4-3 端末処理・部品技術

小 宮 一 三[†], 谷 中 一 寿[†]

1. ま え が き

B-ISDN 等, 通信インフラの高速・広帯域化, パソコン, ワークステーションの小型化, 高性能化, さらに端末と人間の接点における各種ヒューマンインタフェースの高度化等を背景として, 画像通信システムの, ①高速・高精細化, 高臨場感化, ②インテリジェント化が一層進展すると思われる。

これらの進展を支える基盤技術のひとつに端末処理・部品技術がある。これらの技術がシステムの進歩に大きな影響を与えたことは, LSI の例を見れば明らかであろう。

画像通信システムを構成する端末処理・部品技術分野は極めて多岐にわたるが, 本文では, とくに進展著しい技術分野である画像入力技術, 表示や記録に関する画像出力技術, 画像処理技術を取り上げ, その主な項目について現状動向を概観するとともに, 次世代に関わる課題について述べてみたい。

2. 画像入力技術

画像入力技術はシステムの入口で, システム全体の性能, 品質を左右する重要な位置づけにある。次世代入力技術における主な技術開発課題としては, ①高忠実な画像再現を実現するためのイメージセンサの高精細化・高感度化, ②システムの高機能化に資する撮像機能と画像処理機能を合わせ持つインテリジェントカメラ, インテリジェントセンサ, 等がある。

2.1 撮像および読取り用イメージセンサ¹⁾²⁾

代表的なイメージセンサである CCD は, NTSC 対応の 40 万画素のものが現在実用されている。さらに HDTV 用の 200 万画素の開発が活発に行われており, センサ構成として IT 型, FIT 型, 積層型において実用化に近い。同時にチップの小型化, 高密度化に関する技術開発も進んでおり, 取込み光量が減り感度が低下する問題に対し, チップ上にマイクロレンズアレイ

を付けることにより実効的に開口率を向上させる方法等が行われている。また, 低照度での撮像限界を決めるフォトダイオードの暗電流むらによる雑音を下げるため, 例えばフォトダイオードの表面に薄い P⁺ 層を形成し, これにより暗電流を 1/10 以下にしている。さらに回路構成を変えて信号出力を大きくすることを目標として, SIT, AMI, CMD 等の増幅型撮像デバイスが注目されている。これらは各画素毎に増幅素子を配し, 光で励起され, 蓄積された信号電荷でそれを制御し, 電流増幅するものである。

一方, 標準方式に適合しないセンサにおいては, 2048×2048 画素や 4096×4096 画素の静止画用, また小規模のチップを複数接続し, 実効的に大規模化をはかる方法, 小規模のチップを機械的に振動させ空間的な解像度を増加する方法等, 高精細化を経済的に実現する方法等が試みられている。

文書読取りについては, CCD レンズ縮小型, 密着型について A 4 400 dpi のセンサ(4000 画素相当)は実用に供され, A 3 600 dpi(8000 画素相当)の多画素化が進められ, CCD については 8000 画素(1 チップ), 12000 画素(2 チップ接続)の報告がある。

2.2 インテリジェントカメラ・センサ³⁾⁴⁾

画像通信においては, 単なる画像(雰囲気)の伝送以外に特定の意味ある情報(データ)が欲しい場面が多い。例えばテレビ会議においては, 遠隔地の会場の雰囲気, 通信相手の表情(画像情報という)の他に, その場の出席者名, 発信者名等の情報(意味情報)が入手できることが望ましい。インテリジェントセンサは, 単に撮像機能のみでなく, 画像変換機能, 画像認識機能を同一カメラ内あるいは同一センサ内に内蔵したもので, 次世代の多機能画像入力技術として有望である。第 1 段として撮像素子と処理部をオンボード化したインテリジェントカメラ, 第 2 段として 3 次元 LSI 技術を用いてすべての機能をオンチップ化したインテリジェントセンサへ進むと思われる。図 1 は前者の概念図, 図 2 は鬼追らの後者を OCR に適用する場合の概念図である。

3. 画像出力技術

次世代画像通信システムに向けて, 入力技術の高精

[†] NTT 企業通信システム本部 開発部

“Information Processing and Device Technologies in Future Visual Communication Terminals” by Kazumi Komiya and Kazuhisa Yanaka (Research and Development Dept., Integrated Communications Systems Sector, NTT, Tokyo)

