発生することである。

今回、この問題点について再検討し、画像相関検出アルゴリズムを改良した⁽⁴⁾。このアルゴリズムを用いた第二世代の二次元適応型YC分離LSI(M65610SP)を開発した。本稿では第一世代画像相関検出アルゴリズムについて簡単に説明したあと、第二世代アルゴリズムとLSIの概要を紹介する。

2. 二次元適応型YC分離フィルターの原理

ここで述べる二次元適応型YC分離フィルターは、“小領域において画像は水平か垂直方向の一方又は両方に相関が強い。”という統計的性質に基づくものであり、相関の強い方向の標本値を用いてYC分離を行うものである。

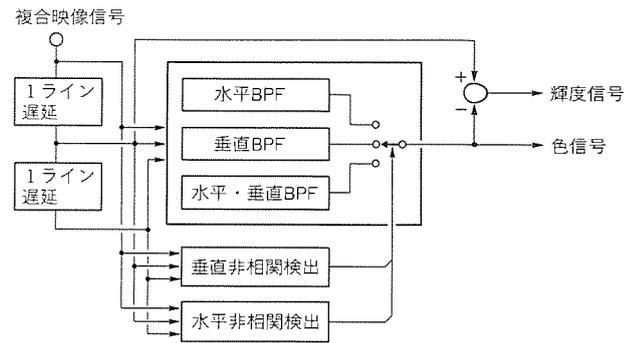


図1. 適応型YC分離フィルターの構成

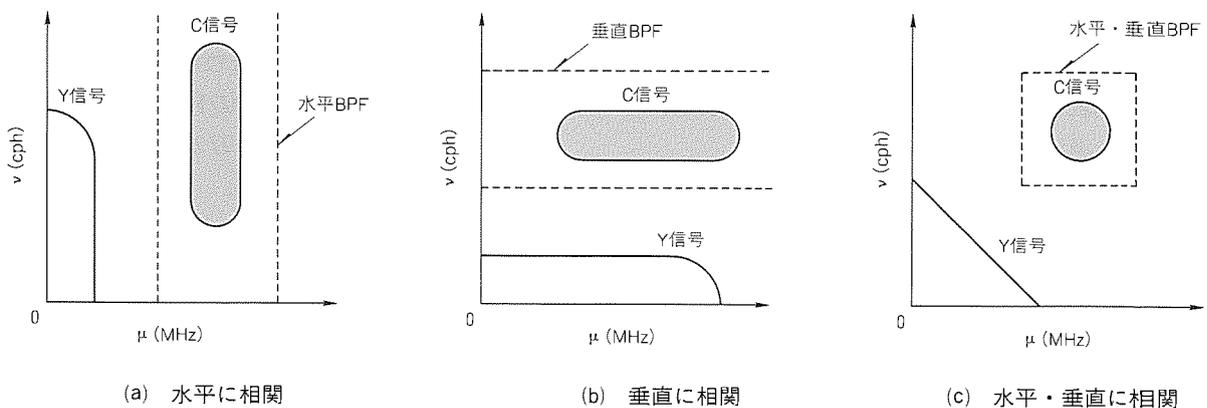


図2. 画像の相関と最適なフィルターの関係

二次元適応型 YC 分離フィルターの構成について説明する。図 1 は二次元適応型 YC 分離フィルターの構成を示すブロック図である。このフィルターは、複合映像信号から色信号を抽出するフィルターとして、水平方向のバンドパス(帯域通過)フィルターと垂直方向のバンドパスフィルターとこれらを縦続接続した水平・垂直バンドパスフィルター(以下“BPF”という。)を備え、色信号について画素ごとに水平と垂直それぞれの方向の画像の変化量(相関の度合:ここでは非相関で定義している。)を検出し、その結果で上記三つの BPF 出力を切り替えて色信号を分離する。また、輝度信号は色信号を複合映像信号から引いて求める。

具体的な例で示す。図 2 は画像の相関に応じた最適な BPF による色信号の分離を表したものである。例えば、水平方向に相関が強く垂直方向に相関が弱い画像では、色信号のスペクトルは図 2(a)のように垂直方向に広がっており、縦長の形となる。この色信号を完全に分離するには破線で示す水平 BPF で網掛け部の色信号を抜き取ればよいことが分かる。

同様に、垂直方向に相関が強く、水平方向に相関が弱い画像では、図 2(b)に示すように垂直 BPF で色信号を分離すればよい。また、水平方向、垂直方向共に相関が強い画像では図 2(c)に示すような水平・垂直 BPF で色信号を分離する。水平と垂直方向の相関検出は画素ごとに行っており、画素単位のフィルター出力を適応的に切り替えることで色信号を分離している。

このように、適応型 YC 分離フィルターは非常に合理的な YC 分離手法であるが、その半面画像の相関検出を誤ると不適切なフィルターによって YC 分離を行うことになり、クロスカラー発生などの大きな画質劣化になりかねない。したがって、次に述べる相関検出アルゴリズムが重要となる。

3. 第一世代の相関検出アルゴリズム

まず、第一世代 YC 分離フィルターの相関検出アルゴリズムについて説明する。目的は、クロスカラー等の弊害を発生させることなくドット妨害を大幅に改善する点にある。

例えば、水平 BPF を選択する場合を考えると、水平 BPF は輝度信号の水平高域成分が多くあるとクロスカラーが発生する。したがって、図 2(a)のような色信号の垂直高域成分が多い(色信号の垂直相関が弱い。)という条件とともに、輝度信号の水平高域成分が少ない(輝度信号の水平相関が強い。)という条件を満たす必要がある。

同様に、垂直 BPF は、色信号の水平高域成分が多いという条件とともに、輝度信号の垂直高域成分が少ないという条件を満たす必要がある。また、水平・垂直 BPF は残りすべての場合としている。

ここで信号の高域成分を非相関エネルギーと定義して、フィルターの選択条件をまとめると表 1 のようになる。以下に具体的なフィルター選択条件について述べる。

表 1. フィルターの選択条件

水平BPF	色信号垂直非相関E>輝度信号水平非相関E
垂直BPF	色信号水平非相関E>輝度信号垂直非相関E
水平・垂直BPF	上記以外の場合

注 ここでEはエネルギーのこと

3.1 水平BPF選択条件

水平 BPF 選択条件は、色信号垂直非相関エネルギー(DCV)が輝度信号水平非相関エネルギー(DYH)より大きいときである。

まず、DCV は注目走査線の上と下の色信号の差分(DCV1)とDCV1の補助信号としての輝度信号の垂直非相関成分(DYV1)を求め、

$$DCV1(m, n) = |Y_{HH}(m, n-1) - Y_{HH}(m, n+1)| \dots\dots\dots (1)$$

$$\therefore Y_{HH}(m, n) = (-S_{m-2, n} + 2 \times S_{m, n} - S_{m+2, n}) / 4$$

$$DYV1(m, n) = \text{MAX}(|Y_{HL}(m, n) - Y_{HL}(m, n-1)|, |Y_{HL}(m, n) - Y_{HL}(m, n+1)|) \dots\dots\dots (2)$$

$$\therefore Y_{HL}(m, n) = (S_{m-2, n} + 2 \times S_{m, n} + S_{m+2, n}) / 4$$

この二つの最大値を比較判定に用いる。

$$DCV(m, n) = \text{MAX}(DCV1(m, n), a \times DYV1(m, n)) \dots\dots\dots (3)$$

MAX() は最大値の演算を意味する。また、a は重み付け係数である。

次に、DYH は、輝度信号水平高域成分(DYH1)とDYH1だけでは検出できない輝度信号水平非相関成分(DYH2)を求め、

$$DYH1(m, n) = \text{MAX}(|Y_{VL}(m, n) - Y_{VL}(m-2, n)|, |Y_{VL}(m, n) - Y_{VL}(m+2, n)|) \dots\dots\dots (4)$$

$$\therefore Y_{VL}(m, n) = (S_{m, n-1} + 2 \times S_{m, n} + S_{m, n+1}) / 4$$

$$DYH2(m, n) = |S_{m-2, n} - S_{m+2, n}| \dots\dots\dots (5)$$

この二つの最大値をとって比較判定に用いる。

$$DYH(m, n) = \text{MAX}(DYH1(m, n), b \times DYH2(m, n)) \dots\dots\dots (6)$$

なお、b は重み付け係数である。

水平 BPF 選択条件は、上記 DCV と DYH を用いて式(7)のように表せる。

$$DCV > \alpha \times DYH \dots\dots\dots (7)$$

α は重み付け係数である。

3.2 垂直BPF選択条件

垂直 BPF 選択条件についても水平のときと同様にして、

色信号水平非相関エネルギー (DCH) と輝度信号垂直非相関エネルギー (DYV) とで式(8)が得られる。

$$DCH > \beta \times DYV \quad \dots\dots\dots (8)$$

なお, DCH と DYV は式(9)~(12)で定義される。

$$DCH(m, n) = \text{MAX}(DCH1(m, n), c \times DYH1(m, n)) \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$DYV(m, n) = \text{MAX}(DYV1(m, n), d \times DYV2(m, n)) \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$DCH1(m, n) = |Y_{VH}(m-4, n) - Y_{VH}(m+4, n)| \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$\therefore Y_{VH}(m, n) = (-S_{m,n-1} + 2 \times S_{m,n} - S_{m,n+1}) / 4$$

$$DYV2(m, n) = |S_{m,n-1} - S_{m,n+1}| \quad \dots\dots\dots (12)$$

c, d, β は重み付け係数である。

以上, 第一世代相関検出アルゴリズムについて説明した。このアルゴリズムを用いて, 実際の画像のどの領域でどのフィルターを選択しているかを示す。図3はゾーンプレートチャート(CZP)を処理したTV画像である。この画像のフィルターの選択領域を図4に示す。図4の(a)は水平BPF, (b)は垂直BPF, (c)は水平・垂直BPFの選択領域である。図4(a)では色副搬送波(f_{sc})を中心に垂直方向及び輝度の垂直方向領域で水平BPFを選択していることが分かる。また, (b)では逆に f_{sc} を中心として水平方向及び輝度の水平方向領域で垂直BPFを選択している。図5はカラーバーチャートを処理したTV画像であり, フィルターの選択領域を図6に示す。従来のくし型フィルターで発生していた水平と垂直



図3. 第一世代アルゴリズムによる処理画像 (ゾーンプレートチャート(CZP))

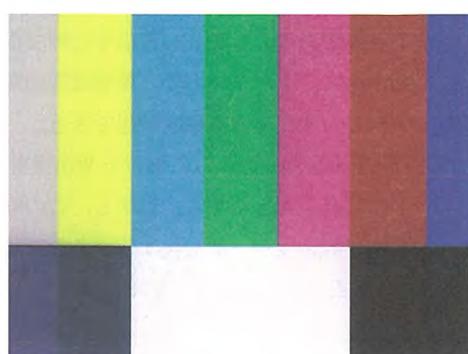
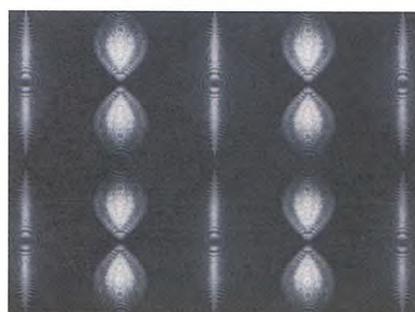
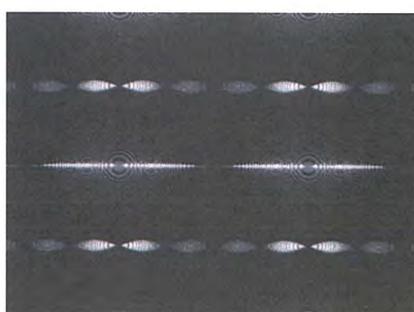


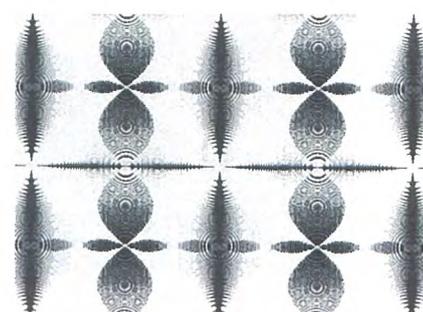
図5. 第一世代アルゴリズムによる処理画像 (カラーバーチャート)



(a) 水平BPF選択領域

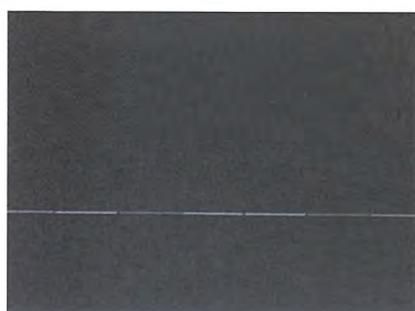


(b) 垂直BPF選択領域



(c) 水平・垂直BPF選択領域

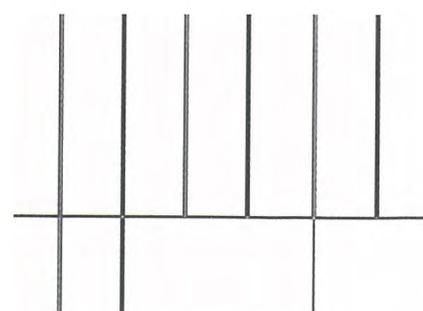
図4. 第一世代アルゴリズムによる各BPF選択領域(CZP)



(a) 水平BPF選択領域



(b) 垂直BPF選択領域



(c) 水平・垂直BPF選択領域

図6. 第一世代アルゴリズムによる各BPF選択領域(カラーバー)

方向の非相関部で発生していたドット妨害がこのアルゴリズムでは除去できる。それは、三つのBPFがそれぞれこの写真のような画像領域(垂直非相関部で水平BPF、水平非相関部で垂直BPF、それ以外の部分で水平・垂直BPF)で選択されているからである。

4. 第二世代の相関検出アルゴリズム

第一世代アルゴリズムには二つの課題が残されていた。

4.1 1ライン色信号のドット妨害改善

1点目の課題は、1ラインごとに色が変化する画像でドット妨害が改善されないことである。

1ラインごとに色が変化するとき、その垂直周波数は0 cphに近づきμ軸上で輝度信号の水平高域成分との区別がつかなくなる。このような信号をフィールド内処理で正確に検出することは不可能である。しかし、色信号と輝度信号とはその変化に相関があることが多いので、輝度信号の変化を検出することで色信号の変化をある程度予想できる。

そこで水平BPF選択条件式(7)における垂直非相関エネルギーDYV1の割合を大きくする。しかし、この割合を大きくし過ぎると水平解像度が一部劣化する。これを防止するため、次の式(13)、式(14)のように、DCV1とDYV1の不等式をそれぞれ独立にし、DYV1の方は注目標本点のみならず、隣接する前後2標本点を含む5標本点すべてにおいて

成立することを条件とする。

$$DCV1(m, n) > \alpha_1 \times \text{MAX}(DYH1(m, n), b_1 \times DYH2(m, n)) \dots\dots (13)$$

又は、

$$DYV1(m, n) > \alpha_2 \times \text{MAX}(DYH1(m, n), b_2 \times DYH2(m, n)) \dots\dots (14)$$

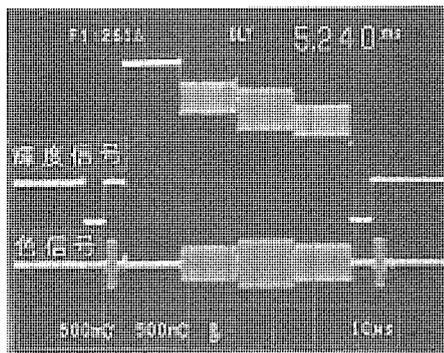
この改良アルゴリズムを用いて1ライン色信号を分離した輝度と色信号を図7(b)に示す。輝度差の大きい信号では両信号に漏れ込みがないことが確認できる。なお、(a)は従来のアルゴリズムで分離したものである。

4.2 クロスカラー改善

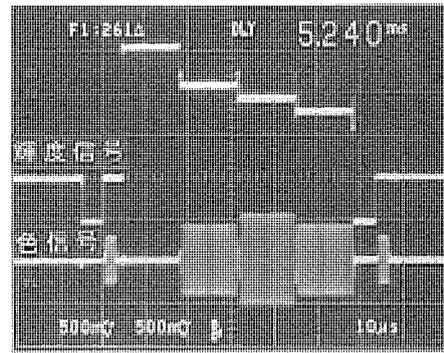
2点目の課題は、色信号が水平方向に非相関であるとみなす帯域の設定の問題から不要なクロスカラーを発生することである。これは式(11)の色信号水平非相関エネルギーDCH1を式(15)のようにフィルター特性を変えることで、不要なクロスカラーを発生する検出帯域を除去した。

$$DCH1'(m, n) = | \{ Y_{VH}(m-4, n) - Y_{VH}(m+4, n) \} / 4 \times \{ Y_{VH}(m-2, n) - 2 \times Y_{VH}(m, n) + Y_{VH}(m+2, n) \} | \dots\dots (15)$$

このことは、図8に示すゾーンプレートでの垂直BPF選択



(a) 第一世代



(b) 第二世代

図7. アルゴリズムによる分離波形

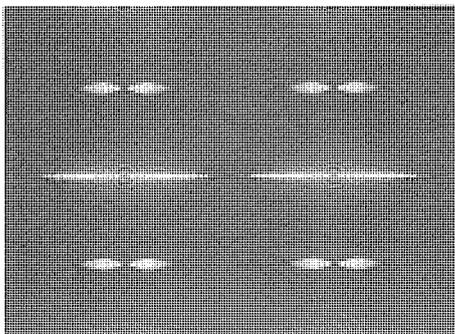


図8. 第二世代アルゴリズムによる垂直BPF選択領域(CZP)

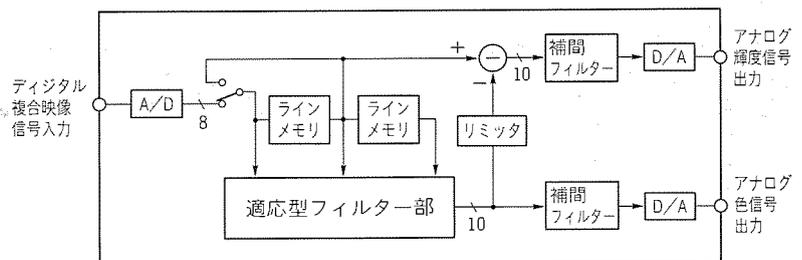


図9. M65610SPブロック図

領域をみると、図 4 (b) で検出していた不要帯域が無くなっていることが確認できる。これによってクロスカラーが改善された。

5. LSI の構成

上記のアルゴリズムを用いて開発した LSI (M 65610 SP) の構成を図 9 に示す。入力 of 複合映像信号は内蔵の AD コンバータで標準化周波数 14.3 MHz ($4 \times f_{sc}$)、量子化 8 ビットでデジタル信号に変換される。2 ライン分のメモリとロジック回路で輝度信号と色信号に分離され、10 ビット DA コンバータを通してアナログの輝度信号と色信号にて出力される。また、DA コンバータの直前にある補間フィルターはオーバーサンプル用で入力時の 2 倍のサンプリング周波数 (28.6 MHz) で出力することができる。

機能は基本の適応型 YC 分離フィルターのほかに、VTR 用にドロップアウト補償やライン相関を用いたノイズ除去回路も備え、EP モードで再生輝度信号のノイズを大幅に軽減できる。また、色分離フィルターのうち水平・垂直 BPF は 2 回路用意しており、ドット妨害を重視するかクロスカラー及び斜め解像度を重視するかで切り替えられるようにしている。なお、この LSI はエキスパート DCF の第二世代品種として、1992 年秋以降の当社製スーパー-VHS VTR (HV-V3000)、カラーテレビ (CZ-100 シリーズ) 等の AV 製品に搭載されている。

6. む す び

二次元適応型 YC 分離フィルターのアルゴリズムに残さ

れていた二つの課題について再検討し、画像相関検出アルゴリズムを改良した。この結果、従来アルゴリズムで発生していたドット妨害とクロスカラーを除去することができた。

また、このアルゴリズムを用いた第二世代の二次元適応型 YC 分離フィルターを LSI 化して、当社製 AV 機器に搭載した。

今後は、このアルゴリズムの三次元 YC 分離フィルターへの応用を図ってゆきたい。

最後に、開発に当たり御指導いただいた関係各位に感謝の意を表する。

参 考 文 献

- (1) 甘 青, 小谷一孔, 宮原 誠: NTSC 信号への付加信号多重の動画像における定量的解析, テレビジョン学会誌, 45, No.5, 637~643 (1991)
- (2) 大橋知典, 賀井俊博: 新アルゴリズムによる二次元適応型 YC 分離フィルタ, 三菱電機技報, 65, No.6, 613~617 (1991)
- (3) 大橋知典, 賀井俊博, 角 克晶, 大井眞澄: 2 次元適応型 YC 分離フィルタの開発, テレビジョン学会技術報告, 14, No.66, CE90-78 (1990)
- (4) 賀井俊博, 大橋知典: フィールド内 YC 分離フィルタにおけるドット妨害低減の一手法, 平 3 年電気関係学会関西支部大会, G14-3 (1991)

カラービデオプリンタの 全デジタル化信号処理

渡部一喜* 稲村 守*
馬場典子* 岩永博文*
染谷 潤*

1. ま え が き

家庭用カラービデオプリンタは、ムービーの普及とともに需要が拡大しつつある AV 製品のひとつである。

当社では、1990年以降、家庭用のカラービデオプリンタを順次に発売しているが、今回、高画質・安定動作・無調整を実現できる全デジタル化信号処理方式を開発した。

この方式は、映像処理部と画像処理部の二つの主要構成要素をデジタル処理で実現している。この映像処理部では、9ビット入力の適応型二次元 Y/C 分離技術を採用し、ドット妨害の除去、クロスカラーの低減、輝度データの256階調出力の確保などの基本性能と画質改善を図った。また、同期分離やクロック再生の位相同期回路 (PLL)、自動位相制御、NTSC 変調、フィールドコントラスト補正、肌色補正などのデジタル処理技術を開発した。一方の画像処理部では、画像メモリの制御、RGB/YMC の色変換、256階調の印画処理、自動コントラスト補正、彩度調整、適応型走査線補間などのデジタル処理技術を開発した。

本稿では、これらのデジタル信号処理技術の概要とその LSI 化で期待できる効果などについて述べる。

2. 現状の信号処理方式と開発のねらい

当社が現在発売中のカラービデオプリンタ“CP-11”は、アナログ映像処理とデジタル画像処理を併用している。

このアナログ映像処理部は、下記のハード構成である。

- (1) NTSC 復調には、くし型フィルター回路を使用
- (2) NTSC 変調や同期分離、PLL、自動色信号振幅補正は、市販のアナログ IC を使用
- (3) 部品点数 約500点
- (4) 基板面積 約450 cm²
- (5) 調整箇所 11か所

また、アナログ信号処理方式に固有のクロストーク、ひずみ、経時変動などの劣化要因もあった。

一方の画像処理部は、フレームメモリの制御、RGB/YMC の色変換、1,600万色の印画処理、自動コントラスト補正、適応型走査線補間、彩度調整等の処理ブロックで構成され、デジタル処理を導入している。

そこで今回は、次の4項目の実現を目標に、全デジタル化信号処理方式の開発に注力した。

- (1) 電気的基本性能の改善と安定した高画質の確保

- (2) 部品点数の大幅削減と基板面積の縮小
- (3) 自動最適調整機能の導入による調整箇所の全廃
- (4) 低価格化・低電力化

3. デジタル信号処理

このシステムの信号処理は、映像信号と画像データの変換を行う映像処理部と印画のための画質改善を行う画像処理部に大別される (図1)。

映像処理部では、

- (1) 適応型二次元 Y/C 分離
- (2) デジタル復調
- (3) クロック再生
- (4) 画質改善
 - (a) 自動色信号振幅補正
 - (b) 肌色補正

を行っており、また、画像処理部では、

- (1) 適応型走査線補間
- (2) コントラスト補正
- (3) 彩度調整

等の画質改善を行っている。以下、これらの処理に用いている技術について述べる。

3.1 映像処理技術⁽¹⁾

3.1.1 適応型二次元 Y/C 分離

入力コンポジット映像信号を輝度信号とクロマ信号に分離するに際して、まず入力信号を $4f_{sc}$ (f_{sc} は色副搬送波周波数の周波数で標準化する。次に、標準化した垂直方向3走査線分と水平方向5画素分のデータに対して、①垂直方向の低域成分の相関、②水平方向の低域成分の相関、③垂直方向の高域成分の相関、④水平方向の f_{sc} 付近の成分の相関を計算する。四つの相関の強弱から、

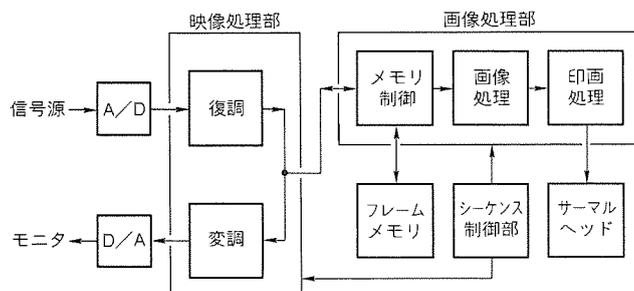


図1. 全デジタル化ビデオプリンタの構成

- (a) 水平方向7タップ(13画素分)の帯域通過フィルター(BPF)によって分離する場合
- (b) 垂直3走査線分のBPFによって分離する場合
- (c) 垂直方向のBPFと水平方向のBPFとを併用して分離する場合

の3通りの処理を画素ごとに切り替えて実行する。

この処理により、水平方向や垂直方向に境界をもつ映像のクロスカラーやドット妨害を抑圧する。

3.1.2 クロック再生とデジタル復調

このシステムには、NTSC信号を復調するためのバースト信号に同期したクロックと、RGB信号や白黒信号を入力する場合のための水平同期信号に同期したクロックを再生する2系統の位相同期(PLL)回路を備えている。

変調されたクロマ信号を復調する場合、バースト信号に同期した4倍の周波数のクロックで標本化しても、位相が固定されなければ、正しい復調はできない。そこで、このシステムでは、次のような自動位相制御(APC)回路を備え、復調制御を行っている。

今、バースト信号 $B(t)$ の位相の $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ の各点 t_0, t_1, t_2, t_3 から d だけ時間差のある t_0', t_1', t_2', t_3' が PLL 回路からの出力であったとする(図2(a))。

$B(t_0') = A \sin d, B(t_1') = A \cos d, B(t_2') = -A \times \sin d, B(t_3') = -A \cos d$ (図2(b))。ただし、 A はバースト信号の振幅。

まず、PLL 回路の出力を等時間間隔にタップをもったデジタル遅延回路に導き、各タップの出力による $B(t)$ を求める。順次入力される標本値のうち、その値が小、中、大と順に並ぶ区間(図2(b)の T の区間)の中央が $B(t_0')$ と時刻が検出される。次に、 $B(t_0')$ と2画素隔たった $B(t_2')$ とが等しくなるタップを選択し、そのタップの出力を標本化に用いることにより、標本化クロックの位相を t_0, t_1, t_2, t_3 に一致させることができる(図2(c))。

一方、時刻 t_0 が検出できれば、バースト信号とクロマ信号の直交変調の関係により、 t_0 から1画素ごとに反転する信

号(図2(c)のP)を作り、これを(R-Y)信号と(B-Y)信号とを選択する制御信号に、また t_0 から2画素ごとに反転する信号(図2(c)のS)を作り、これを色差信号の符号を決定する制御信号にする。

3.1.3 画質改善処理

(1) 自動色信号振幅補正(ACC)

このシステムでは、入力映像信号のクロマ信号が変動しても常に同じレベルを保ち画像の飽和度を一定にするためにACC回路を備えている。ACC回路では、APC回路で検出したバースト信号の振幅値から式(1)に示す N^2 を計算する。

$$N^2 = [(1/2)\{B(t_0') - B(t_2')\}]^2 + [(1/2)\{B(t_1') - B(t_3')\}]^2 \dots (1)$$

N^2 は入力映像信号のバースト信号の振幅の2乗値であり、この N と標準のバースト信号の振幅値との比をクロマ信号に乗ずることにより、クロマ信号を同じレベルに保つようにする。

(2) 肌色補正

肌色は人間の記憶色の最たるものであり、少しの色ずれでも見る人には違和感を与える。色信号を(R-Y)信号と(B-Y)信号を直交軸とするベクトルで表示すると、肌色は図3(a)の斜線で示す付近に分布する。

このシステムでは、色信号の空間を図3(b)に示すように、(R-Y)信号が正で(B-Y)信号が負でかつ直交軸の2等分線L付近の領域Aと、肌色から遠い色の領域Cと、これらの中間の領域Bに分類する。入力色信号がAの領域であった場合には(B-Y)信号の値を2等分線Lに近づけるように補正し、またCの領域の場合には何も補正は行わない。Bの領域ではAとCとの処理の差が不自然に変化しないように補正している。

この補正は領域AとBとに処理をとどめているので、例えば、緑色など他の色に影響を与えないという利点がある。

3.2 画像処理技術⁽²⁾⁽³⁾

NTSCの映像信号を印画する場合、画質改善のための画像処理が必要となってくる。ここでは、走査線補間、コント

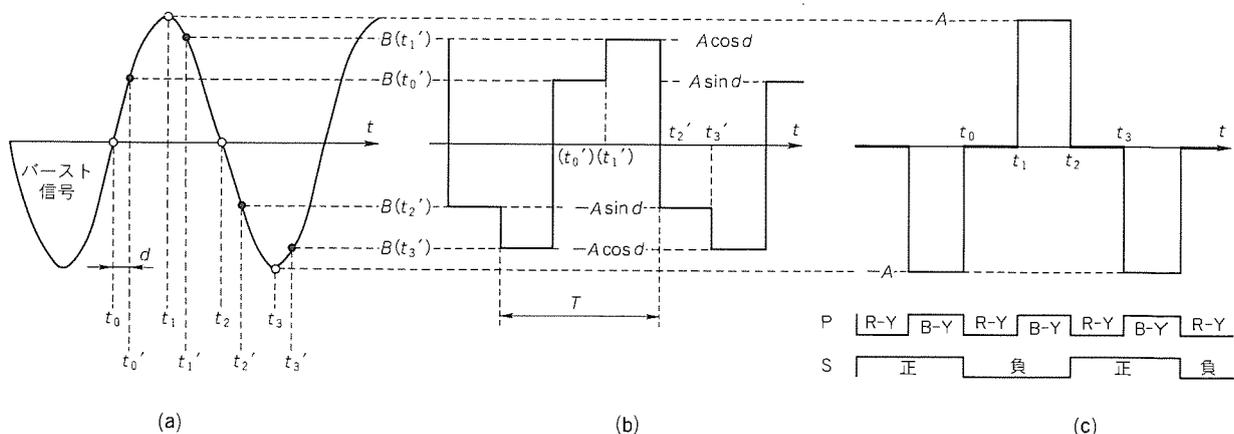


図2. デジタル復調

ラスト補正, そして彩度調整について説明する。

(1) 適応型走査線補間

NTSCの映像信号は、二つのフィールドから1枚のフレーム画面を構成するインタレース走査方式を採用している。二つのフィールド間には、1/60秒の時間差があるため、映像信号は静止画と動画に分類することができる。動画の場合、二つのフィールド画面を合成して印画すると、1/60秒間に被写体が動いた分だけ画像のブレが発生する。そこで、ブレの無い印画を得るためには、一つのフィールドから疑似的にフレーム画像を生成する走査線補間処理が必要になる。特に、テレビなどは動画中心であるので、高画質化の処理として重要な技術といえる。

一般的な走査線補間方法として、補間画素の上下2画素を平均する線形補間法が用いられている。図4のXを補間画素とした場合、補間画素Xは式(2)によって求められる。

$$X = (c + h) / 2 \dots\dots\dots (2)$$

線形補間を施した画像(図5)では、斜めの輪郭部分における画質の劣化が著しい。そこで、適応型補間は、画像の変

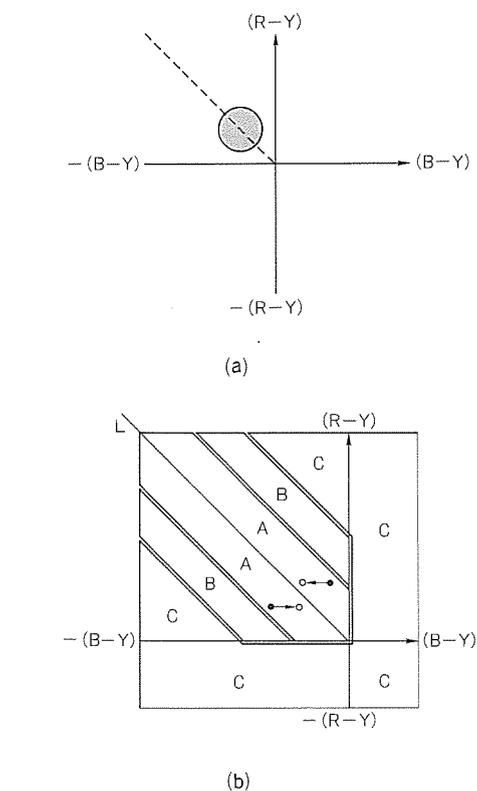


図3. 肌色補正の説明

参照ライン	...	a	b	c	d	e	...
補間ライン				X			
参照ライン	...	f	g	h	i	j	...

図4. 補間画素と参照画素

化から最も適した補間方向を判定し、左斜め補間と右斜め補間及び垂直補間を適応的に切り替えることで、輪郭部の画質改善を行っている。

図6にパターンテーブル参照法による適応型補間のアルゴリズムを示す。まず、図4において、補間画素Xに近接している6つの補間参照画素(a, c, e, f, h, j)を抽出する。抽出した補間参照画素から最大値と最小値の平均値を算出し、この平均値をしきい値として補間参照画素の2値化を行う。2値化した結果と図7に示すパターンテーブルとを照合することで斜め輪郭を検出して補間方向を決定する。最後に決定した補間方向にある画素対の平均値を算出して補間画素Xとする。図8に適応型走査線補間法によるプリント例を示す。図5と比べて輪郭部分のギザギザが減少していることが分かる。

ここでは、補間参照画素を(a, c, e, f, h, j)の6画素とした。これは、NTSCの輝度信号に周波数の帯域制限があることを考慮して、少ない回路規模で画質改善効果を上げるためである。

(2) コントラスト補正

映像信号を量子化して得た画像データは、伝送されてきた映像信号のコントラストに等しく、常に最大のコントラストをもった画像データを得ることができない。そこで、画像データをコントラストの高いデータに補正する必要がある。

まず、画像データから輝度分布のヒストグラムを作成する。図9は、8ビットで量子化した画像データの輝度分布を16段階のヒストグラムで表している。次に、ヒストグラムから輝度重心と白レベル、黒レベルを求める。白レベルと黒レベルは累積度数から決定し、黒レベルは画像の最も暗い部分、白レベル(W)は、最も明るい部分の階調数を示している。したがって、黒レベルを0階調、白レベルを255階調になるように変換することで画像のコントラストを最大にできる。また、輝度重心を任意の階調数に変化させることで、補正したコントラストを保ったまま、画像全体を明るくしたり暗くしたりすることができる。

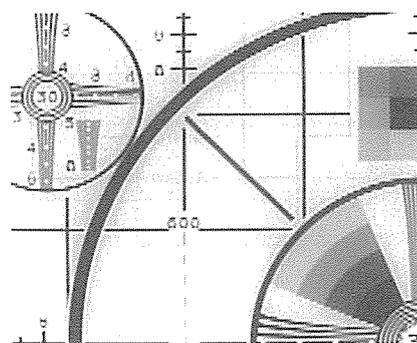


図5. 線形補間結果

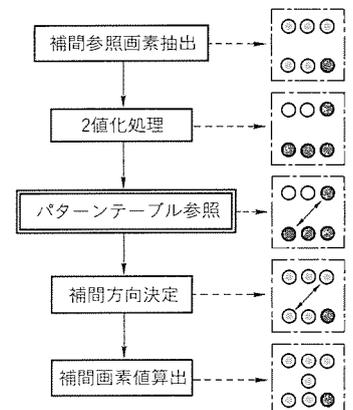


図6. 適応型補間法

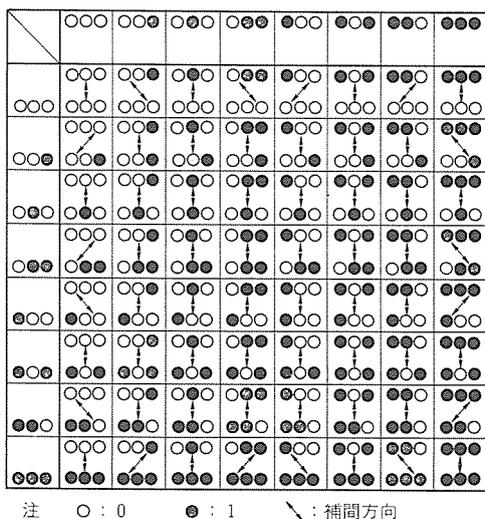


図7. パターンテーブル

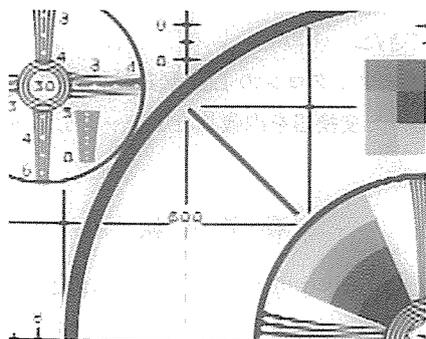


図8. 適応型補間結果

(3) 彩度調整

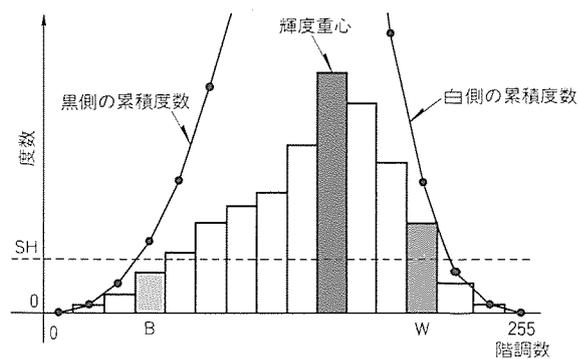
一般に、映像信号を印画する場合、彩度分布を広げる処理を施すことで色鮮やかな印画を得られるようになる。

図10に彩度調整のアルゴリズムを示す。まず、1画素のRGBデータから最大値MAXと最小値MINを抽出し、その平均値を算出する。図11(a)は、Rが最大値、Gが中間値、Bが最小値の場合を示している。次に、最大値と最小値の平均値をRGBの各データから減算して色成分(図11(b)の網掛け部)を求める。この色成分を外部から入力する係数によって調整し、再び平均値を加算することで、彩度調整後の画素データRGBを復元する。一般に、調整係数を1以上に設定すると画像の彩度が高くなり、1以下に設定すると彩度が低くなる。また、調整係数が0のとき、調整後のRGBのデータは、すべて平均値と等しくなり、白黒画像を得ることができる。このように、調整係数を任意に設定することで好みの彩度に調整することができる。

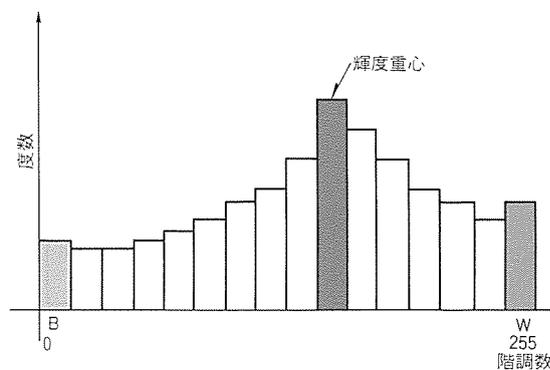
4. 回路の構成

4.1 LSIの概要

映像処理部と画像処理部をそれぞれ1個のLSIで実現したことで、このシステム全体は、①A/D変換器、②映像



(a) 原画像の輝度分布



(b) コントラスト補正後の輝度分布

図9. コントラスト補正による輝度分布の変化

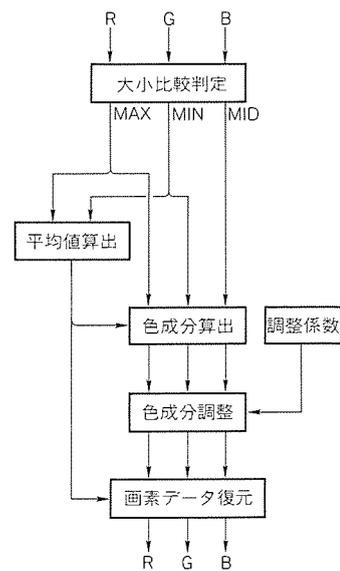


図10. 彩度調整法

処理LSI, ③画像処理LSI, ④D/A変換器, ⑤フレームメモリとしての4MビットDRAM, ⑥制御用マイクロプロセッサと⑦色変換用ROMの7種類のLSIで構成できるようになった(図12)。

映像処理LSIと画像処理LSIの概要を表1に示す。

4.2 全デジタル化の効果

映像処理部と画像処理部のデジタル化に伴い、従来機種

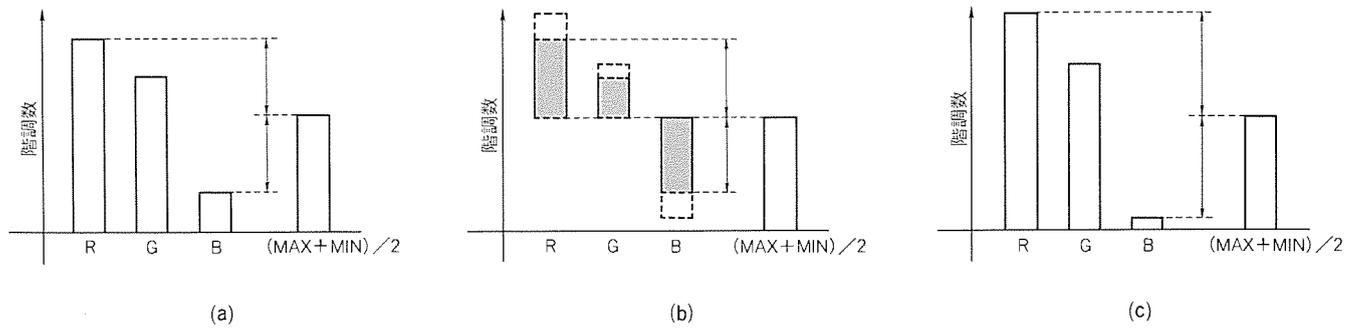


図11. 彩度調整の演算法

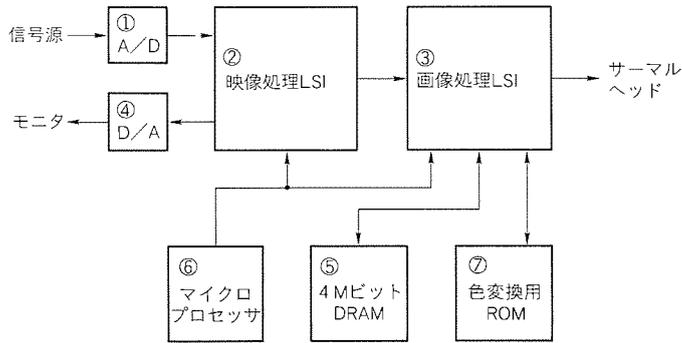


図12. 全デジタル化ビデオプリンタの回路構成

に比べてこのシステムでは、信号処理にかかわる部品点数が約500点から170点弱に削減でき、11か所あった調整箇所も全廃することができた。また、部品点数の減少により、900cm²の基板面積が必要だったものが約300cm²の基板に収容できるようになった。

5. むすび

この方式及びLSIの開発により、高画質と低価格が両立するビデオプリンタの製品化が可能となった。また、主要な機能をすべてデジタル回路で実現できるため、部品精度に

表1. 映像処理LSIと画像処理LSIの概要

	映像処理LSI	画像処理LSI
プロセス	CMOS 0.8 μmルール	CMOS 1.2 μmルール
ゲート数	約40Kゲート	約30Kゲート
パッケージ	160ピンQFP	160ピンQFP

よる製品のばらつきもなく、調整も不必要となり、製造工程が簡略化できた。

今後、ハーフミクロンのLSI製造技術を導入し、A/D変換器、D/A変換器を内蔵した1チップLSIを実現したい。

参考文献

- (1) 大橋知典, 賀井俊博: 新アルゴリズムによる二次元適応型YC分離フィルタ, 三菱電機技報, 65, No.6, 613~617 (1991)
- (2) 染谷 潤, 千葉和弘, 東 吉彦, 内田篤志: ビデオプリンタの高画質化画像処理, 信学技報, 91, No.277, IE 91-70 (1991)
- (3) 染谷 潤: ビデオプリンタの高画質化画像処理, 映像情報, 12, 25~31 (1992)

