

入出力技術の最近の動向*

元 岡 達**

1. はじめに

情報処理における入出力装置の役割には、処理装置のような派手さはないが、ユーザとの直接的な接触の最も多い分野であり、システムの使いやすさにも深い関わりがある。したがってデータ処理技術が円熟期に入るにつれ、ユーザの関心も高まり、要求も多様化している。

このことは市場規模にも端的に現われており、第二世代までの計算機では本体と周辺装置の比率が3:1であったものが、1960年代後半からの第3世代ではこの比率が1:1になり、1970年代後半にはこの比率が逆転するといわれてきた。日本電子工業振興協会の予測でも周辺端末装置の出荷額は電子計算機システムに対する比率が昭和56年度の見込額では45.9%であるのに対して昭和55年度、56年度にはそれぞれ61.4%、76.6%になるという。この周辺端末装置の中には周辺記憶が入っているが、周辺記憶と入出力装置と端末装置との三者は同程度の規模の市場になると予測されている。通産省の生産動態統計によっても計算機本体と付属装置の生産実績は昭和51年度ではそれぞれ2,406億円と3,324億円で輸入実績を考慮しても周辺・端末装置が過半数を占めている。

ここで対象とする入出力装置・端末装置は市場規模が大きだけでなく、その種類も多く、分類法も確立されていない。技術進歩が早く、適用分野が急激に拡大しているためであり、分類法も進歩に応じて変化するものと考えられるが、現時点で専門家間で一応の合意に達している分類案として電子協の分類案を表-1(次頁参照)に示す¹⁾。本特集は端末装置を除外することになっているが、この表からもわかるように、全般的な技術動向を比べる立場からは区別の必要はないし、困難である。したがって以下では入出力装置と端

末装置を総称して入出力装置と呼ぶことにする。

このように多品種にわたる入出力装置の技術動向について一般論を展開することは至難であるが、各論については本特集の他の論文でとりあげられるので、ここではできるだけ、入出力装置全体に共通して考えられる技術動向や需要動向をとり上げて論じてみることにする。

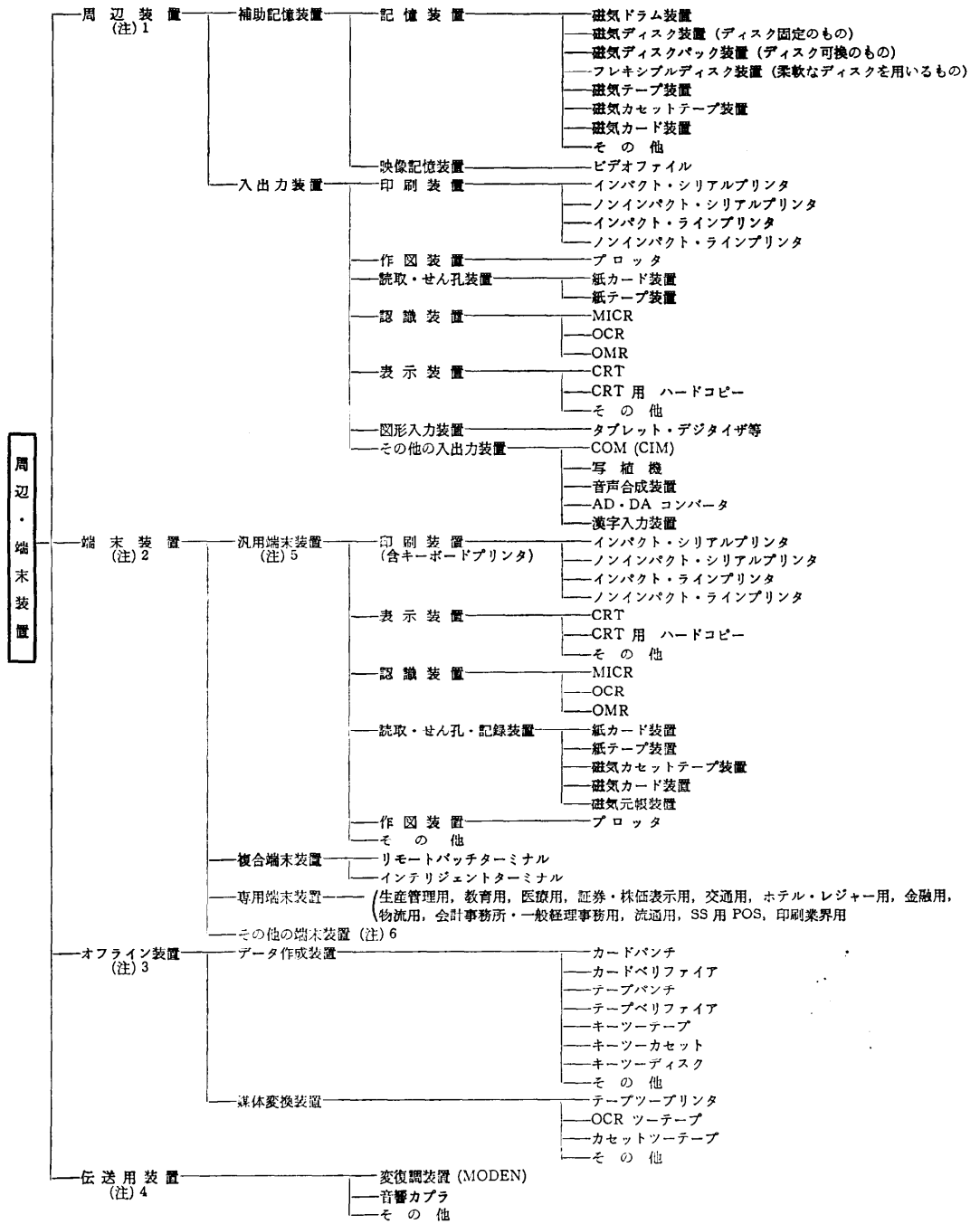
以下にとりあげる主要な動向や今後発展の期待される分野といったものを列挙すると次のようになる。