細化に対応して出力側においても、①画像を忠実に再現するための表示装置の大画面高精細化、②臨場感通信に資する3次元(立体)画像表示装置の実現、③撮像と表示の境界技術を利用し、テレビ会議等において視線一致の得られる高機能な表示処理技術、④ハードコピー記録装置のフルカラー化、高品質化、等の技術課題が挙げられている。

3.1 大画面高精細表示装置⁵⁾

CRTの大画面化、平面化が一層進んでいるが、液晶をはじめとする平面ディスプレイも性能的に次第に近づきつつある。現在、OA用液晶ディスプレイ(LCD)では、10インチ級の640×480画素のカラーTFT-LCDが製品化されており、対角15インチ800×1280画素の α -SiTFTを用いたカラーLCDが発表されている。テレビ対応は9型レベルで市販する段階にまで達している。

図1 インテリジェントカメラの概念図⁴⁾

HDTV対応は現在のところプロジェクティブに限定され、対角5.5インチ130万~150万画素の α -Si TFTLCDがある。最近720×480画素のLCDを4個ピラミッド型ミラーで空間的に接続したHDTV対応の試作例が報告されている⁶⁾。静止画表示では、相転移型液晶を用いた対角10インチ502万画素プロジェクティブタイプのものがある。カラープラズマディスプレイはHDTV50インチ以上を目標に再び注目され、AC型、DC型において、駆動方式、陰極材料等、寿命の改善が行われ、実用化に進展がみられている。

3.2 3次元(立体)画像表示装置⁷⁾

臨場感を高める3次元(立体)画像表示技術として、両眼の視差を利用する2眼式と、ホログラフィに代表されるような異なる視点からの立体視を再現する3次元画像式に分類される。近年、基盤技術の進展、応用システムの具体的提案から、最も研究が活発な分野である。

2眼式では、眼鏡を用いないレンチキュラ方式が液晶、プラズマディスプレイと組合せたテレビ用、テレビ電話用の試作例が報告され、より自然性を高める技術が検討されている。3次元画像式とくにホログラフィは、すでにディスプレイとして実現されているが、画像通信システムとしては動画対応の研究が開始されており、書換え型の超高解像度表示材料、方式検討の基礎的研究が行われている。

3.3 表示装置の高機能処理技術⁸⁾

入力装置と連動した高機能な表示装置の研究例が見

図2 OCR機能を有するインテリジェントセンサ³⁾

図3 視線一致機能を有する表示装置構成⁸⁾

られる。テレビ会議、テレビ電話においては従来、カメラと表示装置が離れて置かれるため画面の対話相手どうしの視線が一致せず、自然性、臨場感がそこなわれていた。図3はこれを解決する一例を示しているが、液晶プロジェクタのスクリーンの背面（観察者の目と同じ高さ）にカメラを設置し、液晶の表示モードの間に透明モードを設けて、この期間に撮像することにより視線の一致した撮像・表示を実現するものである。同様の効果の得られる技術として、ハーフミラーやプリズムミラーを用いる方法、コンピュータグラフィックスによる方法等が行われている。

3.4 高精細ハードコピー⁹⁾

記録方式として、汎用端末向けの感熱記録方式が普及し、性能的にも品質、安定性の改善が図られている。一方、電子写真方式の普通紙記録が高速性、品質から適用領域を広げている。フルカラー記録については、昇華型熱転写記録、インクジェット記録、イオンフロー記録等で品質的には満足するレベルまで達しており、カラーファクシミリ、プリンタ等への適用をめざし、経済性等、実用的な検討が進められている。

4. 画像処理技術

LSIの進歩が、テレビジョンなどの画像通信システムに与える影響は、はかり知れないものがある。LSIの高密度化は、より複雑な処理を可能とただけでなく、それと同時に比例縮小則の教えるところにより処理の高速化が達成されている。その結果、従来はアナログ処理によらざるを得なかった動画など高速・高帯域の領域にも、デジタル処理が導入されている。また将来的には、光処理を取り入れた超高速、インテリジェントなプロセッサの実現が予想される。

4.1 メモリー¹⁰⁾

汎用DRAM 1個の容量は、すでに製品レベルでは16 Mb、試作レベルでは64 Mbに達しており、符号化圧縮しなくとも複数枚のフルカラー静止画を1チップに格納できるようになっている。符号化圧縮を併用すればその数倍～数十倍の画像を格納可能である。したがって従来、主に磁気媒体に格納していた映像信号も、半導体メモリーに格納できるようになってきた。また近年、電源を切っても内容が保持できるフラッシュEEPROMの開発が活発化しており、4～16 Mbの素子が発表されている。今後、FDDやHDDの置き換えとして、およびメモリーカード等の携帯用の用途に普及していくと思われる。まずはスチルビデオに応用されようが、いずれはVTRにもテープでなく半導体メモリーが使われる時代が来るかも知れない。