統合化ディスプレイ ネットワークシステム

山崎 悟* 長濱 淳**
前嶋一也*
森田俊二*

1. ま え が き

近年の映像サービスには目を見張るものがある。街頭では、大型 TV、マルチ TV、LED (発光ダイオード) 表示装置など様々な表示装置があふれ、映像に目を触れずに一日を過ごすことが難しいくらいである。表示装置の種類は豊富になり、更に大型化の傾向にある。

当社では、十数年前に大多数の観衆に映像サービスができる世界初の大型映像表示装置“オーロラビジョン”を開発し製品化して以来、公営競技場など様々な用途への納入実績を通じて映像サービスのノウハウを蓄積してきた。

今回、現在世の中で製品化されている各種表示装置の中からニーズに合わせて選択し、設置される表示装置を統合的に結合し、一元的に管理する“統合化ディスプレイネットワークシステム”(図1)を開発した。本稿では、このシステムの概要を紹介する。

2. システム概要

2.1 システムの特長

今回開発したシステムは、次のような特長がある。

(1) データの一元サービスが可能

各種情報データの映像サービスが1台の制御装置に統合されているため、表示形態や表示装置ごとの制御装置が不要である。

(2) マルチメディアサービスが可能

1本の同軸ケーブルで、多チャンネルの動画・静止画・データ・音声サービスができるため様々な運用形態に応じて多彩な情報サービスができる。

(3) 適材適所の表示装置

1面のTVから多面型TV、ビデオプロジェクター、屋内型大型表示装置、さらに屋外型超大型表示装置まで設備環境にマッチした表示装置が選択できる。

(4) 柔軟な表示運用が可能

表示装置の使い方を自由に切替え可能なため柔軟な運用に対応できる。

(5) 自動運用が可能

環境に合わせて選択した表示装置に対して自動運行プログラムによって自動運用ができる。

(6) 既存設備との高い親和性

既存のビデオ設備(カメラ、VTR等)を分配接続できる

ほか、このシステムで生成する新しい情報映像を既存設備に表示することができる。

(7) 他システムとの通信

他計算機システムとの通信により、各種情報を受信・蓄積した後、それを映像化して表示することができる。

2.2 システム構成

このシステムは、センター設備、伝送路、表示装置群のブロックで構成されている。このシステムの構成例を図2に示す。

2.3 システム機能・仕様

このシステムの機能仕様を表1に示す。

3. 各ブロックの機能

このシステムの各ブロック機能について以下に説明する。また、各ブロックの概略仕様を表2に示す。

3.1 センター設備

このシステムの中枢部であり、システムコントローラ、操作編集端末、ゲートウェイ装置及びビデオ機器で構成されており、各種データやタイミング情報に基づき映像サービスをするための情報を生成する。

(1) システムコントローラ

システムコントローラは、このシステムの情報を一元管理してシステム全体を統括制御する装置である。この装置は、外部との通信接続により、各種データやタイミング情報を受信する。また、LAN (Local Area Network) を経由して操作編集端末やゲートウェイ装置との通信も行う。

(2) 操作編集端末

このシステムでサービスする映像の編集、表示装置へサー

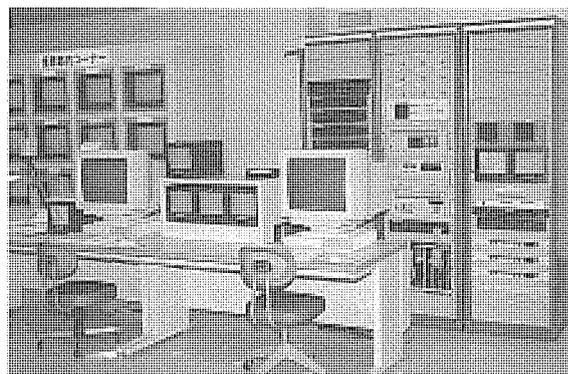


図1. システム全景

ビスするときの自動運行番組の編集・起動、表示装置への手動表示操作などを行う端末である。この端末は、EWSを採用しており、操作画面は、Xウィンドウシステムをベースとしてだれでも簡単に操作できるように工夫されている。操

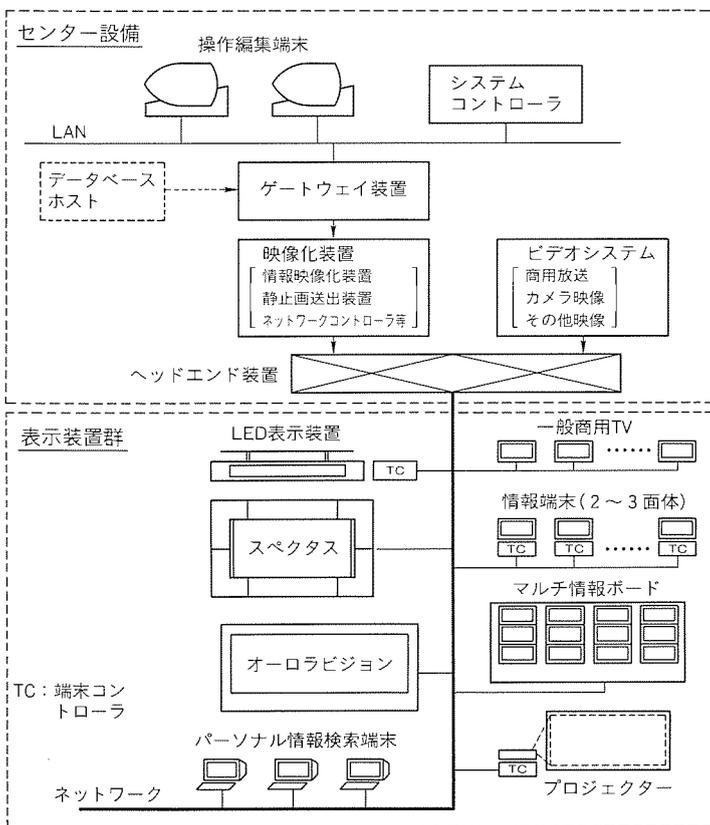


図2. システム構成例

表1. システム機能仕様

項目	機能
サービス	動画 最大10チャンネル 静止画 最大256枚/チャンネル
その他	一般商用放送の再送(別途受信設備が必要) 検索型端末のサポート(ローカル側に検索型端末が必要)
自動運行	あらかじめ編集された自動運行プログラムによる自動運転が可能。なお、自動運行プログラムは、複数種類登録可能。
手動運行	自動運行プログラムを手動代り入力で手動運転可能。
静止画編集	操作編集端末で各種静止画の編集が可能。 テキスト画編集 固定文字/変数データ表示 ロール画編集 連続巻上げ画面 テロップ画編集 流し文字画面 イメージ画編集 光ディスク装置を使用した画面 ユーザー文字編集 ユーザー登録文字 静止画の主な仕様は次のとおり。 解像度 592ドット×444ライン 色 16/4,096色 文字種類 7サイズ(漢字含む。) 文字修飾 斜体、ふちどりなど
その他	① 専用端末コントローラの接続台数=最大1,000台まで ② 専用端末コントローラに接続される表示装置の遠隔電源入切制御 ③ 専用端末コントローラのグルーピング設定=最大64グループ ④ 専用端末コントローラへの一斉同報表示

作編集の画面例を図3に示す。

(3) ゲートウェイ装置

LAN 通信部を経由してシステムコントローラや操作編集端末との通信制御を行い、この装置に接続された映像化装置とシステムコントローラとのプロトコル変換やビデオ機器遠隔制御を行う装置である。

(4) ビデオ機器

このシステムを運用するときに必要な光ディスク装置やマトリクススイッチャー装置等のビデオ機器を装備している。それらのビデオ機器は、ゲートウェイ装置を経由してセンターコントローラから遠隔自動制御される。

3.2 映像化装置

システムを構成する機器のなかで映像サービスを行うために情報を映像化する機器である。主要な機器の機能・仕様について以下に説明する。

(1) 情報映像化装置(型名 XCG-1000)

センターコントローラからの描画・制御コマンドを受信して生成される静止画と外部から入力されるビデオ映像とを単独又は重畳して出力する機器である。センター側に複数台設置され、固定メッセージやデータ等の文字情報を映像に変換する映像化装置である。また、この機器はテロップ表示(文字が横方向に流れながら表示されるもの)やロール表示(文字列が縦上方向に流れながら表示されるもの)、またワイプ表示(表示中の映像を次の映像で消しながら表示するもの)等の特殊表示も標

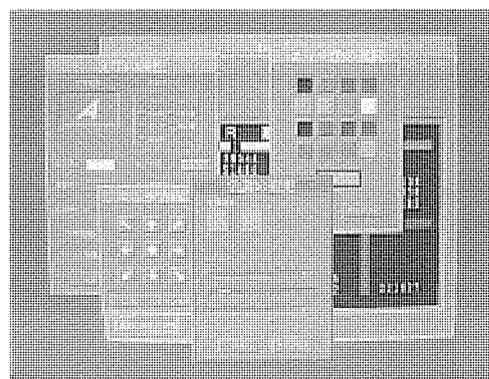


図3. 操作編集端末の操作画面例

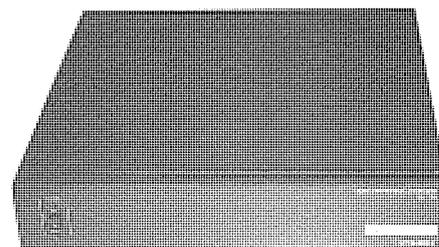


図4. 映像化装置の外観

表2. ブロック概略仕様

ブロック種別	概略仕様
表示装置	適用TV : 14~37インチ CRTモニタ : 14~21インチ プロジェクター : 70~120インチ LED表示装置 : オプション 大型表示装置 : 各種サイズ (注)なお、TV、モニタ等は多面体構成が可能。 検索型表示端末は、オプション。
センター設備	操作編集端末 : RISC型EWS システムコントローラ : RISC型EWS ビデオ機器 : 対応システムごとに構築
伝送路	伝送媒体 : 同軸ケーブル1本 伝送方式 : 広帯域周波数分割多重方式 使用伝送帯域 : 40~220MHz スプリット方式 : サブスプリット方式 ----- 動画チャンネル数 : 下り=最大20 音声チャンネル数 : 各動画ごとにステレオ音声 伝送周波数 : 各チャンネルごとに選択固定、 6 MHz/CH ----- 制御用チャンネル : 双方向デジタル各1CH 伝送方式 : FSK(RF) 伝送速度 : 64kbps 伝送周波数 : 上下とも1MHz帯域、周波数固定
映像化装置	<情報映像化装置: XCG-1000> 映像入力信号 : NTSC×1, S映像×1 映像出力信号 : NTSC×1, アナログRGB×1, S映像×1 外部制御信号 : RS-422×1 (64kbps, LAPB) 機能 : 文字/四角形描画 表示制御・文字列点滅/ワイプ表示 ・テキスト/テロップ/ロール表示 ・ビデオ表示 ・デジタル+ビデオの重畳表示 <静止画送出装置: XPT-1000> 映像入力信号 : デジタルビデオデータ×1 映像出力信号 : NTSC×1, アナログRGB×1, コンポジットシンク×1 外部制御信号 : RS-422×1 (64kbps, LAPB) 機能 : 静止画蓄積 (標準64フレーム, 最大256フレーム) 静止画シーケンシャル出力 出力サービステーブルによる周期的出力 <ネットワークコントローラ: XNC-1000> 外部制御信号 : RS-422×1 (64kbps, LAPB) ネットワーク : RFアナログ周波数多重×1 制御端末数 : 最大1,000台 機能 : 端末コントローラとの送受信制御/監視 <端末コントローラ: XTC-1100> 入力信号 : RF信号 映像出力信号 : NTSC×1, アナログRGB×1, S映像×1 音声出力信号 : ステレオ 機能 : チャンネル選択制御 ビデオ動画再生/静止画再生/動画フリーズ 遠隔制御による外部表示装置の電源入切制御

準備している。外観を図4に示す。

(2) 静止画送出装置 (型名 XPT-1000)

静止画送出装置へのビデオ出力信号を付加した情報映像化装置 (型名 XCG-1010) と組み合わせて複数のフレーム静止画映像を内部メモリに蓄積しておき、指定された順番、周期で読み出してビデオ出力する機器である。1系統の NTSC 信号で複数の静止画をフレーム単位でコマ送りの形態によ

て送出するもので、1台の静止画送出装置で最大256枚の静止画を送出できる。なお、この装置で送出される静止画を表示端末で再生表示するためには、“ネットワークコントローラ”と“端末コントローラ”が必要である。

(3) ネットワークコントローラ (型名 XNC-1000)

このシステムの映像ネットワークに接続される“端末コントローラ”との間で1:N通信を行い、その端末群を遠隔制御する装置である。通信は、64 kbps の速度で RF (Radio Frequency) モデムを利用した双方向伝送方式を採用している。

(4) 端末コントローラ (型名 XTC-1100)

このシステムの表示端末機器とネットワーク間に設置される機器で“ネットワークコントローラ”からの制御により、ネットワークにサービスされている RF 多重映像の中から一つのチャンネルを選択して映像音声に変換出力する装置である。端末コントローラは、表示装置の種類などによって複数のタイプがある。

4. 要素技術

4.1 ネットワーク伝送方式

このシステムのネットワーク伝送方式は、国内CATV標準のRFアナログ多重方式によるサブスプリット同軸伝送路を採用している。CATVのチャンネル配置を図5に示す。

4.2 静止画像サービス方式

このシステムでは、一つのNTSC信号で最大256枚の異なる静止画をサービスできる。この“静止画伝送方式”がこのシステムの特長であり、当社独自の開発機器によって多彩な静止画サービスが可能となっている。

4.2.1 NTSCにおける映像送出の基本

NTSC方式の映像では、次の事項が基本である。

(1) 毎秒約60コマの静止画像(フィールド画像)が送出されている。

(2) 連続する二つのコマで一つの静止画(フレーム画像)を構成している。

(3) 時間的に連続したコマ静止画の残像効果によって動きのある動画と認識される。

4.2.2 静止画送出の基本原則

複数の静止画を高速に送出するためにNTSCの送出原理

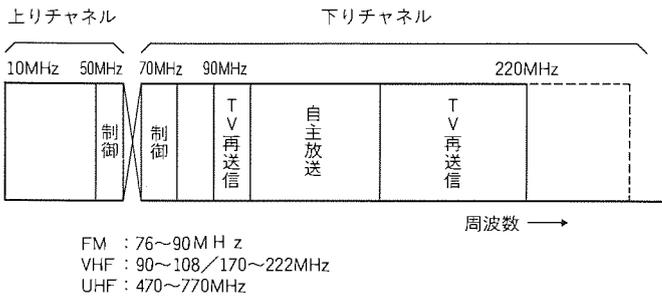


図5. CATVチャンネル配置

を巧みに利用している。すなわち、フレーム静止画を記憶するメモリを複数枚内蔵させておき、各メモリに異なる静止画を登録し、それらを順序よく読み出し、フレーム静止画を識別するためのデータを付加してNTSC信号として送出している。この出力映像をモニタTVで表示した場合、連続する静止画の内容には相関性がないため映像としては無意味なものになる。

4.2.3 静止画の再生方法

前述のようにして送出された映像信号から1枚のフレーム

静止画だけを取り出すものが“端末コントローラ”である。この装置は、送出時に付加されたデータを受信監視しており、表示したい静止画の番号と比較して、一致した場合にはその直後のフレーム画像を内部に取り込み保持した後、表示出力している。取り込みは、映像信号がある限り実施されているため送出内容を更新すると表示も更新される結果になる。このような送出方法を採用したため高速で、しかも同時に、多数の表示装置に静止画を表示サービスすることが可能になった。

5. む す び

以上のように、このシステムは各種映像装置を統合化したため様々な表示装置を使い大多数の人々に同時に、しかも様々な情報映像を一元サービスするシステムを構築することが可能になった。公営競技場内の情報ネットワーク表示システムやビル内情報サービス、空港や駅の案内サービスなど様々な情報サービスに応用展開されることが期待されている。

今後、さらに応用分野を広げ、より良いシステムにしてい

衛星利用放送品質コーデック

服部伸一* 浅井光太郎*
田中浩一* 坂戸美朝**
浅野研一*

1. ま え が き

衛星通信は、広域性・同報性・広帯域伝送性・耐災害性など地上通信網にはない特長をもっており、近年の民間通信衛星の整備とあいまって、適用分野が急速に広がりつつある。

放送業界ではこの衛星通信の利点に早くから着目しており、報道番組の制作に衛星通信を用いる Satellite News Gathering (以下“SNG”という。)システムを構築し、平成元年の民間通信衛星のサービス開始と同時に運用を開始した⁽¹⁾。

SNGシステムは、各放送ネット系列ごとに通信ネットワークを構成してニュース番組の素材伝送を行うもので、運用開始から3年を経た現在、その機動性を生かした番組作りの有用性は、放送業界で高く評価されている。

しかし、その一方では現行のシステムに対して使いやすさや経済性といった観点から、改善を望む声も高まり始めた。具体的課題としては、衛星トランスポンダの有効活用、降雨による回線不稼働時間の短縮、可搬性・機動性の向上などが挙げられる。

これらの要求にこたえ、さらに今後の技術動向をふまえた第二世代SNGとして、画像・音声を高能率符号化して伝送するデジタルSNGシステムが有望である。デジタル化によって、伝送帯域の削減や回線品質の向上、送信電力の低減といった伝送上のメリットが生まれるほか、最新の半導体技術を用いた機器の小型化・低消費電力化が期待できる。

当社では、このたびこの第二世代SNGシステムのキーコンポーネントである放送業務向け画像品質をもつ画像圧縮用のビデオコーデックを開発したので、その内容、特長などについて報告する。

2. SNGシステム

2.1 ネットワーク

放送業界では、番組、ニュース素材の収集や報道中継を目的として、各放送ネット系列ごとに民間通信衛星のトランスポンダを用いたSNGネットワークを構築している。一般的なSNGネットワークの構成を図1に示す。地球局は、主映像基地局、副映像基地局、系列基地局、車載局・可搬局から構成される。

取材現場に移動した車載局や可搬局からは、衛星回線を通じて主映像基地局や系列基地局に映像と音声伝送される。さらに、映像伝送中のスタッフ間の打合せを行うために、基

地局と車載局や可搬局の間には、オーダーワイヤと呼ばれる双方向の連絡回線が設定される。

車載局／可搬局では、取材現場に速やかに移動して短時間で放送準備を完了させるといった機動性が重要である。このため、アンテナを始めとした各種機材をできるだけ小型化することが望まれている。図2に車載局機器の構成例を示す。

2.2 映像・音声伝送方式

宇宙通信(株)の通信衛星スーパーバードのKu帯トランスポンダ(帯域36MHz)を用いると、連絡回線用帯域を除くと映像・音声には実質34MHz程度の帯域が使用可能となる。

従来のSNGシステムでは、映像・音声をアナログFM方式で変調して所定の帯域内に配置している。トランスポンダ上での周波数配列を図3に示す(以下、従来システムを“アナログSNG”という)。

フルトランスポンダ伝送は、テレビ1波を伝送するモードで番組中継など映像・音声の品質を重視した用途に用いられる。一方、ハーフトランスポンダ伝送は、映像・音声の品質を若干犠牲にする代わりに1トランスポンダでテレビ2波を伝送するもので、ニュース素材の伝送などに用いられる。

2.3 デジタル化の利点

各放送ネットのSNGネットワークは平成元年の稼働開始以来着実に整備されてきており、現在では200局を超える地球局が開設されている。この間、報道中継や番組素材の収集などでその真価を発揮し、現在の放送局の取材活動においてなくてはならない存在となっている。

しかし、その存在意義が高まるにつれて、現行システムに対する改善要望も明確になってきた。主な要望は以下のとおり。

- (1) 使用料金が非常に高価な現行トランスポンダを、もっと有効に活用したい。
- (2) 悪天候等の低い回線C/N時にも通信したい。
- (3) アンテナを含めたシステム機器の小型化によって機動性を向上させたい。
- (4) 低電力送信を可能にして、現行の進行波管を使用した送信機からメンテナンスフリーの半導体を用いた固体化送信機が使用できるようにしたい。
- (5) トランスポンダ内の伝送路ひずみ、干渉等による伝送品質の劣化を小さくしたい。

これらの課題に対する解決策として、映像・音声を高能率

符号化しデジタル信号として伝送するデジタルSNGシステムが考えられる。高能率符号化技術は近年急速な進歩を遂げており、用途に応じてテレビ信号を数分の1から数百分の1程度までに圧縮することが可能になっている。

システム全体をデジタル化することにより、次のような利点が生まれる。

- (a) 1トランスポンダで伝送できる映像チャンネル数を増やすことができる。
- (b) 誤り訂正技術を用いることにより、降雨による回線品質の劣化に強くなる。
- (c) 従来よりも低い送信電力で、従来以上の回線稼働率を確保できる。
- (d) デジタル回路で構成することにより、最新の半導体技術による小型化・低消費電力化が容易になる。
- (e) 伝送路ひずみ及び干渉等が画質に直接影響を与えない。
- (f) 放送局のデジタル化動向との整合性が取りやすい。

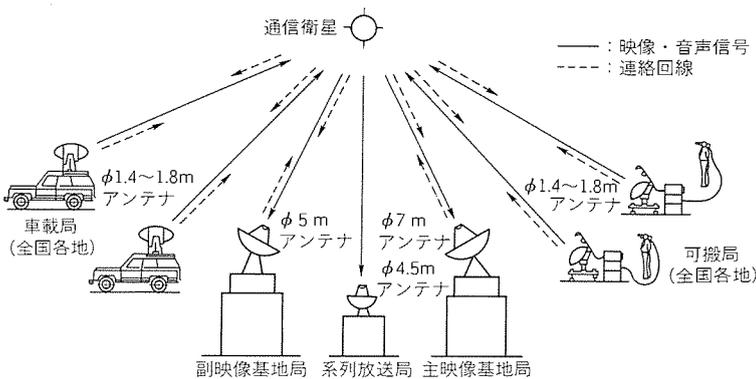


図1. SNGネットワークの構成

これまで述べてきたようにSNGシステムのデジタル化は、現在の放送局の要望を満たし、さらに今後の放送技術の動向にも対応した方策であるといえる⁽²⁾。

3. ビデオコーデック

ビデオコーデック (ビデオエンコーダ, ビデオデコーダ) は、デジタルSNGにおけるキーコンポーネントである。この装置は、アナログの映像信号をデジタル化 (約115Mbps) し、高能率符号化技術により、1.9Mbps, 6.7Mbps, 13.4Mbpsに圧縮伝送するものである。

3.1 構成

ビデオエンコーダの構成を図4に、ビデオデコーダの構成を図5に示す。ビデオエンコーダでは、ビデオ符号化部で映像信号を、またオーディオ符号化部でオーディオ信号をデジタル圧縮する。圧縮されたデジタル信号はオーダーワイヤ信号等と多重化された後に、誤り訂正符号化され、ディジ

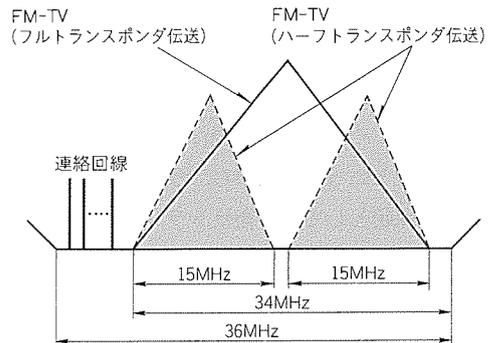


図3. 衛星トランスポンダ上の周波数配列 (アナログSNG)

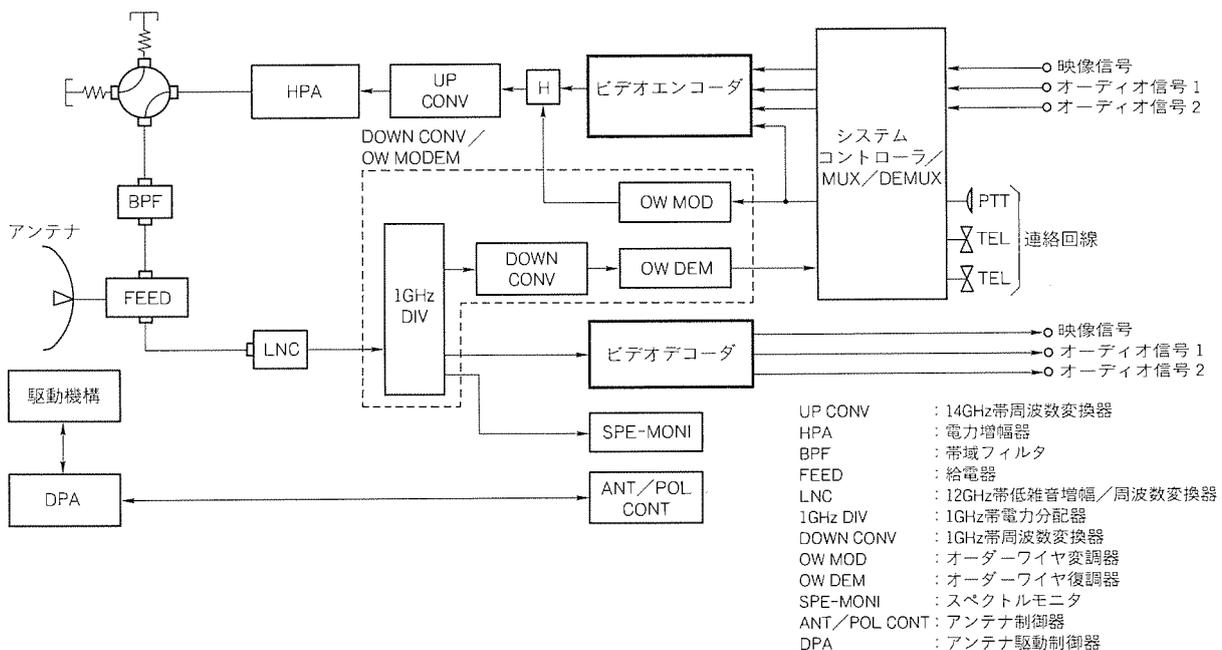


図2. 車載局機器の構成例

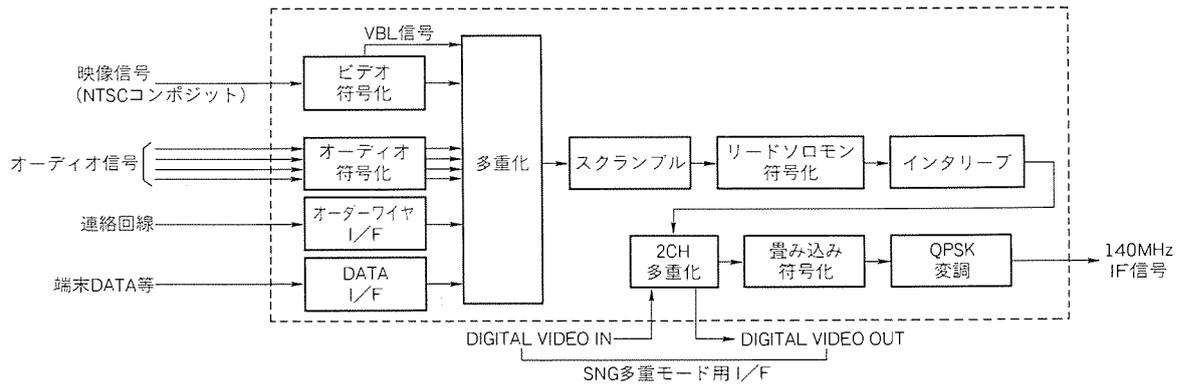


図4. ビデオエンコーダのブロック図

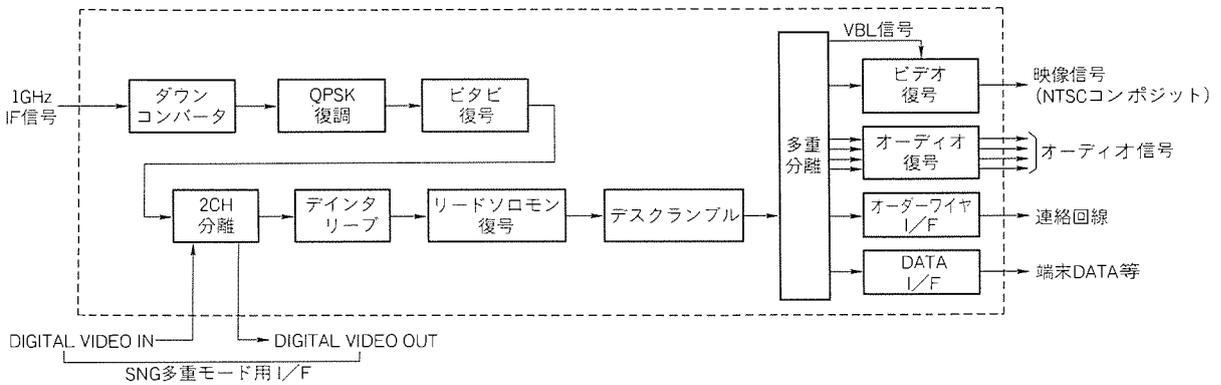


図5. ビデオデコーダのブロック図

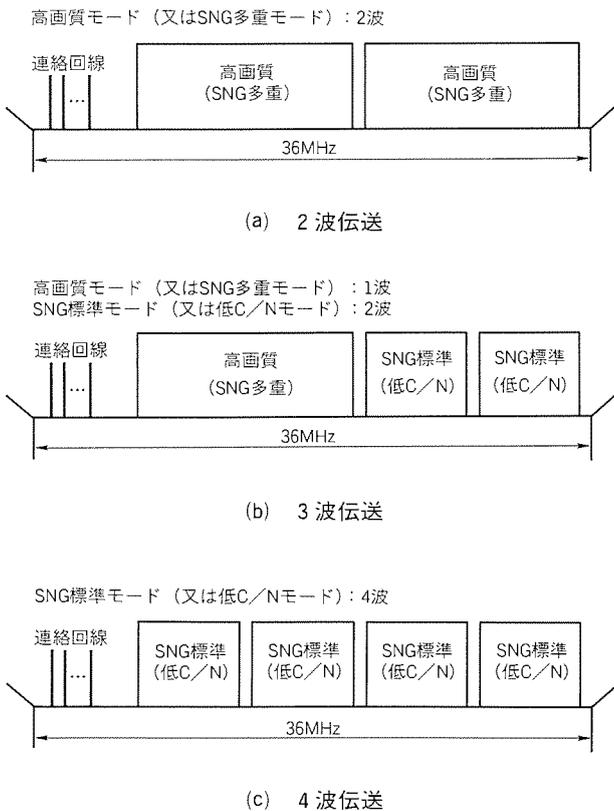


図6. 衛星トランスポンダ上の信号周波数配列 (デジタルSNG)

タル変調をし、140 MHz 帯の IF 信号となる。ビデオデコーダでは、逆に受信 IF 信号からデジタル復調、誤り訂正を行い、ビデオ、オーディオ及びオーダーワイヤ信号等に分離する。分離されたビデオとオーディオのデジタル信号は各々ビデオ復号部、オーディオ復号部で復号される。

3.2 特長

この装置の特長を以下に示す。

(1) 動き補償 DCT 方式による映像信号の高効率符号化

映像信号の符号化方式として、フレーム間/フィールド間適応動き補償予測、DCT (離散コサイン変換) 及び可変長符号化を組み合わせる使用することにより、高い情報圧縮率の達成と高画質との両立を実現している。

(2) 強力な誤り訂正方式

接続符号 (畳み込み符号化/ビタビ復号+リードソロモン符号) による訂正能力の高い誤り訂正方式を採用することにより、回線稼働率の向上を図るとともに小電力伝送を可能にしている。

(3) 狭帯域デジタル変調

変調方式として、狭帯域の衛星回線に適する占有帯域の小さい4相変調方式 (QPSK) を採用している。

(4) 用途に応じた4種類の伝送モード

次の4種類の伝送モードをもち、柔軟な運用形態がとれる。

図6に4種類の伝送モードを用いた衛星トランスポンダ上の

信号周波数配列の例を示す。

- (a) SNG 標準モード：通信衛星スーパーバンドのトランスポンダで最大 4 波の伝送が可能。
- (b) 高画質モード：トランスポンダ当たり 2 波伝送とし、より高品質な映像及び音声を伝送する。
- (c) SNG 多重モード：SNG モードを 2 チャンネル多重化

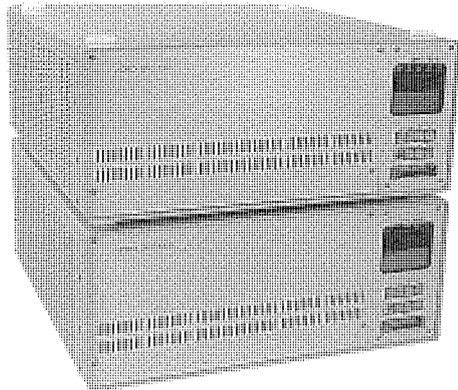


図 7. ビデオエンコーダ、デコーダの外観

表 1. 伝送信号諸元

項目		内容			
伝送モード		高画質	SNG標準	低C/N	SNG多重
変調方式		QPSK			
伝送帯域 (MHz)		13.1	6.6	3.7	13.1
伝送速度 (Mbps)		21.8	10.9	6.1	21.8
キャリア数 (／36MHz)		2 波	4 波	4 波	2 波
誤り訂正方式	外部符号	リードソロモン符号 (255,239)			
	内部符号	畳み込み符号／ビタビ復号			
		$R = 3/4$	$R = 3/4$	$R = 1/2$	$R = 3/4$
情報速度 (総計) (Mbps)		15.2	7.6	2.9	15.2
スレッシュールドBER		1×10^{-12}		1×10^{-10}	1×10^{-12}
スレッシュールドC/N (dB)		6.4		3.5	6.4
映像信号	信号型式	NTSCコンポジットアナログ信号及びD-2コンポジットデジタル信号 (パラレル)			
	信号帯域 (MHz)	4.2			
	チャンネル数 (ch)	1		2	
	情報速度	13.3Mbps	6.7Mbps	1.9Mbps	6.7Mbps/ch 13.3Mbps/Total
音声信号	信号型式	アナログ信号及びAES/EBUデジタル信号			
	信号帯域 (kHz)	20			
	チャンネル数	4 ch	2 ch		2 ch/映像 4 ch/Total
	情報速度	192kbps/ch 768kbps/Total	128kbps/ch 256kbps/Total	128kbps/ch 512kbps/Total	
O/W信号	信号帯域 (kHz)	3.4			
	チャンネル数	4 ch		4 ch/映像 8 ch/Total	
	情報速度	32kbps/ch 128kbps/Total		32kbps/ch 256kbps/Total	
ネットキュー情報速度		256kbps		256kbps/ch 512kbps/Total	

し、1波で2チャンネルの映像を伝送する。

- (d) 低 C/N モード：悪天候時の回線品質が低下しているときにも、最低限の品質の映像を伝送する。

(5) スクランブル機能

秘匿機能を装備し、情報伝達の安全性を確保できる。

(6) VBL 重畳信号 (ネットキュー信号) の伝送

テレビジョン信号の垂直帰線期間に重畳されているネットキュー信号を映像信号と分離して処理し、高能率符号化の影響を受けることなく確実に伝送する。

(7) 送信電力の低減

直径 1.4 m アンテナと 20 W 出力の送信機という構成の小型地球局で運用が可能である。

(8) アナログ SNG との互換性

ビデオエンコーダは 140 MHz 帯出力、またビデオデコーダは 1 GHz 帯入力とし、従来のアナログ SNG 設備のインタフェースと互換性をもっており、最小限の変更で既存アナログ SNG システムのデジタル化が可能である。

3.3 仕様

用途に応じて伝送モードを切り替えることにより、衛星回線を効率的に活用できるようにするため、4 種類の伝送モードを設定した。この装置で伝送する映像、音声及びネットキュー信号等の伝送信号諸元を表 1 に示す。また、図 7 にビデオエンコーダ、デコーダの外観を示す。

3.4 映像符号化方式

基本的な符号化方式は動き補償予測を使用した適応 DCT 方式であり、表 2 にその主要諸元を示す。また、図 8 に映像符号化部のブロック図を示す。図中の各ブロックの機能概要を以下に述べる。

(1) 前処理部

入力画像信号 (ラスタスキャン) を符号化のために所定のフォーマット (ブロックスキャン) へ変換する。また、前フレームとの相関を算出する。

(2) 動き補償予測部、インタ／イントラ判定部

所定の画素ブロックごとにフレーム間とフィールド間の中から最も予測誤差の小さい予測信号を選

択する⁽³⁾。さらに、インタ/イントラ判定部が、そのフレーム間/フィールド間予測信号 (Inter) とフィールド内予測信号 (Intra) とから最適な予測信号を選択する。

(3) 適応 DCT 部

予測誤差信号を 8×8 画素単位にフィールド内/フレーム内で適応的に二次元 DCT し、最適な空間周波数成分信号を算出する。一般的に DCT 変換係数の低周波にエネルギーが集中することを利用して、伝送情報量の圧縮を図る。

(4) 適応量子化部

空間周波数成分の信号をあらかじめ決められた量子化特性で割算する。量子化特性は複数種類あり、この割算で伝送する周波数成分の精度を切り替え、伝送すべき情報量の加減をする。量子化特性の選択は、符号化制御部がベースとなる特性を指示し、さらに適応量子化部が被符号化画像の特徴に応じて最適なものを選択する。

(5) 可変長符号化部

量子化されたデータ中の“0”の連続する個数と“0”でないデータとの組合せにより、一つの符号を発生する二次元ハフマン符号化を行う。

(6) 送信バッファ

衛星回線は固定ビットレート回線であり、一方、ハフマン符号の発生符号量は入力画像の絵柄によって変化するため、送信バッファにいったん蓄積してから一定ビットレートで読み出される。

(7) 符号化制御部

送信バッファ容量と発生符号量制御との諸条件は導出されており⁽⁴⁾、符号化制御部は、その条件を満たすように発生符号量を制御する必要がある。基本的には送信バッファ残量及び発生符号量とからのフィードバック制御並びに前処理部からのフレーム相関の大小算出値からのフィードフォワード制御による量子化テーブルの選択を行っている。

(8) 逆量子化、逆 DCT、フレームメモリ

逆量子化、逆 DCT によって映像信号は復号され、復号映像信号はフレームメモリに記録される。フレームメモリに記録された復号映像信号は次の予測信号として使用される。

3.5 誤り訂正方式

低電力伝送による低 C/N 時においても高能率符号を誤りなく伝送できる強力な誤り訂正は、伝送方式のデジタル化による大きな利点の一つである。

誤り訂正方式は、畳み込み符号とリードソロモン符号とを

使用した接続符号化方式を採用している。内部符号として符号化率 3/4 と 1/2 の畳み込み符号を使用し、デコーダ側でビタビ復号を行う。外部符号としては、ビタビ復号で残るバースト誤りを訂正できる (255, 239) のリードソロモン符号を用いている。さらに、バースト誤り訂正効果を強化するために 4 段のインタリーブを施している。

3.6 変復調方式

デジタル変調方式として、狭帯域伝送の点で優れた QPSK 変調方式を採用した。

復調方式としては、デジタルコストス同期検波方式を採用している。同方式は、低 C/N での安定な動作が可能である。また、デジタル処理によって伝送モードに応じた可変伝送レートでの運用が可能である。

3.7 アナログ SNG との比較

直径 1.4 m アンテナ、送信電力 10 W の可搬局から東京基地局 (直径 7.0 m アンテナ) へ送信する場合の伝送モードによる映像送信可能範囲の違いを図 9 に示す。SNG 標準モードでは、本州、四国及び九州をカバーでき、低 C/N モードでは日本全土で通信できる。

表 2. 映像符号化方式

項目		内容			
伝送モード		高画質	SNG標準	低C/N	SNG多重
入出力信号		NTSCコンポジットアナログ信号及びD-2コンポジットデジタル信号(パラレル)			
YC分離方式		適応型デジタルYC分離方式			
フレームレート (フレーム/s)		30			
符号化情報速度		13.3Mbps	6.7Mbps	1.9Mbps	6.7Mbps/ch 13.3Mbps/Total
符号化方式	動き補償予測	フレーム/ フィールド適応予測		フレーム間	フレーム/ フィールド 適応予測
	DCT	8×8ブロック適応DCT			
	可変長符号化	ブロックタイプ、動きベクトル等：一次元ハフマン符号 量子化インデックス：二次元ハフマン符号			
	符号化制御	情報量平滑化制御、適応量子化制御			

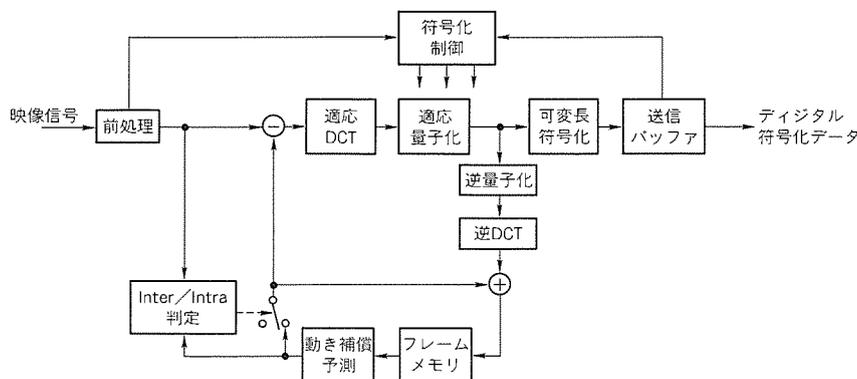


図 8. 映像符号化部のブロック図

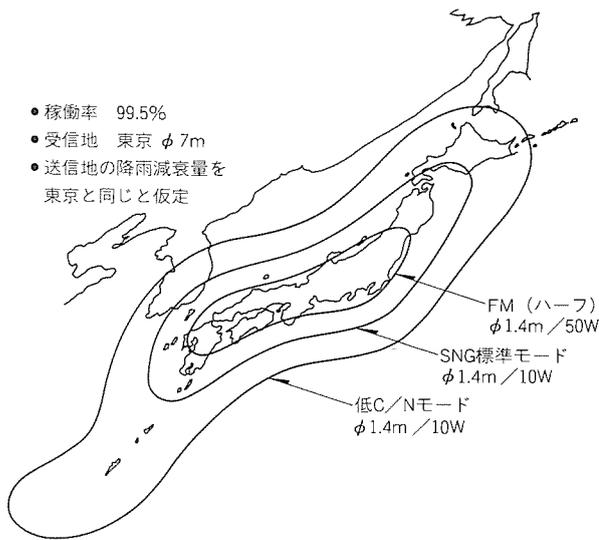


図9. 伝送モードによる映像送信可能範囲の違い

一方、比較のために載せた従来のFM方式のアナログSNG(ハーフ)では、直径1.4mアンテナ、50W送信電力でも本州をカバーできていない。これより、デジタルSNG(SNG標準モード、低C/Nモード)は、より低い送信電力で高い回線稼働効率を確保できるといえる。

また、1衛星トランスポンダ当たりアナログSNG(ハーフ)伝送では2波(2チャンネル)の通信が可能であるが、SNG標準モードでは4波(4チャンネル)の通信が可能である。衛星トランスポンダの利用効率は2倍となる。

4. むすび

SNGシステムのデジタル化を目的として開発した画像圧縮用ビデオコーデックについて、その構成、特長などを紹

介した。この装置を用いることにより、従来に比べて衛星トランスポンダの有効活用や、回線稼働率の向上、送信電力の低減などが可能なデジタルSNGシステムが実現できる。

今後は、デジタル化のメリットを十分に生かした使いやすいシステムの構築を目指して、運用面を中心とした検討を継続的に実施していく必要がある。

さらに、映像のデジタル圧縮技術の適用分野が急速に広がっている現状をふまえ、今回開発したビデオコーデックを高品質放送の映像伝送が要求される様々な用途に展開していくことも検討していく。

最後に、この装置の開発に当たり、貴重な御助言をいただいた放送局の関係各位に深謝する。

参考文献

- (1) 清水芳之, 堀江 丞, 中西道雄, 岡田東亜, 日向正瑞: SNGネットワーク, 三菱電機技報, 64, No.2, 137~141 (1990)
- (2) 坂戸美朝, 佐々木 源, 浅野研一, 浅井光太郎, 海老沢秀明, 吉田英夫: デジタルSNGシステム用ビデオコーデック, テレビジョン学会無線・光伝送研究会技術報告 (1993)
- (3) 西川博文, 浅井光太郎, 村上篤道: インターレース画像に適したフレーム間/フィールド間適応動き補償予測符号化方式, テレビジョン学会年次大会講演予稿集, 387~388 (1992)
- (4) 田中浩一, 岡田信一, 服部伸一, 浅野研一: 固定ビットレートで伝送する符号化画像のバッファリングに関する一検討, 電子情報通信学会春季大会講演論文集, 7, 6-153 (1992)