- 1) データ処理の普及にともなって入力データ量も急激に増加しており、データ入力の効率を高めるための努力が各方面で進められている。せん孔カードからの脱皮、OCR技術の浸透、インテリジェント端末などの諸問題が関係する。
- 2) ミニコンピュータの普及、通信回線利用の普及にともなって小形簡易で低価格の入出力装置に対する要求が強まった。表示装置の普及と共にプリンタの電子化、ノンインパクト化が急速に進んでいる。
- 3) 電子計算機の普及にともなって応用分野や利用形態の多様化は目覚ましいものがある。これにともなって図形、画像、音声といった非符号化データの入出力処理が盛んになり、また人間と機械間の相互作用に便利なインタフェースの研究・開発が重要になってくる。
- 4) データ処理に続く、計算機の大きな応用分野としてデータ管理やワード処理の分野が期待されている。これに適した入出力装置として事務室用プリンタから高品質印刷を目指す頁プリンタまで新しい応用分野開拓の努力が進められている。
- 5) ワード処理、テキスト処理の問題を我が国で考えるとすると、漢字カナまじり文といった日本語処理独特の問題に直面せざるを得ない。漢字用入出力システムの問題は我が国独自で解決しなくてはならない課題であると共に、主導権をにぎって開発が進められる数少ない分野の一つである。

* Recent Trends on Input/Output Technology by Tohru MOTO-OKA (Faculty of Engineering, The University of Tokyo)

** 東京大学工学部電気工学科

表-1 周辺・端末装置の分類



(注) 1. 周辺装置——中央処理装置を除く補助記憶装置, 入出力装置
 2. 端末装置——通信回線を介して主としてコンピュータと接続される端末装置
 3. オフライン装置——電子計算機の直接制御によらず, データの作成および媒体変換を行う装置
 4. 伝送用装置——データ伝送を行うための変復調装置, 通信制御装置などの総称
 5. 汎用端末装置——プリンタ, PTP, PTRなどを組合せた単純な汎用装置
 6. その他の端末装置——複合端末装置, 専用端末装置, 汎用端末装置に含まれない端末装置

- 6) 分散処理の傾向は通信回線利用の普及、LSI 技術の発展等に支えられて今後とも着実に進展する動向といえる。この普及のためにはいろいろなインタフェースでの標準化が適時に進められる必要がある。

これらの問題を中心に入出力装置の技術動向を以下の各章で論ずることとする。

2. 入力データの増加とデータ入力方式の多様化

データ処理業務でデータの inputs が隘路になることが多くのシステムで深刻な問題になってきている。伝統的なせん孔カードによる入力データ作成方式では取扱いや保管の不便さから需要に追いつかぬ状況になり、このため各種の入力データ作成方式が研究・開発され、実用期に入った。

データ処理の適用分野の拡大にともなって入力データの量が増大すると共に、入力方式に対する要求も多様化し、新しい入力要求の中にはカード向きでない業務も増えてきた。このためカードによる inputs は量的にも主流でなくなりつつあるが、一方カードが適した業務分野もあり、カードパンチも今後相当数使われるものと考えられる。

カード入力方式についてもカードパンチにバッファ記憶をつけ編集・検孔機能を付加したり、カード読取機にマーク読取機能をつけるなど改良努力が進められているが、大勢はカードに代る入力データ作成方式の開発の方向にあり、次のような各種の装置が生れた。

- 1) マーク読取機 (OMR を含む)
- 2) MICR (磁気インク文字読取機)
- 3) OCR (光学式文字読取機)
- 4) 工業データ収集装置
- 5) POS (Point of Sales)
- 6) 会話形端末
- 7) Key to Tape 装置
- 8) Key to Cassette 装置
- 9) Key to Disk 装置
- 10) Key to Diskette 装置
- 11) 音声入力装置

プロセス制御の場合のようにデータが測定器を介して収集され、これが A-D 変換器を介して直接計算機に入力される場合には余り問題はないが、入力データが人間から発生したり、人間を介して収集される場合には入力業務をいかにして効率化するか多くの問題が

残されている。

上述の 1) ~ 3) は伝票から直接 inputs する方式で事務処理との適合性のよい方式である。4) ~ 6) の方式はデータ発生源から直接 inputs する方式で通信回線を介して結合された端末装置が前提となる。7) ~ 10) はカード入力方式にかわるデータ作成専用システムであり、オフラインで使える点が前者と大きく異なる。

いずれの方式が良いかは発生データ量や発生地点の地域的分散度など個々の業務によって変ることは当然である。比較的少量のデータが地域的に分散して発生し、しかも turn around time を減少したいときは、テレプリンタ、文字表示装置、インテリジェント端末など会話形端末による入力方式が良いと考えられるが一般的には高価になる。

