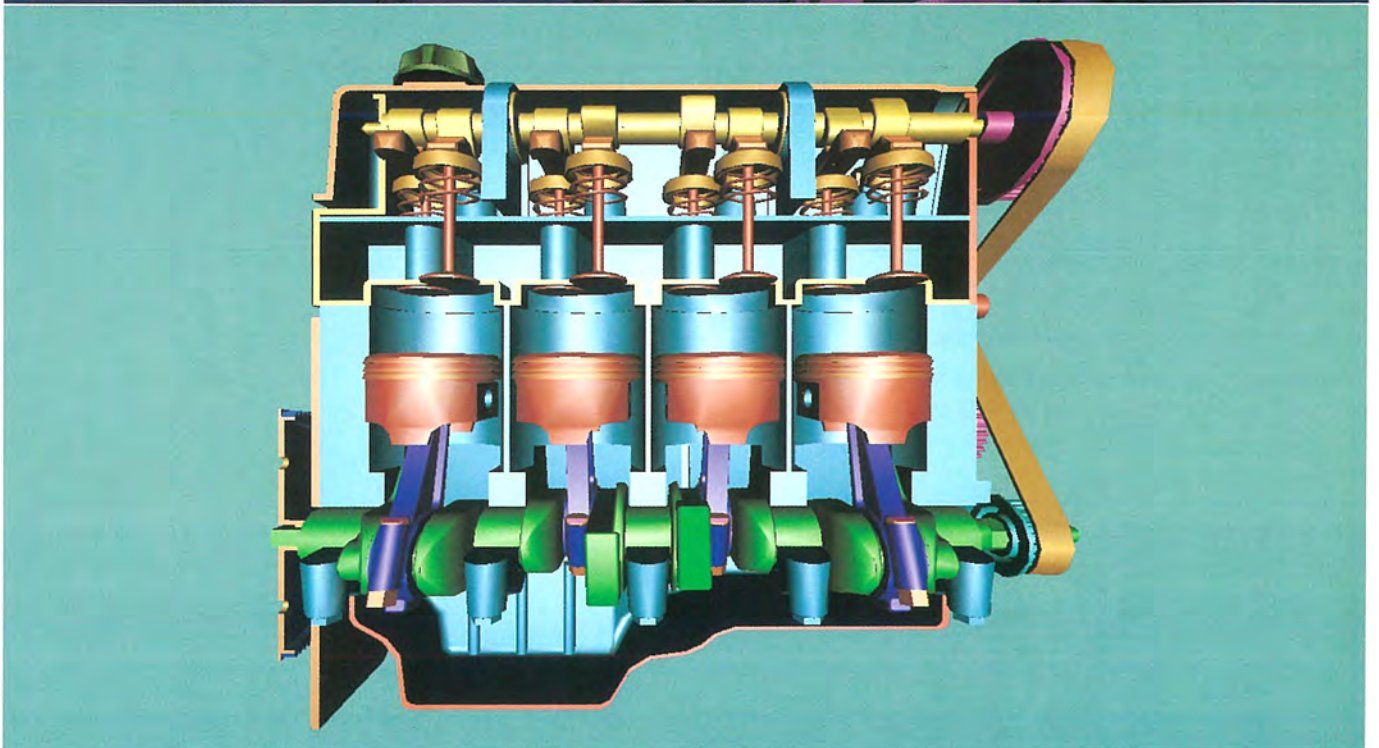
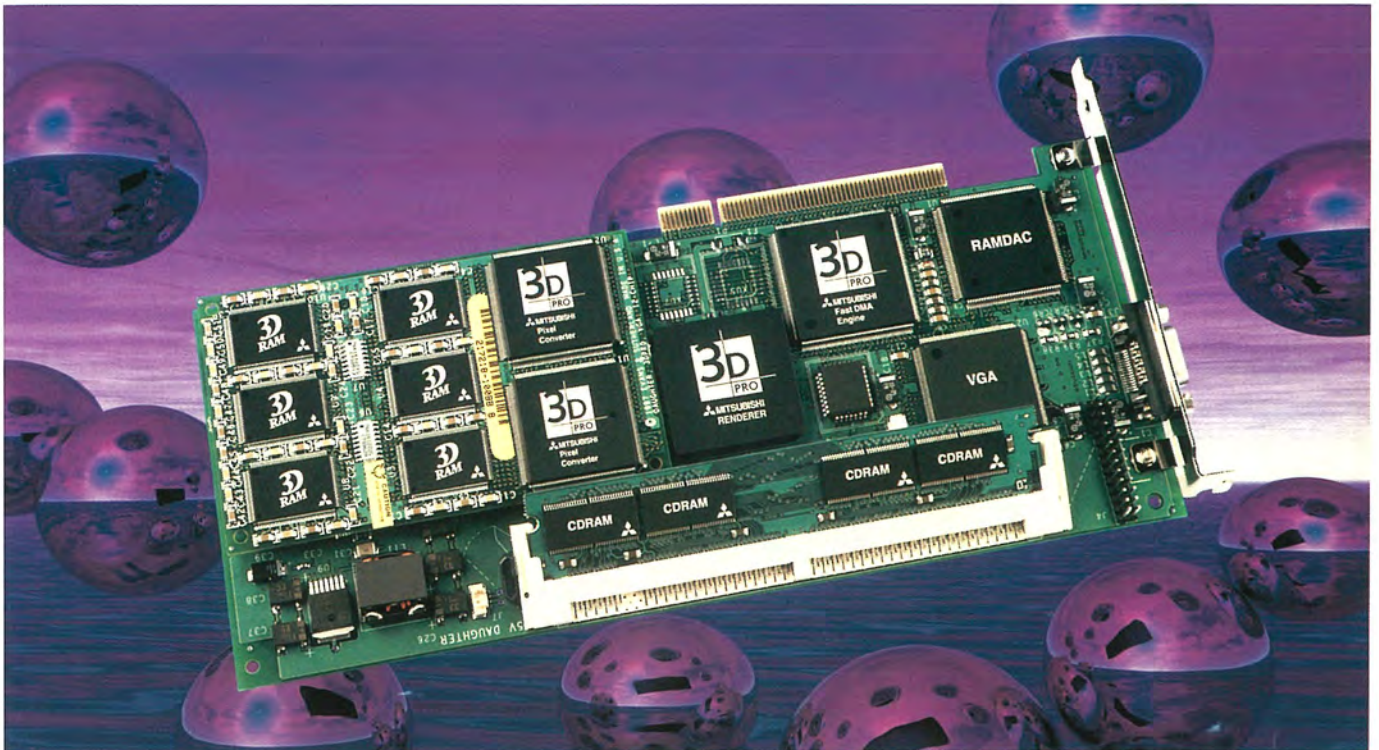


MITSUBISHI

三菱電機技報 Vol.72 No.9

特集 “デジタルイメージング技術”

'98 9



特集 “デジタルイメージング技術”

目次

特集論文

デジタルイメージング技術への期待	1
大川清人	
デジタルイメージング — その現状と展望 —	2
立木武彦・小野文孝・近藤光治	
人工網膜チップ	6
新田嘉一・小守伸史・久間和生	
三次元グラフィックス技術と3Dチップセットへの応用	10
亀山正俊・根岸博康・中村 尚・笹田達義・河合浩行	
超薄型デジタルスチールカメラ	14
の場成浩・久野徹也・山下孝一・宮田彰久・上田俊史	
熱転写プリンタのデジタル処理技術	18
小林忠昭・富永健司・吉村知樹	
書換え可能型DVDシステム	22
中根和彦・杉山和宏・島元昌美・五嶋賢治・石田禎宣・吉田英夫	
120Mバイト FDDの薄型化技術	27
上田 淳・河野裕之・今城昭彦・玉山 等・菅原直人	
LANファクシミリ“FA-9570”	32
曾我敏哉	
画像・地図統合型都市景観表現システム	38
亀井克之・玉田隆史・瀬尾和男	
仮想三次元空間表示技術を応用した昇降機のバーチャルモダニゼーション	42
前原秀明・中村 亘・田中 聡・蒲原捷行・佐藤好春	
自発光型ディスプレイの高画質化技術	47
岩崎直子・白松直樹・岩田修司	
ソフトコピー表示における2値画像の多値化縮小処理	51
吉田雅之・渥美栄司・高橋利至	
カラーマッチング技術とその応用	55
齋藤雅行・佐藤恒夫・高橋万里子	
多値ロスレス符号化標準と当社技術の採用	60
上野幾朗・柳谷太一・木村智広・吉田雅之・小野文孝	
グラフィカルユーザーインターフェースに対する視点	64
岩崎建樹・土屋雅人・山崎友賀・小川健一・杉村美砂	

特許と新案

「符号化装置及び復号化装置並びに符号化方法及び復号化方法」	
「符号伝送装置の符号化部及び復号化部」	71
「記録タイミング補正方法」	72

スポットライト

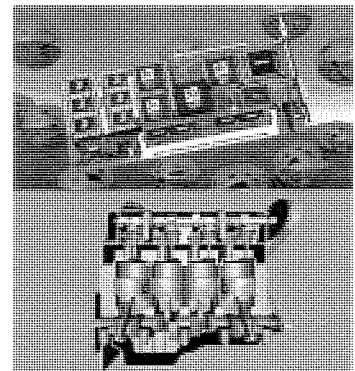
FRハイブリッド多重交換ノード“MX-7310/7320”	69
換気空清機クリーンロスナイ壁埋込30cm角穴取付タイプ	70
MPEG-2エンコーダ“EN-1000D”をシステムアップ	
Windows NTベースのDVDオーサリングシステム	(表3)

表紙

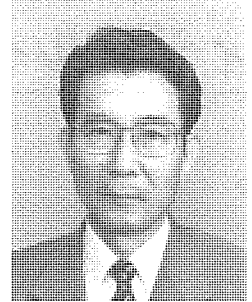
三次元グラフィックスボード

上の写真は三菱電機製三次元グラフィックスチップセットを搭載したパソコン用グラフィックスアクセラレータボードで、下の写真はその描画例(内燃機関動作図)である。

このボードには今回開発した5種類のLSI(ジオメトリエンジン、レンダリングコントローラ、3D-RAM、CDRAM、RDAC)が搭載されており、三次元座標で表される図形データを基にして三次元イメージを二次元平面に表示する処理を高速に実現できる。このグラフィックスアクセラレータボードにより、パソコンでも会話的なCADシステムや臨場感のあるビデオゲームなどが楽しめる。



デジタルイメージング技術への期待



情報技術総合研究所
技師長

大川 清人

デジタルイメージング技術は、最終的に人間の目に入ってくるイメージを対象にするものであろう。遠い将来頭に描いたイメージを扱うことが可能になるにしても、情報処理技術が侵す領域ではないように思える。

人はイメージング技術に何を期待するのであろうか。空間、時間、及び質を軸にニーズを分析すると、おおよそ以下のようなものと推察できる。

空間軸としては、

- 遠隔地で見たい
- 小さなものを拡大して見たい
- 人間の視野にとって過大なものを縮小して見たい

時間軸としては、

- 記録しておいて後で見たい
- 大量に記録したものから必要なものを探して見たい
- 遠隔地であろうが、大量に記録したものであろうが、必要なときに必要なものをすぐに見たい

質的な軸としては、

- 本物どおりに見たい
- 人間の目には見えないものを見たい
- 識別しやすくして見たい
- 創作したものとか仮想のものを見たい
- 特定の人間だけが見たい

これらのニーズの多くは、その程度に差があるにせよ、既にイメージング技術を使って実現されており、その多くはデジタル技術に負うところが大きい。

デジタル技術はイメージを二元のビット情報にして扱うため、

- デジタル処理装置による処理が容易である
- ノイズが混在しにくい
- 再現性が保証できる

などの特長を持ち、かつデジタル技術の高度化とともに処理能力も向上したため、これまで対応し得なかったニ

ズを次々に実現してきた。

写真の世界におけるデジタルフォトシステム、ビジネスの世界におけるパソコン/プリンタ/ファクシミリ/コピーを統合したオフィスシステム、放送の世界におけるデジタル放送システムなどは、これまでのデジタルイメージング技術の集大成とも言えるものである。

しかし、デジタルイメージング技術は、入力・表示・印写・記録・伝送・処理など多分野にわたり、技術要素もデバイス・機器・信号処理・画像処理・通信と幅が広く、かつ人間がものを見る場面での自然な要求にかかわるものであるだけに奥が深く、まだまだ大きな課題が残されていると言える。

例えば、イメージを扱う世界では、雑誌並みの品質のドキュメントをネットワークを介して伝送し表示するというコンセプトを実現することが一つの夢である。

このコンセプトを実現するためには、800万画素/ページを超す画像を入力する装置と、人に優しく表示できる装置、及び200Mビットの情報をネットワーク上で瞬時に伝送し蓄積する技術を実用化しなければならない。

これは残された課題のほんの一例であるが、この一つをとっても人に適合したイメージを対象とする課題は難しく、デジタルイメージング技術に期待される場所は大きい。イメージング技術は、応用物理・情報処理・人間工学が絡み合う技術で、これらの技術を融合させることによってブレークスルーが期待できる。

また、デジタルイメージング技術はイメージを一次元のビット列に置き換えることを基本として成立しているが、いかにも力づくの処理のようであり、スマートさに欠ける。

既にイメージを二次元のまま処理しようとか伝送しようとかする動きが出てきており、一部は実用化の域に達しているものもある。このようなどころからもパラダイムシフトが起こるのではないかとひそかに期待している。

デジタルイメージング — その現状と展望 —

要旨

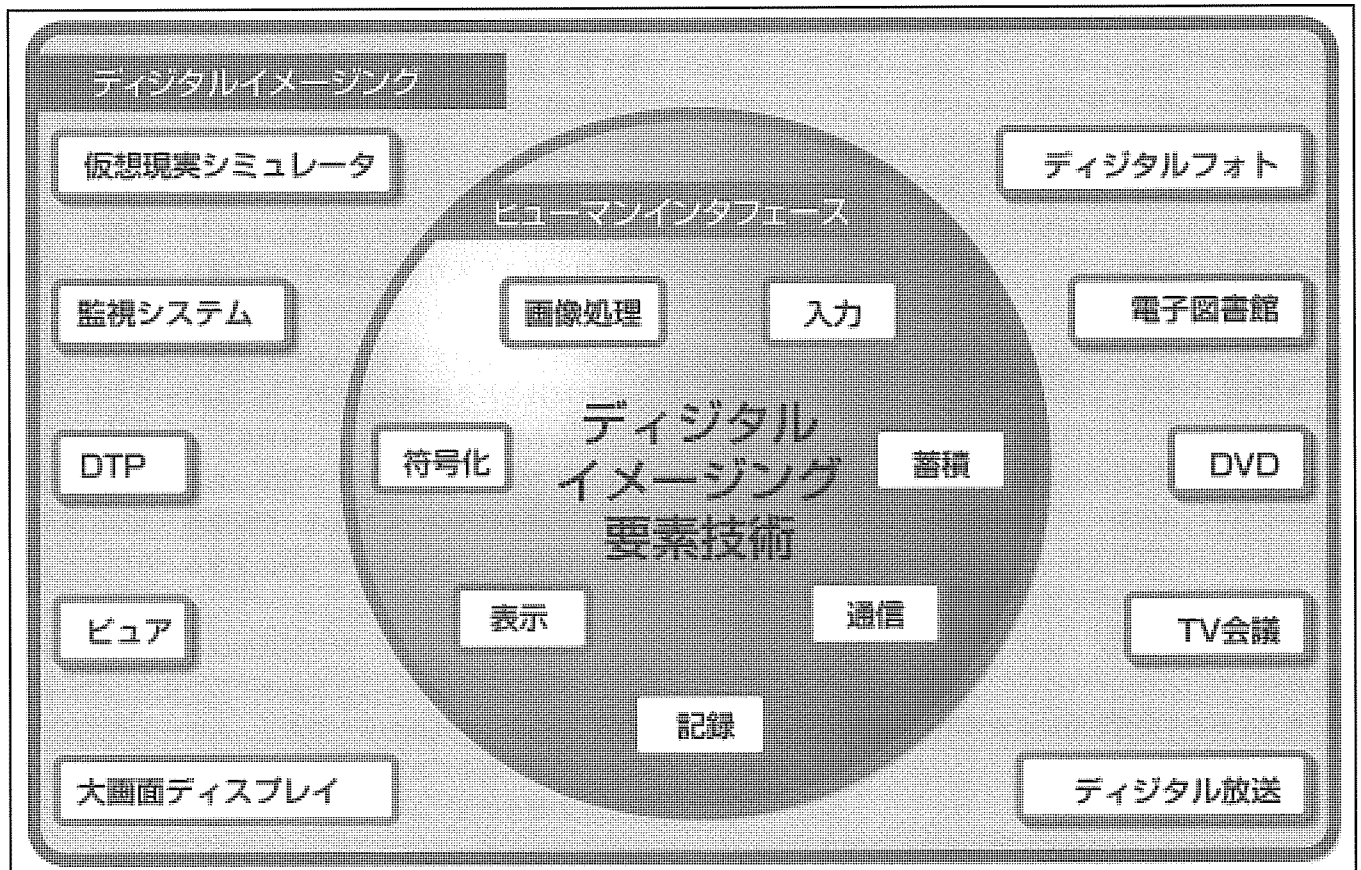
画像のデジタル化によって画像の入力・出力・蓄積・処理・通信などの機能がそれぞれ独立化され、かつ処理の自由度が高くなったことは言を待たない。また、異なるメディアの情報の統合的取扱いも容易になってきている。この結果、画像のデジタル化は、従来のオフィスにおける通信機器の世界から広く家電・放送・出版の分野にまで広がり、“デジタルイメージング”のアプリケーションは、幅広い世界から注目されるに至っている。

デジタルイメージングとは、通常、デジタル化されたデータに基づく画像の生成と可視化を意味するが、重要なのは、画像を単にデジタル化するだけではなく、いかに人間にとって見やすい又は取り扱いやすい形で、サービスを提供するかという点にある。したがって、この特集では、デジタルイメージングを“画像のデジタル化+ヒューマンインタフェース”にとらえ、人間とのインタフェ

ースに力点を置くことで、新たな研究開発の切り口、事業化の着目点を見出すことを目標とした。

図はデジタルイメージングの要素技術とそのアプリケーションをまとめたものであるが、アプリケーションの将来動向を占う上では、ここで挙げた入力、出力(記録・表示)、処理、符号化、蓄積、通信などの画像関連要素技術のほかに、計算機アーキテクチャ、半導体、ネットワークなど、デジタルイメージングを支える関連要素技術の動向にも注意を払う必要がある。

この巻頭論文では、まずデジタルイメージングのアプリケーションについて述べ、この特集での論文との対応について紹介する。次に、デジタルイメージングにおける汎用的な技術課題について概観する。最後に、画像関連分野の今後の発展について期待を述べる。



デジタルイメージング：要素技術とアプリケーション

デジタルイメージングの要素技術である画像入力・処理・符号化・蓄積・通信・出力に関しては、いずれもデジタル化によって性能の向上や自由度の拡張がもたらされた。しかし、デジタルイメージングのアプリケーションを実現する上ではヒューマンインタフェースがこれらの要素技術と同様に重要であり、その果たすべき役割は大きい。

1. ま え が き

画像のデジタル化による便宜化の例として、会合での写真を主催者がデジタルカメラで撮影し、Webに掲載して参加者にE-mailでWebサイトを連絡する場合を考えてみよう。参加者は、直ちに通知されたWebサイトにアクセスすることで写真内容を確認し、さらにデータをダウンロードしてハードコピー化することができる。これを従来のように会合後にフィルムを現像に出し、出来上がった写真を参加者に回覧してさらに必要分を焼き増して配布するシステムと比較すると、時間的要素(撮影時の画像確認、必要なハードコピーの早期入手)、空間的要素(遠方からも即時にアクセス)の双方で飛躍的な便宜性の改善がみられ、デジタル化の効果が実感できる。

実はこのようなネットワークを用いたシステムは従来から存在したファクシミリのポーリング機能を用いても構築できたわけであるが、紙ベースのポーリングでは複数メンバーからのアクセスは不可能であるし、得られる画像がモノクロ2値では写真との画質の相違が大きすぎ、実行されなかったといえる。

このように、サービスの普及は、単なる技術としての可能性ではなく、使い勝手や得られる満足度などに大きく影響されることが分かる。つまり、画像のデジタル化は必要条件であり、重要なのは、いかに人間にとって見やすい又は取り扱いやすい形でサービスが提供されるかという点である。

この特集では、このような力点を明確化するために“デジタルイメージング”とは“画像のデジタル化+ヒューマンインタフェース”であるとしてとらえて議論を進めることにする。

例えば紙のようなディスプレイの開発という研究テーマも、ソフトコピーとハードコピーのそれぞれに関しヒューマンインタフェース上で最適化を目指した究極のディスプレイとしてとらえることで、デジタルイメージングにおける典型的な一目標としての位置付けが明確になる。

デジタルイメージングの要素技術は、要旨の図に示すように入力、出力(記録・表示)、処理、符号化、蓄積、通信などとされるが、さらにそれを支える要素技術として、計算機アーキテクチャ、半導体技術、ネットワークと多彩な分野の動向に着目する必要がある。それらの分野の動きについては、例えば本誌1997年2月号の巻頭論文を参照いただきたい。

この巻頭論文ではデジタルイメージングの現状と展望を概観し、デジタルイメージングの研究と事業への切り口を探る一助としたい。

2. デジタルイメージングアプリケーション

画像のデジタル化は、これまで2値画、カラー静止画、動画と順に進んできた。それぞれのデジタル化への転換の契機となったイベントは、2値画像ではデジタルファクシミリ規格(G3規格)の制定、カラー静止画ではJPEGの印刷分野への適用とデジタルスチールカメラの登場、映像ではMPEG規格の制定による通信から蓄積・放送媒体への適用分野の拡大であったと考えられる。いずれの場合でも重要なのは、半導体技術の進歩による画像メモリのコスト低下に加え、新たなアプリケーションの発掘とそれに適した符号化標準の制定、インフラの整備であることが確認できる。

そこで、まずデジタルイメージングのアプリケーションを表1に示す。

(a)のデジタルフォトについては、具体的な製品分野としてデジタルスチールカメラが挙げられる。デジタルスチールカメラは、従来の銀塩写真の持つハードコピー市場に対し一大ソフトコピー市場を築きつつあると言える。しかし、画質、装置サイズ、ハードコピー単価、消費電力などの諸要素を考えると必ずしも従来のカメラをしのいでいるわけではなく、パソコンの周辺機器という枠を越えより幅広い層への浸透を図るためには、技術のブレークスルーが必要と考えられている。この特集では、当社の差別化ポイントである薄型化に関する技術を紹介している。

また、デジタルフォトの構成要素であるプリンタに関する近年の話題は、カラーインクジェットの高成長とオフィス分野での電子写真の急速な低コスト化、それとエンターテイメント分野や医療分野での熱転写記録の急成長である。プリンタの課題としては、カラーマッチング等、適用技術の高度化、ネットワーク機能の強化、高耐光性、高感度化の推進、各種アプリケーション対応機能の強化などが挙げられる。この特集では、熱転写プリンタのデジタル技術と、カラーマネジメント技術について解説している。

(b)のDTP(Desk Top Publishing)は、近年、話題として若干熱気が冷めた感があるが、逆にDTP自体がそれだけ世の中に定着したことの証明とも言える。また、電子出版関連の課題としては、ネットワーク利用の電子書店、仮想ウォークスルー機能を備えた電子図書館などの検索インタフェースの検討も盛んである。また、ソフトコピーでの文

表1. デジタルイメージングアプリケーション例

(a)	デジタルフォト
(b)	電子出版/DTP
(c)	画像蓄積
(d)	ブラウザ/ビューア
(e)	デジタル放送
(f)	大画面ディスプレイ
(g)	仮想現実シミュレータ

書閲覧に伴う問題、特に新聞など大きな紙面のソフトコピー閲覧における便宜性の改善も古くて新しい課題である。

また、(c)の画像蓄積関係では、話題のDVDを取り上げ、LSIについても触れる。さらに、実用面では新聞内容を1か月単位で決められた容量のCD-ROMに保管したいという要望や、静止画の符号長をきめ細かく制御したいという要望もあり、そのための画像処理・圧縮方式の検討が行われている。

(d)のブラウザ/ビューアは、Web対応のものが急速に進化し、パソコンの汎用ユーザーインタフェースとしての位置を占めるという状況が生まれている。この特集で取り上げたLAN接続FAXにおいても、FAX画像をブラウザで見するための工夫が重要課題となっている。

(e)のデジタル放送については、動画符号化の標準化を契機として検討が開始されたが、特にデジタル化によって複数チャンネルの多重化がデータ領域において可能となり、従来のように変調周波数間に余裕をとる必要がなくなることから、伝送路の有効利用化という効果も生じる。このため、実用化検討が急速に進められている。本誌としては、'98年8月号特集を参照いただきたい。

(f)の大画面ディスプレイは監視システムへの適用が大きな市場であり、このようなアプリケーションでは、タイムラプスVTRなどの記録関連技術や、モーションJPEGなど動画であっても静止画の系列として符号化する技術が関連する。なお、ディスプレイに関しては本誌の'97年6月号に特集を行っており、参照されたい。この号では、自発光型ディスプレイの高画質化技術について触れる。

(g)の仮想現実シミュレータとなると、デジタルイメージングの中でも、最もシステムの比重が高くなる。この号では、都市景観表現システムと昇降機のバーチャルモダニゼーションを紹介している。いずれも三次元モデルに基づく仮想空間を提供するものであるが、このようなアプリケーションではリアルタイムでの三次元演算計算に必要な計算負荷をいかに減少させるかが課題となる。また、この号で取り上げている3Dグラフィックスチップセットは、このようなアプリケーションへの貢献が期待されている。

この号では、上記のアプリケーションのほか、画像処理分野では2値画像の多値化縮小技術、符号化分野では多値ロスレス符号化技術、グラフィカルユーザーインタフェース関係では基本となる視点を切り口とした紹介をするなど、基幹技術に関する論文も取り上げた。また、画像蓄積の基盤となるストレージについては、汎用的な大容量ストレージ媒体として120MバイトFDDを紹介している。

さらに、システム構築の基盤となるのがLSIであり、この特集では3Dグラフィックス、入力と処理を一体化したチップである人工網膜チップを取り上げている。

3. デジタルイメージングの基本課題

デジタルイメージングにおける課題としては、画像関連システムの基本要素である入出力・処理・符号化分野での課題のほかに、ヒューマンインタフェースも含めたシステム的な課題にも目を向ける必要が生じる。

そこで、以下では、上記の複数のアプリケーションにまたがるデジタルイメージングの基本課題を紹介する。

(1) データの加工性とラスタ情報の透過性

例えばE-mailのFAXに対する利点の一つは、受けた文書の加工が可能な点である。このようなデータの加工性もデジタル化の一つの利点であるが、これは文字というコード表現に基づいており、イメージ(ビットマップ)表現ではデジタル化されていても編集は容易ではない。このことは一般にイメージ表現の弱点とされるが、イメージ情報、すなわちラスタスキャンの持つ透過性という価値の重要性については認識しておく必要がある。

つまり、文字コードを用いたデータ表現においては、必ずしもそのビットマップとしての再現性は保証されないということである。例えば各国独自の文字は、例えばメールで送っても海外では再現が期待できないし、日本国内でもJIS水準などの文字制限があり、フォントの種類に対する制限もあって、その再現性は保証されない。したがって、高圧縮性や編集可能性は失われても最終的に希望する画像出力を得るには、ラスタスキャン情報によらざるを得ないと言える。

ISOで審議が進められている2値画像の新標準であるJBIG-2(WD 14492)は、送信文書から文字を切り出し、その文字位置と文字のビットマップを送るが、過去に送った文字とのマッチングを検定し、一致度が高い場合は新たな文字のビットマップを送らず、過去に送った一致度の高い文字のインデックスを送る方式である。この方式は、2値画像のロッキー符号化を行えるほか、マッチングのとれた文字の情報を参照画像に取り込むことでロスレス符号化も高い効率で行える方式であり、ラスタスキャン情報の重要性を意識した方式と言える⁽¹⁾。

(2) ペーパーレス化

さて、環境問題ともなっている紙の消費量に目を向けると、ワープロの普及当初は、文書の電子ファイル化によって直ちにペーパーレス時代が到来すると予想された。しかし、予想に反し紙消費量は必ずしも減少しなかったため、ペーパーレス時代の到来と予測されるようになった。しかし、最近のように必要な文書がWebやサーバに保管されていると、ネットワークを通じて文書の可搬性が実現できること、情報が膨大になり、検索可能性からも電子ファイルに頼らざるを得ないという状況が生まれ、ハードコピー化は必要最小限に抑えられつつある。つまり、完

全にペーパーレスとは言えなくとも、紙の消費の伸びは(少なくとも情報の伸びと比較すれば)確実に抑えられつつある状況が到来している。また、液晶ディスプレイの普及による計算機データのダイレクトプレゼンテーションの隆盛も紙消費量抑制に着実に貢献している。

(3) ソフトコピー表示の課題

デジタル化に伴い書き込み、読み出しが自由な電子メモリを利用することで画像のソフトコピー表示が可能になるが、ソフトコピー表示に伴う利点として、

- 文字のサイズ/フォント、縦書き/横書きの変更が可能
- 段階的表現による表示が可能

などが挙げられる。これに関して、電子ディスプレイに適したフォント形状やレイアウト方法の検討も必要とされている。

逆に、ハードコピーである紙による記録と比較すると、

- (ディスプレイのサイズに基づく)一覧性の欠如
- 高速ブラウジング性の欠如
- 可搬性(電力、質量)の欠如
- 長期凝視の不適性

という課題があり、紙を完全に置き換えるソフトコピーディスプレイを実現するためには、紙の持つ可搬性・低コスト性が達成できるリライタブルなシート材料の開発も行われている。

(4) 静止画と動画

静止画と動画についてまず符号化について考察し、続いてコンテンツの持つ問題について考える。

一般に、静止画の符号化ではフレーム内相関を利用し、動画では、フレーム内相関に加え、フレーム間相関を利用するという相違がある。しかし、同時に、動画はリアルタイムで鑑賞されるため決められた時間間隔でのフレーム再生を前提とするのに対し、静止画はオフラインで受信されるため受信側での再現時間に制限条件のない画像であることに着目する必要がある。

つまり、動画では、単位時間当たりの符号長(ビットレート)に基づいて画質の空間的要素と時間的要素(動き)とをいかにバランス良く符号化するかがかぎ(鍵)であるのに対し、静止画符号化では、与えられた画像をいかに短い符号長で表現できるかが課題であり、画質は送信側で自由に選択できる。したがって静止画では、動画では不要なロスレス符号化への対応も当然必要とされる。また、静止画のリアルタイム(インタラクティブ)伝送においては段階的表示が意味を持つ。

なお、情報の表現形態としての段階的伝送(スケーラビ

リティ、エンベッドネス)は段階的表示を可能とするが、静止画のノンインタラクティブ伝送や動画伝送でも、シングルデータベースを可能とすることやエラー制御の指針を与える点で価値を持つ。今後は、動画と静止画の境界的アプリケーションとして、動画のロスレス符号化や、静止画のビットレート制御等への検討が要望されてこよう。

また、動画でも、各フレームを静止画として符号化することで、動画の1フレーム単位で独立にアクセスすることが可能になる。モーションJPEGは、このような機能を重視する場合の動画符号化法として使われている。

以上のような符号化問題のほかに、コンテンツの面でも静止画と動画の相違がある。2値画やマルチカラーと呼ばれるビジネス文書で代表される静止画は意味を伝えるのが主目的であるのに対し、動画や静止画の中でも、自然画では情感を伝えるのが目的となる。したがって、後者のコンテンツの作成には画像の演出が重要な要素となる。テレビ会議の付加価値付けが難しいのは、映画や商用放送のようなカメラワークが必ずしも期待できないところにも一因があると言える。

4. むすび

デジタルイメージングに対し、ここでは“画像のデジタル化+ヒューマンインタフェース”と定義し、この特集の各論文の位置付けと各種アプリケーションに共通の課題について紹介した。

半導体技術の進歩、インフラ整備、標準化の推進により、画像のデジタル化・ネットワーク化は日進月歩で進んでいる。しかし、真に各種サービスが市民権を得るためには、本稿で述べたように、ヒューマンインタフェースの面で新たな転換を必要とするのも確かであろう。

また、デジタルイメージングをヒューマンインタフェースも含めて広くとらえる上では、画像基幹技術である入出力、処理、符号化、蓄積・通信、及び関連基盤技術である計算機アーキテクチャ、ネットワーク、半導体に加え、検索、認識、GUI(Graphical User Interface)など、画像アプリケーションミドルウェアと呼ぶべき技術についての研究開発も必ず(須)である。デジタルイメージングの更なる隆盛化のために、このような幅広い分野での技術の発展を期待してペンを置きたい。

参考文献

- (1) 小野文孝：静止画符号化の標準化動向，画像電子学会誌，25，No.3，200～206（1996-8）

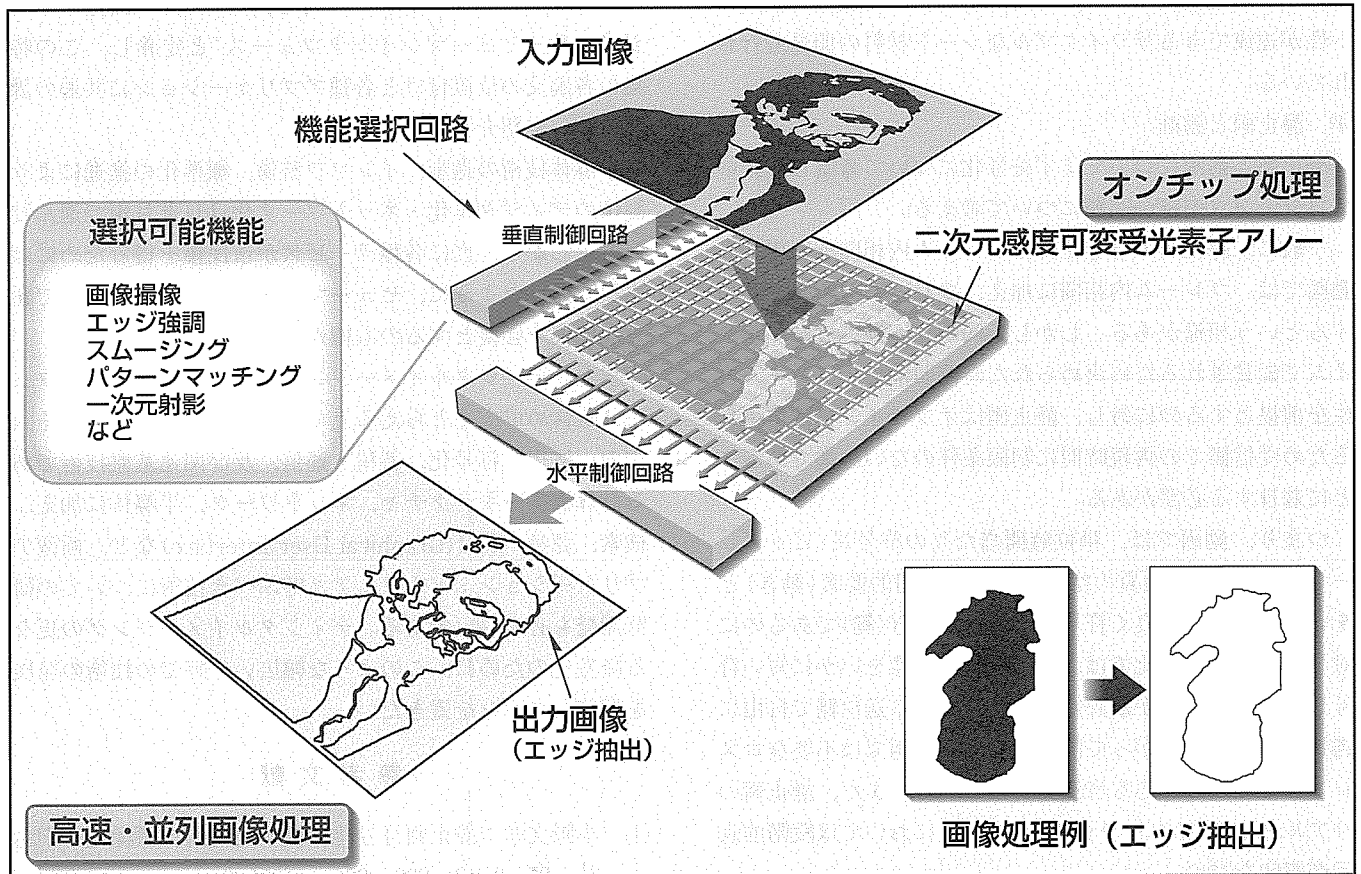
新田嘉一*
小守伸史**
久間和生***

人工網膜チップ

要旨

人間の網膜での情報処理機能を模倣した、新しいタイプのイメージセンサである人工網膜チップの量産が開始された。人工網膜チップは、新規に考案された感度可変受光素子と、それをういた光マトリックスベクトル乗算アーキテクチャに基づくもので、一つのチップで画像検出と画像処理機能を兼ね備えた新しいイメージセンサである。人工網膜チップを用いると、従来のCCD (Charge-Coupled

Device)では実現できなかった、低コスト、低消費電力、高速、小型なインテリジェント画像処理システムが容易に構築できる。人工網膜チップ、レンズ、マイコンを一体化した超小型カメラ、及びインタラクティブゲームやセキュリティシステム等への応用分野でも研究開発が進められている。



人工網膜チップによる画像処理

人工網膜チップは、入力画像を出力すると同時に画像の前処理が可能であるという高速性と、前処理の種類が外部から制御可能であるという柔軟性を兼ね備えたインテリジェントイメージセンサである。このチップを用いると、プログラミングによって画像撮像、エッジ抽出、スムージング、パターンマッチング、一次元射影等の処理が同一のチップ上で実現される。また、ランダムアクセス機能、並列出力機能も持っている。

1. ま え が き

マルチメディア情報処理分野の急速な進展に伴い、画像入力デバイスの重要性が増している。例えば、将来のマルチメディアシステムにおいては、手書き入力のもとより、キーボードやマウス、ジョイスティックといったこれまでの入力デバイスに代わって、より人間の動作に適した、人間に優しい入力デバイスが必要になってくると考えられる。その新しい入力デバイスが扱う情報に最も適したもの一つとして考えられるのが画像情報である。つまり、画像情報を入力することによって、機械を操作できるようなマンマシンインタフェースの開発が必要となってくる。しかしながら、現在のCCDを用いたシステムでは、高速に大量の画像情報を扱うのが困難である。これは、CCDとプロセッサとの間の画像データ、転送速度、CCDのフレームレートが制約されていることに起因している。

我々は、感度可変受光素子を用いた新しい光行列・ベクトル乗算器を考案し、このアーキテクチャに基づく人工網膜チップを開発した。開発したチップは、一つのチップで、画像の検出、エッジ検出、パターンマッチング、分解能可変化、注視、二次元→一次元射影など、様々な画像処理が行えるため、CCD単体では果たし得なかったインテリジェントな画像処理が容易に行える⁽¹⁾⁽²⁾。

本稿では、我々が提案する人工網膜システムの構造、原理、特性について述べる。次に、ジェスチャ入力型インタラクティブゲームとセキュリティネットワークシステムを中心とした、人工網膜システムの具体例を紹介する。

2. 人工網膜チップ

図1に人工網膜チップの構成を示す。人工網膜チップは、画素アレー、制御スキャナ(垂直制御回路)、マルチプレクサ(水平制御回路)で構成される。各画素は受光部分であるフォトダイオード(PD)と差動増幅器からなり、制御入力端子、リセット端子、出力端子で周辺回路に接続されている。制御端子とリセット端子は各行共通で接続され、また、出力端子は各列共通に接続されている。リセット端子はPD電位を電源電圧と同電位にするためのものであり、各画素には、リセット入力されてから読み出しパルスが入力されるまでの間、光強度に比例した信号が蓄積される。この蓄積時間を可変にすることによって、4けたの広範囲の光強度ダイナミックレンジが得られる。さらに、この蓄積時間で制限される読み出し周期

を下限として、処理画像出力のフレームレートを可変にできる。

感度制御端子に制御信号(V_p , V_n)を入力することによって、それぞれPD電位に比例した正及び負の電流出力が得られる。また、感度制御端子に電圧を印加しなければ、その画素からの電流出力は0となる。したがって、各画素に-1, 0, +1の3種類の感度制御信号を入力することによって、各画素はそれぞれの制御信号に合致した負、ゼロ、正の感度を持つことになる。このような機能を持った感度可変受光素子(Variable Sensitivity Photodetection Cell: VSPC)の二次元アレーからなる人工網膜チップは、感度制御信号ベクトルを S 、入力画像情報の二次元マトリックスを W とすると、出力と同時に WS の相関演算信号が得られる。制御スキャナによってデータが転送されるため、感度制御信号 S は順次1ビットずつシフトしていく。例えば、第一行を読み出すために $S=(+1, 0, 0, \dots, 0)$ 、次の行では $(0, +1, 0, \dots, 0)$ というように感度制御信号ベクトルをシフトさせると、入力画像の正画像が得られる。同様に、制御スキャナで $S=(+1, -1, 0, \dots, 0)$ というベクトルをシフトさせると、水平方向の輪郭抽出が可能である。また、 $S=(+1, +1, +1, \dots, +1)$ の場合には、入力画像の一次元射影が得られる。

これまでに、画素数 32×32 , 128×128 の一次元フィルタリングチップと、画素数 128×128 , 352×288 (CIF規格)の二次元フィルタリングチップを開発した。この中で、画素数 128×128 の一次元フィルタリングチップ(エッジ検出のみ二次元で実行可能)は既に大量生産されている。その外観写真とパッケージ写真を図2に示す。チップの撮像面サイズは $3.07\text{mm} \times 3.07\text{mm}$ (1/4インチフォーマット)で、16ピン透明モールドパッケージ(サイズ: $11.1\text{mm} \times 6.9\text{mm}$)に収納されている。消費電力は 15mW 、駆動電源は 5V 単一で動作する。

3. 応用システム

3.1 人工網膜チップカメラ

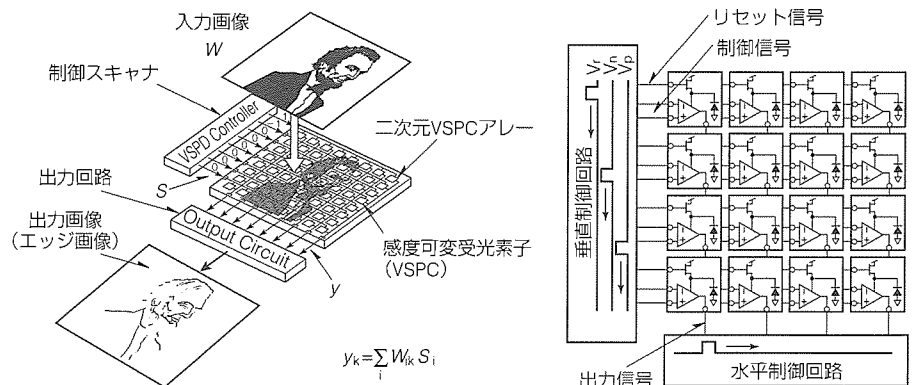
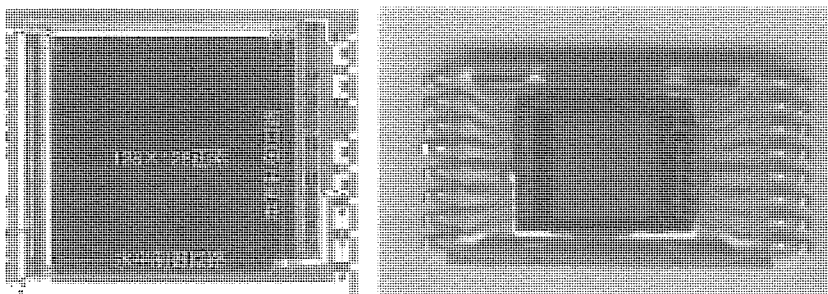
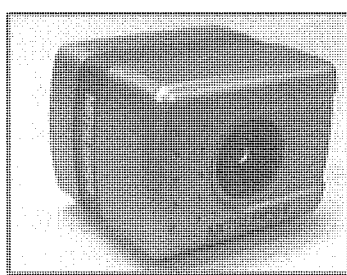