100Mbpsのハイビジョン信号の符号化

幡野喜子* 中井隆洋*
 篠原 隆*
 伊藤 浩*

1. ま え が き

近年の映像・音声信号のデジタル化の流れに沿い、ハイビジョンもデジタル伝送が有力視されている。デジタル信号は、伝送路等による劣化を受けにくい反面、膨大な情報量をもつというデメリットをもっている。そのため、伝送路の有効利用という見地から、冗長な映像信号を圧縮する必要が生じる。特に素材伝送を考慮した場合、30MHzの映像帯域幅をもつスタジオ規格のハイビジョン信号は、輝度信号の標本化周波数が74.25MHz、色差信号の標本化周波数が37.125MHzで、有効領域だけで954Mbpsのレートとなる。このような信号を広帯域ISDNで伝送するため、100～140Mbpsに圧縮する高能率符号化方式の開発も行われてきている⁽¹⁾。

筆者らは、現行テレビジョン信号の圧縮方式として、サブバンド符号化と三次元離散コサイン変換(DCT)を組み合わせた符号化方式を提案してきたが⁽²⁾、その方式に改良を加えることによって、スタジオ規格のハイビジョン信号を、高画質を保持したまま、約100Mbpsに圧縮できることをシミュレーションによって確認した。

本論では、まず、サブバンド分割と三次元DCTを組み合わせた符号化方式の構成について説明し、次にシミュレーション結果について述べる。最後に、時間方向の冗長性削減方法として動き補償フレーム間予測を採用した場合との比較について述べる。

2. サブバンド+三次元DCT符号化方式

今回検討したサブバンド+三次元DCT符号化方式の概要を図1に示す。入力信号は、74.25MHzで標本化された輝

度信号Yと、それぞれ37.125MHzで標本化された色差信号Pb, Prである。後で述べるように、垂直方向は8ライン/フィールド単位でブロック化しているため、1フィールドの有効画素数は1,920画素×512ラインとした。したがって、入力信号のビットレートは944Mbpsである。これを図1に示した符号化方式により、約100Mbpsに圧縮した。以下、各部について説明する。

2.1 サブバンド分割

スタジオ規格のハイビジョン信号の場合、Y信号の帯域は30MHzという広帯域であるが、実際に数種の動画で18MHz以上の成分を調べると、電力は非常に小さく、視覚に与える影響も小さいことが分かった。このような信号の場合、サブバンド分割を用いることにより、周波数帯域に応じた効率の良い符号化を行うことができる。

サブバンド分割は、図2に示したように周波数帯域を水平・垂直にそれぞれ2分割するものを用いた。水平及び垂直の低域成分をLLバンド、水平の低域成分でかつ垂直の高域成分をLHバンド、以下同様にHL, HHバンドと呼ぶことにする。

サブバンド分割/合成のブロック図は図3のようにになる。サブバンド分割への入力信号が1,920画素×512ライン/フィールドなので、各バンドの信号は960画素×256ライン/フィールドとなる。今回、分割/合成フィルターとして8タップのQMF(Quadrature Mirror Filter)⁽³⁾を用いた。また、各フィルターの内部演算精度は16ビットとし、第1段のフィルター出力を12ビット、分割側の最終出力は9ビットとした。

2.2 三次元DCT

図1に示したように、サブバンド分割から出力される各バ

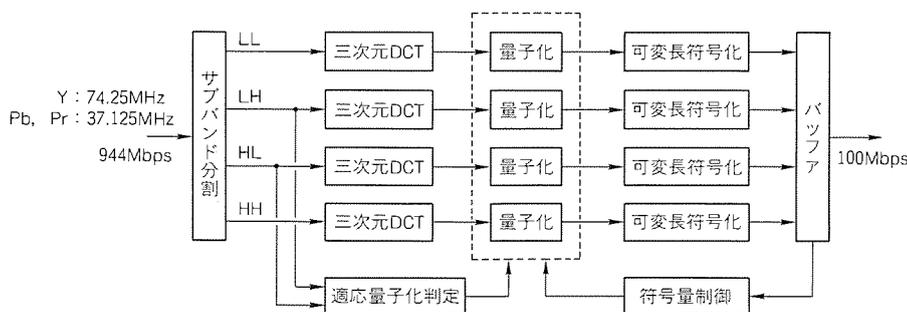


図1. サブバンド分割+三次元DCT符号化方式

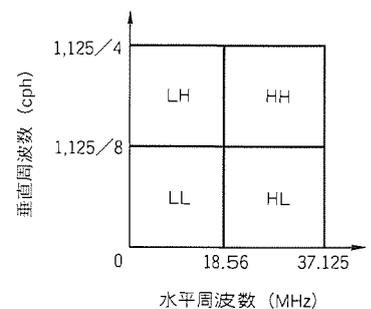


図2. サブバンド分割 (Y信号の場合)

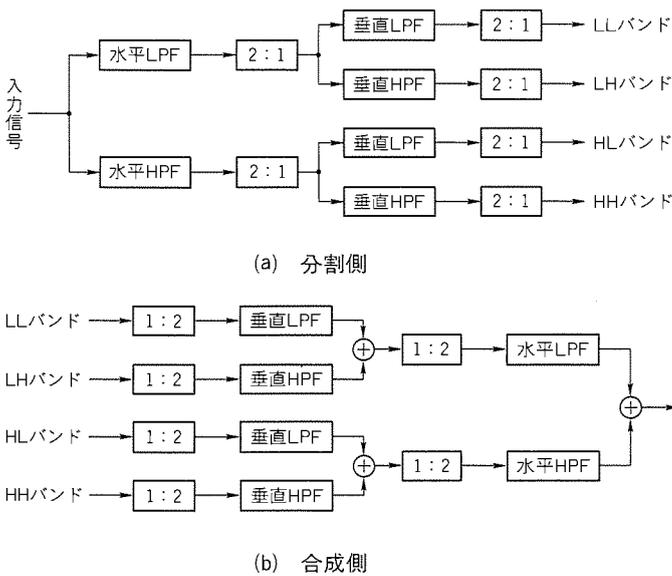


図3. サブバンド分割/合成のブロック図

ンドは、三次元 DCT を用いて符号化を行う。三次元 DCT は、画像を水平・垂直・時間方向の三次元ブロックに分割し、各ブロック $S(i, j, k)$ ($0 \leq i < L, 0 \leq j < M, 0 \leq k < N$) に対して次式のような直交変換を施し、変換係数 $F(u, v, w)$ ($0 \leq u < L, 0 \leq v < M, 0 \leq w < N$) を得るものである。

$$F(u, v, w) = \frac{8}{LMN} \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{M-1} \sum_{k=0}^{N-1} C(u) \cdot C(v) \cdot C(w) \cdot S(i, j, k) \cdot \cos \frac{(2i+1)u\pi}{2L} \cdot \cos \frac{(2j+1)v\pi}{2M} \cdot \cos \frac{(2k+1)w\pi}{2N} \dots \dots \dots (1)$$

ここで、

$$C(u) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & (u = 0) \\ 1 & (u \neq 0) \end{cases} \dots \dots \dots (2)$$

である。

今回、ブロックサイズは $L = M = N = 8$ とした。ただし、 L 画素 \times M ラインの二次元ブロックはフィールド内で構成し、 $N = 8$ フィールドで 1 ブロックとしている。

2.3 適応量子化判定

DCT によって得られた変換係数 $F(u, v, w)$ は量子化される。ここで、すべてのブロックの DCT 係数を同じ量子化ステップ幅で量子化すると、主観的に画質劣化が目立つ部分と目立たない部分ができる。これは、量子化ノイズの振幅が同じであっても、原画が変化の激しい部分であればノイズは目立たず、変化のほとんどない部分であれば目立つからである。このため最も画質劣化が目立つのは、1 ブロックの中に平坦部とエッジ部が混在するようなブロックである。こ

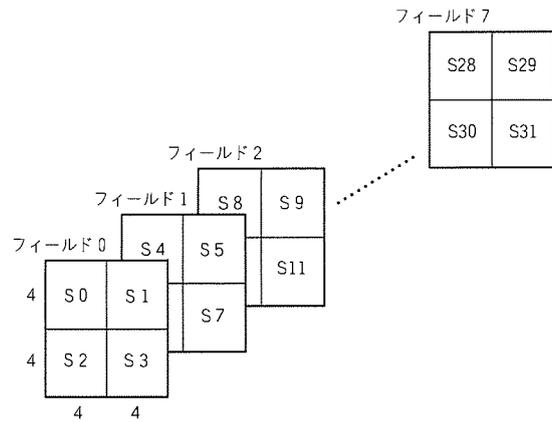


図4. サブブロック分割

のようなブロックでは、平坦部に広がったノイズが劣化として検知されやすい。これがいわゆるモスキートノイズとなる。

そこで、同一ブロックの中に平坦部とエッジ部が存在するかどうかを判定し、量子化ステップ幅を決定するような構成を検討した。平坦部とエッジ部の判定は、LH, HL, HH バンドを使えば容易に構成できる。これらの信号は原画像のエッジ部を表しているからである。ただし、種々の動画でシミュレーションを行ったところ、HH バンドは非常にパワーが小さく、エッジ部の判定に適していないことが分かった。したがって、LH, HL バンドを使って、平坦部・エッジ部の判定を行い、同一位置に相当する四つのバンドのブロックに対して、その判定結果を用いることにした。

実際に用いた判定方法は次のとおりである。まず、LH, HL バンドの各ブロック $S(i, j, k)$ を用いて、それぞれ、次の手順でパラメータ Q_{LH}, Q_{HL} を求める。

(1) 図4のように、 $8 \times 8 \times 8$ のブロック $S(i, j, k)$ を 4×4 のサブブロック $S_n(i, j)$ ($0 \leq i, j \leq 3, 0 \leq n \leq 31$) に分割する。

(2) 各サブブロック $S_n(i, j)$ において絶対値の最大値 M_n を求める。

$$M_n = \max \{ |S_n(i, j)| \mid i, j = 0, \dots, 3 \} \dots (3)$$

$(n = 0, \dots, 31)$

(3) 規定値 α, β に対して、

$$M_n < \alpha \text{ なる } n \text{ がある} \Rightarrow \text{平坦部あり}$$

$$M_n < \beta \text{ なる } n \text{ がある} \Rightarrow \text{エッジ部あり}$$

と判定する。

(4) (3)の判定をもとに、

$$\text{平坦部もエッジ部もある} \Rightarrow Q = 1$$

$$\text{平坦部あり, エッジ部なし} \Rightarrow Q = 2$$

$$\text{平坦部なし} \Rightarrow Q = 3$$

により、パラメータ Q を決定する。ここで、LH バンドのブロックから得られたパラメータ Q を Q_{LH} 、HL バンドのブロックから得られたパラメータ Q を Q_{HL} とする。

同一位置に相当する LH, HL バンドのブロックに対して, 上記(1)から(4)の手順で得たパラメータ Q_{LH} , Q_{HL} のうち小さい方を aq とする。このパラメータ aq が同一位置に相当する四つのバンドのブロックに対する適応量子化パラメータとなり, $aq = 1$ なら細かい量子化器, $aq = 3$ なら粗い量子化器を用いる。

2.4 量子化器

量子化は, 適応量子化判定で決定されたパラメータ aq と, 後で述べる符号量制御パラメータ $bctl$ ($-3 \leq bctl \leq 3$) とから, 各バンドごとに使用する量子化器を選択して行う。量子化器は 7 種類用意した。最も細かい量子化器は変換係数を 11 ビットで量子化するものである。これを第 1 の量子化器と呼ぶ。この第 1 の量子化器のステップ幅を 1 としたとき, $\sqrt{2}$ のステップ幅をもつ量子化器が第 2 の量子化器である。以下同様に, $(\sqrt{2})^{n-1}$ のステップ幅をもつ量子化器が第 n の量子化器である ($n \leq 7$)。最も粗い量子化器は第 7 の量子化器で, ちょうど 8 ビットの量子化器になる。

$aq = 1$ で符号量制御パラメータがデフォルト ($bctl = 0$) の場合, Y 信号の LL, LH バンドはすべての変換係数を第 1 の量子化器で量子化する。HL バンドは第 2 の量子化器, HH バンドは第 3 の量子化器を用いる。色差信号の LL バンドは第 2 の量子化器, LH, HL, HH バンドは第 3 の量子化器を使う。

適応量子化パラメータ aq が一つ大きくなると, それぞれ, 一つ粗い量子化器を使う。また, 符号量制御パラメータ $bctl$ が一つ大きくなっても, 一つ粗い量子化器を使うことになる。例えば, Y 信号の LL, LH バンドの場合,

$$n = aq + bctl \dots\dots\dots (4)$$

で得られる第 n の量子化器を用いる。ただし, n の値は,

$$1 \leq n \leq 7 \dots\dots\dots (5)$$

となるようにクリップする。

2.5 可変長符号化

量子化した三次元 DCT 係数は, スキャンによって一次元

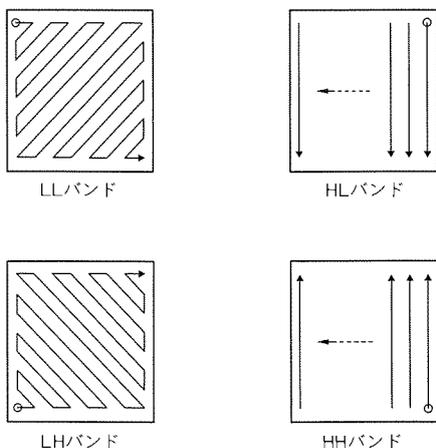


図 5. スキャン

信号に変換し, ランレングス符号化する。

スキャンは図 5 のようにバンドごとに変える。図の○印がスキャンの開始点である。図 5 においては簡単のため二次元ブロックで示しているが, 図のような二次元のスキャンを繰り返すことにより, 三次元のスキャンを行う。

スキャンの開始点をバンドごとに変えるのは, サブバンド分割後の高域バンドが図 6 のように周波数軸上で反転した信号となっているためである。もともと画像信号は低域周波数にパワーが集中する傾向があるが, 高域バンドは図 6 のようにもとの周波数とは逆方向に射影されているので, 高域周波数にパワーが集中することになる。したがって, 高域バンドの DCT 係数は高次の係数ほど値が大きくなる傾向にある。つまり, ランレングス符号化するには, 図 5 の○印のようにバンドごとにスキャンの開始点を変えるのがよい。

また, スキャンの方向も, パワーが大きい順になるようにした方がランレングス符号化の効率が良くなるので, 水平・垂直とも低次にパワーが集中する LL, LH バンドはジグザグスキャンを採用し, 垂直方向の偏りの少ない HL, HH バンドは垂直方向のスキャンを採用した。

スキャンにより, 一次元信号となった変換係数は, ランレングス符号化する。すなわち, 各非零値に対して, その値とそれまでの零値の長さの組をハフマン符号を用いて可変長符号化する。ハフマン符号は各バンドの性質に合わせて, 複数用意した。

2.6 符号量制御

可変長符号化されたデータはバッファに送られるが, ここでバッファがオーバーフローしないように符号量制御を行う。制御方法は, 8 ライン (960 画素 \times 8 ライン \times 8 フィールドの全信号) ごとに, バッファ内のデータ量を検出し, 前回の

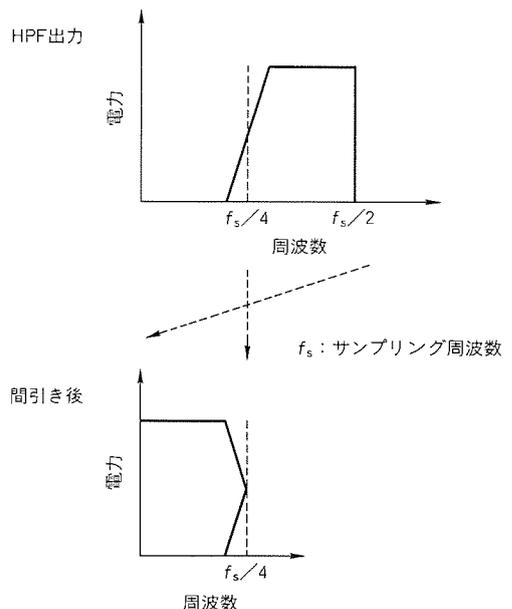


図 6. サブバンド分割後の高域バンド

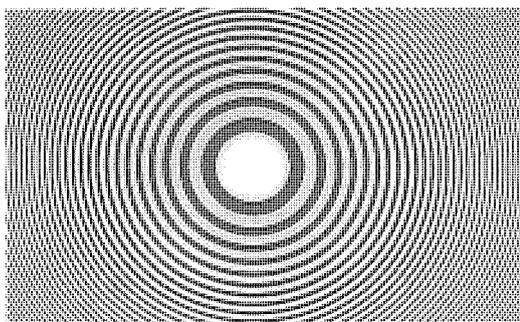
バッファ量と今回のバッファ量とから次回のバッファ量を予測し、バッファがオーバーフローしそうであれば符号量制御パラメータ $bctl$ を増やし、バッファに余裕ができるのであれば $bctl$ を減らすものである。この符号量制御パラメータ $bctl$ は2.4節で述べたように量子化ステップ幅を決めるのに使われる。

3. シミュレーション結果

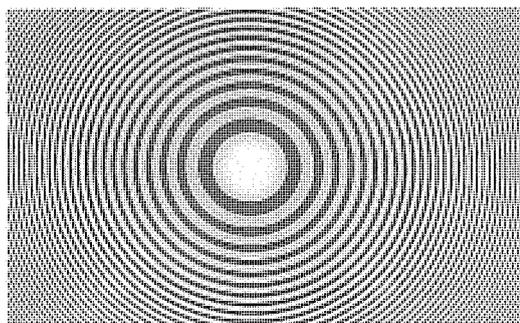
以上のような構成で、ハイビジョン画像を100Mbpsに圧縮するシミュレーションを行った。用いた画像は2秒ずつのシーケンスで、非常に細かい絵柄の動きを含む“画像1”、ズームとランダムな動きを含む“画像2”の2種類である。各画像の平均S/Nと平均レートを表1に示す。画像の種類によってS/N値の差はあるが、主観的な画質は良好で、いずれも原画と比較してもほとんど劣化が分らなかった。図7にシミュレーションの一例として、動くゾーンプレートの原画像と復号画像を示す。

4. 動き補償予測と三次元DCTの比較

動画像の符号化では、時間方向の冗長性を削減することが重要であるが、その手段としては、上記のように三次元DCTなどの変換符号化を使う方法と、動き補償フレーム間予測などの予測符号化を使う方法とがある。予測符号化は動き補償が容易な点で、一方、変換符号化は参照フレーム数が多い点で有利と思われる。また、MPEG2などの標準化動向としては、動き補償予測を使う方が優勢である。



(a) 原画像



(b) 復号画像

図7. シミュレーション例

そこで、両方式の基本的な効率をシミュレーションによって比較した。シミュレーションに用いた画像は、3章の“画像1”と“画像2”の輝度信号Yである。原画のエントロピーは、それぞれ6.95, 7.27(ビット/画素)である。

4.1 時間方向の予測符号化と変換符号化

まず、動き補償されたフレーム間予測誤差のエントロピーを計算した。動き補償は水平1画素、垂直1/2ラインの精度で行った。フレーム差分のエントロピーはそれぞれ4.53, 5.06(ビット/画素)となり、原画に対して30~35%情報量が減少した。フレーム差分を量子化したときのエントロピーとS/Nの関係を図8に示す。

次に、時間方向のDCTを行い、変換係数の平均エントロピーを求めた。DCTは2章と同様に連続する8フィールドに対して行った。図9にエントロピーとS/Nの関係を示す。

図8と図9を比較すると、同じS/Nを与える量子化に対して、両者の間に1ビット以上のエントロピーの差があり、時間軸方向の冗長性抑圧に関しては、予測符号化は変換符号化よりも効果的である。

4.2 空間内DCTとの整合性

4.1節で述べた予測誤差と変換係数に対して、さらにフィールド内の8画素×8ラインのDCTを行い、変換係数のエントロピーを求めた。すなわち、予測誤差の方は動き補償フレーム間予測+二次元DCT、変換係数の方は三次元DCTとなる。量子化後のエントロピーとS/Nの関係を図10に

表1. シミュレーション結果

	画像1	画像2
レート (Mbps)	99.7	100.2
平均ビット数(ビット/画素)		
Y	1.15	1.40
Pb	0.60	0.21
Pr	0.49	0.09
S/N (dB)		
Y	42.0	36.1
Pb	40.1	38.1
Pr	41.0	39.9

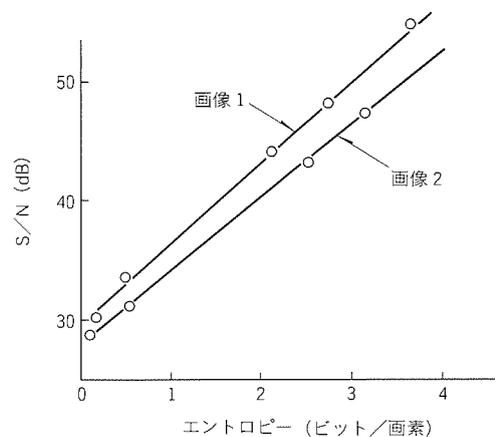


図8. フレーム間予測のレートひずみ特性

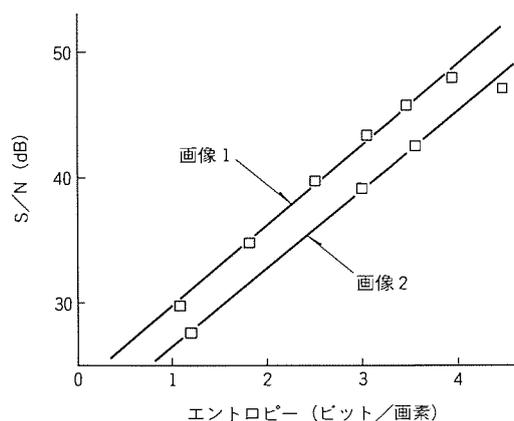


図9. 時間軸DCTのレートひずみ特性

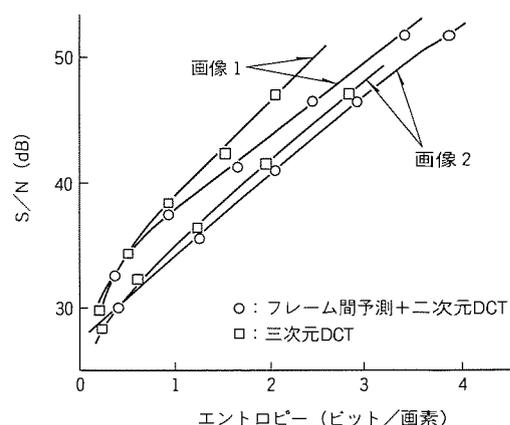


図10. フレーム間予測+二次元DCT及び三次元DCTのレートひずみ特性

示す。予測誤差の場合、フィールド内のDCTを行うことによるエントロピーの減少はほとんどないが、時間方向の変換係数はエントロピーが約1ビット減少する。その結果、動き補償+二次元DCTと三次元DCTの効率はほぼ同程度となった。すなわち、フレーム間予測は空間内の冗長性も除去するため、空間内DCTの効果が少ない。一方、三次元DCTは動き補償をしなくても、動き補償+二次元DCTと同等の効果が得られることが分かった。

5. むすび

サブバンド分割と三次元DCTを用いた符号化方式について報告した。この方式により、スタジオ規格のハイビジョン信号を、画質を保ったまま、約100Mbpsに圧縮できることをシミュレーションによって確認した。また、時間方向の冗長性を削減する方法として、動き補償予測とDCTを比較し、その結果、三次元DCTは動き補償をしなくても、動き補償+二次元DCTと同等の効果をもつことが分かった。

今回のシミュレーションでは、すべてのバンドを三次元DCTで符号化したが、高域バンドについては必ずしも三次元DCTが有利とは限らず、ハードウェア規模の点でも他の簡便な符号化が望まれる。今後、このクラスのレートについては、高域バンドに適した符号化を追求する必要がある。

参考文献

- (1) 大塚吉道, 中須英輔, 鹿喰善明, 今泉浩幸, 中西 弘: 135 Mb/s HDTV CODECの開発, テレビジョン学会技術報告, 15, No.32, 1~6 (1991)
- (2) 浅村吉範, 幡野喜子, 伊藤 俊, 村上篤道, 大西 健: デジタルVTR用高能率符号化方式の検討, 信学技報, 91, No.284, 31~36 (1991)
- (3) Johnston, J. D.: A Filter Family Designed for Use in Quadrature Mirror Filter Banks, IEEE Proc. ICASSP, 291~294 (1980)

金融窓口用印鑑照会端末

島中富美男*
貝賀俊之*
斎藤 弘*

1. ま え が き

金融機関では、都市銀行を始めとする第3次オンラインシステムの稼働により、顧客サービスの向上及び金融機関内の合理化が進んでいる⁽¹⁾。特に営業店や支店では、土曜日及び日曜日の自動機コーナーの稼働等顧客サービスに重点をおいて推進している。

一方、営業店や支店窓口の業務のうち印鑑照会については、証券会社を中心に“印鑑照会検索システム”が普及しているが、銀行営業店への展開は今後加速されると予想される。

銀行営業店に展開する場合の必ず(須)条件として、

(1) 重ね合せ照会が容易にできること。

このため、印影表示面はフラットな構造とする必要がある。

(2) 印影、署名欄の実寸大の表示が必要である。

(3) 利用者と接するカウンタ内に設置するため、設置面積は、極力小さくする必要がある。

以上の条件を満たすため、従来は、高精細CRTタイプの印鑑照会端末としていたものを、高精細液晶(以下“LCD”という。)を使用した印鑑照会端末を開発したので、その内容について述べる。

2. 製品の特長

LCD印鑑照会端末の特長は以下のとおりである。

(1) 高精細LCDの採用

高精細LCD(240dpi)を採用することで重ね合せ照会に対応可能。

(2) CRTタイプとの互換性維持

CRTタイプの照会端末と互換性を保っており、同一システムでの混在も可能。

(3) 小型化

制御部の小型化、電源部の分離によってB5サイズの設定面積を実現。

(4) 低消費電力化

内部回路を極力CMOS化することで低消費電力化を実現(当社製CRTタイプの約1/2)。

3. システム構成

3.1 営業店向け印鑑照会システム

営業店向け印鑑照会システムのシステム構成を図1に、LCD印鑑照会端末の構成を図2に、LCD印鑑照会端末の外

観を図3に示す。

営業店向け印鑑照会システムは一営業店内で閉じた最も小規模の印鑑照会システムである。

LCD印鑑照会端末はこの構成で本体制御部に対して4台まで接続可能である。

3.2 センター集中型印鑑照会システム

センター集中型印鑑照会システムのシステム構成の一例を図4に示す。

センター集中型印鑑照会システムは登録センターで集中的にデータの登録を行い、各営業店ではオンラインでデータを受け取るシステムである。

センター集中型印鑑照会システムは、

(1) データの一元化による登録作業の効率化

(2) 営業店の新設・統合への迅速な対応

(3) 登録設備の集中によるトータルコストの低減などの特長がある。

3.3 登録の概略動作

印影データ登録の概略動作は次のとおりである。

(1) 係員は顧客の伝票に記入してある口座番号を登録端末のキーボードから入力する。

(2) 次に係員は印影リーダの所定の位置に伝票を置いて印影リーダの読取り動作開始を指示する。

(3) 印影リーダは伝票の必要部分を光学的に読み取り、電気変換を行って本体制御部に画像データとして伝送する。

(4) 本体制御部は読み取った画像データを登録端末に表示す

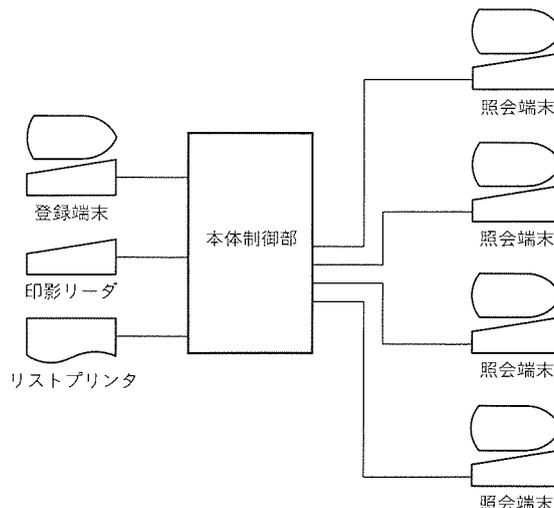


図1. 営業店向け印鑑照会システム

る。

(5) 係員は表示された画像データの確認を行い、正常であればデータ記憶を指示する。

(6) 本体制御部は画像データを圧縮し、補助記憶装置に記憶する。

ここで、画像データの圧縮は MMR 方式を採用している。MMR 方式は G4 ファクシミリにも採用されている二次元画像データの圧縮方式であり可逆変換が可能である。

また、圧縮データの記憶はミラーリング方式によってデータの保護を行っている。ミラーリング方式とは2台の補助記憶装置に同じデータを記憶する方式である。

3.4 照合の概略動作

照合の概略動作は次のとおりである。

(1) 係員は顧客の伝票に記入してある口座番号を LCD 印鑑照会端末のキーボードから入力する。

(2) LCD 印鑑照会端末は入力されたデータに従い、本体制御部に照会コードを送信する。

(3) 本体制御部では受信した照会コードをキーにして補助記憶装置に蓄えられているデータを検索する。

(4) 該当するデータがあれば本体制御部では圧縮されているデータの伸長を行い、画像データとして LCD 印鑑照会端末に送信する。

(5) LCD 印鑑照会端末は受信した画像データを LCD 表示器に表示する。

(6) 係員は表示された画像と顧客の伝票に捺印された印影を照合し、真偽を判定する。

証券会社では(6)の動作として見比べ照合(表示器の横に伝票を置いて印影と表示を見比べて照合する方法)が一般的に行われている。

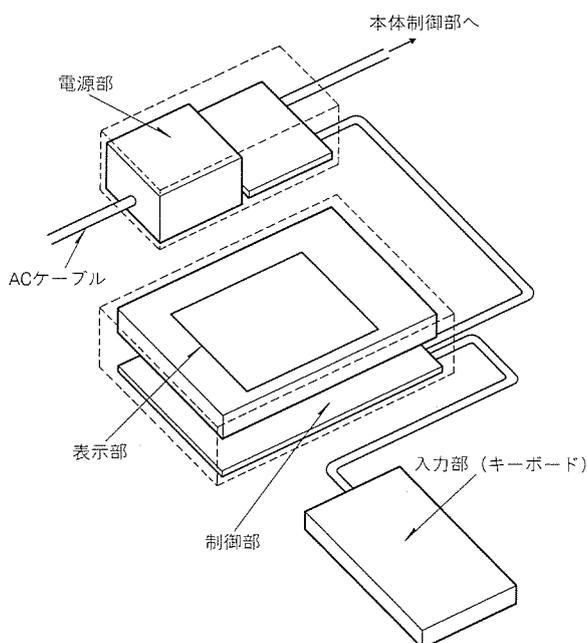


図 2. LCD 照会端末の構成

これに対して銀行では、より正確に照合を行うために重ね合せ照合(表示と印影を重ね合わせてから伝票のめくり動作で生じる残像を利用して照合する方法)を行っている。

4. 機器仕様

4.1 基本仕様

制御部、表示部、入力部、電源部の各々の基本仕様を表 1 に示す。

4.2 制御部の構成

制御部の概略構成を図 5 に示す。

CPU として 16 ビットマイクロプロセッサが画像制御回路、通信制御回路、キーボード入力回路及びプリンタ回路等、全体の制御を行っている。

(1) 画像制御回路

画像制御回路は描画制御 LSI、VRAM 及びビデオ信号変換 LSI 等で構成されている。

描画制御 LSI には汎用のビットマップ型グラフィックディスプレイコントローラを使用し、5 MHz で動作させている。

VRAM は描画制御 LSI の画面分割機能を有効に使用するとともに高速に画面を切り替えるために 5 画面以上の容量をもっている。

ビデオ信号変換 LSI は描画制御 LSI から出力されるビデオ信号を上下 2 分割の LCD 用信号に変換する。

(2) 通信制御回路

通信制御回路は通信制御 LSI、RS-422 ドライバ等で構成されている。通信制御 LSI は CSMA/CD 方式をサポートする LAN 用の LSI を使用している。

(3) キーボード入力回路

キーボード入力回路は CRT タイプの照会端末とキーボードを共用化できるように 5×5 のマトリクスをサポートし、2 キーロックアウト制御を行っている。

(4) プリンタ回路

プリンタ回路はセントロニクス準拠になっており、印影プリンタを接続することで表示内容をプリントアウトすることができる。

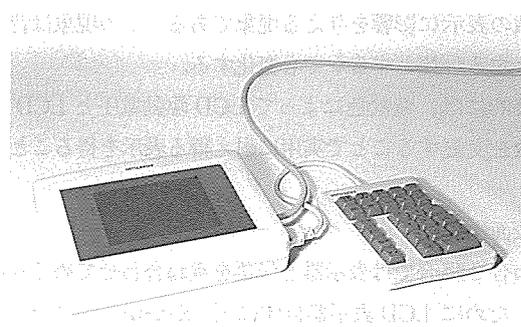


図 3. LCD 照会端末の外観

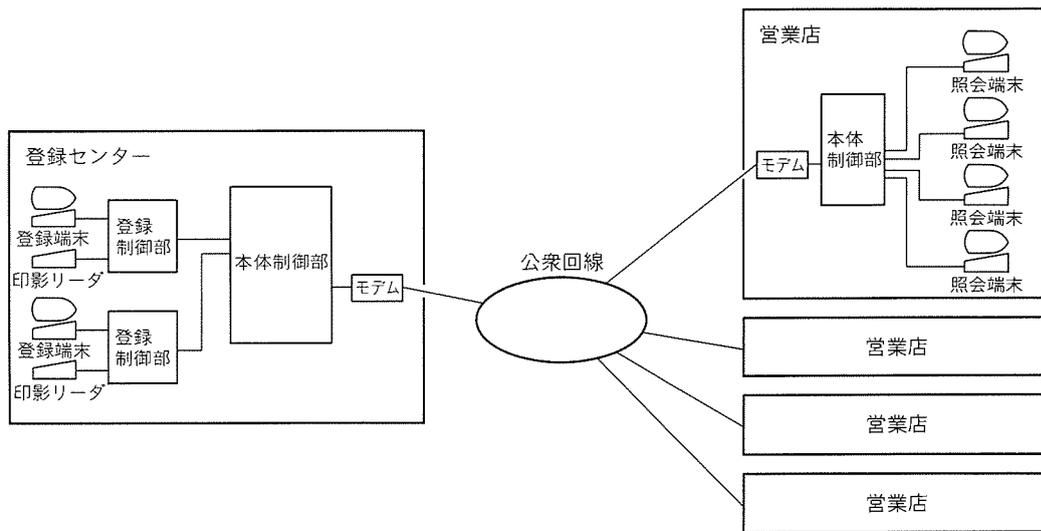


図4. センター集中型印鑑照会システム

4.3 表示部

LCD 印鑑照会端末は銀行営業店をターゲットとして開発を行った。このため、一般にLCD表示器に求められる見やすさ以外に平面度、表面保護等の考慮すべきポイントがあった。

(1) 解像度

解像度は従来機 (CRT 方式) と同じ 240 dpi である。これは印影の照会に最低限必要と思われる解像度である。

(2) 表示サイズ

表示サイズは印影と同時に伝票の氏名欄も表示可能なように 944ドット×756ドット (100mm×80mm) とした。

(3) コントラスト

通常、LCD 表示器で解像度 240 dpi を実現すると開口度 (ドットピッチに対するドットの大きさ) が小さくなるためコントラストが悪くなる。今回の LCD 表示器開発に当たり、配線領域を微細化することで開口度を極力大きくし、実用に耐え得るコントラストを得ることができた。

また、LCD 表示器に印加する駆動電圧、バックライトの輝度もコントラストに大きな影響があった。

(4) クロストーク現象

開発当初、表示にクロストークが発生して大きな問題となった。クロストークとは図6のように、ある領域の画素が別の領域の表示に影響を与える現象である。この現象は背景色を白とするか黒とするかでも変化する。

最終的には、背景色によって LCD 駆動電圧と LCD 駆動周波数を変更することで実用に耐え得る表示を得ることができた。

(5) 表面保護

重ね合せ照合では表示器と伝票を重ね合わせてめくり動作を行うために LCD 表示器自体に圧力がかかる。また、机上で扱うためにペン程度の落下物に対して簡単に損傷を受けるものであってはならない。LCD 表示器をアクリル等の透明

表1. 基本仕様

項目	仕様	
制御部	CPU	16ビットマイクロプロセッサ
	RAM	256Kバイト
	ROM	128Kバイト
	画像制御	プレーンビットマップ方式
	VRAM	512Kバイト
	通信速度	2 Mbps
	通信方式	CSMA/CD
	プリンタポート	セントロニクス準拠 1ポート
表示部	表示素子	透過型STN液晶表示器
	バックライト	CFLサイドライト方式
	表示ドット数	944×756ドット
	解像度	240dpi
入力部	キーボード	25キー マトリクス方式
	制御方式	2キーロックアウト
電源部	入力電源	AC100V±10% 50/60Hz
	消費電力	約10W
外形寸法 (mm)	170(D)×215(W)×56(H)	
質量	約2kg	

板で保護すると視角差によるずれのために照合がしづらくなる。

こういった問題に対処するために、今回開発した LCD 表示器では表面をハードコーティングすることで実用に耐えられる強度を得ている。

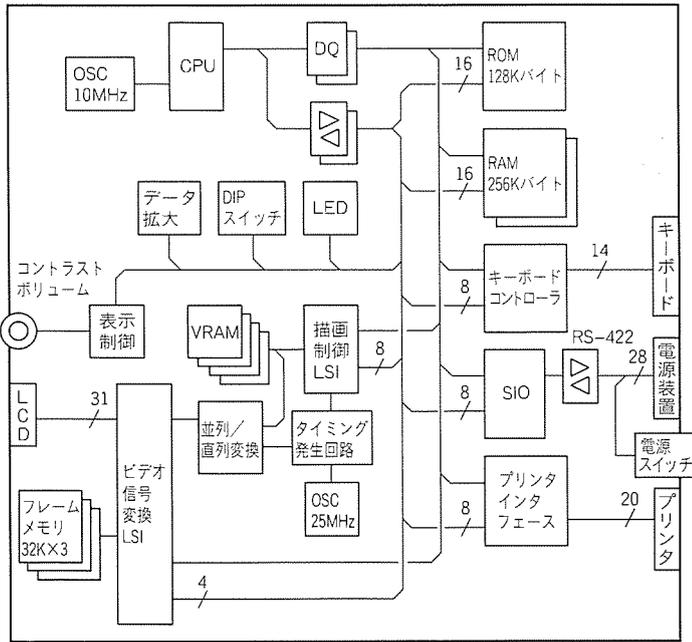
(6) 平面度

重ね合せ照合を行う上で表示部に段差があるとめくり動作の支障となる。よって、きょう (筐) 体を含めた表示部の平面度を確保するために、LCD 表示器の金属ケースを直接筐体の一部としている。

また、意匠という観点から金属ケースはステンレス製ヘアライン仕上げとなっている。

(7) バックライト

バックライトは冷陰極管サイドライトを1管使用し、拡散



注 図中の数字は、配線本数を示す。

図5. 制御部の構成

板で均一化するという一般的な方式を採用している。

LCD表示器の寿命が30,000時間であるのに対してバックライトの寿命は10,000時間である。このため、一定時間以上の端末操作がない場合は自動的にバックライトの輝度を半減することで消費を防止している。

4.4 電源部

電源部はスイッチング電源と伝送中継基板で構成されている。スイッチング電源はAC100V入力に対してDC5V、DC12Vを発生させている。伝送中継基板は制御部から送られてきたRS-422の信号を本体制御部に中継するための基板である。電源部は設置面積を小さくするために、制御部、表示部を分離しており、足元に置ける構造となっている。

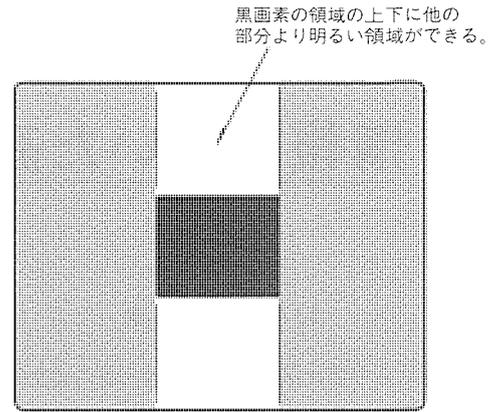


図6. クロストーク現象

5. むすび

高精細LCDを採用したコンパクトで、重ね合せ照合が容易にできる操作性の良い、“印鑑照合検索システム”のLCD印鑑照会端末について紹介した。今後は、照会端末としての機能拡大等の整備が必要である。今後の課題として、

- (1) 表示サイズを拡大し、印影、署名欄以外の情報を表示できるようにする。
- (2) “印鑑照合検索システム”の本体制御部との接続方法の見直し。例として、LAN接続などがある。

以上、今後の課題を解決、実現すべく努力する所存であるが、関係者の御意見などをいただければ幸いである。

参考文献

- (1) 佐藤泰正, 清水康治, 中村喜昭, 茂登山年晴, 木村純: 第3次オンラインと金融端末システム, 三菱電機技報, 60, No.2, 111~115 (1986)

動き情報を用いた高信頼型侵入監視装置

関 明伸*
黒田伸一*

1. ま え が き

従来から立入り禁止区域への不法侵入者の発見は、赤外線センサーなどを用いて行われている⁽¹⁾。しかし、例えば赤外線センサーの場合、紙くず(屑)の飛来・小動物の通過といった侵入者以外の原因による場合にも警報を出し、その結果、誤報が多いという欠点があった。そのために、空港・プラントなどの重要施設では、立入り禁止区域周辺に監視カメラを設置し、監視員の目視による常時監視の形態がとられている。

しかし、長時間にわたる監視作業は、監視員の負担が大きく同時に見逃しも増加するという問題がある。そこで、監視カメラから得られる画像を処理することで、監視作業を自動化しようという要望が増大している⁽²⁾。

本稿では、上記の目的で開発を行った侵入監視装置について述べる。この装置は、画像の濃度変化の情報と連続する画像での動きの情報を利用し、誤報を少なくしたという特長を備えている。

2. 画像応用侵入監視装置

監視カメラを設置するのは、もともと警報の原因を特定するためであったが、上記のような要求から画像センサーとして映像を直接処理して侵入者を検出するものが開発された。これは画像の濃度が変化したことを検出して侵入者を発見するものであり、濃度変化のみに着目していたため、日照の変化、木の枝葉の揺れ、紙屑の飛来、小動物の通過といった侵入者以外の原因で警報を発生してしまうという問題が残っていた。

この問題を解決するため、濃度変化要因の連続画像での形状特徴・動き特徴の違いに着目した。表1に、濃度変化要因とその形状特徴・動き特徴を示す。侵入者の形状・速度は、監視カメラの設置位置、角度、視野によって適当な範囲を規定する。また、動きの方向については、フェンスに向かっていくというような意図のある動きと規定する。侵入者を、“ある大きさのものが、ある速度で、ある方向に移動する。”と定義すると、表から誤動作要因の多くは、連続画像での形状特徴・動き特徴を調べることで区別可能であることが分かる。

そこで、連続画像での形状情報・動き特徴を順次調べることによって侵入者か否かを判定する、より高精度な侵入監視装置の開発を行った⁽³⁾。変化要因の移動状況を勘案すること

で、上記の条件変化や外乱の多い屋外で使用しても誤動作が少ないという特長をもっている。

3. 侵入監視アルゴリズム

3.1 基本アルゴリズム

連続画像から移動物体を抽出する方法としては、1枚ごとの静止画像から対象物を抽出し、連続画像間に対応付けを行う方法や、空間的な濃度勾配(勾)配と時間的な濃度変化から移動方向を示すオプティカルフローを求める方法⁽⁴⁾など、様々な手法が提案されている。また、2台のカメラを用いたステレオ視によって距離情報を取得し、移動物体を抽出する試み⁽⁵⁾も報告されている。しかし、固定カメラで決められた視野範囲を監視するような場合には、あらかじめ取得した背景画像と現在の画像との比較を行い、差のある部分は何らかの変化があったと判断する背景差分方式が、簡便で実用的な方法である。

背景差分方式をもとに、形状情報・動き情報を取得し、侵入者を検出する処理の流れを図1に示す。まず、侵入者がいないときの監視範囲の画像を背景画像として記憶する。この背景画像と逐次入力される現在の画像との差分を行い、差分画像を出力する。この差分画像に対し、あるしきい値で2値化処理を施し、侵入者候補として変化領域を抽出する。ここで得られた2値化結果は、微小な変化領域をも含んでいるため、ノイズ除去処理である程度の大きさをもつ変化領域だけを残す。次に、侵入者候補領域の形状特徴を抽出する。まず、変化領域の特徴を抽出するために、連結領域に番号付けを行うラベリング処理を施す。さらに、このラベルごとに面積・フィレ径(外接四角形)等を算出し、侵入者候補領域の形状特徴とする。