一方、画像用メモリーとしては、4 MbのデュアルポートRAMや、画面対応のアドレス方式を導入した2.5 Mbのフレームメモリーが登場し、3次元デジタルY/C分離など、フィールド間ないしフレーム間処理が一層容易になってきている。今後は多数のフレームを参照する画像処理が一般化するであろう。大容量画像ファイリングには、すでに光ディスクメモリーが普及しているが、今後は光の短波長化により、大容量化が進むであろう。また将来的には、記録密度を約1000倍にできるPHB(Photochemical Hole Burning)も有望である。さらに超大容量化のためには、分子メモリーの適用も有望であろう。

4.2 デジタル映像用IC

ビデオカメラやVTRなどの高機能化、高画質化のため、すでにデジタル信号処理技術の導入が進んでいる。ジッタの抑制のためのデジタルタイムベースコレクタ、NTSCコンポジット信号のドット妨害やクロスカラーの抑制のための動き適応3次元Y/C分離、ピクチャインピクチャ、ゴースト除去、さらにはビデオカメラの手ぶれ補正などはその例である。

しかし、デジタル映像処理技術、特にフレーム間処理技術の用途はこれらに留まるものではない。例えば特定の車、人などの物体を自動的に追跡できれば、映像編集の際の特殊効果にも応用できよう。また通行量の自動計測や、防犯、防災のための監視などへの適用も考えられ、今後の展開が期待される。

一方、第2世代のハイビジョン用チップセットについては、日米のメーカーが4グループに分かれて開発が進められてきたが、その製品発表が続々行われている。今後、ハイビジョン受像機の小型化、経済化が一層進むと思われる。

4.3 汎用プロセッサ

マイクロプロセッサのクロック周波数は高くなり、100 MHzに近づいてきている。近年の傾向としては

- ・プログラム用、データ用キャッシュメモリーの内

蔵

- ・微細加工を容易にし、かつ消費電力の低減を図るための電源電圧の5Vから3.3V程度への低下
- ・チップ内でクロックを通信する技術の導入（米インテル社のオーバードライブプロセッサなど）
- ・RISC(Reduced Instruction Set Computer)技術の採用（一般に、CISCチップが1命令を3～10クロックサイクルで実行するのに対し、RISCチップは通常、1命令当たり1クロックで実行するため高速化に適する）
- ・パイプラインの段数を多くしてCPUに複数の命令の一部を同時に実行させるSuperpipelineや、複数のパイプラインをスケジューリングしつつ並行動作させるSuperscalerなどの採用による同時実行可能命令数の増大

などが挙げられる。

このため、汎用プロセッサの処理能力は高くなりつつあり、米アップル社のQuickTimeのように、特別なプロセッサを付加することなくソフトウェアのみで動画の符号化、復号化を実現することも可能になってきている。100 MIPS程度のプロセッサが一般のパソコンに搭載される日も遠くないと思われる。また、すでに浮動小数点演算機能や一部のグラフィック演算機能は、CPUチップ内もしくはプロセッサ内に取り込まれてきているが、今後はDCTやハフマン符号化など画像符号化処理機能を取り込まれていくであろう。

4.4 汎用DSP¹¹⁾

DSP（ディジタルシグナルプロセッサ）は、ハードウェア乗算器を持ち、1クロックで積和演算が可能な信号処理用プロセッサである。最初は主に音声帯域の処理、例えば電話帯域のモデムなどに応用されていたが、近年は動画を含む画像処理への応用が増えている。既存のアナログ電話回線を用いてカラー動画を送受信できるテレビ電話が欧米で商品化されているが、そこにもDSPが採用されている。

マルチDSPによる並列処理を考慮し、シリアルリンクを持つものが増えてきた。シリアルリンクを持つプロセッサとしては、英インモス社のトランスピュータが有名であるが、DSPでも、例えば、TI社のTMS 320 C 40¹²⁾は、6つの双方向シリアルリンクを有する。

ディジタルフィルタのような単機能なら、アセンブラで名人芸的にプログラミングすることが最善の方法であったかも知れない。だが、マルチメディアになると、プログラムのステップ数の増加や、音声、画像など複数の実時間性の高いメディアを処理する必要が