図1. 人工網膜チップの構成

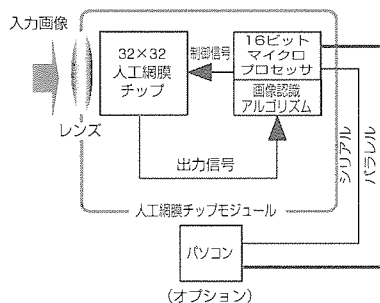


(a) チップ写真 (b) パッケージ写真(サイズ: 11.1mm×6.9mm)

図2. 人工網膜チップの外観



(a) 外観写真



(b) システムブロック図

図3. 人工網膜チップモジュール



COMDEX Fall '96 (Las Vegas)
CeBIT '97 (Hanover) に出版

図4. ジェスチャ入力型インタラクティブゲームのデモ風景

人工網膜チップを応用したシステムを開発するため、レンズなどの光学系、人工網膜チップ、及び人工網膜チップの制御と画像の後処理を実行するプロセッサ(マイコン)を一つのきょう(筐)体に納めた人工網膜カメラを開発した⁽³⁾。図3に人工網膜カメラのブロック図と外観写真を示す。図の(b)のブロック図からも分かるように、部品点数は少なく回路構成も極めて単純ではあるが、CCDカメラのように単に画像を撮像するカメラとは異なり、これ単体で画像処理の結果がカメラ出力として得られる画像処理モジュールとして使うことができる。さらに、従来のCCDカメラ+画像処理ボードの組合せに比べて安価な画像処理モジュール

を提供することができるので、家電品などコンシューマー向けの低価格製品にも画像処理を必要とする新機能を採用することが可能となった。

以下では、人工網膜カメラや人工網膜チップを用いて実現した幾つかの応用システムについてその概要を紹介する。

3.2 インタラクティブゲーム

3.2.1 ジェスチャ入力インタフェース

従来のゲームシステムでは、ジョイスティックや操作ボタン、又はキーボードに代表される既存の入力インタフェースを用いて操作を行っている。ところが、ゲームの娯楽性を向上させるためには、ゲームコンテンツの開発に加え、特にレーシングゲームや射撃ゲームなどでは、臨場感のあるユーザーインタフェースの開発が不可欠である。こうした流れを受けて、人工網膜チップを用いて、人間のジェスチャでゲーム操作が可能なジェスチャ入力型インタラクティブゲーム⁽⁴⁾を開発した。

インタラクティブゲームでは、プレーヤーのボディアクションで操作可能な、臨場感あふれるゲーム環境を提供することができる。システム構成としては、プレーヤーの動きをとらえるための人工網膜チップ、ビジョナルアルゴリズムを搭載した人工網膜カメラ、及びゲーム機からなる。このシステムは、ビジョナルアルゴリズムを変更することで様々なゲームへの適用が可能であるが、以下では(株)セガ・エンタープライゼスの承諾及び協力による陸上競技ゲーム“デカスリート”へ適用した例を示す。

3.2.2 ゲーム適用例

開発したビジョナルアルゴリズムは、オプティカルフローによる動き検知に基づき、プレーヤーのジェスチャを解釈してゲーム機に入力する。図4はゲームを行っているプレーヤーの様子であるが、画面右側にプレーヤー、左側にゲーム機の出力画面及びジェスチャをとらえる人工網膜カメラが示されている。

陸上競技ゲーム“デカスリート”では、110mハードルややり(槍)投げなどの陸上競技種目が選択でき、今回開発したジェスチャ入力インタフェースにより、これらをプレーヤーのボディアクションで楽しむことができる。110mハードルでは、左右に腕を振る頻度でゲームキャラクタの走る速さを調節でき、適当なタイミングでジャンプすることにより、ゲームキャラクタがハードルを倒すことなく完走することができる。また、槍投げでは、ゲームキャラクタが槍を投げるために必要な踏み込みのタイミングと槍を投

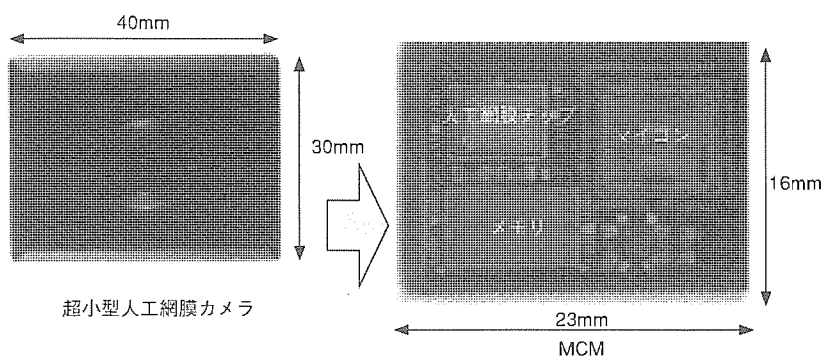


図5. 超小型人工網膜カメラ

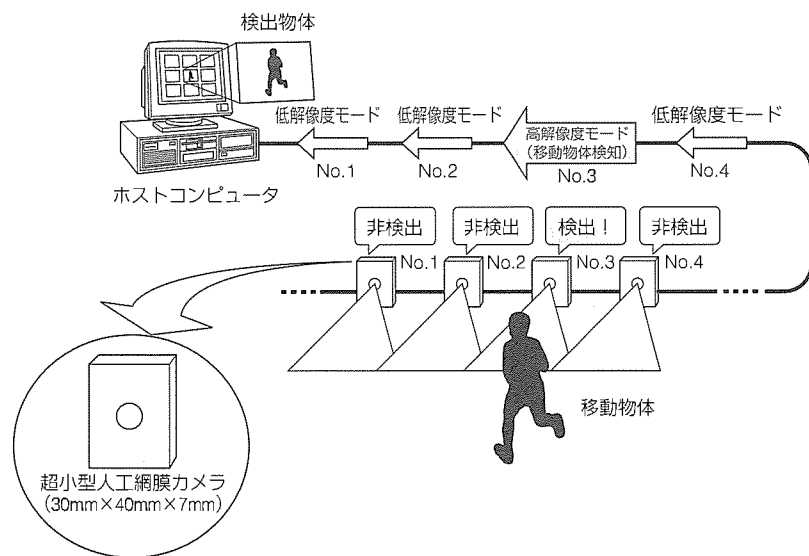


図6. セキュリティネットワークシステム

げ上げるタイミングの両方をゲーム機へ与えている。

3.3 セキュリティネットワークシステム

3.1節で紹介した人工網膜カメラをMCM (Multi Chip Module) を用いて更に小さくした切手サイズ (40mm × 30mm × 7mm) の超小型人工網膜カメラを開発した。図5にその外観を示す。人工網膜チップ及びマイコン部分の基本回路構成は3.1節のカメラと同じであるが、このカメラは入出力インタフェースとしてRS-485のネットワークインタフェースを持ち、ホスト計算機となるパソコンに接続された状態で動作するように作られている。一つのネットワークセグメントには128台までのカメラを接続することができる。さらに、パソコンからネットワークを介してマイコン上で実行されるプログラムや撮像パラメータのダウンロードが可能なので、状況に応じてカメラの特性や画像処理機能をダイナミックに変更することもできる。このようなカメラのメリットを生かす応用システムの一つとして、図6に示すように、それぞれのカメラが認識機能を持つ分散処理型のセキュリティネットワークシステムが考えられる。これまでのセキュリティ用モニターTVシステム (CCTVシステム) では、CCDカメラからの画像を集中監視室に伝

送し、警備員による目視監視及びVTRによる長時間録画など、画像そのものを見たり記録したりすることが主な機能であった。一方、今回開発したカメラを用いることで、単なる画像の伝送以外に、不審者など移動物体を検出したときのみ集中監視室にアラーム信号や画像を伝送したり、移動物体がない場合には低解像度の画像を伝送してデータ転送量の削減が図れるなど、新たな機能を持つセキュリティシステムが実現できる。また、複数のカメラがネットワークケーブル上に接続されているので、カメラの増設や移設が容易である。カメラと集中監視室間を1対1で接続する必要がないので、ケーブルコストやその設置費用が削減できるなど、システム価格の低減にも有効である。

4. むすび

人工網膜チップは、CCDに比べて、画像処理機能を兼ね備えているばかりでなく、柔軟性、高速性、低消費電力、低コストなどの特長を持つ新規のデバイスである。これらの特長を利用することにより、ゲーム機、デジタルカメラ、セキュリティへの実応用が開始された。今後、信頼性の向上、画質の向上、カラー化を行うことにより、自動車、携帯端末機器などへの適用も可能である。特に、本格的なマルチメディア社会を実現するキーテクノロジーとして、人間がコンピュータの存在を意識することなく、ジェスチャや音声で自然に機械を操作する、又は人間の表情によって機械が自動的に処理する内容を選択する、柔軟なヒューマンインタフェース技術への応用が望まれる。

参考文献

- (1) Kyuma, K., Lange, E., Ohta, J., Hermanns, A., Banish B., Oita, M., Nature, 372, 197 (1994)
- (2) Funatsu, E., Nitta, Y., Miyake, Y., Toyoda, T., Hara, K., Yagi, H., Ohta, J., Kyuma, K., SPIE 2597, 283 (1995)
- (3) Miyake, Y., Freeman, W. T., Ohta, J., Tanaka, K., Kyuma, K., Proceeding LEOS'96, 1, 292 (1996)
- (4) Kage, H., Tanaka, K., Kyuma, K., Proceedings of IEEE 3rd International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (FG'98), (1998-4)

三次元グラフィックス技術と 3Dチップセットへの応用

亀山正俊* 笹田達義***
根岸博康* 河合浩行***
中村 尚**

要 旨

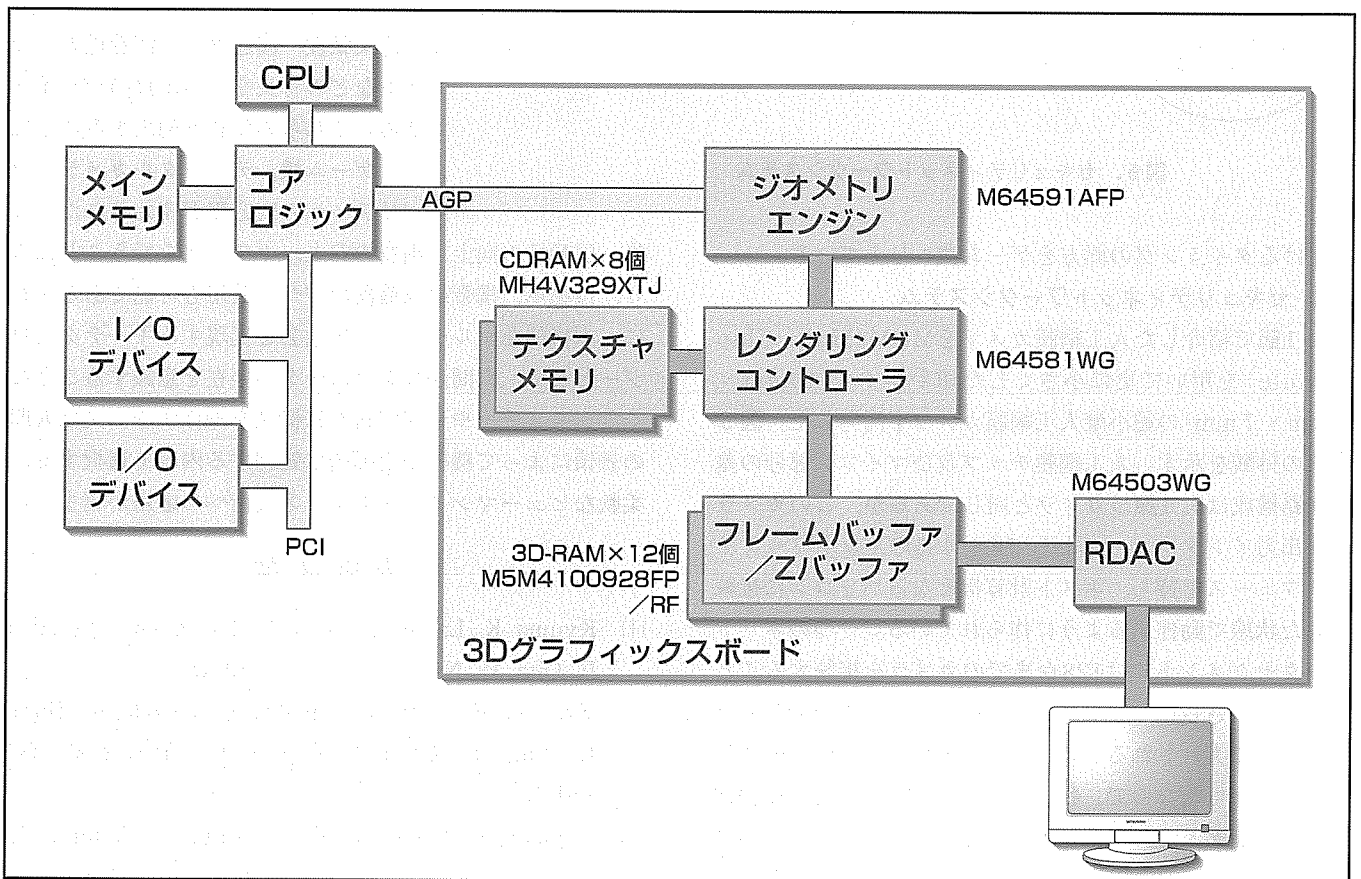
三次元グラフィックス技術において、X、Y、Zの三次元座標で表される図形データを用いて二次元平面に三次元イメージを表示することをレンダリングと言い、レンダリング処理を高速に実行するハードウェアを、一般にグラフィックスアクセラレータと呼んでいる。高速なグラフィックスアクセラレータによって会話的なCADシステムや臨場感のあるビデオゲームなどが実現できる。

三菱電機では、パソコンに組み込まれるグラフィックスアクセラレータを構築するために、下記のような5種類のLSIからなる3Dチップセットを開発した。

- ジオメトリエンジン：幾何学処理を高速に実行
- レンダリングコントローラ：線分や三角形の描画を高速に実行

- 3D-RAM：フレームバッファ、Zバッファを構成するための3Dグラフィックス専用のメモリチップ
- CDRAM(Cache DRAM)：キャッシュ内蔵DRAMでテクスチャメモリに適用
- RDAC(Color Palette Ram and D/A Converter)：カラーパレットRAMとDACを内蔵

3D-RAMを12個、CDRAMを8個使用して、PCI/AGP(Peripheral Component Interconnect/Accelerated Graphics Port)インタフェースのハイエンドの3Dグラフィックスボードを構築することができる。3Dチップセットのピーク性能は、4Mポリゴン/秒、90Mピクセル/秒である。



3Dチップセットを使用した3Dグラフィックスボードとパソコンの内部構成

3Dチップセットを使用した3Dグラフィックスボードの構成と、パソコンに実装されたときのパソコンの内部構成を示している。3D-RAMを12個使用して1,280×1,024の解像度で96ビット/ピクセルとなり、フルカラー/ダブルバッファで24ビットZバッファを実現できる。CDRAMを8個で16Mバイトのテクスチャメモリを実装できる。パソコンには、今後、PCIよりも、主にAGPを使用して実装される。

1. ま え が き

三次元(3D)グラフィックス技術とは、X、Y、Zの三次元座標で表される図形データを用いて、二次元平面に三次元イメージを表示したり、三次元の形状を定義したりする技術である。一般に、前者をレンダリング、後者をモデリングと呼ぶ。レンダリング処理を高速に実行する専用のハードウェアを、一般に、グラフィックスアクセラレータとかグラフィックスエンジンと言う。

グラフィックスアクセラレータは、金型設計や機械設計を目的としたCAD端末やパイロットの飛行訓練を目的としたフライトシミュレータから発展してきたが、UNIXワークステーションに搭載されるようになって汎用性が高まり、用途が広がってきた。しかし、最近では、パソコンのCPU性能が著しく向上してきたことに加え、LSI技術の進歩、3DグラフィックスライブラリのOpenGLが事実上標準になってきたことにより、グラフィックスワークステーション市場が急激にパソコンにシフトしている。

本稿では、3Dグラフィックス表示を行うためのレンダリングパイプラインと、パソコンをターゲットとしたグラフィックスアクセラレータを構成することができる3Dチップセットの機能と特長について述べる。

2. レンダリングパイプライン

3Dグラフィックス表示を実行するレンダリングパイプラインを図1に示す。

2.1 トラバーサル

トラバーサルとは、物体の形状(モデル)や属性を表すグラフィックスデータをグラフィックスアクセラレータに転送する処理のことである。

グラフィックスアクセラレータは、パソコンに組み込まれるときPCIにも接続されるが、要旨のページの図にも示されるように、最近ではAGPという高速のグラフィックス専用バスに接続される。グラフィックスデータはメインメモリに保持され、CPU又はグラフィックスアクセラレータのDMAによってメインメモリからAGPを介してグラフィックスアクセラレータに転送される。

2.2 幾何学処理

幾何学処理とは、トラバーサルによって送られてくる3Dモデル固有のモデル座標系の頂点座標データ、及び頂点の法線ベクタから、視点データや光源データなどを用いて、表示画面の座標系であるデバイス座標系の頂点座標データ及び色データを求める処理を示す。幾何学処理は、座標変換、光の計算、クリッピングに大別される。

(1) 座標変換

3Dグラフィックスにおける座標変換は、X、Y、Zの座標を移動、拡大・縮小、回転したり、二次元平面への透視

投影などの処理を行うために使用される。3Dグラフィックスの座標変換には次のようなものがある。

- モデリング変換：各モデル固有の座標系から共通の座標系であるワールド座標系に変換する処理
- 視野変換：ワールド座標系から、視点を原点とし、視線をZ軸とする座標系に変換
- 正規化変換：表示対象とする空間を限定するための変換。例えば、表示対象を $-1 \leq X, Y, Z \leq 1$ の枠内に入れる処理
- 透視変換：視点座標系から2D平面への透視投影
- デバイス変換：投影された2D座標系から表示画面の座標系に変換する処理

各座標変換は逐一実行されるわけではなく、合成マトリックスを使用することにより、一気に必要な座標系に変換される。

(2) 光の計算

視点座標系で、光源データ、視点データ、モデルを構成する各頂点の座標データ、法線ベクタ、色データからその頂点の光(色)の強さを計算する。

光の計算には散乱光、拡散反射、鏡面反射が使われ、その強さはこれらの光の合計によって表される。

(3) クリッピング

視点座標系で視野に入っている部分だけを切り出す処理をクリッピングと言う。クリッピングには、視野内に表示対象の線分や三角形が入っているかどうかをテストするクリップテストと、クリップ枠に線分や三角形が掛かっている場合にそのクリップ枠で切断する実クリップ処理がある。

2.3 描画処理

描画処理は、幾何学処理で出力されるデバイス座標系の座標データと色情報から表示画面に線分を引いたり、三角形を塗りつぶしたりする処理のことである。多角形は一般に三角形で分割されるので、三角形の塗りつぶしによって多角形の塗りつぶしが可能である。描画処理で出力されるデータは、ピクセルデータと言って、画素単位の色情報(R, G, B, Alpha)と深さ情報(Z値)である。ここでAlphaは透明度を表す値である。

(1) 線分描画

線分描画はポリライン(折れ線)で表現されるのが一般的である。頂点が連続して入力されると、その連続した頂

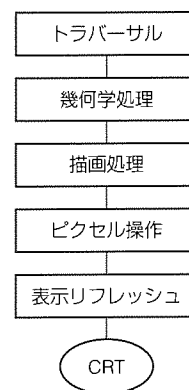
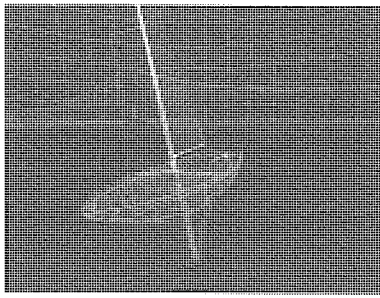
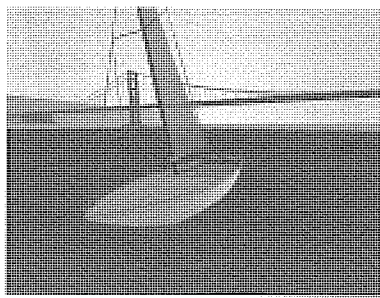


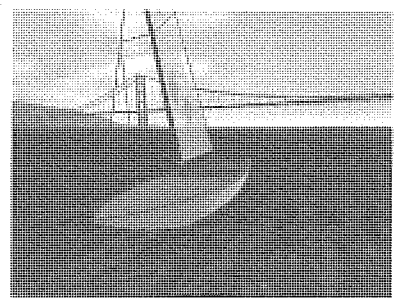
図1. レンダリングパイプライン



(a) ワイヤフレーム



(b) シェーディング



(c) テクスチャマッピング

図2. 3Dグラフィックス表示の仕方

点を順次結んでいくわけである。線分描画によってモデルの形状を表現することをワイヤフレーム表示という。

(2) 三角形の塗りつぶし

3Dグラフィックスで曲面を表現するとき、連続した細かい三角形の連なり(三角形ストリップ)によって表現される。

三角形の塗りつぶしは3Dモデルをより現実的に表現するための手段であり、塗りつぶしの仕方には、光のモデルに従って塗りつぶすシェーディングと、自然に近いイメージを三次元形状に張り付けるテクスチャマッピングがある。

図2にそれぞれの表示の仕方を示す。

2.4 ピクセル操作

描画処理によって新たに生成されたピクセルデータは、フレームメモリ上のピクセルデータと演算されてから、フレームメモリに書き込まれる。この操作によって、隠面消去や半透明表示、アンチエイリアシングなどの効果を実現することができる。

隠面消去とは、新しいピクセルのZ値 Z_b を前のピクセルのZ値 Z_a と比較して Z_b の方が Z_a より小さければ書き込み、大きければ書き込まないという処理によって常に視点に近いピクセルだけを表示させる技法である。

半透明表示は、カラー値をAlpha値に応じて混合させることによって表現できる。

アンチエイリアシングとは、画面がピクセルから構成されているために斜めの線を引いたり、三角形のエッジが斜めのときに発生するギザギザ(エイリアシング)を取り除く処理のことである。ピクセルごとにエッジの占める割合をAlpha値とし、それに応じて境界部分の輝度を調節することによってアンチエイリアシングを施すことができる。

2.5 表示リフレッシュ

CRTなどの表示デバイスにイメージを表示するために、フレームメモリに保持されている2Dのイメージデータを繰り返し読み出す操作を表示リフレッシュと言う。

3. 3Dチップセット

グラフィックスアクセラレータは前記のレンダリングパ

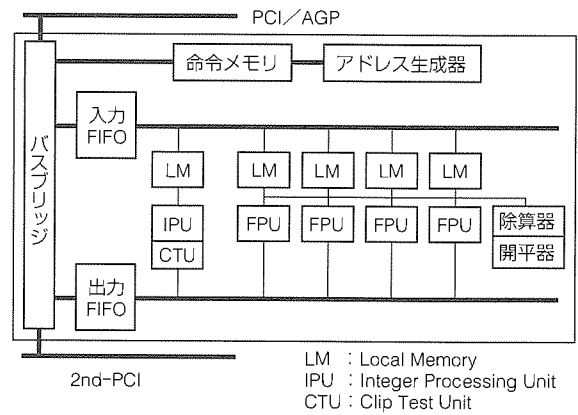


図3. ジオメトリエンジンのブロック図

イプラインをハードウェアによって高速に実行するもので、当社では、米国Evans & Sutherland社との協業により、パソコンをターゲットとしたグラフィックスアクセラレータを構成することができるLSIチップセットを開発し、3Dチップセットと呼んでいる。3Dチップセットは、ジオメトリエンジン、レンダリングコントローラ、3D-RAM、CDRAM、RDACの5種類のLSIで構成される(要旨のページの図を参照)。

3.1 ジオメトリエンジン

ジオメトリエンジン(M64591AFP)は、幾何学処理を高速に実行する1チップの専用プロセッサである(図3)。

M64591AFPの特長は次のとおりである。

- 4Kワード×32ビットの命令メモリを内蔵したプログラマブルな専用プロセッサ
- 浮動小数点演算器(Floating Point Processing Unit: FPU)を四つ並列に動作させることができるSIMD(Single Instruction Stream Multiple Data Stream)型プロセッサ
- 座標変換のための積和演算以外に、除算、開平、クリップテストのための専用ハードウェアを内蔵
- 100MHz動作で800Mflopsの性能

3.2 レンダリングコントローラ

レンダリングコントローラ(M64581WG)は、点、線分、

三角形を表示画面に描画するために、そのピクセルデータを高速に生成する。M64581 WGの主な特長は次のとおりである。

- セットアップ機能を含む3Dエンジン
- フルOpenGL機能を提供
- 単一サンプリング、バイリニア、トライリニアMIPMAPのテクスチャマッピングを高速に実行
- アンチエイリアシング機能あり
- デプスクューイング、フォグ機能あり
- 2Dエンジンを内蔵し、ウィンドウクリア、BITBLT (BIT BLock Transfer) を高速に実行

3.3 3D-RAM

3D-RAM (M5M4100928FP/RF) は、3DグラフィックスのフレームバッファとZバッファ専用を使用することを目的に開発されたメモリチップで、DRAMとロジックが同一チップ上に集積されている(図4)。

3D-RAMの特長は次のとおりである。

- 10MビットDRAMを内蔵
- ラスタオーバーレイ、Z比較、ブレンディングを行うためのピクセルALUを内蔵
- ランダムアクセスのためのピクセルバッファを内蔵
- 表示リフレッシュのためのシリアルバッファを内蔵

3.4 CDRAM

CDRAM (MH4V329XTJ) は、16Kビットのキャッシュと16MビットのDRAMが混在するメモリチップである。キャッシュがあるので、あるアドレスの近傍のアドレスをランダムに高速アクセスすることができ、テクスチャメモリに適している。レンダリングコントローラ(M64581WG) は、64Mバイトまでテクスチャメモリを拡張することができる。

3.5 RDAC

RDAC (M64503WG) は、当社3Dチップセットに適合したカラーパレットRAMとD/Aコンバータを内蔵し、表示系を制御するLSIである。RDAC (M64503WG) は、ウィンドウIDによるウィンドウ単位のダブルバッファ制御やNTSC出力などの機能も持っている。

4. 3D-Proボード

3Dチップセットを使用した3Dグラフィックスアクセラ

(注1) “Windows NT” “DirectX” は米国Microsoft Corp.の、“OpenGL” は米国Silicon Graphics Inc.の商標である。

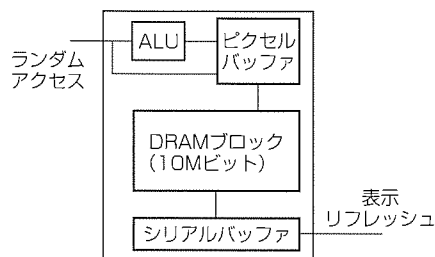


図4. 3D-RAMのブロック図



図5. 3D-Proボード

レータボード(図5)を3D-Proボードと呼んでいる。3D-Proボードは、PCIインタフェースでもAGPインタフェースでも実装することができる。また、チップの構成によって価格、性能、解像度などを変えることも可能である。

3D-ProボードはWindows NT/OpenGL1.1^(注1)で動作している。性能は、ピークで4M頂点/秒(ポリゴン/秒と同等の意味)、90Mピクセル/秒である。

5. むすび

本稿では、3Dグラフィックスのレンダリングパイプラインと、レンダリングパイプラインを高速に実行するハイエンドのグラフィックスアクセラレータを構築することができる3Dチップセットについて述べた。今後は、パソコンの性能向上に合ったグラフィックスアクセラレータが構築できるように、3Dチップセットについても継続的な開発が必要になる。また、機能が拡張されたOpenGL1.2やDirectX^(注1)にも対応していく必要がある。

参考文献

- (1) Foley, J.D., van Dam, A., Feiner, S.K., Hughes, J. F. : Computer Graphics-Principles and Practice Addison, Wesley Publishing Co.
- (2) Neider, J., Davis, T., Woo, M. : OpenGL Programming Guide(日本語版), アジソン ウェスレイ
- (3) 亀山正俊, 飯塚 剛, 根岸博康 : DSPを用いた3次元グラフィック・サブシステム, 第8回NICOGRAPH論文コンテスト論文誌, 1~7, (1992)
- (4) Clark, J.H. : The Geometry Engine : A VLSI Geometry System for Graphics, Computer Graphics (ACM), 16, No.3, 127~133 (1982)
- (5) Montrym, J.S., Baum, D.R., Dignam, D.L., Migdal, C.J. : Infinity Reality : A Real-Time Graphics System, SIGGRAPH'97 Conference Proceedings, 293~301 (1997)

超薄型デジタルスチールカメラ

的場成浩* 宮田彰久***
 久野徹也** 上田俊史***
 山下孝一**

要旨

デジタルスチールカメラの市場は、ここ数年で急激に立ち上がってきた。これは、CCD(Charge-Coupled Device)等の撮像素子を始めとする各種半導体技術の向上及びパソコンの飛躍的な性能向上により、容易に画像をデジタル化して取り込み、加工編集を行える環境が整ってきたことが大きな要因である。

デジタルスチールカメラの登場は、従来の銀塩写真のようなハードコピー市場に対抗した新しいソフトコピーの市場を築き、さらには、パソコンを核としたビデオコンファレンス等の応用分野展開の期待も担っている。このような背景の下に、電機メーカー、カメラメーカー、アミュー

ズメントメーカー等の各種メーカーがこぞって参入を図った結果、現状では互いに差別化を明確にするのが困難な状況となりつつある。最近のデジタルスチールカメラの大きなトレンドは、高機能化・高解像度化である。しかし、価格・サイズ・消費電力等の課題をクリアするのは難しく、幅広い層のユーザーに普及させるまでには至っていない。

そこで三菱電機は、視点を変えて、価格・サイズ・消費電力を抑えることを優先にしたデジタルスチールカメラの開発に取り組んだ。ここでは、デジタルスチールカメラの小型化実現に向けた技術開発について述べる。



超薄型デジタルスチールカメラの外観

コンパクトで薄く、胸ポケットに違和感なく入るカメラをコンセプトに開発を行った。特にデザインと製品厚みに重点を置き、厚みは19.8mmを実現した。デザインも薄く見えることに重点を置き、コンセプトを凹凸のないシンプルかつ高級感のある形状とした。

1. ま え が き

デジタルスチールカメラ(DSC)は、光学系を始めとする機構系や、撮像部・信号処理部・各種制御部・電源部等の電気回路系が複雑に組み合わさって構成されている。したがって、小型・軽量化を行う場合、それぞれの要素を全体としてとらえて最適化を図る必要がある。また、画質や操作性など、カメラとして基本的な性能を維持することはもとより、開発コストや開発期間などの面にも考慮が必要となる。

このような条件を背景として、当社では、業界最小クラスのサイズ実現を目標としてDSCの開発を行った。本稿では、小型・軽量化の面を中心とした技術開発について述べる。

2. 機 構 部

今回開発したDSCは、“コンパクトで薄く、胸ポケットに違和感なく入るカメラ”をコンセプトとした。このため、特に製品の厚みとデザインに重点を置き、製品の厚みは設計目標値を20mm以下に設定した。デザインも薄く見えることに重点を置き、凹凸のないシンプルかつ高級感のある形状を基本とした。また、小型で良好な携帯性実現のため、きょう(筐)体の堅ろう(牢)性にも十分配慮した。

2.1 シャーシ構造

図1にDSC本体のシャーシ構成を示す。中心に電池ボックスも兼ねたプラスチックシャーシがあり、その前後にメイン基板とカメラ基板、上面にはシャッタースイッチ専用の小基板が取り付けられる構成である。

シャーシの主な機能には、基板の保持、電池の保持、電池ばねの保持、ファインダーの保持、ストラップ金具の保持のほか、電源スイッチのレール、シャッターレバー、CF

(Compact Flash)メモ리카ードの挿入ガイド、電池カバー、CFメモ리카バー受け、意匠(表裏)部品の保持が挙げられる。シャーシとしてこれらの機能を実現しながら薄型化を保つには、複雑な形状を採る必要が生じたため、シャーシには成型品を採用した。また、当然ながら強度にも注意を払い、意匠も含めDSCとしての携帯使用を考慮した十分な強度が確保できている。

メイン基板は、電源回路とデジタル系の回路で構成され、カメラ基板は、後述の薄型レンズが一体化されたCCD周辺のアナログ系の回路で構成されている。メイン基板の主要な構造部品にメモ리카ード用のコネクタがある。このメモ리카ード用のコネクタの高さはメイン基板とカメラ基板間の間隔を決定する重要な寸法であるため、薄型新規コネクタをコネクタメーカーと共同開発した。これにより、基板間隔を5mmとすることが可能となった。

また、このコネクタを基板と基板の間に配置したことにより、図2のように、意匠の端面部で両側にテーパを付けることが可能となった。このテーパは、薄型化の視覚効果を付与するのにも役立っている。

電源スイッチ及びシャッタースイッチをDSC本体の上面に配置したことも薄型化に大きく寄与している。電源スイッチはスライドタイプとし、シャッタースイッチは銀塩カメラと同じようにAE(Automatic Exposure)ロック(ハーフシャッター状態)後にシャッターが動作するように、2段プッシュスイッチを採用した。これらのスイッチは上面に配置しているが、シャーシや基板のたわみで操作クリック感が甘くなるのを防止するため、保持構造の剛性は十分に高くしている。

2.2 意匠構造

このDSCは、意匠部品の素材にアルミニウムを採用した。薄型化のためには意匠材料の薄肉化が必ず(須)である

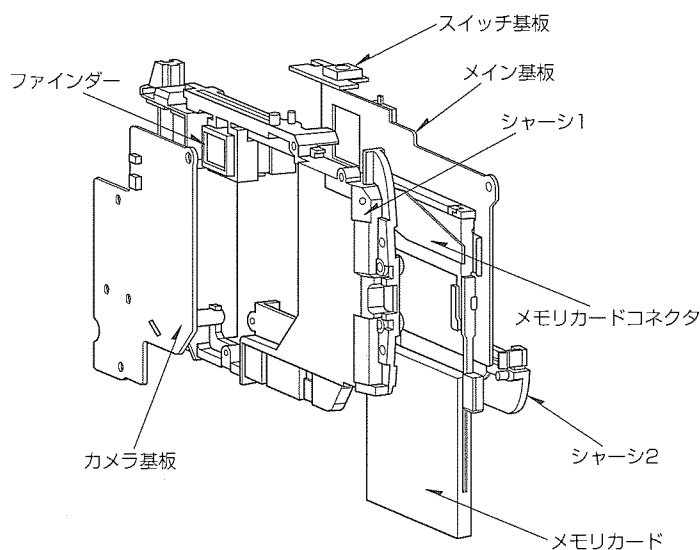


図1. DSC本体のシャーシ構成

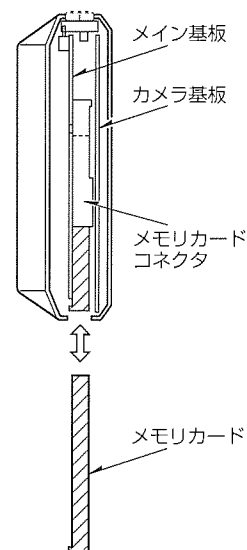


図2. DSCの基板構成

が、アルミニウムの採用によって肉厚0.8mmまで薄肉化でき、かつ絞り加工による大幅な剛性アップも図れた。また、意匠上、アルミニウム特有の表面質感、手触りの高級感をも確保できた。したがって、アルミニウムの採用はプラスチック材に比べて薄肉化、剛性、意匠高級感の点で利点が多く、商品力のアップに大きな効果があったと言える。

2.3 光学設計

本体の薄型化に最も貢献しているのが光学系である。一般的なDSCにおける光学全長(レンズ頂点からCCDまでの距離)は、従来20mm以上のものがほとんどであるのに対して、今回開発したDSCは、光学全長を10mm程度に抑えている。これは、結像レンズの最適設計によるバックフォーカス長の短縮と、光学系の絞りをレンズフレームに集約し、3群3枚のレンズをコンパクトに配置したことによる効果である。また、撮像素子に1/5インチCCDを採用し、焦点距離をポートレート撮影に最適な64mm(35mmフィルムカメラ換算値)に設定し、絞りをF2.8固定とすることで、光学性能上、高解像度、低ひずみで、かつコンパクトなレンズ設計を可能にした。

レンズの保護・防じん(塵)のためのレンズカバーには硬質化処理を行ったポリカーボネートを採用することにより、薄型・軽量性を保つことが可能となった。また、レンズカバーにアパーチャを設けることでフードの機能を集約させたことも、迷光による画質劣化を抑制するとともに、薄型化に寄与した。さらに、レンズカバーを意匠面からやや凹んだ構造にすることにより、傷つき防止効果を持たせ、レンズキャップを不要とすることができた。

フィルタに関しても、光学的ローパスフィルタ(水晶フィルタ)に赤外フィルタ膜を蒸着形成することにより、フィルタ厚みを従来品の2/3にした。また、水晶フィルタの最適配置と赤外フィルタの透過率の適正化により、高画質で色再現性の良い(特に赤色)撮像を可能にしている。

ファインダは光学式(逆ガリレオ方式)を採用し、低倍率ファインダを2群2枚のプラスチックレンズで構成するなどの最適化を図り、コンパクトで視認性の良いファインダを実現した。

3. 処理部

このDSCは、筐体サイズ及び消費電力を徹底的に抑えるため、本体内部の電気回路系は、AE等のリアルタイム性が要求される機能にはウェートをかける設計になっている。DSC本体では、生の撮像画像信号及び信号処理に必要な情報のみをCFメモ리카ードに格納し、信号処理自体はホストパソコン側のドライバソフトウェアで実行する。これにより、本体側の負荷を最小限に抑えながら高度な信号処理が実現できるシステムを構築している。DSC本体の電気回路構成を図3に示す。

3.1 制御系

カメラヘッド部から出力された画像信号は、一時的にSRAMに格納された後、信号処理に必要な情報とともに、CFメモ리카ードに転送して格納される。CFメモ리카ードに格納される画像フォーマットは独自仕様となっているが、ファイルシステムはDOSに準拠しており、格納された画像データはパソコン上でファイルとして扱うことができる。撮像時にはASIC(Application Specific Integrated Circuit)が主体となって動作するが、電源、AE、データフロー、マンマシンインタフェース、CFメモ리카ードインタフェース等の各種制御は8ビットのマイコンで行っている。外部メモリや周辺回路制御などマイコン単体で対応しきれない機能は、ASIC側に持たせている。

3.2 信号処理系

ホストパソコン上で実行する信号処理には、AWB(Automatic White Balance)、色補正、階調補正、解像度変換、アパーチャ補正など、DSCに必要な一般的信号処理に加え、撮像素子の特性を補正する各種信号処理も含まれる。これらの信号処理の実行には、複雑な演算処理とある程度のまとまった容量の処理バッファが必要である。したがって、もしDSC本体側で実現させる場合には、処理時間や回路規模の制約を考慮し、演算精度や処理手順の簡略化などを図らざるを得なくなる。しかし、このシステムではすべての処理をパソコン上のソフトウェアで実現できるので、処理内容や手順に制約を与えることなく、必要な処理が実現できる。

また、DSC本体では信号処理はもとよりJPEG等の画像圧縮も行っていないため、画質劣化が一切発生しないという長所も備えている。

3.3 AE制御

従来のTTL(Through The Lens)方式のAEは、露光時間を連続的に変えられるようにメカニカルアイリス又は電子シャッターをあらかじめ設けておき、得られた映像信号の積分値とあらかじめ定めておいたAPL(Average Picture Level)レベルとを比較器によって比較し、目標とするAPLレベルになるように、上記アイリス又は電子シャッターによって露光時間を連続的に調整するものである。また、従来方式では適正露光値になるまで(収束時間)に時

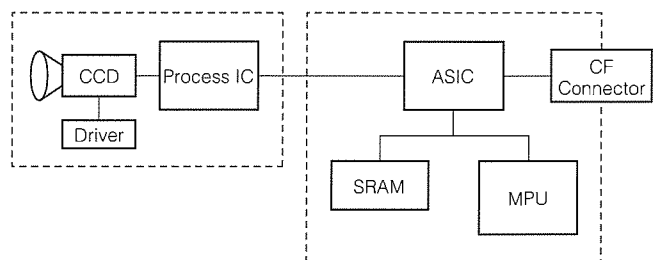


図3. DSC本体の回路構成

表1. DSCの仕様

本体寸法		112mm×64mm×19.8mm
質量		80g(電池, CFカード含まず。)
光学系	焦点距離	f5.4
	35mmフィルム換算	f64
	明るさ	F2.8固定
	レンズ構成	ガラス3群3枚
	フォーカス	固定焦点
CCD	撮影範囲	0.5~∞
	サイズ	1/5インチ
感度	画素数	25万
	ISO感度	160相当
ファインダー		光学式(逆ガリレオ方式)
記録	画素数	320×240 ノーマル 504×378 ファイン
	記録媒体	CFカード
	フォーマット	独自方式
シャッター	方式	電子式
	スピード	自動(1/60~1/10,000)
露出制御		TTL中央重点
WB		自動
電源	電池	単4アルカリ×2

間がかかり、収束時間を短くするためには露光調整幅のステップ数を減らさなければならない。その結果、収束の精度が落ちたり、ハンチングを起こしてしまうという問題が生じていた。したがって、シャッターボタン押下後直ちに撮像が要求されるDSCには適切な制御方法とは言えない。また、銀塩カメラなどで用いる外光センサ等による測光は、銀塩ネガフィルムに比べてダイナミックレンジの小さいCCDでは銀塩カメラ以上の精度を必要とし、小型化・低コスト化の面でも不利である。

そこで今回のDSCでは、測光用センサを用いることなく、得られた積算値から被写体の明るさを換算し、数回のフィードバックで露出制御を行える、精度の高いAE方式を新たに開発して搭載している。この方式は、コントローラ側であらかじめ電子シャッタースピード及びAGC (Automatic Gain Control) 利得をテーブルとして保持しておき、被写体の明るさに応じた適正露出値を選択する新アルゴリズムの導入により、適正露出を設定するまでの時間を大幅に短縮している。このAE方式の開発は、マンマシンインタフェースの向上に加え、消費電力の低減にも大いに貢献している。

4. 電源部

電源部は、単4アルカリ乾電池2本で100枚以上撮影できることを目標に開発を行った。通常、単4アルカリ乾電池の使用は、安価、入手しやすい、本体の薄型化が可能な

どの利点を持つが、同時に、負荷回路の低消費電力化が必要、端子電圧が不安定、内部抵抗が大きい等の欠点がある。電源部の開発においては、これらの欠点をいかに克服するかが大きなポイントとなった。

4.1 電池使用による課題と対策

単4アルカリ乾電池の内部抵抗は、ばらつきが大きい、約0.5Ωぐらいである。したがって、2本を直列で使用すると約1Ωとなる。そこで、何も処理を施さないと、電源をONにした瞬間に負荷回路の容量性負荷による突入電流及びスイッチング動作で1A以上の電流が電池から電源回路に流れ込み、電池の内部抵抗によって端子電圧は約1V以上低下するという現象が生じる。この電圧降下により、スイッチング用のトランジスタに1A以上の大電流が常時流れ続けるという問題を引き起こすことになる。