表1. 濃度変化要因の形状特徴と動き特徴

濃度変化要因	形状特徴	動き特徴
侵入者	不定形状だが、高さが1~2mある。	意図的な動きがみられる。
日差しの変化	壁面や路面、影など構造物そのものの形状に近いことが多い。	ほとんど移動しない。
木の枝葉の揺れ	木立の周辺に限られる。	同じ場所で検出されたり、されなかったりする。
紙屑の飛来	一般に小さく形状も一定しない。	風まかせであり、定まった動きはしない。
小動物の通過	大きさが小さい。	すばやく通り過ぎることが多い。

これらの処理を各入力画像ごとに繰り返し、抽出した特徴量を連続画像間に対応付けすることで、侵入者候補領域の動き情報を抽出する。この形状情報・動き情報をもとに、カメラ設置位置から規定される大きさ・速度・方向を勘案し、侵入者か否かの判定を行う。

ここで、背景画像は一度取り込んだものをそのまま使用していると、昼夜の日照の変化による入力画像の濃度値の変動のために、侵入者以外の背景を変化領域として抽出してしまう。不必要に多くの変化領域を侵入者候補領域として抽出すると、連続画像間での対応付けの際に誤対応が多くなり、装置の信頼性が低下することになる。そのため、日照の変化などの背景情報の変動に対応するように、適宜背景画像を更新する必要がある。

3.2 背景画像更新手法

差分処理を基本とする移動物体検出方法では、上記で述べたように背景画像の取得・更新方法が非常に重要である。最も単純な方法として、一定時間ごとに背景画像を取り込む手法がある。しかし、取り込んだ画像に移動物体が含まれていると、物体がなくなっても変化として抽出され、誤報の原因になるという問題が残る。そのため、逐次入力される画像データから、背景画像の変化を推定して更新していくことが必要になる。

背景更新を考えると、濃度変化の形態と移動物体の関係について、基本的に次のように考える。

- (1) 一時的で急しゅん(峻)な濃度変化(移動物体)には追従しないか、又は追従速度が十分に遅いこと。
- (2) 緩慢な濃度変化(日照変化)には十分な早さで追従すること。
- (3) 急峻な変化であってもその変化が継続する場合は、やがて追従し、一定時間経過後は背景に同化すること。

上記の(1)と(3)は一見して相反する要求であるが、(1)(2)を同時に満足し、さらに(3)も許容範囲といえる手法により、背景更新を行う必要がある。

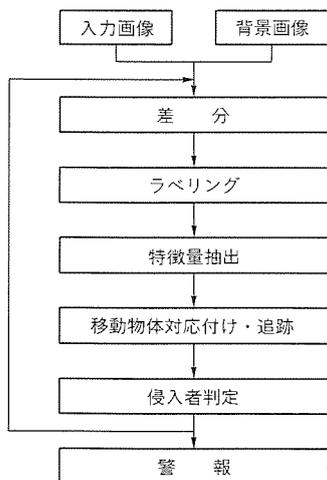


図1. 処理の流れ

実際の画像を検討した結果、一般的に256階調で画像処理する場合、かなり激しく照ったり曇ったりを繰り返す状況での濃度変化は、およそ15レベル/sである。また、人が歩いている部分ではおよそ90~300レベル/sの濃度変化を起こす。さらに、入力画像の取得・伝送・取り込みに介在するアナログ系の安定度とA/D変換の精度に起因すると考えられる5レベル程度のフレームごとの濃度のふらつきが存在する。

このような要件をほぼ満足する背景更新の方法として、従来よく用いられてきた指数平滑法を改良した方法を用いる。これは、時刻 t の入力画像を $I(t)$ 、背景画像を $B(t)$ としたとき、濃度差分値の関数

$$\alpha(t) = |I(t) - B(t-1)|^{-1}$$

を用いて次のように表される。

$$B(t) = \alpha(t) \cdot I(t) + (1 - \alpha(t)) \cdot B(t-1)$$

ただし、 $\alpha(t) \geq \epsilon^{-1}$ のときは $\alpha(t) = 1$

ここで ϵ はフレームごとに現れる濃度値のふらつきを吸収するための定数であり、通常は $\epsilon = 5$ 程度を選んでおく。このようにすると、入力画像の濃度変化が小さいときは $\alpha(t)$ が大きくなって背景画像の追従性が高まり、逆に濃度変化が大きいときには $\alpha(t)$ が小さくなり、変化に対する追従性が低下する。図2、図3に実際の画像例を示す。図3は図2のしばらく後の状況である。両者を比べると、図3では日差しが強くなって玄関の影の部分が濃くなり、日向の部分とのコントラストが強くなっている。また、植え込みの影もは

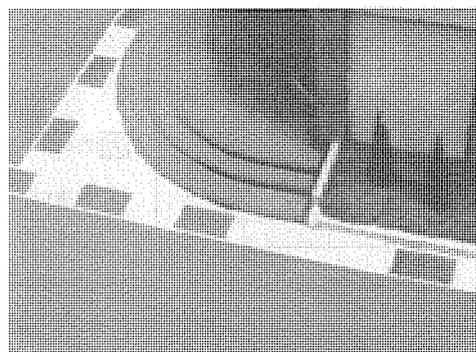


図2. 実際の画像例1

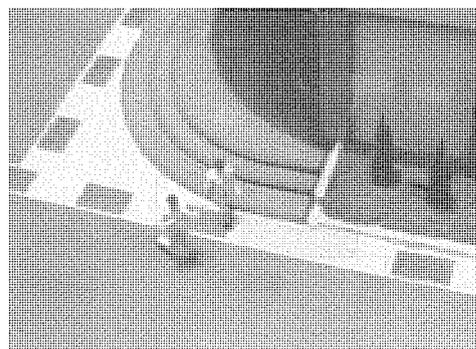


図3. 実際の画像例2

っきりと分かるようになってきている。図4に上記の背景更新を適用した例を示す。図4は、図2の時刻から背景更新を行い、図3の時刻になったときの背景画像の様子である。影の部分や日向とのコントラストなどは図3と同様になっているが、通行中の人物が含まれていない点が図3と異なっている。

3.3 変化領域抽出のためのしきい値決定法

侵入監視の対象は人間であり、屋外で使われることから、ノイズの多さや対象物の濃度のばらつきなどの問題を完全に排除することはできない。また、上記背景更新によって時々刻々背景を追従させていても、固定しきい値で2値化するのでは、不必要な変化成分をも抽出してしまう。したがって、入力画像と背景画像との差分画像を2値化するための最適なしきい値を、画像ごとに決定する必要がある。

しきい値処理としては、濃度ヒストグラムに基づく方法

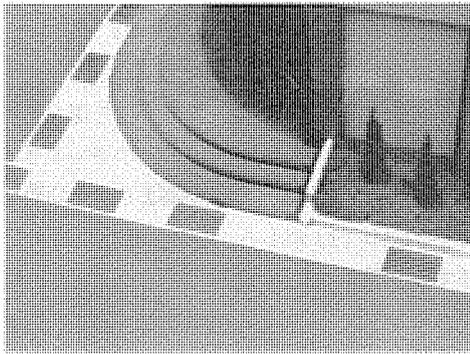


図4. 合成された背景画像

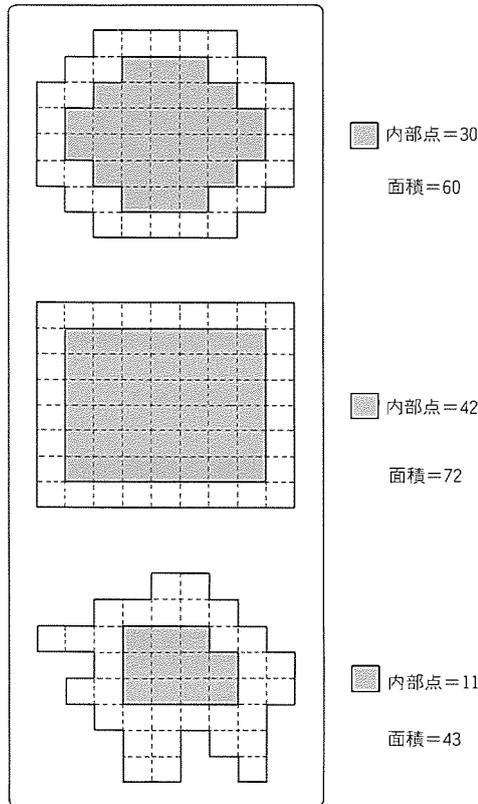


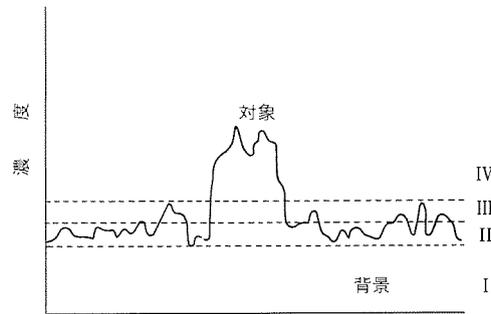
図5. 面積と内部点の関係

(例えば、判別分析法⁽⁶⁾)がその処理の簡単さから一般的に用いられている。しかし、差分画像のように対象物体と背景画像との面積比率が極端に小さい場合には、良好な結果が得られないことが多い。

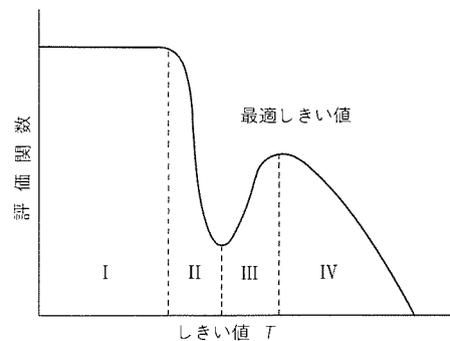
この問題を解決するために、しきい値を変えながら得られる2値化画像を評価し、最適なしきい値を決定する適応しきい値処理を開発した。この手法では評価関数を何にするかが問題となるが、人間が手で2値化を行うときのことを参考に、まとまりの良さを示す尺度を評価関数と定義し、しきい値の変化に対する評価関数の振る舞いから最適なしきい値を決定する⁽⁶⁾。

具体的なまとまりの良さを示す評価関数として、2値画像の面積と内部点の面積の比を用いる。内部点とは2値画像で境界に接していない画素である。図5にこの関係を示す。丸や四角の2値画像での内部点の比に比べ、ぎざぎざした領域では内部点が極端に少なくなるの分かる。

しきい値 T を変えながら2値化したとき、評価関数がどのように変化するかについて考える。いま、対象及び背景が図6(a)に示す濃度分布をもつ場合を考えると、しきい値の変化に対して評価関数は(b)のような振る舞いを示す。しきい値 T が低いときは全画面が“1”の2値画像となり、評価関数は高い値を示す(I)。しきい値を上げていくと背景のノイズの影響で2値画像に穴などが生じ、境界点の比率が高くなり評価関数は減少していく(II)。この背景のノイズの影響がなくなるにつれて、対象がまとまった領域として抽出



(a) 濃度分布



(b) 評価関数

図6. しきい値と評価関数の様子

されてくるため、評価関数は増加していく (III)。その後、領域に占める内部点の比率が低くなっていくので、評価関数は再び減少していく (IV)。このように、しきい値 T に対する評価関数は極小点と極大点をもち、対象がまとまった領域として抽出されるときに、極大点が現れると予想される。そこで、評価関数が極大となる点を最適なしきい値として決定するようにした。

図7に図3の2値化結果を示す。背景には図4を用いている。抽出したい人の領域がうまく2値化された良好な結果を示している。なお、図7では、符号付きの差分処理を行っているため、背景との変化がない部分を灰色に、明るく変化した部分を白く、暗く変化した部分を黒く表している。

3.4 動き情報を用いた判定

入力画像と背景画像との差分によって移動物体の検出が行えたら、次はその物体が本当に侵入者であるか否かの判断をしなければならない。この判断には、先に述べたように、物体の大きさ・移動速度・方向などが重要な手がかりになる。そのためには、連続画像間での移動物体の対応付けが重要である。

連続画像間での対応付けは、基本的に抽出された特徴量の連続性が満たされるように実行する。通常は、連続画像間での物体の特徴量の変動は十分小さいと考え、最も似通った特徴量をもつ物体どうしを対応付ける。又は、物体の移動量が十分小さいと考えて、位置の最も近いものどうしを対応付けてもよい。このようにして移動物体の一連の連続画像での対

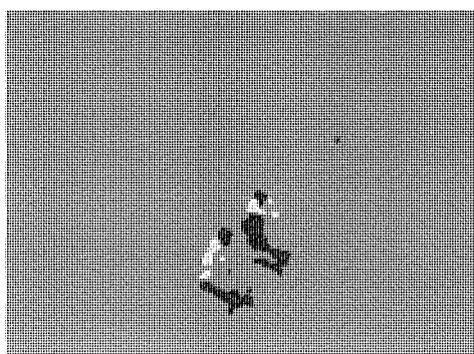


図7. 2値画像の例

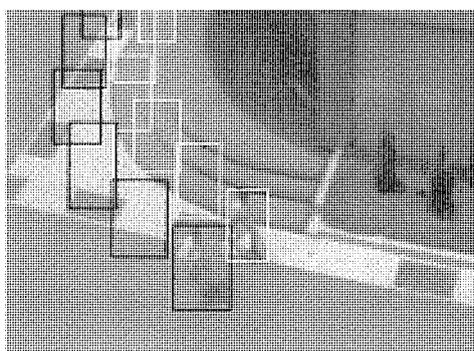


図8. 追跡の様子

応付けが完了すれば、その時点で移動物体の視野内での振る舞いが特定されたことになる。

振る舞いの特定された移動物体に対しては、以下のような点についてあらかじめ設定された基準値と比較し、侵入者か否かの判定を行うことになる。

- (1) カメラとの距離を考慮した物体の実際の大きさが、人として認められる大きさであること。
- (2) 移動速度が人として認められる速度であること。
- (3) 移動方向が侵入禁止の方向に向いていること。

さらに、より検出精度を高めるためにはフィル径に基づく縦横比の違いなども使って判定処理を行うこともできる。

図8に追跡の様子を示す。図2で示した画像中を通過する二人を追跡している途中で、左側の人を黒枠、右側の人を白枠で表示している。

4. 装置構成

開発した侵入監視装置のブロック構成を図9に示す。この装置では、カメラから得られた画像をA/D変換した後、差分2値化、ノイズ除去、ラベリング・特徴抽出までをハードウェア化し、パイプライン処理を行うことでリアルタイム処理を可能にしている。CPUは、連続画像での対応付け、侵入者の判定処理を行い、画像メモリ部は背景画像の記憶と背景更新処理を行う。また、先に述べた面積情報に基づく2値化についても、しきい値を変化させながら評価関数を求めるかわりに、ヒストグラムと最小値フィルタを組み合わせると同じ評価関数を得ることで高速化を実現している。

この装置をもとに、一部の機能を簡略化し小型化した上で、

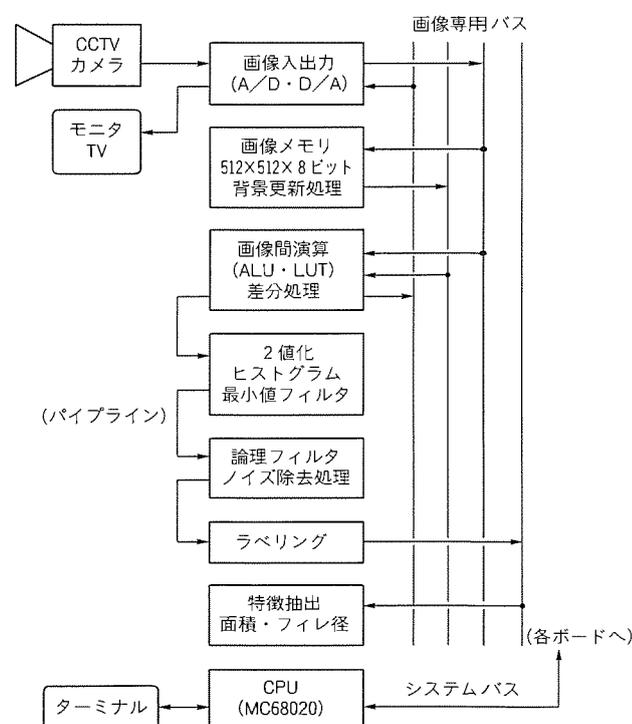


図9. 侵入監視装置のブロック構成

表2. 性能評価

変化要因	従来品	開発品	備考
侵入者	△	○	動き情報利用によって誤報を低減
動物の通過	×	△	大型動物に対して誤報あり
鳥・紙屑の飛来	×	△	高度・大きさにより誤報の可能性あり
木の枝葉の揺れ	×	△	強風時大きく揺れたとき、誤報あり
水た(溜)まりの反射	×	○	時間軸での変化状況から判定
日差しの変化	△	○	変化領域の大きさ、移動条件から判定
建物・木の影	△	○	同上
鳥・飛行機の影	×	△	高度・大きさによって誤報の可能性あり

注 ○：問題なし，△：誤報の可能性あり，×：誤報になる。

赤外線カメラと組み合わせて使用する目的で製品化した。幅430mm，高さ48.5mm，奥行き439mmのラックマウントタイプの形状で，監視領域の設定やパラメータの変更等は全面パネルから，又はRS-232Cを通じて設定可能となっている。

表2は装置性能の評価をまとめたものである。従来の装置が苦手としてきた多くの誤動作要因の排除に成功している。特に，日照の変化等の照明条件の変動に強い背景更新・2値化しきい値決定方法の採用によって，屋外使用における耐環境性能が著しく向上している。

開発した侵入監視装置では，動き情報を積極的に利用することで侵入者の検出性能が大きく向上するとともに，誤動作を低減することができた。しかし，詳細な形状情報を利用していないことなど，いまだ十分でないところも残っている。この点を今後更に改良すれば，現在困難とされている大型動物と人との見分けや強風時の枝葉の揺れに対しても誤動作を少なくすることが可能であろう。

5. むすび

画像の濃度変化の情報だけでなく，連続画像での動き情報も利用し，誤報を少なくした侵入監視装置について記述した。背景差分を基本とするアルゴリズムと日照変化に対応する背景更新手法，変化領域抽出のための2値化自動しきい値決定

法及びハードウェア化により，リアルタイム処理を実現した侵入監視装置に関して記述した。

動き情報を利用することにより，従来品に比べて性能を改善することはできた。しかし，侵入監視が対象とする環境すべてで評価が完了し，装置性能を規定することができたわけではない。今後，各種画像を用いた評価を継続して行い，装置性能の定量化を図っていく予定である。さらに，各種形状特徴を用いた対応付け，判定手法の高度化の検討とともに，

多カメラ多地点監視の融合といった監視システムとしての検討も重要と考えている。

参考文献

- (1) 大森豊明編：監視制御システム実用便覧，フジ・テクノシステム（1989）
- (2) 増田 功：セキュリティのための画像処理，電子情報通信学会誌，75，No.6，591～595（1992）
- (3) 吉川 寛，藤原秀人，黒田伸一：動き情報を利用した侵入監視装置の開発，1991年電子情報通信学会春季全国大会講演論文集，7-178（1991）
- (4) Horn, B. K. P., Schunck, B. G.: Determining Optical Flow, Artificial Intelligence, 17, 185～203（1981）
- (5) 大津展之：判別及び最小二乗基準に基づく自動しきい値選定法，電子情報通信学会論文誌，J63-D，No.4，349～356（1980）
- (6) 吉川 寛，関 明伸，黒田伸一，池端重樹：面積情報に基づく閾値決定法，電子情報通信学会技術研究報告，91，No.528，37～44（1992）
- (7) 黒田伸一，吉川 寛，関 明伸：監視システムの画像処理，映像情報インダストリアル，24，No.18，31～39（1992）

大局的画像情報処理による 特定形状の抽出

羽下哲司* 黒田伸一*
平位隆史**
笹川耕一*

1. ま え が き

移動ロボットの目やFA用ビジョンセンサにおける画像認識処理では、得られる画像の主要部分が円、だ(楕)円、長方形、平行線等の特定の基本的な形状(以下“基本形状”という。)から構成されていることが多く、これらの基本形状を画像中から抽出する技術が重要な手段となる。

一般に、これらの基本形状は、局所演算によって抽出されたエッジを直線の当てはめ等の処理で区分的に直線近似した直線成分の記述から抽出される⁽¹⁾⁽²⁾。しかし、局所的処理によって抽出されたエッジは断片的で途切れていることが多いので、安定な直線成分の記述のためにはエッジの統合が必要になる。このエッジの統合処理も多くの場合、局所的処理であるため大局的情報を取り込みにくく、誤った統合が行われやすい。

本稿ではエッジを直線近似した直線成分の記述から基本形状を抽出するのではなく、それらを画像中から直接的に抽出する方法について述べる。この方法はMinorとSklanskyが提案した、エッジの方向を用いて円・楕円を安定かつ高速に抽出するスポークフィルタ⁽³⁾の考え方を発展させたものであり、“拡張スポークフィルタ”と呼ぶ。この手法を用いることにより、エッジの統合処理の問題を大幅に軽減できる。また、エッジの方向という大局的情報を利用しつつ、局所演算で実現できるので、安定かつ高速に基本形状が抽出できる。

2. 拡張スポークフィルタの原理

2.1 スポークフィルタ

スポークフィルタはある範囲の大きさの円や楕円を高速に抽出する方法であり、円や楕円のエッジの方向がすべて中心に向かって利用したものであり、次の三つのステップからなる。ここで、エッジの方向とはエッジラインに垂直で、濃度値の低い(暗い)方から濃度値の高い(明るい)方向に向かうものである。

(1) スポークレジスタの生成

まず、原画像からエッジを抽出する。いま点 $X = (x, y)$ における x 方向、 y 方向の微分値を dx 、 dy とすると、点 X におけるエッジ強度 $G(X)$ 、及びエッジの方向 $Q(X)$ は、

$$G(X) = |dx| + |dy| \dots\dots\dots (1)$$

$$Q(X) = \tan^{-1}(dy/dx) \dots\dots\dots (2)$$

で表される。次にエッジの方向を図1のような8方向に量子化する。点 X における量子化されたエッジの方向 $Q'(X)$ を、

$$Q'(X) = \begin{cases} 0, \dots, 7 & G(X) \geq T1 \\ 8 & G(X) < T1 \end{cases} \dots\dots\dots (3)$$

とする。ここに $T1$ はしきい値である。

点 X における量子化されたエッジの方向が $i(i = 0, \dots, 7)$ のとき点 X から i の方向に S 画素だけ離れた長さ L 画素のスポーク(線要素)を作成する。ただし、方向 i が斜め方向のとき、すなわち、 $i = 1, 3, 5, 7$ のとき (S, L) の代わりに次の (S', L') を用いる。

$$S' = [S / \sqrt{2} + 1/2] \dots\dots\dots (4)$$

$$L' = [L / \sqrt{2} + 1/2]$$

ここに $[]$ はその数を越えない最大の整数を表す。

こうして作成された方向 i のスポークに含まれるすべての点 X に対してスポークレジスタ $R(X)$ の i ビット目を1にする。この操作を全方向、全画面について行う。なお、初期状態ではスポークレジスタ $R(X)$ のすべてのビットの値を0としておく。

例えば、図2のように $S = 1, L = 7$ と設定すると $S' = 1, L' = 5$ となる。このとき、方向4と方向5の点から作成された二つのスポークが交差する点におけるスポークレジスタの内容は、4ビット目と5ビット目が1になって(00110000)であり、16進表示では(30)となる。

(2) オアードスポークレジスタの生成

次にオアードスポークレジスタ $R'(X)$ を生成する。これは点の 3×3 近傍 M におけるすべての点 Y のスポークレジ

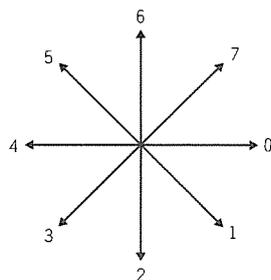


図1. 量子化されたエッジの方向

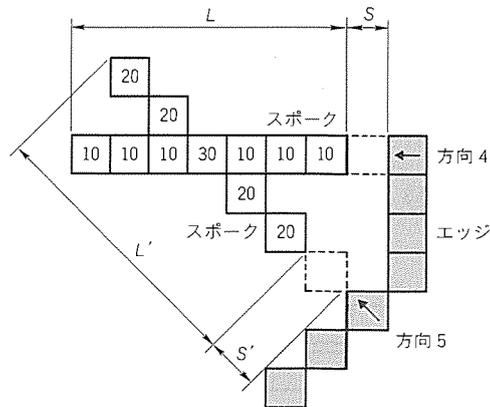


図2. スポークレジスタの生成

スタに対してOR演算を行ったものである。すなわち、

$$R'(X) = \cup R(Y) \quad (Y \in M) \quad \dots\dots\dots (5)$$

ここに \cup はOR演算を表す。このオアードスポークレジスタ $R'(X)$ は点 X におけるスポークの交差状態を表しており、1となっているビットの数がスポークの交差回数を示している。

(3) マッピング

円、楕円の中心付近でスポークの交差回数が多くなること、すなわちオアードスポークレジスタ $R'(X)$ の1のビットの数 N が大きくなることを利用して、円、楕円を抽出する。つまり、 $R'(X)$ に対するフィルタの出力 $F(X)$ を次式のようにマッピングすることによって、円、楕円の中心付近が1となる2値画像が得られる。

$$F(X) = \begin{cases} 1 & N \geq T2 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \dots\dots\dots (6)$$

ここに、 $T2$ はしきい値である。

2.2 拡張スポークフィルタ

このスポークフィルタの考え方を発展させて2.1節(3)で説明したマッピングの方法を次のように拡張する。すなわち $R'(X)$ に対するフィルタの出力 $F(X)$ は、

$$F(X) = \begin{cases} 1 & R'(X) \in C \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \dots\dots\dots (7)$$

C : 抽出すべき形状に依存した $R'(X)$ の集合

例えば図3のように縦が8画素、横が9画素の長方形があるとする。このとき $S=1, L=3$ としてスポークを作成すると、方向0, 2, 4, 6の点からのスポークが交差して、中心付近の点での $R'(X)$ の内容は(01010101)となり、16進表示で(55)となる。つまり長方形の縦、横の幅に応じて S, L を設定すると、中心付近で4方向からのスポークが交差する。したがって、 $R'(X)$ の内容が図4に示した C_0, C_1

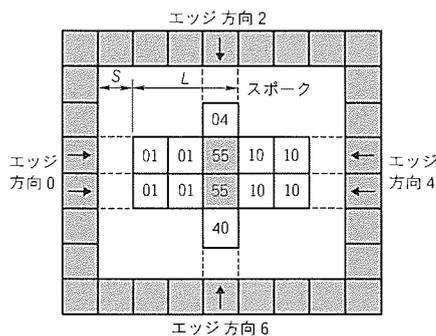


図3. 拡張スポークフィルタによる長方形の抽出

	7	6	5	4	3	2	1	0
C_0		1		1		1		1
C_1	1		1		1		1	

図4. 長方形の中心付近における $R'(X)$ の内容

のいずれかに属するときフィルタの出力を1にすることにより、長方形の中心付近が1となる2値画像が現れる。

また、図5のように幅が11画素の平行線があるとする。このとき $S=2, L=3$ としてスポークを作成すると、方向0と方向4の点からのスポークが交差して、中心軸付近の点での $R'(X)$ の内容は(00010001)となり、16進表示で(11)となる。つまり平行線の幅に応じて S, L を設定すると、平行線の中心軸付近で互いに向き合う2方向のスポークが交差する。したがって、 $R'(X)$ の内容が図6に示した C_0, C_1, C_2, C_3 の四つの集合のどれかに属するときフィルタの出力を1にすることにより、平行線の中心軸付近が1となる2値画像が現れる。以上が拡張スポークフィルタによる長方形、平行線の抽出原理である。

3. ハードウェア化

3.1 リアルタイム処理向きのアルゴリズム

2.1節で述べたスポークフィルタの三つのステップのうち(2)のオアードスポークレジスタの生成は 3×3 の2値の論理フィルタ処理、また(3)のマッピング処理はルックアップテーブルによる濃度変換処理に相当し、標準的なハードウェアにより、リアルタイムでの実行が可能である。しかし、(1)のスポークレジスタの生成には、このような標準的なハードウェアは知られていない。また、スポークレジスタの生成をアルゴリズムどおりにハードウェア化してもリアルタイム処理が困難であるため、以下のようなリアルタイム処理向きのアルゴリズムを考案する。

点 $P = (p, q)$ におけるスポークレジスタの i ビット目が1にセットされるということは逆にみれば、点 P から方向 i と逆方向に S 画素だけ離れた長さ L 画素の(逆スポーク)を作成すると、その内部の点 $X = (x, y)$

$$x = p - dx \cdot i \cdot j \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$y = q - dy \cdot i \cdot j$$

$$(i = 0, \dots, 7; j = S + 1, \dots, S + L) \quad \dots (9)$$

の少なくとも一つにエッジ方向が i である点が存在するというのである。例えば、図7はエッジ方向が0, $S=2, L=3$ の場合のスポークと、そのスポークに対応する逆スポークの生成状態を表している。

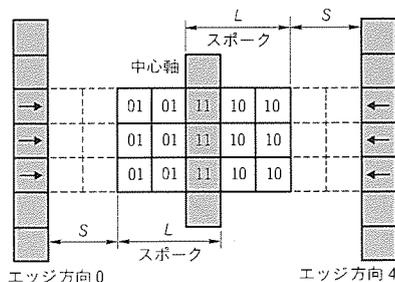


図5. 拡張スポークフィルタによる平行線の線の抽出

	7	6	5	4	3	2	1	0
C_0				1				1
C_1			1				1	
C_2	1					1		
C_3	1						1	

図6. 平行線の中心軸付近における $R'(X)$ の内容

すなわち、逆スポークの内部にエッジ方向が*i*である点が少なくとも一つ存在するとき、スポークレジスタの*i*ビット目を1にセットすればよい。そこで、点*P*からすべての方向に伸びた8種類の逆スポークに対して上の操作を並列に行えば、この点のスポークレジスタの内容が同時に得られる。そのためには、方向*i*に応じた8種類の逆スポークの内部点におけるエッジ方向を同時に保持する必要がある。ここで、エッジ方向が*i*のとき*i*ビット目だけを1にセットし、他のビットはすべて0であるような8ビット表現にすることにより、スポークレジスタの生成は各ビット平面ごとに並列な2値の論理フィルタ処理に帰着される。

3.2 実現方法

3.1節で述べたリアルタイム処理向きのアルゴリズムをハードウェアによって実現する方法を図8に示す。この方法によれば、エッジ方向とスポークレジスタのためのメモリを必要とせず、通常のラスタスキャンでのパイプライン処理が可能となる。

エッジ方向としては $(2M + 1) \times (2M + 1)$ の局所データのなかで、各ビットに対応する方向の $M \times 1$ のデータ(●印のデータ)を保持する必要がある。また、マスクレジスタの内容としては、

$$Rk = \begin{cases} 1 & (k = S + 1, \dots, S + L) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases} \dots\dots (10)$$

を設定し、*S*だけ離れた長さ*L*のスポークに対応する局所データに1がセットされているかどうかをAND-OR回路で調べる。

エッジ方向のアドレスを $X = (x, y)$ とすると、スポークレジスタのアドレスは、

$$\begin{cases} p = x - M \\ q = y - M \end{cases} \dots\dots\dots (11)$$

となる。

以上の方法に基づいてスポークレジスタの内容をリアルタイムで生成するハードウェアを作成した。このハードウェアは筆者らが開発した可変パイプライン型の高速画像処理装置PICIP (PIpeline-path Configurable Image Processing system)⁽⁴⁾における専用ハードウェア部の一つのボードとして実現した。

PICIPはVMEバスに準拠しており、バックプレーンのJ1をCPUが管理するシステムバスに、J2のユーザー定義の部分を画像データ転送用のイメージリングバスに割り当てている。イメージリングバスはデータ8ビットとコントロール2ビットの計10ビットのバスが3系統、リング状に接続された構成である。画像入力部、画像出力部、画像メモリ部、専用ハードウェア部はバス結合コントロール回路BJ

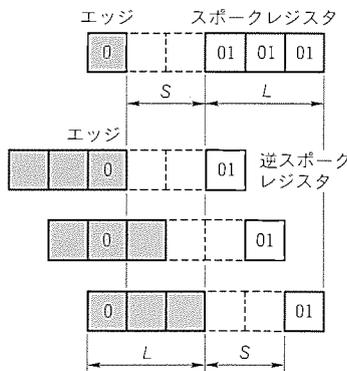


図7. スポークレジスタと逆スポークレジスタ

C (Bus Junction Control) を介してイメージリングバスと接続している。また、このBJCはラッチとマルチプレクサから構成され、CPUからマルチプレクサの選択を制御することによってイメージリングバスの接続形態を柔軟に変化させることができ、ボードの追加によってシステムの拡張が容易である。また、機能ごとにモジュール化されたボードを多段に接続することによりパイプライン処理が可能である。

4. 実画像への応用

拡張スポークフィルタによる基本形状抽出法の実画像への応用として、道路白線の抽出実験を試みた。自動車の自律走行や予防安全を目的とした研究開発において、道路上の車線やセンターライン等の白線を認識する技術は不可欠である。

4.1 道路白線の抽出

実験に用いた画像は自動車専用道路を走行する車両に登載したカメラから撮影された映像をA/D変換したデジタル画像である。このデジタル画像は8ビット階調(256階調)であり、画面サイズは512×480画素である。また、実際に道路白線が存在する部分は画面の下半分の領域であるため、抽出処理は画面の下半分(512×240)の領域のみ行った。以下に処理の手順を示す。

(1) ノイズ除去

入力された原画像に対して、まず3×3のマスクサイズのメディアンフィルタにより、スパイク状ノイズを除去する。メディアンフィルタとは、注目点及びその近傍の各点の濃度値を大きい順(小さい順)に並び変えたとき、中央に来るものを、すなわち3×3のマスクサイズの場合は始めから5番目のものを注目画素の濃度値とする。この局所領域演算を全画

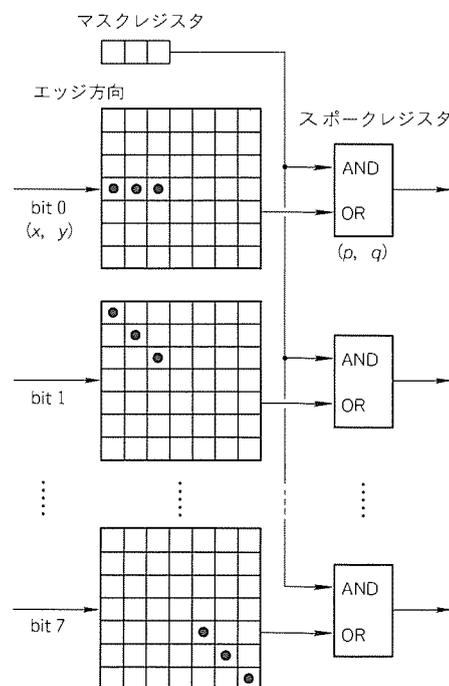


図8. ハードウェア構成

面について行うことにより、エッジを保存したまま、ノイズを除去する。

(2) エッジ抽出

次にエッジ抽出であるが、ここでは対象が道路白線の抽出であるため、特に垂直方向のエッジを抽出する。

-1	-1	-1	0	1	1	1
-1	-1	-1	0	1	1	1
-1	-1	-1	0	1	1	1
-1	-1	-1	0	1	1	1
-1	-1	-1	0	1	1	1
-1	-1	-1	0	1	1	1
-1	-1	-1	0	1	1	1

図9. 垂直エッジ抽出フィルタ

図9にこの実験で用いた7×7のマスクサイズの垂直エッジ抽出フィルタを示す。ここで、注目点

X及びその7×7近傍の各点の濃度値と、それらの位置に対応するフィルタの各係数との積和演算の結果を注目点のエッジ強度G(X)とする。この局所領域演算を全画面について行う。

(3) エッジ方向の3値化

次に各点Xの量子化したエッジ方向Q'(X)を以下のよう

$$Q'(X) = \begin{cases} 0 & (G(X) > T1) \\ 8 & (-T1 < G(X) < T1) \dots\dots (12) \\ 4 & (G(X) < -T1) \end{cases}$$

ここでT1はエッジ強度に対するしきい値であり、その値は処理領域におけるエッジ強度の最大値に基づいて設定した。また、エッジ強度の絶対値がT1未満のエッジは無視され(方向8)、垂直エッジのみを抽出したため、エッジの方向は0、4の2方向のみである。

(4) 平行線の中心軸の抽出

以上の前処理の後、拡張スポークフィルタによる平行線の中心軸抽出を行う。スポークのサイズはS=3、L=8を採用した。このサイズにすることにより、最小8から最大22の範囲の平行線を抽出できる。拡張スポークフィルタのアルゴリズムは既に説明したため、ここでは省略する。

4.2 抽出結果

以上の処理の結果を図10に示す。2車線道路の左右の路側の白線及び中央の破線状の白線の3本が比較的まとまりの良い領域として抽出され、それ以外にガードレール支柱の一部や自動車の一部が抽出されている。

拡張スポークフィルタを用いることにより、3本の道路白線それぞれの領域統合が単なるエッジ点列の領域統合に比較して、容易かつ安定に行えることが推測できる。

なお、今回の実験では行ってはいないが、これ以降の処理である中点の点列化は、PICIPの専用ハードウェアでリアルタイムに行える。また、最小2乗近似による曲線の当てはめはCPUによるソフトウェア処理が妥当であると考えられる。

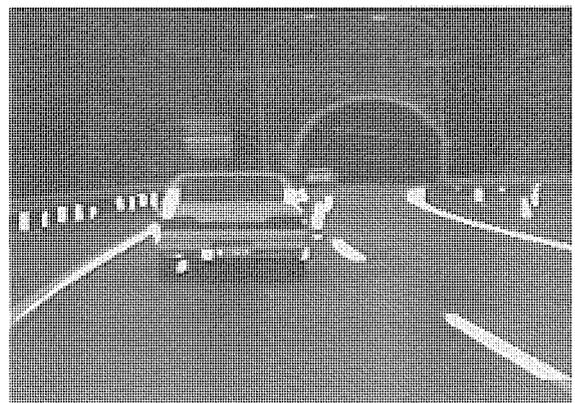


図10. 道路白線の抽出結果

5. むすび

画像中から円・楕円、長方形、平行線等の基本形状を抽出する際に、従来法ではエッジを区分的に直線近似した直線成分を統合することによって行われていたが、大局的情報を取り込みにくく、誤った抽出が行われやすかった。

本稿では、エッジの方向を用いて円・楕円を直接的に抽出するスポークフィルタの考えを発展させた拡張スポークフィルタを提案し、これによって安定かつ高速に円・楕円だけでなく、長方形や平行線をも抽出できることを示した。次にこの拡張スポークフィルタによる抽出処理を行うハードウェアを提案・作成した。

そして、実画像への応用として車載カメラから得られた画像中の車線、センターライン等の道路白線の抽出を試みた。これらの道路白線は平行形状をしており、拡張スポークフィルタによる平行線抽出処理を行ったところ、安定かつ高速にそれらの中心軸の抽出を行うことができた。

参考文献

- (1) Nevatia, R., Babu, R. : Linear Feature Extraction and Description, Computer Graphics and Image Processing, 13, 257~269 (1980)
- (2) Scher, Shneier, Rosenfeld : A Method for Finding Pairs of Antiparallel Straight Lines, IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAM-4, No.3, 316~323 (1982)
- (3) Minor, L. G., Sklansky, J. : The Detection and Segmentation of Blobs in Infrared Images, IEEE Trans. SMC-11, 194~201 (1981)
- (4) 黒田伸一, 笹川耕一, 池端重樹 : 可変パイプライン型高速画像処理装置 (PICIP) の開発, 画像電子学会研究会資料, 89-01-07 (1989)

可変速揚水発電システムの開発と 北海道電力(株)高見発電所への適用

安井順司* 佐藤幸雄* 町野 毅** 吉田康夫*** 佐野賢三*** 城地慎司***

1. ま え が き

現在、電力系統における周波数調整 (AFC) は火力及び水力発電所の出力調整によって行われている。しかし、今後、電力系統の中に占める原子力発電の比率が増大するにつれて、特に電力需要量が減少する夜間の AFC 容量の不足が予想される。この対策の一つとして揚水発電所における揚水時の入力を系統の周波数に応じて変化させる技術の開発が必要かつ急務になってきた。このため、揚水運転時の回転速度を可変速制御して発電電動機の入力を制御する可変速揚水発電システムの開発、実用化が進められている。

当社では、昭和 60 年から可変速揚水発電システムの研究開発を行っており、この成果を平成 5 年 4 月に営業運転を開始した北海道電力(株)高見揚水発電所 2 号機に適用した。この可変速揚水発電システムの励磁装置には、GTO (Gate Turn Off Thyristor) 変換器が採用されており、このプラントは世界で初めて GTO 変換器を実用化した可変速揚水発電プラントとなった。

以下に、北海道電力(株)高見揚水発電所 2 号機の可変速揚水発電システムの概要、開発経緯、実機試験結果等について述べる。

2. 可変速揚水発電システムの概要

2.1 原理とシステム構成

現在の揚水発電所では、ポンプ水車は直流励磁の同期発電電動機によって一定回転速度で運転されている。回転速度が一定の場合、揚水運転時は与えられた揚程に対してポンプ水車の軸入力が一義的に決まる。したがって、揚水電力も一定である。

発電電動機を可変速運転するためには、二次側回転子に三相巻線を施し、一次側周波数(系統周波数となるため一定)と回転子の回転速度との差である滑り周波数に等しい周波数の交流で励磁すればよい。このような発電電動機を以下“交流励磁形同期機”と呼ぶことにする。滑り周波数の三相交流を発生させる励磁装置とし

ては、サイクロコンバータ方式又は GTO 変換器方式が適用されている。

可変速システムの構成を図 1 に、回転子の回転速度と固定子の回転磁界との関係を図 2 に示す。

2.2 特 長

交流励磁形同期機が従来の同期機と大きく異なっている点は、三相交流で励磁を印加するため、同期機の内部相差角に相当する励磁電圧の位相角を励磁装置で電氣的に制御できることである⁽¹⁾。したがって、ポンプ水車の軸トルクと無関係に発電電動機の入出力を独立かつ高速に制御できる。また、ポンプ水車と発電電動機の入出力に差を作ることにより、回転速度を変化させることができる。

可変速揚水発電システムの特長をまとめると以下のようになる。

- (1) 回転速度の変化による揚水運転時の入力調整(揚水 AFC 運転)が可能
- (2) 回転速度の変化による水車、ポンプの運転領域の拡大と効率向上
- (3) 発電電動機入出力の高速制御による系統安定度の向上

3. 開 発 経 緯

三菱電機(株)は昭和 60 年からこのシステムの研究・開発を行ってきた。基本原理等の基礎研究に始まりデジタル計算機による各種のシミュレーション解析、モデル機による検証

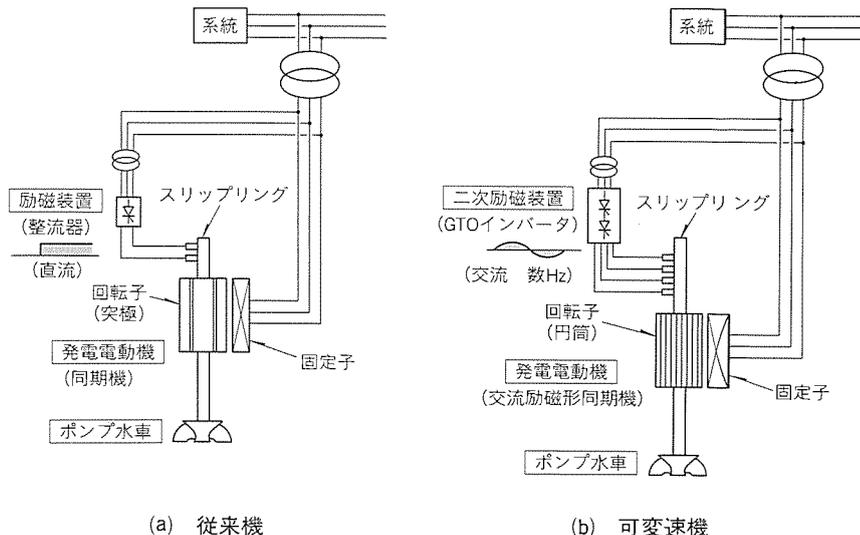


図 1. 可変速システムの構成

$$\omega_e = \omega_s + \omega_r$$

ω_e : 固定子側磁界の回転速度 (= 系統周波数)

ω_r : 回転子の機械的な回転速度 (= 回転速度)

ω_s : 回転子側磁界が回転子上を移動する速度 (= 励磁周波数)