ら、高級言語による開発ツールやリアルタイム・マルチタスクOSなどによる支援の重要性が高まると思われる。

4.5 静止画符号化用プロセッサ¹¹⁾¹³⁾¹⁴⁾

ISO(国際標準化機構)がCITT(国際電信電話諮問委員会)と共同で、ISO/IEC JTC1/SC29/WG10(Joint Photographic Experts Group)において行っているフルカラー静止画符号化の国際標準化¹⁵⁾の進展に伴い、JPEG方式の静止画符号化用プロセッサが各社から製品化されている。以下にその例を示す。

- ・米C-Cube Microsystems社 CL 550 A/B
- ・米LSI-Logic社¹⁶⁾
- ・英SGS-Thomson Microelectronics社¹⁷⁾
- ・富士通 MB 86356 B（プログレッシブ符号化(S-S)対応）
- ・リコー A 5 C 161 他（DCTを用いた自動焦点機能付き）
- ・オリンパス光学工業 L 4 M 3104 B（2パスによる符号量制御機能付き）

最近の傾向としては、プラスチックパッケージの採用による低価格化、周辺回路の簡単化、マーカーコード処理機能内蔵によるホストCPUの負荷軽減などがあげられる。

この他、マイクロコードの書換えで静止画、動画双方に対応するLSIもあるが、これについては次項で述べる。

4.6 動画符号化用プロセッサ¹¹⁾¹³⁾¹⁴⁾

動画符号化方式の標準化¹⁵⁾¹⁸⁾で特に注目されている方式は、テレビ会議・テレビ電話向けにCCITTで標準化されたH. 261と、CD-ROM等を想定した蓄積用動画向けにISO/IEC JTC1/SC29/WG11(Moving Picture Experts Group)が標準化しつつあるMPEGであろう。MPEGには、1.5 Mb/s程度のビットレートを想定し、VHS方式VTR程度の画質といわれるMPEG 1と、10 Mb/s近辺で放送機器なみの高画質が期待できるMPEG 2とがある。前者は1991年11月に標準案が完成しており、後者は93年3月に仕様凍結、93年11月にCD化し、94年11月に正式な標準になる予定である。

現在までの開発状況を見ると、MPEG 1のデコード専用LSIとしては米C-Cube Microsystems社のCL 450がある。

一方、マイクロコードにより複数の符号化方式に対応したものとしては、

- ・NTTの画像用DSP¹⁹⁾(JPEG, H. 261の符号化、復号化に対応。4系統のパイプライン積和演算器

を内蔵)

- ・米 IIT 社のビジョン・プロセッサ²⁰⁾ (JPEG, H. 261, MPEG の符号化, 復号化に対応)
- ・米 AT & T マイクロエレクトロニクス社の AVP 1000 ビデオコーデックチップセット²¹⁾ (MPEG, H. 261 の符号化, 復号化に対応)

などがある。今後、MPEG 1 だけでなく MPEG 2 についても各社から LSI が次々に製品化されると思われる。MPEG 技術によって 1 枚の CD に映画などのフルモーションビデオをそのまま収めることが可能になるばかりではない。MPEG はデジタル放送²²⁾にも適用でき、また、通信の分野における広帯域 ISDN とも親和性が高い。したがって、今後のマルチメディア時代のキーテクノロジーとして進展が期待される。

4.7 光処理プロセッサ

現在、主流となっている LSI 技術に比べ、飛躍的な進歩をもたらす可能性のある技術として考慮しなければならないのは、光情報処理技術である。光情報処理は、並列性 (3 次元性)、配線性、画像の直接処理性などの点に特徴がある。

三菱電機は、光電変換の効率を連続して変えられる「感度可変受光素子」4096 個を 64×64 のアレイ状に配置し、画像の輪郭抽出などを高速に実行可能な人工網膜チップを開発している²³⁾。

また、近年パターン認識などへの応用で注目されているニューラルネットを、光情報処理で実現する研究も行われている。ニューラルネットは、もともと生体の神経系をモデル化したものであるから、これをデバイスレベルで実現することは、生体の器官 (例えば網膜) の再現とも見なせる点で興味深い。光情報処理は、汎用性では従来技術に劣るようであるが、特定のアルゴリズムを超高速に実現するには適する場合があり、今後の進展に期待したい。