そこで、電流量の時間分散、ノイズフィルタ、コンデンサの定数と配置の最適化を図り、大電流が常時流れる状態が生じるという問題を解決している。

4.2 電源制御

電源系統は、デジタル回路を動作させるのに必要な電源1種類と、カメラ回路を動作させるのに必要な3種類の電源の計4種類を必要とする。本体の電源スイッチをONさせると、デジタル回路への電源供給を開始し、撮影スタンバイ状態となる。次に、シャッターを押す(ハーフシャッター)と、カメラ回路に電源が供給される。次に、カメラ回路が撮影を終ると、カメラ回路への電源供給を停止する。これらの状態に応じてマイコンによってスイッチング電源のきめ細かい制御を行うことで、消費電力の低減を図っている。

電源回路及びその制御の最適化により、内部抵抗の大きい電池でも常温時では500枚以上の撮影が可能となり、電池には厳しい条件である-5℃の低温時でも、標準的な内部抵抗の電池で100枚以上の撮影枚数が確保されている。

5. むすび

これまで述べてきたように、システム全体にわたり各種要素の最適化を図ることにより、当社初のDSCを業界最小クラスのサイズで実現することができた。その主な仕様を表1に示す。開発したDSCの市場投入により、ややもすれば高機能化・高解像度化といった面のみに関心が向かっていたDSC市場に対し、小型・軽量化の価値を再評価するための一石を投じることができたと考えている。

今回のDSC開発では、事業場所と研究所が一体化した体制を採ることにより、互いのノウハウや技術の共有が可能となり、目標を超える性能を出すことができたと考える。

熱転写プリンタのデジタル処理技術

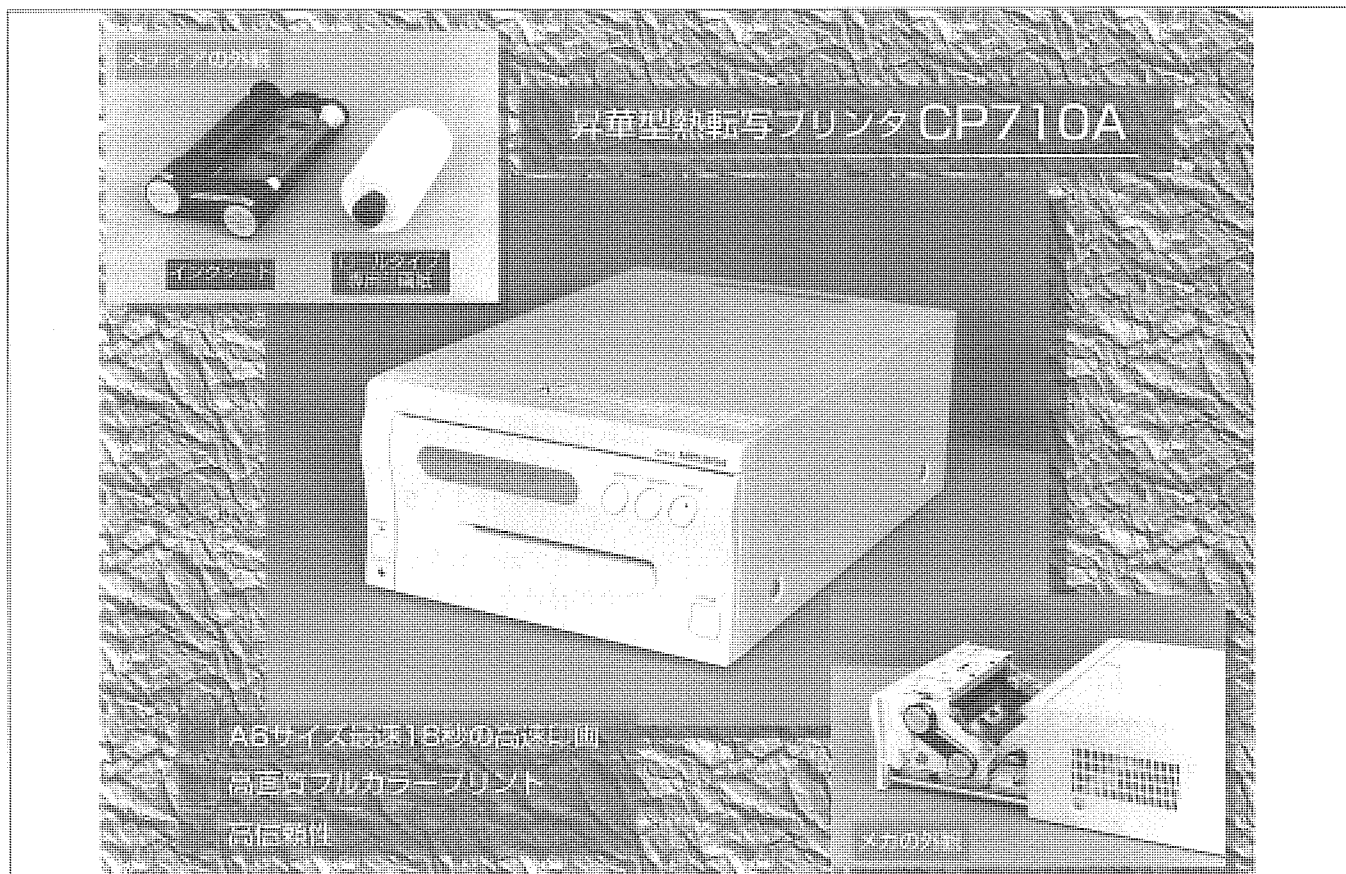
小林忠昭*
富永健司*
吉村知樹*

要 旨

電子的なプリント方式の中で、昇華型熱転写方式は、最も高画質なフルカラープリントが得られる方式の一つである。また、銀塩写真システムのような廃液処理等が不要であり、プリンタシステムをコンパクトに構成できる特長を持っている。これらの利点を生かし、主に、医療・産業用途等の業務用途分野で市場を伸ばしてきた。最近では、女子高生の間でブームとなったいわゆる“プリクラ”に使われたことから、広く一般に昇華型のプリント出力を目にする機会が増えてきている。また、3分間写真ボックスのような証明写真用途には従来銀塩写真システムが使われていたが、環境問題に配慮する必要性から、昇華染料熱転写プリンタに置換されだしている。正に“写真プリンタ”として用途を拡大しつつある。

一方、技術的な視点で見れば、昇華型熱転写方式は、基本的に3色(イエロー、マゼンタ、シアン)の昇華染料をサーマルヘッドの熱によって受容層を持った専用印画紙へ昇華/拡散させることにより、カラープリントを実現する方式である。そのため、サーマルヘッド制御(色変換、蓄熱補正制御、負荷むら補正制御など)が、高画質、高速プリントを実現するための基本デジタル処理技術となる。

三菱電機は、高いサーマルヘッド制御技術に加えて、専用印画紙をロールにすることにより、高画質、高速、高信頼性を実現した“CP700シリーズ”を開発した。CP700シリーズの中でも“プリクラ”に多用されているCP710Aは、A6サイズのフルカラー画像を約18秒でプリントする高速プリントを実現している。



昇華型熱転写プリンタ

今回開発したCP710A、ロールメカ、及びメディア(インクシート、ロールタイプ印画紙)の外観を示す。

1. ま え が き

昇華型熱転写プリンタは、写真に近いフルカラー画像を手軽にプリントできる利点がある。ここ1～2年、主に女子高生の間でブームとなったいわゆる“プリクラ”を代表とするアミューズメント機器に採用されたことから、改めてその高画質とシステムの簡易性が評価されている。三菱電機は、従来から採用されていたカットされたタイプの印画紙から、業界に先駆けて、ロールタイプの印画紙を採用し、高速・高画質・高信頼性を実現した“CP700シリーズ”を製品化した。

本稿では、このCP700シリーズの中でもプリクラに多用されているCP710Aの特長、機能、及び高画質化と高速化を実現した信号処理技術について述べる。

2. 昇華型熱転写方式の概要

まず、CP710Aで採用している昇華型熱転写方式の概要について説明する。

昇華型熱転写方式は、染料(色素)の拡散現象を用いた方式である。3色(イエロー、マゼンタ、シアン)の染料を塗布したインクシートをサーマルヘッドの熱によって専用印画紙に昇華/熱拡散させることにより、カラープリントを得る。サーマルヘッドに与える熱量を制御することにより、階調を与えることができる。CP710Aでは、イエロー、マゼンタ、シアン各色256階調となるようにサーマルヘッドを制御することにより、約1,670万色のフルカラープリントを実現している。

CP710Aが採用している昇華型熱転写方式の概要を図1に示す。

3. CP710Aの概要

3.1 製品仕様

表1にCP710Aの基本仕様を示す。

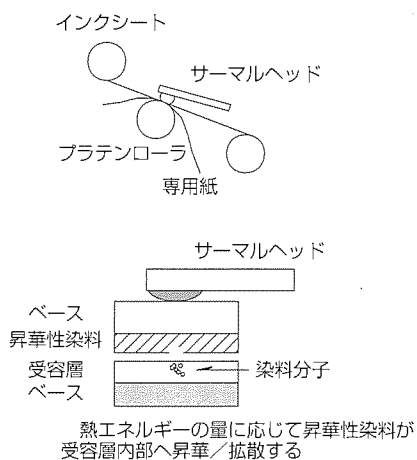


図1. 昇華型熱転写方式の概要

用途として、プリクラを代表とするアミューズメント用途はもとより、内視鏡診断等の医療用途、ライン検査等の産業用途に使われている。特に欧州では、銀塩写真の廃液等の環境問題に配慮し、3分間写真ボックスのような証明写真用途に昇華型熱転写プリンタが使われ始めている。

3.2 ロールメカ/メディア

表2は、CP710Aが採用しているロールメカとメディア(インクシート及びロール印画紙)に関し、プリントサイズとメディアの種類を示したものである。

4. CP710Aの信号処理

CP710Aの高画質・高速プリントを実現した信号処理の概要について述べる。図2に信号処理ブロックを示す。

4.1 ビデオ信号処理ブロック

CP710Aは、入力されたコンポジット信号又はS(Y/Cセパレート)信号を、輝度/色差信号(R-Y, B-Y)にデコードし、処理している。この輝度/色差信号をA/D変換し、輝度信号を1,024ドット×480ライン、色差信号(R-Y, B-Y)をそれぞれ512ドット×480ラインの約1Mバイトのデジタルデータとして、メモリ制御ブロックに送る。

4.2 メモリ制御ブロック

このブロックでは、約1Mバイトのデジタル画像を、4MビットのDRAM2個で構成されたフレームメモリに

表1. CP710Aの基本仕様

プリント方式	昇華染料熱転写方式
解像度	1,024ドット×480ライン
階調	各色256階調 各画素1,670万色
プリント時間	最速約18秒/枚
メモリ	1フレームメモリ
入出力信号	NTSC信号 (コンポジット/S映像)
電源	AC100V 50/60Hz
消費電力	約150W(プリント時最大)
外形寸法	(幅)280×(高さ)150×(奥行き)395(mm)
質量	14.5kg

表2. CP700シリーズ用メディア仕様の概略

[プリントサイズ]

- Sサイズプリント
用紙サイズ：110×107(mm)
印画サイズ：100×74(mm) max.
- Lサイズプリント
用紙サイズ：162×110(mm)
印画サイズ：130×97(mm) max.

[代表的なメディアの種類]

- CK700/PK700S
：Sサイズ、標準プリント 200枚
- CK700/PK700L
：Lサイズ、標準プリント 130枚
- CK710SPC
：Sサイズ、プリカットシール 200枚
- CK700S4P
：Sサイズ、オーバーコート 110枚

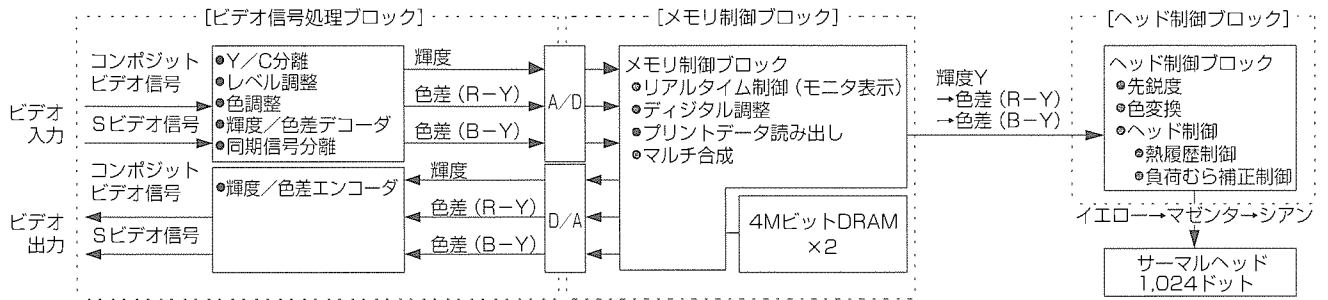


図2. CP710Aの信号処理ブロック

書き込む。常時、メモリに書かれた画像をリアルタイムにモニタに出力する。プリント時には、マルチ画の構成又はS/Lサイズの並べ替えをしながらヘッドデータ処理ブロックに画像データを出力する。

4.3 ヘッド制御ブロック

4.3.1 先鋭度改善

入力されたビデオ信号をそのままプリントすれば、ビデオカメラ等の性能により、エッジがぼやけたプリントになる。CP710Aでは、デジタル輪郭強調回路によってプリントされた映像の先鋭度を改善している。

4.3.2 色変換

輝度/色差系又はRGB系の電気信号から昇華染料のY(イエロー)M(マゼンタ)C(シアン)系への変換を単純に補色の関係によって変換しても、同じ色合いにはならない。そこで、入力信号からデコードされたRGB信号(24ビット)をYMC(24ビット)テーブルを用いて変換する必要がある。単純に24ビット信号から24ビット信号への変換を考えれば、約48Mバイトの大きさのテーブルが必要なことになる。CP710Aでは、色成分と濃度成分に分けて変換することにより、小さなテーブルでの色変換を可能にし、メモリの容量を減らしている。

4.3.3 蓄熱補正制御

昇華型熱転写方式では、染料の拡散量をサーマルヘッドの通電時間を制御することにより、カラー制御をし、カラープリントを実現している。ヘッドの通電時間とヘッド温度の関係を図3に示す。

図から分かるように、ヘッド温度は、通電時間が一定であっても、通電する直前のヘッドの持っている温度に影響される。その要因としては、ヘッド周りの雰囲気温度、ヘッド又はヘッド周りの構造物に蓄えられた温度(蓄熱)等が考えられる。

ヘッドの蓄熱を考慮せずに制御を行えば、図4に示すような濃度むらを生じる。

CP710Aでは、プリント開始時にヘッドの温度を測定し、また、ラインプリント時には過去のプリント状態(ヘッドに通電させたか)を計算することにより、ヘッドの蓄熱量を予想し、補正を掛ける蓄熱補正を行っている。

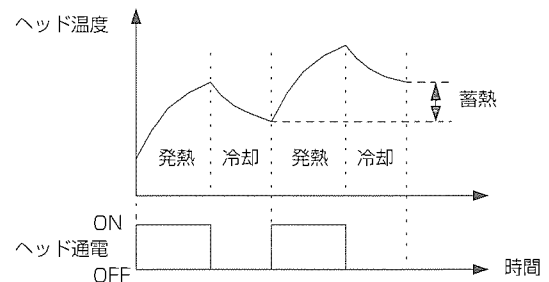


図3. ヘッド通電時間とヘッド温度

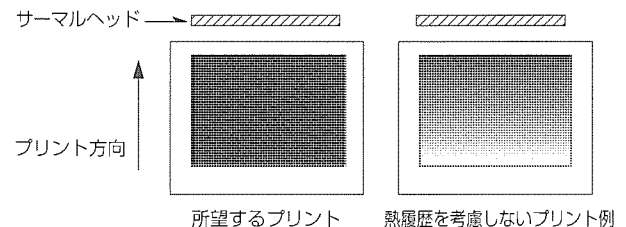


図4. ヘッドの蓄熱によるプリントむらの例

4.3.4 負荷むら補正制御

ヘッドの電気的な構造を図5に示す。

同時にONさせるヘッドの発熱素子数によってヘッド内の配線インピーダンス又は電源ユニットの内部インピーダンスが変化し、発熱素子に加わる電圧が変動する。この変動により、図6に示すような濃度むらを生じる。

CP710Aでは、ヘッドの発熱素子を同時にONさせるドット数を計算し、ヘッド制御することによって負荷むら補正を行っている。

5. 今後の課題

昇華型熱転写プリンタは、他の方式が追従できない写真ライクな高画質を高速にプリントする能力を持っている。しかし、プリント画質が銀塩写真に近づけば近づくほど、更なる高画質化、高速化、簡便さが要求されるであろう。

昇華型熱転写プリンタは、昇華染料をサーマルヘッドの熱制御によってプリントを実現しているため、染料の材質のばらつき、又はプリント環境、ヘッドの熱容量のばらつき

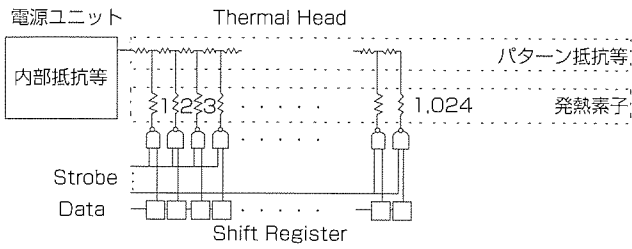


図 5. ヘッドの電気回路例

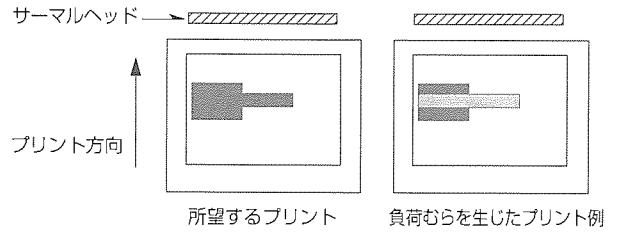


図 6. 負荷むらプリント例

き等が、プリントむらや色再現性等のプリンタとしての基本性能に影響する。そのため、今後は、転写データ処理におけるソフト比重を増大させるなど、プリント信号処理に柔軟性を持たせた開発が不可欠である。

6. む す び

本稿では、昇華染料熱転写方式プリンタ“CP710A”について、製品仕様と搭載された信号処理技術を紹介し、また、今後の課題について述べてきた。

今後とも、業務用プリンタとしての基本事項である高画質化・高速化はもとより、客先対応の容易さを追求したプリンタを提供していく所存である。

参 考 文 献

- (1) 小堀康功, 服部 修: 最近の各種ハードコピー方式, テレビジョン学会誌, 49, No. 7, 842~845 (1995)
- (2) 大西 勝, 福本 宏, 小田啓介, 山田敬喜, 高桑 聖: フルカラープリンタ, 三菱電機技報, 66, No. 10, 987~990 (1992)
- (3) 大西 勝, 山田敬喜, 山田裕美, 岡 賢一郎: 昇華型フルカラープリンタの高速高精細化技術の開発, 電子写真学会Japan Hard Copy研究会資料, 167~170 (1990)

書換え可能型DVDシステム

中根和彦* 五嶋賢治*
 杉山和宏* 石田禎宣*
 島元昌美* 吉田英夫**

要旨

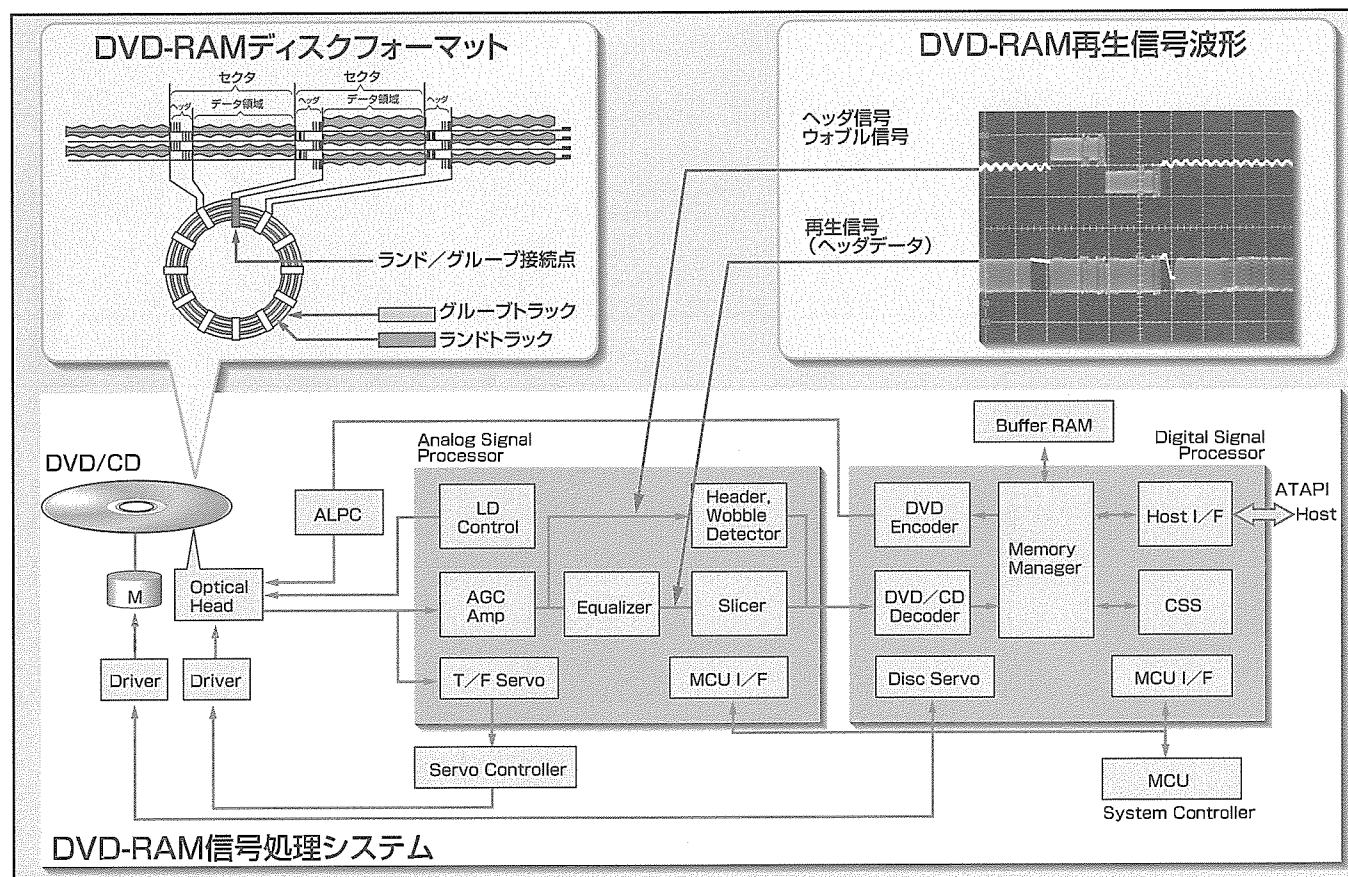
本格的なデジタルAV時代の幕を開けると期待されて、DVDが1996年11月に登場した。2年を経て、再生専用DVDはソフトの増加に伴い着実に普及し始め、情報を自由に書き換えることのできるDVD-RAMがマルチメディア情報の統合的なストレージとして期待を集めている。

ここでは、まずDVDファミリーの各ディスク仕様を概観し、次にDVD-Forumで策定したDVD-RAMフォーマットについて述べる。さらに、書換え可能型DVDシステムの一例としてDVD-RAMドライブのシステム構成を示し、三菱電機が開発したDVD用LSIについても触れる。

書換え可能型DVDには、再生専用DVDとの互換性に加えて、パソコン用ストレージでのランダム記録とビデオレコーダでの連続的なデータ記録の双方への適性、及び高い

データ信頼性が求められる。DVD-RAMは、この要求を満たすフォーマットとして開発された。その特長は、記録密度向上、トラック連続性、DVD-ROMとの互換性を実現したウォブル付きシングルスパイラルランド/グループ記録方式にある。記録容量は2.6Gバイト/面でスタートし、DVD-ROMと同じ4.7Gバイト/面への拡張性を考慮している。

DVD-RAMドライブの中で、フォーマットの特長をフルに生かす機能を、アナログ信号処理LSIとデジタル信号処理LSIに集約した。これらLSIはDVDデータを4倍速以上で処理する第三世代のDVD用LSIであり、プリアンプ、レーザ制御、サーボ制御、システム制御の各回路と組んでDVDドライブを構成する。



書換え可能型DVD (DVD-RAM) のディスクフォーマットと信号処理システム

書換え可能型DVDは、ビデオ、オーディオ、パソコン用といった様々なマルチメディア用途の統合的な大容量記録媒体の一員としてDVDファミリーに加わった。先に登場した再生専用DVD (DVD-ROM, DVD-Video) 等と互換の容易なフォーマットを持っている。

1. ま え が き

本格的なデジタルAV時代の幕を開けると期待されて、DVDが1996年11月に登場した。2年を経て、再生専用DVDはソフトの増加に伴い着実に普及を始め、書換え可能DVDがマルチメディア情報用ストレージの本命として期待を集めている。情報を自由に書き換えることのできるDVDは、記録容量2.6GバイトのDVD-RAMの仕様書(Book)が昨年7月に発行され、市場が開けつつある。

本稿では、まずDVDファミリーの各ディスク仕様を概観し、次にDVD-Forumで策定したDVD-RAMフォーマットを説明する。さらに、書換え可能型DVDシステムの一例としてDVD-RAMドライブのシステム構成を示し、当社が開発したDVD用LSIにも触れる。

2. DVDファミリーのディスク仕様

表1にDVDファミリーのディスク規格を示す。DVDファミリーは、ビデオ/オーディオ/パソコン用といった様々な用途に統合的に使用できる大容量記録媒体として、共通のディスク仕様を持つ再生専用のDVD-ROM、追記可能なDVD-R、何度でも書換え可能なDVD-RAMが規定された。ビデオソフトの入るDVD-Video、音楽ソフトの入るDVD-Audioは、DVD-ROMと同形状のディスクに各々専用のデータフォーマットで記録される。

これらの規格策定に当たり、DVD-Forumは、ビデオ用は映画業界(ハリウッド)、パソコン用はコンピュータ業界、オーディオ用は音楽業界とそれぞれ意見交換を重ね、幅広いユーザーの要望を取り入れた。この過程で、映画が高画質で135分以上入る記録容量、DVDファミリー内のディスク互換性、コンピュータ用途でのデータ信頼性、著作権保護機能、等について強い要望が出された。出来上がった

DVDファミリーのディスク仕様は、これらを満足するために検討を重ねた成果である。

ディスクは直径120mmのCDサイズで、厚み0.6mmの透明な基材を2枚張り合わせる。ディスクの片面から記録/再生する片面ディスクと、ディスクの両面から記録/再生するようにして容量を倍にした両面ディスクがある。さらに再生専用ディスクでは、記録層が1面当たり1層のディスクのほか、記録層を1面当たり2層にして大容量化した2層ディスクもある。2層ディスクでは、記録層間の距離を数10 μ m離しており、レーザー光の焦点位置を移動してアクセスする。

表に示すように、ディスク寸法以外に、変調方式、誤り訂正方式、信号検出方式などが共通化され、DVDファミリー内の互換ドライブ/プレーヤー/レコーダを低コストで容易に実現できるように配慮されている。また、ディスク径が120mmのディスクのほかに、同一信号フォーマットで80mmの小径ディスクも規定されている。

3. DVD-RAMフォーマット

書換え可能型DVDには、再生専用DVDとの互換性に加えて、パソコン用ストレージでのランダム記録とビデオレコーダでの連続的なデータ記録の双方への適性と、高いデータ信頼性が求められる。DVD-RAMは、この要求を満たすために開発された。記録容量は2.6Gバイト/面で規定されたが、DVD-ROMと同じ4.7Gバイト/面への拡張が初めから考慮されている。

3.1 記録方式

DVD-RAMの記録媒体には、ディスク上に記録したマークを反射率の変化から検出する相変化記録膜を採用している。DVD-ROM用光ヘッドで容易に再生互換を実現できる。図1に示すように、デジタル信号の変調データは、

表1. DVDファミリーのディスク仕様

ディスク種別	DVD-ROM	DVD-ROM	DVD-R	DVD-RAM
記録容量/面	4.7Gバイト	8.5Gバイト	3.9Gバイト	2.6Gバイト
記録層/面	1層	2層	1層	1層
記録膜材料	金属反射膜	←	色素系記録膜	相変化記録膜
トラックピッチ	0.74 μ m	0.80 μ m	←	0.74 μ m
最短マーク(ビット)長	0.40 μ m	0.44 μ m	←	0.61 μ m
ディスク回転方式	CLV	←	←	ZCLV
線速度	3.5m/s	3.8m/s	3.8m/s	6.0m/s
トラッキング方式	位相差検出法(DPD)	←	← (記録時:プッシュプル法)	プッシュプル法
信号検出方式	反射率変化検出	←	←	←
変調方式	8/16変調	←	←	←
誤り訂正方式	リードソロモン積符号	←	←	←
レーザー波長(再生)	650~635nm	←	←	←
(記録)	—	—	635nm	650nm
レンズNA	0.6	←	←	←

ディスク上の記録マーク両端エッジの有無で表現される(マークエッジ記録)。記録には最適化したパルストレインのライトストラテジを採用して低ジッタ記録を実現し、記録密度を線方向に向上している。相変化記録膜の課題であった書換寿命も10万回以上に改善されている。

3.2 トラックフォーマット

図2にディスク上のトラックの構成を示す。ディスク面に刻んだ案内溝(グループ)と溝間に当たるランドの両方にデータを記録するランド/グループ記録方式を採用してトラック密度を向上している。また、1回転ごとにランドとグループを交互に接続してディスク上の記録トラックを1本にし(シングルスパイラル方式)、ビデオ記録に必要な連続性とDVD-ROMとのフォーマット互換性を実現している。

データの記録は、DVD-ROMと同様に、2Kバイトのセクタに分割して行う。各セクタへのアクセス信頼性を高めるため、セクタごとにヘッダが付けられている。各ヘッダ中でアドレス値を表すPID(Physical ID)は4重化され、2個ずつ各々左右の隣接トラックと共有されている。差動で再生した4個のPIDの信号極性からトラック種別を判別でき、信号バランスからトラックキングオフセットの補正が可能である。

ディスク面は半径によって24ゾーンに分割され、記録密度をほぼ一定とするようにセクタが配置されている。ディスク回転数は、データ転送速度が一定となるようにゾーンごとに切り換える(ZCLV(Zoned Constant Linear Velocity)方式)。データエリアのグループには全セクタに同一数の微小な蛇行(ウォブル)が付けられており、これを利用してディスク回転数制御やクロック信号生成を行うことができる。

3.3 データフォーマット

ユーザーデータに対して、DVD-ROMと同様に、連続16セクタ(32Kバイト)で誤り訂正(ECC)ブロックが構成され、リードソロモン積符号によって強力な誤り訂正能力が与えられている。図3にECCブロック構成を示す。データの変調にはDVD-ROMと共通の8/16変調を使用する。各セクタに記録されるデータの前後にはDVD-RAM特有のヘッダや同期信号が付随するが、

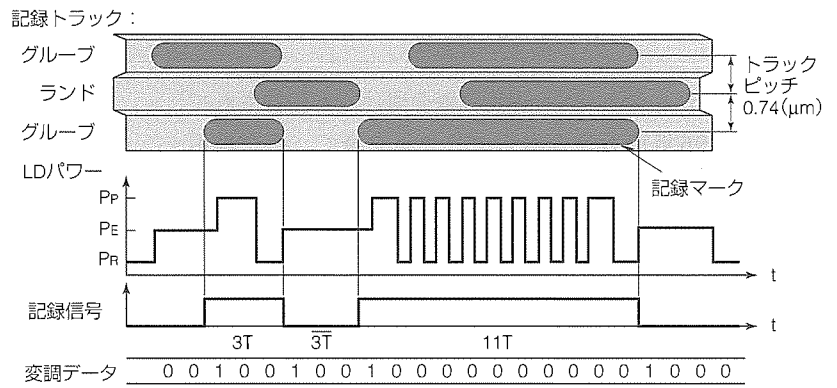


図1. DVD-RAMの記録方式

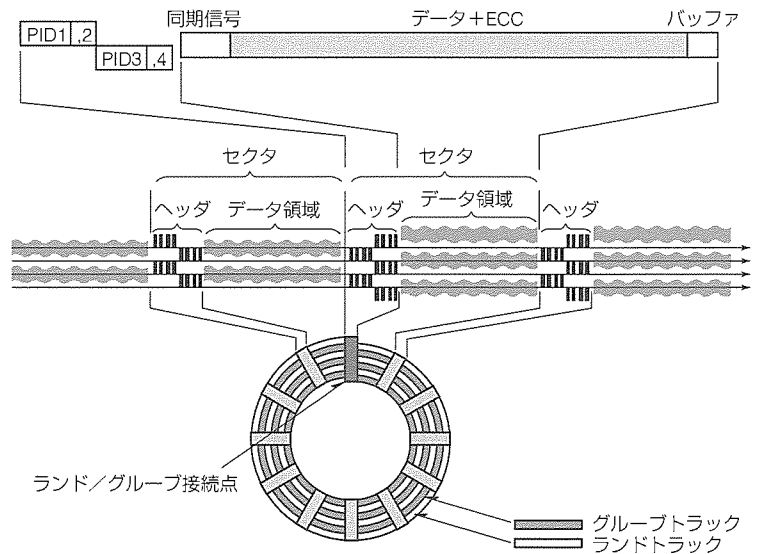


図2. DVD-RAMのトラックフォーマット

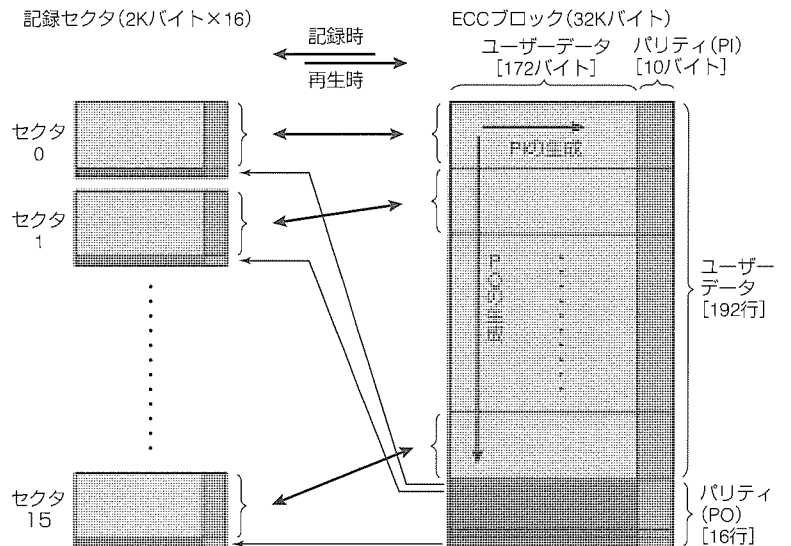


図3. DVD-RAMのECCブロック構成

これを除くと、データエリアはDVD-ROMと共通なフォーマットである。

DVD-RAMでは、データ信頼性強化のために欠陥セク

タを自動的に交替処理する機能(欠陥管理方式)が組み込ま

れ、ディスクに汚れや劣化が生じて、記録時にデータを保護できるように配慮されている。

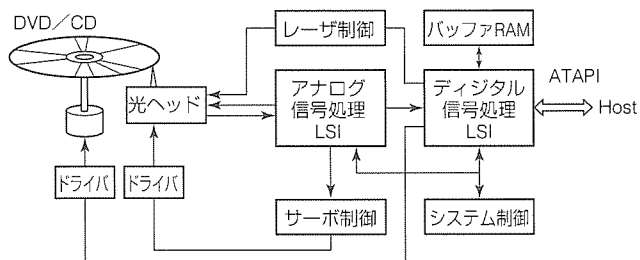


図4. DVD-RAMドライブの回路ブロック構成

4. DVD-RAMドライブの構成

DVD-RAMドライブ全体のブロック構成を図4に示す。DVD-RAMフォーマットの特長をフルに生かす機能を、アナログ信号処理LSI(ASP)とデジタル信号処理LSI(DSP)の2チップに集約した。プリアンプレーザ制御、サーボ制御、システム制御の各回路と組んでDVDドライブを構成する。以下に、今回開発したLSIの概要を述べる。

4.1 アナログ信号処理LSI(ASP)

DVD-RAM用アナログ信号処理LSI(ASP)の構成を図5に示す。DVD系(DVD-ROM/-RAM/-R)とCD系(CD-DA/-ROM/-R/-RW)のRF信号処理、トラッキングフォーカス系サーボエラー検出、再生用レーザ制御等のアナログ信号処理機能を1チップ(80ピンQFP)に集積した。特長を以下に示す。

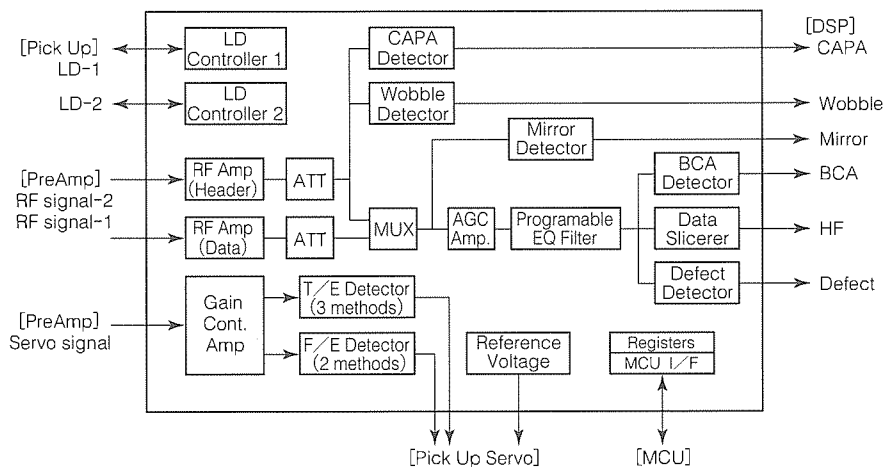
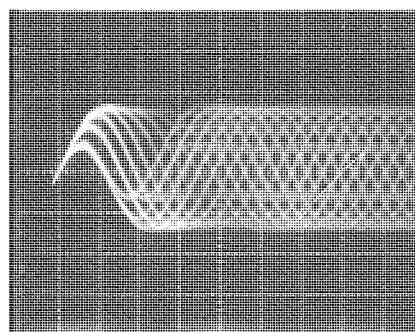
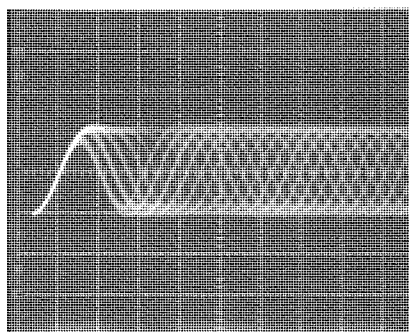


図5. アナログ信号処理LSI(ASP)のブロック構成

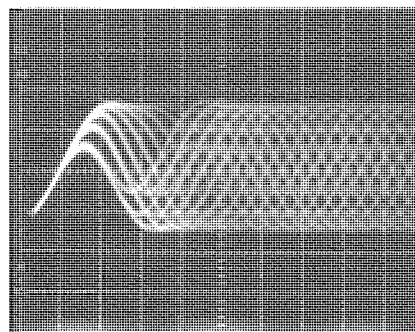
- (1) DVDで4倍速、CDで32倍速までの可変速処理に対応
- (2) RF信号処理部に可変イコライザスライスレベル補正機能を備えDVD-ROM/-RAM信号を高品質検出
- (3) DVD-RAMフォーマットの信号処理機能を内蔵
 - ヘッダ信号検出機能、ウォブル信号検出機能
- (4) 3方式のトラッキングエラー検出に対応
 - 位相差検出(DPD)法、3ビーム法、プッシュプル法
- (5) 2方式のフォーカスエラー検出に対応
 - 非点収差法、C-SSD法
- (6) BCA、ミラー部、媒体欠陥部の各検出回路を内蔵
- (7) 再生用レーザ制御回路を2系統備えCD-R互換に対応
- (8) パワーセーブスリープ機能による省電力化



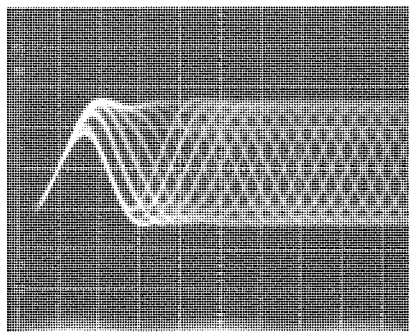
(a) DVD-ROM(標準速)



(c) DVD-RAM(標準速)



(b) DVD-ROM(4倍速)



(d) CD-ROM(30倍速)

図6. DVD-ROM/RAMディスクの再生信号波形

ASPによって再生したDVDとCDの信号波形を図6に示す。図はそれぞれ、(a)DVD-ROM(標準

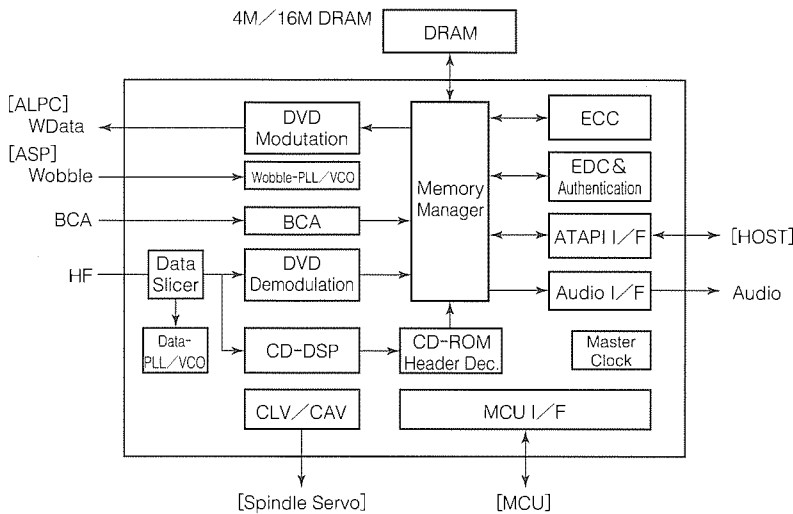


図7. デジタル信号処理LSI(DSP)のブロック構成

DVD	PI (5 Error)	→	PO (8 Error & 16 Erasure)	→	PI (5 Error)
CD	C1 (2 Error)	→	C2 (4 Erasure)		
CD-ROM	Q (1 Error)	→	P (1 Error & 2 Erasure)	→	Q → P

図8. デジタル信号処理LSI(DSP)の誤り訂正機能

速), (b)DVD-ROM(4倍速), (c)DVD-RAM(標準速), (d)CD(30倍速)の各々最適イコライズ状態におけるアイパターンである。

4.2 デジタル信号処理LSI(DSP)

DVD-RAM用デジタル信号処理LSI(DSP)の構成を図7に示す。DVD-RAMエンコーダ, DVD-ROM/RAMデコーダ, CD/CD-ROMデコーダ, バッファメモリ制御, CSS準拠のコピープロテクション, ATAPIなど, DVD-RAMドライブに必要なすべてのデジタル信号処理機能を1チップ(208ピンQFP)に集積した。特長を以下に示す。

- (1) DVDデータを5倍速, CD-ROMデータを40倍速までリアルタイムに可変速対応処理。外付けはEDO-DRAM 1個
- (2) フルエラー/イレージャ訂正, 及び, 繰り返し訂正による強力なエラー訂正機能(図8)。DVDのPO復号では, Error & Erasure訂正により, 信号品質が悪くてもバースト訂正能力を維持しながら高いランダム誤り訂正能力を実現
- (3) データ再生PLL/ウォブルPLLを内蔵。DVD-RAMのウォブルクロックによる同期保護/内挿も行って信頼性を向上
- (4) BCAの検出/エラー訂正をハードウェア化しファームウェア負担を軽減
- (5) デジタルフィルタ付きCLV/CAVスピンドル制御