データ入力業務の集中化と効率化を必要とする大規模入力データを持つユーザに向けたシステムとして開発されたシステムに Key to Disk がある。多数の入力ステーションが制御プロセッサとディスクとを共有するクラスタ形である点にこの装置の特徴がある。この装置にはレポートの作成、書式制御、オペレータガイド、ハードコピー制御、セキュリティの確保、各種の変換など種々の機能のソフトウェアサポートが用意されており、簡単な個別データ処理はこれだけで済ませることもできる。また通常の鍵盤/表示装置といった入力ステーションだけでなく、工業データ収集装置や、Bar Code 読取機、磁気カード読取機、OCR wand などを取付けることも可能であり、多様な入力機能を持った多種の入力媒体が取扱える汎用データ入力システムを目指している。通信制御機能をつけられることはいうまでもない。

この種のデータ作成システムで単ステーションのものとしては Key to Tape が最初に商品化されたが、磁気テープはこのような用途には必ずしも使いやすくなく、駆動装置の価格も高いことから余り普及しなかった。このためレん価版としての Key to Cassette の商品化も盛んである。

Key to Diskett は Key to Disk のレん価版とみることもできるし、また Key to Cassett の改良版とみることもできる。Diskett はカードに代る新しい入力媒体としての地位を次第に固めつつあり、ソートや簡単なデータ処理のできる Key to Diskette が普及しようとしている。Diskette に格納されたデータを計算機に入力するための手段としては一度磁気テープに変換する方式と、直接計算機へ inputs する方式とがあり、前

者のためには Diskett to Tape 変換機が、後者のためには Diskette 入出力装置がある。

Key to Disk や Key to Diskette は可成りの処理能力を持っており、その代り stand alone で使うなど分散処理に力点を置いて開発された機器であるが、通信機能を次第に強化する方向にある。一方会話形端末は通信機能を前提として処理はできるだけ中央に頼る傾向にあったが、マイクロプロセッサの普及などの影響を受けて、インテリジェント化の方向へ進み、Key to Diskette などとの境界は次第にあいまいになってきている。

データ処理業務の中で大量データを入力するのに必要な経費の割合は上昇の一途を辿っており、これを OCR などの伝票直読入力システムによって削減したいという希望は根強いものがある。このため OCR は当初期待したほど急速な普及はなかったものの徐々にではあるが着実な伸びを示している。

米国において OCR の広範な普及を妨げている要因としては、

- 1) 装置が高価で、導入準備などにも経費のかかること、
- 2) 技術的にも誤読率、読取り不能率が高く不完全であること、
- 3) データ作成システムなど競争相手に有力な方式の現れたこと、
- 4) ユーザ側に OCR 導入に対する不安のあること、
- 5) 市場開拓や保守体制の整備が不十分でおこなわれていること、
- 6) 標準製品ではなく注文製品として取扱われる場合が多かったこと、
- 7) 入力用紙の設計の重要さが軽視されてきたこと、

などがあげられている。我が国では鍵盤に対するなじみの薄いこともあって OCR に対する需要は強く、技術的にも進んでおり、いくらか事情が異なるようであり今後の発展が楽しめる。

OCR wand は読取り部を手で持って字の上をなでて読取らせる方式のため機械部分がなく安価にできるので今後の発展が期待できる。これと鍵盤入力を併用する複合媒体入力システム (Mixed Media Input System) では、OCR wand で先づデータを入力し判読不能部分だけをその場で鍵盤から入力できるから読取り不能率がある程度高くても十分実用になり、入力

効率の向上に寄与するものと考えられる。

音声入力方式もデータ入力の有力な手段であり、特定語彙のものが移動しながらデータを入力する目的などに実用されている。LSI 技術を利用して低価格化に成功すれば将来多くの用途に用いられる可能性がある。

3. プリンタの電子化と低価格化

プリンタは古くから計算機の代表的な出力装置として用いられてきた。近年になって表示装置 (Display Device) の普及も目覚しく、両者が用途によって使い分けられているものの、ハードコピーの残るプリンタに対する需要は大きいものがある。

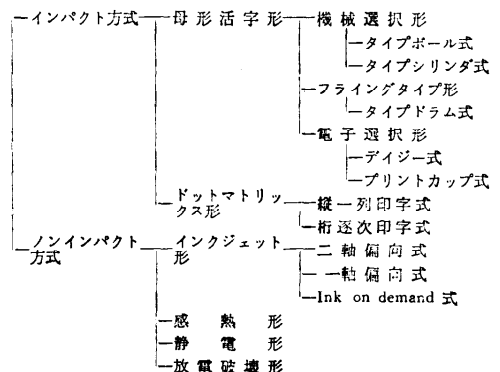
計算機用のプリンタにはタイプライタのように一字ずつ逐次に印字する機構をそなえたシリアルプリンタと、一行を同時に印字するラインプリンタとが広く用いられてきたが、より高品質で高速の印刷を目標に一頁を同時に印刷するページプリンタの開発が盛んになってきている。

印字機構の面からみると、従来は母形活字を打字するインパクト方式が主であったが、同じインパクト方式でも選択を電子化したり、母形活字の代りにドットマトリックスを用いたものが増えてきている。また打字によらないノンインパクト方式が後述するように、高速、低雑音、高信頼度といった観点から脚光を浴びている。