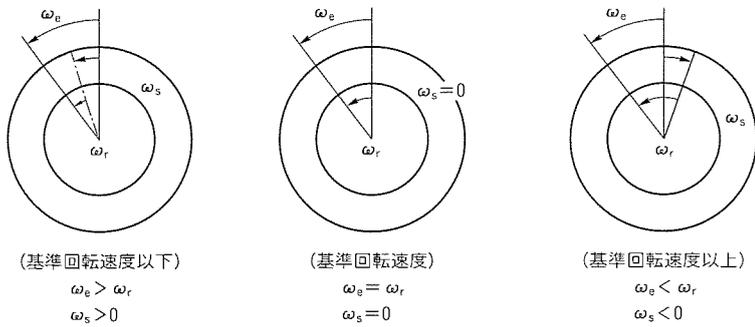


図 2. 回転子の回転速度と固定子から見た磁界の回転速度の関係

等を実施してきた。

3.1 システム開発

システム開発としては以下の三つが主なものとして挙げられる。

- (1) 有効電力・回転速度の制御方式の確立
- (2) 始動方式, 始動容量の解析
- (3) 系統安定度効果, 事故時の挙動等の系統解析

ここでは(1)及び(2)について述べ、(3)については別の機会⁽²⁾⁻⁽⁴⁾に報告しており、ここでは割愛する。

3.1.1 制御方式の確立

従来の同期機では回転速度は一定であり、有効電力は水車の调速機(ガバナ)で制御されてきた。ところが可変速システムでは、2.2節で述べたようにポンプ水車の軸入出力とは独立に励磁系で有効電力が制御できる。その結果、回転速度も変化させることができるため、有効電力と回転速度をガバナ系・励磁系のどちらで制御するか(どちらにフィードバックするか)によって制御方式のメリット・デメリットが決まる。ガバナ系よりも励磁系の方が制御応答が速いため、励磁系で有効電力を制御しガバナ系で回転速度を制御する方式であれば電力優先の制御となり、励磁系で回転速度を制御しガバナ系で有効電力を制御する方式であれば回転速度優先の制御となる。それぞれの方式についてシミュレーション解析を行い、モデル試験によってシミュレーションの妥当性を確認した。

3.1.2 揚水始動方式, 容量検討

揚水始動方式については、従来から4種類の方式があったが、発電所スペース, 経済性等を考慮して励磁装置と始動装置を兼用した低周波始動方式を新たに採用した。これは発電電動機の一次側を短絡し、二次側から低周波で始動する方式で、

$$\text{変換器出力周波数} = \text{回転速度} + \text{滑り周波数}$$

の関係を保ちながら回転子を加速させていく。

励磁装置容量, 滑り周波数と始動可否, 始動時間の関係、

慣性定数, 各種損失の影響等のシミュレーション解析を行い、モデル試験でシミュレーションの妥当性を確認した。

3.2 発電電動機の開発

可変速発電電動機の開発に当たり、まず200kWモデルによって同期機としての特性を把握した。また、誘導機, 同期機それぞれの設計手法について比較検討を行い、新規に可変速発電電動機としての電気設計手法を確立した。この設計手法に基づく設計計算プログラムを開発し、各運転状態における特性, 励磁装置に対する要求値を評価できるようにした。このほか、構造を決定する上において必要な次の要素技術についても、実物大モデル試験を実施し、種々の検

討を行った。

3.2.1 発電電動機の特性及び定数

発電機特性の重要な項目である無負荷飽和特性, 負荷特性に対する設計評価式を開発した。また、先に述べた200kWモデルによる検証試験結果に基づき、可変速発電電動機の負荷特性は従来の定速機と同様、ベクトル図によって論ずることができることを明らかにした。

3.2.2 実物大モデル試験装置による検証

可変速揚水プラント用発電電動機の固定子構造は、従来の発電電動機とほとんど同一の構造となっている。これに対し、回転子の構造は巻線形誘導機の回転子構造と類似であり、従来の発電電動機の回転子構造とは全く異なる構造となる。巻線形誘導機の実績は25MW程度までしかなく、300MW級の大容量発電電動機としては新たな開発検証を行うことが必要となった。このため部分モデル及び実物大のモデル試験装置等により、可変速発電電動機の回転子の性能検証を行い、十分な信頼性をもつ設計・製作法を確立することができた。主な検証項目を以下に示す。

- 回転子各部の強度
- 通風冷却性能
- 回転子コイルの絶縁特性
- 回転子コイルの熱伸びに対する滑り機構
- 大電流・高電圧コレクタリングの性能

3.3 GTO変換器の開発

励磁装置として採用したGTO変換器方式は、種々の優れた特長をもっており、可変速揚水発電システムへの適用は世界初となる。

以下にGTO変換器の特長及び開発課題について述べる。

(1) GTO変換器方式の特長

GTO変換器方式の構成は、高力率コンバータと3レベルインバータによって構成されたシステムを3台並列としており、サイクロコンバータ方式に比べて電源高調波の発生量が少なく、電源力率を1.0に制御できるため、電源設備の小容

表 1. 高見 2 号機の主要機器諸元

ポンプ水車	形 式 水車出力/ポンプ入力 回転速度	立軸斜流形ポンプ水車 103,000kW/140,000kW 209~254r/min (基準回転速度: 231r/min)
発電電動機	形 式 容 量 一次電圧	交流励磁形同期発電電動機 105,000kVA/140,000kW 16.5kV
変換器	形 式 容 量	両側強制転流式多相電圧形コンバータ (GTO方式) 26,400kVA

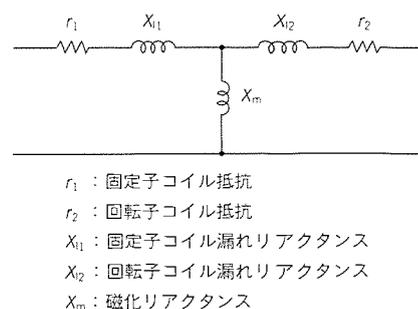


図 3. 発電電動機の等価回路

表 2. 変換器システムの特長

変換方式	励磁装置容量が小さく、力率改善用コンデンサが不要かつ高調波対策が容易なGTOインバータ方式とする。
揚水始動方式	二次励磁装置容量を増大させることなく水中揚水始動が可能なブースタインバータ始動方式とする。
システム構成	インバータ構成は、1グループが2直列3並列の3グループ並列多重構成とする。
適用素子	国内最大容量である4,500V/3,000AのGTO素子を適用する。

量化を図ることが可能となる。また、GTO インバータは商用周波数 (50/60 Hz) が容易に出力できるため、発電機を始動する際、従来から使用していた始動装置が不要になる。

(2) コンバータ制御方式

コンバータの始動方式として、コンバータ電圧が系統電圧と一致するようコンバータを制御して同期完了後、コンバータを系統へ併入する。これにより、併入時の系統からコンバータへの突入電流を除去することが可能となった。

また、P 側直流電圧、N 側直流電圧のバランスを制御する直流電圧バランス制御を行っている。

(3) インバータ出力高調波抑制方式

インバータ出力の高調波を抑制するため、高調波発生の少ない3レベルインバータ方式及び3台並列に運転されるインバータ PWM (Pulse Width Modulation: パルス幅変調) のキャリア信号に位相差をもたせる方式を採用した。この結果1%以下の特定高調波に抑制でき、高調波フィルタの容量を低減することが可能となった。

(4) スナバエネルギー再生方式

GTO 変換器のスナバ回路及びリアクトルのエネルギーをクランプコンデンサに蓄積し、チョップ回路によって直流母線に回生することにより、変換器効率の向上を図っている。

(5) 揚水始動方式

GTO 変換器は、前述のように商用周波数の出力が容易であり始動装置は不要であるが、水中始動など損失トルクが大きい場合に始動時の必要電圧を確保する方法として、3台並列としているインバータのうち1台をブースタインバータとして使用し、その出力を残りの2台の出力にブースタ (電圧重畳) 変圧器を介して重畳するブースタインバータ方式の始

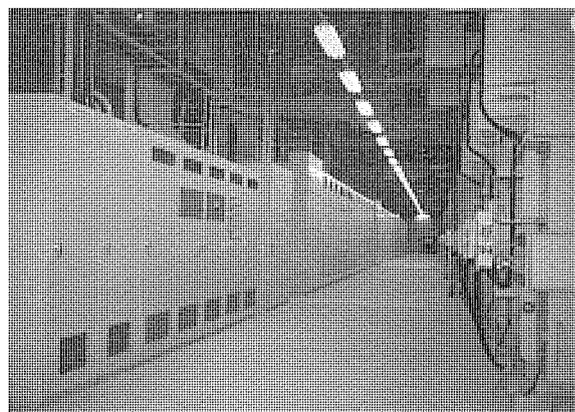


図 4. GTO変換器の外観

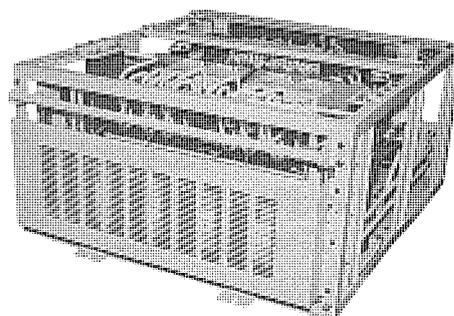


図 5. GTOインバータモジュール

動方式を開発した。

4. 高見 2 号機への適用 (製作・試験)

4.1 高見 2 号機概要

これまでに述べてきたように可変速揚水発電システムの実用化のための研究開発を進めてきたが、これらの開発成果を基に北海道電力(株)高見揚水発電所 2号機向け可変速システムの設計製作を平成 2 年 1 月から開始した。

昭和 58 年 7 月に 1 号機が運開しており、2 号機は建屋スペースの制限、水中始動方式、テリア形ポンプ水車等種々の設計条件を考慮した実機製作が必要となった。

2 号機の主要仕様を表 1 に、また変換器システムの特長を表 2 に示す。平成 3 年 7 月に発電電動機、GTO 変換器の製作を完了し、8 月から単体試験、9 月から所内の組合せ試験を行った。さらに、その他各種制御装置の製作、試験を平成

4年5月に完了した。現地での無水試験、有水試験を経て、平成5年4月に営業運転を開始した。

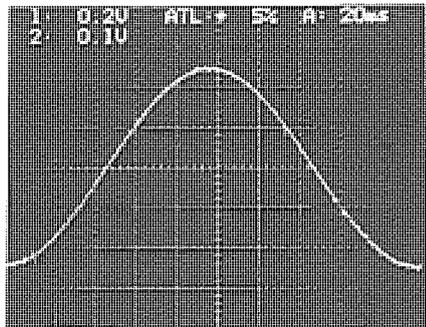


図6. インバータ出力電流波形

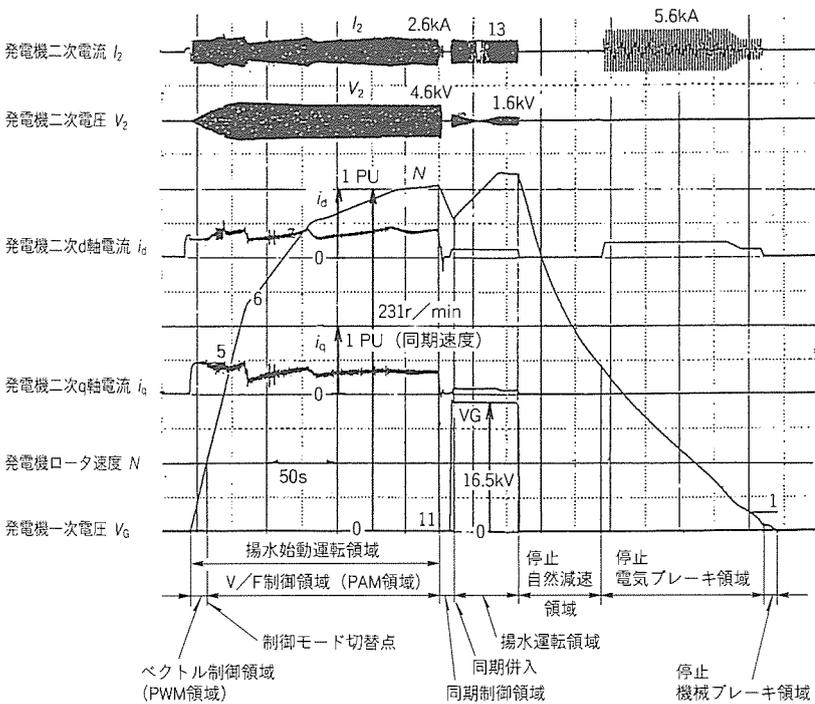


図7. 揚水運転の始動・停止特性

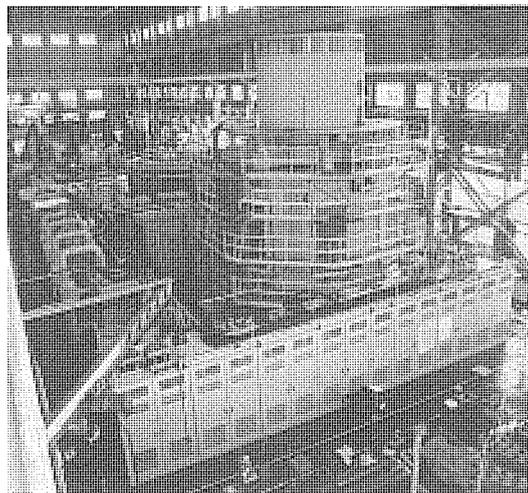


図8. 実機工場組合せ試験状況

以下に主要機器の工場での単体試験、組合せ試験及び現地での試験の主な内容について述べる。

4.2 発電電動機

4.2.1 工場試験

GTO二次励磁装置及び制御システムとの組合せ試験に先立ち、発電電動機単体の性能確認試験及び商用試験を行った。

以下に商用試験及び確認試験で得られた結果について述べる。

(1) 通風冷却

±10%の速度変動範囲に対して総風量及びコイルエンド通風量を測定し、いずれの回転速度においても実測値と計算値はよく一致していることを確認した。また、固定子コイル、

回転子コイルともその温度上昇実測値は計算値どおりであることが確認でき、通風特性、冷却評価ともそのシミュレーション解析の精度が十分であることを明らかにした。

(2) 発電機特性

無負荷飽和特性の実測結果は設計値と極めてよく一致しており、解析精度の高いことが証明された。また、実測された特性及び損失を用いて現地定格負荷運転における二次電流、二次電圧を評価した結果、いずれも設計余裕の中に入っており、二次励磁装置の容量算定も適切であったことが確認できた。

(3) 発電機定数

通常の商用試験結果による発電機定数も実測値はほぼ設計値どおりであり、設計評価が十分であることを確認した。また、漏れリアクタンス単独の評価について

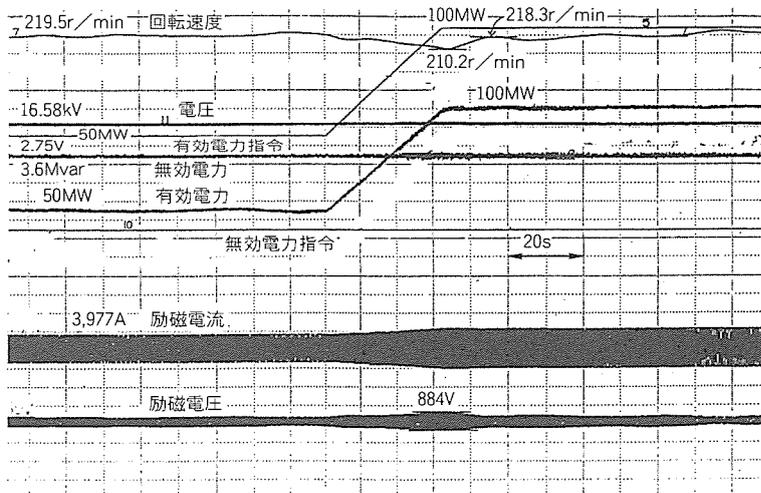


図9. 発電出力急増試験結果

ては、一次側、二次側それぞれから励磁した場合の発電機特性を求め、図3に示す一次、二次の漏れリアクタンスを分離し、設計値と実測値がよく一致していることを確認した。

4.2.2 現地試験

現地試験において再度、各種基本特性の実測を行った。この結果、実機の諸特性はすべての項目にわたり設計値どおりであり、与えられた仕様に対し、十分な性能をもつことが確認できた。さらに、負荷試験では、すべての運転範囲に対し二次電流、二次電圧の大きさが計算値どおりであり、あらためて設計評価式の精度が高いことが確認された。

4.3 GTO変換器の概要

図4にGTO変換器の外観、図5にGTOインバータモジュールの外観を示し、以下に装置定格及び運転特性を示す。

(1) GTO変換器定格

GTO変換器容量

インバータ 26.4MVA

コンバータ 18MW

GTOインバータ出力定格電流

7,000A

GTOインバータ出力定格電圧

2,180V

GTOインバータ定格周波数

5Hz

(2) 発電運転特性

図6にGTOインバータ出力電流波形を示す。この波形は発電運転時(インバータ高調波フィルタ無し)、定格周波数(5Hz)領域のものであり、インバータの多重化、及び3レベルインバータ採用による効果によって高調波の低減がなされていることが分かる。また、2.75Hz、100%負荷(インバータ側高調波フィルタ有り)実運転状態における電流高調波分析結果でも、36.36次/0.31%、109.1次/0.21%(これ以外の高調波は概略ゼロで無視できる。)であり、発電機二次側に流入する励磁電流の高調波がかなり低減されていることが分かる。

(3) 揚水運転特性

図7に揚水始動から同期併入、揚水運転、停止に至る揚水運転特性を示す。始動フリクショントルクに対して電流制御

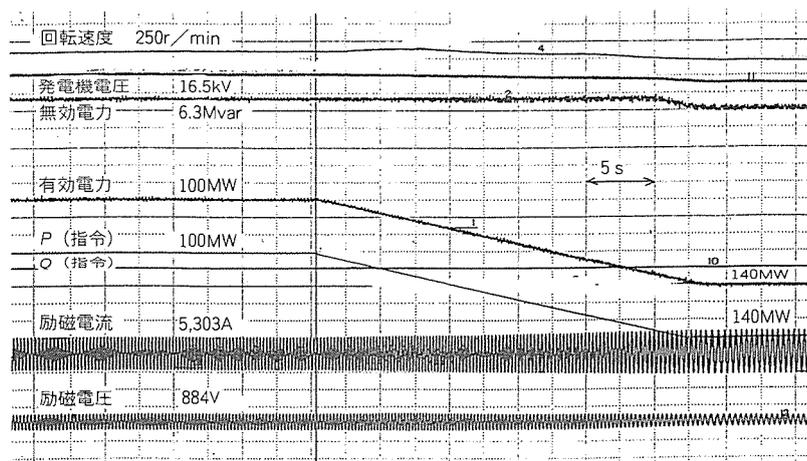


図10. 揚水入力急増試験結果

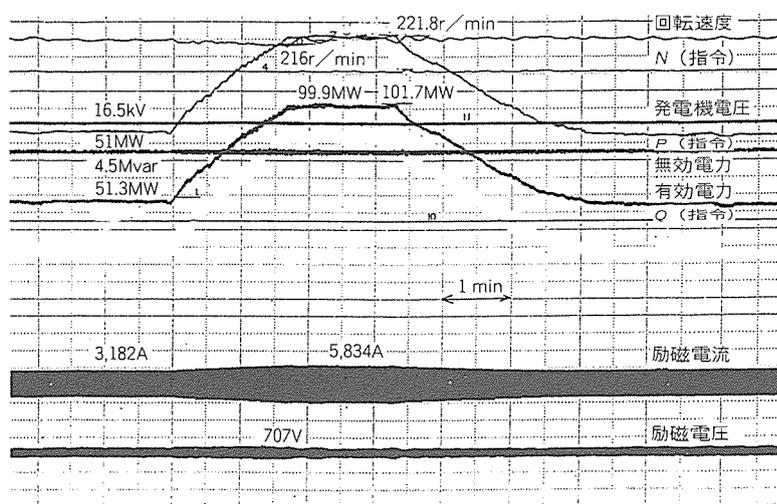


図11. 発電AFC試験結果

を行いながら速度制御を可能とするベクトル制御領域(0~20%速度)、損失トルクの大きくなる20%速度以上でのブーストインバータ方式での制御領域、及び制御モード切替点を含めた始動から停止までの全運転領域において良好な特性が得られた。

4.4 制御システム総合試験

4.4.1 工場組合せ試験

単体試験を終了した各機器を組み合わせる工場組合せ試験を実施した。

主な構成機器

- 発電電動機
- GTO変換器
- 励磁変圧器
- 出力リアクトル
- 始動用ブースト変圧器
- 励磁制御装置
- 励磁用、始動用開閉器

試験では発電電動機と変換器の総合的な制御性能、制御機

能の確認を行った。主な試験項目を以下に示す。

- 同期制御
- 有効電力 (P) 制御
- 無効電力 (Q) 制御
- 回転速度 (N) 制御
- 揚水始動制御

この組合せ試験で、設計値に基づいた安定かつ高速な同期、有効電力制御、無効電力制御、回転速度制御及び揚水始動制御を確認することができた。図 8 に実機組合せ試験全景を示す。

また、工場試験段階で可変速システム機器の総合組合せ試験を実施することにより、システムの制御機能、制御性能とともに主要機器及び制御装置の各種インタフェース仕様が問題無いことが確認できた。

4.4.2 現地試験

3.1.1項で述べたように、ガバナ系だけでなく励磁系でも有効電力 (P) が制御できることが、可変速システムの特徴である。高見 2 号機では、現地有水試験での発電運転、揚水運転のそれぞれについて両制御方式の調整試験を行い、どちらの制御方式でも安定に運転できることを確認した。また、系統運用面での試験として AFC 試験、ガバナフリー試験を行い、良好な結果が得られた。試験結果の一例として図 9 に発電負荷急増試験、図 10 に揚水入力急増試験、図 11 に発電 AFC 試験インディシャル応答試験の結果を示す。

5. む す び

北海道電力 (株) 高見発電所 2 号機の可変速揚水発電システ

ムにつき研究、開発及び実機設計、製作並びに試験結果について紹介を行った。このプラントは可変速システムを適用した初の新規揚水プラントである。

電力系統における可変速揚水発電システムの位置付けは今後ますます重要になると思われる。これまでの開発、及び実機設計、製作をベースに 400 MVA クラスの大容量可変速システムの実用化の見通しが得られるとともに、このシステムが大容量発電電動機、パワーエレクトロニクス、デジタル制御装置等、各方面の最先端の技術を駆使して、より一層の系統の安定化、高信頼化に寄与するものと確信する。

最後にこのシステムの開発、実機設計・製作に多大な御尽力をいただいた各位に深謝する次第である。

参 考 文 献

- (1) 細川靖彦, 小滝賢二: 二次励磁誘導機を用いた電力, 無効電力制御の検討, 半導体電力変換研究会, SPC-86-51 (1986)
- (2) 道上 勉, 南沢 肇, 石黒富士雄, 峯 節朗: 可変速揚水発電システムによる系統安定化効果のシミュレーション解析, 電力技術研究会, PE-87-140 (1987)
- (3) 峯 節朗, 石黒富士雄: 系統事故時の可変速機の制御と保護, 電気学会全国大会, No.921 (1988)
- (4) 峯 節朗, 石黒富士雄: 系統事故時の可変速機の制御と保護, 電力技術研究会, PE-88-88 (1988)

帝都高速度交通営団向け 統合化列車運行管理システム

中島信夫* 大嶋 薫* 森原健司** 館 精作** 村木一巳***

1. ま え が き

帝都高速度交通営団(以下“営団”)は我が国最初の地下鉄である銀座線を始め全8路線をもち、首都圏の通勤・通学の大動脈を担っている。各路線では110~150秒間隔の高密度運転が行われ、路線が交錯する接続駅で相互の路線を乗換え利用している乗客も数多い。

従来、営団の指令所は銀座・大手町・桜田門の3か所に分かれていた。しかし、増加一途の旅客需要にこたえ更にゆきとどいた地下鉄ネットワークとしての旅客サービスを提供していくために上記3指令所を統合し、全線に列車運行管理システム(以下“PTC”(Programmed Traffic Control System)という。)を導入することになった。

このうち当社は、これまで培ってきた列車運行管理システムに対する実績⁽¹⁾を基に、東西線・千代田線・南北線^(註1)の3路線のPTCと統合管理システムを製作した。統合化された指令所の下での統合管理システムとそれに結合した路線PTCを“統合化列車運行管理システム”と称す。

2. 列車運行管理システムの概要

2.1 P T C

PTCはオンラインで稼働するシステムであり、電子計算機を用いて列車の運行ダイヤを記憶し、そのダイヤに基づき列車の進路を自動制御する。そして、その制御結果を列車運行情報として収集し、これを監視する運輸指令員に提供するシステムである。また、運行乱れ時には運輸指令員による変更入力を得てダイヤ情報を自動修正(これを“運転整理”という。)する等の機能がある。

このたび、システム化した東西・千代田・南北3路線のPTC制御対象規模を表1に示す。

2.2 統合管理システム

統合管理システム(以下“統合系”)は各路線PTCの上位に位置付けられ、我が国で初めて導入されたシステムである。各PTCとは通信リンクで接続されている。各PTCが送出する列車在線情報をくまなく入手し、地下鉄ネットワークを円滑に機能させることを目的として接続駅での列車運行監視や終車接続制御等、路線間にまたがる監視・制御を

(注1)東西線 : 中野~西船橋間 30.8km

千代田線 : 北綾瀬~代々木上原間 24.0km

南北線 : 駒込~赤羽岩淵間 6.3km

将来、目黒~赤羽岩淵間 21.4km

行う。また、各路線・各駅等に設けられた運行状況モニタに対するホストコンピュータとして収集した情報を提供している。

3. 特 長

このシステムには、従来の列車運行管理システムがもっていなかった多くの新技術が折り込まれている。

(1) システム構築

例:中央と駅を高速伝送系で結ぶ分散システムのほか、FDDIやバス形LANを用い各種計算機を結合し、統合された中央システムを構築。

(2) マンマシンコミュニケーション

例:EWSのグラフィカルユーザーインターフェース⁽²⁾(以下“GUI”)という。)機能を活用した入力方式。

(3) 大型ビデオプロジェクトによる列車運行ディスプレイ

例:列車運行管理システムとして初めてのネットワーク表示盤(110インチ)と運行表示盤(70インチ連続2面構成)。

(4) AI(Artificial Intelligence)応用技術を駆使した運転整理支援システム等。

4. システムの構成

運輸指令所の全ぼう(貌)を図1に示す。また、システムの全体構成を図2に示す。

4.1 PTCシステムの基本構成

表1. PTC制御対象路線の規模

	東西線	千代田線	南北線
(1)最大列車本数 (800本)	594本	662本	290本
(2)最大同時在線 列車本数 (60本)	43本	30本	6本
(3)最小運転時隔 (100秒)	135秒	135秒	300秒
(4)列車種別	快速(A, B, C,) 普通, 回送, 試運転	普通, 回送, 試運転, 準急	普通, 回送, 試運転
(5)運転形態	他社線との相 互直通運転	同左	自路線内折り 返し
(6)制御駅数	11駅	8駅	3駅 (将来8駅)

注(1) ()はシステムとしての設計値

(2) 南北線は駒込~赤羽岩淵間部分開業における値、目黒~駒込間将来延伸予定

各路線 PTC は各々独立して構築している。各路線 PTC はシステム一斉停止防止と信頼度の向上をねらって中央のホストコンピュータ (以下“ダイヤ管理 CPU”という) “ME LCOM 350/60-600”と各駅 (停車場) に設けた駅装置 (32 ビットマイクロコンピュータ) とで処理を分担しあう駅分散方式を採用する。また、ダイヤ管理 CPU の運転バックアップ方式として 3 路線の計算機に対し、1 台のバックアップ CPU で待機予備系を構成する方式を採用した。従来のシステムでは路線ごとに待機予備二重系方式が採られてきたが、今回 2 路線同時ダウンはないとの前提の下に上記方式とし、経済性を向上させている。

4.2 ネットワーク

各路線とも光ファイバを用いた総合伝送路が設けられており、これを介して PTC の中央と各駅の間には 9,600 bps の通信回線を 2 回線設けている。また、統合管理システム “ME LCOM 350/60-800” と各路線の PTC を結合するために、指令所内に国際規格の FDDI (Fiber Distributed Data Interface) 方式のリング形 LAN (100 Mbps) とそれにつながる 5 個のバス形 LAN (10 Mbps) から成る “統合 LAN” を設けた。ここでバス形 LAN 5 個の用途は統合系用と旅客案内システムホスト用に各 1 個、さらに PTC 用として 3 個 (PTC の建設は 3 段階で行われるため各段階に対応したグループごとに 1 個) である。

4.3 指令操作卓

列車の運行管理に携わる運輸指令員がシステムから情報提供を受け、システムに対し入力を行う装置として指令操作卓がある。従来の指令操作卓には計算機周辺装置のキャラクターディスプレイ (CD) やグラフィックディスプレイ (GD) が組み込まれていた。今回、次の理由で 3 台のエンジニアリングワークステーション (以下 “EWS” という) “ME 550” をダイヤ管理 CPU の端末として組み込んだ。

- (1) ダイヤ管理 CPU と操作・入力用 EWS によるマンマシン処理分業に伴う高速応答性が得られること。
- (2) EWS のもつマウスとマルチウィンドウで代表される最新の GUI 機能の活用による良好な操作性・視認性が得られること。
- (3) ダイヤ管理 CPU 単独処理としては重負荷となる運転整理提案等の処理の専用使用が可能なこと。

3 台の EWS のうち 2 台はモニタ及び操作入力用であり、全く同一機能をもつ。他の 1 台は運転整理処理専用のエキスパートシステムマシンとして用い、“AI プロセッサ”と称している。

4.4 運行表示盤

従来の運行管理システムではびょうぶ (屏風) 状の運行表示盤における LED 表示や指令操作卓に組み込まれた専用 CRT 表示による運行表示がなされてきた。このシステムでは、次の理由で 70 インチビデオプロジェクタ 2 面構成方式を採用した。

用した。

- (1) 8 路線が統合された指令所に占有面積の点でコンパクトな運行表示盤が構成できる。
- (2) 線路形状等の変更が生じた場合、改修はソフトウェアのみで済む。
- (3) 入力切替えによって片方の 1 画面に運行状態を縮小表示し、他方で監視用 ITV や商用テレビ等を表示する等の列車運行監視に対して多彩な使い方が可能である。

4.5 ネットワーク表示盤

統合系で収集した 8 路線列車在線情報に基づき地下鉄ネットワークの運転状態を一括表示する表示盤である。110 インチビデオプロジェクタを用いている。不測の事態の発生により、地下鉄ネットワーク全体が影響を受ける場合、接続駅の列車運転状況や関係路線のダイヤスジ表示を大画面に表示し、関係者が協議に当たることを目的とし設けられている。

5. システムの機能

統合系と PTC 系の二つのシステムがあるが、以下では両システムの特長な機能について述べる。

5.1 列車追跡

列車追跡とは連動装置から読み込んだ軌道回路^(注2)の状態を分析して列車の移動を判断していく機能である。営団各路線は 110 ~ 150 秒間隔の高密度運転を行うために軌道回路を細分化している。PTC システムとして路線状況に対応し、きめ細かく制御していくために列車追跡を軌道回路の単位で行っている。

5.2 進路制御

進路制御は列車が駅^(注3)に入る時及び駅を出発する時の信号機とポイント部分を制御する機能である。1 回の進路制御において必ずセット出力とリセット出力を行う停止定位方式を原則としている。しかし、110 ~ 150 秒の短い運転間隔を確保し、列車を効率良く運転させるために営団特有の下記の

(注 2) “軌道回路”とは、列車が走行する軌道を利用して信号電流を流し、列車位置を検知するための電気回路のこと。

(注 3) “駅”とはポイント等の信号設備のある駅 (停車場) をいう。



図 1. 運輸指令所

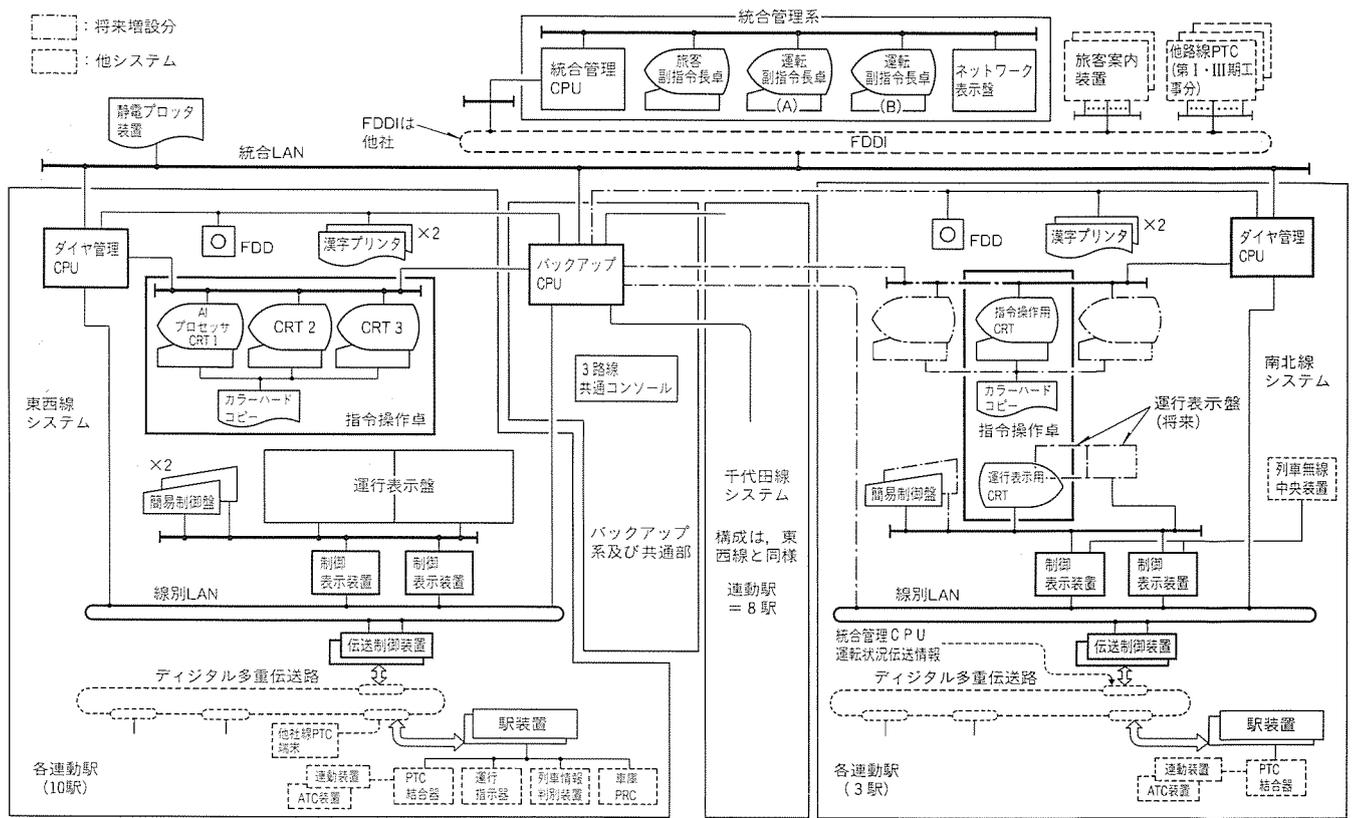


図 2. システム構成

配慮を払っている。

(1) 所定及び遅延している列車に対する同一タイミングにおける場内進路^(注4)及び出発進路^(注4)の設定

(2) 続行列車の場内進路制御

例：場内制御を行った列車の進路リセットを行わないうちに続行列車が制御区間に進入してきた場合、両列車が同一進路をとる場合に限り先行列車の進路設定を続行列車用に保持し、再設定に要するタイムロスを防止している。

(3) 運転が乱れたときの制御方法

例：ダイヤに依存しない“ダイヤ管理禁止”モードを設定。同モードの下で各駅ごとに使用進路を一律指定する“L-ARC”^(注5)運転が可能。

5.3 各種モニタ表示

列車の運転状態はスジ表示、運行状態表示及び遅延量表示等でモニタ表示される。スジ表示とは計画と実績の両ダイヤを距離-時刻座標にグラフィック表示するものである。新たな実績データの入手の都度表示更新し、20分ごとに自動スクロールしている。この結果、運輸指令員は常に最新の運転状態を監視できる。運行状態表示は、運行表示盤でも指令操作卓のCRTでも行っている。運行表示盤では2枚の画面で列車の運行状態が包括的に把握できるように信号設備等を極

(注4) “場内進路”とは、停車場に入るためのポイント部分を含む進路であり、“出発進路”とは、停車場から駅間に出るためのポイント部分を含む進路である。

(注5) “L-ARC”とは、営団の運転制御モードの一種で“Local Automatic Route Control”の略称

力集約し表示している。指令操作卓のグラフィック端末では線路形状図をデータベース化してもち、画面スクロールにより任意の駅近傍の状態を詳細に見られる。図3で示す遅延量表示は列車のその時々遅延量を走行順にバーグラフ状に表示するものである。同画面を用いると路線全体の遅延状況及びその推移が一目の下に理解できる。

(1) ダイヤ変更

運転が乱れたときの対応のために“増運転”のほか全部で11項目のダイヤ変更項目を設けた。このシステムの特長の一つであるが、各項目とも計画と実績のスジ表示されたグラフィック画面上に入力ウィンドウを設け専用キーとマウスによる簡単な入力操作で入力可能な方法を採用し、ダイヤ管理CPUと操作入力用EWSで連携プレイによる高速処理を行っている。図4に増運転入力画面を示す。

(2) 運転整理

列車の運行状態を監視し、現状の遅延に対する運行予想、有効な運転整理の自動提案、及びその運転整理案を採用した場合の列車運転状態の予測等を行う機能である。さらに、不通区間の発生による大乱れに対し、区間折り返しダイヤ及び指示ダイヤ(直通運転再開時の正常ダイヤへの回復のための過渡ダイヤ)の実施案を作成する。以上は“AIプロセッサ”が専用にもつ機能である。AIプロセッサは、運転指令員の思考過程をルールベース化させた思考整合型モデル⁽³⁾(当社が電鉄システム向けに開発したエキスパートシステムモデル)を中核としてもち、シミュレーションの演算処理を高速

遅延量 [13:19 現在]						
路線	A線			B線		
	0	5	15	5	15	
西船橋			35S			
野木中山	05K		55S			
行徳	B1S					
南行徳						
湊安	B1S		23S			
喜西			57S			
西西	21S					
南行徳			13K			
東船橋	B5S					
水郷						
門前仲町			91S			
茅場町	41S					
日本橋			41S			
大手町						
竹橋	69S		69S			
九段下						
藤田橋	69S					
神楽坂			83S			
早稲田	69S					
高田馬場	61S		33S			
池袋			39S			
中野						

図3. 遅延量表示画面

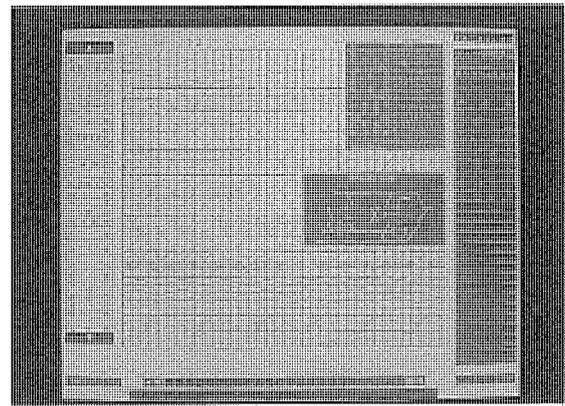


図4. 増運転入力画面

に行っている。提案ダイヤ、区間折り返しダイヤ及び指示ダイヤは運転指令員の承認入力により書き換えられ実制御に適用される。

(3) 列車群管理

列車運転の乱れに対し、列車群全体の遅延収束及び回復を効果的に図るために、路線の複数の制御対象駅にて個々の列車の出発タイミング又は駅間運転時分を調整する制御を列車群管理⁽⁴⁾と呼ぶ。制御対象列車とその前後列車のそれぞれ計画と実績の時隔差を求めある判断の下に制御対象列車を等時隔運転又は遅延回復運転指示をシステムから与える。この制御判断には季節・天候・時間帯・旅客動向等の経験データをルールベース化し用いている。

(4) 終車接続管理

統合系がもつ機能である。全路線の終車時間帯の接続ダイヤを記憶し、終車時間帯においてある路線で列車遅延が発生したとき、接続ダイヤを参照して接続関係にある他路線の列車の駅発車を待たせる指示を統合系が PTC に対して行う。

(5) 他システムとの情報授受

今回の統合化列車運行管理システムでは統合 LAN を中心に統合系、旅客案内ホスト計算機(以下“旅客案内系”という。)、及び各路線 PTC が配置され各種の情報授受を行っている。その主だった情報として在線情報と出発順序情報がある。いずれも PTC が送出する情報である。在線情報は列車が今どこを走っているかという情報であり、統合系と旅客案内系を対象に秒単位の周期で送り出される。また、出発順序情報は旅客案内系を対象に分周期で送り出されるもので、各

PTC が把握している各駅のホームと今後出発する列車の情報である。また、南北線のシステムでは車上と地上のデータ通信を行い、列車無線系から送り出される運番・ゾーン番号等の情報を入手し列車照合を行い、列車の運行状態を運行表示盤に表示している。

6. むすび

以上、指令統合化を目的として 8 路線共通仕様の下で製作した PTC と、我が国で初めて実用化した統合系両システムについて述べてきた。今後、電力管理システム等の関連システムを統合 LAN へ組み込む計画もあり、更に発展していくものと思われる。

参考文献

- (1) 月岡誠治, 岩井 昇, 館 精作, 村木一巳, 浅野和彦: 西武鉄道(株)向け運行管理システム (SEMTRAC), 三菱電機技報, 65, No.11, 1125~1129 (1991)
- (2) 清宮忠昭, 山脇克己, 館 精作: 計測制御におけるユーザーインターフェース, 三菱電機技報, 66, No.7, 696~700 (1992)
- (3) 駒谷喜代俊, 匹田志郎, 安部恵介: 知識工学的アプローチによる列車運転整理支援システムの開発, 電気学会論文集 C, 107, No.2, 173~180 (1987)
- (4) 荒屋真二, 曾根 悟: 都市型軌道輸送システムの列車群制御とシミュレーションによる特性解析, 電気学会論文集 C, 101, No.4 (1981)

横浜ランドマークタワー向け 750m/minエレベーター

渡辺英紀* 棚橋 徹* 杉山美樹* 杉田和彦* 勢力峰生*

1. ま え が き

近年、都市の再開発に伴い、我が国でも高さ200m以上の超高層ビルの建設が多数計画されている。このようなビルに設置されるエレベーターは、輸送効率の点から従来より一層の高速化が必要となる。

当社が東京のサンシャイン60ビル向けに600m/minという世界最高速(当時)の乗用エレベーターを納入したのは、1978年であった。この記録は長らく破られることはなかったが、今回横浜ランドマークタワー(図1)向けに750m/minの乗用エレベーターを納入し、15年ぶりに世界記録を大幅に更新した。

750m/minエレベーターでは、超高速化に伴うエネルギーの増大により、従来の技術に加えて更に新しい技術開発が必要になった。主な課題を次に示す。

- (1) 超高速エレベーター用巻上機及び駆動制御装置の開発
- (2) 増大する停止エネルギーに対応する安全装置の開発
- (3) 超高速走行時のかご振動の抑制
- (4) 超高速走行時の風音によるかご内騒音低減

これらの課題は工場では実走行による評価が困難であるため、シミュレーション技術と相似則評価技術の確立が不可欠である。

図2に、かかる課題を解決するために横浜ランドマークタワー向けに開発した機器の主なものを示す。以下これらについて詳細を紹介する。

2. 電動機駆動制御技術

2.1 巻上機

巻上機は、超高速でかつ(吊)り下げ荷重が大きいので、出力120kW、8極の交流電動機を直結したギヤ無し構造のものを新規に開発した。

ロープは直径18mmのものを10本使用し、綱車直径はロープの寿命を考慮してできるだけ大きく980mmとした。また、電動機から発生する磁気音を低減するため、交流電動機の剛性を強化し、ロータとステータのスロット数は最適な値を選定した。

図2(a)にサンシャイン60向け600m/minエレベーター用巻上機と比較した諸元を示す。この巻上機は出力、質量共に当社最大である。

2.2 制御・駆動装置の構成と特長

このエレベーターの制御方式には、もちろんVVVFインバータ制御を採用した。図3に制御・駆動装置の構成を示す。電動機への大電流を供給するために、コンバータ部、インバータ部にそれぞれ300Aのトランジスタを6個並列に使用した。6個のトランジスタを並列接続するとトランジスタ間の電流バランスがとれないので、3個並列接続したものの出力を合成する方式を採用した。入力電流と出力電流はPWM変調によって制御されている。制御回路には高性能なデジタルシグナルプロセッサを使用した。コンバータは、出力電圧を帰還信号とするフィードバック制御を用いて出力電圧を一定値に制御し、かつ電源電圧の位相を検出して入力電流の力率を、力行時は1に、回生時は-1になるように制御している。インバータには、速度検出器に高分解能のパルスエンコーダを使用するとともに、電流マイナーループを設け、応答の速い制御を行っている。