回路

- (6) 高速HOSTデータ転送機能に対応。PIO mode-4/Multiword DMA mode-2/Ultra DMA mode-2(33Mバイト/s)
- (7) アクティブな処理ブロック以外のクロックを停止するパワーマネジメント機能によって低消費電力化

5. 書換え可能型DVDの展開

DVD-RAMは, リアルタイムビデオ記録用に, ポストVTRの本命として期待されている。MPEG2エンコーダなど関連技術の整備が待たれる。このほか, 大容量, 低コスト, 高速アクセスという従来の可換型媒体にない特長への認識が広まるとともに, デジタル写真のアルバムやパソコンビデオ用ストレージなどの用途も開けていく。また, セットトップボックスに組むストリーマや, カメラ一体型小型ディスクレコーダへの展開も期待されている。

DVD-RAMはランダム記録にもシーケンシャル記録にも適したデータ信頼性の高いフォーマットであり, こうした様々なアプリケーションへの展開に十分にこたえることができる。いまDVD-Forumでは, 現行仕様ディスクへの互換性というユーザーニーズを念頭に置きながら, DVD-RAMの記録容量を4.7Gバイトに拡張している。書換え可能型DVDには, このほかに, DVD-Rのディスクフォーマットを利用して書換え可能型の相変化記録膜を付けたDVD-RWもある。記録容量はDVD-RAMと同じ4.7Gバイトを目指しており, オーサリング用などが想定されている。

DVD-Forumでは書換え可能型DVDの特長を生かしたリアルタイムビデオ記録用アプリケーション仕様の策定にも取り組んでおり, ニーズとシーズの両面からいよいよ書換え可能型DVD普及の基盤が整ってきたと感じている。

6. むすび

大容量の書換え可能型光ディスクには様々な提案が続き活況を呈している。これも強いニーズがあって多くのユーザーから注目されていることの現れであろう。今後, 高画質の映像を収容するために更なる大容量化への要求が強まることと思われる。DVDを生み出した光ディスクはまだまだ発展途上の技術であり, 青色レーザーを利用した飛躍的な大容量化などにたゆみない技術開発が続けられている。こうした努力によってますます広がるユーザーの要望にこたえていきたいと考えている。

120MバイトFDDの薄型化技術

上田 淳* 玉山 等***
 河野裕之* 菅原直人***
 今城昭彦**

要 旨

最近のパソコン性能向上に伴い、大容量のフレキシブルディスク装置(FDD)の市場が拡大している。三菱電機においても、1インチ厚さの120MバイトFDDの量産を1996年から開始した。この120MバイトFDDの普及には、ノートパソコンに搭載できる薄型ドライブの開発が必ず(須)であり、今般、業界初のハーフインチ(12.7mm)厚さのドライブを開発した。

薄型化に際し、光トラッキングのヘッド駆動サーボ系のコンパクト化がポイントとなる。光トラッキングのオプティクスには、ホログラム光学に基づくプレーナオプティクスを開発した。レンズ、ビームスプリッタを透明基板に回折光学素子として集積化し、大幅な小型化を実現した。光学系の高さを11.7mmから2.5mmに、部品点数を5個から1個に削減できた。このプレーナオプティクスの実用化は、

光ディスク装置も含めて業界初である。

磁気ヘッドを位置決めするサーボ系には、片側置きボイスコイルモータ(VCM)を採用した。片側VCMにより、ヘッド駆動系自体の薄型化と周辺部品のコンパクトな配置が可能となった。反面、可動部であるキャリッジの重心と推力作用点が離れるためにモーメントを生じ、機械共振周波数も低くなる。これを克服するために、FEMによる構造解析及び制御系との連成解析を駆使して、サーボ機構を最適化した。この片側VCMの実用化は業界初である。

サーボアルゴリズムには、非線形制御理論に基づく専用アルゴリズムを開発した。非線形ゲインフィードバックを考案し、外乱に対するフォローイング位置誤差を1/2に低減できることを実ドライブで確認した。今後の高速・大容量化に向け、製品化を検討中である。

ヘッド駆動系キャリッジ
 片側ボイスコイルキャリッジ構造
 (ヨーク高さ8.4mm, 現行の1/3の体積)
 (キャリッジ質量7.6g, 現行の1/3)

ハーフインチ厚用 1インチ厚用

↑

ハーフインチ厚用 1インチ厚用

ハーフインチ厚120Mバイト FDD
 高さ12.7mm, 奥行き130mm
 従来型1インチ厚ドライブの42%の体積

光トラッキング用オプティクス
 ホログラム光学適用プレーナオプティクス
 (高さ11.7→2.5mm, 部品5個→1個)

業界初1/2インチ厚さの120MバイトFDD

ノートパソコンに搭載できる業界初の1/2インチ厚さFDD(120Mバイト)を製品化した。薄型化のために、①光トラッキング用として光学系構成要素数を5から1個に削減したプレーナオプティクス、②ヘッド駆動系としてスペース半減のための片側ボイスコイル構造キャリッジを開発し実用化した。また、今後の高速・大容量化に向けて、③非線形制御理論に基づく専用サーボアルゴリズムを開発した。

1. ま え が き

最近のパソコン性能向上に伴い、大容量のFDDの市場が拡大している。当社においても、1インチ厚さの120MバイトFDDの量産を1996年から開始した。この120MバイトFDDの普及には、ノートパソコンに搭載できる薄型ドライブの開発が必須であり、今回、業界初のハーフインチ(12.7mm)厚さのドライブを開発した。

本稿では、薄型化のキープポイントとなった①光トラッキング用プレーナオプティクス、②片側VCM駆動のキャリッジ、今後の高速・大容量化に有効な③非線形サーボアルゴリズムについて述べる。

2. 光トラッキングセンサ

120Mバイトフレキシブルディスクにはステッチと呼ばれるトラッキング専用の溝が刻まれており、そのステッチにレーザ光を照射してトラッキングする。半径方向ステッチ間隔と同程度の集光スポットを持つ3本のビームをディスク上に照射し、その反射光強度を検出する。従来技術では、レンズ、アパーチャ、ビームを3本に分ける回折格子、ビームスプリッタ、偏向素子など多数の部品を組み合わせるこの光学系を実現しており、光学系の薄型化を実現するのは困難であった。そこで我々は、一つの透明基板上に複数の回折光学素子を集積化し、その基板内での内部表面反射によって光をジグザグに伝搬させ光ビームを操作するプレーナオプティクス⁽¹⁾をこの光学系に適用した。

その光学系の光路概念を図1に示す。3ビーム分割用回折格子、ビームスプリッタ回折格子、フレネルレンズなどの回折型光学素子が一つの透明基板上に集積化されている。LD(Laser Diode)の出射光が、プリズム部から屈折によ

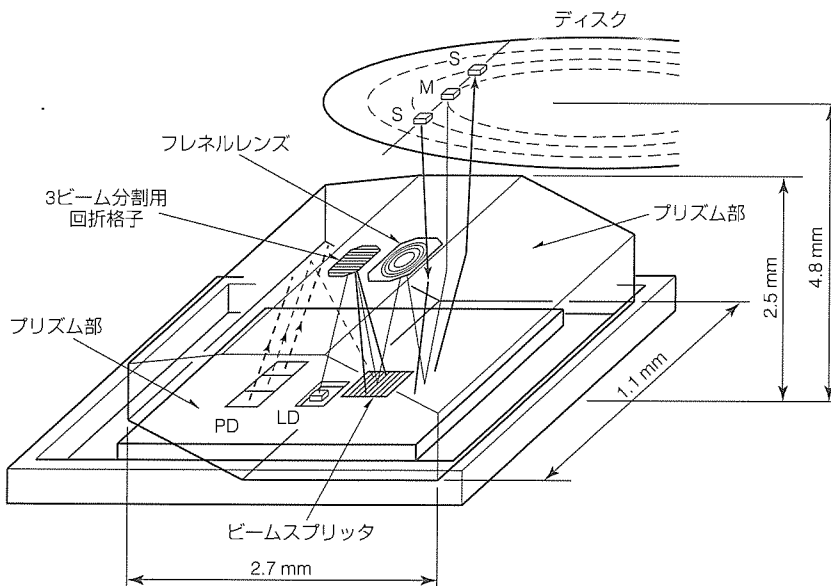


図1. ホログラム応用プレーナオプティクス

て基板内に斜めに入射する。光が入出射するプリズム面を除いて上下反射面は金属反射膜が蒸着されているため、LD光は、3ビーム分割用回折格子、ビームスプリッタ回折格子、フレネルレンズなどの回折型光学素子を順に入射/反射され、ディスク上に三つの集光スポットが形成される。図2に、集光位置でのスポット写真及び各スポットの強度分布を示す。所望の円形の3ビームが得られている。なお、中央のビームのピーク強度がサイドのビームのそれよりも大きいためスポット写真では中央のビームスポット径が大きく見えるが、ピーク強度で規格化した強度分布は3ビームともほぼ同一である。ディスク上における各ビームの反射光強度は、ステッチに対する相対的照射位置によって異なる。この反射光は、ビームスプリッタまで往路と同一光路を伝搬し、その1次回折光がPD(Photodiode)

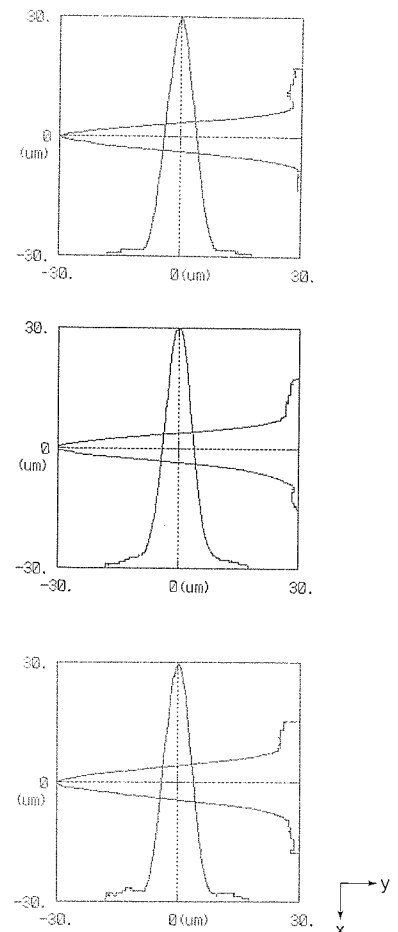
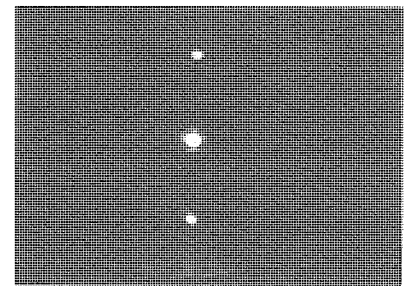


図2. スポット写真及び強度分布

の方向へ導かれ、三つのPDによって各ビームに対応した光強度を検出する。これにより、ステッチ間におけるビーム照射位置、ひいては磁気ヘッド位置が検出できる。このようなプレーナオプティクスの実用化は業界初である。

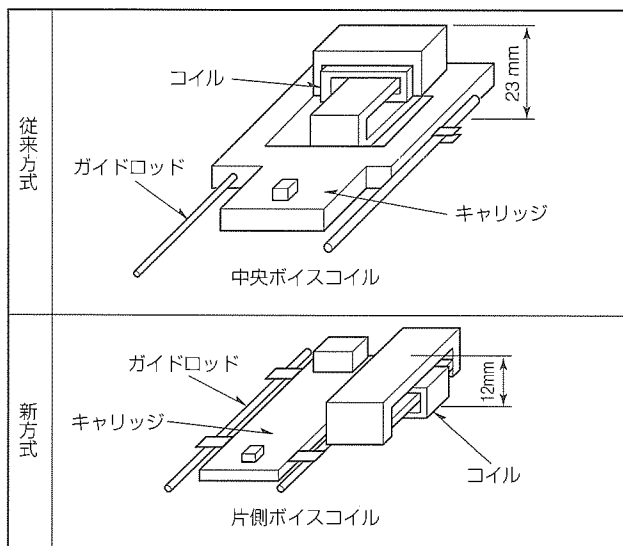
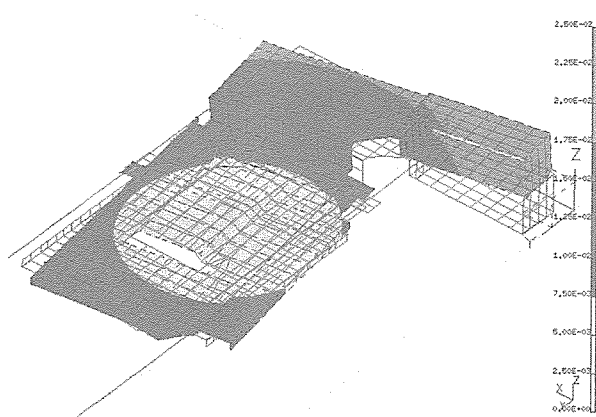
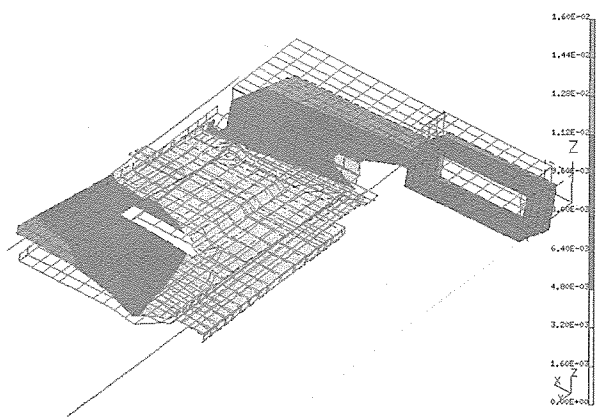


図3. VCMの配置



(a) ヨーイングモード



(b) キャリッジ曲げモード

図4. キャリッジの固有振動モード

3. キャリッジ駆動系

3.1 片側VCM駆動方式

1インチ厚の従来方式と、今回の薄型で採用した新方式を比較して図3に示す。従来方式は、キャリッジ中央にVCMを配置する構成であり、推力発生点と駆動中心がほぼ一致している反面、高さ方向に約23mm必要である。新方式の片側VCM構造では、VCMをキャリッジ横側に配置することで、ICやコネクタなど他の部品のスペースを圧迫することなく高さを12mmに抑えることができ、薄型機への搭載が可能である。オプティクスの小型・軽量化も合わせ、駆動部の質量は22.3gから7.8gへ約1/3の軽量化が可能となった。

3.2 キャリッジの動特性シミュレーション

キャリッジ系(キャリッジ, コイル, ガイドロッド)のFEMによる固有値解析結果を図4及び表1に示す。図の(a)はヨーイングモードである。ガイドロッドがたわみ、キャリッジが剛体回転する。片側VCMでは、キャリッジの重心と推力作用点が離れるため、このような振動モードを生じる。図の(b)はキャリッジ曲げモードである。薄型化によって板厚が制限されるため、このような曲げモードに注意を要する。

FEM解析で得られたモーダルパラメータによってキャリッジ動特性をMATLAB上でモデル化し、制御器を含む開ループ伝達関数を計算した。その結果を図5に示す。交

表1. FEMによる固有値解析結果

固有振動モード	固有振動数
ローリング	470Hz
ヨーイング	1,267Hz
コイル上下曲げ	1,679Hz
コイルローリング(2次)	1,930Hz
ヨーイング(2次)	2,100Hz
キャリッジ曲げ	2,874Hz

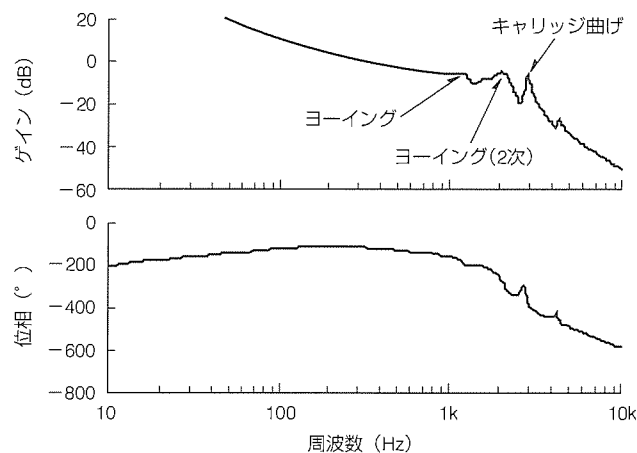


図5. サーボ系開ループ伝達関数

差周波数は350Hzとなっており、目標値をほぼ満たしている。図から、サーボ系に影響を与える振動モードは、ヨーイングモード1,267Hz, 1,930Hz, 及びキャリッジ曲げ2,874Hzであることが分かる。ヨーイングの1,267Hzに関して、キャリッジの軽量化と適切なガイドロッド剛性の設定によって共振ピークを抑えられている。キャリッジ曲げモードは交差周波数の8倍の2,874Hzまでその共振周波数を高めており、サーボ系への影響が抑制できている。

4. 非線形制御理論に基づく専用サーボアルゴリズム

4.1 非線形ゲインフィードバックによるフォローイング

磁気記録媒体に対して読み書き動作を行う場合、所定のトラックにオフトラック量(約1.2 μm)内で追従しなければならない。また、FDD動作仕様には耐振性についても定められており、例えば、正弦波振動で10~500Hz, 0.5Gppである。

今回、図6に示すようなPID(Proportional Integral Derivative)制御に外乱オブザーバと非線形ゲインを加えたサーボ系を考案した。PID制御と外乱オブザーバによって、通常は0.3~0.4 μm の位置誤差で位置決めが可能となっている。非線形ゲインフィードバックは、過大な外乱によって位置決め誤差が大きくなった場合に、比例ゲインをステップ状に大きくすることで一時的にゲインを高める。位置誤差が約1/2トラック内を不感帯とし、通常のPID+外乱オブザーバによる制御を行う。位置誤差が1/2トラックを超えた場合のみゲインを高めるので、通常的位置決め性能の安定性は損なわれない。150Hz, 0.5Gpp外乱を加えたときの位置決め誤差を図7に示す。非線形ゲインフィードバックを用いることで位置誤差は約1/2に低減できている。

4.2 スライディングモード制御によるシーク

トラック間の移動を行うシーク動作には、スライディングモード制御⁽²⁾を適用した。スライディングモード制御は、非線形の切換え制御によって、スライディング面と呼ばれる位相面上の超平面に拘束する制御則であり、制御対象の変動に対して高いロバスト性を持っている。シーク動作では、位置軌道をそのままスライディング面とできるので、従来、逐次位置軌道を計算していた演算部分を省略できる利点もある。

スライディング面と軌道を図8に示す。スライディング面はシーク時間が最短になるような軌道、すなわち等加速度減速軌道を選ぶ。スライディング面に到達するまでは最大加速し、その後、スライディング制御則に切り換える。

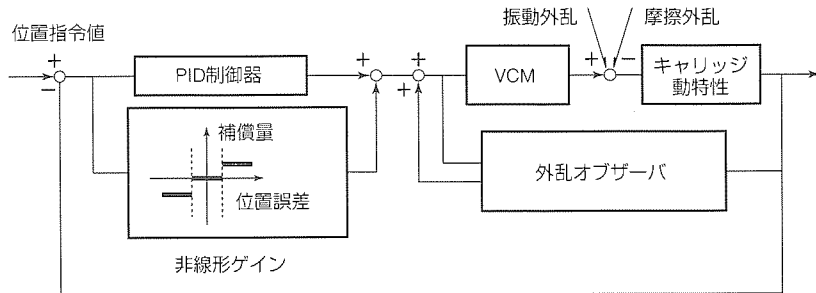
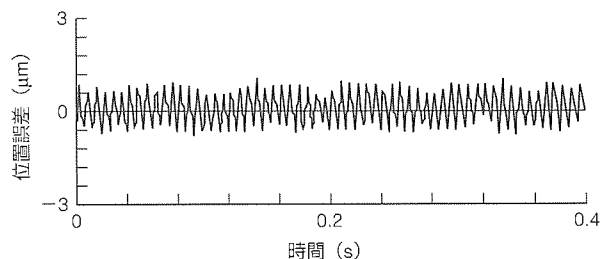
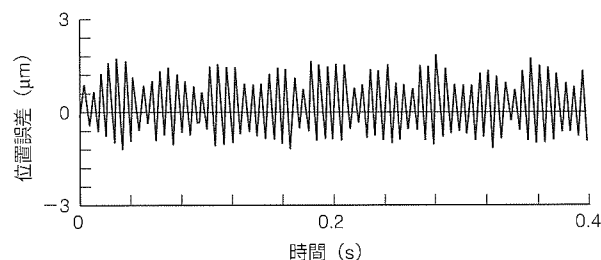


図6. フォローイングサーボ系ブロック線図



(a) 非線形ゲインフィードバックあり



(b) 非線形ゲインフィードバックなし

図7. 非線形ゲインフィードバックの効果

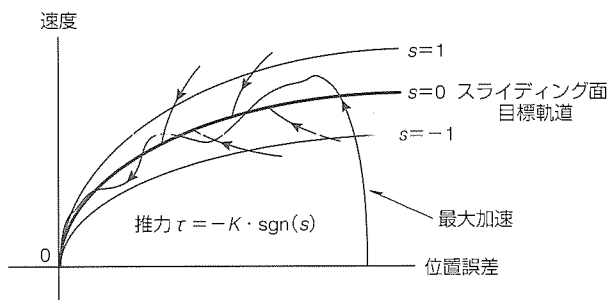


図8. スライディング面

制御則のブロック線図を図9に示す。位置誤差と速度誤差によってスライディング面までの距離を計算し、符号に応じた切換え制御則を行う。状態量をスライディング面に拘束すれば、目標値へ到達する。50トラック以上のロングスパンシークに対してスライディングモード制御則を適用したところ、約85%までシーク時間を短縮できた。また、FDDの横置きと縦置きによる姿勢差に対してシーク時間のばらつきをほぼなくすことができた。

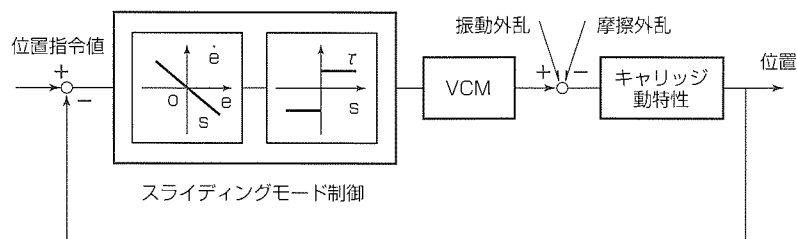


図9. シーク動作ブロック線図

5. む す び

ハーフィンチ厚さを実現するためのキーコンポーネントについて述べた。ホログラム光学系を用いたプレーナオプティクスにより、光学系の高さを従来比1/5に、部品点数を従来の5個から1個に削減した。構造と制御の連成解析を駆使して片側ボイスコイルキャリッジを開発し、質量と体積を従来比1/3に削減した。また、非線形制御に基づく専用サーボアルゴリズムを提案し、位置誤差を1/2にできることを実ドライブで確認した。

今後も、オプティクスとメカトロニクスの技術融合を図り、高速・大容量化に向けての技術革新を目指す所存である。

参 考 文 献

- (1) Jahns, J., Huang, A. : Planar Integration of Free-space Optical Components, Appl. Opt., 28, 1602~1605 (1989)
- (2) Slotine, J.J.E., Li, W. : Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 276~309 (1991)



LANファクシミリ“FA-9570”

曾我巖哉*

要旨

イントラネット／インターネットの急激な普及に伴うオフィス環境の変化，特にパソコン導入台数の急伸，電子メールの一般化は，オフィス業務に今までにない大きな変化をもたらしつつある。

多様なビジネスシーンにおけるメッセージ交換手段としてなくてはならない存在であるファクシミリもまた，この変化に対応した形態と機能，すなわち，ペーパーレス化，パソコン環境に合った操作性とトータルコストの低減等が強く求められている。

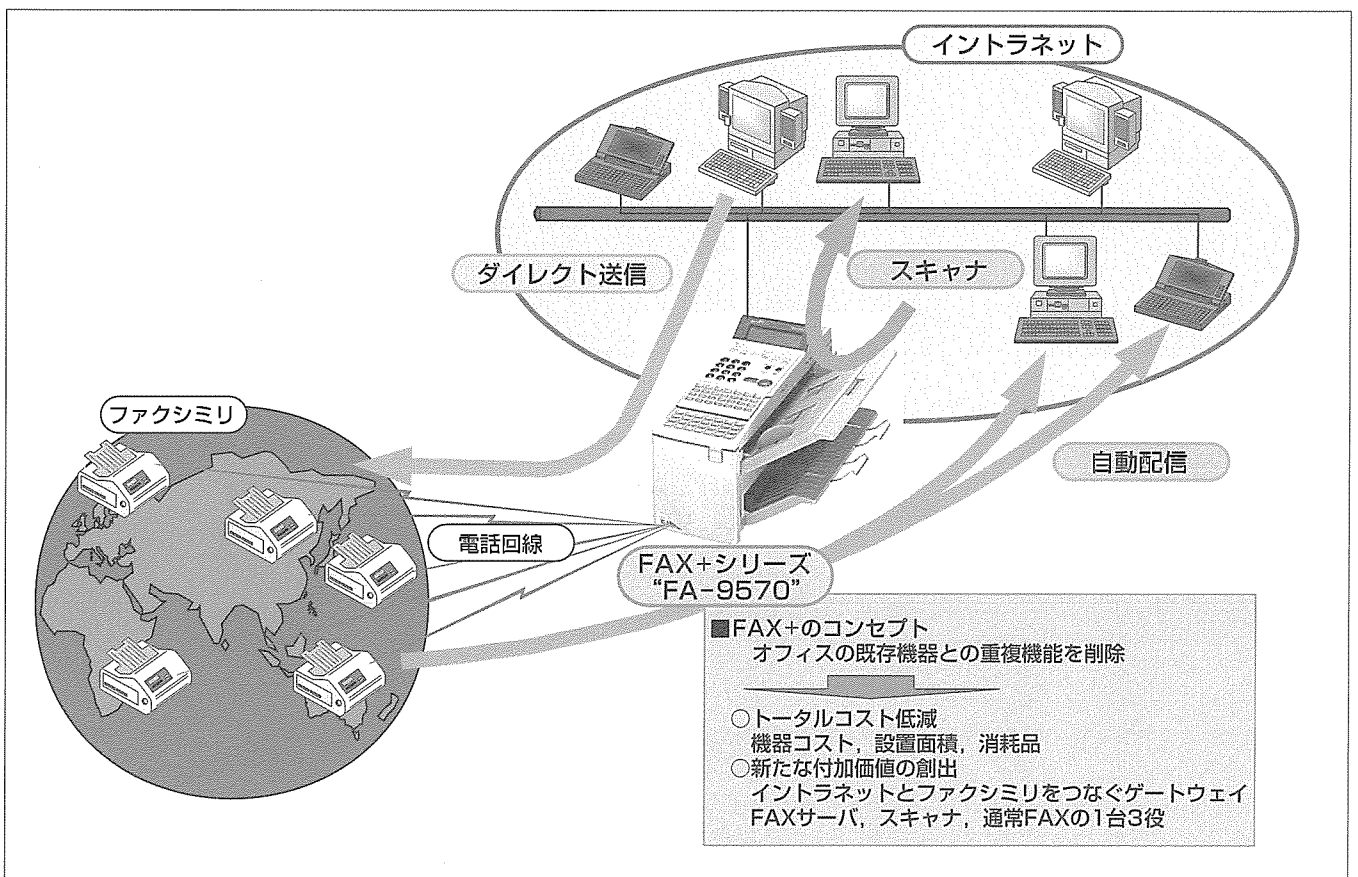
三菱電機ではこの要求に対する独自の解として“FAX+シリーズ”を提案しており，次のような特長を持っている。

- オフィスの既存機器と重複する機能要素の排除

● LAN又は市販プリンタとインタフェース
これによって，次のメリットを実現している。

- 設置面積／消耗品を含めたトータルコストの低減
- 従来からの操作性を維持しつつ，新たな付加価値を創出

ここでは，新シリーズFA-9570について，その特長であるLAN接続，市販プリンタとの接続など豊富なバリエーション，パソコンで作成した文書を印刷することなく直接FAX送信する機能，オンラインスキャナ機能，受信FAXの自動配信機能など，オフィス環境にマッチした特長について述べる。



LANファクシミリ“FA-9570”

当社独自のコンセプト“FAX+”によってオフィスの既存機器と重複する機能を排除することで，トータルコストの低減に寄与し，さらに，ファクシミリとイントラネットを結ぶゲートウェイとして，FAXサーバ，スキャナ，通常FAXの，1台3役の付加価値を創出する。

1. ま え が き

イントラネット／インターネットの普及に伴うオフィス環境の変化に対し、当社独自のコンセプトを持った“FAX+シリーズ”を提案している。

ここでは、“FA-9570シリーズ”を取り上げ、LAN接続を中心に、そのコンセプト、特長、機能の概要について述べる。

2. FAX+シリーズのコンセプト

現在オフィスで普段使用されている機器は、概略次の機能の組合せで構成される(図1)。

- 読み取る
- 印刷する
- 通信する

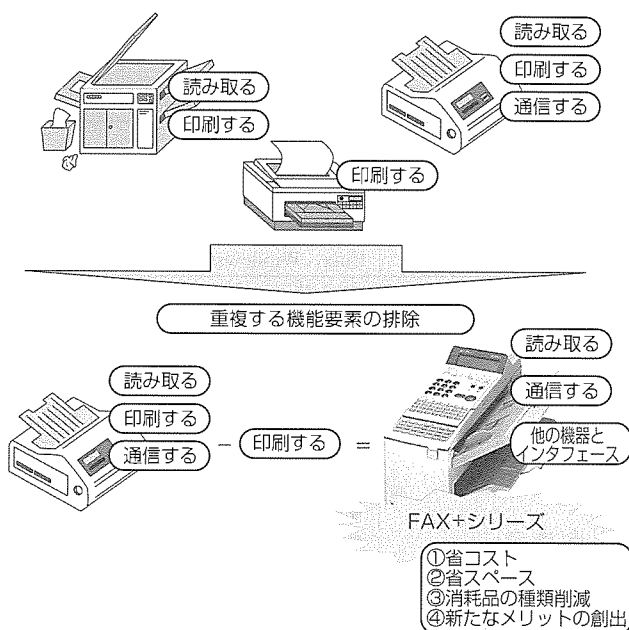
特に、“印刷する”機能を持った機器は複写機、プリンタ、FAXなどと種類が多く、設置面積、機器コスト、消耗品すべてにわたって重複による無駄が生じていることが多い。

この問題を解決するため、当社では次のコンセプトを持った製品を提案している。

- あえてFAXから“印刷する”機能を省く
- その代わりに、既設の“印刷する”機能を持った機器とインタフェースする手段を持つ
- 以上によってトータルコストの低減に貢献するとともに、機器間の連携によって新たな付加価値を創出する

これをFAX+シリーズと呼んでおり、次の2シリーズがある。

(1) FAX+プリンタ(FAXユニット)



プリンタの拡張スロットを使用してパソコンとプリンタを共有するタイプである。

(2) FAX+LAN(LAN-FAX)

LANに直接接続し、以下の機能を持っている。

- パソコン上のアプリケーションソフトで作成した文書をプリントアウトせずに直接FAX送信
- FAX受信した文書を各ユーザーに自動配信
- オンラインのスキヤナ
- 通常FAXと同様の操作で原稿を送信

3. FA-9570の特長

FA-9570はFAX+シリーズのFAXであり、そのコンセプトを継承している。従来のシリーズは、前述のようにインタフェースすべき出力機器として、LAN、パソコン用プリンタを想定していた。FA-9570では一歩進んで、多様なFAX専用の印字ユニットへの接続も可能な構造とした。これにより、印字ユニットを内蔵した従来型FAXにLAN接続オプションを設定することが可能となった。さらに、将来の拡張として、デジタル回線を含めた複数の回線に適應するためのCCU(Communication Control Unit)も出力デバイスとして選択可能となるように考慮されている。

FAXの基本機能としては、高速・高画質を重視し、ユーザビリティを考慮してフルデュアルアクセス^(注1)を実現している。主な仕様を表1に示す。

(注1) 使用したい入出力(読み取り、印字、通信、操作)が使用中／エラー状態ではない限り、動作状態にかかわらず使用可能であること。例えば、送信中でかつ受信文書印字中の送信予約が可能である。

表1. FA-9570シリーズの主な仕様

構成	送受信兼用機
使用回線	加入電話回線、ファクシミリ通信網
伝送速度	最大33,600bps
走査線密度	最大16ドット/mm×15.4ライン/mm
伝送速度	2秒台 ^{*1}
送信原稿サイズ	最大幅297mm、最大長1,100mm
有効走査線幅	読み取り最大304mm、印字最大291mm ^{*2}
記録紙サイズ	A3、B4、A4、B5、A5カット紙 ^{*2}
符号化方式	MELCODE、JBIG、MH、MR、MMR
読み取り方式	CCDによる平面走査
内蔵メモリ	標準2Mバイト
寸法	158mm×517mm×229mm ^{*3}
質量	約6kg ^{*3}
電源	AC100V±10% 50/60Hz
消費電力	動作時最大30W、待機時7W ^{*3}

注 *1 A4判700字程度の当社標準原稿を8ドット/mm×3.75ライン/mmの解像度で、最高伝送速度、MELCODE又はJBIG符号化を使用した場合の画像伝送に要する時間。
*2 専用印字ユニット接続時。
*3 専用印字ユニットは含まない。

4. FAX+LANの必要性／特長

4.1 FAXの必要性

インターネット／イントラネットの普及により、電子メールが急激に普及し、オフィスでの通信手段の一角を占めるようになってきた。しかしながら、以下の理由により、FAXは従来どおり活用されている。

- 1対1通信による高い確実性
- 既設置端末の圧倒的な多さ
- 即時性
- いまだ紙ベースの書類がメジャーであること

今後、電話、FAX、電子メールはそれぞれの長所を生かした住み分けが進むものと思われる。

4.2 オフィスにおける問題点

一方、オフィスでのFAX送信文書を考えると、ワープロ又は表計算ソフトの出力であることが多く、いったんプリントアウトしたものをFAXで送信することが一般的である。また、FAXモデムとFAXソフトを利用して、ワープロ等で作成した文書をプリントアウトすることなく送信することも行われているが、以下の問題点がある。

- パソコン1台に1回線が必要
- 従来型FAXも必要
- 個々のパソコンからFAX送信したログ情報を集中管理不可

4.3 FAX+LANの特長

FA-9570は、ターゲットとしてイントラネットが構築されている企業のFAXのリプレース又は増設を想定し、上記の問題を解決する手段を提供する。

すなわち、FAXにイントラネット経由で複数のユーザーから共有可能なFAXサーバ機能を持たせることによって、次の機能を実現した。

- ログの集中管理を可能とする
- FAX回線数を限定可能
- FAXモデムの使い勝手を提供
- 紙ベースの書類をFAX送信可能

また、FAX+プリンタ機能もオプションで用意しており、FAXの出力は、ハードコピーでなければ満足できないニーズにも対応可能となっている。

さらに“NetPRINT”というソフトウェアを用意しており、これを使用することによって、受信文書を自動的にオンラインプリンタに出力することも可能としている。

主な仕様を表2に示す。

5. FA-9570の構成

以下の三つのボードで構成される。

5.1 メインボード

読み取り、符号化、通信、網制御など、FAXとしての

機能を実現する。

内部で扱う画像データはすべてMELCODE^(注2)符号化されており、その圧縮効率の良さから2Mバイトの画像メモリで約200枚程度の当社標準原稿を蓄積できる。送信時は、MELCODEからJBIG (Joint Bi-level Image Experts Group) 又は在来の符号に変換する。MELCODE符号化には専用のゲートアレーを使用しており、読み取りなどの処理の高速化に貢献している。

さらに、将来の拡張に備えて、通信ボード等とのインタフェースが準備されている。

ファームウェアは、1CPUで要求仕様を満足させるために、通常のモニタは使用せず、独自の仮想モニタの概念を導入してプログラムの軽量化・高速性を実現している。また、オブジェクト指向的構築法を採用しており、再生産性の向上と品質の向上に寄与している。

5.2 拡張ボード

LANボードの制御、メインボードとのインタフェース、外部のパソコン用プリンタとのインタフェース、FAX文書からパソコンで扱うTIFF (Tagged Image File Format) ファイルへの画像変換処理、LAN上のプロトコルサポートを行う。

リアルタイムOSとして火星探査機にも採用されその安定性に定評のあるVxWORKS^(注3)を採用し、LANのプロトコルスタックはOS付属のものを使用している。

クライアントパソコンとのインタフェースは当社独自の

(注2) “MELCODE”は、三菱電機独自の算術符号化方式である。
(注3) “VxWORKS”は、米国ウィンドリバー社の商標である。

表2. FAX+LANとしての主な仕様

適合ネットワーク	
伝送路	イーサネット
ネットワークプロトコル	TCP/IP
インタフェース	CSMA/CD, 10BASE-T
動作環境	
クライアントパソコン	ファイルサーバ
Windows95	Unix, Windows95, Windows NT
Windows NT4.0	Unix, Windows96, Windows NT
注 *ファイルサーバにUNIXを使用の場合はファイル共有のためsambaが必要。 *ファイルサーバにはNFSサーバ機能が必要。	
主な機能	
表示	回転, 拡大, 縮小
送信機能	● 複数文書指定による一括送信 ● 電子電話帳 ● 同報 ● カバーシート ● メモ送信 ● あて先印字 ● 送信履歴/送信結果確認
受信機能	● 自動配信 ● 受信履歴

OFIS(Object for Facsimile and Image Services)を採用しており、ボード内のオブジェクトは、OFISの記述内容に従って、OFISマネージャーによって制御/管理される。

5.3 LANボード

拡張ボードのドータボードで、LANとの物理的インタフェースを行う。

6. FAX+LANシステム構成

FA-9570、記憶媒体を提供するファイルサーバ、クライアントパソコンで構成される(図2)。

6.1 ファイルサーバ

FAX+のコンセプトである徹底的な外部機器とのリソースの共用の観点から、FA-9570本体には大容量の記憶媒体は持たず、送受信する画像情報はファイルサーバ上の記憶媒体にTIFF形式の画像ファイルとして格納される。FA-9570は、NFS^(注4)(Network File System)でこの記憶媒体を共有し、画像ファイルにアクセスする。ファイルサーバにこのシステム独自のソフトウェアをインストールする必要はない。

ファイルサーバ上には、各クライアントに対応するフォルダ、ログイン管理、LAN環境の情報などのシステム情報のフォルダ、及び画像ファイルを格納するフォルダからなるFA-9570用フォルダ構成が作成される。

6.2 クライアントパソコン

クライアントパソコンはFA-9570とソケットを介して

(注4) “NFS”は、米国Sun Microsystem, Inc.の商標である。

インタフェースしており、送信すべき画像ファイルの指示、あて先情報の指示、受信の問い合わせ、ログ情報の問い合わせ等のコマンド/レスポンスを前述のOFISを使用してやり取りする。また、マイクロソフトの共有サービスを利用して、ファイルサーバ上の画像ファイルを扱う。

また、クライアントパソコンには、ユーザーインタフェースのために、“まんまFAX”と呼ばれるアプリケーションソフトをインストールする。“まんまFAX”は、管理プログラム、プリンタドライバ、TIFF画像ビューアからなっている。

(1) 管理プログラム

ログイン管理、送受信のログ情報の表示、送受信文書の指定とビューアによる当該文書の表示、ヘッドレーターの添付、メモ送信(ちょっとだけ送信)、複数文書指定による一括送信(まんま送信)機能などを実現する。

(2) プリンタドライバ

任意のアプリケーションソフトから“印刷”を実行し、プリンタドライバとして“まんまFAX用プリンタドライバ”を選択することで、通常の印刷と同様な手順で送信を行うことができる。プリンタドライバでは、作成された文書をビットマップに展開し、MH(Modified Huffman)符号化した上で、TIFF形式の画像ファイルの作成と、電話番号の入力処理を担当する。

(3) TIFF画像ビューア

TIFF形式の画像ファイルを表示するビューアで、管理プログラムから呼び出される。処理能力の低いパソコンでの使用を考慮してスタンダード版のほかに高速版を用意している。

7. FAX+LAN機能の実現法

主要な機能である、FAX送信、受信、スキャナ機能それぞれについてその実現方法を述べる。

7.1 FAX送信

以下の手順でFAX送信が実現される(図3)。

- ① クライアントが送信すべき文書をファイルサーバの所定のフォルダに格納する。
- ② クライアントからFA-9570に送信先情報及び送信すべきファイルの情報を伝達する。
- ③ FA-9570は、送信すべきファイルを転送する。
- ④ FAX送信可能なデータに展開し、送信先情報を基にFAX送信する。
- ⑤ クライアントからの要求により、FA-9570からクライアントに送信状況/結果を

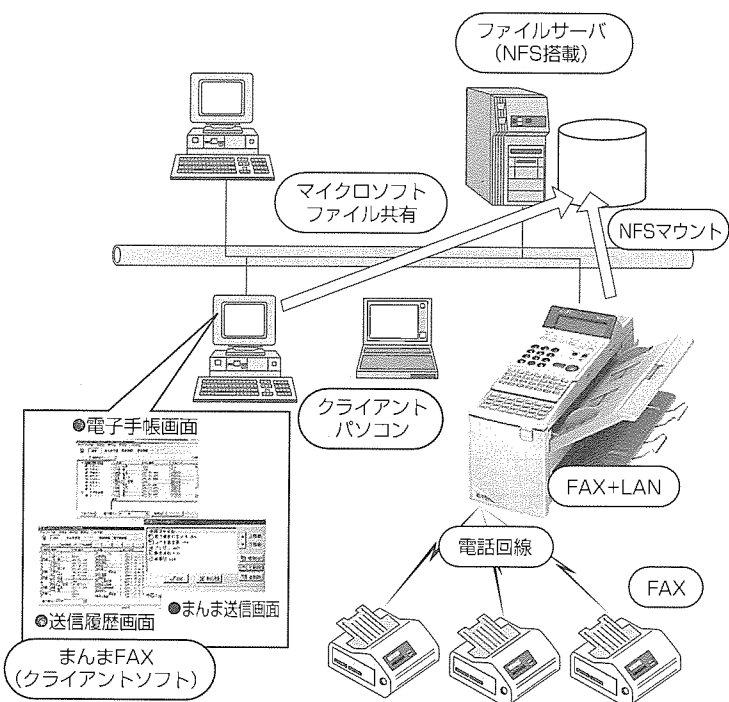


図2. FAX+LANシステム構成

通知する。

送信先情報として、LAN内のほかのクライアントが指定された場合、FAX送信せず、次項に記述する受信と同様の手順で送信先クライアントに配信処理を行う。

7.2 受信(自動配信)

(1) 自動配信

従来からFAXの短所であった受信文書の各個人への自動配信の機能をサポートする。

送信側FAXからクライアントIDが伝送されてきた場合、このクライアントに配信し、クライアントIDがない場合は、設定によって次のうちのいずれか又は両方を選択可能となる。