計算機のオンライン利用やシステムの分散化が促進されるにつれて、情報処理システム中におけるシリアルプリンタの相対的な比重が増す傾向にある。現在商品化されているシリアルプリンタの方式を列挙すると表-2 のようになる。

シリアルプリンタの研究は通信回線用端末として用

表-2 シリアルプリンタの諸方式



いるため高速化の要求が生じたことに端を発して促進され、まず機械選択形の高速化が進められたが、機械選択形では 20~25 字/秒が限界であること、大量に分散使用されるためには信頼性が高く保守をほとんど必要としない方式であること、事務室等で使用するためには低雑音であること、電話回線で使う場合にも 30 字/秒 (300 bps) 以上の速度が欲しいことなどの理由から、電子選択形やインパクト又はノンインパクト方式のドットマトリックス形が脚光を浴びるにいった。

電子選択形では字の種類による打撃力の制御やリボン送りの制御などをマイクロプロセッサで行って良好な印字品質を得ているものもあり、60~80 字/秒といった高速のものが製品化されている。

ドットマトリックス形インパクトプリンタは古くからあったワイヤプリンタに原理は同じであるが、一例をあげると 4×10^8 字といった長寿命で 8×10^7 字以上再調整不要の良質ヘッドが開発されており、30~250 字/秒といった高速化が可能であり、低速のラインプリンタと競合する性能をそなえるにいたっている。圧電素子によるヘッドでは 600 字/秒といった高速も実現されている。後述のノンインパクト方式のものと比較すると複写がとれる利点がある。

ノンインパクト方式のシリアルプリンタでは感熱式のもの商品化が進んでいるが、感熱紙を用いる必要があること、加圧接触させるためヘッドが摩耗しやすいなどの欠点がある。このため、普通紙に印字できるインクジェット式が最も将来性があると考えられており、各所で熱心に開発が進められている。普通、インク粒子を連続噴射させる方式としては静電吸引式か加圧振動式が用いられており、偏向方式としては縦横二方向に偏向させるものと、縦方向のみに電界による偏向を用い、横方向はヘッドの移動によるものがある。また偏向制御には電界を制御するものと荷電量を制御するものがある。インク粒子径や荷電量を一定に保つことがむずかしく、このため良い印字品質を確保することはむずかしさがあったが、フィードバック制御などによって高印字品質が保てるようになってきた。IBM 46/40 に用いられているインクジェットプリンタは 12 字/インチのとき 92 字/秒の高速印字ができるが、インチ当たり 200 ドットの微小インク粒子を 117,000 dots/秒の速さで噴射し、各種のフォントで印字でき、母形印字の場合に比較して大差のない印字品質を実現しており、今後の発展が注目されている。

インク粒子を連続噴射させる上述の方式では不要のインク粒子を途中でとらえ、回収、再使用する必要がある。これに対し Ink on Demand 式では、圧電素子による圧力波でインクを噴射しており、要求に応じて噴射させることができる。このヘッドを 7 個並べた 5×7 マトリックスプリンタでは偏向が不要なため、飛距離を短かくとれ、1,000 字/秒の高速印字ができる。また圧電素子への印加電圧を制御することによって、中間調を出すことも可能である。

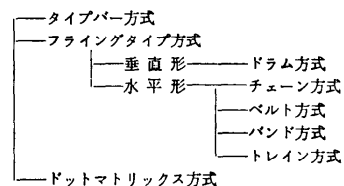
このようにシリアルプリンタの高速化が進んだため低速のラインプリンタと性能的に競合する状態になってきた。たとえば 160 字/秒のシリアルプリンタは、80 行/分のラインプリンタに匹敵する。このため、ミニコンピュータ出力や端末出力用プリンタとして、低価格のラインプリンタの開発も盛んになっている。

インパクト形ラインプリンタは計算機からの主要出力手段として今日でもなおほとんどの計算機で用いられている。紙資源の節約やオンラインシステムによる分散処理の普及によって表示装置やシリアルプリンタへ移行する傾向も生れてきているが、高速・高性能指向のものから、低価格指向のものまで幅広い製品の開発努力がインパクト形ラインプリンタの分野で続けられている。

インパクト形ラインプリンタの諸方式を列挙すると表-3 のようになる。インパクト形には初期に使われたタイプバー方式や近年注目されはじめたドットマトリックス方式もあるが、今日主力をなしているのはフライングタイプ方式である。その中ドラム方式が我が国ではよく用いられてきたが、各桁毎に活字リングを独立に持つため、信頼度が高く、寿命も長くなるが、文字セットが固定され、高価になるので米国では水平形ほど普及していない。

水平形では IBM が発明し改良してきたチェーン式と、ベルトに活字を装着したベルト式とが長い間市場を二分してきたが、最近になって高速向きのトレイン式や低価格で交換容易なバンド式など多くの改良形が現われている。

表-3 インパクト形ラインプリンタの諸方式



低価格化の努力の例を二、三示す。幅広のハンマを使い、チェーンの活字間隔を印字間隔の数倍にとることによって、ハンマの数を減らし、ゴーストも少なくする方式がある。当然低速になるがハンマの軽量化をはかり、チェーンの送り速度を向上することによって低速化を最小限におさえている。ハンマ数を減少させるためにハンマをとなり桁に移動させる方式がある。性能の点でも価格の点でもハンマの設計・製造技術のインパクト形ラインプリンタで占める役割は大きい。従来 push rod 形ハンマが用いられてきたが、アセンブリが容易で部品点数の減少や動力の伝達損失を少なくすることのできる駆動コイル式やロータリ式のハンマも工夫されている。