盤構成は図3のように、ノーヒューズブレーカを入れた受電盤、入力用交流リアクタを設置したリアクタ盤#1、コンバータ部分を納めた電源盤、インバータ部分を納めた制御盤、及び出力用交流リアクタを入れたリアクタ盤#2からなる。インバータ部分は前述のように、トランジスタが3個並列接続されたインバータ#1とインバータ#2で構成されているので、インバータ#1とインバータ#2間の循環電流を抑制する制御方式を開発した。

ところで、超高速エレベーターで快適な乗り心地を得るには振動低減技術が不可欠である。高揚程化によって、ロープ長が長くなり、これに伴ってロープ駆動系のばね定数が極端に小さくなるため、かごの縦振動も発生しやすくなる。かごの縦振動は、電動機の発生するトルクリップルの周波数と機械系の固有振動数が一致した場合に拡大される。したがって、機械系の改善も重要であるが、振動の発生源である電動機からのトルクリップルの低減が最重要であるため、次のように電動機の発生するトルクリップルを低減した。

(1) ホール素子を使用した直流電流検出器のオフセット電圧を自動的に補償する機能を設け、インバータの出力に直流成分が含まれないようにした。

(2) PWM信号には、トランジスタブリッジの上下短絡が発生するのを防止するため、上下のトランジスタがどちらも点弧しない時間、いわゆるデッドタイムが設けられる。このデッドタイムは電圧外乱となり、電動機が低速で回転するときに振動が発生する。そこでインバータの出力電圧を帰還し



図1. 横浜ランドマークタワー

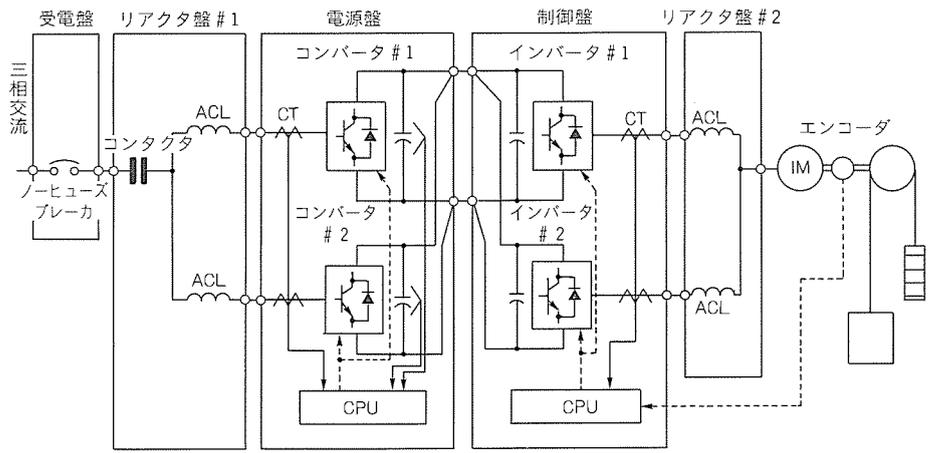
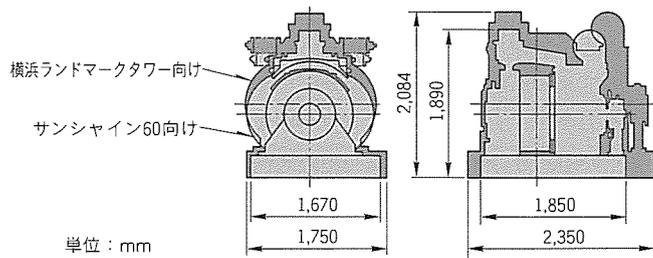


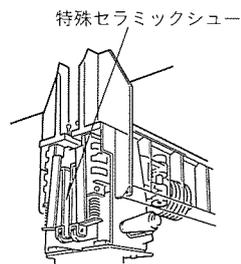
図3. 750m/minエレベーター用駆動制御システム構成

図1. 横浜ランドマークタワー

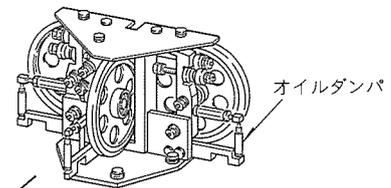


(a) 巻上機

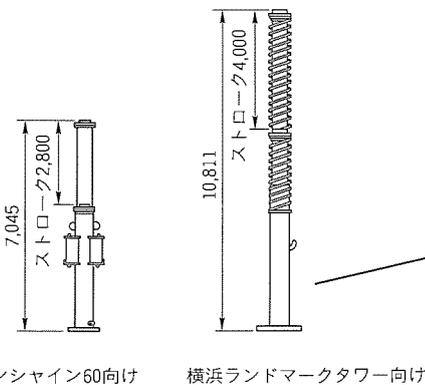
		横浜ランドマークタワー向け	サンシャイン60向け
巻上機	出力(kW)	120	102
	回転数(r/min)	240	195
	質量(t)	12.5	8.7
	形式	交流ギヤ無し	直流ギヤ無し
駆動方式		VVVFインバータ	ワードレオナード
制御方式		デジタル制御	アナログ制御



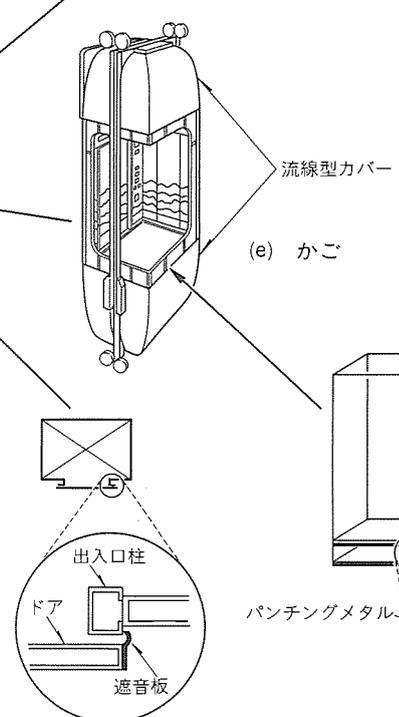
(b) 非常止め



(d) ローラガイド



(c) 油圧緩衝器



(e) かご

(f) ドア遮音構造

(g) 二重床構造

図2. 横浜ランドマークタワー向け開発機器

て、この電圧外乱を打ち消すようにPWM信号を補正する機能を設けた。

(3) 振動抑制演算の演算周期を短くして応答速度を速くするとともに、速度に応じて制御系のゲインを変化させ、振動抑制の効果を増した。低速回転時に電動機が発生するトルクリップルを測定した結果では、前記の低減策によってトルクリップルは1/5に低減した。

2.3 駆動制御シミュレータ

このような超高速エレベーターでは、加速・減速距離だけで200m以上にもなり、とても工場の試験塔では試験できない。

そこで、当社では地上において、エレベーターの駆動制御性能を試験するシミュレータを製作し、これを用いて開発を行った⁽¹⁾。図4はシミュレータの構成である。

このシミュレータは、被試験電動機と負荷電動機をフライホイールを介して直結してある。また、この間にはトルクメータが挿入されている。被試験電動機には実際のエレベーターに使われる駆動制御盤が被試験駆動制御盤として接続されている。また、負荷電動機にも負荷電動機制御盤が接続されている。

被試験電動機には、被試験駆動制御盤から実際のエレベーターの加速～一定速走行～減速の速度指令に応じた電圧、電流が供給される。負荷電動機はかご内負荷に応じて力行、回生に相当するトルクを被試験電動機に供給する。このような構成として、実際のエレベーターとほぼ同じ状態での試験を可能にした。

図5にこのシミュレータを用いて行った750m/min走行時の電動機回転数、電流の測定結果の一例を示す。

3. 安全装置

安全装置として最も重要なものに、非常止めと油圧緩衝器がある。非常止めは万一かごを吊っているロープが破断したときにガイドレールをく(喰)わえてかごを停止させる装置である。また、油圧緩衝器はエレベーターが最下階を行き過

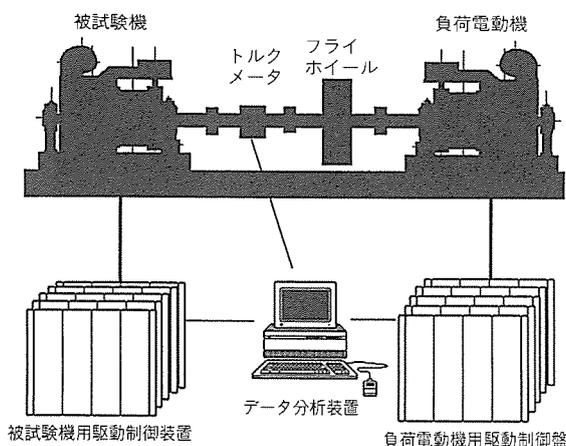


図4. 大容量シミュレータ構成

ぎてピットに突入したときでも衝撃を和らげる装置である。図2(b)に今回開発した非常止めの外形を、図2(c)に油圧緩衝器の外形を示す。

3.1 非常止め

750m/min エレベーターでは、600m/min エレベーターに比べ、非常止めの停止エネルギーは約2倍となる。このため、従来の鋳鉄又は合金のシュー材では動作速度が800m/minを超える辺りから、しゅう(摺)動面温度の上昇によって異常摩耗が発生し、制動不能となる。一方、定格速度750m/minのエレベーターでは、非常止めの最大動作速度は900m/minである。そこで高温状態においても安定した制動特性をもつシュー材の開発が必要となった。

3.1.1 シュー摺動面温度解析⁽²⁾

摺動面温度の解析には三次元の有限要素法解析プログラム“ANSIS”を用いた。その結果、動作速度900m/minでは摺動面の最高温度は750°Cを超えると予測された。この温度は鉄のA1変態点を超えるため、鉄系のシューでは不安定な制動状態になる。そこで、摺動面が高温に耐え、安定した制動特性をもつ特殊セラミックシューを開発した。

3.1.2 非常止め用シューの制動試験

実機での制動試験は規模が大きく、試験回数が限られるため、今回は次のように3段階の評価を行った。まず、回転円盤とシュー材のテストピースを用いた円盤試験装置によってシュー材の選定を行い、次に1/10モデル落下試験装置を用いてコンピュータシミュレーションとの整合性確認を行った。そして最後に工場の試験塔を用いた実機相当落下試験によって実際の制動特性を確認した。

図6に新しく開発した特殊セラミックシューを用いた非常止めの実機相当落下試験での制動試験結果の一例を示す。試

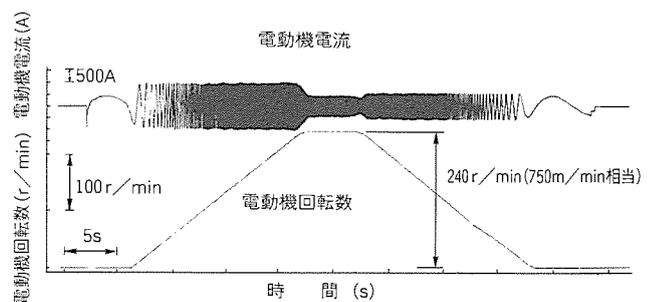


図5. シミュレータによる駆動制御試験結果例

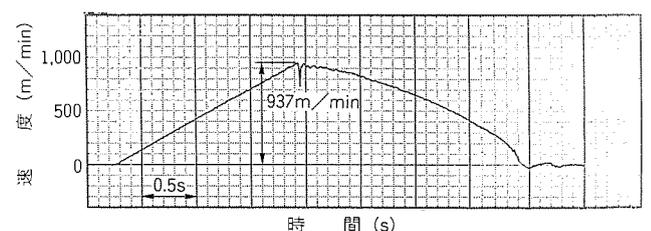


図6. 非常止め試験結果例

験方法は、JEAS-517 日本エレベーター協会標準に準拠した。速度 937m/min で制動を開始し、安定した減速度の制動特性を示し、停止した。制動距離は 16.5m であり、建築基準法及び ANSI コード (米国) に準拠した制動特性を満足した。

3.2 油圧緩衝器

超高速エレベーターでは、油圧緩衝器のストロークが長大になりすぎるので、終端階強制減速装置⁽³⁾と併用すればストロークを 33% にまで短縮することが認められている。そこで、750m/min エレベーター用にストローク 4,000mm の油圧緩衝器 (短縮率 38%) を開発した。

緩衝器にかごが衝突したときに、法規で定められた減速度で減速するためには、油圧緩衝器のオリフィスの設計が重要である。当社ではコンピュータシミュレーションにより、緩衝器について衝突時のエレベーターシステムの挙動解析を行い、最適な減速特性をもつ油圧緩衝器を開発した。図 7 は試験塔での衝突試験結果の一例である。

また、ストロークが 4,000mm にもなると、ブランジャ復帰用のばねも従来の材料では極端に大型化してしまうため、高張力ばね鋼を採用した。

4. 超高速走行時のかご振動抑制

かごの横振動は主としてガイドレールの曲がり強制変位としてかごを励振することにより発生する。したがって、横振動の大きさはこの強制変位の大きさと周波数及びかごの動特性で決まる。図 8 は速度 540m/min のエレベーターを使用して速度とかごの横振動の関係を測定したものである。この結果からかごの横振動は速度とほぼ比例して増大し、速度 750m/min の超高速エレベーターでは、横振動を何らかの手段で低減する必要があることが分かる。かごの横振動を低減するには加振源であるガイドレールの曲がり小さくすること、かごの動特性を改善する必要がある。

4.1 ガイドレール

ガイドレールは剛性の高い 37kg/m のレール (ちなみにサンシャイン 60 ビルの 600m/min エレベーターは 30kg/m のレール) を用い、横方向の反力によるたわみを小さくした。レールの加工精度は工場一品ずつ検査し、連結部の組合せを確認後、連番を打って出荷した。

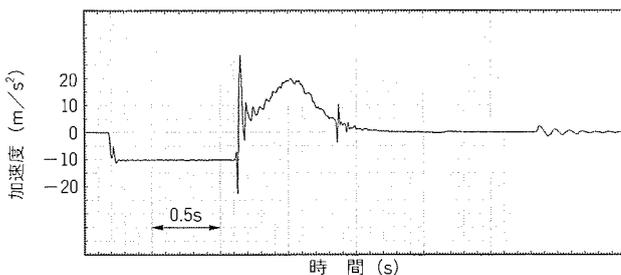


図 7. 油圧緩衝器試験結果例

4.2 かご動特性の改善

かごの動特性の改善には、シミュレーションと加振装置を用いて検討した。シミュレーションには有限要素プログラム “NASTRAN” を使用し、速度 750m/min、積載量 1,600kg のかごをモデル化して解析した。このモデルを用いて種々解析した結果、ローラガイド部分の減衰定数を変更することによりかご横振動を低減できる見込みがあった。そこでこのシミュレーションによって得られた最適な減衰定数をもつローラガイド用ダンパを新しく設計した。図 2 (d) は新ローラガイドの外観である。そして、横振動低減効果を確認するために、このダンパ付きローラガイドをかご加振装置に実装して加振試験を行った。

図 9 はかご加振試験装置の構成である。フレームからロープによって実物のかごが吊り下げられ、かごのローラガイドが油圧シリンダによって水平方向に加振される。油圧シリンダはサーボ制御で駆動され、波形発生装置で任意の波形を入力できる。また、実測した実際のガイドレールの曲がりの波形を入力できるとともに、任意の走行速度に波形を処理して入力することも可能である。さらに、この装置では試験データ解析ソフトウェアにより、かごの固有振動数や振動モードを求めることができる。この装置を使用した従来型のローラガイドと、新設計したダンパ付きローラガイドの比較試験の結果では、約 20% の振動低減効果が得られた。

5. かご内騒音の低減技術

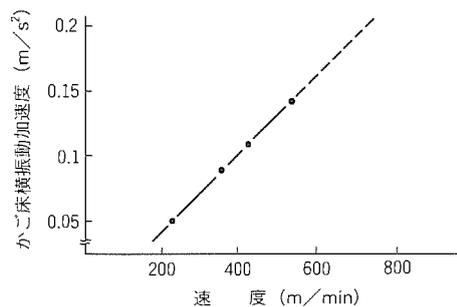


図 8. かご横振動測定例

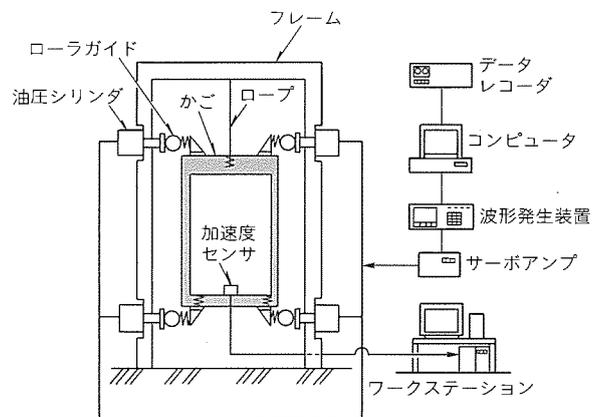


図 9. かご加振試験装置の構成

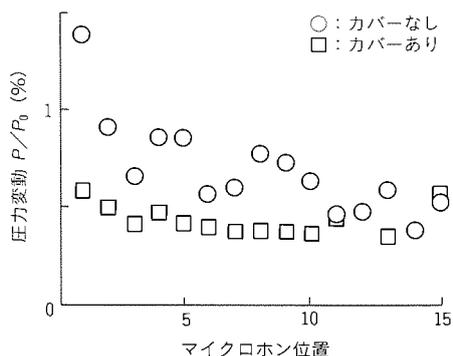


図10. かが室正面の圧力変動測定結果例

エレベーターの騒音として問題となるものに、機械騒音と風音(空力騒音)がある。機械騒音はエレベーターとそれをガイドするレールとの接触によって発生する。一方風音は、エレベーターが狭い昇降路を走行したとき、かが室周りに生じる空気流によって発生する。風音はかが室周りの空気流速の約6乗に比例して増大するため、エレベーターが750 m/minの高速で昇降すると、機械的に発生する騒音より大きくなる。この結果、かが内騒音は風音が支配的となるので、風音対策が不可欠となる。風音対策としては音源対策、遮音対策及び残響音対策が必要である。

5.1 音源対策

かが室周りに発生した空気流は、かが室の先端部ではく(剝)離し、次にかが室側面に再付着する。このとき再付着した空気流により、壁全体が加振され、かが室内における騒音となる。この騒音を低減させる方法として、かが室の上部と下部に流線形のカバーをつけ、空気流の剝離を少なくすることが有効であり、既に新宿住友ビル向け540 m/min エレベーター(東京)やサンシャイン60ビル向け600 m/min エレベーターでも実施し、その有効性が確認されている⁽⁴⁾。

しかし、横浜ランドマークタワー向け750 m/min エレベーターでは更に改善が必要である。そこでまず、取り外し可能な流線形カバーを取り付けた縮尺1/12.5のモデルで風洞実験を行った⁽⁵⁾。また、かが室側面には、空気流による圧力変動を測定するための測定孔を設けた。この測定孔にマイクロホンを取り付け、かが室側面に加わる圧力変動を測定した。

図10は風洞実験におけるかが室正面の圧力変動の測定結果である。値は基準圧力 P_0 で除して無次元化してある。図10から流線形カバーを取り付けることによって、圧力変動値を半分程度に低減できる見込みが分かった。

以上の実験解析結果に基づいて最適な流線形カバーを設計した。かがの外形を図2(e)に示す。

5.2 遮音対策

かが室内に入射する騒音は一般に、ドア回りのすき(隙)間から約60%、周囲壁15~20%、天井部約15%、床部5~10%の割合であり、ドア回りの比率が高いことがこれまで

の実測例から明らかになっている。ドア回りは開閉機構上から扉とかが室との間に隙間を設けているため、高速走行により発生するかが回りの空気流の渦流による騒音が入射しやすい。そこで図2(f)に示すように戸閉め時にこの隙間を遮へい(蔽)する装置を設けた。また、周囲壁も空気流の圧力変動による加振でかが内騒音の発生源となっている。これを解消するため、かが内壁と外壁をそれぞれ独立させて外壁の振動を遮断する二重壁構造を開発した。これらの対策により約45%の減音効果を確認した。

5.3 残響音低減方法

かが内に入射した騒音は、室内で反響して騒音を増大させている。この騒音を吸収する方法として多孔質材(吸音材)の背面に空気層を設ける方法がある。そこで、図2(g)に示すように床にじゅうたん(絨毯)(多孔質材)を敷き、その下面にパンチングメタル(穴明き板)と空気層を設けた二重床構造を開発した。

この二重床構造の吸音率を最適にするため、毛足長さや表面状態の異なる絨毯を用いて、それぞれ背面空気層の距離を変えて吸音率を測定した⁽²⁾。この結果をもとに最適な背面空気層の設定と絨毯の選定を行い、実機大のモデルで効果を確認した。その結果、室内の残響音パワーレベルを約40%低減できた。

ランドマークタワー向け750 m/min エレベーターでは、上記の対策等によって従来比-5 dB(A)の静粛なかごの実現の見通しを得た。

6. む す び

以上、横浜ランドマークタワーに納入した世界最高速乗用エレベーターのシステムを紹介した。本誌10月号の昇降機特集の中で、実機性能を紹介する予定である。

参 考 文 献

- (1) 渡辺英紀, 棚橋 徹:エレベータにおける新技術, 平成4年電気学会産業応用部門全国大会シンポジウム, S. 1-5 (1992)
- (2) 杉田和彦, 岡田浩二, 西村信寛:横浜ランドマークタワー向け超高速エレベーター, 日本機械学会技術講演会講演論文集, No.930-6, 35~38 (1993)
- (3) 建築基準法施行令129条の6第五号
- (4) 鈴木克彦, 勢力峰生, 田中英晴:新宿住友ビル納め超高速エレベーターの振動・騒音対策, 三菱電機技報, 48, No.12, 1354~1356 (1974)
- (5) 中島伸治, 金森 修:エレベーターの空力騒音の低減, 日本機械学会技術講演会講演論文集, No. 910-3, 55~58 (1991)

FPGA・ゲートアレー統合化設計システム

阿部 忠* 上田雅章* 森 裕彦*

1. ま え が き

近年、電子機器の高性能化及び小型化に対応するため、電子回路をLSI化する要望が増している。このため、電子回路設計では、従来のゲートアレーに加えてField Programmable Gate Array (以下“FPGA”という。)が急速に注目を浴びてきている。

FPGAとは、従来から使用されているProgrammable Logic Device (以下“PLD”という。)と同様に、回路設計者の手元で独自の論理回路をLSI化することができるものであり、PLDより高速かつ高集積であるという特長をもつ。また、FPGAの種類によっては、一度、論理の書込みを行ったチップに対して仕様の変更が発生した場合、再書込みすることで対応が可能となる。

電子機器を開発する場合、そこで使われるLSIに、開発期間が短くてすむFPGAと、それより高速で集積度の高いゲートアレーをその用途及び特徴に応じてうまく使い分けることが重要となっている。

従来、メーカーが異なるFPGA及びゲートアレーを使って論理回路を設計する場合には、それぞれのデバイス専用のCADシステムを使用する必要があった。また、あるFPGAで設計した回路を別のFPGAやゲートアレーにコンバージョンしたい場合には、回路図面を最初から入力し直さなければならなかった。このように様々なCADの操作を習得する作業は回路設計者にとって負担になる場合が多く、回路図面の再入力時には人的ミスを起こすことが度々である。

そこでこのたび、当社ではこのような現状を踏まえ、近年需要が増しているFPGAとゲートアレーを設計する環境として、“FPGA・ゲートアレー統合設計環境”を構築し提供を開始した。

ユーザーはこのシステムを導入することにより、各社のFPGAやゲートアレーに対し、同一のツールによる回路図入力・論理検証を実施することができるだけでなく、FPGAからゲートアレーへのデバイステクノロジーを変換するというようなデバイスコンバージョンが可能となる。

2. システム構築上の技術的背景

2.1 FPGAとゲートアレー

(1) ASICの分類

1980年ごろから、システムの機能をLSI化したいという

要求と集積回路技術の進歩により、特定用途のために設計・製造されるLSIも出現し、急速に伸びてきた。これが、Application Specific Integrated Circuit (以下“ASIC”という。)と呼ばれるものである。現在、ASICの用途は、コンピュータ・家電製品・通信機器・OA機器などを始めとする様々な分野に拡大している。

ASICは、その設計する方式から、フルカスタム、スタンダードセル、ゲートアレー、FPGA、PLDに分類され、近年ではゲートアレーとFPGAが使用されるケースが増えてきている(図1参照)。

ゲートアレーの基本的な構造は各社でほぼ同一であるのに対し、FPGAはメーカーごとにそのアーキテクチャがかなり異なる。これは、FPGAが設計者の手元でデバイスプログラミングできることをメリットとしているためであり、実現するための機能ブロックの構造により、そのデバイスの配線効率や性能に影響する(表1参照)。

(2) FPGAとゲートアレーの使い分け

これまで標準ICを使用して論理を組んでいたユーザーがゲートアレーに移行する場合、設備導入費用と開発手法の違いからくる様々なリスクを負うことになる。費用面では、ゲートアレーを開発するためにはまず高価なツールを準備する必要がある。また、マスク代やバックエンドツール使用料などによる開発費も考慮する必要がある。ただし、ゲートアレーの場合、チップそのもののゲート当たりの単価が非常に安く、高速かつ高集積なLSIを実現できるという利点がある。

これに比べて、FPGAへ移行する場合は、比較的安価なツールで設計することが可能であり、再プログラミングが可能なチップを使用すれば、開発時の仕様変更に伴うリスクを軽減することができる。しかし、ゲート当たりのチップの単

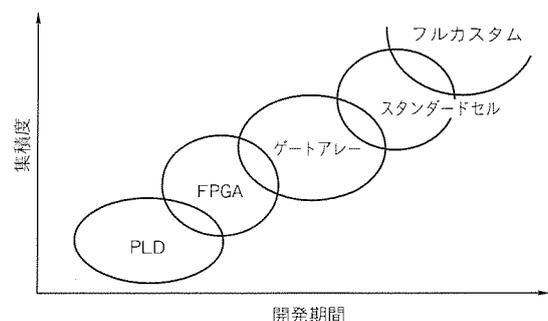


図1. ASICの分類

価が高いため量産品には向かない。

一般的には、仕様の変更が多に見込まれる製品試作や、ゲートアレー／フルカスタムでの実現機能を事前に評価する場合など、約2,000個以下の出荷数量が見込まれる製品にFPGAが活用されることが多い。また、製品の市場投入時期を早めるために初期出荷品にはFPGAを使用し、量産に移る時期に合わせてゲートアレーへの移行を図る例もある。

2.2 現在の設計環境の問題点

表1. FPGAの分類⁽¹⁾

比較項目	アンチヒューズ方式	メモリ方式
ゲートアレーとのタイミングの相似	容易	困難
ゲート使用効率	容易	困難
機能ブロック間遅延の削減	容易	困難
機能ブロック内の高速化	困難	容易
再プログラミングの可否	不可	可
採用メーカー	Actel Quick Logic Crosspointなど	XILINX Altera Latticeなど

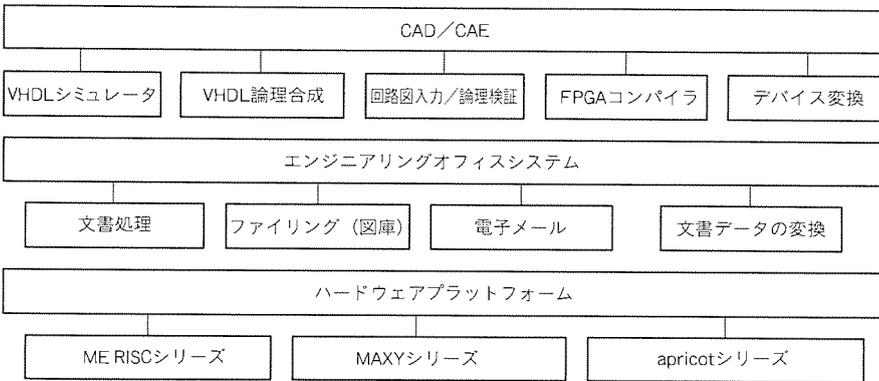


図2. システムの機能構成

FPGAやゲートアレー自身の進歩により、設計の自由度が高まり開発フローも確立してきた。しかし、開発環境面から考察すると、複数種類のデバイスを使用して設計する際には、以下のような問題が生じている。

(1) 開発するチップごとに使用するCADシステムが異なる。

ターゲットとする製品の特性に合わせてゲートアレーとFPGAを選択するケースが増えてきているが、これまでは開発するデバイスごとに設計ツールを使い分ける必要が生じていた。

様々なCADシステムのオペレーションを覚える作業は設計者にとっては負担が大きいため、使用するCADシステムの制約から選択するチップを限定せざるを得ず、設計の自由度を狭める結果となっている。また、それぞれのデバイスに対応するCADシステムを取りそろえると、ツールの導入費用としても高くなってしまふ。

(2) 異なるCADシステム間でのデータ受渡しが困難である。

複数のCADシステムを導入した場合、当然、あるCADで入力した回路図面を別のCADシステムに取り込んで設計に使用したいとの要望が生じる。

現在、異なるCADシステム間での回路図データを受け渡すために、EDIF (Electronic Design Interchange Format) Schematicが標準フォーマットになっている。しかし、現段階ではCADベンダー各社の回路図エディタの機能をカバーしきれず、完全なデータ変換が困難である。

対応デバイス	FPGA/中規模ゲートアレー (~1万ゲート)		FPGA/大規模ゲートアレー (1万ゲート~)	
用途	設計端末			CPUサーバ ファイルサーバ
ハードウェアシリーズ	MAXY	apricot	ME RISC	
機種	MAXY DT3H MAXY DT3HII MAXY LT4C	apricot Qi 486-25	ME/R7150-33 ME/R7150-50	ME/R7350CRX ME/R7550CRX
仕様概略	主メモリ: 8Mバイト以上 FXD : 100Mバイト以上	主メモリ: 8Mバイト以上 FXD : 100Mバイト以上	主メモリ: 32Mバイト以上 FXD : 500Mバイト以上	主メモリ: 32Mバイト以上 FXD : 1Gバイト以上
LAN				

図3. 推奨ハードウェア構成

(3) デザインコンバージョンが困難である。

FPGAの活用範囲を考えると、FPGAからゲートアレーへ、又は複数のFPGAから別のアーキテクチャをもつFPGAへのコンバージョンなど、テクノロジーを変更したいとの要望が生じる。

しかし、FPGA開発システムでコンパイルした結果のネットリストは、独自のアーキテクチャに適したモジュール構造となる。このFPGA独自のモジュール構造によって動作タイミングが決定されるので、デバイステクノロジーの異なるチップへの変換が困難となっている。

3. システムの概要

3.1 統合設計環境の構成

2章で論じたように、異なるデバイスを同一のシステムで設計できる環境の構築や、異なるデバイスへのコンバージョン方法の確立は、FPGA/ゲートアレー設計を行うユーザーにとって非常に有意義なことである。そこで我々は、これらの課題を考慮してFPGAとゲートアレーの統合化設計環境を構築した。

“FPGA・ゲートアレー統合化設計環境”の概念を図2に示す。

このシステムが動作するハードウェアプラットフォームは、高速演算処理を可能とする三菱エンジニアリングワークステーション“ME RISC”シリーズと、低価格でポータブルなシステム構築を可能とする三菱パーソナルコンピュータ“MAXY”シリーズ、及びDOS/V環境下での構成を可能とする三菱クライアント・サーバコンピュータ“apricot”シリーズである。設計者は、設計するチップの規模に応じて、ハードウェアを選択できる(図3)。

なお、回路図などの設計データは各ハードウェア相互間での互換性を保っており、例えばMAXYで回路図入力を行った後、ME RISCでシミュレーションを実行するようなシステム構成をとることもできる。

3.2 システムの特長

この統合化設計システムは、ユーザーフレンドリな操作環境を提供するとともに、ゲートアレーとFPGAの設計を同一環境下で行うことを可能としている。さらに、デバイスコンバージョンに関しても、複数の設計手法を提供している。このシステムでは、設計者が必要とする機能を選択して環境を整備することができる。

以下にシステムの主な特長を記す。

(1) 豊富なデバイスライブラリを提供

ここで採用している入力エディタやシミュレータは1種類であり、豊富なASICライブラリを提供している。このことにより、複数種類のデバイスに対する設計が同一の操作で可能となり、設計者の操作習得期間が短縮できる。さらに、それぞれのデバイスに依存した開発環境を導入する費用を削減できる。

もちろん、ライブラリだけの提供だけではなく、それぞれのデバイスに依存したデザインルールチェックが行える。また、設計データやテストパターンを各ゲートアレーメーカーが使用するサインオフ用CADやFPGAの専用コンパイラが対応できるフォーマットへ変換する。ただし、コンパイラだけは各FPGAに依存するので、現状でも各FPGA専用ツールを使用する必要がある。

(2) ハードウェア記述言語を活用

最近、ハードウェア記述言語によるトップダウン設計手法が確立し、これに対応するツールも数多く販売されている。

ハードウェア記述言語を使用すると、設計データを流用できるなどメリットは数多いが、テクノロジーに依存しない記述で設計が可能となることも注目すべきメリットである。このシステムではハードウェア記述言語にVHDL (Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language)を採用している。論理合成ツールではそれぞれ

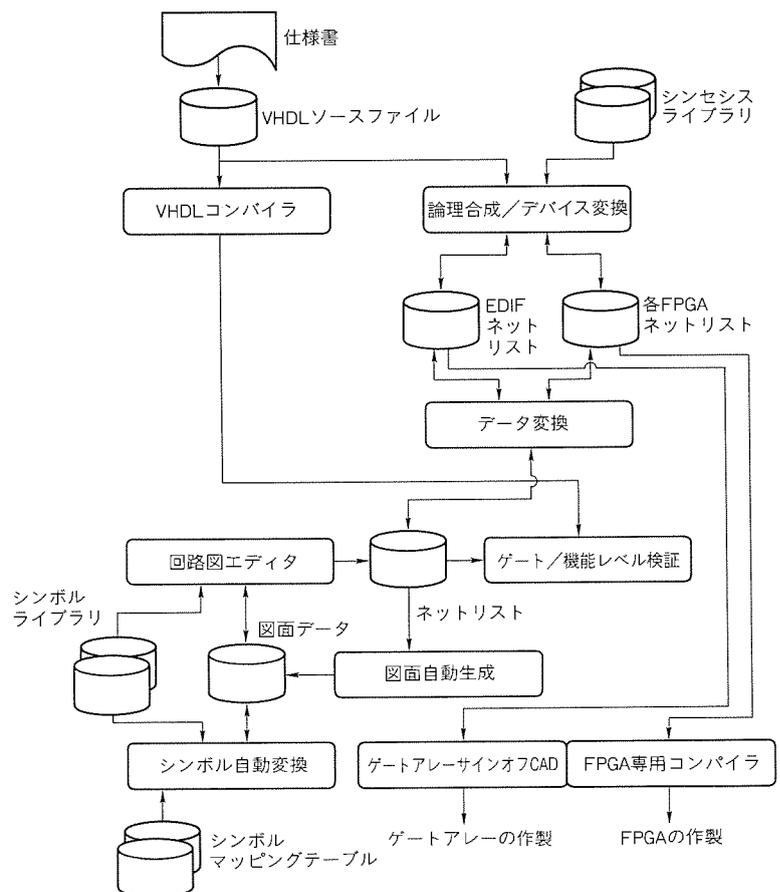


図4. 設計フロー概略

のアーキテクチャに適した合成が行えるため、VHDL ソースファイルから FPGA やゲートアレイなどの複数種類の ASIC を設計することができる。

ハードウェア記述言語を使用したデバイスコンバージョンでは、設計者がデバイス独自のアーキテクチャを意識する必要がないため、コンバージョンに伴うリスクが少ない方法であるといえる。ただし、ハードウェア記述言語の膨大な仕様を習得する必要があり、回路図入力に慣れ親しんでいる多くの設計者には一時的な負担となるが、使用するメリットが多いので、この技術分野は今後ますます普及していくものと考えられる。

(3) 論理合成ツールによるテクノロジー変換が可能

論理合成ツールは、VHDL のような標準化されたハードウェア記述言語だけではなく、各 FPGA 独自のネットリストフォーマットでの入出力が可能である。この機能を使用すれば、以前設計した FPGA のネットリストからゲートアレイへのデバイスコンバージョンも可能となる。また、この方法を用いることにより、それぞれのターゲットデバイスのアーキテクチャを考慮した最適化が行える。

(4) 図面上のシンボル変換が可能

デバイスコンバージョンの手法として、あるテクノロジーで設計した既存の図面に対してシンボルを置き換えることにより、別のデバイス用の図面を生成する方法がある。この生成において、FPGA のシンボルとゲートアレイのシンボルを 1 対 1 に対応付けることができない場合が発生するが、このシステムでは対応しないシンボルの置換を設計者の意図のもとでブロック化して後処理できる。

この図面生成方法では、論理合成ツールを用いてコンバージョンした場合と異なり、タイミングに関する配慮やアーキテクチャに依存した最適化は行われませんが、シンボルが置き換わった図面は既存図面とほぼ同じシンボル配置であるため、設計者の意図を図面に反映したままデバックすることが可能である。

このシステムによる設計フローを図 4 に示す。

3.3 付帯業務に対する考慮

LSI 設計業務には、いわゆる回路設計業務だけではなく回路の仕様書などの技術文書作成業務が付随する。仕様書を作成するためには、設計する回路の一部や信号のタイミング情報などの図形を文書内に取り込む必要がある。

このシステムでは、文書作成ツール“DocMASTAR”を提供することで、設計業務に欠かせない技術文書作成業務を支援している。この DocMASTAR は、文章、図形、グラフ、表、イメージなどの入力・編集はもとより、他の文書処理とのデータ交換や CAD 図形の取り込みなどの多彩な機能を備えており、説得力のある文書作成を支援する。

4. 導入事例

任天堂(株)では、家庭用ゲーム機の開発において、ソフトウェアの早期開発及び検証を可能とするブレッドボードの製作が必要となった。しかし、ディスクリート部品のみで試作すると非常に大きなボードになり、実現困難である。また、現在のソフトウェアシミュレータの技術レベルでは、回路動作をエミュレートすることに莫大な動作時間を要するために現実的ではない。このような理由から、任天堂(株)では FPGA を使用したブレッドボードを試作することによって対応することとなった。そこで今回、本稿で紹介した FPGA・ゲートアレイの統合化設計環境のうち FPGA 設計システムを導入し、実際の設計業務に活用いただいている。

任天堂(株)で導入されたシステム構成を図 5 に、機能概要を図 6 に示す。

5. 今後の展望

5.1 フレームワークへの取組

電子系 CAD 分野では、フレームワークに関する注目度が高い。フレームワークとは、様々な CAD ベンダーのツールを自社に合った統合的な設計環境に組み込むための道具であ

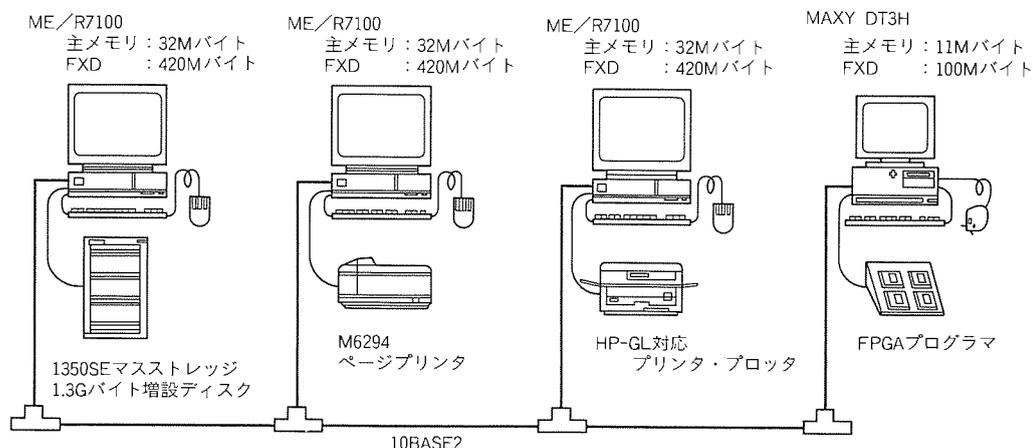


図 5. ハードウェア構成

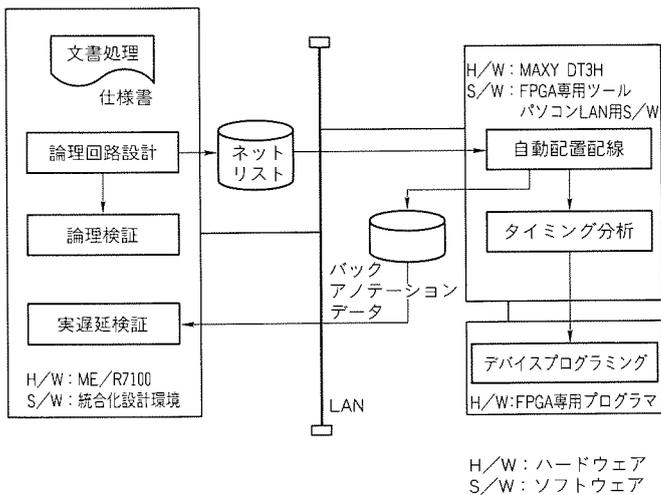


図 6. 機能概要

り、①ユーザーインタフェースの機能、②設計管理機能、③データ交換/データベース管理機能などを提供する。

このシステムにおいてもフレームワークの採用を検討しており、そのフレームワークの採用に関しては、各設計工程に十分なパフォーマンスを確保できることや、CFI (CAD Framework Initiative, Inc.) による標準化に対する各 CAD ツールの取組状況などを十分調査し、システムのグレードアップを図っていく。

5.2 オンラインマニュアル化への取組

このシステムでは、現在オンラインマニュアルが実現されていない。このため、コマンドの機能やオプションの意味などはすべて製本されたマニュアルから探し出す必要がある。また、各ライブラリの仕様についてもそれぞれのデータブックから情報を引き出さなければならない。

設計作業の効率を更にするためには、このような情報検

索に費やす時間にも目を向ける必要がある。

現在、エンジニアリングワークステーションでは、CD-ROM を使用したオンラインマニュアルを比較的容易に実現できる技術レベルに達している。そこで、当社としてもオンラインマニュアルの実現に向け、マニュアルの電子化や保守作業に関する様々な問題を含めて、今後検討すべき技術課題ととらえている。

6. むすび

FPGA はこれからも注目され続けるデバイスであり、今まで以上に大規模で高速なチップが実現すると予想される。この結果、FPGA は従来のゲートアレーとは別の新しい市場を形成していくと期待される。

この論文では、このような FPGA 及び ASIC の主流となりつつあるゲートアレーの設計環境を、当社のハードウェア上に統合したシステムを紹介した。このシステムでは、様々な FPGA やゲートアレーの設計を同一の CAD システムで行うことができるだけでなく、デバイスコンバージョンに対する一つの解を提供している。

また、FPGA 設計に特化し実現した構成として、任天堂(株)に納めたシステムの事例を紹介した。

今後は、このシステムにフレームワーク技術を取り込むことにより、さらに設計者の作業効率を向上させるシステムへ発展させることを検討していきたい。

参考文献

- (1) 特集 FPGA, ASIC 事業変革の担い手に, 日経マイクロデバイス, No.10, 28~52 (1992)

ノートパソコン用FAXソフトウェア

有吉一雄* 山崎 孝* 松島緑朗*

1. ま え が き

ビジネス分野でのOA化が進んだ結果、オフィスではパソコンを使って文書作成や表計算を行い、データベースといったアプリケーションを利用することが日常茶飯事になった。

また、今やファクシミリ (Facsimile : FAX) は、ビジネスに不可欠の機器となり、さらに家庭へも普及し始めた。

このような状況の下でFAXの使われ方をみると、ワープロなどで作成した文書をいったんプリンタで印刷し、その紙をFAXで読み込ませて送信するというような使い方がまだまだ多い。せっかくワープロで作成したきれいな文書も、FAXのスキナーで読み込む際にひずんだり、ノイズを拾って不鮮明になり、小さな文字などは判読不能になってしまうこともある。

パソコン通信の普及とともにモデムの価格が低下し、かつ高性能化してきた。FAX機能を内蔵したモデムも安価で登場し、インタフェースの統一も推進されてきたため、パソコンFAXが本格的に普及する土台が整った。

本稿ではパソコンFAXの特徴と実現技術について概説し、今回製品化したMicrosoft Windows^(注1) (以下“Windows”という。)のFAXソフトウェアであるノートパソコン用FAXソフトウェアについて述べる。

2. パソコンFAXソフトウェアとは

2.1 ソフトウェアの特徴

パソコンFAXでは、ワープロなどのアプリケーションで作成したテキスト又はイメージデータを、FAX送信できるデータ形式に直接変換してFAXに出力する。したがって、次のような特長をもつ。