- 共通文書として扱う

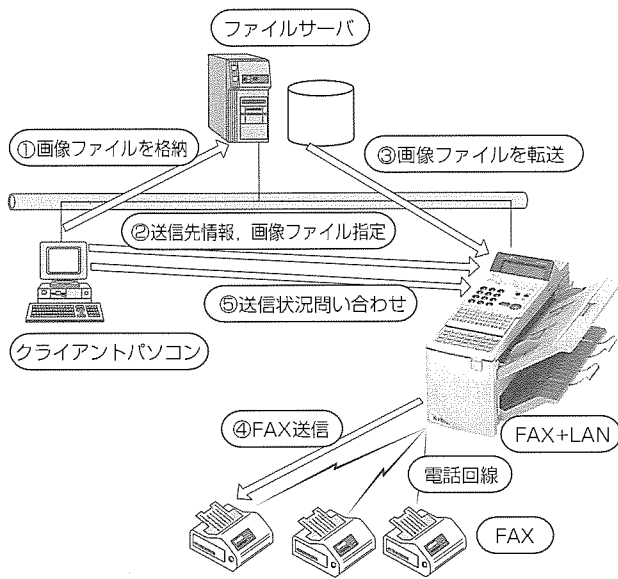


図3. 送信処理の流れ

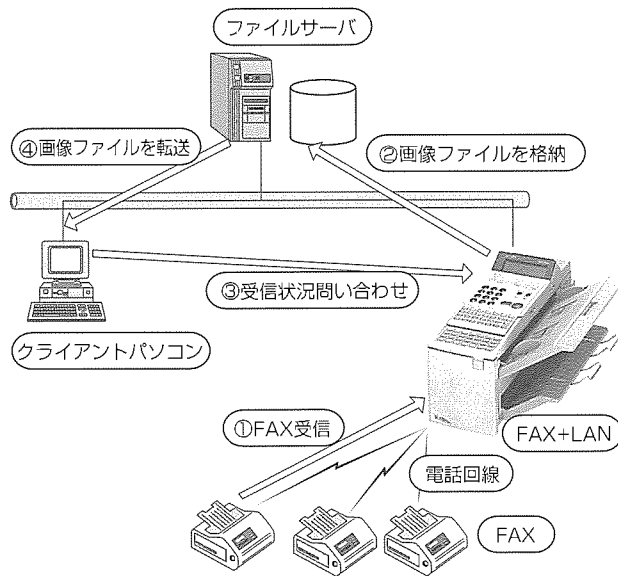


図4. 受信処理の流れ

- プリントアウト

クライアントIDの送受信方式として、次の2種類の方式を搭載している。

- 電話番号の後にプッシュトーンでダイヤルする方式
- Fコード^(注5)指定による方式

(2) 受信処理

受信処理は、以下の手順で実行される(図4)。

- ① FAX受信処理を行い、受信文書をTIFF形式に変換した上で、配信先に応じて所定の場所に格納する。
- ② クライアントからの要求に応じて、受信情報を伝達する。
- ③ クライアントは、新着情報があった場合、ポップアップ等でユーザーに新着情報を表示する。

7.3 スキャナ

FA-9570本体から通常FAXでの送信と同様な手順でクライアントIDを入力し、文書を読み取らせ、以下の処理によって画像ファイルを生成する(図5)。

- ① 読み取った情報をTIFF形式に変換してクライアントIDに応じて所定の場所に格納する。
- ② クライアントからの要求に応じて受信情報を伝達する。
- ③ クライアントは、新着情報があった場合、ポップアップ等でユーザーに新着情報を表示する。

8. FAX+LANシステムの応用

FAX+LANシステムの応用例として、伝票類の自動発送システムを紹介する(図6)。

(注5) “Fコード”は、ITU-T勧告T. 30に規定されているSUB信号号を使用したサービスを通信機械工業会で具体的な仕様としてまとめたもので、Fコード親展、Fコード掲示板などのサービスが規定されている。

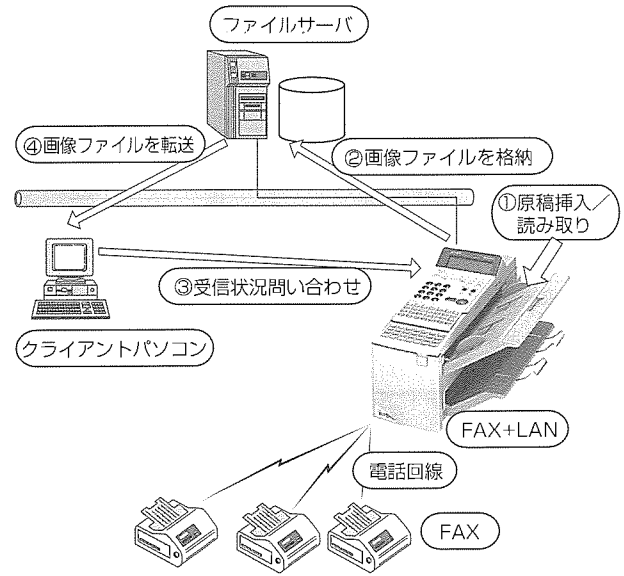


図5. スキャナ処理の流れ

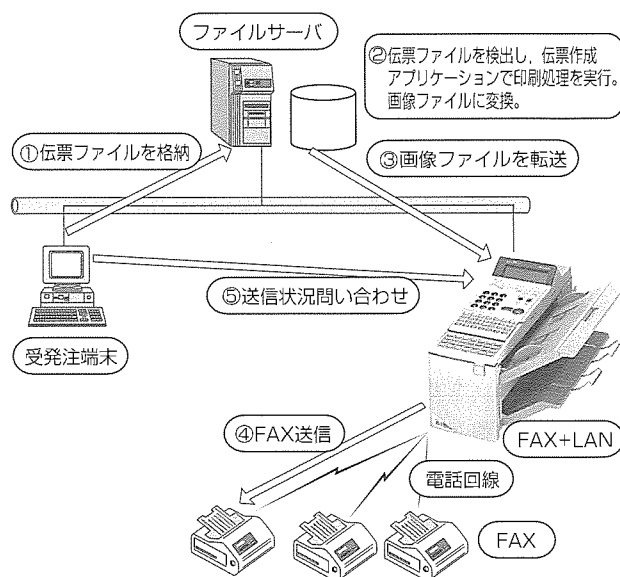


図6. 伝票自動発送システム

従来、受発注業務において、発注書、請求書、納品書など伝票類の発送は主に郵送によっていた。一部チェーン店では専用端末をオンライン接続して完全に電子化したシステムも見られるが、一般的には、伝票による業務が主流である。

近年、業務の効率化のため、伝票原紙を郵送するのではなく、FAXによって受信された伝票を正規のものとして認める動きが顕在化している。

この場合、受発注用端末(パソコン)で定型の伝票フォーマットに必要なデータを流し込み、これをいったんプリントアウトして、FAX送信する手順を採っている。これをより一層効率化するために、FAX+LANシステムに若干のカスタマイズを加えた伝票自動発送システムを提案している。

基本的なFAX+LANシステムを用いても、業務の効率化を図ることはできるが、伝票の定型フォーマットにデータ流し込みを行っている端末で画像情報への展開も実行すると、その処理時間の分、待ち時間を生じることになる。これを防ぐために、伝票自動発送システムでは、次の手順で処理を行う。

- ① 作成された伝票は画像情報に展開せず、伝票作成に使用されたアプリケーションの出力ファイル形式のまま、所定の場所に格納される。このとき、その伝票の送信先情報等を合成したものをファイル名としておく。
- ② 一方、画像情報に展開するために用いるパソコン上では監視プログラムが実行され、上述のファイルの格納を常時監視する。
- ③ 監視プログラムは、ファイルの格納を検出し、伝票作成に使用するアプリケーションを“まんまFAX用プリンタドライバ”を使用して、印刷を実行するオプション

を指定して起動する。

- ④ TIFFファイルに変換された画像ファイルを得る。
- ⑤ ファイル名から送信先情報を得る。
- ⑥ これを前述の送信手順と同様な方法で送信する。

具体的には、発注書や請求書の発送業務に活用されており、効率化に貢献している。

9. 標準化動向及び今後の展開

IETF(Internet Engineering Task Force)でインターネットFAXに関する規格が成立し、ITU-T(International Telecommunications Union Telecommunication Standardization Sector)でも、Tシリーズで複数のインターネットFAXの勧告が検討されている。現時点では、ファイアウォールの透過性から、IETF規格と同様に電子メールにFAX文書をTIFF-F形式で添付する方式が最も有力である。通信コストの削減の要求から、電話回線を経由せずインターネットを使ってFAX送信を行うインターネットFAXを望む声が高い。

しかしながら、いまだ解決すべき課題は多い。その中でも最も大きいのは、本来1対1で通信することによって高い確実性を持ったFAXの機器イメージに電子メールのStore & Forward方式が合うか否かという問題である。

この辺りの問題点を解決しながら、ウェブとの融合、複数FAXの連携などの機能拡張を行うことが今後の課題となる。

また、端末側からのアプローチだけではなく、メッセージングサーバとして、FAX、電子メール、電話を統合し、自動的に最適なメッセージに相互変換するシステムへの展開も検討していきたい。

10. む す び

電子メールの普及により、FAXによる文書のやり取りの将来性に疑問を持つ声も聞かれるが、本稿に述べたように、電子メール、FAXにはそれぞれを補完する長所があり、住み分けが進むものと想定する。

また、FAXは“読む”、“書く”、“伝える”という事務機器に必ず(須)の要素を網羅しており、オフィス環境の変化に伴って形態は変化するとしても、その本質的なところは形を変えて、例えば、システムの構成要素として又はメッセージングサーバとして、何らかの形で残っていくと思われる。

以上の観点から、今後とも、FAXで培った技術要素を核として、周辺の技術動向をにらみながら、楽しく、効率良く仕事のできるオフィス環境をサポートするために、新たな機器又はシステムの提供に注力していきたい。

画像・地図統合型都市景観表現システム

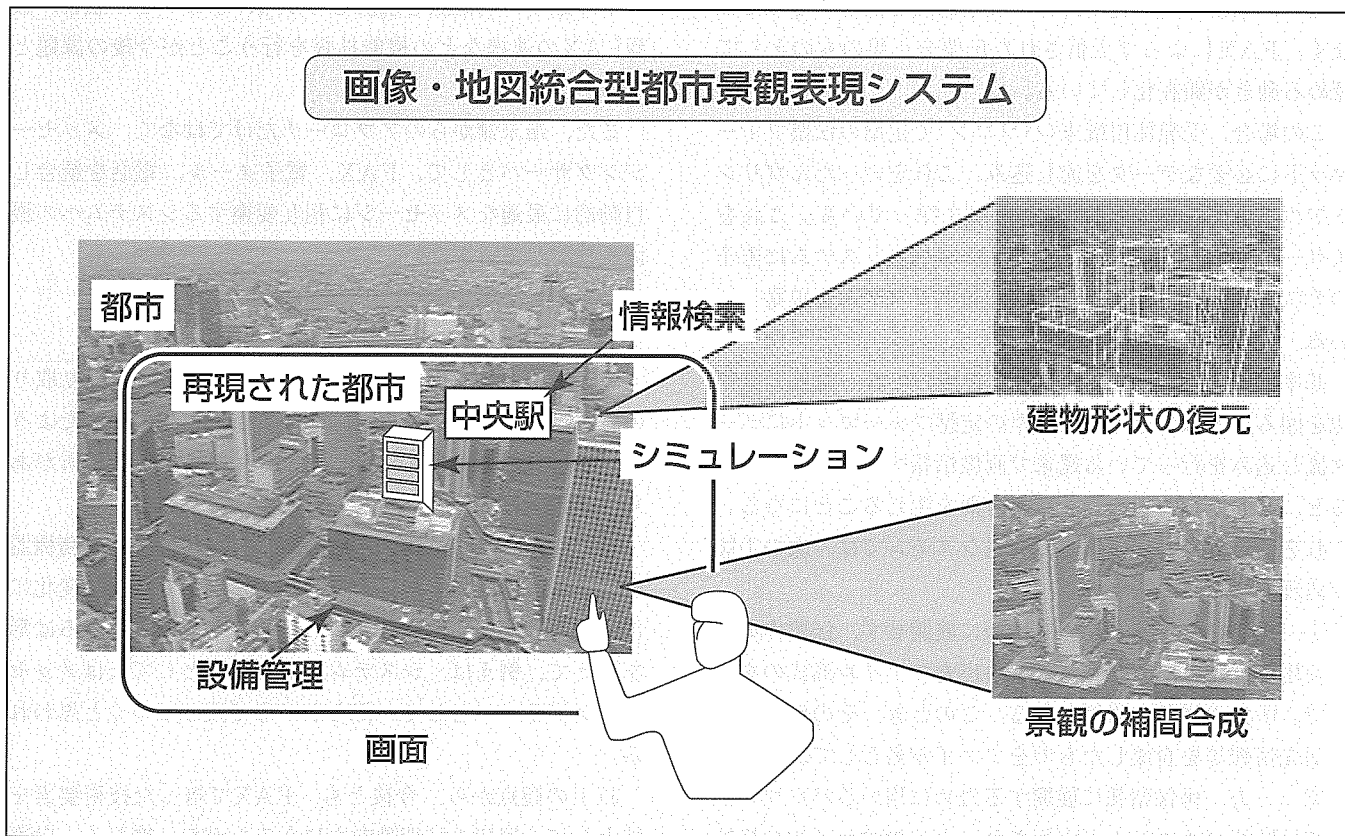
要 旨

地理情報システムでは、都市を三次元空間として立体的に再現したいという要求がある。これは、対象物(街路や設備)の三次元的な形状や配置を再現することで、直感的な理解を可能にするとともに、これにより、作業の効率向上を図るものである。

本稿で述べる画像・地図統合型都市景観表現システムは、写真(画像)と地図とを用いることによって都市の三次元景観を再現し、新たな都市空間の表現方法を与えるものである。

このシステムの特長は、

- 簡易に建物の高さを得て、都市の概略幾何形状を復元
 - 航空写真を基に、上空任意地点の景観を補間合成
 - 幾何情報と画像情報とを統合して都市を表現する
- という点である。ふかん(俯瞰)撮影した航空写真と建物の輪郭情報とを用いてこれらの機能を実現し、計算機上に広範囲の都市空間を再現する。同時に、従来手間のかかっていた景観再現のためのデータ入力が軽減される。景観を再現しての情報検索や設備管理、またシミュレーションなど、地理情報システムに新たな可能性を与えるものである。



画像・地図統合型都市景観表現システムの適用イメージ

都市空間の建物形状情報と写真画像を用い、写真による景観再現を行いつつ、被写体となる設備情報の検索や管理、景観シミュレーションなどを実行する。景観の補間合成機能により、写真中で自由に視点位置が設定できる。また、建物の形状復元機能により、写真中に前後関係正しく既存設備や計画中の設備の像を描くことができる。

1. ま え が き

地図をベースに各種空間情報を計算機で扱う地理情報システム(Geographic Information System : GIS)⁽¹⁾の利用が進んでいる。このGISに対する更なる要求として、対象都市を三次元空間として立体的に再現したいというものがある。これは、GISで扱う事物(建物や設備)が空間上で三次元的な形状や配置をとるため、これをある程度忠実に再現し、正しく理解する仕組みが求められるからである。事物を平面の地図上に図形で示すよりも、実空間、すなわち景観を再現し、その中に実際の形状で表す方が、はるかに直感的で作業効率も向上すると期待できる。

実景観の再現に向けては、一般的に二つのアプローチが試されている。都市全体の幾何形状をシステムに取り込むようとするアプローチと、景観を表す画像(写真)によって空間を表現しようというアプローチである。

まず、幾何情報を用いるアプローチであるが、これは、地図に対し、主に地表や建物の高さ情報を取り込むもので、得られた空間データは三次元都市地図⁽²⁾をなす。この場合、三次元的な景観の再現はもとより、事物の形状情報も得ているため、例えばテレビ中継時のマイクロ波経路のシミュレーション⁽²⁾や、携帯電話等の電波の伝搬シミュレーション⁽³⁾といったことが実行できる。高さの設定は、建物の階数から推定したり、又は航空写真を用いる三次元計測などによって行われる。

もう一方の画像情報を用いるアプローチは、実際の景観を写真撮影して画像情報として取り込み、これを提示することで都市の実際の姿を表すものである。これは、事物の色・模様・質感など情景中での詳細な態様を、実際に目にする風景として確認したい場合に有効となる。ビデオ映像を用いる事例⁽⁴⁾や、防災システムにおいてヘリコプターからの中継画像を活用する事例⁽⁵⁾が示されている。

ところで、この両者を併せ持ち、統合して扱うことができれば、新たな機能を実現することができる。例えば、実画像を介しての地図データの検索⁽⁶⁾や、計画中の事物を前後関係正しく写真中に配する景観シミュレーションといったことである。しかしながら、いまだ広範な都市空間の再現までには至っていない。共にデータ(高さ情報、写真画像)の効率的な取得が大きな課題として残っているからである。

本稿で述べる画像・地図統合型都市景観表現システムは、幾何情報と画像情報を統合し、新たな都市空間の表現手法を示すものである。俯瞰撮影した航空写真(画像)と建物の輪郭情報(地図)とを用いて建物の高さを得て、さらに、その航空写真画像をベースに景観を補間合成することにより、計算機上に広範囲の都市空間を再現する。図1にこのシステムの概要を示す。

以下、幾何情報・画像情報の処理方式を中心に、このシステムについて説明する。

2. 形状復元による都市の再現

都市の幾何情報(建物の高さ情報)を取得する場合、その正確な値を簡易に得ることが課題となる。一般的に行われている階数からの推定では実際との誤差を防ぎ切れず、三次元計測による場合は処理が複雑となる傾向が強い。このシステムでは、地図から得られる輪郭と複数の写真とを用いて、適切な値を付与するように構成した。

2.1 高さの自動復元

画像から対象の形状を復元することは、コンピュータビジョンの大きなテーマである。しかしながら、現在のところ、複雑な対象に関して十分な解決がなされているわけではない。都市の景観を考えてみると、建物が密集し各々の全体像が見えることはまれで、しかもそれらは細部に複雑な形状を持っている。建物のほかにも、街路樹や車など付加的な物体も多数存在する。また、屋外であるため、照度条件などを一定に保つことができない。これらは、計算機による自動認識にとっては非常に困難な条件である。そこで、建物の輪郭に高さを与え、多角柱で近似することが一般的である。この建物の高さを与える際に、画像を用いる手法を採用する。これは、建物の高さに絞れば、ある程度正確な復元が期待できることによる。以下、高さ復元処理の概略について説明する。

図2に示すように、複数枚の写真画像を用意し、これを用いて三角測量の原理によって高さを復元する。ここでは、上空から斜め下方を撮影した写真を用いた。手順は次のようになる。

- (1) 画像を用いて都市空間中の点(建物の角など)を検出し、その三次元位置を計算する。
- (2) 建物の輪郭情報を用い、検出された点がどの建物に属する点かを判定する(点が輪郭内に入るかどうかで判定)。

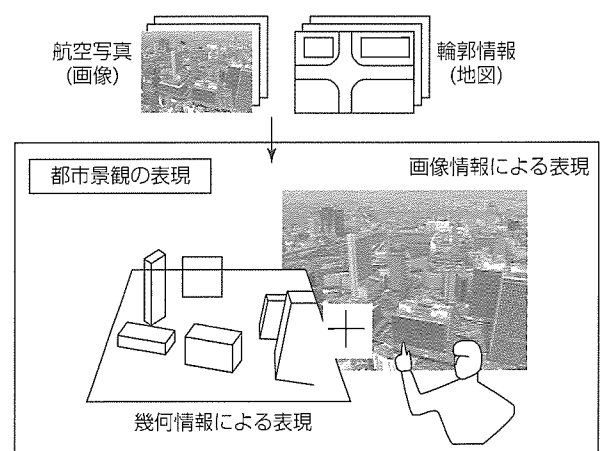


図1. システムの概要

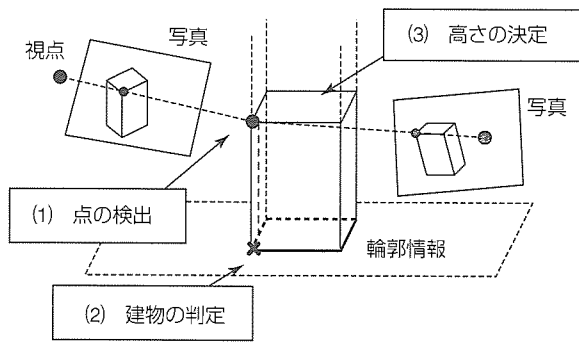


図2. 建物の高さの決定

(3) 各建物について、それに属する点から高さを決定する。これは、最も高い位置にある点を建物の上面の点とみなし、その高さをもって建物自体の高さとするで行う。

実行例を図3に示す。2枚の航空写真画像を用いて点を検出し、位置座標の計算を行っている。点の検出と座標復元には、文献(7)に示された手法を用いた。ここで用いた画像は家庭用ビデオから入力したものであり、画質の面で十分ではないが、それでも大部分の建物で正確な高さの設定に成功している。

2.2 高さの変更機能

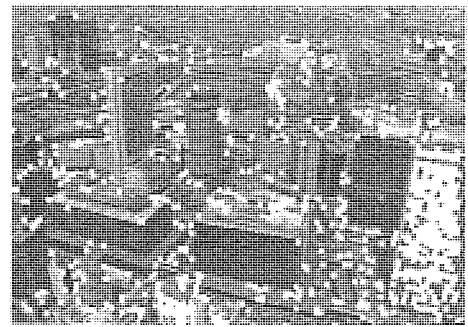
上記手法では、残念ながら、必ずしも正確な高さが得られるとは限らない。それは、用いた画像の画質や建物自体の形状・色により、点の検出漏れや誤検出が避けられないためである。また、建物の改築により、高さが変更になることもあり得る。そこで、このような箇所に対して、対話操作によって高さの修正を行う機構を設ける。これは、図3(b)の画面例のように、画像を背景に建物を表す多角柱群を重ね書きし、指定した建物について、画像中の建物像を参考にして高さを修正していくものである。

以上の処理により、建物に対して容易に適切な高さを設定できるようになる。このように、建物の輪郭が与えられているならば、簡単な処理と操作で、容易に都市のモデルを構成することが可能になった。

3. 画像合成による都市の再現

画像情報を用いて都市空間を表現する場合、景観を提示できる位置が限られることが最大の課題である。通常、写真を撮影した位置でしか景観を再現できない。都市空間の再現を行うには、写真画像の補間合成を行い、自由な視点移動を実現する必要がある。

このシステムでは、俯瞰撮影された航空写真を用い、上空からの景観を補間合成することを実現した。俯瞰した写真を用いるのは次の理由による。まず、都市のイメージがつかみやすいことである。航空写真でも真下を撮影している場合、平面的な位置関係を知るには良いが、地上から眺



(a) 特徴点検出結果



(b) 高さ決定結果

図3. 建物の高さの設定例

めたときとは感覚が異なってしまう。次に、広範な都市領域を比較的容易に像に収められることが挙げられる。地上からの撮影で建物を漏れなく写真に収めようとすれば、あらゆる道路上でそれに面した建物を撮影しなければならない。

景観の補間合成には、我々が開発した手法“イメージウォークスルー⁽⁸⁾”を採用している。この手法は、画像を基に環境を表現するImage-Based Renderingの手法であり、既存画像の部分的な張り合わせによって、新たな画像を合成する。画質が保たれること、対象の詳細な形状情報を必要としないこと、そして複雑な前処理が要らないこと、などを特長とし、実環境の再現に適している。図4に、新たな視点位置に対する景観画像の補間合成例を示す。図中、点線で示すのが張り合わせの境界部分である。おおむね自然な画像が補間合成できる。都市全体をカバーするような写真がそろえば、その連続的な視点移動画像の補間合成により、都市上空の仮想的な飛行映像の提示(フライスルー)も可能となる。

以上の構成により、このシステムのオペレータは、写真の撮影位置にとらわれず、好みの位置からの景観を再現し、これを参照しながら作業を行うことが可能になる。前述した地図情報の検索や景観シミュレーションに効果を発揮する。さらに、図5に示すように、設備(地下配管)の管理においても、都市の画像情報と幾何情報を活用することにより、その正しい位置の確認が容易なものとなる⁽⁹⁾。

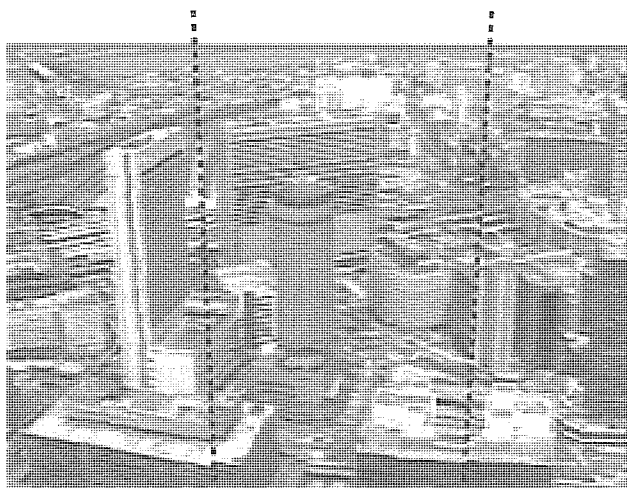


図4. 景観画像の補間合成例



図5. 設備(地下配管)の重畳描画による管理

4. む す び

画像(写真)と地図(建物輪郭)を基に幾何情報と画像情報を統合するシステムについて述べた。これにより、新たな都市空間の表現が可能となる。

このシステムの特長は、

- (1) 容易に建物の高さを得て、都市の形状復元が可能
 - (2) 航空写真を基に、上空任意視点の景観を補間合成
 - (3) 幾何情報(建物形状)と画像情報(景観画像)との併用により、総合的な都市空間の表現が可能
- という点である。都市景観を多角的に表現でき、新たな可能性を与えるものといえる。

今後、実システムへの適用に向けて、更に検討を進めていく。

参 考 文 献

- (1) バーロー, P.A.: 地理情報システムの原理, 古今書院 (1990)
- (2) 田島 進: 3次元都市地図の可能性を探る, 日経CG, 1997年4月号, 120~124 (1997)
- (3) 稲沢良夫, 千葉 勇: 市街地電波伝搬シミュレータ,

三菱電機技報, 71, No.10, 916~919 (1997)

- (4) 久永 聡, 中村一二, 脇本浩司, 田中 聡: 地図表示ユーザインタフェースを用いた映像検索方式, 情報処理学会第56回全国大会, 6U-06 (1998)
- (5) 金子訓士, 久野信幸, 森田俊二, 塩谷浩平: 高機能ヘリコプターテレビシステム, 三菱電機技報, 71, No. 8, 721~726 (1997)
- (6) 藤井 稔, 柴崎亮介, 館村純一: 実風景映像と3次元空間データの融合によるGIS ユーザインタフェースの実現の試み, 写真測量とリモートセンシング, 36, No. 3, 34~42 (1997)
- (7) Beardsley, P., Torr, P., Zisserman, A.: 3D Model Acquisition from Extended Image Sequences, Proc. ECCV'96, II: 683~695 (1996)
- (8) 亀井克之, 瀬尾和男: 空中撮影画像による仮想空間フライスルー, 電子情報通信学会1997年総合大会, D-12-148 (1997)
- (9) 玉田隆史, 亀井克之, 瀬尾和男: ビデオ空間とCG空間の融合による高解像度3次元仮想都市空間管理環境の構築, 日本バーチャルリアリティ学会第1回大会, 191 (1996)

仮想三次元空間表示技術を応用した 昇降機のバーチャルモダニゼーション

前原秀明* 蒲原捷行**
中村 亘* 佐藤好春**
田中 聡*

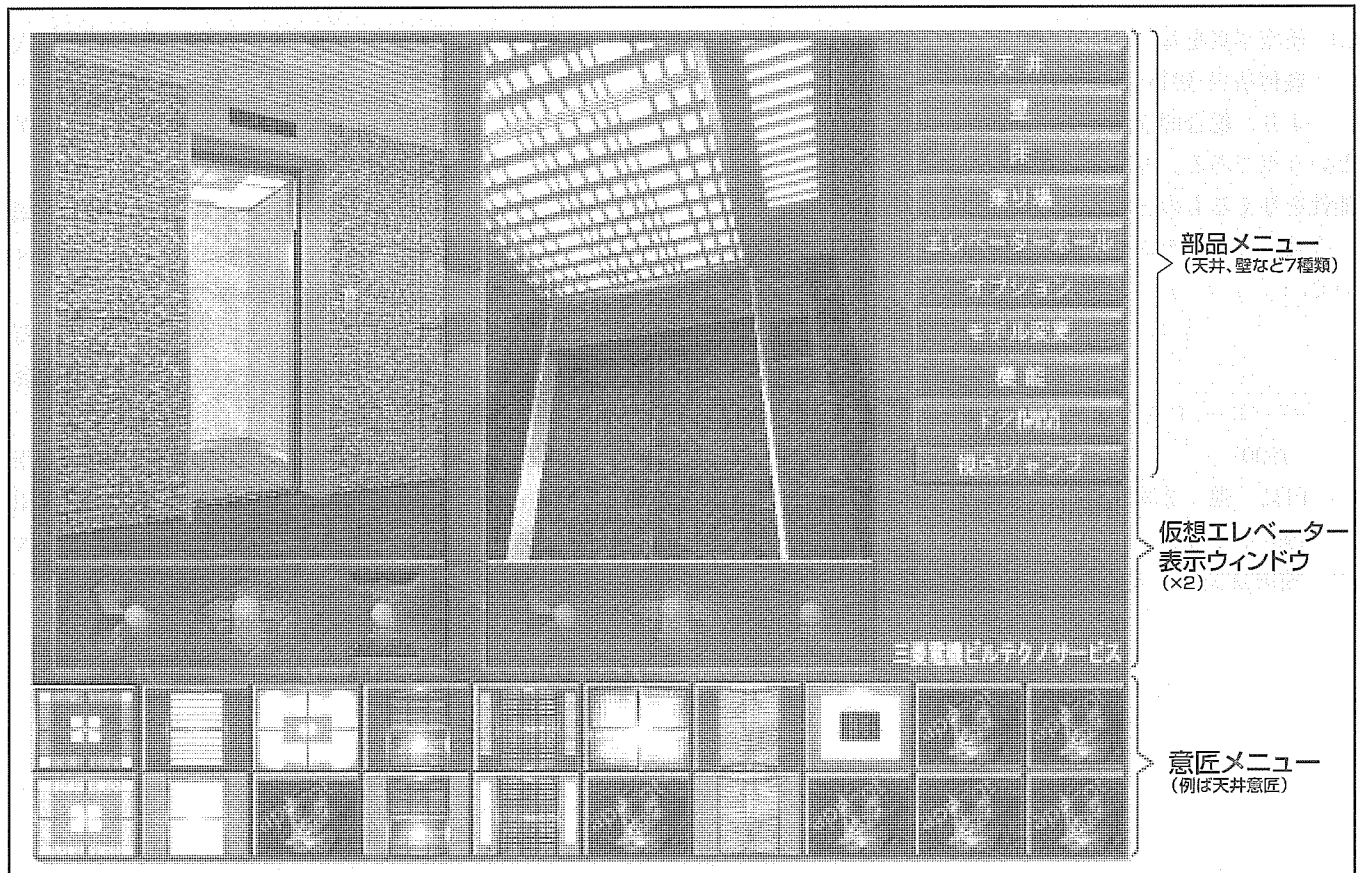
要 旨

三菱電機ビルテクノサービス(株)では、既設エレベーターの天井照明や壁の模様などの意匠変更、制御装置の取替えなどの、モダニゼーション業務を行っている。この商談の際に、制御装置の高性能化や安全装置の取付けなど機能面でのメリットをアピールすることは比較的容易であるが、天井や壁などエレベーターの意匠変更のメリットについては、商品カタログなどを使った説明だけでは、顧客を納得させることが難しいという問題があった。このような背景から、次の条件を満たす営業支援システムが期望されていた。

- エレベーターを様々な視点から見ながら、顧客が意匠の組合せを検討できること

- 顧客のエレベーターホールの写真に意匠変更したエレベーターを合成して表示できること
- 営業員が持ち運びできる携帯型パソコン上で動作し、客先でのプレゼンテーションができること

我々は、これらの条件を満足するシステムを構築する技術として、仮想三次元空間表示技術(バーチャルリアリティ)に着目した。そして、動作速度や現場写真の取り込みなどの課題を独自の技術によって解決し、昇降機モダニゼーション提案システムを開発した。このシステムは、三菱電機ビルテクノサービスの支店に配布されて営業活動に使用する準備が進められており、モダニゼーション事業に寄与することが期待されている。



“バーチャルモダニゼーション”の画面例

画面の左方と中央に2枚の表示ウィンドウがあり、それぞれ独立した視点から、同一の又は異なる意匠の仮想エレベーターを観察することができる。視点は簡単な操作によって自由に滑らかに動かすことができる。画面の右方にはエレベーターの部品を選択するメニューがあり、画面下方に表示されるメニューから意匠の種類を選択することによって仮想エレベーターの意匠を対話的に変更することができる。

1. ま え が き

バーチャルリアリティの名称で知られる仮想三次元空間表示技術が出現してから数年が経過し、一部の成果は研究レベルを脱して、様々な実用アプリケーションが開発されつつある。しかしながら、これらはテレビゲームや映画などのアミューズメント向けのもの、米SGI社のワークステーション上で動作する設計や科学的解析を行う専門的なアプリケーションであり、三次元グラフィックスボードを追加できない携帯型のパソコン上で動作する実用アプリケーションはこれまで開発されていなかった。

このような状況下で、我々は、携帯型のパソコンで動作する仮想三次元空間表示技術を応用したビジネスアプリケーションの研究開発に取り組んだ。

本稿では、この成果として、エレベーターのモダニゼーション事業の営業活動を支援するプレゼンテーションシステム“バーチャルモダニゼーション”の開発事例と、そこに実装した特長技術について紹介する。

2. バーチャルモダニゼーションの目的と課題

2.1 目 的

三菱電機ビルテクノサービス(株)は、業務の一環として、顧客ビルの資産価値を高めるエレベーターのモダニゼーション業務を行っている。ここでは、既設のエレベーターにおいて、天井照明のデザインや壁の模様などの意匠変更、制御装置の取替えなどを行っている。この商談の際に、制御装置の省電力性など機能面でのメリットをアピールすることは比較的容易であるが、天井や壁などエレベーターの意匠変更のメリットについて顧客を納得させることは難しいと言われている。意匠の変更についての説明では、天井デザインの写真や、壁/床の実サンプルを張り込んだパンフレットが通常使用される。しかしこの方法では、個々の意匠について知ることはできるが、それらを組み合わせた結果がどうなるかは、顧客の想像力にまかせなければならないという問題があった。さらに、顧客のエレベーターやホールの雰囲気はどう変わるかを説明することは甚だ困難であった。この問題を解決する手段として、まず第一には、顧客のエレベーターホールの写真を撮影し、タッチソフトを使って、モダニゼーション後のエレベーターホールを合成した写真が使用されていた。第二としては、グラフィックスワークステーションをショールームに設置し、エレベーターとエレベーターホールの仮想三次元空間を計算機上に制作して、顧客へプレゼンテーションすることが行われている。しかし第一の方法では、プレゼンテーションにおいては1枚ないし数枚の写真を提示するだけであるので、視点を変えて見たり、異なるデザインを試みるなどのことが即座には行えないという欠点がある。また第二の方法で

は、これらの欠点はないが、顧客へのプレゼンテーションの実施がショールームに限定されるという欠点がある。これらの状況を整理すると、

- ①任意の視点移動が可能
- ②意匠を組み合わせた画像表示が可能
- ③携帯型パソコン上で動作可能

という条件を満足するプレゼンテーションツールが必要であることが分かる。さらに、モダニゼーション後のエレベーターの映像を、

④顧客のエレベーターホールの映像に合成可能であれば、顧客ごとの最適なプレゼンテーションが可能となる。

したがって、上記四つの条件を満足した訴求力の高いモダニゼーション提案を行うことが、バーチャルモダニゼーションの目的である。

2.2 課 題

前節の四つの条件のうち、①及び②を満足するシステムを構築するための基本技術として、我々は、仮想三次元空間表示技術に着目した。ここで前節の③携帯型パソコン上での動作を可能とするためには、描画の更新速度、すなわちフレームレートを確保することが重要である。フレームレートを決定する要因は、ポリゴン数(仮想三次元空間表示技術におけるデータの単位)、レンダリング(ポリゴンへの色付け処理)方法、表示解像度の三つである。

レンダリング方法を固定した場合、一般に、ポリゴン数を減少させるとフレームレートは高くなるが、リアリティが低下するという性質が知られている。同様に、表示解像度を減少させると、フレームレートは高くなるが、リアリティが低下する。このように、フレームレートとリアリティは、ポリゴン数と表示解像度を要因とするトレードオフの関係にある。そこで、フレームレートに関する課題に前節④の条件を加えて、次のように課題を設定した。

- リアリティを維持し、ポリゴン数を低減する
- 表示解像度を確保し、フレームレートを維持する
- 現実の空間に基づく仮想空間を簡単に生成する

本章では、これらの課題を解決して試作したバーチャルモダニゼーションの機能概要について述べる。各課題の解決方法については、4章でシステムの特長として述べる。

3. 機 能 概 要

システムの全体構成を図1に示す。システムの機能は、以下に示す三つの基本機能とその他の付随機能とからなる。

3.1 視 点 移 動

三次元仮想空間内に制作されたエレベーターを乗り降りしたり様々な方向から眺めた場合の映像を、操作者の操作によってリアルタイムに得られるように、仮想空間内の視点を移動する機能である。計算機の操作に不慣れな営業員

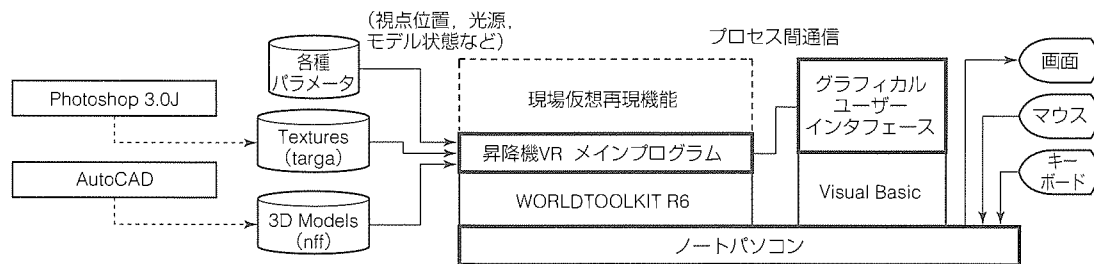


図1. バーチャルモダニゼーションのシステム構成

であっても操作できるように、矢印形状のGUI (Graphical User Interface)をマウスで直感的に操作するように工夫されている。視点移動のパターンは、前後移動、右/左回転、上下移動、仰/ふ(俯)角回転が備えられている。この基本的な視点移動機能のほかに、あらかじめ決めておいたかご室、エレベーターホール、乗り場などの位置に視点をジャンプさせる機能と、あらかじめ決めておいた経路に従って視点を自動的に移動させる機能が付加されている。

3.2 意匠変更

昇降機のモダニゼーション提案における最も基本的な機能として、三次元仮想空間内に構築したエレベーターの天井/壁/床などの意匠を、GUIによって提示されたメニューから選択して対話的に変更することができる意匠変更機能がある。仮想空間中のエレベーターは幾つかのポリゴンで構成されており、それらのポリゴンの表面にマッピングするテクスチャを変更することにより、仮想エレベーターの意匠を変更することができる。また、仮想エレベーターにポリゴンを追加することによって、鏡や手す(摺)りなどのオプション部品を装備させることもできる。なお、意匠の種類は、三菱電機の規格型エレベーターのものに準拠している。

GUIの仮想ボタンの表面には実際の天井の写真や壁のパターンの写真がマッピングされているため、操作者は直感的に意匠の選択を行うことができる。

3.3 現実空間の簡易再現

上記で述べた現場空間の仮想再現技術を使って、顧客のエレベーターホールを撮影した写真から、エレベーターホールを三次元仮想空間中に構築し、仮想エレベーターを合成することができる。合成後は同様に、視点移動やかご室の意匠変更などの機能を実行することができ、顧客は自分のエレベーターホールがモダニゼーションによってどのように変わるかを視覚的に理解することのできるプレゼンテーションを受けることができる。図2に現場空間の簡易再現の表示例を示す。

3.4 その他

仮想エレベーターの扉は、GUIの操作によって開閉する

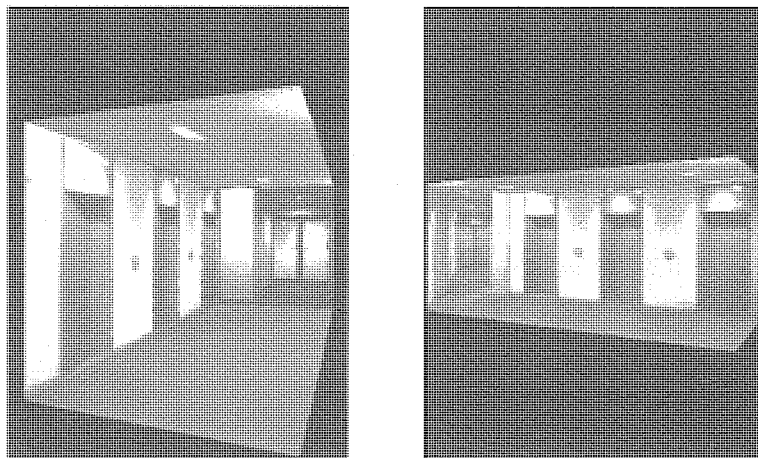


図2. 現場空間の簡易再現例

ことができる。意匠変更機能を使って選択した意匠の組合せを記録したり再現することができる。また、画面の表示内容をビットマップファイルとして出力し、カラープリンタの接続している計算機にフロッピーディスクなどで送ることにより、プレゼンテーションのカットをカラー印刷することもできる。補足的な機能として、視点の移動速度を調整する機能がある。この機能は、計算速度の異なる複数のノートパソコン上でシステムを運用する場合に必要となる。

4. システムの特長

4.1 ポリゴン数の低減 — ポリゴンの最適配分 —

ここでは、フレームレートを維持するためのポリゴン数の抑制方法を提案する。この方法の概要は次のとおりである。

まず、想定する携帯型パソコンの性能と、表示画素数やレンダリングオプション等のアプリケーションの仕様とから、最低限のフレームレートを維持できる最大のポリゴン数を求め、そのポリゴン数を仮想空間内に配置するオブジェクトに配分する。

リアルタイムCG (Computer Graphics) のアプリケーションにおいて視点移動に伴う映像のスムーズな更新を行うためには、毎秒10以上のフレームレートが必要である。フレームレートを決定する他の要因、レンダリング方法と表

表 1. 仮想エレベーターの部品別ポリゴン数

(a) 構成部品別重要度(単位：百分率)

ホール	乗り場ボタン	三方枠	出入口柱	乗り場ドア	かご室ドア	敷居	天井	壁	床	操作盤
6	4	9	9	7.2	7.2	3.6	37.8	5.4	5.4	5.4

(b) 最小必要ポリゴン数

ホール	乗り場ボタン	三方枠	出入口柱	乗り場ドア	かご室ドア	敷居	天井	壁	床	操作盤
6	1	3	3	4	4	2	1	4	1	2

(c) 計算によるポリゴン数 (P=60)

ホール	乗り場ボタン	三方枠	出入口柱	乗り場ドア	かご室ドア	敷居	天井	壁	床	操作盤
9.215	1.0239	6.9113	6.9113	7.372	7.372	1.843	9.6758	5.529	1.3823	2.7645

(d) 実際に配分したポリゴン数

ホール	乗り場ボタン	三方枠	出入口柱	乗り場ドア	かご室ドア	敷居	天井	壁	床	操作盤
6	1	5	3	6	6	2	16	4	1	8

示画素数を一定にすると、想定する携帯型パソコンのマシンスペックから、毎秒10のフレームレートを維持するポリゴン数の上限値を経験的に又は実測によっておよそ求めることができる。この上限値を P_1 とする。ある仮想空間内に配置するオブジェクトの数を n とし、オブジェクト i (i は $1 \sim n$)の三次元構造の複雑さ(ここではサーフェスモデルで構成する際に必要なポリゴン数とする。)を c_i とする。またオブジェクト i の仮想空間における重要さを w_i とする。ただし、 $\sum w_i = 1.0$ とする。このとき、オブジェクト i を制作するのに使用できるポリゴン数 p_i は、次の式によって得られる。

$$p_i = P_1 / (\sum w_i \times c_i) \times w_i \times c_i \dots \dots \dots (1)$$