バンド式ラインプリンタでは活字やエッチングで浮出しにしたベルトを使う。ベルト式やチェーン式のように活字単位の交換ができず、文字セットの選択も自由にはできないが、バンドは安価で数十秒で簡単に交換できるので、低価格のプリンタに適した方式である。

トレイン式は、タイプスラグの背面の溝とドライブプリーによって、タイプスラグを順に押しながら移動させる機構を採用して高速化に成功している。ベルトのような搬送体がないからこれが切れる恐れがなく高速化に適している。押す際の抵抗を少なくし、移動を円滑にさせるため、カートリッジを常に清浄に保ち、潤滑油を上手に注入する機構に技術のポイントがある。

改行機能もラインプリンタでは重要な機能である。電気機械式、電磁クラッチと電磁ブレーキによる方式、ステップモータ方式などがあるが、8~15msといった高速改行のものではDCサーボモータが用いられている。

ラインプリンタの制御装置のマイクロプログラム化も進んでおり、改行書式制御のソフトウェア化、活字セットの多様化、自己診断機能の実装などが実現されている。

ドットマトリックス方式が、フライングタイプ方式に対抗して表示装置のハードコピー用など100行/分から500行/分の低/中速の低価格の製品を目標に開発されている。いろいろな方式があるが、収容字種数によって速度が変らぬこと、低騒音、低電力であるなどの利点がある。

ノンインパクト形ラインプリンタについては後節で頁プリンタと一緒にまとめてふれることにする。

4. 応用分野の拡大とマンマシンインタフェース

計算機の応用分野が拡大するにつれて、文字以外の情報として図形や画像がとり扱われることが多くなってきた。各種の設計自動化システムにおけるマン・マシンの情報交換手段として図形がよく用いられることはいうまでもないが、蓄積形CRTを用いた図形表示装置の普及版が現れたこともあって、科学・技術関係の応用分野だけでなく、事務管理面などでも図表による結果の表示は人間の理解に便利であり、次第に多方面で用いられるようになってきた。

画像もリモートセンシング画像やコンピュータトモグラフィに代表されるような各種の医用画像の処理に計算機が盛んに用いられるようになった。特に画像表示装置を介したマン・マシンインタラクティブ処理の有用性がいろいろな方面で実証されて注目されており、今後の発展が期待されている。

計算機を人間が仕事をする場合の助手代りに使おうという計算機援助システムは、前述の設計や画像処理だけでなく、各種の間合せシステム、オンラインシステムとして広く用いられるようになってきた。このようなシステムで主として用いられている人間・機械間のインタフェースは文字表示装置である。

文字表示装置の1975年の米国における市場規模は368千台、15.8億ドルといわれており、これに対して図形表示装置は9千台、4.1億ドルの規模という。

これら表示装置のほとんどはCRT表示装置であるがプラズマ表示パネルや液晶、LEDなどによる表示パネルの研究も活発である。表示容量の比較的少なくてよい場所にはプラズマ表示パネルなどが用いられている。これらの表示パネルの開発目標は

- (1) 平面パネルでデジタル駆動できること（高精度画面を実現する上に重要）
- (2) 低電圧、低電力で使用できること
- (3) 画面の構成に融通性があること

といった点におかれている。

文字表示装置にはテレプリンタの代替品として設計された安価なものから、ホストコンピュータ向きの高価なものまである。後者はIBM 2260/3270が代表的なもので、米国ではIBM 3270とその相当品で40%強のシェアを確保している。文字用ドットマトリックスとしては7×9が増加する傾向にあり、Motorola社の文字発生器では7×16の範囲に7×9の文字を表

現することによって小文字を含む128字を8k bitsの記憶におさめている。この分野でもマイクロプロセッサによるインテリジェント化が着実に進行している。

データ処理の出力として大量の紙を消費する問題に対する対策として考えられた出力方式に二つの方式があった。その一つはCRT表示装置によってユーザに表示する方式であり、これには記録を残したいときにハードコピーをとる必要があるという問題があった。

もう一つはCOM (Computer Output Microfilming) であり、紙資源の節約になるだけでなく、大量出力の高速かつ経済的な出力方式として注目された。

当初COMに予想された利点としては(1)高速性、(2)材料費の節約、(3)保存空間の節約、(4)ファイル管理の便、(5)大量配布の便などがあげられていた。マイクロフィッシュが主として用いられているが装置が高いため、月50万頁以上の出力がないと採算に合わないといわれている。このために共同利用のためのCOMセンタがあるが、これを使う場合でも月20万頁が採算分岐点といわれ、このほかにも見にくいといった心理的要因、オペレータの訓練の必要などの問題があり、普及が遅れている。

図形のハードコピーを作るにはCOMのほか、各種のノンインパクトプリンタの利用が考えられるが、よく用いられている図形専用出力装置はドラム形、フラットベッド形のプロッタである。

CAD (Computer Aided Design) 関係をはじめとして図形による対話処理の有効性がいろいろな分野で認識されはじめ、関連ソフトウェアの開発が進むにつれて、対話形図形処理はますます拡がってゆくものと期待される。現在のところCAD関係の図形処理は航空機、自動車、集積回路、織物などの分野で盛んである。CAD以外にもMIS (Management Information System)、シミュレーション、プロセス制御、CAI (Computer Assisted Instruction)、パターン認識、Graphic Art、Computer Generated Movieなど図形による対話処理が行われる多くの応用分野が開発されている。