5. む す び

次世代画像通信に関わる端末処理・部品技術を、特に話題になっている技術を中心に概括してみた。筆者らの偏した見方、見落としもあると思うが、ご容赦願いたい。いずれにしても、先端的な部品技術が端末を変革し、さらにはシステムへ大きな影響を与えることは、過去の LSI 技術をみても明らかである。今後、次世代画像通信システムの実現に向けて、各種端末処理・部品技術、革新的な光応用技術の発展に期待したい。

(1992 年 12 月 2 日受付)

【参 考 文 献】

- 1) 安藤：“撮像デバイス技術”，テレビ誌，**44**，11，pp. 1526-1533 (1990)
- 2) 画像電子学会：“高精細・高品質画像入力技術特集号”，画電学誌，**20**，3，pp. 175-224 (1991)
- 3) 鬼追ほか：“インテリジェント・イメージセンサ”，画電学誌，**20**，3，pp. 214-220 (1991)
- 4) 小宮：“将来形画像通信のためのインテリジェントカメラ”，第 4 回画像入力シンポジウム予稿集 (1992)
- 5) 内池ほか：“画像表示”，画電学誌，**21**，5 (1992)
- 6) T. Okimuta, N. Hagiwara, et al.: “An LCD Projector with Interleaved Pixels by using Four LCD Projection Units and a Pyramidal Mirror”, Japan Display '92・117 S5-4 (1992)
- 7) 平田ほか：“立体表示技術”，画電学誌，**20**，3，pp. 235-245 (1991)
- 8) 志和：“TV 会議・TV 電話における視線一致処理技術”，第 4 回画像入力シンポジウム予稿集 (1992)
- 9) 村野：“画像記録”，画電学誌，**21**，5 (1992)
- 10) 阿部，久保田，松沢，井上：“AV 機器の現状と将来動向およびメモリ”，信学技報，SDM92-60/ICD92-59 (1992)
- 11) 吉村，山内：“画像処理 LSI の動向”，テレビ誌，**46**，3，pp. 233-238 (1992)
- 12) R. Simar Jr., et al.: “Floating-Point Processors Join Forces in Parallel Processing Architectures”，IEEE Micro，**12**，4，pp. 60-69 (1992)
- 13) 吉本：“画像圧縮用 LSI”，テレビ誌，**46**，3，pp. 253-260 (1992)
- 14) J. J. Bloomer, et al.: “Video Compression Options”，IEEE-CICC'92，pp. 26. 1. 1-26. 1. 7 (1992)
- 15) 安田編著：“マルチメディアの国際標準”，丸善 (1991)
- 16) A. Luthi, et al.: “Video-Rate JPEG Chip Set，IEEE-CICC'92，pp. 26. 2. 1-26. 2. 4 (1992)
- 17) M. Bolton, et al.: “A Complete Single-Chip Implementation of the JPEG Image Compression Standard”，IEEE-CICC'91，pp. 12. 2. 1-12. 2. 4 (1991)
- 18) 大久保：“動画符号化の動向”，画電学誌第 6 回テレマティクス・シンポジウム予稿集 (1992)
- 19) T. Minami, et al.: “A 300 MOPS Video Signal Processor with a Parallel Architecture”，ISSCC '91 Digest of Technical Papers，**34**，pp. 252-253 (1991)
- 20) D. Bailey, et al.: “Programmable Vision Processor/Controller”，IEEE Micro，**12**，5，pp. 33-39 (1992)
- 21) M. Leonard: “Silicon Solution Merges Video”，Stills, and Voice, Electronic Design”，**40**，7，pp. 45-54 (1992)
- 22) 福井，安本：“欧米における次世代テレビ方式の動向”，テレビ誌，**46**，3，pp. 276-283 (1992)
- 23) 日本工業新聞ほか，1992. 7. 15

こみや かずみ
小宮 一三 昭和 46 年，早稲田大学大学院修士課程修了。同年，NTT 武蔵野電気通信研究所に入所。以来，ファクシミリ端末、画像処理、画像応用，マルチメディアシステム等の研究開発に従事。現在，同社企業通信システム本部開発部に所属。工学博士。

やなか かずひさ
谷中 一寿 昭和 52 年，東京大学工学部電子工学科卒業。昭和 57 年，同大学院博士課程修了。同年，NTT 横須賀電気通信研究所に入所。以来，画像符号化，マルチメディア通信システムの研究開発に従事。現在，同社企業通信システム本部開発部所属。工学博士。