(1) イメージのかすれ、ひずみがない非常にきれいな文書を送ることができる。

これはスキナーによる読取りを行わず、直接イメージデータを作成するためにイメージの劣化が発生しないからである。

(2) 紙に印刷する必要がないため資源節約ができる。また、保管スペースを取らない。

受信文書は画面に表示してみて、本当に紙に出力すべきものだけ必要なときに印刷すればよい。

(3) パソコン内にデータをもつので、ソフトウェアを使って

(注1) “Microsoft Windows”は、米国Microsoft社の登録商標である。

保管文書の管理・処理・加工を行うことができ、事務処理機械化システムの構築が容易に可能である。

(4) 同様にパソコンで実現するので、通信ソフトウェアの付加機能として、送信日時を指定した送信 (予約送信) や、同一内容の文書を多数の相手先に送信する (グループ送信) ことが簡単に実現できる。

2.2 用 途

このような特徴をもつため、次のようないろいろな便利な利用方法が考えられる。

(1) ポーリング送信機能を使用した無人情報サービス

通常はユーザーからの資料請求などの要求に対し、例えば製品カタログなどの郵送を行うが、情報が欲しい人がFAXを使って情報提供者に電話をかけFAX装置で資料を受信することができれば、欲しい情報をすぐに入手できる。送付する情報は、読みやすいきれいな文書で送信することができ、音声応答装置などと組み合わせれば無人で設備を運営することも可能となる。通信料金は電話をかけた人がもつことになるので、情報提供者はFAX送信設備の維持費だけで24時間サービスを提供できる。

(2) 低料金時間帯の利用や相手先との時差を考慮した通信
遠距離のあて先に大量の文書を送る場合や、海外とのやりとりを行う場合など、夜間に送信時刻を指定して利用することが簡単にできる。

(3) 保守の手間が増加しない

新たに紙の搬送を行うようなメカニカルな機構が追加されることなくFAXの送受信が可能となるため、保守の手間が増加しない。

(4) 同報通信

ミーティングの案内など、複数のあて先に同じ内容の文書を送付する場合にも、複数のあて先をグループとして登録しておき、文書を作成した後、そのグループに送信する指定を行えば簡単に実現できる。

(5) 携帯端末のプリンタ

今回開発した製品のように、ノートパソコンなどの携帯性に優れたパソコンで実現した場合、外出時にパソコン本体のみを持っていき、出先のFAX装置をプリンタ代わりに使用して文書を作成 (出力) することも可能である。

(6) データ通信機能

パソコンFAXで使用するFAX内蔵モデムは、ほとんどの場合通常のデータモデム機能を包含しているので、FAX

通信に使用しないときには、パソコン通信にも使用することができる。

2.3 実現方式

パソコン FAX の機能を実現するためには、文書を作り FAX 送信できる形に変換する技術が必要となる。そのとき、定型な文書を作成する場合と、非定型な文書を作成して FAX 送信する場合の二通りの実現方法が考えられる。

請求書や注文書のような帳票を FAX 送信するような場合、扱うデータは品物の名称やコード、数量、金額といったもので、あらかじめパターンが決まっており、表を埋めれば帳票が出来上がる。このように文書作成の方法が常に決まっているような場合には、FAX 送信用アプリケーションソフトウェアが、あらかじめ用意しておいた定型のイメージデータにフォント展開した文字イメージを埋め込んで直接帳票イメージを生成し、それを FAX 送信可能なデータ形式に変換して送信処理を行えばよい(図1)。

これに対して、イベントの案内や報告のように非定型な文書を FAX 送信する場合、いわゆるワープロ機能が必要で、ワープロで作成した文書を基にイメージを作成し、FAX 送信可能なデータ形式に変換する必要がある。ワープロに代表される非定型文書作成ソフトウェアには様々な機能が盛り込まれており、ソフトによって操作性や機能が違う。またユーザーにとっては、それぞれ自分の使い慣れた操作で文書作成できることが望ましい。FAX 送信のための専用のワープロを作成しようとしても、従来から存在するそれぞれのソフトウェアに対応したものをすべて用意することは不可能である。

ワープロなどで作成した文書ファイルの内容を解析してそこから文書イメージを作成し、FAX 送信可能なデータ形式に変換する方法もあるが、それらの文書ファイルのフォーマットは一般に互換性がなく、ソフトウェアによっては構造が公開されていないものもある。一方、プリンタとパソコンの間のインタフェースは公開されており、どのようなソフトウェアでも共通したものとなっている。そのため、この種の非定型文書の FAX 送信データを作成するためには、プリンタへ送られるデータを横取りしてそのデータからイメージを作成し、FAX 送信できるデータ形式に変換する方法が有効である。こうすることによって、従来からある文書作成ソフトウェアをそのまま使用して、FAX 送信用文書を作成するこ

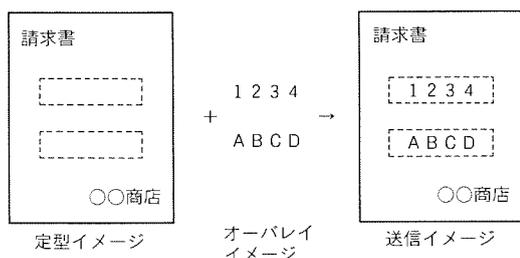


図1. 定型帳票のイメージ生成

とができる(図2)。

3. ノートパソコン用FAXソフトウェアの実現方法

3.1 ハードウェア構成

今回開発したノートパソコン用 FAX ソフトウェアは、図3のような構成で成り立っている。

パソコンとしては、三菱クライアント・サーバコンピュータ apricotNOTE 又は三菱 AX パーソナルコンピュータ MAXYNOTE386 シリーズの各ノートパソコンを使用し、ノートパソコン本体内に専用の FAX 内蔵モデム (B8879) を挿入して G3 FAX の送受信を実現した。

パソコンで FAX 機能を実現するためには、FAX モデムをパソコンの拡張スロットに装着する方法と、RS-232C などのパソコンの標準入出力に接続する方法がある。前者は、通信モデムを直接パソコンで制御でき FAX データの高速入出力が可能であるが、パソコンの機種に依存し汎用性に欠ける。後者は、パソコンとの間でデータ転送の手続きが必要であり、そのデータ転送速度も前者のバスによる転送に比べ遅くなるが、パソコンの機種に依存しない汎用的なファクシミリ通信モジュールの実現が可能である。

本製品は後者の方法で、B8879 FAX 内蔵モデムを使用して FAX 通信機能を実現した。

パソコンと FAX モデムの間のインタフェースとしては、EIA (Electronic Industries Association : 米国電子工業

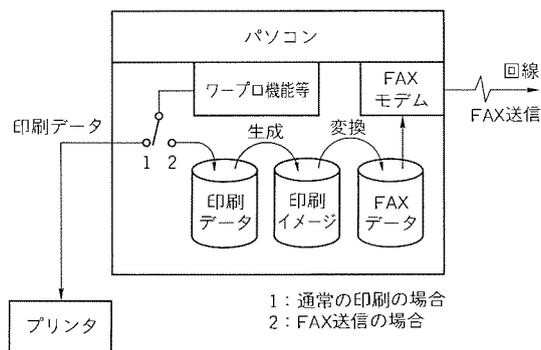


図2. 非定型文書のイメージ生成

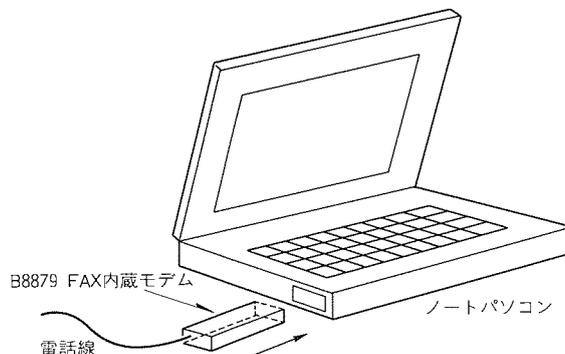


図3. ハードウェア外観

会)の標準化が進んでおり、EIA-578 TR-29: Asynchronous Facsimile DCE Control Standard Class 1/Class 2として知られている。クラス1は標準化が正式に決まり、クラス2についてもほぼまとまりつつある。

ノートパソコン用FAXソフトウェアでは、表1のようにEIA TR-29 Class 2に準拠したモデムを使用している。

クラス1とクラス2の主な違いは、G3 FAXのプロトコルとして使用されているCCITT (International Consultative Committee for Telephone and Telegraph: 国際電信電話諮問委員会)の標準規格、V. 21, V. 27ter, V. 29, T. 4, T. 30のうち、クラス1ではT. 4, T. 30の部分をソフトウェアで実現しなければならないのに対し、クラス2ではT. 30の部分をハードウェア上で処理する点である。クラス2は現在審議中の段階で標準化が完了していないが、ソフトウェアの開発量はクラス1に比べて少なくすむメリットがある。

3.2 ソフトウェア構成

ノートパソコン用FAXソフトウェアは図4のような構成で、Windows上の四つのプロセス(FAXコントローラ、FAX通信管理、FAX文書処理、FAX電話帳)とDOSアプリ

表1. B8879 FAX内蔵モデムの仕様

MCU部	
MCU型式	AA型
ダイヤル方式	パルスダイヤル(10/20pps), トータルダイヤル
回線モニタ	本体のブザーを使用
DTEインタフェース	
接続方式	CCITT V. 24 (100シリーズ) 準拠/TTLレベル
同期方式	非同同期式
通信速度	FAX時: 19.2Kbps データ時: 9,600/4,800/2,400/1,200/300bps
制御方式	ATコマンド準拠 EIA TR-29 クラス2準拠(FAX)
FAXモデム部	
適用回線	電話回線, ローカル接続
通信方式	2線式半二重通信
通信速度/ 通信方式	9,600/7,200bps (CCITT V. 29) 4,800/2,400bps (CCITT V. 27ter) 300bps (CCITT V. 21 CH 2)
FAX規格	GIII
データ圧縮方式	MH
ポーリング	ポーリング受信
データモデム部	
適用回線	電話回線
通信方式	2線全二重方式
通信速度/ 通信方式	2,400bps (CCITT V. 22 bis) 1,200bps (CCITT V. 22, Bell 212A) 300bps (Bell 103)
プロトコル	MNP 2~4/CCITT V. 42
データ圧縮方式	MNP 5
その他	
外形寸法(mm)	W36×D119×H18
質量	約100g

リケーションの印刷ファイルを作成するプリンタエミュレータからできている。

四つのプロセス間は、DDE (Dynamic Data Exchange)で同期をとっている。

3.3 印刷データを取り込む仕組み

文書を作り実際にFAX送信するための文書データの取り込みは、プリンタへの出力、すなわち、印刷をトリガとしている。印刷データをファイルに出力するための仕組みは、MS-DOS^(注2)上で動作するアプリケーションプログラム(DOSのアプリケーション)とWindows上で動作するアプリケーションプログラム(Windowsのアプリケーション)で異なり、それぞれ次のように実現している。

(1) DOSのアプリケーションの場合

プリンタドライバからの割り込みをフックして、プリンタ側へ送る代わりにファイルに出力するエミュレータ(デバイスドライバ)を組み込む。その状態でアプリケーションの印刷処理を実行することによって印刷データをファイルに出力する。

(2) Windowsのアプリケーションの場合

コントロールパネルで出力ポートをファイルに変更し、アプリケーションの印刷処理を実行することによって印刷データをファイルに出力する。

これらの方法では、いずれも専用のドライバを作成することなく印刷データを得ることができる。

3.4 イメージ展開方法

DOS又はWindowsアプリケーションから出力された印刷データは、ESC/P制御コードと文字コードの集合である。これを印刷イメージに展開するためには、プリンタと同じ処理をパソコンFAX内でソフト的に行わなければならない。実際に行う処理は大きく分けて以下の3種類になる。

(1) 書式設定

印字位置の設定、改行量設定、紙送り等

(注2) "MS-DOS"は、米国Microsoft社の登録商標である。

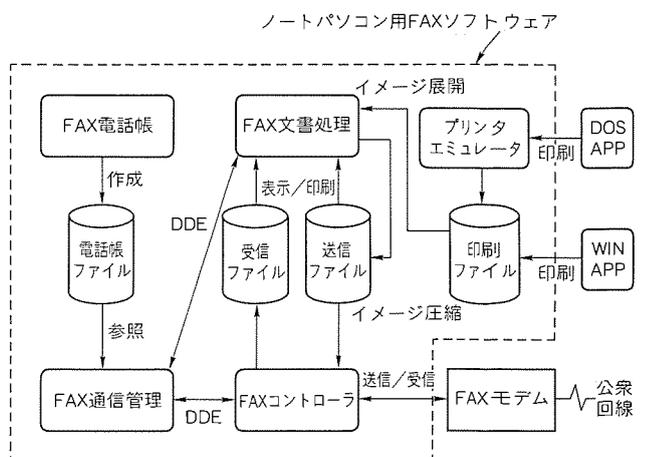


図4. ソフトウェア構成

(2) イメージ処理

ビットイメージセット、イメージリピート等

(3) テキスト処理

文字出力、文字定義、文字装飾

書式設定及びイメージ処理は、ESC/P 制御コードに従ってプリンタが紙に対して行う処理をメモリ上の仮想的な平面(ビットマップ)に対して行う。しかし、テキスト処理のうち文字出力は文字コードのみが与えられるので、文字コードから文字フォントに展開する処理が必要になる。

プリンタは文字フォントデータを ROM で内蔵しており、それを利用して文字コードからフォントに展開して印刷している。これをソフトウェア的に実現するためには、文字フォントデータを内部にもつ外部から手に入れなければならない。

ノートパソコン用 FAX ソフトウェアは、Windows アプリケーションなので Windows システムからフォントデータを得ている(図5)。これにより、膨大なフォントデータを内部にもつ必要がなくなる。

アプリケーションの種類によっては文字コードを JIS コードで出力するものもあるが、Windows システムはシフト JIS コードのみを扱うので、JIS からシフト JIS へ変換する処理もノートパソコン用 FAX ソフトウェア内部で行う。

プリンタは普通 1~2 種類のフォントしかもっていないのに対し、Windows システムは豊富な種類をサポートしてい

るので、パソコン FAX でその豊富なフォントパターンを利用することが可能である。また、強調やイタリック処理も Windows システムに任せてしまうことができるので、ノートパソコン用 FAX ソフトウェア自身はそれらの処理を内部にもつ必要がない。

3.5 FAX送信できる形式への変換

FAX 送信を行うためには、このようにして得られた文書イメージ情報を FAX 送信できるデータ形式に変換しなければならない。

FAX 送信では MH 圧縮や MR 圧縮方式などでイメージを圧縮して転送しているが、パソコン用 FAX ではソフトウェアでこの圧縮/伸張処理を行っているため、符号化アルゴリズムの単純な MH 符号化方式を採用している。

3.6 Windows上での実現方法

現在、パソコンのオペレーティングシステム(OS)として主流となっている MS-DOS は、シングルユーザー/シングルタスクを前提としており、例えば FAX 通信処理を行っている時には他の処理が行えない。したがって受信のようにいつ電話がかかってくるかわからないような場合、パソコンをそのためだけに専有してしまわなければならない、電話を待つ間パソコンを有効に活用できないという問題がある。

この問題を解決するために、マルチタスクを擬似的に実現する方法の一つとして、常駐終了型(Terminate and Stay Resident: TSR)プログラムを使用する方法がある。TSR は、プログラム領域をメモリ上に確保したまま終了するタイプのプログラムで、タイマなどの割り込みを起動条件として処理を開始するため擬似的なマルチタスクを実現することができる。

Windows のプログラムでは、TSR のような特殊なプログラムを使用しなくても Windows 自身に擬似マルチタスク処理を行う機能があるため、他のジョブを続けながら FAX の送受信を行うことができる。しかし、OS/2 などのオペレーティングシステムと異なり、完全なマルチタスクを保

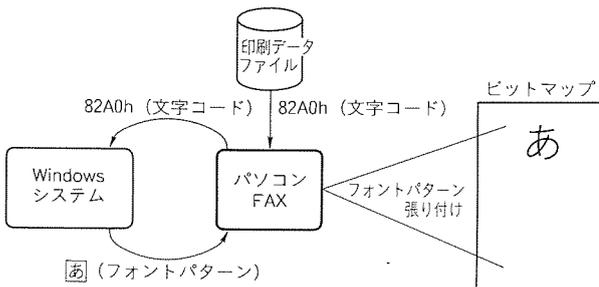


図5. 文字イメージの展開

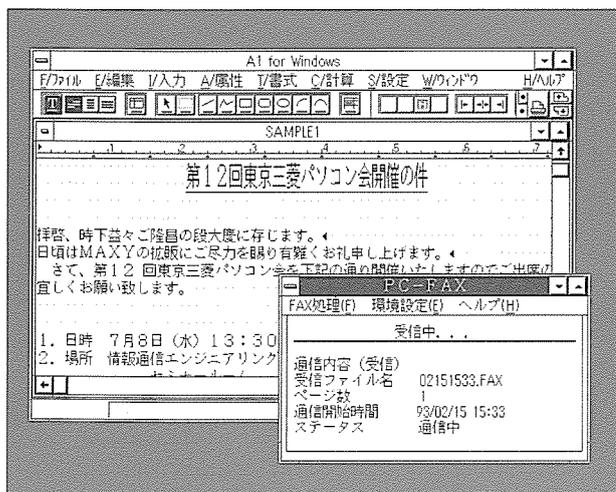


図6. 他ソフトウェアとの併用

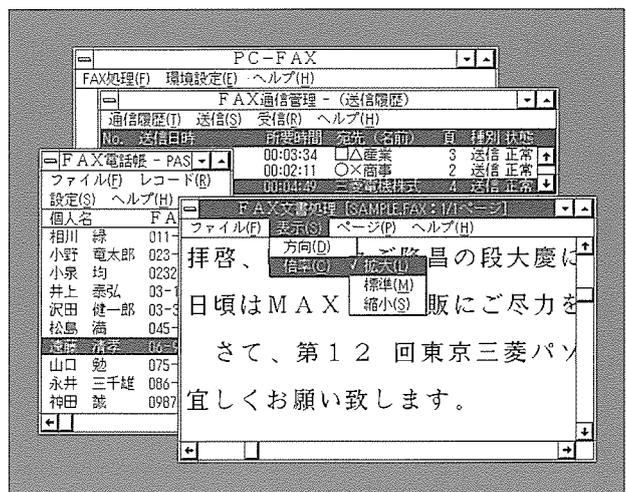


図7. ソフトウェアの画面例

証しているわけではないので、複数のタスクでタイムクリティカルな処理を行う必要があるような場合には、アプリケーションプログラム自身で厳しくスケジューリングを行わなければならない。

FAX モデムを制御するソフトウェアを Windows 上で実現する方法としては、通常の DLL (Dynamic Linking Library) として作成する方法と、仮想デバイスドライバ (Virtual Device Driver) として作成する方法が考えられる。通常の DLL でモデム制御を行うと、Windows のオーバーヘッドの影響を受け、タイムクリティカルな場面で処理しきれないことがある。このような場合、仮想デバイスドライバ化する必要がある。

ノートパソコン用 FAX ソフトウェアは Windows 上で実現しているため、統一されたグラフィカルユーザーインターフェース (Graphical User Interface : GUI) の下で、他のアプリケーションプログラムを併用しながらでも使用することができる (図 6)。したがって、従来パソコンで行っていたことのほかに FAX モデムとソフトウェアを追加するだけで、さらに FAX の送受信機能を使用することが可能となる (図 7)。

4. む す び

欧米に比べ日本では Windows の普及はやや遅れている

が、ハードウェアの性能向上と価格低下に伴い、今後は普及が加速すると考えられる。

ノートパソコン用 FAX ソフトウェアは、この Windows の特徴を生かし、クリップボード、DDE、OLE (Object Linking Embedding) など他のソフトウェアとの関係を強化し、ユーザーニーズに柔軟に対応できるよう更に機能を強化していきたい。

また、ダウンサイジングの潮流とともに、パソコン間を LAN (Local Area Network) で接続した利用形態が増えてきた。パソコン FAX もサーバ機能を実現し、クライアントで作成した文書を電話回線に接続した FAX サーバを経由して直接 FAX 送信できるよう、新たな OA 環境を提供していきたい。

参 考 文 献

- (1) 柴田邦夫, 丸山和彦, 内田光治, 木野茂徳: パソコンにおけるファクシミリ通信に関する一考察, 画像電子学会研究会予稿, 13~18 (1990)
- (2) 星野 操: MS-DOS レジデントプログラム入門, 技術評論社 (1989)

Microsoft Windows3.0対応 ワープロソフトウェア “A1 for Windows”

西館博章* 岩月秋介* 杉下明美*

1. ま え が き

パソコンの高機能化・高性能化が進み、より複雑となった操作を簡単かつ直感的なものとするため、グラフィカルユーザインタフェース（以下“GUI”という。）を採用した環境が急速に普及してきている。その中で、現在最もポピュラーなものに Microsoft Windows 3.0^(注1)（以下“Windows”という。）がある。視覚的に統一された操作環境の下で、複数のアプリケーションを同時に使用することができ、より複雑な作業を簡単な操作で実現できるようになった。この Windows 上で動作する日本語ワープロソフトが“A1 for Windows”である。

本稿では A1 for Windows について紹介し、さらにその将来の展望について述べる。

2. A1 for Windowsの概要

A1 for Windows は、ワープロを中心に、けい（罫）線（作表）、作図（図形・イメージ）、表計算（スプレッドシート）の機能の一つにまとめており、広範囲の文書作成業務の一つのアプリケーションで行うことができる。また同時に、Windows の特長である GUI を生かしたプルダウンメニュー、ダイアログボックス、アイコンなどを取り入れることによって、より使いやすいインタフェースを実現した。以下に各機能の概要を述べる。

2.1 ワープロ機能

A1 for Windows の中心となる機能で、文書の作成、印刷及び管理を行う。文書入力での特長は、文字カーソルが文書内の自由な位置に移動できることである。一般にワープロやエディタでは、文字や改行を入力してある位置以外にカーソルを移動することはできない。A1 for Windows では自由な位置にカーソルの移動ができるので、思い付いた内容から順に任意の位置に入力を行うことができる。このとき入力する位置の目安として、画面には点（ドットと呼ぶ。）が表示される。

編集では、移動／複写／削除／検索／置換といった基本機能、各種の属性（文字のサイズ／書体／下線／網掛け）のほか、独自の編集機能を用意している。編集を行う際は、その対象を文字列／ブロック／行と切り替えることによって、

文字だけではなく罫線や図形なども同時に編集することができる（図1）。また、操作性の向上を図るため、編集機能の一部をアイコンパネルと呼ばれる带状に配置されたボタン群に割り当てているが、これについては詳細を後述する。

印刷には編集時の文書の印刷のほか、必要な文書ファイルをまとめて指定して印刷を行う予約印刷機能も用意した。あらかじめ印刷結果を視覚的に確認するには、印刷プレビュー機能を用いる。

文書管理機能には Windows 上で動作するアプリケーションとして標準的な、文書ファイルのオープン／クローズ／保管／別名保管を用意した。これに加え、文書名／著者名／作成・変更日時などの独自の管理情報を文書ファイル内に用意し、文書管理時に画面表示及び印刷して利用できるようにした。この機能によって多量の文書ファイルを容易に管理することができる（図2）。

2.2 罫線機能

文書内に表を作成する場合は、罫線機能を使用する。複数の線種を併用し、図形を描く要領で任意の形状の表を作成することができる。また、一度作成した表の行数や列目の幅の変更も簡単にできる。

この罫線を用いて作成した表の特長は、文字との親和性が高いことである。罫線内ではワープロのすべての編集機能が使用できるばかりでなく、入力や編集した文字が罫線枠からあふれることがないよう、自動的に罫線枠が拡大される。

2.3 作図機能

文書内の任意の位置（文字上及び罫線上も可能）に図形を描画する機能である。図形を描画するための領域を作成する必要はなく、文書内に直接図形を描画することができる。各図形はベクトル化されたデータとして文書内に格納する。

このほかに Windows に標準添付されているツールで作成したイメージや、表計算ソフトウェアで作成したグラフなどのビットマップイメージを文書内に取り込む機能も用意されている。張り付けたビットマップイメージを移動、複写及びサイズ変更することも可能である。他のアプリケーションとの間でビットマップイメージを受け渡す手段は、二通りの方法が用意されている。これについても後に詳しく説明する。

2.4 表計算機能

罫線機能及び作図機能で作成した表をスプレッドシートとして使用し、文書内で表計算を実行する機能である。設定した数式等の情報は文書と一緒に保管されるので、一度作成し

(注1) “Microsoft Windows” は、米国 Microsoft 社の登録商標である。

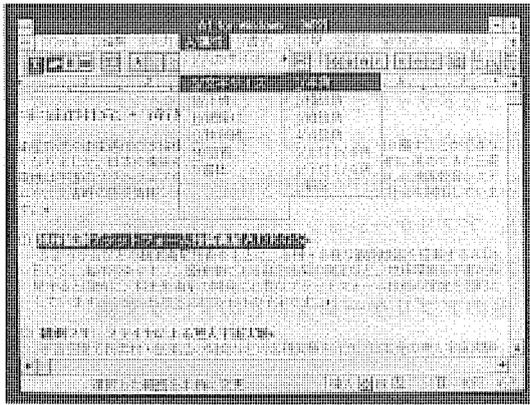


図 1. ワープロ画面

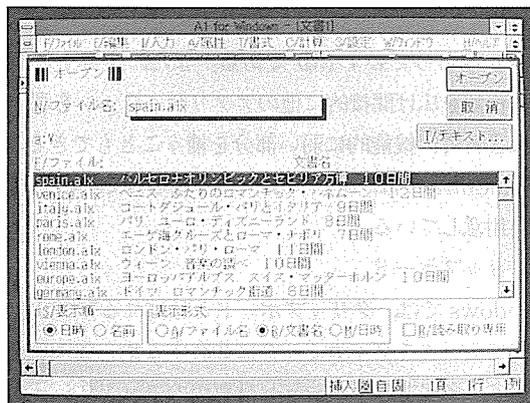


図 2. 文書管理情報の表示

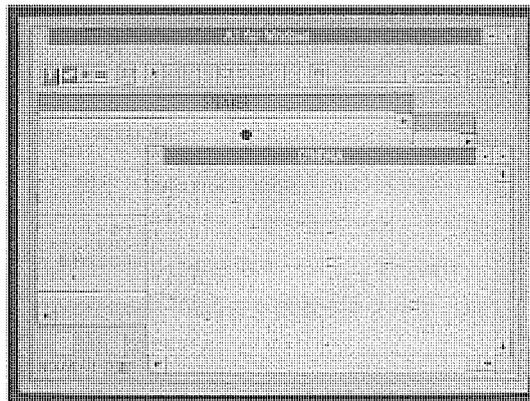


図 3. 複数文書ウィンドウ表示

た表の数値を変更し、繰り返し数式を使用することができる。文書編集による表の変更(行の増減等)を行った場合も計算式を再設定する必要はなく、編集に合わせて設定されている計算式が自動的に補正される。

また、作成した文書を行単位に並び替えるソート機能、及び比較条件で抽出するセレクト機能を備えており、文書を簡易データベースとして使用することも可能となっている。

表データを扱う場合は、文書作成時に入力する以外に他のアプリケーションのデータを取り込み、編集できることが重要となる。表データを受け渡す手段は、作図機能と同様に二

通りの方法を用意している。

3. ユーザーインタフェース

A1 for Windows の最大の特長は、そのユーザーインタフェースにある。マウスを主体とした操作及び Windows 共通の GUI を利用したインタフェースを活用するため、次のような機能を取り入れている。

3.1 マルチプルドキュメントインタフェース

マルチプルドキュメントインタフェース(以下“MDI”という。)とは、Windows において単一のアプリケーションが複数の文書ウィンドウを操作する場合のユーザーインタフェースとウィンドウ構造を規定したものである。A1 for Windows は最大九つの文書ウィンドウ操作を実現するため、この MDI に準拠して設計されている。このため、複数の文書を同時に表示しての編集や、一つの文書を複数のウィンドウに表示することが可能である。また、ウィンドウ同士が重ならないように表示(タイル整列)することや、階段状に重ねて表示(カスケード整列)し、各ウィンドウのサイズを自由に変更することができる(図 3)。

アプリケーションが MDI に対応するためには、以下のものを組み込むことが必要である。

(1) MDI 専用ファンクション

MDI に準拠したウィンドウを操作するため、Windows には専用のファンクション(関数)が用意されている。これらを使用し、アプリケーションが MDI ウィンドウを使用することを Windows に知らせ、生成/操作/破壊といったウィンドウに対する各種処理を行う。

(2) MDI 専用メッセージ

メッセージとは、Windows がアプリケーションに動作を要求する場合に送り出す命令のことである。表示やキー入力といったすべてのイベントがメッセージとなって、対象となるアプリケーションに通知される。したがって、各アプリケーションでは、各種のメッセージに対応した処理を用意している。A1 for Windows では MDI に準拠するため、通常メッセージの処理のほかに、Windows から送られる MDI の専用メッセージに対応した処理を組み込んでいる。

(3) 文書ウィンドウ管理情報

文書処理では、各ウィンドウごとに現在の編集状態を管理するデータが必要である。A1 for Windows では、MDI ウィンドウごとに文書を管理する情報を設け、ウィンドウと関連付けて保存している。

3.2 アイコンパネル

Windows では視覚的に各種オブジェクトが認識できるように、アイコンと呼ばれるビットマップイメージによるシンボルが設けられている。このアイコンに機能を割り当てることで、機能を視覚的に認識することが可能になる。A1 for Windows ではこのアイコンを帯状に配列し、使用頻度の高

い機能を割り当てている。これをアイコンパネルと呼んでいる(図4)。

Windowsではメニューから機能を選択することが一般的だが、メニューが階層化されている場合は数段階にわたってメニューを開かねばならず、多機能のアプリケーションほど操作が繁雑になる。これに比べ、アイコンパネル上に各機能が並列に配置されていることで、ボタンをマウスでクリックするだけで機能を選択でき、素早く操作を行うことができるようになる。

また従来の操作方法では、例えば作図で長方形を描く場合、作図モードに切り替えた後に長方形を選択し、描画を行うという手順で実現していた。目的の操作を行うためには、常に現在の動作モードを考慮する必要があった。そこで、アイコンパネル上に各機能を並べることにより、動作モードを意識せずに目的の機能を選択できるようにし、直感的な操作を実現した。

Windowsには、このアイコンパネルを直接実現するファンクションは用意されていない。したがって、A1 for Windowsではアイコンパネルを操作するファンクションを独自に作成し、アプリケーション内に組み込むことで実現した。

3.3 マウストラッグによる移動/複写

文書編集で頻繁に使用する移動/複写を、マウスのドラッグで実行できるようにして、編集効率の向上を図った。

通常、Windowsのアプリケーションにおいて、文字の移動/複写は、

(移動) ①範囲指定 → ②切抜き → ③張り付け

(複写) ①範囲指定 → ②複写 → ③張り付け

という操作で行われる。

これに対しA1 for Windowsでは、

(移動) ①範囲指定 → ②マウストラッグ

(複写) ①範囲指定 → ②コントロールキーを押し
ながらマウストラッグ

という操作となる。

メニューからの2回の機能選択(②③の操作)を1回のマウスによるドラッグとすることで、画面上のマウスカーソルの移動距離やボタンをクリックする回数が大幅に減る。

また、文字列の操作が作図やイメージの編集の操作と同じになり、アプリケーション全体での操作が統一され、より直感的に使うことができるようになった。

3.4 他のアプリケーションとのデータ交換

Windowsでは複数のアプリケーションを同時に実行できるため、アプリケーション間でデータ交換を行うサービスが充実している。これにより、複数のアプリケーション間でのデータの処理がより快適に行えるようになった。このサービスを利用したデータ交換をサポートすることは、各アプリケーションにとって必ず(須)である。また、交換するデータ形式の種類を広げ間接的に他のアプリケーションを利用することによって、機能的に弱い部分を補うこともできる。A1 for Windowsでは、データ交換の手段として次の2種類の方法を用意している。

(1) クリップボード

Windowsでは、クリップボードと呼ばれるアプリケーション間でデータをダイナミックに共有するサービスが提供されている。各アプリケーションは専用のファンクションを使用し、Windowsが管理している共通のデータエリアに識別子を付加したデータを登録する。データを取り込む際は、識別子を調査し、目的に合ったものを選択する。通常、これらの作業は各アプリケーションの内部処理となるので、ユーザーは識別子を意識することなく機能を利用することができる。

実際の操作は、各アプリケーションの編集メニューの切り抜き/複写/張り付けの3種類の機能によって行う。

(2) インポート/エクスポート

各マシンの間でネットワーク等を経由しデータ交換する手段としては、ファイルを使用するのが一般的である。Win-

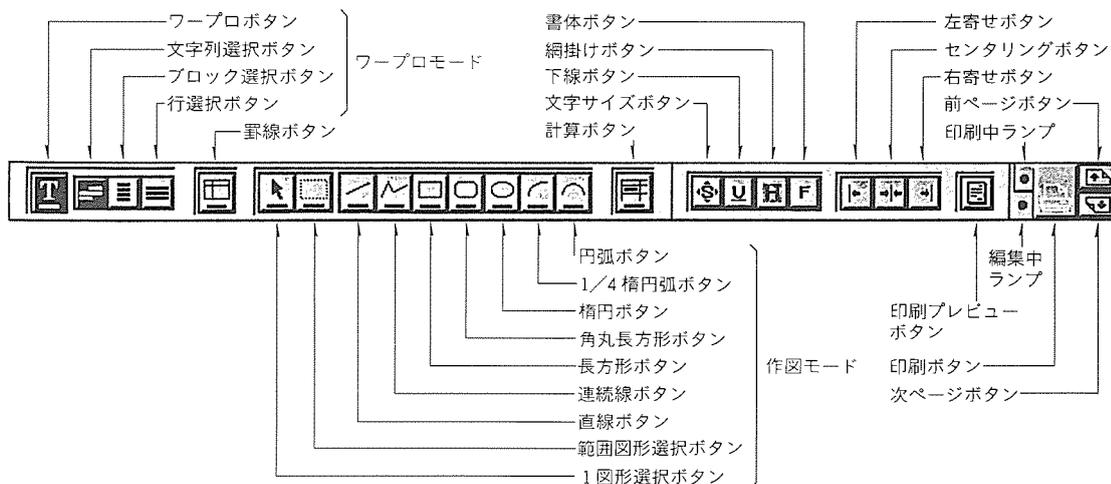


図4. アイコンパネル

表1. A1 for Windowsで利用できるファイル形式

機能	ファイル形式	拡張子	備考
ワープロ	標準 MARK II テキスト	AIX AI (TXT)	読み込み専用 読み込み時の拡張子は TXT以外にも可能
作図	BMP PCX TIFF AI	BMP PCX TIF AI	Windowsビットマップ ペイントブラシ
表計算	タブ区切り カンマ区切り SYLK	TXT CSV SLK	書き出し専用

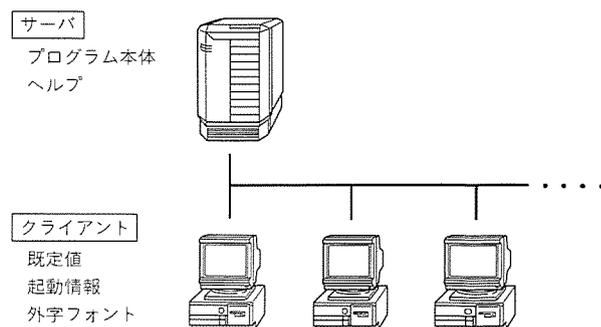


図5. LANPACK

dowsでは各アプリケーションのファイルメニューのインポート/エクスポート機能がこれに当たる。

A1 for Windowsで利用できるファイル形式の一覧を表1に示す。

4. その他の特長

4.1 LANシステムへの対応

LANシステムが普及するに従って、アプリケーションがLANシステム上で使用される例が増加している。A1 for Windowsでは、LANシステムに対応したLANPACKを用意している。LANPACKではファイルの排他制御、プリントサーバ機能がサポートされ、サーバに接続している複数のユーザー間で共有ファイル、共有プリンタを管理できるようになっている。

LANPACKでは、サーバ上にプログラム本体をインストールし、各クライアントにはユーザー別の情報をインストールするだけでサーバからA1 for Windowsをダウンロードできるようにしている。プログラムはサーバ上だけにインストールされているため、バージョンアップなどのメンテナンスが簡単である。また、各クライアントに必要なものはユーザー別の情報だけであるので、ハードウェア資源を有効に活用することができる(図5)。

4.2 A1・MARK III文書ファイルとの互換性

A1 for Windowsの前身は、MS-DOS^(注2)上で動作する日本語ワープロソフトのA1・MARK IIIである。A1 for WindowsのユーザーはこのA1・MARK IIIから移行する場合も多い。既存の文書ファイルをそのまま使用することができれば、移行に伴う作業はほとんど発生せず、スムーズな移行が可能となる。

A1 for Windowsの文書ファイルは、A1・MARK IIIのそれとほぼ同じ構造としている。変更点は、A1・MARK IIIでは最大16個だったイメージを100個まで設定できるようにしたことである。この変更についても上位互換の仕様にしたため、A1・MARK III文書ファイルはそのまま使用できる。

(注2) “MS-DOS”は、米国Microsoft社の登録商標である。

5. 今後の課題

A1 for Windowsは、MS-DOS版のA1・MARK IIIユーザーをWindows環境に引き上げることを目標として設計した。前述したように、A1・MARK III文書ファイルとの互換性を重視し、Windowsのスタイルを守りながらも、MS-DOS版のA1・MARK IIIユーザーが一から操作を覚える必要がないようにデザインを決定している。また、アイコンパネルの採用やダイアログの大幅な見直しなどによって、A1・MARK IIIの操作性を更に直感的なものにすることができた。

一方、A1・MARK IIIとの互換性を保つために幾つかの選択を余儀なくされている。最も大きな選択はフォントについてである。Windowsの世界、いわゆるGUIの世界ではフォントのサイズが固定ではないため、全角や半角のフォントサイズでページを管理してきた日本語ワープロソフトの概念が当てはまらない場合が多い。例えば、1ページを何行何列にするかといったことは文書を作成する前に決めることが難しい。A1 for Windowsは、従来のページの概念や編集機能の互換性を重視し、固定サイズのフォントを採用した。印刷に関しても、従来のA1・MARK IIIと全く同じ文書を印刷できるように、Windowsのプリンタドライバを使用せずにプリンタに直接出力している。

このようにフォントの扱い、印刷方式を限定することによって、A1・MARK IIIとの互換性を高めることができたが、同時に多くの課題を残した。次版では、A1 for Windowsの直感的な操作性を生かした上で、いかに課題を解決していくかが開発のポイントとなっている。

5.1 表現力の向上

(1) マルチサイズ、マルチフォントの採用

Windowsの特徴である様々な種類やサイズのフォントを入力できるようにする。ただし、ワープロ機能ではなく作図機能で入力することによって、ドット単位の位置付けを可能とする。

(2) 作図機能の向上

上記文字入力のほかに、新しい図形のサポートや図形の編

集機能を充実させることを検討する。曲線やパイなどの図形の描画、及び長方形やだ(楕)円などの図形を回転や傾斜できるようにし、表現力を高める。

5.2 使いやすさの向上

特定ユーザーしか使用しない機能の充実ではなく、一般ユーザーが、より使いやすくなるような機能のサポートを中心とする。

(1) ポップアップメニューの採用

アイコンパネルの採用などによって操作性は向上しているが、文字の飾りや下線など、基本的なワープロ処理の操作手順には検討の余地がある。編集の範囲を選択した後の処理をよりスピーディにするために、その時点で選択できる機能を並べた専用ウインドウをワンタッチで表示するポップアップメニューなどを検討する。例として、マウスの右ボタンによるポップアップメニューが挙げられる。

(2) キーやアイコンのカスタマイズ

より広い層のユーザーに使用してもらうために、標準のキー割り当てのみでなく、ユーザーによるカスタマイズを可能とする。また、アイコンパネル上に並んだ機能についても、各ユーザーの必要に応じて並べ替えられるようにし、更なる操作性の向上を図る。

5.3 周辺機器の活用

(1) プリンタドライバ経由の印刷のサポート

プリンタドライバ経由の印刷を行うことにより、AX以外のプリンタのネイティブモードを生かした印刷を行うことができる。

(2) A3サイズのサポート

現在はB4サイズまでをサポートしているが、A3サイズを扱えるようにすることで、より柔軟な文書作成を可能とする。

(3) カラー対応(プリンタ、スキャナ)

Windowsでは、イメージをカラーで扱うことが一般的である。文書内のイメージ等のカラー表示、カラー対応プリンタに対しての出力、カラースキャナ等のサポートを検討する。

6. むすび

上記の課題以外にも、ユーザーからの改良要望の声が聞こえ始めている。これらのニーズにこたえるためにも、積極的に改良を重ね、よりユーザーフレンドリなインタフェースをもったソフトウェアの開発を続けていく所存である。

参考文献

- (1) Petzold, C. (マイクロソフト(株)監訳, エー・ピー・ラボ訳): プログラミング WINDOWS Version 3

622Mbps HDTV光伝送装置

中澤宣彦* 鳥羽浩史** 丹治秋人* 菅野典夫* 水川繁光**

1. ま え が き

21世紀には、高速・大容量ネットワークであるB-ISDNが各家庭まで普及し、高品質なHDTV (High Definition Television) 映像伝送サービスの実現が期待されている。また、HDTVについては、現在、次世代TVシステムとして着実に実用導入に向けて前進している。平成元年6月から放送衛星を利用した実験放送が開始されるとともに、イベントや博覧会等でハイビジョンの伝送実験が行われるようになってきた⁽¹⁾。

HDTVの伝送方式は放送を主とする衛星伝送方式と中継分配を主とする光ファイバ伝送方式が検討されている。一方、地上波を使うデジタル伝送方式も検討されている。

光ファイバ伝送方式としては、高能率符号化技術による伝送コスト低減が必要な長距離伝送方式と、装置の経済化が必要な都市内伝送を目的とした近距離伝送方式がある⁽²⁾。先に当社は、スタジオ間又は放送局間の番組制作のためにスタジオ品質の映像を伝送する1.3Gbps HDTV光伝送装置を開発した⁽³⁾。

このたび、日本電信電話(株)(NTT)の御指導の下、近距離伝送を目的としたHDTV光伝送装置を開発した。以下にその内容について報告する。

2. システムの概要

2.1 システム構成

このシステムは、CCIR 勧告709に準拠した1125/60/

2:1高精細度テレビジョン(HDTV)方式のBTA(Broadcasting Technology Association of Japan:放送技術開発協議会)スタジオ規格(S-011)信号の都市内の近距離伝送サービスを提供するものである。

システム構成は、1チャンネルのHDTV信号及び4チャンネルの音声信号をPCM符号化し、STM-4(Synchronous Transport Module Level-4)形式に多重化して光ファイバ伝送を行うFV-600M-H1形送信装置(以下“送信装置”という。)と、光ファイバによって伝送された光信号を受信して映像信号及び音声信号に分離し、復号化した1チャンネルのHDTV信号及び4チャンネルの音声信号を提供するFV-600M-H1形受信装置(以下“受信装置”という。)から構成される。また、送信装置、受信装置共に局内の監視制御装置と接続することにより、遠隔から監視、試験及び切替制御が可能である。

図1にHDTV映像伝送サービスの構成例を示す。また、図2に今回開発した622Mbps HDTV光伝送装置の外観、表1に同装置の主要諸元を示す。

2.2 特 長

(1) 高画質・高音質

伝送・中継分配時に品質劣化のないデジタル伝送方式を採用することにより、システム構成にかかわらず高品質な映像、音声を提供できる。

映像品質としては、放送局間又はスタジオ間の素材映像伝送を対象としたスタジオ品質と放送局間の完成プログラム等の映像伝送を対象とした分配品質がある⁽⁴⁾。この装置では、