この式に基づいて仮想エレベーターの各部品ごとにポリゴンの配分を行った結果を表1に示した。なお、構成部品ごとの重要度は、関係者のアンケート結果を平均したものである。

4.2 解像度の確保

— 負荷制御付きマルチウィンドウ —

表示画素数の問題に対して、我々は次のように対処した。まず、あらかじめ表示すべきリアルタイムCGの表示ウィンドウの縦横の画素数を決定する。次に、そのウィンドウを複数の区画に分割する。例えば縦方向に2分割して2区画とすれば、一つの区画は全画素数の1/2となる。ここで各区画は独立して視点移動を行うことができるようにする。さらに、視点移動は一つの区画に対してのみ行うものとし、もう一方の区画は静止したままとする。すなわち、いずれか一つの区画のみをアクティブにし、アクティブとなっている区画のみフレームの更新を行って、他の区画においてはフレーム更新を停止させる。この制御を付け加えることによって、CPU負荷をアクティブな1区画に集中させることができるので、視点移動中のフレームレートを確保したまま、見掛け上十分な画素数を持つアプリケーションを

製作することができる。2区画の例では、分割せずに表示を行った場合のフレームレートの2倍のフレームレートを、各区画ごとに確保することができる。フレームレートが更に必要な場合は、分割数を大きくすることで対処できる。

4.3 仮想空間の簡易制作

— 現実空間の簡易仮想再現 —

現場空間を簡易に計算機上に再現する方法としては、静止画による360°のパノラマ静止画を使う方法⁽¹⁾がよく知られている。しかしこの方法では、意匠を変更する仮想エレベーターを合成することはできない。そこで我々は、再現しようとするエレベーターホールなどの居住空間の1単位を一つの直方体によって近似し、仮想空間中に直方体として再現する方法を考案した。手順としては、まず、現場に想定した直方体の各面に相当する6枚の写真をデジタルスチールカメラで撮影する。次に、各写真について面の相当部分をポインティングデバイスで入力する。後は、計算機が直方体サイズの算出と直方体の内面にマッピングするテクスチャを自動生成して、仮想空間を作成する。したがって、現場空間の三次元モデルを精細に制作するのが目的ではなく、現場の雰囲気表現する仮想空間を、簡易な操作で制作することを目的とするものである。この手法に関する詳細な計算方法及び評価結果等については、参考文献(2)で報告している。

5. む す び

本稿では、携帯型パソコン上で動作する仮想三次元空間表示技術の応用システムとして、昇降機のモダニゼーション提案システム“バーチャルモダニゼーション”を紹介した。この中では、仮想三次元空間表示という高い計算負荷を必要とするアプリケーションを安価な汎用パソコン上で実用可能とする幾つかの一般的な手法を提案し、これに加えて、コンテンツの制作に貢献する仮想空間の簡易生成方法につ

いても提案した。

仮想三次元空間表示技術は、これまでのメディアにはない優れた表現能力を持つにもかかわらず、計算負荷の大きさの理由でこれまで用途や実行環境が限定されていた。我々の研究は、仮想三次元空間表示技術が広い用途に利用できることを実証し、この技術の発展に貢献するものである。

今後は、バーチャルモデニゼーションで開発した技術を住宅や機械設備などへ適用を広げていく。また、エレベーターよりも構造が複雑なエスカレーターなどを対象として、新たな課題に取り組んでいく予定である。

参考文献

- (1) Chen, S. E. : Quicktime VR - An Image-based Approach to Virtual Environment Navigation, In Proceedings of SIGGRAPH 95, Los Angeles, CA, USA, 29~38 (1995-8)
- (2) 前原秀明, 中村 亘, 田中 聡 : 実写静止画を利用した仮想3次元空間の簡易生成, 電子情報通信学会技術研究報告, 97, No.597, 15~22 (1998)



自発光型ディスプレイの高画質化技術

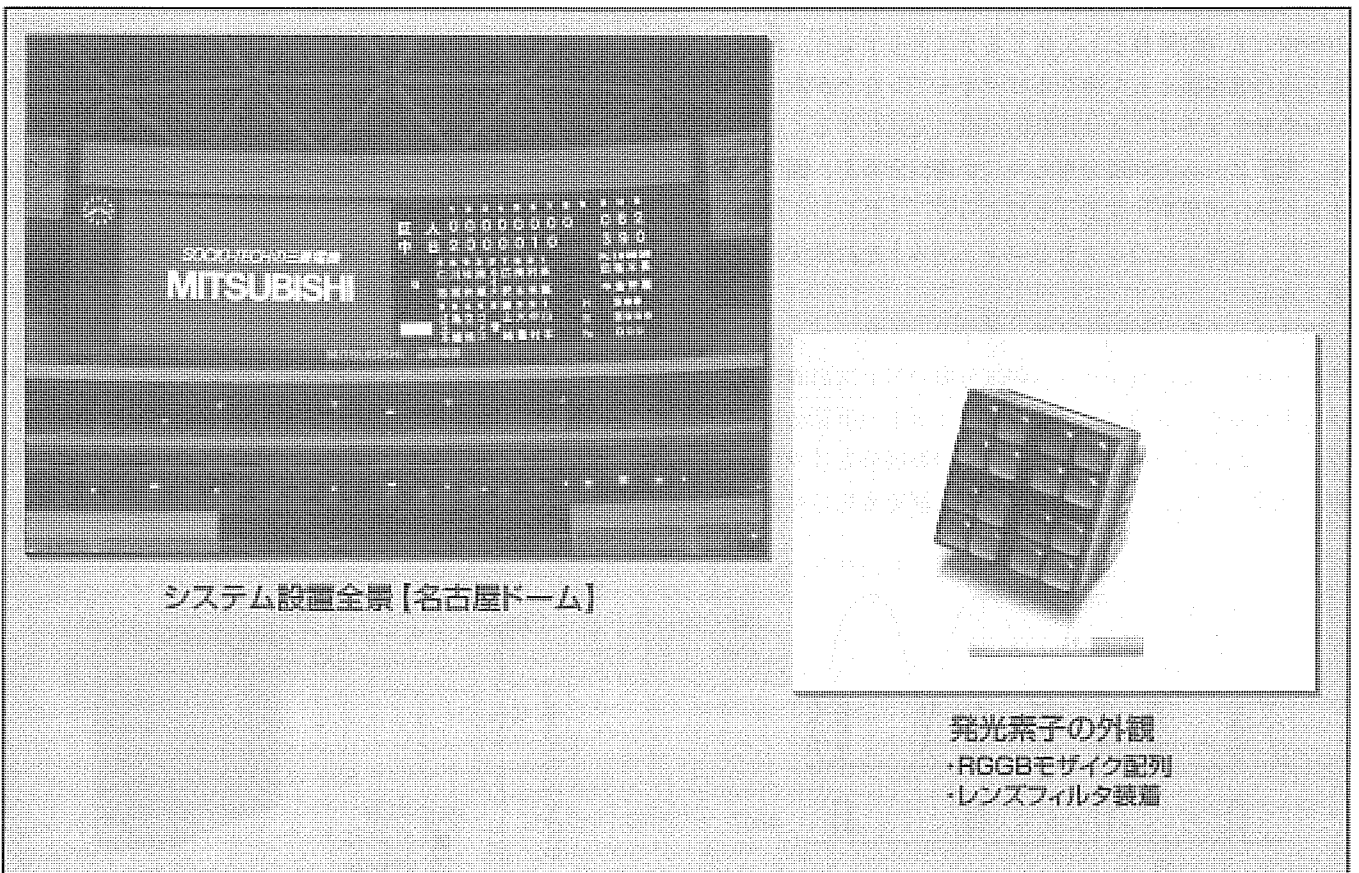
要旨

電子情報通信の発達した現代社会において、視覚情報を伝達するマンマシンインタフェースとしてのディスプレイの役割は重要である。既に様々なディスプレイデバイスが開発されているが、今後ますます多様化が進み、新しいデバイスやシステムの登場も期待される。

種々のディスプレイに共通する重要な技術課題の一つとして、高画質化が挙げられる。画像の品質は人間の主観的な判断によって評価されるものであるが、画像システムの設計や画質改善を行うためには、何らかの物理量と人間の主観評価との関係を定量化し、画質を客観的に評価する必要がある。画質に影響を及ぼす要因としては、それぞれのディスプレイデバイス又はシステムの表示原理や構造、ま

た使用目的や環境に起因するものも多いことから、各ディスプレイごとの画質評価技術を確立することが不可欠となる。

本稿では、自発光型ディスプレイにおける画質評価及び画質向上に関する技術に着目し、特に、CRTと、発光素子配列型の大画面ディスプレイについての検討事例を幾つか紹介する。CRTでは、マスクによって生じるモアレの視認性評価及びマスク方式の違いが鮮鋭感に及ぼす影響の評価についてその方法と結果を示した。大画面ディスプレイでは、異なる画素配列での画質比較及びレンズフィルタ装着による高コントラスト化について示した。



高画質化技術を取り入れた素子配列型大画面ディスプレイ“オーロラビジョン”

画素配列の最適形状及びレンズフィルタ方式の採用によって高画質化を図った。スクリーンサイズ：縦10.24m×横35.84m、表示素子：複合CRT、画素数：512×1,792ドット、表示階調：1,024階調、輝度：6,000cd/m²（白100%初期値）である。

1. ま え が き

自発光型ディスプレイにはCRT, PDP, EL, FEDなどの様々なデバイスがあり, 当社においてもCRTやPDPなどが製品化されている。ここでは, 特に, CRT, 及び小型CRTを配列した大画面ディスプレイ(オーロラビジョン)の開発において, 画質向上を目的として, デバイスの構造や方式について評価及び検討した幾つかの例を紹介する。

2. CRTの視認性評価

CRTは自発光型ディスプレイデバイスの代表格であり, 他のデバイスの性能の進歩が著しい現在においても, コンピュータ用ディスプレイモニターや家庭用テレビの大半がCRTを使用している。CRTの表示原理は, 電子銃から発された電子ビームを走査し, マスクによって蛍光体位置に照射させて発光光を得るものである。今回, この表示原理特有に生じる問題として, モアレについて, 及びマスク構造と文字鮮鋭感との関係について, 視認性評価という観点から検討を行った。

2.1 モアレの視認性定量化⁽¹⁾

モアレは電子ビームの輝度分布とマスク開口の両者が持つ周期性が干渉して生じるノイズの一種であり, 画面水平方向のしま(縞)模様として生じるラスタモアレや, 画面垂直方向の縞模様として生じるビデオモアレなどがある。モアレの発生メカニズムは比較的単純に定式化することができ, 電子ビームの輝度分布とマスク開口分布を, 図1に示すように, モデル化することによって, これらの干渉によって生じるモアレのピッチとコントラストを計算することができる。

図2は, 一定の画面サイズ, 表示ドット数, マスクピッチの条件の下で, 電子ビーム輝度分布の第2次高調波によって生じるモアレのピッチとコントラストの計算結果をプロットしたものである。電子ビームの輝度分布はガウス分布に従うと仮定して, 3段階にビーム径を変化させている。

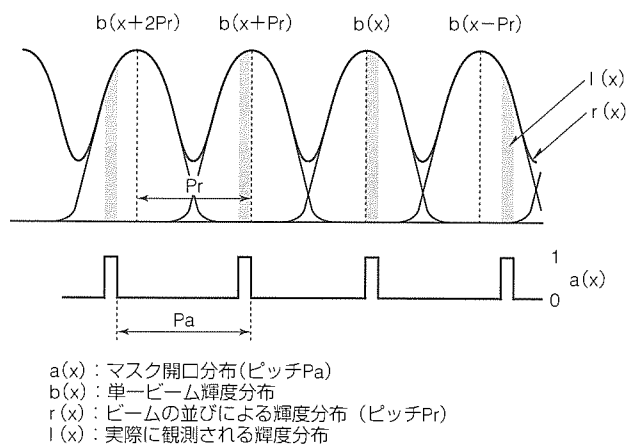


図1. CRT表示面輝度分布のモデル

図中の網掛け部分は心理物理的な実験結果から得られたモアレが視認される領域であり, ビーム径が小さくなるとモアレが目立つことを示している。

このような解析を行うことによって, 電子ビームの形状やその他のパラメータのモアレの視認性への影響を定量化することができる。特に, 更なる高解像度化が要求される中で, モアレの目立ちを抑制しながら高フォーカス性能を与える電子ビームのプロファイルを求めることが, 電子銃設計を中心としたCRTの開発において重要である。

2.2 マスク方式の違いが文字鮮鋭感へ与える影響

マスクは電子ビームを蛍光体の位置に照射させるための構造であるが, 鉄板に円形(家庭用テレビでは長方形)の孔を規則正しく開けたシャドウマスク方式と, すだれ状のグリルを等間隔でスリットが配列するように上下方向に展張させたアパーチャグリル方式に大別される。当社のディスプレイモニター用CRTは, アパーチャグリル方式が主力となっている。

両方式では蛍光面の幾何的な形状が異なり, シャドウマスク方式では蛍光面の形状は円形で隣接する3ドットが正三角形を形成するように配列されているが, アパーチャグリル方式では蛍光面は上下方向に切れ目のないストライプ形状である。このような蛍光面の違いが文字を表示したときの主観的な鮮鋭感(文字のきれによる読みやすさ)に与える影響度を, 表示シミュレーションと実験計画法による手法で解析した⁽²⁾。

表示シミュレーションでは, 蛍光面構造や電子ビームの輝度分布などを画像データとしてフレームメモリに書き込んで, 実際のCRTの表示面を模擬した拡大画像を作成する。ここでは, マスク方式(シャドウマスク/アパーチャグリル), マスクピッチ, ビーム径, 表示モード(ポジティブ/ネガティブ), フォントサイズ, フォント構成ドットピッチ, フォント種類の7要因をパラメータとして設定し, マスクピッチを8水準, フォント種類を4水準, 残りの要因を2水準で変化させた。図3はシミュレーションによって作成した画像の例である。実験計画法のL64直交表に基

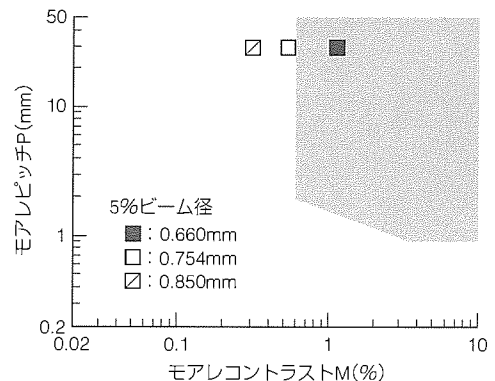


図2. モアレの視認性計算例

づいて64種類の画像を作成し、これらの総当たり一対比較の主観評価実験を30名の被験者に対して実施した。

表1は64種類の各画像の勝率を基に計算した分散分析の結果である。フォントサイズに続いてマスク方式の違いによる分散比を示すF値が大きく、この場合は、文字の鮮鋭度が、シャドウマスク方式よりもアパーチャグリル方式による方が有意差を持って優れていることを示している。

さらに、両方式の勝率をマスクピッチを変数としてグラフ化した結果を図4に示す。図において、現行製品の0.280mmピッチ付近ではマスク構造の違いが視覚的に識別でき、アパーチャグリル方式が好まれる傾向が見られるが、0.200mmピッチレベルの視覚的分解能が限界を超える極めて微細なピッチ領域では、両方式の差が小さくなる可能性を示唆している。なお、この検討はソニー(株)との共同研究によって実施した。

3. 素子配列型大画面ディスプレイの高画質化

素子配列型大画面ディスプレイは、多数の複合CRTをマトリックス状に配列することによって構成される。このシステムは屋内外の大観衆が集まる場所で使用されるが、その映し出される画像は、臨場感や迫力感を増すために高画質表示が求められる。大画面ディスプレイにおける画質及びコントラスト向上に関する検討例を以下に示す。

3.1 画素配列⁽³⁾

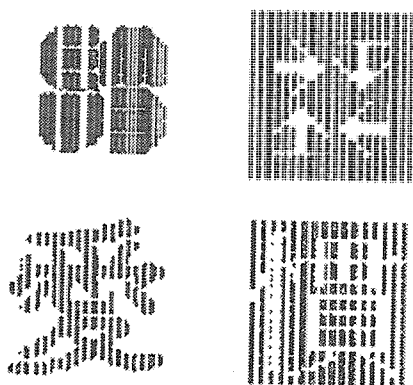


図3. シミュレーション画像の例

表1. 分散分析結果

	S	f	V	F
マスク方式	0.628	1	1.286	75.47
マスクピッチ	3.443	7	0.212	12.43
ビーム径	0.589	1	0.363	21.32
表示モード	0.766	1	0.912	53.50
フォントサイズ	6.900	1	3.633	213.16
フォント構成ドットピッチ	0.172	1	0.054	3.17
フォント種類	0.903	3	0.110	6.48
誤差	5.181	304	0.017	
計	18.582	319		

当社の素子配列型大画面ディスプレイ“オーロラビジョン”では、画像情報理論に基づいてRGGBモザイク配列を採用した。

図5に、主観評価結果から求めたRGBトリオ配列とRGGBモザイク配列において同等の画質を与える画素ピッチを示す。トリオとモザイクの画質を同等とするためには、トリオの画素ピッチをモザイクの画素ピッチの $1/\sqrt{2}$ と小さくする必要がある。

図6は、これを空間周波数領域に変換し画像の表示限界の形で表したものである。

モザイク配列では、静止画において、RGGBを1画素としたカラー表示領域(太実線)の周辺にRGBのいずれかが代表して情報を担う領域(変色領域)が存在する。変色領域は画素数の増加に対応して解像度を高める上で重要であり、隣接画素の重複効果によって実質的画素数を約2倍(細破線)に増加させる。また、画像が動くことによって、変色領域がカラー表示領域に変化する。すなわち、競技場等のように十分な観視距離が確保できれば、変色領域による画質劣化が視覚特性によって小さくなるので、隣接画素の重複効果の方が勝り、画質が向上する。しかも、動画では、

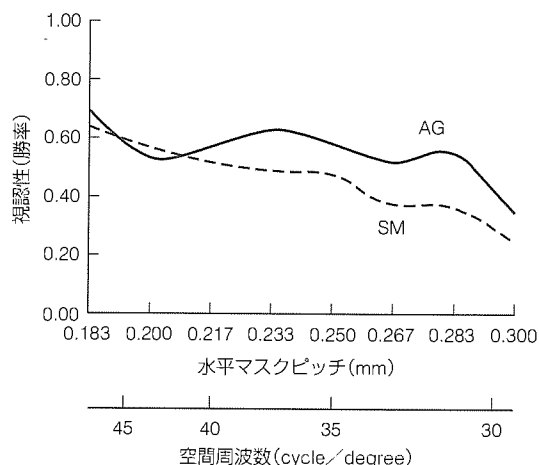


図4. マスクピッチによる両方式の差への影響

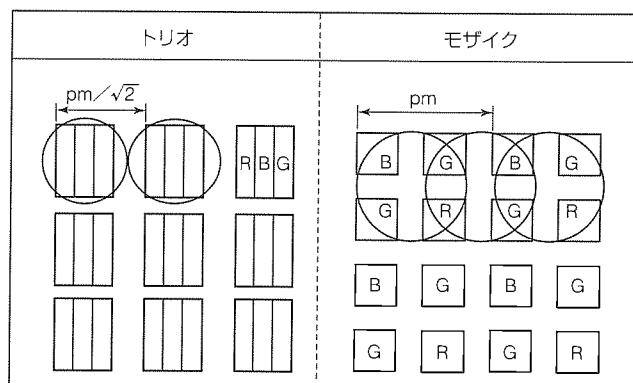


図5. モザイクとトリオを同等の画質にするための画素ピッチの関係

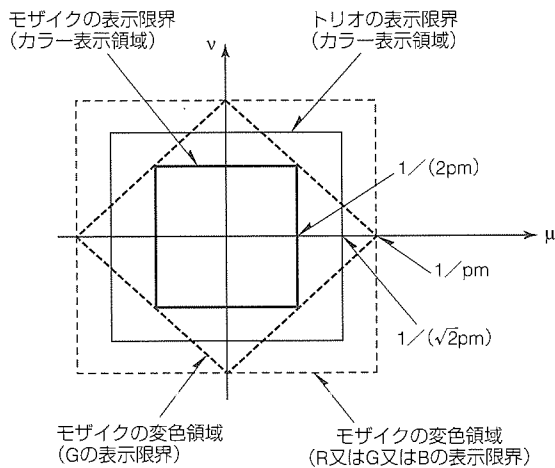


図6. 各画素配列の表示限界

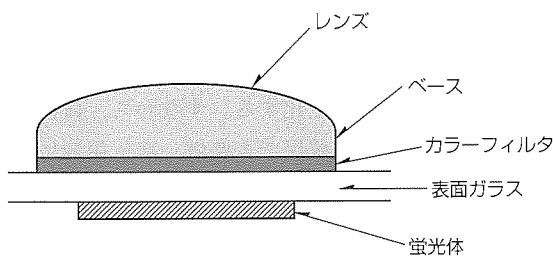


図7. レンズフィルタの基本構造

少ないドット数で高画質を得ることができる。しかし、トリオ配列ではこのような効果が得られない。したがって、モザイク配列は大画面ディスプレイに適する画素配列であると言える。

3.2 レンズフィルタ方式⁽⁴⁾

屋外で使用する大画面用ディスプレイの発光素子は、輝度を高めるために、蛍光体面積を大きくする方法を採用している。しかし、蛍光体が白いために、太陽光による蛍光面の反射によって黒表示でも画面が白っぽくなり、コントラストを低下させる。コントラストの低下を防ぐために一般にはシェーダを取り付けるが、十分な効果が出ない。そこで、発光素子の輝度を確保しながらコントラストを上げる方法として、レンズフィルタ方式が開発され製品化されている。図7にレンズフィルタ方式の基本構成を示し、また、図8にレンズフィルタ方式によるコントラスト比の測定結果を示す。照度600 lxから45,000 lxの範囲でコントラスト比が平均75%向上し、屋外の40,000 lxの高照度下でも約10のコントラスト比を得ることができる。

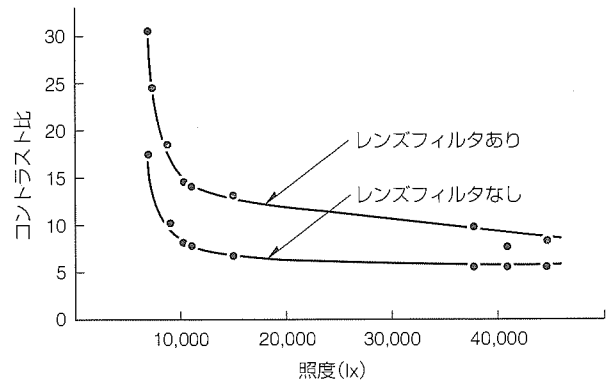


図8. レンズフィルタの効果

4. むすび

自発光型ディスプレイの代表格であるCRT、及び小型CRTの配列からなるオーロラビジョンについて、高画質化の観点からそれぞれの課題や評価技術について紹介した。

各種ディスプレイに対して、今後ますます高輝度化・高精細化等の画質の向上が要求されると思われるが、各表示方式に固有の課題を抽出し、それぞれに対応した画質評価技術を確認し、ディスプレイデバイスの開発に貢献していく所存である。

参考文献

- (1) Shiramatsu, N., Iwata, S.: An Evaluation Method for CRT Moire Patterns by Visibility Estimation and Image Simulation, IEICE Trans. Electron., E80-C, No.8, 1095~1100 (1997)
- (2) Kojima, A., Shiramatsu, N.: A Psychophysical Analysis of the Effects of CRT Mask Structure on Image Quality, 1998 SID International Symposium, Anaheim, U.S.A., (1998-5)
- (3) 原 善一郎, 寺崎信夫, 白松直樹, 岩田修司: 大画面ディスプレイにおける画素構造と画質, 信学論C-II, J77-C-II, No.3, 148~159 (1994)
- (4) Shiramatsu, N., Nakano, M., Iwata, S., Sanou, M., Terazaki, N., Futatsuishi, S.: A High-resolution High-brightness Color Video Display for Outdoor Use, 1989 SID International Symposium, Baltimore, U.S.A., (1989-5)

ソフトコピー表示における 2値画像の多値化縮小処理

吉田雅之*
渥美栄司*
高橋利至*

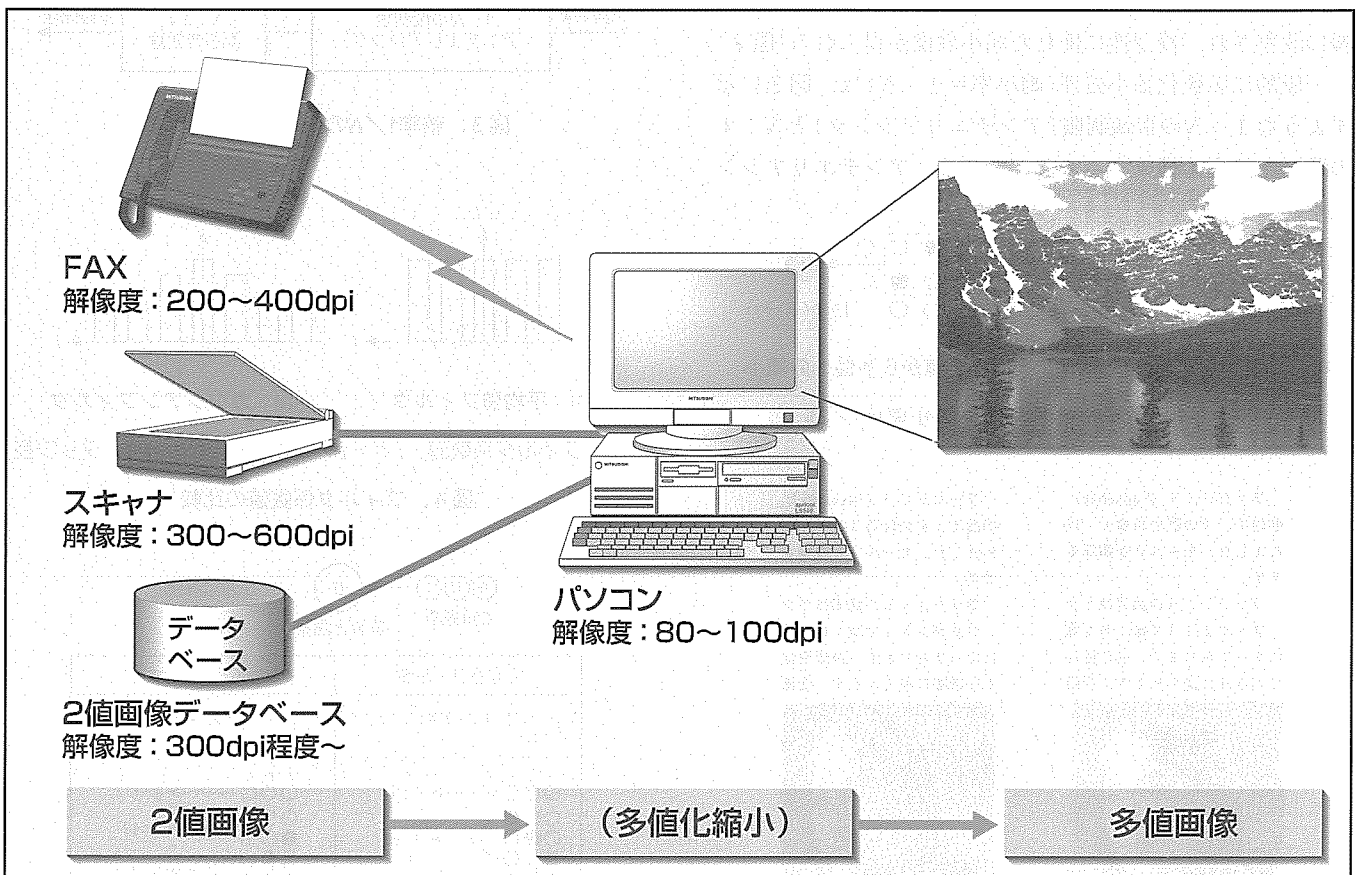
要旨

近年、パソコンや携帯端末での文書や画像の利用機会が増大しており、従来、紙に記録されてきたFAX文書や新聞などの画像もディスプレイ上に表示するソフトコピー機能の要求が高まってきている。本来、FAX文書や新聞などは2値画像であり、多値画像よりもデータ量(符号量)が格段に少なく、かつハードコピー化、FAX伝送、蓄積などとの相性も良いため、文書画像はもちろん、写真もハーフトーン化によって2値画像として取り扱うのが通例であった。

さて、一般に、ディスプレイの表示解像度は、FAXやスキャナのそれに比べて低い。このため、FAXなどの通信端末やコンピュータ入力機器などから得られる画像をソフトコピー画像として紙面と同程度のサイズでの表示を実

現するためには、縮小処理が不可欠となる。しかしながら、FAX受信文書のような2値画像に対して通常の2値画像から2値画像への縮小処理を行ったのでは、一部の線分が欠落するとか、線幅の相対関係が保存できないなどといった問題が生じる。そこで、多階調表示能力を持つディスプレイへの表示を前提とし、縮小時に逆に2値から多値へとレベル数を増加させる多値化縮小処理を行うと、上記の問題点が大きく改善され、視認性の高い縮小画像の生成が可能となると考えられる。

本稿では、ソフトコピーにおける2値画像の多値化縮小処理について、高画質化と高速化を目指した検討結果を述べる。



ソフトコピー表示における多値化縮小処理のイメージ

ソフトコピーでは、通信又はコンピュータ入力機器から入力された画像を、パソコンなどのディスプレイ上に表示する。ディスプレイの表示解像度は80~100dpi程度であり、FAX、スキャナなどよりも低い。そのため縮小処理が不可欠である。その際、2値画像を多値化縮小処理することにより、ディスプレイの多階調表示能力を利用した高画質表示が可能となる。

1. ま え が き

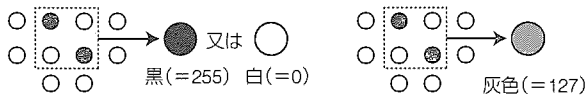
ハードコピー文書をコンピュータのディスプレイ上で表示する場合、ディスプレイの表示解像度はプリンタのそれに比べて一般に低いため、紙面と同程度のサイズで画像の表示を実現するためには縮小処理が不可欠である。取り扱う画像がFAX受信文書のように2値の場合、通常の2値画像から2値画像への縮小処理⁽¹⁾⁽²⁾では、十分な品質を得ることはできない。そこで、ディスプレイの多階調表示能力を利用して2値から多値への縮小変換を行うことで、視認性の高い縮小画像の生成が可能となることに着目した。

本稿では、その多値化縮小処理の高画質化、高速化の検討結果について述べる。

2. 多値化縮小処理の概念

図1に示すように2値から2値への縮小処理では縮小後の画素は白/黒の2値しかとれないが、多値化縮小処理では中間的画素レベル(灰色)をとることが可能であり、これによって2値から2値への縮小処理での線分の欠落を防いだり、線幅の相対関係を保存することが可能である。このため、従来処理での文書画像及びハーフトーン画像の縮小時に問題となる線分の欠落やモアレの発生などの問題が大幅に改善され、視認性に優れた縮小画像が得られる(図2)。

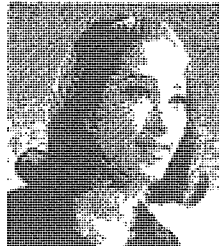
一般的に多値化縮小処理(縮小率=1/N)は、図3に示すような1/Nの帯域制限(アンチエイリアシング)とN:1の間引き処理で構成することができる。アンチエイリ



(a) 2値から2値への縮小 (b) 2値から多値への縮小

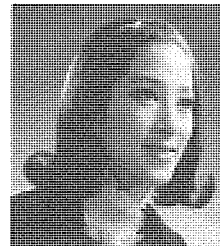
図1. 多値化縮小処理の概念(縮小率=1/2)

ファクシミリ (Facsimile) 手段で、その歴史は古く、1870年代に、モールス電報を電報で送ります。



(a) 2値から2値

ファクシミリ (Facsimile) 手段で、その歴史は古く、1870年代に、モールスが電報を電報で送ります。ファクシミリの語源はラテン語で、ファクシミリではこれを電報で送ります。送信機は電報路に送られます。受信機は電報路に送られます。



(b) 2値から多値

図2. 2値画像の縮小処理(縮小率=1/4)

グによって多値化縮小画像の中間調の発生が制御されるため、高画質を実現するためには、帯域制限特性に優れたフィルタを用いる必要がある。

3. 多値化縮小処理の高画質化

3.1 アンチエイリアシングフィルタの選択

アンチエイリアシングフィルタとしては、間引き範囲内の黒画素数のカウント値に基づいて処理を行う平均値フィルタ⁽³⁾が最も単純であり、画素にオーバーラップがないなどの簡易性から利用されることが多い。しかし、平均値フィルタは必ずしもアンチエイリアシングの特性に優れたものではないため、以下に示すような優位性を持つガウシアンフィルタを用いた多値化縮小処理を検討した。

(1) 局所的性質がよりの確に反映される階調表現

平均値フィルタ(図4の(a))の場合はフィルタ範囲内の各画素が一律に評価されるのに対して、ガウシアンフィルタ(図の(b))ではフィルタ範囲内の各画素はフィルタの中心に近いほど強い重みをもって評価される。そのため、フィルタ範囲内の画素値が画素位置を反映して評価され、局所的性質を反映した階調表現が得られる。

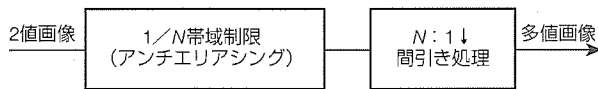
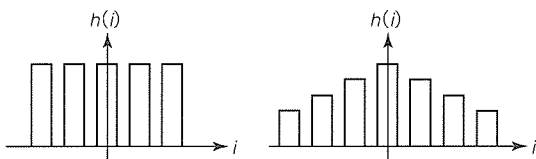


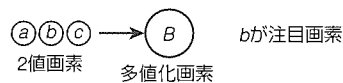
図3. 倍率1/Nの多値化縮小処理系



(a) 平均値フィルタ (b) ガウシアンフィルタ

$h(i)$: フィルタ係数値, $i = -L, \dots, 0, \dots, L(2L+1$: タップ長)

図4. フィルタ係数値の比較



平均値フィルタ	ガウシアンフィルタ
$B = ((1/3) \times a + (1/3) \times b + (1/3) \times c) \times L_{max}$	$B = ((1/4) \times a + (2/4) \times b + (1/4) \times c) \times L_{max}$

○: 白(=0) ●: 黒(=1)

図5. 多階調発生と比較(3タップ一次元フィルタ, $L_{max}=255$)

(2) より高い階調表現能力

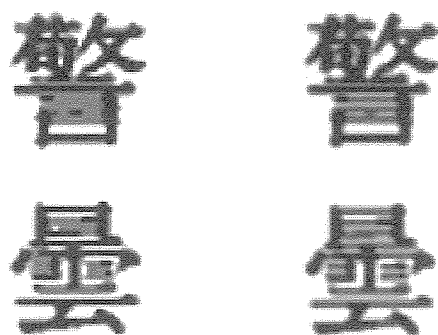
ガウシアンフィルタでは、平均値フィルタに比べ、タップ数が等しい場合でも、より多くの階調数、すなわち、より高い表現能力が得られる。例えば、図5に示すように、3タップ次元フィルタによる発生階調数は、平均値フィルタでは4レベルであるのに対して、ガウシアンフィルタでは5レベルである。また、このフィルタを二次元的に使用した場合は、それぞれ10レベル、17レベルであり、表現階調数の差が大きくなる。

3.2 シミュレーションによる評価

多値化縮小処理に平均値フィルタ、ガウシアンフィルタを用いる場合について、計算機シミュレーションによって画質の比較を行った。対象が文字、線分からなる2値画像の場合、平均値フィルタを用いた多階調化では隣接する細かいパターンが併合されて判別不能になってしまう部分(図6(a))についても、ガウシアンフィルタを使用すると、原画像での差異を保持した多階調化が実現できることが明らかになった(図の(b))。また、対象がハーフトーン画像の場合についても、ガウシアンフィルタを用いると、平均値フィルタを用いる場合に比べ、より自然な濃淡値を持つ画像に変換されることが確認できた。

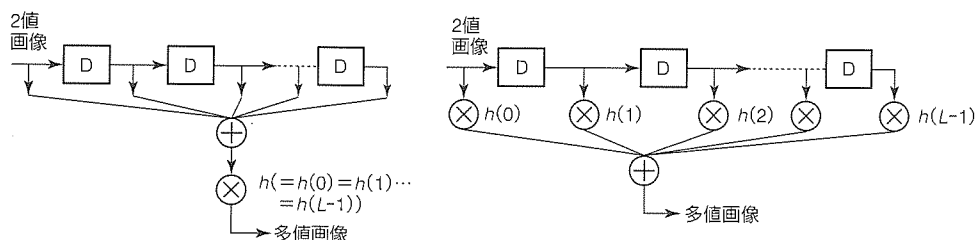
4. 多値化縮小処理の高速化

4.1 ガウシアンフィルタにおける演算量



(a) 平均値フィルタ (b) ガウシアンフィルタ

図6. 2値文字画像の多値化縮小処理



(a) 平均値フィルタ (b) ガウシアンフィルタ

D: 遅延, ×: 乗算, +: 加算 $h(i) [i=0,1,\dots,L-1]$: Lタップフィルタ

図7. フィルタリング演算の構成

上記のように高画質化を実現するためにアンチエイリアシングフィルタとしてガウシアンフィルタの採用を決定したが、2値画像をリアルタイムで多値化縮小処理してディスプレイに表示する場合、縮小に要する処理時間はオーバーヘッドとして知覚されるため、高画質化と引き換えに処理速度を著しく低下するのであれば実用には適さないと云える。

図7にガウシアンフィルタと平均値フィルタの演算の比較を示しているが、平均値フィルタでは、フィルタ係数がすべて等しいため、各フィルタリングに要する乗算は図の(a)に示すように1回で済む。この関係は、フィルタのタップ長、すなわち、縮小率によらず成立する。それに対して、ガウシアンフィルタでは、図の(b)に示すように、各フィルタリングの乗算回数は1回では済まない。さらに、タップ長の増加、すなわち、縮小率の増加に伴い乗算回数は増大する。そこで、乗算回数を減らすことでガウシアンフィルタによる高画質化の効果を損なうことなく高速化することを以下に検討する。

4.2 縮小処理における乗算回数の削減

そこで、図3に示す縮小処理系の利用を前提として、乗算回数の削減による処理の高速化検討結果を述べる。図3の系には、用いるフィルタの形状情報を利用すること、及び実現する倍率の間の関係を利用することにより、冗長な演算を削除できる余地が残されている。さらに、図3の系では、間引き処理によって最後には削除されることになる画素の多階調表現を得るためのフィルタリングも同時に行われているため、これらを削除することで演算量を大幅に低減することができる。以下に示す方法(1)(2)(3)を用いて不要な演算を削除し、処理を高速化した。

(1) 方法1: 画質に無関係なフィルタリングの削除

引き続き間引き処理によって最後に削除されることになる画素を多階調表現するためのフィルタリングを削除することで、処理の高速化が実現できる(図8)。例えば、1/2縮小処理の場合、縦横各方向のフィルタリングにおける乗算回数を1/2に削減でき、合計では乗算回数を1/4にできる。

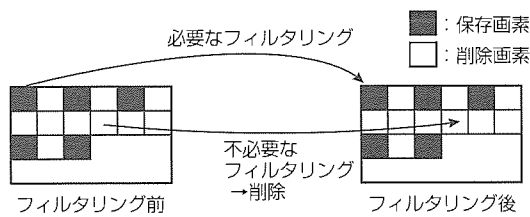


図8. 画質に無関係なフィルタリングの削除

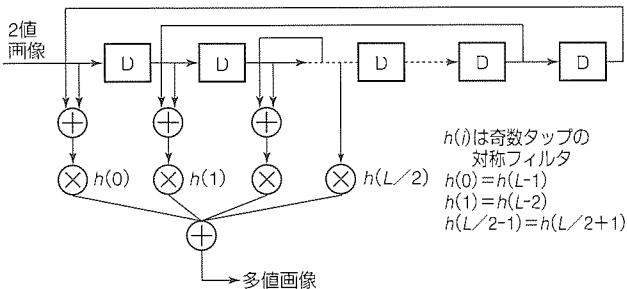


図9. フィルタの対称性を利用した乗算回数の削減

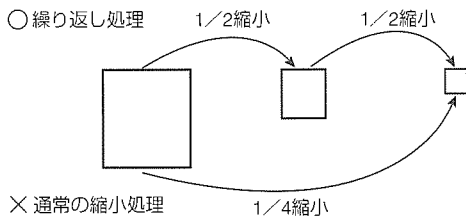


図10. 繰り返し処理の利用

(2) 方法2：フィルタの対称性を利用

ガウシアンフィルタではフィルタ中心からフィルタ係数に対称性があり、これを利用してフィルタリングにおける乗算回数を削減する。具体的には、フィルタ係数が同じ演算に対しては、平均値フィルタと同様に加算をした後、乗算を施すこととする(図9)。

(3) 方法3：繰り返し縮小処理の利用

所望の縮小率の処理をそれよりも縮小率の大きい縮小処理の繰り返しによって実現すると(図10)、各縮小処理をタップ長の短いフィルタによって行えるため(例：1/2縮小=3タップ, 1/4縮小=7タップ)、処理の繰り返しによってフィルタリング回数は増大するものの、全体での乗算回数の低減化が図れる。

表1. 多値化縮小の高速化の効果
(高速化前を1として表示)

画像サイズ：3,620×2,420, 実行環境：SUN Sparc Station2

高速化の方法	縮小率		
	1/2	1/4	1/8
高速化前 (不要な乗算の削除前)	1	1	1
高速化後 (方法1, 2, 3の適用後)	0.36	0.30	0.20

4.3 シミュレーションによる高速化の評価

計算機シミュレーションにより、乗算回数を削減する前と後の多値化縮小処理について、各々の処理時間を計測し、高速化の度合いを評価した。その結果、倍率=1/2, 1/4, 1/8の場合、表1に示すように、処理時間を高速化前の約20~30%にできることが明らかになった。

5. むすび

本稿では、パソコンや携帯端末のディスプレイを用いたソフトコピー表示において、2値画像を高品質に表示する多値化縮小処理を紹介し、ガウシアンフィルタを用いることによる高画質化と処理の高速化実現についての検討結果を示した。この技術は、従来の2値から2値への縮小処理を用いて実現されている画像表示機能を大幅に高画質化するもので、ペーパーレス化を加速させると言っても過言ではない。今後の検討課題としては、画像の性質の異なる領域ごとの最適多階調化を行う適応処理、ガンマ補正の追加による更なる高画質化などが挙げられる。