このような目的には図形表示装置が用いられる。低価格のものには蓄積形CRTを用いたオンライン端末があるが、高性能のものにはstand aloneで使われるものが多い。後者にはリフレッシュメモリを持ったCRTと表示プロセッサとからなるシステムで、三次元図形のズーム、回転などのハードウェア機能を備えた高級なものがある。両者の中間にはインテリジ

ェント化された図形表示端末がある。線図形の表示方式にはストロークを直接描くランダムスキャン方式のものとドットの組合せで表示するラスタスキャン方式のものがある。

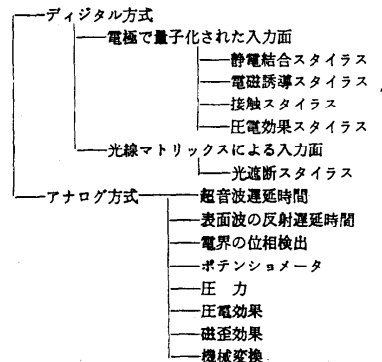
CAD用などにはミニコンピュータベースのTurn Key Systemが好まれ普及しているが、今後の方向としては簡単な図形処理能力を持った小形で安価なシステムが通信回線を介して大形機に結合されて用いられる場合も多くなる。

図形表示装置の入力手段としてはライトペンがよく用いられる。ライトペンは指示には便利であるが、図形そのものを入力するには使いにくい。図形の位置座標などをより自然な形で入力するための装置として開発され、CRT表示装置と組合せて用いられているものにタブレット (Tablet) がある。

タブレットの方式としてはスタイラスで位置を指示するものが多いが、入力面との結合方式によっていろいろなものが開発されており、分類すると表-4のようになる。デジタル方式は座標点を直接指示するので正確で再現性も良いが、マトリックス構造のため分解能に限界がある。これに対してアナログ方式は周囲条件の影響を受けやすいものが多く精度が低い。しかし簡単な構造のため安価である。スタイラスによって指示するのが普通であるが、CAI用などでは指で指示できるようになったものもある。

タブレットがCRT表示装置に対応した入力装置であるのに対してプロッタに対応した入力装置にはディジタイザ (Digitizer) がある。製図板を計算機に接続し、製図データをそのまま計算機に入力することを目標に開発された製品であり、大きさや分解能が機械図面の要求からきめられるが、基本的にはタブレットと同じであり、明白な区別がある訳ではない。

表-4 タブレットの諸方式



ディジタイザには Retained Cursor 方式と呼ばれるものが多いが、この方式ではカーサの位置を X, Y 軸それぞれにもうけた回転エンコーダやポテンシオメータによってコード化する。これに対して機械的に束縛されないカーサを用いるフリーカーサ方式と呼ばれるものもある。スタイラスではなくカーサを用いるが原理的にはタブレットを大形化したものである。

画面を走査して図形を入力するもの、曲線を自動追跡するものなどの開発も進められているが、カーサを手で動かして入力する会話形図形入力方式が普通であり、入力の手間を順時減らしてゆく方向へ入力システムの開発が進められている。

図形表示では線図形のもつ幾何学的な情報が取扱われるのに対して、画像表示の場合には各画素点ごとの濃淡値や色彩情報が入力対象になる。したがって TV 式のラスタスキャン方式がとられる。画像処理では画像を介した人間—機械間のインタラクティブ処理が実用的で効果の大きいことが実証されており、これに適したシステムの開発が盛んである。

典型的な画像処理としては画像内領域の分類・抽出、画像の強調、擬似カラー表示、重畳表示などがある。

画像表示装置には単色画像を高解像度(2048×2048)で表示できる蓄積表示管もあるが、大部分はリフレッシュ形のカラー画像表示装置である。カラーの場合、各画素当り三原色それぞれ4~8ビット(濃淡)を使い計12~24ビットの情報が必要になる。512×512の画素点があると30画面/秒として 7.5×10^6 画素/秒の高速度で処理する必要がある。

カラー表示方式には RGB の三原色それぞれに濃淡情報を記憶させる自然色方式とカラーコードによる擬似カラー方式とがある。後者の一方式では6ビットのカラーコードが変換表によって3×4ビットの自然色表示に変換されてからカラー受像管に送られる。画像の強調などのための画像情報の非線形変換も、この変換表の内容を変えることによって自由に実行でき、画像処理で威力を発揮している。

画像のハードコピーのための画像出力装置(Image Recorder)はフィルムに出力するものが多いが、印画紙や普通紙を対象としたものもある。CRT 以外にもドラムレコーダ、レーザビームレコーダ、電子ビームレコーダなどが商品化されており、インクジェットプリンタも普通紙に多色印刷できることから将来の画像出力装置として期待されている。ドラムレコーダは後述するドラムスキャナと対になった出力装置で、大き

な画像を作るのに向いており、地図の作成などに用いられている。

レーザビームレコーダは30,000画素/行といった高分解能が達成でき高速である。これに対し電子ビームレコーダは10,000画素/行でやや性能が落ち、CRTは4,000画素/行と最も悪いという。