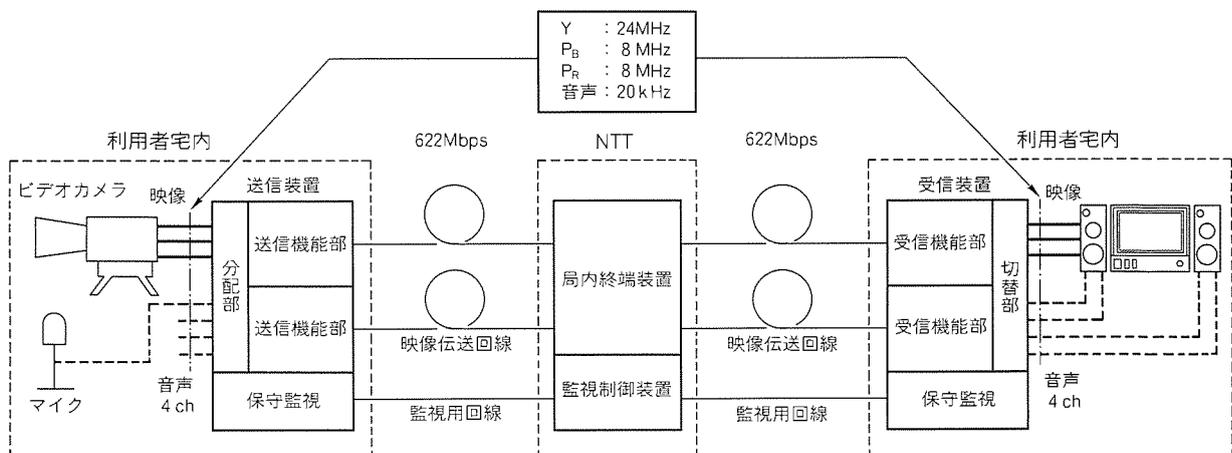


図1. HDTV映像伝送サービスの構成例

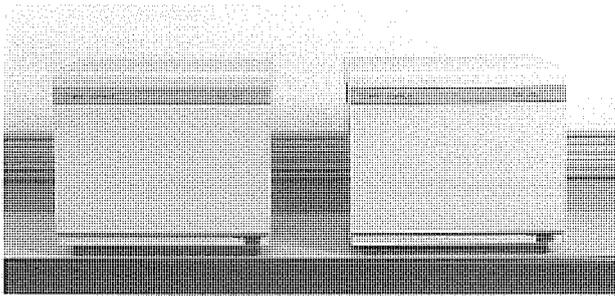


図 2. 622Mbps HDTV光伝送装置の外観

表 1. 622Mbps HDTV光伝送装置の主要諸元

項 目		条 件	
伝送系	インタフェース速度	622.08Mbps	
	伝送フレーム	STM-4 準拠	
	伝送符号	スクランブルド2値 NRZ	
	波 長	1.31±0.02 μm	
	送信電力 (平均値)	-4 ~ +4 dBm	
	受信電力 (平均値)	最大受光電力: -18dBm以上 最小受光電力: -32dBm以下	
映像系	入出力信号	BTA規格(S-001)準拠のHDTV信号 ①輝度信号Y, 色差信号P _B , P _R 及び同期信号 ②色信号G, B, R及び同期信号	
	映 像 帯 域	Y	24MHz (帯域制限前 30MHz以上)
		P _B , P _R	8 MHz (帯域制限前 15MHz以上)
	符号化	標準化周波数	Y : 55.6875MHz P _B , P _R : 18.5625MHz
		量子化	8ビット/画素
	多重化方式	水平ブランキング(HBL)期間を除去し, 輝度信号Yと線順次処理した色差信号P _B /P _R のバイト多重	
	符号化ビットレート	519.48Mbps	
音声系	音声帯域	20kHz	
	音声チャンネル数	4チャンネル	
	符号化	標準化周波数	48kHz
		量子化	16ビット/サンプル
消費電力	420W (符号化送信装置) 420W (受信復号化装置)		
外形寸法	430(W)×440(D)×360(H) (mm)		

分配品質 (輝度信号 Y: 24MHz, 色差信号 P_B/P_R: 8MHz) を満足し, 高画質な映像を提供することができる。

また, 20kHz帯域の音声4チャンネルを16ビット量子化しており, DAT (Digital Audio Tape) 及び CD と同等の高音質な音声伝送を実現している。

(2) SDH (Synchronous Digital Hierarchy) 準拠

伝送インタフェースは, CCITT において国際標準として新たに制定された SDH 伝送インタフェース (STM-N, インタフェース速度 = $N \times 155.52$ Mbps, $N = 1, 4, 16, 64$) の STM-4 に準拠している。

(3) 高信頼化と遠隔監視制御

一つの装置で冗長二重化構成を実現し, 高信頼化を図った。

共通機能部 (分配部, 切替部, 監視制御部) に対しては, 0系及び1系の両方の電源盤から DC 電源を供給できる構成にしている。

また, ネットワークの高信頼性の確保と装置保守作業の効率向上を図るために, 監視用回線で局内の監視制御装置と接続することにより, きめ細かい運用状態情報の提供, 系切替機能及び回線試験機能等を実現している。これにより, システム運用時の, 障害波及の防止と障害箇所の特定を容易に行うことができる。

(4) 小型・低消費電力化

IC 化光送受信器モジュール, 新同期インタフェース用に開発した LSI を適用することにより, 装置の小型化・低消費電力化, 高信頼化を実現した。この LSI は CCITT 勧告の G.707, G.708, G.709 に準拠した同期デジタルハイアラキを構成する STM-4 終端処理を 19.44 Mbps の 32 並列処理によって実現する 2 種類の CMOS LSI⁽⁵⁾ と 622.08 Mbps 信号の多重化/多重分離 (32:1P/S 変換, 1:32S/P 変換) 処理を行う GaAs LSI である⁽⁶⁾。

3. 装置構成

この装置は, 送信装置と受信装置から構成され, 単体据付け及びラック (JIS C 6010 及び IEC Standard 297) 搭載が可能な構造となっている。

図 3 に 622Mbps HDTV 光伝送装置の構成を示す。以下にこの装置の動作概要について述べる。

3.1 送信装置

この装置は, 0系及び1系によって冗長二重化構成をとっている。基本構成は, 分配盤, 監視制御盤によって構成される共通機能部と映像 A/D 変換盤, 音声 A/D 変換盤, 映像多重化盤, ペイロード多重化盤, 光送信盤及び 2 枚の電源盤によって構成される送信機能部の二つの機能部から構成され, 計 9 枚の高密度実装パッケージ (194mm×279mm) で構成される。装置としては, さらに送信機能部を一式組み合わせることにより, 冗長二重化構成を実現できる。

分配盤は, 1チャンネルの映像入力信号及び4チャンネルの音声入力信号を 0系と1系へ2分配する。映像 A/D 変換盤は, 映像入力信号を A/D 変換する。映像多重化盤は, 色差信号 P_B, P_Rを線順次処理し, 輝度信号 Y とバイト多重して映像符号化フレームを構成する。

一方, 音声 A/D 変換盤は, 4チャンネルの音声信号を A/D 変換し, パリティを付加して音声符号化フレームを構成する。ペイロード多重化盤は, 映像サンプリングクロックに同期した映像符号化データ列を伝送クロックにより, 生成される伝送フレームへスタック多重を行い, 音声符号化フレームとともに STM-4 多重化フレームの所定の位置に多重化する。光送信盤では, セクションオーバーヘッドを付加し, スクランブル処理及びパリティ生成を行い, STM-4 多重化フ

レーン構成する。さらに622.08 Mbpsの電気信号を光信号に変換し、光ファイバ伝送路へ送出する。

3.2 受信装置

この装置は、0系及び1系の冗長二重化構成をとり、受信側での出力信号の選択切替が可能となっている。基本構成は、切替盤、監視制御盤によって構成される共通機能部と映像D/A変換盤、音声D/A変換盤、映像多重分離盤、ペイロード多重分離盤、光受信盤及び2枚の電源盤によって構成される受信機能部の二つの機能部から構成され、計9枚の高密度実装パッケージ(194mm×279mm)で構成される。装置としては、さらに受信機能部を一式組み合わせることにより、冗長二重化構成を実現できる。

受信装置は、光ファイバ伝送路からの622.08 Mbpsの光信号を電気信号に変換し、32並列に多重分離する。フレーム同期確立後、デスクランブル処理し、パリティを照合する。STM-4多重化フレームから映像符号化データをデスタップ多重分離するとともに音声符号化データも多重分離する。映像符号化フレームの色差信号P_B、P_Rについては、送信側で線順次多重しているため内挿フィルタリングによって補間処理をしている。映像D/A変換盤及び音声D/A変換盤では、1チャンネルのHDTV信号及び4チャンネルの音声信号を再生する。切替盤では、伝送路警報及び装置警報に対応して、0系/1系の2系統のうち正常な系を選択し、1チャンネルの映像信号及び4チャンネルの音声信号を出力する。

4. 方式概要

4.1 伝送方式

図4に622Mbps多重化フレームフォーマットを示す。図に示すように、(270列×4バイト)×9行で1フレームを構成

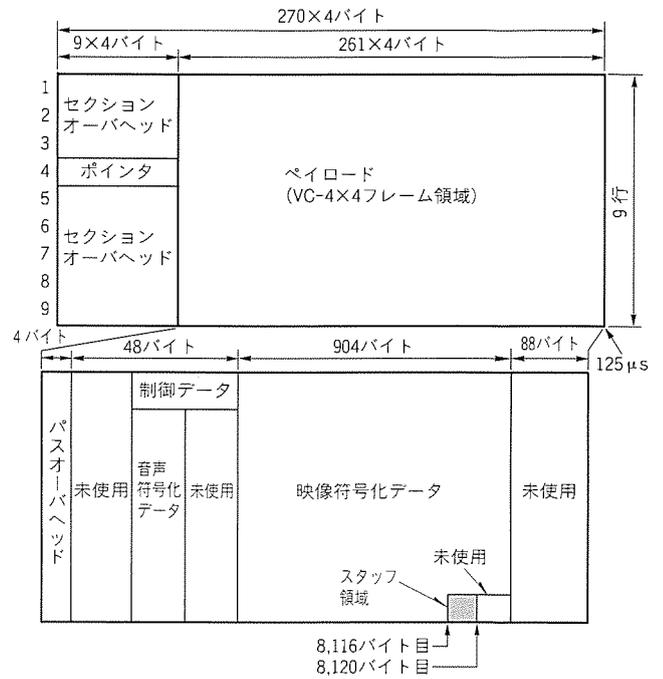
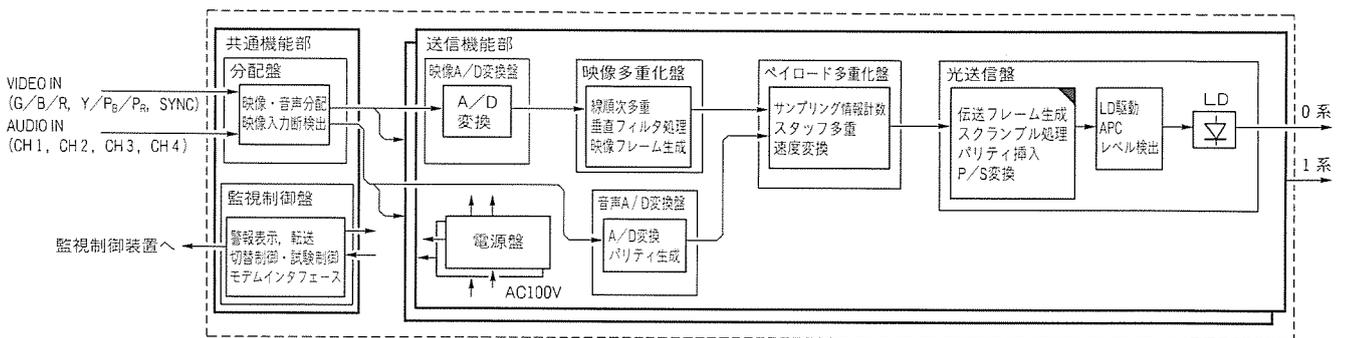
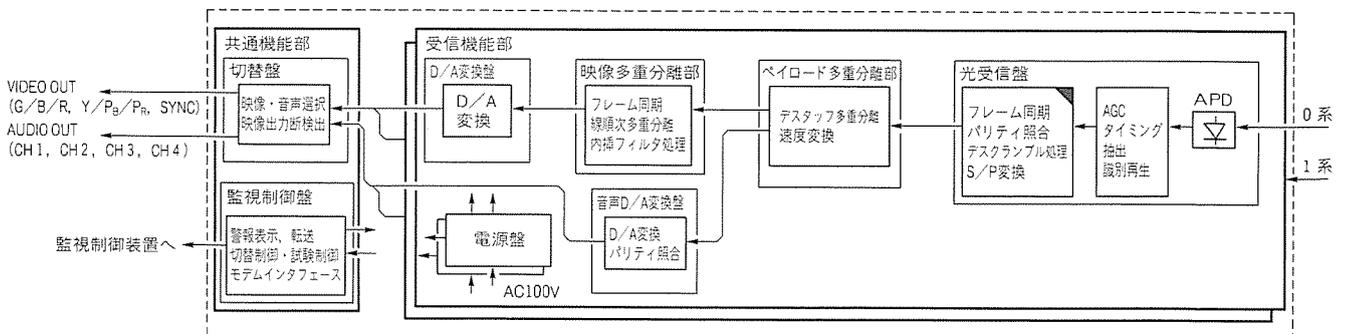


図4. 622Mbps(STM-4)多重化フレームフォーマット



(a) 送信装置



(b) 受信装置

注 □の機能ブロックはLSIによって実現

図3. 622Mbps HDTV光伝送装置の構成

成し、125 μ s (1/8kHz) 周期となっている。伝送フレームは、網の運用・管理情報を伝送するオーバーヘッドと主情報を伝送するペイロードと呼ばれる部分から構成される。このペイロードに映像符号化データ、音声符号化データ及び制御データを多重化している。制御データは、映像伝送種別、符号化情報、警報情報 (AC 電源断、映像入力断)、映像サンプリング情報及び映像スタッフ情報から構成される。

4.2 符号化方式

映像信号は、Y/G 信号に付加されている同期信号又は外部同期信号に同期したクロックで標準化を行う。標準化周波数は、輝度信号 (Y) については、BTA S-001に規定されている標準化周波数の3/4の55.6875 MHz、色差信号 (P_B , P_R) については、同様に1/4の18.5625 MHzを採用している。標準化タイミングは、輝度信号、色差信号共に同期信号の水平基準位相を基準とし、これを第1サンプル点とする。Y 信号の標本点と P_B/P_R 信号の標本点とは3サンプル点ごとに一致する。

音声信号は、伝送系クロックに同期したクロックで標準化を行う。標準化は、48 kHz の64倍のオーバーサンプリングを行っている。

4.3 映像多重化方式

映像フレームは、伝送効率を上げるため水平ブランキング期間を除去し、時間軸圧縮された映像信号によって構成される。映像フレームは、映像ヘッダ部、Y 信号の有効画素である1,440画素及び P_B/P_R 信号の有効画素である480画素によって構成される。映像ヘッダ部は、映像フレーム同期パターン、第1ラインの識別用パターン及び映像パリティから構成される。

また、送信側のクランプレベル変動に影響されないように受信側において水平同期部及び垂直同期部を再生することにより、同期特性の安定化を図った。

15 MHz 帯域をもつ二つの色差信号 P_B/P_R 信号をアナログフィルタによって8 MHz の帯域制限を行っている。このため、垂直方向に関しても同程度の帯域制限を行っても視覚特性上、劣化は余り生じないことから、奇数ラインを線順次に多重化する方式を採用し、全映像データ容量を7/10に圧縮して伝送効率を向上させている。

4.4 音声多重化方式

音声フレームは、A/D 変換された音声符号化データを、将来サービスが予想されるデジタル音声の提供を考慮して、音声フレームを構成している。1サブフレームで音声符号化データ1サンプルが伝送される。音声2チャンネルで、1音声フレームが構成され、さらに192フレームを1ブロックとし、音声フレームを構成している。

4.5 映像クロック再生方式

表2. 監視・制御インタフェースの主要諸元

項目	内容
伝送制御手順	ベーシック手順
情報転送方式	監視装置からのポーリング方式
電気的特性	FSK方式 (CCITT V23) 伝送速度 : 1,200bps 周波数 : 1,700 \pm 400Hz 出力レベル : 0 又は -15dBm \pm 2 dB (600 Ω) 入力レベル : 0 \sim -30dBm (600 Ω)
同期方式	調歩同期方式
通信制御	常時キャリアON
伝送符号	データ+偶数パリティ+スタートビット+ストップビット 8ビット 1ビット 1ビット 1ビット
誤り検出方式	パリティ、オーバーラン、フレーミングの各エラー/ BCCチェック
伝送ブロック長	1データユニット固定

映像信号の水平同期信号周波数を基準とする映像クロックと伝送クロックは、非同期関係にあり、このため受信側で映像信号処理に使用する映像系クロックを安定に再生する必要がある。この装置では、受信側の映像系クロックはデスタフジツタの影響を避けるため、送信側から映像サンプリング情報を符号化伝送し、受信側でこの情報を基に映像サンプリングクロックを再生する方式を採用した。

4.6 スタッフ、デスタフ

映像サンプリングクロックと伝送クロックが非同期であるため、送信装置ではSTM-4ペイロードへ多重化する映像符号化データ量を計数符号化し、スタッフ情報として伝送する。受信装置ではこのスタッフ情報を基にデスタフを行い、映像符号化データを分離する。

5. 監視制御

5.1 監視制御

この装置では、装置の状態監視、オフライン時の回線試験、切替制御及び監視制御装置との通信制御を行うことが可能である。表2に監視・制御インタフェースの主要諸元を示す。

(1) 状態監視

各パッケージの故障警報の収集・監視を行う。CPUは、5msごとの定周期監視を行い、入力ポートから故障警報情報を読み込み、監視制御装置へ状態を通知し、ランプ点灯制御を行う。また、CPUは各パッケージからの実装・未実装の情報を基に、冗長構成の有無を判定する。

(2) 試験制御

監視制御装置からの制御命令により、擬似ランダムパターン (CCITT 0.151 準拠) による伝送路の回線品質試験が実施できる。

(3) 切替制御

冗長構成時に、CPUによって伝送路及び装置状態に応じて自動切替を行う。また、強制切替及び切替禁止等の切替制御が可能である。

(4) 通信制御

監視制御装置からのシステム立上げ要求、状態問い合わせ要求、試験制御要求等に対して、立上げ応答、装置状態応答試験制御応答等を返信する。これらの通信制御はV23インタフェースモデムを介して行い、モデムの制御及び通信制御はすべてCPUによって実行する。

5.2 警 報

この装置における警報は、伝送路警報(回線警報、通知警報)及び装置警報に大別される。回線警報としては、光入力断、フレーム同期はずれ、符号誤り率劣化、映像入力断及び映像出力断を監視している。通知警報としては、中継区間の伝送路状態を受信端へ通知する中継セクション警報、中間中継故障評定がある。

装置警報としては、装置内の自己監視、CPU異常、AC電源断、電源異常及びFAN故障があり、ハードウェア全体の故障発生を検知し、可能な限り詳細に故障区間の判定ができる監視を行い、故障発生時の早期復旧を目標としている。

6. む す び

本稿では、今回開発した622Mbps HDTV光伝送装置についてその概要を述べた。この装置は、NTTが平成5年度から開始予定のHDTV映像伝送サービスに適用されるものであり、ハイビジョン衛星放送送信局までの足回り回線、及びイベント中継回線等に利用される予定である。

最後に、日ごろから多大なる御指導を賜っているNTTネットワークシステム開発センター ユーザーシステムプロジェクトグループ映像システムプロジェクトの関係各位に感謝の意を表す。

参 考 文 献

- (1) 山川俊浩, 高木誠一, 桑田豊史, 酒井 洋: 622Mb/s HDTV 光映像伝送装置の試作, 平成2年秋季信学全大, B-582 (1990)
- (2) 杉田裕次: 映像時代を支える映像伝送サービスとテレビジョン中継サービス, NTT 技術ジャーナル (1992-3)
- (3) 丹治秋人, 中澤宣彦, 本島邦明, 北山忠善: HDTV デジタル光伝送装置, 平成2年春季信学全大, B-942 (1990)
- (4) 沢田克敏, 村上仁己: 信号形態と伝送, テレビジョン学会誌, 42, No.9, 951~958 (1988)
- (5) 大久保啓示, 久保和夫, 一番ヶ瀬 広, 飛田康夫, 部谷文伸: SDH 622.08 Mb/s インタフェース LSI, 平成2年秋季信学全大, B-610 (1990)
- (6) 松下 究, 佐藤 晋, 一番ヶ瀬 広, 北山忠善: 32:1 高速多重化/多重分離用 GaAs LSI, 平成3年春季信学全大, B-789 (1991)

電子増感形監視用カメラ

スポットライト

IT-555

近年、セキュリティに対する重要性が問われると同時に、防犯、保安、防災などへの関心がますます高まっています。そのような社会環境の中、産業用テレビジョン (ITV) は、数えきれないほどの用途をもち、広い分野で利用されています。

IT-555は、有効画素数38万画素 (水平768×垂直494) の1/2インチCCD固体撮像素子を採用した白黒監視カメラであり、低速度電子シャッターとメモリによる電子増感機能を備え、最低照度0.1 lx以下 (電子増感倍率16倍時)、水平解像度550本以上の超高感度・高解像度を実現したCCD白黒カメラです。従来の監視カメラでは撮影できなかった月明かり程度の明るさの照明下においても被写体をハッキリとらえることができます。

主な特長

●電子増感機能による超高感度

低速度電子シャッター制御及びデジタルメモリを用いた信号補間処理を行うことで、標準感度時 (シャッター速度1/60秒と比較して最大16倍までの感度アップが可能) です。また、被写体の明るさに応じて感度を自動的に変更して適正な露出を得ることができる自動電子増感機能を搭載しています。

●外部アラームメモリ

本体背面パネルのI/O端子にアラーム信号 (無電圧a接点) を入力することにより、アラーム発生時の1画面をフィールド記録・再生することができます。



IT-555 外形図

●文字表示

6桁のカメラID表示、電子増感倍率の表示、アラーム文字表示機能を装備しています。表示位置 (6か所) の選択も可能です。

●フリッカキャンセル

電源周波数50Hz地域での蛍光灯下での撮影時に発生する画面のちらつき (フリッカ) を軽減する機能を装備しています (シャッター速度1/60秒時)。

●可変速電子シャッター装備

高速で移動する被写体を鮮明にとらえるために、シャッタースピードを1/60~1/10,000秒の8段階に切り替えられる可変速電子シャッターを装備しています。

仕 様

項 目	内 容	項 目	内 容
撮像素子	1/2インチCCD (768H×494V)	最低照度	標準時: 0.1 lx以下 (F1.4, 1/60秒) 電子増感時: 0.1 lx以下 (F1.4, 16倍)
同期方式	内部同期/外部同期 (RS-170相当)	周囲温度	-10°C ~ +50°C
外部同期入力	C, SYNC (BNC接栓) (1.0V _{p-p} /75Ω, 負極性) VS, VBS (BNC接栓) (1.0V _{p-p} /75Ω)	電源	AC100V ±10%, 50/60Hz
解像度	標準時 (電子増感倍率OFF, 又は電子増感機能OFF時) 水平: 550本以上 垂直: 350本以上 電子増感倍率2倍以上, 又はアラーム画面再生時 水平: 450本以上 垂直: 175本以上	消費電力	約4W
SN比	46dB以上 (F5.6 400 lx, AGC ON時)	EEレンズ駆動出力	+12V, 40mA {ヒロセ, SR30-10RA-4SE (02)}
電子シャッター	1/60 (標準), 1/100, 1/250, 1/500, 1/1,000, 1/2,000, 1/4,000, 1/10,000 [秒]	レンズマウント	CSマウント (レンズマウントアダプタによりCマウント可)
電子増感	標準感度 (1/60秒) の2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 [倍]	外部アラーム機能	あり (1画面フィールド記録)
自動電子増感機能	あり (I/Oコネクタより自動電子増感の ON/OFFが可能)	リモコン機能	I/O端子による外部制御
自動電子増感制御 レベル設定	3段階 (動き重視 (L), S/N重視 (H), 標準 (M) の設定)	外部同期位相調整	H位相 15段階
フリッカ補正機能	あり (1/60秒時, 又は電子増感倍率OFF時)	測光モード	標準/順光/逆光
		カメラID表示機能	あり, 6桁, 表示位置を6か所から選択可能
		質量	約890g
		外形寸法 (mm)	約75 (W) × 60 (H) × 160 (D)

家庭用ハイビジョンテレビ

スポットライト

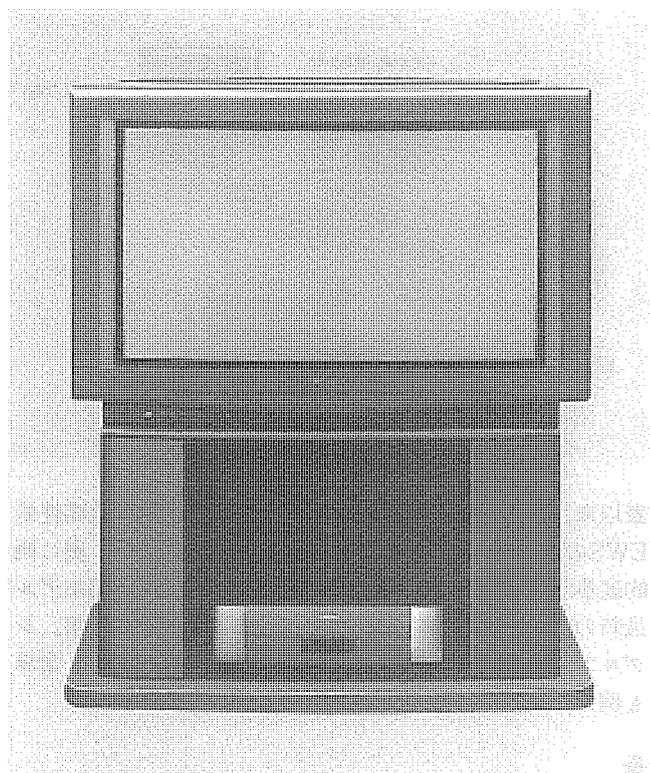
36D-HD2

皇太子殿下の御成婚や大相撲、高校野球など魅力的な番組が飛躍的に増えてきたハイビジョン試験放送を面倒な接続を行うことなく見ることのできるハイビジョンテレビの需要が、大きく盛り上がってきています。このたび、当社では36型大画面ハイビジョンテレビ“36D-HD2”（標準価格118万円）を発売いたしました。

36D-HD2の第1の特長は、松下電器、NECと当社を中心とする日米10社で共同開発を行った第二世代LSI搭載MUSEデコーダを内蔵していることです。これにより画質面では、高精度動き検出・動画のエッジ処理・二次元輪郭補償などの高画質技術の導入を行い、より高精細なハイビジョン画像が得られるようになるとともに、部品点数の大幅な削減によるコストダウンに成功いたしました。

第2の特長は、ハイビジョン放送の音声方式である“3-1方式”をより臨場感ある音で楽しめる“バーチカルセンタースピーカー”の搭載です。従来のセンタースピーカーシステムではセンタースピーカーの位置によって音像が偏って再生されておりましたが、センタースピーカーとしてブラウン管の上下2か所にスピーカーを配置したバーチカルセンタースピーカーの採用により、音像を画面の中心部に定位することに成功。より臨場感あふれるサウンドを楽しんでいただけます。

第3の特長は、NTSC信号(15.734kHz)をハイビジョン(33.75kHz)と同じ走査線数に変換して高画質な映像を楽しむ“1125高精細変換”です。動画、静止画で補間処理を適応的に変えながら、3本の走査線から6本の走査線を作り出しています。このままでは、真円率が変わってしまう



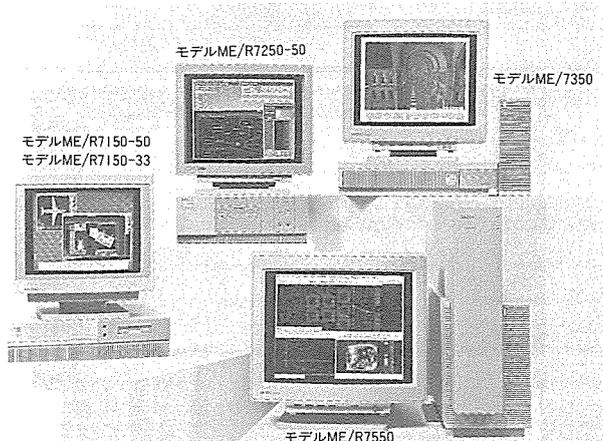
三菱ハイビジョンテレビ 36D-HD2形

ため、偏向回路で垂直方向を約7%拡大しています。

このほか、字幕移動回路やPIP*、更にはアスペクト比4:3の映像の両端の部分だけを左右方向に拡大し、16:9の画面一杯に描き出すダイナミックワイドなど36D-HD2には魅力的な機能が一杯です。

(* PIPは親画面の中に子画面を動画表示する機能)

品名	型名	標準価格 (税別)	主な特長	発売日	月産台数
ハイビジョン カラーテレビ	36D-HD2	¥1,180,000	①1125高精細変換 通常放送も走査線1,125本の高画質な映像でご覧いただけます。 ②第二世代MUSEデコーダ搭載 新開発の第二世代LSIを使用したフルスペックMUSEデコーダ内蔵。そのまま、ハイビジョンの美しさを満喫できます。 ③バーチカルセンタースピーカー ハイビジョン放送の臨場感あふれる3-1方式の音声を迫力一杯に再現します。	5/20	500台



発表以来、77.5SPECmarks89という驚異的な業界最高性能でEWSの世界をひらいた「ME RISCシリーズ」が、更に画期的進歩を遂げました。新たにラインアップされた5モデルは最新の「スーパー スカラー アーキテクチャ」を採用。シングルプロセッサながら45.9~146.8SPECmarks89と、業界にも例のない性能レンジを実現しています。

特長

●ワイドレンジをカバーする性能

“ME RISCシリーズ”は、CPUにHewlett-Packard社が開発した第三世代RISC「PA-RISC7100」を採用し、最先端のCMOSテクノロジーにより開発しました。エン트리モデルで45.9

SPECmarks89、41MIPS、8.9MFLOPS、ハイエンドモデルで146.8SPECmarks89、128MIPS、40.8MFLOPSという高性能に加え、グラフィクス性能においては、124万×11ベクトル/秒、120万アンチエイリアス ベクトル/秒をもち、あらゆる分野をカバーする性能レンジを実現しています。

●標準プラットフォーム

ME RISCシリーズ基本OS「HP-UX」はSVID、IEEE POSIX 1003.1、1003.2、XPG3等の国際規格に準じ、Xウィンドウ(X11 R5)、GUIはOSF/Motif1.2、デスクトップ環境にHP VUE3.0を標準装備。使いやすい操作環境を提供します。

●豊富なネットワーク

IEEE802.3/Ethernet、TCP/IPプロトコル、ARPA/BSDサービス、NFS、NCSなどをサポート。さらにFDDI、TokenRing、X.25、SNA、ISDNなどもサポートします。これらにより多彩なネットワークの構築が容易に実現できます。

アプリケーション

●EOSMASTARSシリーズ（設計情報管理システム）

CADシステムと文書システムが連動し、図面/文書を一括統合管理することにより、設計技術部門業務の効率化を図れます。

●FASTPLAN（設備資産管理システム）

図面データと台帳データを一元的に管理することにより、設備計画、設計・保守業務等の効率化を図れます。

●MELCAD MD+（二次元機械系CADシステム）

図面管理システムやデスクトップ環境による操作性、機能性をパワーアップした新『MELCAD MD+』を提供します。

*UNIXオペレーティングシステムは、UNIXシステムボラース社がライセンスしています。

機種構成

モデル	ワークステーションモデル					
	エン트리モデル ME R7150-33	高性能 エン트리モデル ME R7150-50	高性能 デスクトップモデル ME R7250-50	超高性能 デスクトップモデル ME R7350(注3)	超高性能 デスクサイドモデル ME R7550(注3)	
CPU性能	CPU (ブロック)	PA-RISC 7100 (33MHz)		PA-RISC 7100 (99MHz)		
	SPECmark89	45.9	69.0	146.8		
	MIPS	41	62	124		
	MFLOPS(倍精度)	8.9	13.2	40.8		
主記憶容量	16~192MB	16~256MB	32~256MB	32~400MB	64~768MB	
グラフィックス	Grayscale Color CRX-24、-24Z、	Grayscale Color CRX-24、-24Z、-48Z		CRX CRX-24、-24Z、-48Z DualCRX		
大容量記憶装置	内蔵ディスク容量	525MB~2GB			1~2GB	2~4GB
	最大ディスク容量	69.7GB	69.7GB	239.8GB	126.4GB	295.5GB
	1.4MB 3.5" FDD	内蔵				
	2GB DDS DAT又は4-8GB DDS-DC DAT	内蔵/外付			外付	内蔵/外付 (内蔵DDS-DS:標準)
	600MB CD-ROM	内蔵/外付			外付	内蔵/外付
I/O	標準I/O	Ethernet SCSI-II (Single Ended)、セントロニクス、RS-232C、HP-HIL、Audio I/O			Ethernet、SCSI-II (Single Ended)、セントロニクス、RS-232C、HP-HIL、Audio I/O	
	EISAスロット	1(オプション)(注1)	1(注1)	4(注1)	SCSI-II (Fast Wide)、FDDIx1(オプション)	
	EISA接続 インタフェースオプション	IEEE802.3Ethernet(増設)、SCSI-II(増設: Single Ended, Fast Differential)、HP-IB、FDDI、X.25、SNA、ISDN、IEEE802.5TokenRing				
VMEバスアダプター	—			1(オプション)(注2)	—	

(注1) グラフィックオプション (CRX24/CRX24Z/CRX48Z) 使用時、EISAスロット数は“記載数-1”となります。

(注2) VMEバスアダプタ使用時、EISAスロット数は“0”となります。

(注3) 7350、7550にはサーバモデル(ME/S7350、ME/S7550)も用意しています。



特許と新案***

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 知的財産渉外部
特許営業グループ Tel(03)3218-2137

前値保持回路 (特許 第1662118号)

この発明は、デジタルオーディオインターフェースで伝送された信号を記録する場合、雑音の記録を防止するため、誤ったデータを近似値と入れ換える補正手段として用いられる前値保持回路に関するものである。

従来のこの種の回路は、図1に示すように、並列で入力される受信データを取り込みクロックのタイミングで格納した後転送クロックのタイミングでシリアルデータを出力するインタフェースレジスタと、受信データのエラー検出回路と、シリアルデータの誤りを補正する補正回路から構成されていた。しかし、この構成ではインタフェースレジスタの後段に補正回路を設けるため、回路が複雑になるという欠点があった。

この発明は、図2に示すように、並列入力とシリアル出力

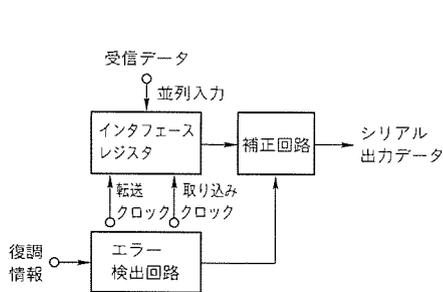


図1

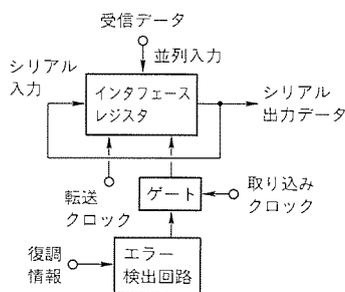


図2

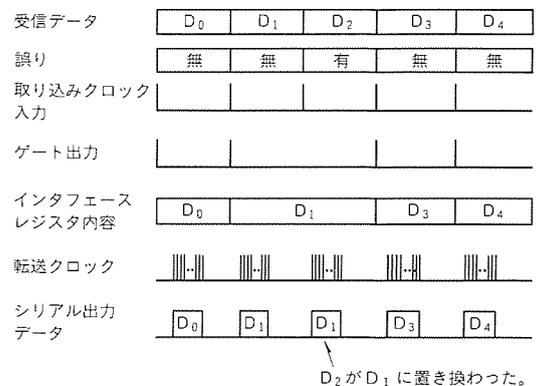


図3

符号化信号列からなるフレーム列への符号化標識の挿入方法 (特許 第1495225号)

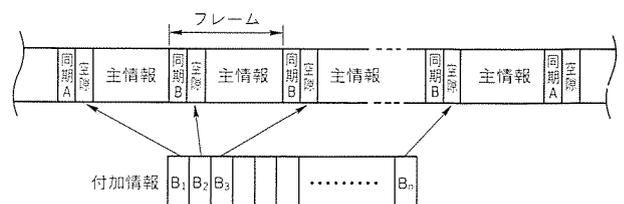
この発明は、デジタル連続信号(例えば、音楽情報)をシリアル伝送するフォーマットに関し、主情報に付加情報(ID, エンファシスの有無, 著作権情報など)を挿入付加するアドレス挿入方式に関するものである。

従来は、上記のような信号処理には主情報と同期符号からなるフレーム列を時間軸圧縮し、これにより生じた空き(隙)に付加情報を挿入していたが、時間軸の圧縮・伸長に多量のメモリを要し、かつ、制御回路も複雑になるという欠点があった。

この発明は上記従来方式の欠点を除去するもので、あらかじめフレームに数ビット程度の空隙を設け、この空隙に付加情報を順次分散して挿入することにより複雑な時間軸の変換を不要にしたものである。さらに、図に示すように、同期符号として同一長でパターン異なる2種類の符号(同期A,

同期B)を用意し、付加情報の先頭が挿入されるフレームには同期Aを、その他のフレームには同期Bを用いるように構成すれば、主情報については同期A、同期Bも同じフレーム同期信号として扱うことができ、かつ、付加情報の区切りも容易に確立することができる。

以上のように、この発明によれば、主情報に付加情報を挿入する信号処理が大幅に簡略化され、付加情報の取扱いも容易になるという優れた効果がある。





特許と新案***

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 知的財産渉外部
特許営業グループ Tel.(03)3218-2137

サンドイッチ構造体の製造法 (特許 第1574755号)

発明者 二口通男

この発明は、軽量心材の両面に繊維強化プラスチック (FRP) 製の表面材を張り付けてなるサンドイッチ構造体の製造法に関するものである。

従来この種のサンドイッチ構造体の表面材は、繊維を一方方向に引きそろえたシート又はテープ状か、若しくは繊維を直交する二方向に織った織布を積層させて製造したものであるが、前者の場合、同一層間における繊維のカラミが全くないため繊維間の割れが生じやすく、後者では、繊維が互いに頻繁に上下するため繊維本来の強度を生かせないという欠点があった。

この発明は、図1に示すように複数のフィラメントからなる繊維束(1)をフィラメントワインディング法で巻き付けを行う際、マンドレル(2)の軸方向に対して、+60°、-60°、0°の三方向への巻き付けを順に所定回数行う工程を設けることを要旨とするものである。この結果、図2のような“杉綾織”の編組織が得られ、繊維間の割れや層間のはく(剥)離が生じにくい特性を示す。

以上のように、この発明によれば、表面材を構成する組成物の繊維がそれぞれ拘束し合っているため、繊維間の割れや層間の剥離がなく、さらに、成形性、耐疲労性、耐衝撃性に優れたサンドイッチ構造を製造できるという利点がある。

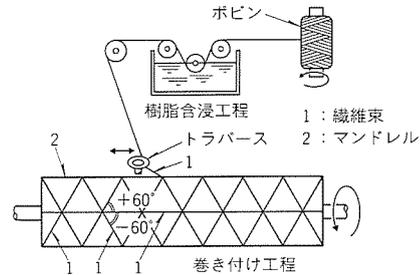


図1

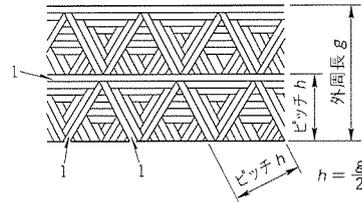


図2

<次号予定> 三菱電機技報 Vol. 67 No. 8 特集 “産業の高度化をリードするメカトロニクス”

特集論文

- 産業の高度化をリードするメカトロニクスに寄せて
- メカトロニクス技術の現状と展望
- ワイヤ放電加工機の最新技術
- ワイヤ放電加工機の加工特性と加工技術
- 形彫放電加工機の最新技術
- 形彫放電加工特性と加工技術
- レーザー加工機の最新技術
- 厚板鋼板のレーザー切断特性と加工技術
- 電子ビーム加工機の高信頼化技術
- 電子ビームの高機能化と加工への応用

- 産業用ロボット“MELFA”の最新技術と応用

- 新CNCシリーズとその最新技術“MELDAS-500シリーズ”

- 金型・板金CAMの最新技術と応用

普通論文

- 関西電力(株) 多々良木変電所納め
500kV 300MVA 分解輸送方式変圧器“CGPA変圧器”
- 24kV用キュービクル形ガス絶縁開閉装置(C-GIS)
- ハードウェア記述語によるASIC設計向けトップダウンCADシステム
- 長寿命宇宙用スターリング冷凍機
- 広帯域音響コーデック
- MOCVD法によるInP埋込み成長技術

三菱電機技報編集委員

委員長	山田 郁夫
委員	永田 謙蔵
“	白井 健三
“	谷 豊文
“	風呂 功
“	大原 啓治
“	松村 恒男
“	鈴木 幹雄
“	小野 修一
“	鳥取 浩
“	岡田 久雄
幹事	長崎 忠一
7月号特集担当	川辺 貞信

三菱電機技報67巻7号

(無断転載を禁ず)

1993年7月22日 印刷

1993年7月25日 発行

編集兼発行人	長崎 忠一
印刷所	千葉県市川市塩浜三丁目12番地 (〒272-01) 菱電印刷株式会社
発行所	東京都港区新橋六丁目4番地9号 北海ビル新橋 (〒105) 三菱電機エンジニアリング株式会社内 「三菱電機技報社」 Tel. (03) 3437局2692
発売元	東京都千代田区神田錦町三丁目1番地 (〒101) 株式会社 オーム社 Tel. (03) 3233局0641(代), 振替口座東京6-20018
定価	1部721円(本体700円) 送料別 年間予約は送料共9,373円(本体9,100円)

スポットライト

小規模水道施設 遠方監視制御システム W20

“システム W20”は、市町村の小規模な水道施設の遠方監視制御用として開発されたシステムです。中央処理装置には、高性能、高性能32ビットマイクロプロセッサを採用しています。

このシステムの伝送回線には加入電話回線と専用回線の2種類が使えます。加入電話回線の場合は、中央処理装置から1日1回(設定により変更可)自動発信し、ポーリング方式で最大64局の子局テレメータ“MELFLEX180”のデータを収集します。専用回線の場合は、最大4局の子局テレメータ“MELFLEX220”からサイクリックにデータ収集ができます。加入電話回線と専用回線の併用もできます。

一方、中央処理装置ではテレメータで収集したデータをマルチタスク処理し各種CRT画面表示、プリンタ印字、データ保存等を行います。

特長

●フレキシブルなシステム構築

伝送回線は加入電話回線方式と専用回線方式をサポート、経済性・監視制御の応答性を考慮し用途に応じたシステムが構築できます。

●音声によるプラント監視

テレメータ MELFLEX180はデータ伝送のほかに、音声通報機能もっており、電話機による音声でのプラント監視もできます(データ伝送と併用可)。

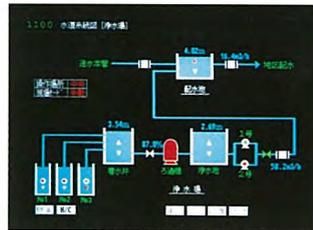
●ユーザーオープンシステムの採用

ユーザーオープンシステムを採用していますので、監視項目の追加、削除やスケール変更等をユーザーでメンテナンスできます。

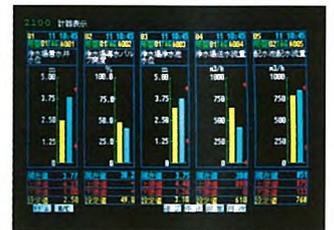
●ユーザーによるデータ活用

帳票データ、アナウンスデータはフロッピーディスクにMS-DOS形式のデータファイルで保存されますので、ユーザーにて自由にデータ加工ができます。

システムW20中央処理装置



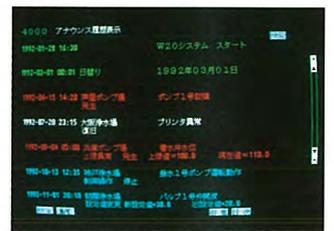
プラント監視画面



計器表示画面



トレンド表示画面



アナウンス表示画面

通信仕様

	一般加入電話回線相当	専用回線相当
伝送回線	一般加入電話回線相当	専用回線相当
伝送速度	2,400bps	50, 200, 600, 1,200bps
伝送形態	定時ポーリング, 呼出, 任意呼出, 異常時自動通報	サイクリックデジタル
伝送手順	無手順	無手順
子局数	最大64局	最大4局

監視項目点数

	表示	計測	パルス	TC	設定値
MELFLEX180 1台当たり最大	16	8	2	3機器	1
MELFLEX220 1台当たり最大	108	24	24	20機器	8
W20システムでの最大合計	1,024	128	128	100機器	70

中央処理装置仕様

CPU	32ビット
OS	MS-DOS
主メモリ	16Mバイト
HDD	124Mバイト
FDD	1.44Mバイト

CRT画面一覧

総合目次
プラント表示画面
計器表示画面
トレンド表示画面
アナウンス表示画面
帳票表示修正画面

CRT仕様

画面サイズ	20, 14インチ
分解能	640×480ドット
表示色	16色

プリンタ仕様

印字方式	ドットインパクト、ページ
用紙	11×15インチ連続用紙
印字色	黒、赤、緑、水 (ページプリンタは黒のみ)

プリンタ印字一覧

帳票印字	(日報, 月報, 年報)
アナウンス印字	(発生ごと/1,000点一括)