参考文献

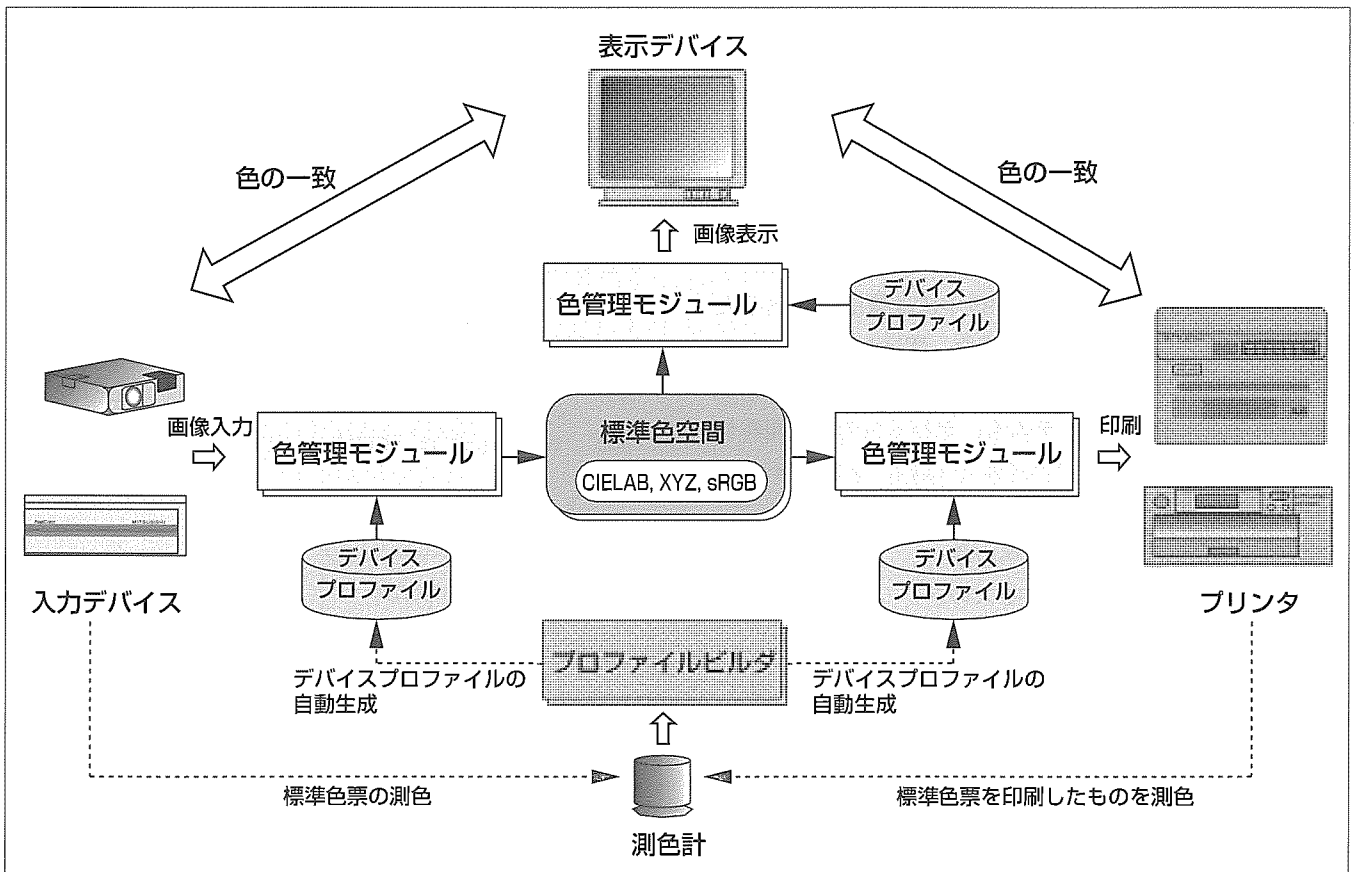
- (1) 吉田 正, 遠藤俊明, 平林康二, 加藤久晴: 2値画像順次再生符号化方式における縮小方式(PRES), 第5回シンポジウム資料PCSJ90, 37~40 (1990)
- (2) 小野文孝, 吉田雅之, 木野茂徳, 木村智広, 瀬政孝義: 2値画像の階層的表現とそのマルコフモデル符号化, 第109回研究会講演予稿, 画像電子学会研究会, 88-06-06, 31~36 (1988)
- (3) 山下春生, 南光孝彦: 2値画像の多値化に関する検討—多値化解像度変換—, 画像電子学会誌, 23, No.5, 464~470 (1994)

カラーマッチング技術とその応用

コンピュータ及びネットワークの発展と普及によって電子ショッピング、電子美術館、遠隔医療診断等のサービスが期待されているが、それを実現する上で、色再現に関する問題が最近クローズアップされている。

色再現の課題は、①色を効率良く管理するためのシステム上の問題、②デバイスごとの色再現特性を反映した高精度色変換方式をどう実現するかという問題、に集約できる。システム上の問題は、現在、色を管理する機構がパソコンのOSに標準搭載され、また標準化の動きもあり、解決されようとしている。高精度色変換方式については、現在までに様々な方式が提案されているが、決定的なものはまだない。

そこで、デバイスの色再現特性及びデバイス間色再現を考慮した色変換方式を開発し、それを使ったカラーマネジメントシステムを構築した。この色変換方式では、各デバイスの色再現域を色域内、再現できない色再現域外を色域外と呼び、色域ごとに二つのステップで処理を行う。つまり、第1ステップでは、色域内の色について、測色によって得られる測色値を基に標準色空間とデバイスの信号値との対応関係を求める。第2ステップでは、標準色空間において、色域内の色を色域外へ主観評価実験に基づいてマッピングする。この方式を組み込んだカラーマネジメントシステムを構築し、その性能を確認した。



カラーマネジメントシステムの構成

事前処理として、プロフィールビルダを用い、119色のテストチャートを測色し、デバイスの特性を表すプロフィールを自動生成する。イメージスキャナから標準色空間を、標準色空間からディスプレイモニタ又はプリンタへの変換を、色管理モジュールとデバイスごとのプロフィールを用いることにより、デバイス間の色合せが可能になる。

1. ま え が き

コンピュータ及びその周辺装置の発展と普及、さらにネットワークの整備等により、パソコンレベルでフルカラー画像が自由に扱えるようになるとともに、遠隔地への画像データ通信が可能になってきている。このようなインフラとしての情報通信システムの高度化を背景に、電子カタログ、電子ショッピング、電子美術館、遠隔医療診断システム等のサービスが期待されている。これらのサービスの実現には、カラー画像を高精細に入力し表示／印刷するデバイスの開発とともに、各デバイス間での色の再現性の実現が重要な課題になってきている。

画像システムにおいて、画像データは、スキャナやディスプレイでは信号値としてRGBで、プリンタでは信号値としてYMCで表現される。画像を扱う種々のサービスにおいて、デバイス及び機種ごとに、信号値としてのRGBやYMCの値に対して再現される色が異なってしまうという問題点がクローズアップされている。この課題は、①システムとして色をどのように管理し、デバイスインディペンデントカラーをどう実現するかというシステム構築上の問題、②デバイスごとに異なる色再現域及び色再現特性をどのように対応付けるかという色変換方式の問題、に集約できる。

システムに関する問題については、色管理をOSレベルに組み込み、API(Application Interface)を標準化することにより、アプリケーションから自由にカラーマッチング機能を利用できるようになってきている。具体的には、1993年にMacintosh^(注1)が色管理機能としてColor Sync^(注1) 1をMacOSに搭載し、さらに'95年には機能が充実したColor Sync 2を搭載している。また、Windows95^(注2)には同様な構造を持ったICM(Image Color Matching)が搭載されている。いずれのシステムも、デバイスの色再現特性を記述するデバイスプロファイル⁽¹⁾ (以下“プロファイル”という。)と、そのプロファイルを用いてデバイスの信号値から標準の色空間、標準の色空間からデバイスの信号値に変換する色管理モジュール(CMM)で構成される。図1にカラーマッチングシステムの概念を示す。Color SyncやICMにおいて、画像データは、標準色空間であるCIE(Comission Internationale de L' Eclairage) 1931 XYZ表色空間(XYZ), CIE 1976 L*u*v*均等色空間(CIELUV), CIE 1976 L*a*b*均等色空間(CIELAB)を用いて表現され、表示や印刷する場合には、そのデバイスに対応する

色空間に変換される。つまり、スキャナやデジタルステールカメラなどの画像入力機器はデバイスの信号値から標準の色空間へ変換し、CRTモニタ等の表示デバイスやプリンタなどの画像出力機器は標準の色空間からデバイスの信号値へ座標変換することにより、デバイス固有の色の違いを補正することができるようになる。すなわち、デバイスインディペンデントカラーが実現できる。

一方、色変換方式については、様々な方式が提案されているが、決定的な方式はまだない。そこで、色管理モジュール及びプロファイルフォーマットについては、色管理のインフラとして活用し、色再現の精度を決定する高精度色変換方式を提案する。特長は、119色という少ない測色点数で高い色変換精度が実現できるプロファイルが自動的に生成できることである。

本稿では、この方式の概要と応用事例について述べる。

2. 色変換方式

各デバイスごとの色再現範囲を図2に示す。図から分かるようにデバイスごとに色再現範囲が異なり、かつ、同じ再現域内でも各デバイスの信号値とそれに対応する色とは異なる。デバイスをネットワークに接続することを前提にした色再現を実現するためには、デバイスの再現域内の色の再現と同様に、デバイスの色再現範囲以外の色も含めて色空間上のすべての色の再現の問題も大きな課題である。例えば、色再現域が広いCRTモニタに表示した色を色再現範囲が狭いプリンタに印刷するとき、プリンタでは表現できないCRTモニタ上の色をプリンタで表現することが必要になる。

そこで、各デバイスの色再現域を色域内、再現できない色再現域外を色域外と呼び、色域ごとに二つのステップで

(注1) “Macintosh”“Color Sync”は、Apple Computer Inc.の商標である。

(注2) “Windows 95”は、米国Microsoft Corp.の商標である。

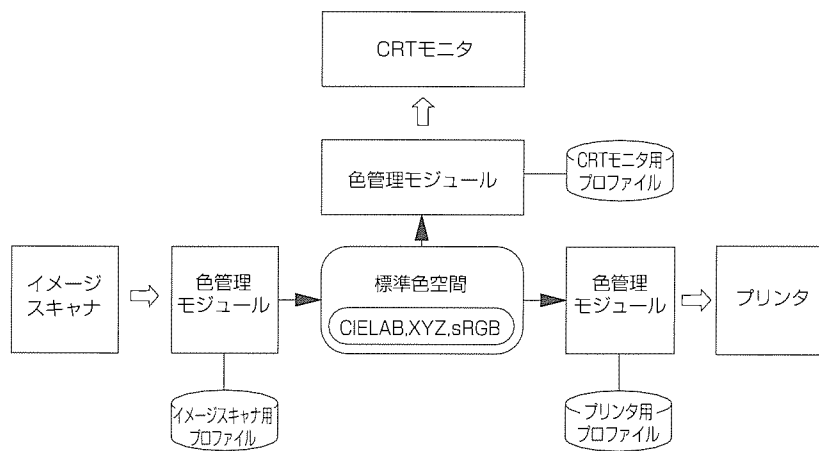


図1. カラーマッチングの概念

処理を行う。つまり、第1ステップでは、色域内の色について、測色によって得られる測色値を基に標準色空間とデバイスの信号値との対応関係を求める。第2ステップでは、標準色空間において、色域内の色を色域外へ主観評価実験に基づいてマッピングする。

2.1 色域内処理

色域内処理は、デバイスへ入力された信号値とデバイスによって再現される色の測色値との対応付けである。プリンタの信号空間はインク量に対応した量(Y, M, C)として図3の(a)のようになる。それに対し、プリンタで再現される色空間は標準色空間上に図の(b)のようになる。このプリンタの信号空間から再現される色空間への効率的な変換方式を求める必要がある。変換方式の条件を以下に示す。

(1) 測色点数

デバイスの色再現特性は測色によって求めるが、開発の効率化のため測色点数は極力少なくする。

(2) 色変換精度

色を合わせようとするターゲットの画像と再現画像との色の差は、標準色空間(CIELUV又はCIELAB)上において、ターゲット色の三次元座標値と再現された色の三次元座標値の距離(色差 ΔE)として表される。通常、人間の目で、色差 $\Delta E \leq 5$ は、ターゲット画像と再現画像を別々に時間をずらして見たときに識別できない色の差である。また、色差 $\Delta E \leq 3$ は、同時に見たときに識別できない色の差と一般に言われている。システム全体の精度として、色差 $\Delta E = 5$ を目指す。

(3) 処理の高速化

色変換処理の高速化には変換アルゴリズムの簡素化が必須(須)である。

以上の要件を満たす色変換方式として、図4に示す多面体色域モデル⁽²⁾を提案する。特長は、実際のデバイスの

色再現特性に沿ったモデルでの色変換処理により、簡易な手順で高精度色変換を実現した。

図において、多面体の各頂点は測色値である。多面体は、最外郭の辺として6本の有彩色によるグレースケールと中心を通る1本の無彩色によるグレースケールで構成される。図において、有彩色グレースケールは赤(R_m)、緑(G_m)、青(B_m)、イエロー(Y_m)、マゼンタ(M_m)、シアン(C_m)の6色で、無彩色グレースケールは黒(Bk₀)から白(Bk_n)で表す。各有彩色及び無彩色グレースケールは、黒から白までの17ステップである。したがって、多面体のすべての頂点は92頂点となり、測色に必要なカラーパッチは119色となる。119色のカラーパッチをまとめてテストチャートとする。

この多面体を使用し、以下の手順で与えられた色(CIELAB)に対する信号量(YMC)を求める。

- (1) 無彩色グレースケール上の連続する2点とそのステップに対応する隣り合う有彩色の2点を結んだ三角柱に分割し、与えられた色が含まれる三角柱を探す。
- (2) 対応する三角柱を三つの4面体に分割し、与えられた色が含まれる4面体を探す。
- (3) 与えられた色に対する4面体内の相対的位置を計算する。

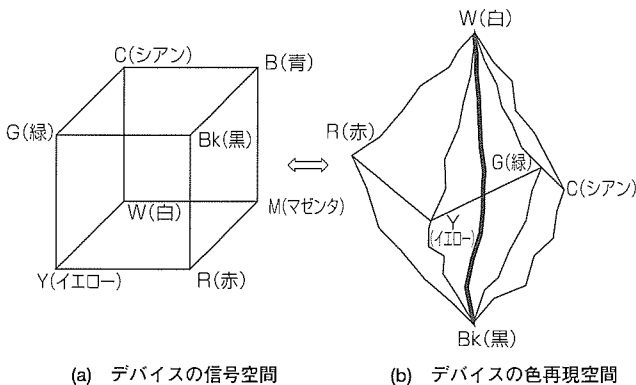


図3. デバイスの色空間

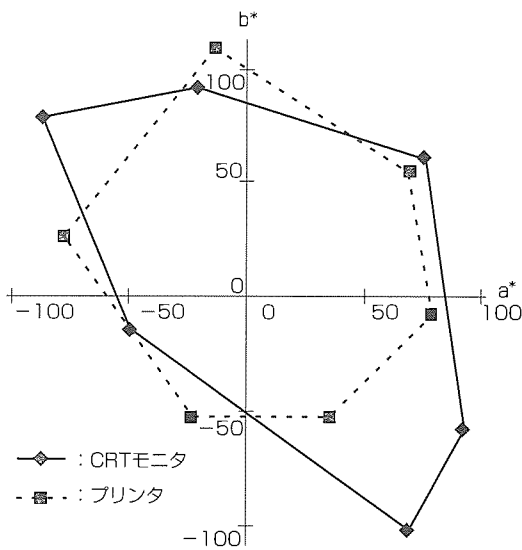


図2. 各デバイスの色再現範囲

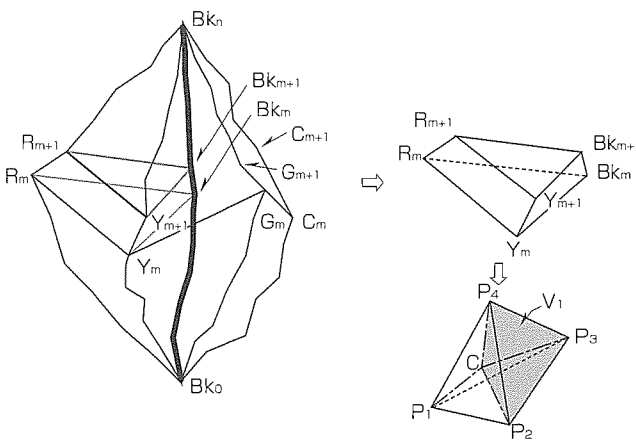


図4. 多面体色域モデル

(4) 4面体の頂点に対応するインク量と上記(3)で求めた相対的位置から与えられた色を再現するためのインク量を求める。

以上の処理により、色域内の色に対して、デバイスの信号値と標準色空間との対応が可能になる。

2.2 色域外処理 (Gamut Mapping)⁽³⁾

色域外の色については、測色した数値で定量的に色を合わせることができないため、主観の実験に基づく方式を提案する。このシステムでは、測色的に整合がとれた色域内のデータを用い、色域内の色を色域外のすべての色に対してマッピングする。マッピングは主観の実験に基づいて決定する。主観実験においては、色は色相(H)、彩度(V)、明度(C)で表現すると主観的に整合がとれやすいため、HVC色空間を使用する。マッピングの基本方針としては、人間の視覚特性は色相の変化に対して敏感であるため、色相は保存したまま明度と彩度を色空間上で圧縮する。以下、画像内の各画素の手順を示す。

- (1) 色域内/外を判定し、色域内の場合、その色度値を採る。
- (2) 色域外の場合、色空間の最外郭点から色域の中心となる軸への垂線と、色域の最外郭との交点の間の色を、色相を保存したまま色域の最外郭の色にマッピングする。
- (3) 色空間にわたって以上を実行する。

この方式の原理モデルを図5に示す。以上の処理により、色空間上のすべての色についてデバイスの信号値にマッピングできる。

3. システム構成

以上の方式を用いたカラーマネジメントシステムを構築した。図6にシステム構成を示す。

あらかじめ、測色計によってデバイスの色再現特性を測定し、個々の色再現特性データとしてプロファイルを作成する。測色からプロファイルデータ作成は、プロファイルビルダによって自動的に作成される。この方式では、テストチャートとして119色を測色する。

色変換は、色管理モジュールとそれぞれのデバイスに対応するプロファイルによって実行される。例えば、CRTモニターに表示されたRGBデータをプリンタで印刷するためには、CRTモニター信号空間から標準色空間への変換と標準色空間からプリンタ信号空間への変換

を行う。変換には、Mac OSの場合には、OSのColor Sync機能呼び出す。Windows95の場合には、ICM機能呼び出し、色変換を実現する。

4. 評価

このアルゴリズムとそれを用いたカラーマネジメントシステムの評価を行った。

評価手順としては、まず、プリンタで119色の無彩色及び有彩色グレースケールを含んだテストチャートを印刷する。次いで、プロファイルビルダと測色計によってテストチャートを測色し、プロファイルを自動作成する。モニタの場合も、同様に119色を表示しプロファイルを自動生成する。生成したプロファイルを用いて色変換精度を求めた。プリンタには三菱電機製昇華型プリンタS6600、CRTモニターには三菱電機製RD17G IIを用いた。

表1にプリンタとモニターを用いた色変換結果を示す。色変換結果は、標準色空間CIELABからデバイス信号空間YMCに変換する場合と、デバイスの信号空間YMCから標準色空間CIELABに変換する場合について、測色した119色とそれ以外の1,000色について求めた。

また、ディスプレイとプリンタを用いた色変換精度を表2に示す。また、手順を図7に示す。モニタのRGBデータを、ディスプレイ用プロファイルを用いて、標準色空間

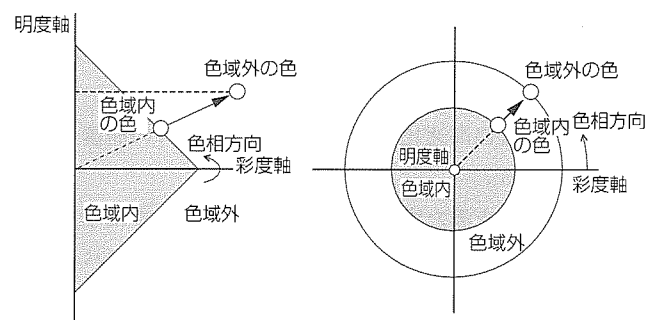


図5. 色域外処理の原理モデル

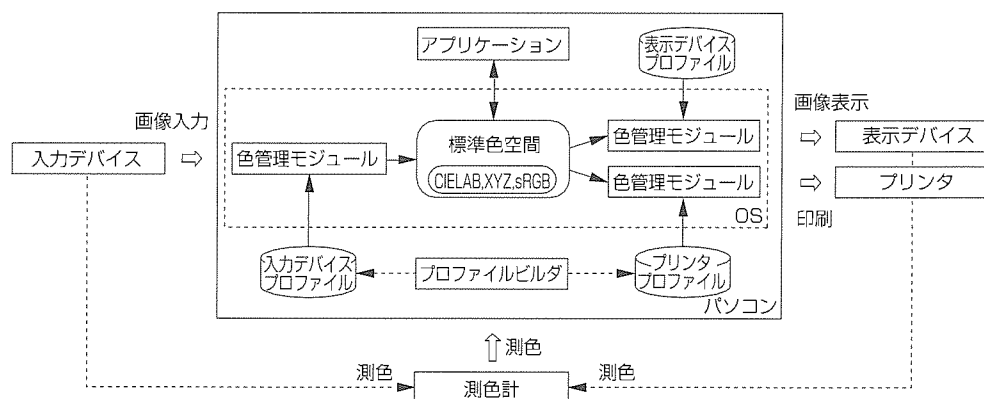


図6. カラーマネジメントシステムの構成

表1. アルゴリズムの色変換精度

条 件	デバイス→標準空間		標準空間→デバイス	
	色票119色	1,000色	色票119色	1,000色
CRTモニタ	0.0	2.2	0.0	1.2
プリンタ	0.0	3.5	0.0	2.7

表2. 色変換方式の比較

色 域	色 域 内	色 域 外
今回の方式	5.3	13.7
線形変換	8.7	19.2
無変換	9.4	19.5

XYZに変換する。さらにCIELABに変換し、その後、プリンタ用プロファイルを用いてプリンタ信号のYMCに変換して印刷する。最後に、それぞれの色を測色して色差を求めた。色域内は、平均で、色の差を感じないレベルである色差 $\Delta E=5.3$ となった。比較のために、従来から用いられている線形色変換を用いた場合と無処理の場合を示す。従来方式に対する今回の方式の優位性を確認できた。

5. む す び

今回開発した方式の目的は、一般ユーザーが使いやすいように、少ない測色点数で、自動的に高精度なプロファイルを自動生成する機能を提供し、既にインフラとなったパソコンOS上のカラーマッチング機能を活用することでユーザーが簡単に色合せを実現できるようにすることであり、プリンタ及びディスプレイを使った評価システムでそのコ

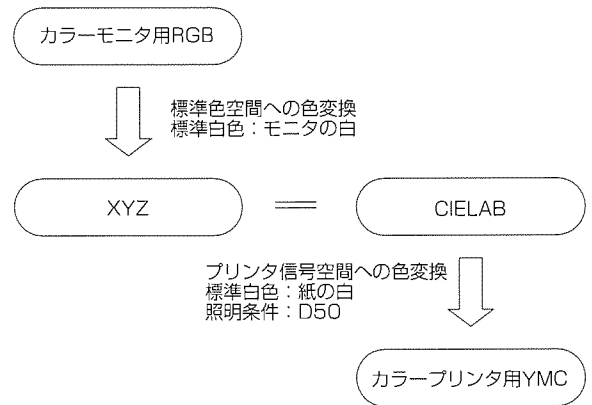


図7. 色変換手順

ンセプトは確認できた。

今後は、補間方式を改良することにより、色変換の高精度化を実現する予定である。

参 考 文 献

- (1) ICC Profile Format Specification Ver. 3.3, International Color Consortium (1996)
- (2) Sato, T., Takahashi, M., Saito, M.: A Proposal of Color Matching System using Polyhedron Gamut Model, IS&T's NIP 13, International Conference on Digital Printing Technologies, 479~482 (1997)
- (3) 高橋万里子, 佐藤恒夫, 齋藤雅行, : 主観評価に基づいたHVC色空間での色域圧縮法, カラーフォーラム JAPAN'97, 4-3 (1997)

多値ロスレス符号化標準と当社技術の採用

上野幾朗* 吉田雅之*
柳谷太一* 小野文孝**
木村智広*

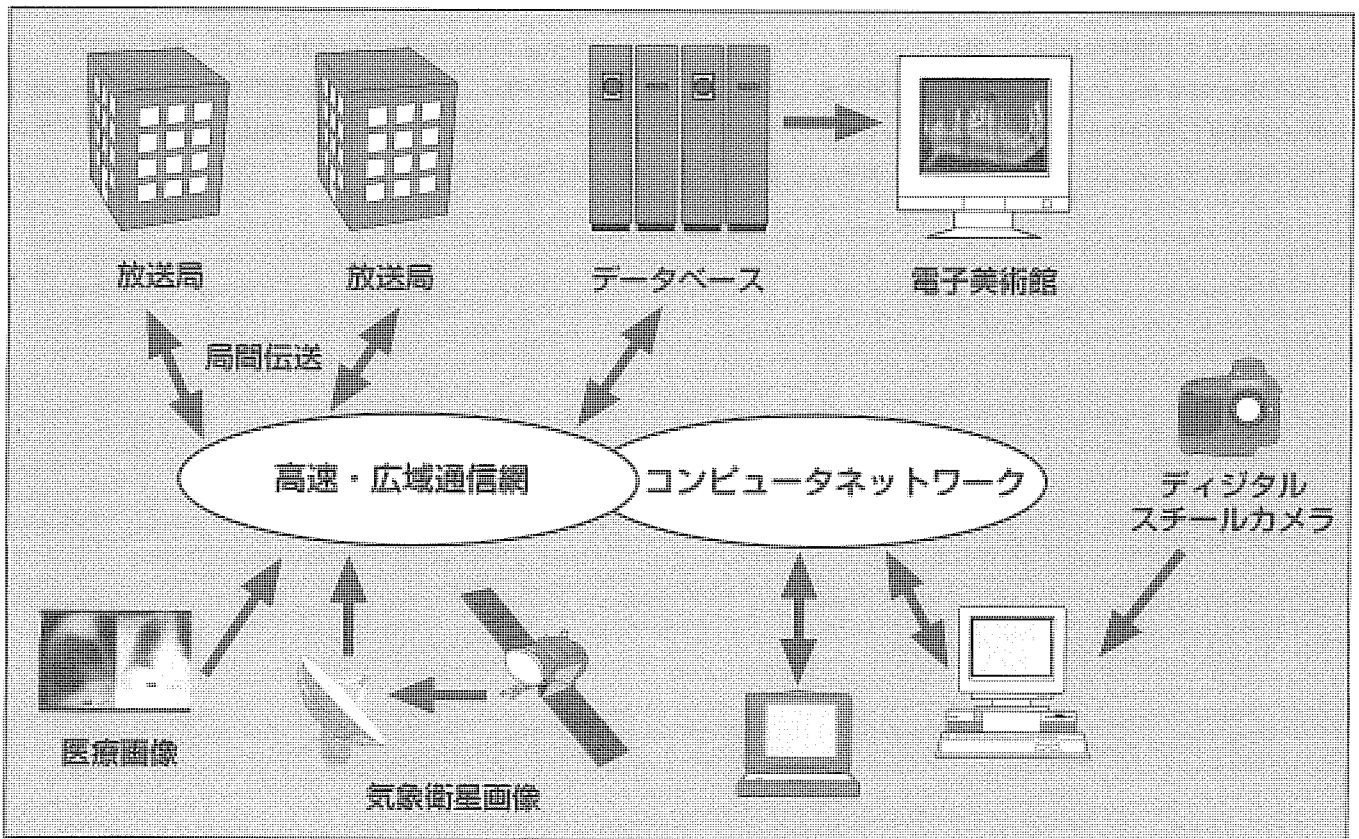
要旨

ISO/IEC JTC 1/SC29/WG1内のサブグループJPEG (Joint Photographic Experts Group)では、高品質な再生画像が要求される医療画像、衛星画像通信などからの要求にこたえ、多値静止画像のロスレス(可逆)符号化方式(JPEG-LS)を検討している。この符号化標準は、既存のロスレス符号化に比べて高い圧縮性能を備えることはもちろん、自然画以外のCG(Computer Graphics)画像や2値/多値混在画像に対しても高い圧縮率が得られること、再生画像と原画像との各画素での誤差が所望の範囲内となることが保証されたニアロスレス符号化が実現できるといった特長を持っている。方式としては、動的な符号化パラ

メータを持つエントロピー符号化を使ったコンテキストモデリングに基づく予測符号化である。画素レベルが一定な領域に適した符号化モードを設けることにより、自然画以外の画像に対しても高い圧縮性能を実現している。

JPEG-LSは基本方式と拡張方式の二つのパートに分かれており、基本方式の技術的な審議は既に完了している。三菱電機は、この規格制定に当初から参画し、基本方式のエントロピー符号化に当社提案のMELCODEが導入されるなど標準化に貢献してきた。

本稿では、JPEG-LSの標準化状況、JPEG-LS基本方式の概要を紹介する。



JPEG-LSによる多値静止画像伝送/蓄積アプリケーションのイメージ

高品質な画像品質が要求される医療画像、伝送後に画像処理を行う航空写真、衛星撮影画像伝送、編集を繰り返す必要のある画像の保存、スタジオ間での放送素材の伝送、電子美術館の画像データベースなどの応用分野が想定される。

1. ま え が き

多値静止画像の圧縮符号化方式としては、WWW (World Wide Web)やデジタルスチールカメラなどにおいて“JPEG”の呼称で広く普及しているDCTをベースとした符号化方式がある。これは、ISO/IEC JTC 1/SC29/WG1内のサブグループJPEGにおいて制定されたJPEG part 1の必ず(須)方式(Baseline)で、符号化レートに応じて再生画像の劣化の程度が変化するロッシェ(非可逆)符号化方式である。一方、医療画像や人工衛星画像通信など高品質な再生画像が要求される分野では、再生画像と原画像が完全に一致するロスレス(可逆)符号化方式の要求が高まっている。現在SC29/WG1では多値画像ロスレス符号化の標準化を行っており、当社は、この規格制定に当初から参画し、標準化に貢献してきた。

本稿では、この多値画像ロスレス符号化の標準化状況、間もなく制定される標準の概要及びその符号化性能を紹介する。

2. 多値画像ロスレス符号化の標準化状況

多値画像のロスレス符号化方式は、JPEG part 1又は2値画像標準符号化方式 JBIGにも規定されているが、いずれも該当標準のメインな位置付けではなく、ロスレス符号化に向けて綿密な検討が行われたわけではないことから、SC29/WG1の標準化課題として検討が始まった。要求される性能、機能として、

- 既存のロスレス符号化方式を上回る圧縮性能を持つこと
- 自然画以外のCG (Computer Graphics) 画像や2値/多値混在画像に対しても高い圧縮率が得られること
- 再生画像と原画像との各画素での誤差が所望の範囲内となることが保証されたニアロスレス符号化が実現できること

などが挙げられている。JPEG-LSの愛称で呼ばれるこの

標準化の方式提案は、1995年7月に締め切られ、審議が開始された。標準化の手順としては、比較的簡易な構成の基本方式(JPEG-LS part 1)と多少複雑であるが高い圧縮性能の見込める拡張方式(JPEG-LS part 2)とに分け、まず基本方式を標準化する方針を定めた。

基本方式は、当社提案のMELCODE⁽¹⁾とHewlett Packard社提案のLOCO-I⁽²⁾を組み合わせた方式の採用が決定しており、今年中にはISOとITU-Tの共通テキスト形式で標準が制定される予定である。

一方、拡張方式では、基本方式の復号機能の搭載を前提として、圧縮性能向上のための拡張機能を定義している。算術符号の導入が大きな特徴で、特にCG画像や2値/多値混在画像での更なる圧縮率向上が期待されている。現在、審議中であるが、当社提案の算術符号の採用が内定している。

3. 基本方式(JPEG-LS part 1)の概要

JPEG-LSは、コンテキストモデリングに基づき、各画素での予測誤差を動的なパラメータを持つ適応的な可変長符号を用いて符号化する予測符号化方式である。図1に示すように、周辺画素レベルが一定でない領域に適した自然画モードと、一定な領域に適した文字・CGモードの二つのモードからなる。コンテキストモデリング部において画素ごとにモードが選択され、各種画像に対して効率的な符号化が実現される。

3.1 コンテキストモデリング

コンテキストモデリングに基づく符号化では、既に符号化済みの画素(参照画素)から定まるコンテキストを利用し、符号化対象画素に適した符号化モードとパラメータを選択して符号化を行う。JPEG-LSでは、図2に示す四つの参照画素によってコンテキストを分類する。まず、隣接する2画素間の差分、 $D_1=d-b$ 、 $D_2=b-c$ 、 $D_3=c-a$ を求め、あらかじめ設定したしきい値を用いて $D_1\sim D_3$ をそれぞれ9通りに量子化する。これらの量子化結果 $Q_1\sim Q_3$ の組合せからコンテキストを定める。ただし、0を中心として対

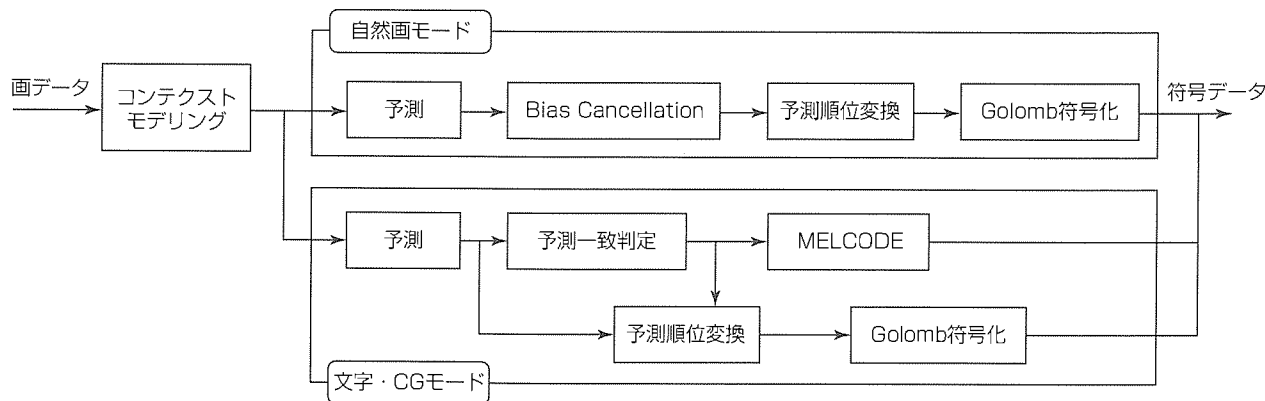
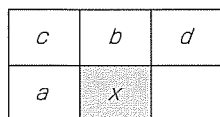


図1. JPEG-LS 基本方式ブロック図



x : 符号化対象画素
a~d : 参照画素

図2. 参照画素

表1. Golomb符号の例(k=2)

n	符号語
0	1 00
1	1 01
2	1 10
3	1 11
4	01 00
5	01 01
6	01 10
7	01 11
8	001 00
9	001 01
10	001 10
11	001 11
12	0001 00
.	.
.	.

表2. MELCODEの例(次数r=4)

通 報	符号語
0000	1
1	000
01	001
001	010
0001	011

0 : MPS 1 : LPS

称な $Q=(Q_1, Q_2, Q_3)$ と $Q'=(-Q_1, -Q_2, -Q_3)$ は、予測誤差の確率分布が0を中心として対称となると考えられるので、同一のコンテキストとし、 $Q'(-Q_1, -Q_2, -Q_3)$ の場合には予測誤差の正負を反転して符号化する。したがって、コンテキストの総数は $(9 \times 9 \times 9 + 1) / 2 = 365$ 通りとなる。ここで、参照画素 $a \sim d$ の値がすべて一致する場合($Q_1=Q_2=Q_3=0$)には、参照画素 a の値を予測値とし、予測が一致する間(予測が外れるかラインの終了まで)、以下に示す文字・CGモードで符号化する。それ以外の場合は、自然画モードでそのコンテキストに適した符号化パラメータによって符号化を行う。

3.2 自然画モード

自然画モードでは、注目画素周辺での水平方向や垂直方向の勾配を想定し、図2の参照画素 $a \sim c$ の値によって以下のように予測値 P を決定する。

$$P = \begin{cases} \min(a, b) & (\text{if } c \geq \max(a, b)) \\ \max(a, b) & (\text{if } c \leq \min(a, b)) \dots\dots\dots(1) \\ a+b-c & (\text{otherwise}) \end{cases}$$

ここで、予測値 P と符号化対象画素との予測誤差は、必ずしも予測誤差0を中心として両側に減衰する確率分布になる保証はなく、コンテキストによってその中心の値は異なることが予想される。そこで、各コンテキストごとに予測誤差の累積値を記憶しておき、累積値から推定される予測誤差の平均値を用いて、式(1)の予測値を修正する処理(Bias Cancellation)を行う。これにより、予測誤差の分布の中心をそろえ、符号量の削減を図ることができる。

次に、正負の値をとる予測誤差 e を、非負の整数である

予測順位 $M(e)$ に変換し、 $M(e)$ を以下に述べるGolomb符号を用いて符号化する。この変換により、予測誤差が理想的な分布では出現確率の順に並べ換えられ、Golomb符号に適した確率分布が得られる。順位変換は原則として式(2)に従う。

$$M(e) = \begin{cases} 2 \times e & (\text{if } e \geq 0) \\ -2 \times e - 1 & (\text{if } e < 0) \end{cases} \dots\dots\dots(2)$$

Golomb符号⁽³⁾は、正の符号化パラメータ $m(=2^k)$ を用いて、非負の整数 n を以下の二つの部分からなる2値シンボル列に変換する符号である。

- $\lfloor n/m \rfloor$ 個の“0”+1個の“1”(ただし、 $\lfloor \cdot \rfloor$ は切り捨て)
- $\text{mod}(n, m)$ の自然2進表現

この符号は、パラメータ k を適切に選べば負の指数分布に従う非負の整数に対するハフマン符号となっている。表1に $k=2$ の例を示す。符号化パラメータは、各コンテキスト Q ごとに過去の予測誤差の絶対値の累積値 $A[Q]$ 、そのコンテキストの出現頻度 $N[Q]$ を蓄えておき、以下の式を満たす k を求めることによって得られる。

$$2^{k-1} < A[Q] / N[Q] \leq 2^k \dots\dots\dots(3)$$

ここで、 $A[Q] / N[Q]$ の割り算を行わなくても、 $A[Q]$ と $N[Q] \cdot 2^k (k=0, 1, 2 \dots)$ を $k=0$ から順に比較していくことで、容易に最適な k を算出することができる。

3.3 文字・CGモード

自然画モードでは、最低でも1画素につき1ビットの符号が発生するため、予測一致確率が十分高い場合には符号化効率の低下をきたす。そこで、そのような状況が予測される場合には、文字・CGモードでMELCODEを使った情報源の拡大を行い(複数画素の情報に一つの符号語を割り当てる)効率的な符号化を実現している。MELCODEは、次数 $r(=2^n)$ を符号化パラメータとして持つ、以下の規則によって生成される2値シンボルを対象とした符号である。

- MPS(More Probable Symbol : 出現確率の高い方の2値シンボル)が連続して r 個出現した場合、1ビットの符号“1”を出力する。
- MPSが r 個出現する前にLPS(Less Probable Symbol : 出現確率の低い方の2値シンボル)が出現した場合、1ビットの符号“0”に続いて、MPSの個数($< r$)の自然2進表現 n ビットを符号として出力する。

表2に $r=4$ の例を示す。文字・CGモードの場合には、予測値を参照画素 a の値とし、文字・CGモードに入ってから予測が外れるまでの連続した画素での予測の一致/不一致という2値情報をMELCODEによって符号化している(予測の一致がMPS、不一致がLPS)。

表3. MELCODEの状態と次数

状態	次数 r	状態	次数 r
S_0	1	S_{16}	16
S_1	1	S_{17}	16
S_2	1	S_{18}	32
S_3	1	S_{19}	32
S_4	2	S_{20}	64
S_5	2	S_{21}	64
S_6	2	S_{22}	128
S_7	2	S_{23}	128
S_8	4	S_{24}	256
S_9	4	S_{25}	512
S_{10}	4	S_{26}	1,024
S_{11}	4	S_{27}	2,048
S_{12}	8	S_{28}	4,096
S_{13}	8	S_{29}	8,192
S_{14}	8	S_{30}	16,384
S_{15}	8	S_{31}	32,768

MELCODEの次数 r は、以下に示すMPSのカウンタを用いた状態遷移規則により、2値シンボルの出現頻度に応じて動的に決定される。

- MPSの数が次数 r に達した場合、符号を出力した後、表3に従って状態を1段階上げる。ただし、状態 S_{31} の場合は、状態は上げずに、符号だけ出力する。
- LPSが発生した場合、符号を出力した後、状態を1段階下げる。ただし、状態 S_0 の場合は、状態は下げずに、符号だけ出力する。

予測が外れて文字・CGモードが終了する画素では、予測誤差を符号化する必要がある。この場合には、2通りのコンテキスト ($a=b$ の場合と $a \neq b$ の場合) に分類して、予測誤差をGolomb符号化する。それぞれのコンテキストでの符号化パラメータの算出方法は、自然画モードの場合と同様である。

3.4 ニアロスレス符号化

JPEG-LSの特徴的な機能として、ニアロスレス符号化がある。これは、再生画像と原画像との各画素における誤差が必ずある規定範囲 ($\pm n$ レベル) 内に納まる符号化方式である。JPEG-LSでは、ニアロスレス符号化を、予測誤差 e を $((e+n)/(2n+1))$ としてレベル数を削減することによって実現している。予測誤差ではなく、原画像のレベル数を $1/(2n+1)$ に削減してニアロスレスとすることも可能である。しかし、後者の方法は前処理としても実現できること、前者は再現できるレベル数が多く画質的に優れているという理由から、標準には予測誤差のレベル数を削減する方式が採用されている。

表4. 符号化レート(ビット/サンプル)

画像	JPEG-LS	JPEG-DPCM	差(%)	
自然画	Bike	3.627	4.407	25.37
	Woman	4.202	4.842	13.23
	Cafe	4.834	5.635	14.21
航空写真	Aerial2	4.110	4.930	16.64
	Faxballs	0.900	1.502	40.10
CG	PC	1.542	1.754	12.09
	Compound1	1.270	2.514	49.50
2値混在	Compound2	1.326	2.504	47.05

4. 基本方式の符号化性能

JPEG-LS基本方式と既存のロスレス符号化標準であるJPEG part1のロスレス符号化(JPEG-DPCM)の符号化レートを表4に示す。なお、JPEG-DPCMでは、エントロピー符号化としてハフマン符号を使用している。表に示した画像はいずれも8ビット画像で、自然画像、航空写真、CG及び2値/多値混在画像を選んだ。従来のJPEG-DPCMと比べ、自然画で10~30%、CG画像で10~50%圧縮率が向上していることが確認できる。

5. むすび

ISO/ITU-Tによって間もなく国際標準として制定される多値画像ロスレス符号化方式 JPEG-LSを紹介した。圧縮性能としてはほぼ限界に近いレベルを達成しており、従来のJPEGロスレス方式はもちろん、インターネットで利用されているPNGなど既存のロスレス符号化に比べても明らかに優れた圧縮性能を示す。今後は、各種アプリケーションに対応するため、ソフトウェアコーデックの高速化、LSI化の検討を行っていく予定である。また、当社は、MELCODEのほか、予測順位変換等で多数の必須特許を保有している。このため、この標準の実装には当社及びHP社との契約が必須であるが、条件によっては無償実施の道が開かれている。

参考文献

- (1) 小野文孝, 木村智広, 木野茂徳, 吉田雅之: MELCODEの学習型適応方式における静的特性, 信学秋全大 D-46, 2 (1989)
- (2) Weinberger, M., Seroussi, G., Sapiro, G., : LOCO-I: A Low Complexity, Context-based, Lossless, Image Compression Algorithm, Proc. DCC, Snowbird, Utah, 140~149 (1996)
- (3) Golomb, S. : Run-length Encoding, IEEE Trans. IT, 12, 399~401 (1966-7)