画像入力装置(Image Reader)の方はX線写真の診断、指紋の識別、ロボットの目などの研究用に古くから使われてきたが、リモートセンシング技術の普及と共に近年ますます重視されるようになった。OCR や OMR など関連のある技術であるが、認識のむずかしさや記憶装置が安価になったことから、画像をそのまま入力してコード化されないデータとして取扱うシステムが考えられるようになってきた。たとえば署名をそのまま入力し取扱うシステムがその例である。

画像入力装置に用いられる入力手段としては Flying Spot Scanner, TV Camera, Image Disector, Drum Scanner などがある。またフィルムのように透過光を使って入力するもの、紙などからの反射光を利用するもの、面ではなく三次元の物体からの反射光によるものなど、対象によって入力手段を分けることもできる。

Flying Spot Scanner では高解像度の CRT を用い、管面上を動く輝点が光源となる。この輝点を対物レンズで画面上に結像し、その透過光又は反射光を集光レンズで光増倍管上に集める。輝度が螢光面上の位置によって変わるので、これを補正する必要がある。代表的なフィルムリーダの仕様例を示すと、アドレスは各軸毎に32768、スポット径 $17 \mu\text{m}$ 、グレイレベル1024、ディジタイズ時間 $1 \mu\text{m}/\text{spot}$ といったものである。

TV カメラとしてはビジコンを使うことが多い。視感度に近いが残像特性が悪いので静止画面の入力向きである。走査は TV 方式であるから、Y軸は480本、X軸は自由だが、512分割すると、サンプル周波数は約10MHzになる。サンプリングとして1フレーム間に全画面をとることにすると超高速のAD変換器が必要になるので垂直ラインをとる方式が多い。この方式だと一面面入力するのに17秒かかることになる。各画素の量子化レベルは6~8ビットである。

Image Disector はビジコンにくらべると、ランダムスキャンができる、ダイナミックレンジが広い、残像がない、フィラメントがなく寿命が長いなどの利点があるが、S/Nが悪い。しかし読取り時間を長くすることによる検出信号の積分効果を利用して S/N を改

善でき、また開口径によっても S/N が変る。

Drum Scanner は回転ドラムの一部にフィルムを装着し、光源、レンズ、アパーチャからなる照明系を回転ドラムの内部に入れ、透過光をレンズ、アパーチャ、光電変換素子からなる受光系で受けるものであり、大きなフィルムが取扱え、高精度、高分解能の画像情報が得られる。

本節で述べたような図形や画像の入出力処理装置は文字表示装置と共に、今後、計算機の新しい利用形態が開発されるにつれてその重要性を増し、普及してゆくものと期待されている。

5. ワード処理システムと日本語処理

データ処理に続く次世代の計算機の大きな応用分野としてデータ管理やワード処理 (Word Processing) が考えられる。このためワード処理システムの開発が近年盛んになってきた。

欧米におけるワード処理システムとしては、タイプライタと磁気テープや磁気カードを組合せた小規模なスタンドアローン形の反復タイプライタに始まって、表示装置、プリンタ、記憶装置などから構成されるテキスト編集機能を持ったスタンドアローン形のもの、複数のステーションからなる論理装置共有形システム、データベース管理システムを背景に TSS 方式で用いるワード処理システムなどがある。

文書の印刷、作成が目的であり、事務室で手近かににおいて使うものであるから、高品質の印刷が可能で、しかも騒音の少ないプリンタを使う必要がある。前述した IBM 46/40 はダイレクトメール用の文書を作成するシステムであるが、そこで用いられているインクジェットプリンタは、5種のタイプスタイルと3つの文字ピッチを選択でき、通常タイプライタと比較して余り遜色のない印字品質を得ることに成功しており、将来各方面に使われるものと考えられる。前述のワード処理システムはシステム的にはデータ入力システムとほぼ同じであり、プリンタの選択やマイクロプロセッサ等によるインテリジェント化によって欧文に対するワード処理装置 (Word Processor) は比較的容易に商品化できよう。

更に一步進めた文書の大量印刷に対しては高速のノンインパクトプリンタの商品化が進められている。高速のノンインパクトプリンタに用いられる印刷方式としてはゼロックス、エレクトロファックスなどの電子写真法、誘電覆膜紙による静電記録法と、インクジェ

ットやインクミストによる方法などがある。電子写真方式が現在のところ主流であるが、その原理は事務複写機で用いられているものと同じである。複雑なプロセスのため高速化につれて物理的間隔を長くする必要が生じて装置が大形化する傾向にある。静電記録法は電子写真法より簡単であるが、特殊な用紙を必要とするため、用紙代が高くなること、湿式トナーを使うことが多く、溶剤が人体に有害なために凝縮装置を必要とすることなどの欠点がある。これらに対して多数のノズルを並べ、偏向を使わないオンデマンド方式のインクジェットプリンタはもっとも将来性のある高速プリンタと考えられる。

Mead 社の Model 1311 では 512 個のノズルを千鳥形に配列して、インク粒子に荷電を与えるか、与えないかの二状態だけを使い、印刷するかしないかを制御しており、偏向は使っていない。100 dots/in の精度を実現しており、200 dots/in のものも開発中という。噴射速度は 50,000 dots/秒で 45,000 行/分という世界最高速のラインプリンタを実現している。インクジェットのノズルを LSI 技術を利用して作る研究が進められており、多色印刷もできることからその将来性が期待されている。