グラフィカルユーザーインターフェース に対する視点

岩崎建樹* 小川健一*
土屋雅人* 杉村美砂*
山崎友賀*

要旨

日常生活や仕事のあらゆる場面で、高機能化・複雑化した機器が数多く利用されるようになってきている。機能・性能が向上すると、操作にかかわる情報量が急速に増大することから、多くの機器は操作手順が煩雑になったり、欲しい情報が奥に収納されてなかなかたどり着けないことがある。

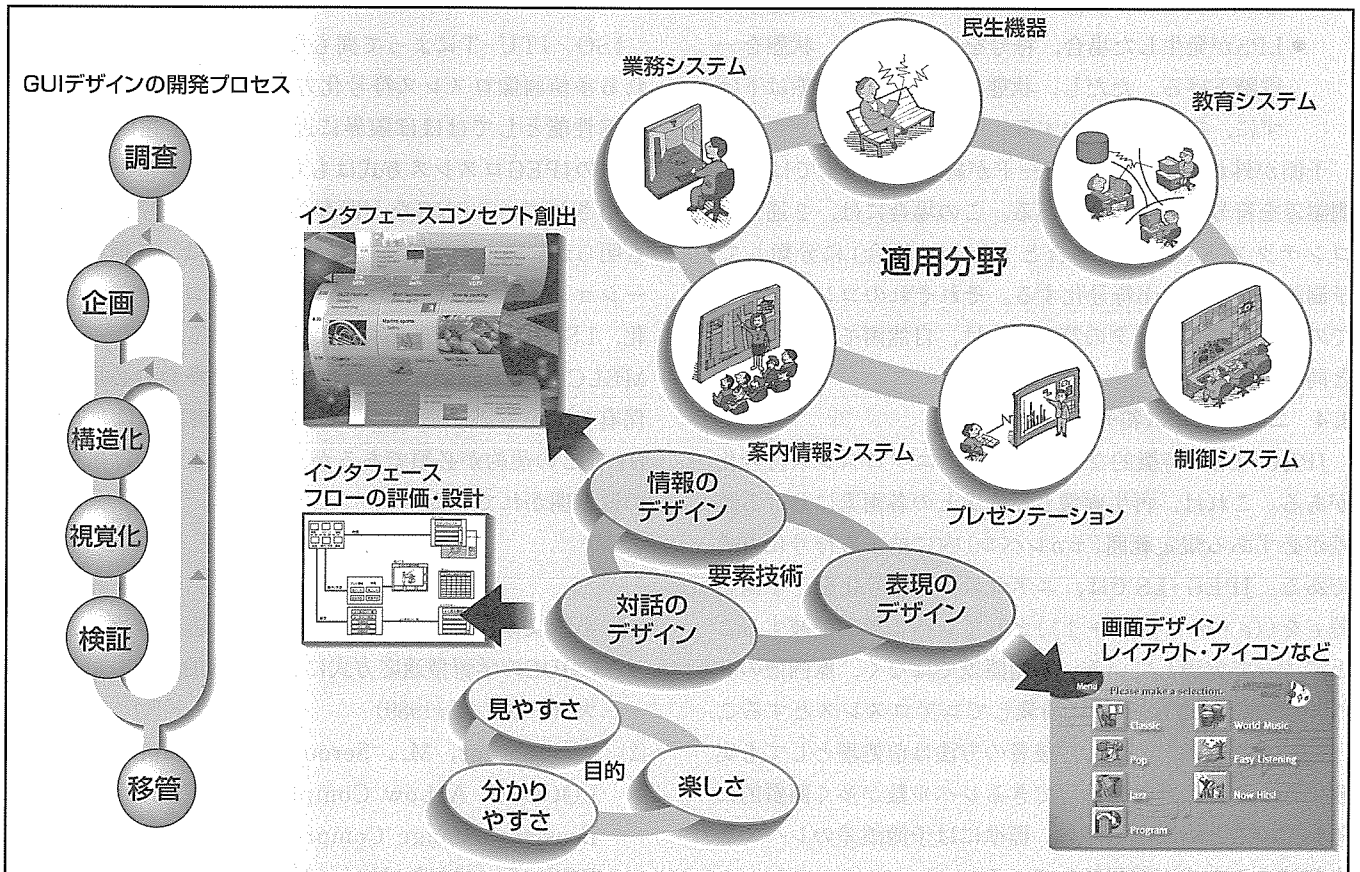
そこで、操作にかかわる情報をいかにハンドリングして必要な情報にアクセスするか、人と機械のコミュニケーションの接点をユーザーインターフェースとしてとらえ、その在り方をユーザーの視点から設計することが求められるようになってきている。

特にディスプレイに映し出されるスクリーンユーザーインターフェースは、製品の使いやすさを決定付ける大きな要素となっている。

そして現在では、その操作環境の一つとして、GUI (Graphical User Interface) が広く用いられるようになってきている。

GUIを開発するデザイナーには、操作対象の持つ情報の構造を理解・整理して、操作対象物や操作行為そのものを、次の手順に従って、分かりやすく視覚表現する能力が求められる。

- (1) 見やすさ、分かりやすさ、楽しさを基本的な目的とする。
- (2) 情報のデザイン、対話のデザイン、表示・表現のデザインを要素技術として持つ。
- (3) 情報の調査→情報の企画→情報の構造化→情報の視覚化→情報の検証→情報の移管の開発プロセスで開発を進める。



GUI開発デザインプロセス

三菱電機の多岐にわたる製品分野、コンテンツに対して、三つの基本的な目的を定め、三つのデザイン技術を用いて、五つの開発プロセスを経ることによってGUI開発支援を行っていく。

1. ま え が き

日常生活や仕事のあらゆる場面で、高機能化・複雑化した機器が数多く利用されるようになってきている。機能・性能が向上すると、操作にかかわる情報量が急速に増大することから、多くの機器は操作手順が煩雑になったり、欲しい情報が奥に収納されてなかなかたどり着けないことがある。

そこで、必要な情報に容易にアクセスできるよう、人と機械のコミュニケーションの接点をユーザーインタフェースとしてとらえ、その在り方をユーザーの視点から設計することが求められている。

その中で現在では、その具体的設計手法の一つとして、GUIが広く用いられるようになってきている。

GUIは、それまでのコマンド記述のような記憶型の操作方法に対して、画面のグラフィックスを見ただけで直観的に理解できる再認型の操作環境を提供している。

このような視覚要素を中心とした操作インタフェースを持つGUIを開発する場合は、デザイナーには、操作対象の持つ情報の構造を理解・整理して、操作対象物や操作行為そのものを、分かりやすく視覚表現する能力が求められる。

本稿では、GUI開発において、デザイナーの取組をGUIデザインとしてとらえ、開発プロセス及び対象分野について述べていく。

2. GUIデザインの開発目的

GUIデザインの開発目的は、人間の体の中の情報処理の流れと対比することで、整理して説明することができる。一般に、人間工学や認知心理学の分野では、外部からの様々な刺激を受けた後の人間の内部の情報処理の流れを、“知覚”→“認識・理解”→“意思形成”の3段階で表していることが多い。

外界からの刺激を感覚受容器で知覚し、その意味・内容を理解し、それに対する解釈を加えて態度を決定するフローである。

この情報処理の流れをGUIデザインに当てはめてみると、表1に示すように、三つのレベルのインタフェースに分けて表すことが可能であり、各々レベルの目的、評価項目を抽出した。

第一に、生理モデルを用いた人間工学的な評価にかかわる物理的インタフェース、第二に、操作手続きの中で認知モデルを想定した認知的インタフェース、第三に、ユーザー個人の右脳の・感性的な主観評価軸を持つ感性インタフェースである。

ここでは、この三つのインタフェースの目的を端的に表すために、“見やすい”“分かりやすい”“美しい”の三つのキーワードを用いている。

2.1 見やすさのデザイン

“見やすい”“区別しやすい”などの視覚を中心に、“押しやすい”“聞きやすい”などの知覚レベルの評価項目を持つインタフェースを物理的インタフェースとしている。これらの評価項目の向上によって、疲労度・負担度の軽減を促し、使っていて疲れないインタフェースを目指す。

2.2 分かりやすさのデザイン

“覚えやすい”“理解しやすい”など、一連の操作の流れや機械の状態が分かりやすいかどうか、また、機械側から示された情報の意味が分かりやすいかどうか、認知にかかわる評価項目を持つインタフェースを認知的インタフェースと呼んでいる。この“分かりやすさ”は、認知精度や認知速度の向上を目標とし、使っていて間違えないインタフェースを目指す。

2.3 美しさのデザイン

“楽しい”“魅力的”“安心”などの感性的な評価項目を持つヒューマンインタフェースを感性インタフェースと呼んでいる。これらの項目の質を上げることでユーザーの満足感を向上させ、使っていて飽きないインタフェースを目指す。

人間の情報処理の流れは、外からの刺激が内面へ向かうだけでなく、意思決定の後に体を動かすなど、具体的行動を促す外向きの流れがある。その中で、GUIデザインの目的は人間の内向きの情報処理の流れの中で、外からの情報を滞りなく滑らかに伝えることであり、その結果として迅速な意思決定と自然な行動を促すことと考えられる。

3. GUIデザイン開発の3要素技術

GUIデザインは、システムの状態やユーザーの意図を、視覚的“情報”として扱っている。

また、“情報”を人と機器が自然にキャッチボールできる

表1. 人間の情報処理モデルに合わせたGUIデザインの主要キーワード

	物理的インタフェース	認知的インタフェース	感性インタフェース
目 的	見やすい ●疲労度・負担度の軽減 区別しやすい 聞きやすい 押しやすい フィットする 快適な	分かりやすい ●認知精度・速度の向上 覚えやすい 理解しやすい 安心する	楽しい ●満足感の達成 魅力的 好き うれしい 美しい 満足な
効 果	●疲れない	●間違えない	●飽きない
人間の 情報処理	知覚 (生理モデル)	認識・理解 (認知モデル)	合意・意思・情緒 (態度モデル)
人間の 行動 レベル	技能ベース (反射的行動) (小脳の思考)	ルール・知識ベース (大脳左半球)	感性ベース (大脳右半球)

ような“対話”の仕組みを考え、具体的にどのように“表示”すべきかを検討する必要がある。

ここでは、デザイン開発の際に必要なとされる要素技術を、“情報のデザイン”“対話のデザイン”“表示・表現のデザイン”の三つの視点から述べる。

3.1 情報のデザイン

始めに、製品の機能、仕様、対象ユーザー、使用環境などの与条件を十分にまとめておく必要がある。現行のGUIはユーザーの視点からの必要十分条件の洗い出しがなされていないことが多いので、ユーザーの求めている情報は何か、何が重要な情報なのかのコンセンサスを、開発の初期の段階で確かめなくてはならない。

3.1.1 インタフェースコンセプト創出

GUIの開発環境では、システム側からガイドラインに沿って標準的に提供される表現とは別に、開発者が自由にカスタマイズできる部分がある。開発初期にシステム全体を通したインタフェースコンセプトをイメージし、現実空間の行為や物の比喩(喩)的表現(メタファ)を導入することで、一層分かりやすい操作環境を提供することができる。

図1は、システムを立方体に見立て、情報の箱を回しながら必要な情報を引き出していく“キューブオペレーション”の例である。

3.1.2 用語の統一

開発仕様を明確にするために開発用語は多義性のない技術用語が用いられるが、製品に適用する際には、ユーザーに難解であったり別の意味でとらえられたりすることが多い。また、多くのサブシステムからなる開発では、設計作業が分業化されるので、言葉の統一が図られないことがある。開発の後半になってからの用語の変更は多大な労力が必要となるので、初期にまとめておく必要がある。

3.2 対話のデザイン

どのような対話が求められているのか、どうすれば対話がスムーズに行えるのか、対話の在り方を考えることである。ユーザーの既得知識や学習のレベルに応じて、ユーザー

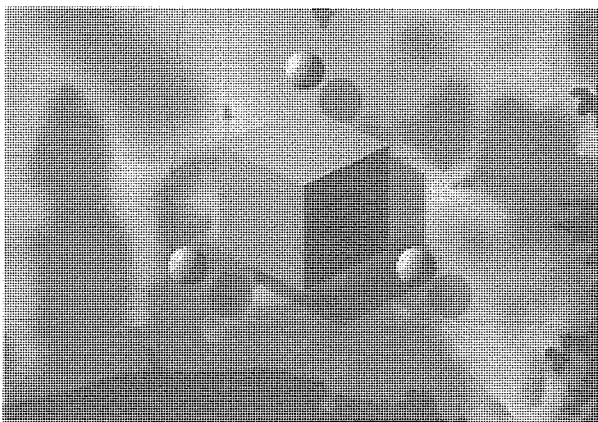


図1. キューブオペレーション

に積極的に問い掛けるのか、ユーザーからの能動的行為の発露を期待するのか、また、日常的操作とまれに行う操作をどのように位置付けるか、対話のコンセプトを定めておく必要がある。

次に、タスク設計に基づき、目的機能を満足する詳細な操作フローの検討を行う。ここでは、順序、重要度、頻度、カテゴリーなどによって情報を分類し、階層化し、構造化された手続きに従ってストレスのない対話が行えるか、繰り返し検証を行う。

3.3 表示・表現のデザイン

情報を視覚化する場合、画面のレイアウト、アイコンやボタンなどのエレメント、全体の色彩、動画や画面切替のビジュアルエフェクトをデザインする。

画面レイアウトは、操作が画面左上から右下に向けて流れることを基本に、マウスやタッチパネルなどの入力デバイスの種類、ハードウェアスイッチや関連操作部の位置などを考慮してマスキングとグルーピングを行い、画面分割のルールを決めていく。

アイコンやボタン等も、作成ルールを決めておくことで、統一感、整合性のあるデザインにすることができる。

色彩については、モニタの発光色の見えに関する研究例が少ないので、常に制作過程でのユーザー評価システムの確立が必要である。

エフェクトに関しては、ダイナミックアイコン、3D、画面切替のエフェクトの効果について明らかにしていくことが望まれる。

4. GUIデザイン開発のプロセス

一般に設計行為は、抽象的な概念空間から実体空間へ写像する行為といわれている。GUIデザインの開発プロセスも、調査、分析から始まり、コンセプトの立案、基本設計、詳細設計、ユーザーによる検証とフィードバックという段階を踏む。

GUIデザインの各プロセスの特徴点を列挙すると図2のとおりである。

5. 開発対象システムと適用事例

GUIデザイン開発を対象のシステムに当てはめると、図3のように、ユーザーが特定されるものと不特定多数のもの、操作目的が効率的に結果を得る目的指向型と、操作すること自体に楽しみや満足感などの意味を求める散策型に分類され、A～Fに示すシステムと製品分野が該当する。

- A. 制御システム：プラント監視制御，FA／ロボット制御
- B. 業務システム：ビル管理，情報ネットワーク，OA業務
- C. 案内情報システム：施設／業務案内，CARナビゲ

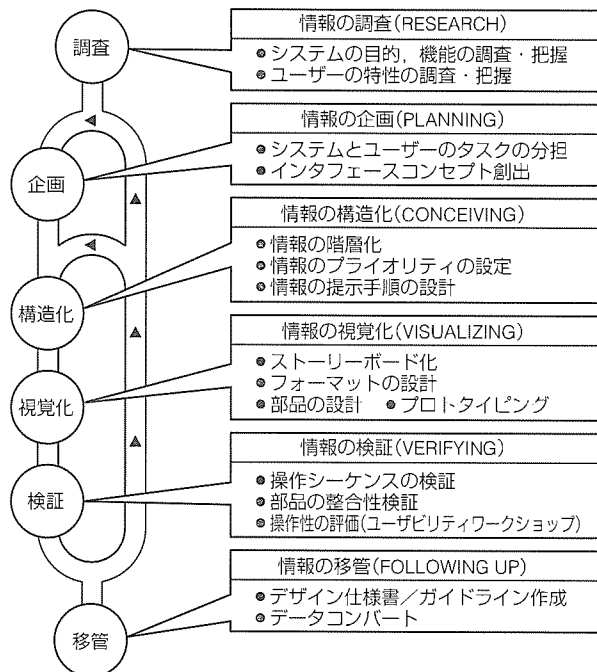


図 2. GUIデザインの開発プロセス

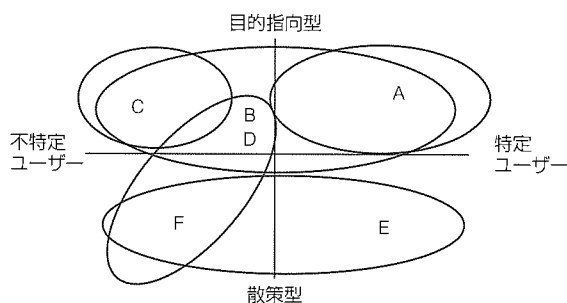


図 3. 対象システムのユーザー傾向分類

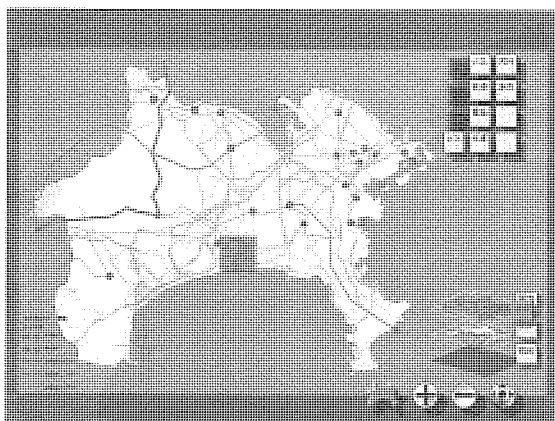


図 4. 電力プラント制御システム

ーション

- D. プレゼンテーション：営業／受注支援，広報活動
- E. 教育システム：社内教育，使用ガイダンス，児童教育
- F. 民生機器：携帯情報端末，携帯電話，インターネ

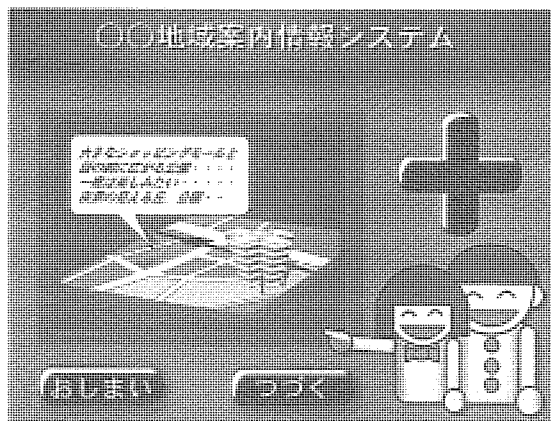


図 5. 業務内容紹介システム



図 6. 子供用図形教育ソフト

ット機器

以下に特徴的なシステムに対する適用事例を示す。

5.1 制御システム

システムの機能を引き出すために最適化されたインタフェースが求められる。情報を整理し、最短の手順で必要な情報を正確に伝達すること、視線、手の動線などを考慮し、操作時のエラーをなくすことが重要である。

図 4 の電力プラント制御システムの画面は、機器の状態を素早く把握することが求められる。そこで、機器を動きを伴ったアイコンで表現し、瞬時に状況が把握できる。

5.2 案内情報システム

設置場所によって異なるが、基本的に不特定多数ユーザーが対象となる。また、情報を得るという明確な目的が存在する。分かりやすいことが重要で、フローの整理による操作の単純化、内容の理解しやすい表現が不可欠である。また、ユーザーを引き付ける楽しさも重要である。

図 5 の業務内容紹介システムは、簡単な操作で画面を展開できるようにしたほか、音声を加加することで、ユーザーを引き付け、より楽しい雰囲気を出している。

5.3 教育システム

対象ユーザーによって目的が様々だが、マイペースで学

習させるシステムが向いているため、散策型の傾向が強い。

表示内容が理解しやすいこと、苦にならずに操作が行えること等、ユーザーレベルと使用目的に合うインタフェースと表現が必ず(須)である。

図6は子供用図形教育ソフトであり、記号とひらがなを利用したインタフェースになっているほか、音・図形・動き等で興味を引くように考えられている。

6. む す び

本稿では“人と機器との関係をデザインする”手法を中心に述べてきた。特に“対話”という行為をデザインの対象とすることから、デザインのアプローチも新しい視点が必要になっている。

従来のデザインと比較し、認知工学・心理学・記号学、さらに情報処理やコンピュータ技術など、他の専門分野の知見の活用が今まで以上に求められる。“伝えること”とは何か、“分かること”とは何か、人の心に深くかかわる部分を考え、それを考察できる知識体系が必要である。

そして、コンピュータとの対話をデザインするとき、人との対話をもう一度考えてみなくてはならない。

参 考 文 献

(1) 安西祐一郎：認知科学ハンドブック，共立出版

- (2) 海保博之：認知的インタフェース，新曜社
- (3) 小松原明哲：対話型システムの認知人間工学設計，技報堂出版
- (4) Apple Computer Inc. Macintosh Human Interface Guidelines Human Interface Guidelines，アップルコンピュータジャパン
- (5) Open Lookスタイルガイド，日本サンマイクロシステムズ(株)
- (6) Open Software Foundation, OSF/Motifスタイルガイド
- (7) Marcus, A.：見せるユーザーインタフェースデザイン，日経BP社
- (8) 坂村 健：TRON 電脳生活HMI仕様書，(財)トロン協会
- (9) 森 典彦：左脳デザインング，海文堂
- (10) 日本人間工学会ID部会：ソフトデザインの目指すもの，日本人間工学会ID部会報
- (11) 富士通：GUI特集，43, No.5, 富士通(株)
- (12) Norman, H. A.：誰のためのデザイン，新曜社
- (13) 木村 孝：コンピュータマルチメディアと法律，トリエックス社
- (14) Simon, H. A.：意志決定の科学，産業能率大学出版部

FRハイブリッド多重交換ノード

スポットライト

“MX-7310/7320”

インターネットとイントラネットの普及、企業の情報化戦略の進化に伴い、企業内広域ネットワークには、マルチメディア化・高速化・高機能化とともに、データ伝送の効率化、回線コストの低減化が求められてきています。

三菱マルチアクセス通信システム“MX-7300シリーズ”のFRハイブリッド多重交換ノードは、独自の多重方式を採用し、これらの要求に柔軟に対応ができます。

アクセス系回線を使用する中小拠点用として、卓上型・小容量の“MX-7320”と、中継拠点やセンター拠点用の中大容量の“MX-7310”でネットワークの構成が可能です。

特 長

1. FRハイブリッド多重方式による回線の有効利用

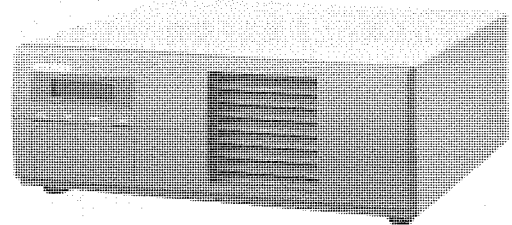
FRハイブリッド多重方式は、高速データ通信に最適なフレームリレー（FR）方式と、音声や低速データの遅延が小さいSTM方式の両方の長所を持つ優れた伝送方式です。回線上のFRデータの帯域割当てを音声呼の有無によってダイナミックに可変し、回線の空き帯域を有効利用し、スループットを向上させています。

2. 簡易なFR交換ネットワークが可能

MX-7310は、FRの集線・交換機能があるため、高価なFR交換機を導入せずにFR交換ネットワークが実現できます。また、ATM(Asynchronous Transfer Mode)の幹線系ネットワークとも柔軟に相互接続できます。

3. 高品質・高圧縮の音声伝送

音声伝送は、STM方式を使用しているため、低遅延の高品質伝送が保証されます。また、64kbpsの音声信号を8kbpsに圧縮(8kCS-ACELP方式)伝送し、回線の有効利用ができます。



FRハイブリッド多重交換ノード“MX-7320”

機 器 仕 様

項 目		MX-7320	MX-7310			
			S-1	S-2	S-3	R-1
装置規模	装置タイプ	卓上型	自立型	可搬型		ラックマウント型
	スロット数	—	32	16	10	13
適用回線	高速デジタル	Iインタフェース(64kbps, 128kbps)		Iインタフェース(64kbps~6Mbps)		
最大収容回線数		1ポート	32ポート	16ポート	8ポート	12ポート
多重方式		FRハイブリッド多重方式	FRハイブリッド多重方式/STM多重化方式			
収容端末	データ方式	V24, V35, X21	V24, V35, X21, BRI, PRI			
	音声系	4Wアナログ, BRI	4Wアナログ, TTC2M, T1, CEPT, BRI, PRI			
	音声圧縮	8kbps(CS-ACELP), 16kbps(LD-CELP)				
監視制御機能	状態監視情報のネットワーク監視装置への通知, 自己診断, 定期自動試験					
冗長構成	なし		基本共通部及び外部インタフェース部二重化構成 (障害発生時, 自動的に予備系へ切換え)			
外形寸法 (幅×高さ×奥行き)(mm)	350×130×317		550×1,048×700	320×1,048×700	380×700×700	570×617×575
電源環境条件	AC100V		AC100V/200V, DC-48V			

スポットライト

換気空清機クリーンロスナイ 壁埋込30cm角穴取付タイプ

近年、建材などから発生する有害汚染物質がクローズアップされる中、生活者の“快適・健康・清潔な暮らし”への意識は一層強くなってきております。特に“タバコの煙”などの不快な汚染空気を早く除去したいという切実なニーズがある一方、換気で取り入れる外気についても、花粉や車の排ガスなどによる汚染が深刻化しているため、外気を清浄して取り入れる（給気する）ことも望まれています。

三菱電機では、従来から“換気による室内空気環境の改善”をねらって“換気空清機クリーンロスナイ”を販売してきましたが、今回、“壁埋込30cm角穴取付タイプ”について、排気機能、給気清浄機能、使い勝手、外気侵入防止機能を中心に改良を進めた新製品を発売いたしました。

特長

1. 排気機能を強化

30cm角穴取付タイプの中では業界最大の排気風量(200m³/h)となる“急速”換気モードで、タバコの煙などの室内汚染物質を従来品よりも素早く排出します。

2. 給気清浄強化タイプをラインアップ

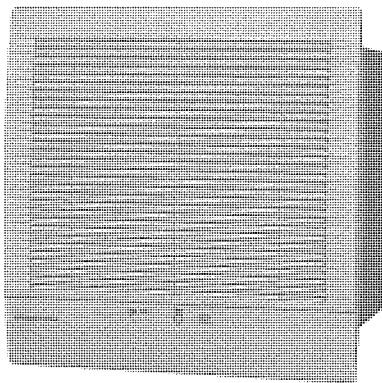
窒素酸化物(NO_x)、粒子(花粉、ホコリ)を捕集するWきれいフィルタ搭載タイプをラインアップしました。

3. ワイヤレスリモコン付きをラインアップ

ワイヤレスリモコンタイプとすることにより、配線工事の簡略化とともに、使い勝手を向上させました。

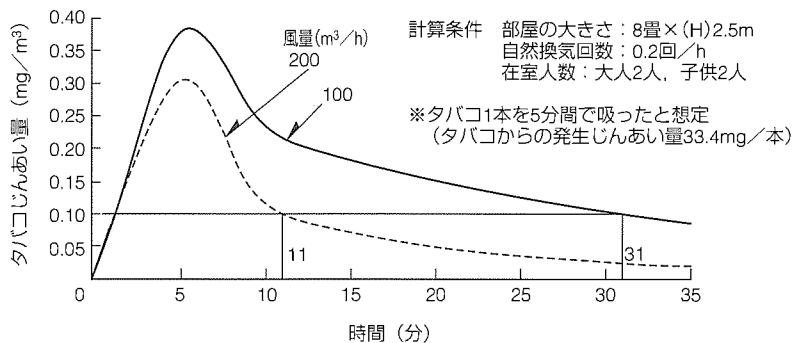
4. 全機種電気式気密シャッター搭載

外気侵入防止用の電気式気密シャッターを搭載することにより、外気侵入量を従来品対比で約1/2(室内外差圧60Pa時)に抑えました。



ワイヤレスリモコン (同梱)

VL-200RK



当社従来品(100m³/hの排気能力)に比べ、タバコの煙を約1/3の時間で排出します。

たばこの煙排出効果

特性*1

50Hz/60Hz

	タイプ	形名	消費電力 (W)	風量 (m ³ /h)		温度交換効率 (%)	騒音 (dB)	質量 (kg)
				排気	給気			
排気機能強化タイプ	ワイヤレス	VL-200RK (-BE)	47/50	200/200	120/120	—*2	43/43	4.5
	壁スイッチ	VL-200EK (-BE)	47/50	200/200	120/120	—	43/43	4.5
	Wきれいフィルタ・ワイヤレス	VL-200RKF (-BE)	47/50	200/200	115/115	—	43/43	5
	Wきれいフィルタ・自動運転	VL-200KAF (-BE)	48/51	200/200	115/115	—	43/43	5
	高性能除じんフィルタ・ワイヤレス	VL-200RKC (-BE)	47/50	200/200	120/120	—	43/43	4.5
	高性能除じんフィルタ・壁スイッチ	VL-200EKC (-BE)	47/50	200/200	120/120	—	43/43	4.5
標準	引きひも	VL-100K	30/34	100/100	100/100	55/55	39/39	4.5
	壁スイッチ	VL-100EK	30/34	100/100	100/100	55/55	39/39	4.5
	壁スイッチ(インテリアパネル)	VL-100EKX	30/34	105/105	100/100	55/55	38/38	5
仕様 寒冷地	引きひも(インテリアパネル)	VL-100PKX	30/34	105/105	100/100	55/55	38/38	5
	ワイヤレス(インテリアパネル)	VL-100RPKX	30/34	105/105	100/100	55/55	38/38	5
	自動運転(インテリアパネル)	VL-100PKAX	31/35	105/105	100/100	55/55	38/38	5

*1：表中の値は“急速(又は強)”モード時の値を示します。

*2：VL-200Kタイプの場合、“急速”モード時は、熱交換なしで換気運転します。



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
電話(03)3218-9192(ダイヤルイン)

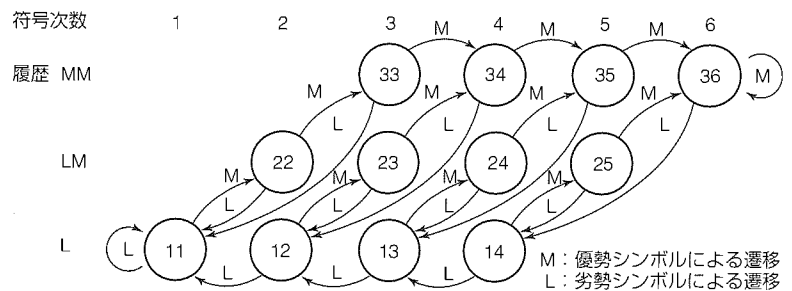
符号化装置及び復号化装置並びに符号化方法及び復号化方法 (特許 第2504316号, 特公平4-122174号)

この発明は、画像等の符号化において、シンボル発生状況に応じて符号器のパラメータを動的に切り換えていくことにより、符号化効率を向上させる符号化装置及び復号化装置並びに符号化方法及び復号化方法に関するものである。

従来の2値情報源の符号化方法では、符号化パラメータである符号次数は遷移状態から与えられ、状態遷移先は直前に滞在していた状態と符号化シンボルが優勢シンボル又は劣勢シンボルのいずれのトリガーによる遷移であるかで定まる。また、各状態で優勢シンボル数を計数するカウンタは1状態につき一つであったため、符号次数の増減傾向の異なるコンテキストが同一の状態に存在すると、一方のコンテキストで劣勢シンボルが生じた場合、状態遷移と同時に共用カウンタの値をリセットせざるを得ないため、他のコンテキストでは次に状態遷移を起こすための

発明者 木村智広, 小野文孝, 木野茂徳, 吉田雅之
優勢シンボルの必要カウント値が等価的に大きくなり、全体として符号化効率が低下するという問題があった。

この発明は、上記の問題を解消するためになされたものであり、図の実施例に示すように、同一符号次数であっても過去の遷移履歴に基づいて異なる状態割当てを行うことにより、符号次数の増減傾向の異なるコンテキストの遷移経路を独立させた。この結果、より統計的性質を反映した状態遷移が可能となり、符号化効率の向上につながる。



符号伝送装置の符号化部及び復号化部

この発明は、符号化の過程で得られる算術符号の伝送を行うとともに、該算術符号の復号を行う符号伝送装置に関するものである。

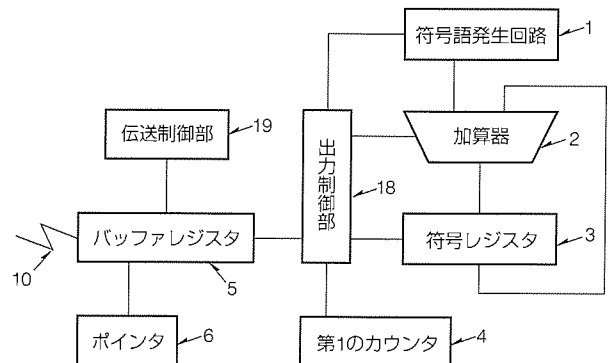
従来の符号伝送装置の符号化部では、符号中にビット1がn個連続すると直後に下位からのけた(桁)上がりの伝搬を吸収させる制御信号を挿入し、復号化部では、検出された制御信号を処理して桁上がりが吸収されていれば伝搬させる。従来の符号伝送装置では、固定長nを桁上がりの最大伝搬桁数とするので、符号レジスタから出力された最も近いビット0を挟む前後のビット1の連続長によって制御信号の挿入が必要となる。このため、制御信号の挿入位置検出には二つの監視カウンタが必要であった。

この発明は、上記の問題を解決するためになされたものである。図にこの発明の実施例を示す。符号伝送ユニット(例えばバイト)がすべてビット1となる時、桁上がり伝搬を吸収する制御信号を直後の伝送ユニットの最上位ビットに挿入することにより、上位への桁上がりの伝搬を実現する。監視カウンタは一つとなり、制御信号挿入の基準と

(特許 第2106815号, 特公平8-10835号)

発明者 木村智広, 吉田雅之, 小野文孝, 木野茂徳
なる値は符号レジスタからビット0が出力された時点のポイント値に基づいて更新され、基準値に達すると制御信号の挿入を行う。

この発明により、符号化部は一つのカウンタで制御信号の挿入監視が可能となるため、より簡単な動作で制御信号の挿入が可能となる。また、制御信号によらない桁上がりの最大伝搬桁数が伝送ユニット長(通常1バイト)以上となって挿入回数が減るため、総符号長を短くできる。





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
電話(03)3218-9192(ダイヤルイン)

記録タイミング補正方法 (特許 第2596076号, 特公平2-035603号)

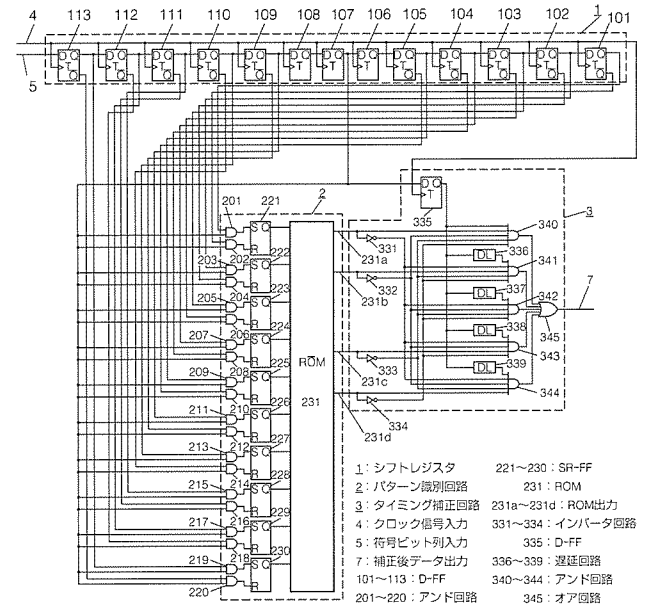
発明者 久保田 仁

この発明は、(d, k)RLL符号を使ったデジタル磁気記録装置において、記録されたデータを再生する際に発生するビットシフトを補正する記録タイミング補正方法に関するものである。

従来の補正方法では、記録するデータ列に応じてきめ細かく補正量を設定することができなかったため、特に媒体上の磁化反転密度を高めようとした場合、適切な記録タイミング補正を行うことができなかった。

この発明は、上記の問題点を解消するためになされたものである。図にこの発明の実施例を示す。シフトレジスタ(1)とパターン識別回路(2)により、タイミング補正をかけるようとするビットの前方 $d+1$ ビット目から $d+1+m_r$ ビット目まで、及び後方 $d+1$ ビット目から $d+1+m_r$ ビット目まで(m_r , m_r は共に $d+1$ 以上の整数)のデータのパターンを識別して補正量を決定し、タイミング補正回路(3)によって媒体上の記録位置を補正する。

この発明により、記録するデータビット列があらゆるビットパターンである場合に対して適切な記録タイミング補



1: シフトレジスタ 221~230: SR-FF
2: パターン識別回路 231: ROM
3: タイミング補正回路 231a~231d: ROM出力
4: クロック信号入力 331~334: インバータ回路
5: 符号ビット列入力 335: D-FF
7: 補正後データ出力 336~339: 遅延回路
101~113: D-FF 340~344: アンド回路
201~220: アンド回路 345: オア回路

<次号予定> 三菱電機技報 Vol.72 No.10 特集“昇降機・ビルシステム”

特集論文

- “昇降機・ビル管理システム”特集に寄せて
- 昇降機・ビルシステムの現状と展望
- 三菱乗用エレベーターのモデルチェンジ
- 三菱機械室レスエレベーター“ELEPAQ”(エレパック)
- 三菱中低層共同住宅用エレベーター“MEL WIDE”
- モダンゼーションメニューの拡充
- 超高速大容量エレベーター
- 駅用エレベーター

- 新ホームエレベーター“ウェルファミリー”
- 省エネルギー・省スペース型エスカレーター
- 昇降機の据付工法の改善
- 昇降機リモート点検システム
- エレベーター製品情報システム
- 昇降機製造・物流システム
- メルセントリー群管理システム
- 新指紋照会装置“FPR-MK II”
- 三菱統合ビルオートメーションシステム“MELBAS-AD”シリーズ

三菱電機技報編集委員 委員長 鈴木 新 委員 永田 譲 河内 浩明 宇治 資正 永峰 隆 植木 恵介 内藤 明彦 奥山 雅和 石川 孝治 小林 保雄 前田 信吾 畑谷 正雄 才田 敏和 野沢 俊治 猪熊 章 井上 誠也 幹事 鈴木 隆二 9月号特集担当 小野 文孝	三菱電機技報 72巻9号 (無断転載・複製を禁ず)	1998年9月22日 印刷 1998年9月25日 発行
	編集人 鈴木 新 発行人 鈴木 隆二 発行所 三菱電機エンジニアリング株式会社 ドキュメント事業部 〒105-0004 東京都港区新橋六丁目4番地9号 北海ビル新橋 電話 (03) 3437局2692 印刷所 菱電印刷株式会社 発売元 株式会社 オーム社 〒101-0054 東京都千代田区神田錦町三丁目1番地 電話 (03) 3233局0641 定価 1部735円(本体700円) 送料別	
	お問い合わせ先	giho@hon.melco.co.jp

普及が懸念されていたDVDは、今年に入り、Windows 98の正式サポート、大手レンタルビデオチェーンでの一部レンタル開始、多機能・高画質を生かした販促用タイトルへの利用など、着実にその真価を発揮しつつあります。この背景の下、制作業界のニーズにこたえるため、コストパフォーマンスに優れたDVDオーサリングシステムを今春から発売開始し、プロのユーザーから高い評価を得ています。

特長

1. 高画質MPEG-2エンコーダ

DVD制作において最も重要なのが、原画を圧縮する工程です。三菱MPEG-2エンコーダ“EN-1000D”は、三菱オリジナル圧縮LSIと検索チップを採用し、業務用に要求される高画質と高い信頼性を実現しています。ビデオ入力には、Digital componentのほか、Analog component、Composite、S-videoを装備していますので、DVD制作に使用されるほとんどのVTRをサポートしています。

また、出力されるMPEG-2ストリームは、DVD用のES(エレメンタリストリーム)のみならず、通信用のTS(トランスポートストリーム)、蓄積用のPS(プログラムストリーム)をサポートしていますので、VOD(Video On Demand)システムなど幅広い分野で使用可能です。

2. 簡単操作で高性能なエンコーダコントロールソフトウェア

エンコーダコントロールソフトウェア“MPEG File Creator Ver 6.2d Pro”を用いることにより、エンコード条件設定やVTRコントロールが簡単に行えます。特にDVDでは必ず(須)のVBR(Variable Bit Rate)の設定には、自動設定のAuto VBRと更に細やかな設定がGUI上で行えるProfessional VBRをご用意しています。

また、三菱独自の機能としてストリームコンバータを内蔵しTSやPSでエンコードしたファイルをDVD用に変換できるので、

EN-1000D仕様

入力信号	映像 (NTSC)	コンポジット：BNC×1系統 S映像(Y/C)×1系統 コンポーネント：BNC×1系統 D1シリアル×1系統
	音声	アナログ：XLR×1系統 デジタル：XLR×1系統
標準化周波数	映像	Y：13.5MHz Cb、Cr：6.75MHz
	音声	48kHz
符号化	映像	MPEG-2ビデオ (ISO/IEC13818-2) MP@ML、SP@ML
	音声	MPEG-1オーディオレイヤ II (ISO/IEC11172-3) 準拠 符号化レート：128、256kbps
	システム	MPEG-2システム (ISO/IEC13818-1) 準拠
	レート	3~15Mbps (Full D1) 2~6Mbps (Half D1)
質量	19kg	
電源・消費電力	AC 100V・90W	
外形寸法	(W)482×(H)222×(D)472(mm)	

再度エンコードしていただく必要がありません。

3. パソコンでできるMPEG-2のストリーム編集

三菱が業界に先駆けて開発したストリーム編集ソフトウェア“MPEGASUS”を用いることにより、MPEG-2のストリームを圧縮データのまま編集することができます。また、複数のMPEG-2データから必要な部分を抜き出してダイジェスト版等を作成することも可能です。

4. “Scenarist NT”をバンドリング

オーサリングソフトウェアには、ダイキン工業(株)製Scenarist NTをバンドリングしており、DLT/DVD-Rプリマスタリング、DVD-VIDEO/DVD-ROMフォーマット等DVDビデオ規格にフル対応が可能です。同社の前作“Scenarist 2”は、全世界で350ライセンス以上を販売した業界スタンダードソフトウェアです。三菱電機では、今年リリースされたScenarist NTにいち早く対応するとともに、1台のNTマシンでエンコードからオーサリングまで可能なシステムを実現しています。

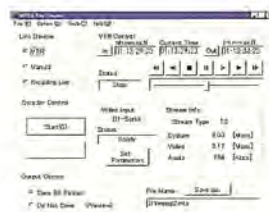
(注) “Windows NT”は、米国Microsoft Corp.の商標です。
“Scenarist”は、ダイキン工業(株)の登録商標です。

Scenarist NT仕様

	Basic	Advanced	Professional
マルチオーディオ マルチランゲージ/サブタイトル 静止画メニュー DLT DVD-Rプリマスタリング DVD-Video、ROMフォーマット Dolby Digital 2chソフトウェアエンコード	○	○	○
マルチVTS、16:9、動画メニュー パレンタルロック、コピープロテクション1、F デュアルレイヤ、リージョンコード 複合コマンド		○	○
マルチアングル、マルチストーリー マルチラインコマンド、ライン21 96K PCMオーディオ ジャケット、テキスト、カラオケエクステンション			○



システム構成例



MPEG File Creatorメイン画面



編集ソフトウェアMPEGASUS