現在、ノンインパクト高速プリンタの代表的な装置は Xerox 社のプリンタであり、copier/duplicator と光学文字発生機構とを組合せたシステムである。光学文字発生機構は透明なドラム上に文字像をプリントしたもので、この文字の光学像をレンズを通してセレンウムドラムの上に投影して潜像を形成する。以降のプロセスは Xerox 3600-I のプロセスを利用している。

このシステムは磁気テープを入力媒体とするオフラインシステムであり、プリンタ制御部に対するプログラムも磁気テープから供給される。システムの効率向上のため印刷紙の照合など用紙の後処理に注意が払われている。

この思想を更に徹底させたものに Haneywell の PPS (Page Printing System) がある。これも磁気テープを入力としたオフラインシステムであるが、静電記録方式で、プリントヘッドの電極は 2,112 本、印字幅は 268.2 mm、132 桁/行の印字を 18,000 行/分の速度でできる。このシステムの特徴は用紙フォーマットの同時印刷ができるほか、用紙の後処理に充実した機能をもうけて、システムのスループットを向上させる努力をしている点にある。

これに対して IBM の 3800 は電子写真方式とレー

ザの組合せによるプリンタで 10 桁/インチ, 6 行/インチの文字の場合 18×24 ドットのマトリックスで表わす。水平方向の密度は 80 dots/in, 垂直方向の密度は 144 dots/in で 12 行/インチのとき 20,040 行/分の速度で印刷できる。前述のシステムとは異なり, 計算機に直接接続されて用いられるが, 印字品質が優れていること, 字種を動的に選択でき, 4 つまでの文字セットを混用しても印刷速度が落ちないこと, ユーザが字種を作ることもでき, 簡単なグラフィック出力もできること, フォームの同時印刷ができて用紙コストが節約できることなどが特徴として主張されている。

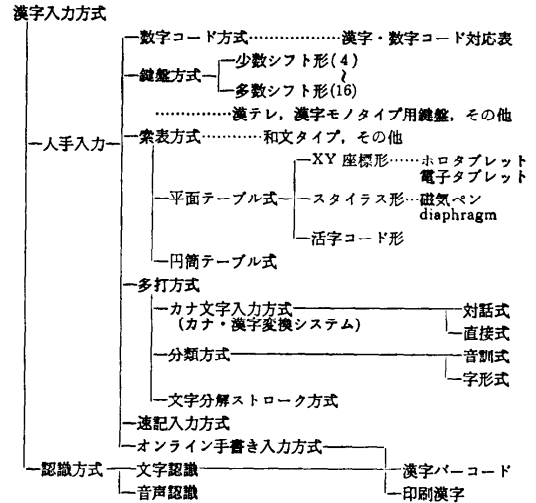
このようなページプリンタはデータ処理分野のほか高い印字品質の書類を作成する必要のあるテキスト処理, コード化されていない情報を取扱う画像処理の分野にも利用分野が拡大することが期待されている。記録媒体とのインタフェース, 通信インタフェース, 多重文字発生器などが完備されればワード処理の分野で使われるものと期待できる。

我が国においてワード処理を普及させるためには, 漢字かなまじり文の取扱いを無視して進めることはできない。字種が多い漢字の入出力, 漢字かなまじり文の編集と書式制御, かな-漢字の相互変換といった問題を順次解決する必要がある訳だが, この問題は我が国独自の問題であり, 他国の技術を直接流用するようなことはできない。是非とも総力をあげて立派な日本文処理システムを一日も早く完成させたいものである。

漢字プリンタについては高度の印字品質が要求されること, 字の種類が多いこと, 印刷物の作成が用途として多いことなどから, 前述のノンインパクト方式のプリンタが多く開発され, 実用されている。漢字文字発生機構が安く実現できれば, 他のプリンタに比して高価になったり, 技術的に特にむずかしい点がある訳ではない。表示装置についても同様である。漢字文字パターンの発生には写真式のもの, 電子ビームによるもの, ビットパターンによるものなどがあるが LSI 技術の発展による読出し専用記憶の高密度化と低価格化はなお軒の間急速に進むと考えられるので, 安価で気楽に使えるシリアルプリンタや表示装置, また高速で印刷品質もすぐれているページ式漢字プリンタが使いやすい価格で入手できる日も遠くないものと考えられる。

これに対して漢字の入力については, 急速に問題が解決されるような技術進歩は期待できない。表-5 は

表-5 漢字入力方式の分類



今日実用されたり, 研究開発の進められている種々の入力方式を列挙したものであるが, すべての場合に最も適しているといった定説のある方式はない。専門家が入力するには鍵盤方式が早いといわれており, 素人にとってはカナ文字入力による選択方式などが抵抗なく入力できる方式として好まれている。カナ-漢字変換システムも適用分野を限ると変換効率のよいシステムを作成できることが実証され始めている。これまでの漢字システムでは人名・地名などを扱う場合が多かったが, このようなものと, 一般の日常文書で用いられる漢字かなまじり文とでは取扱う必要のある漢字の字種の数にも大きな差があると考えられる。我々が書く文書では個人単位でみた場合 500 種程度の漢字があれば十分のように考えられる。個人用の入力装置を作ればどのような方式でも容易に日本文を入力できるのではなからうか。

いずれにしても今後熱心に研究・開発を進め, 困難を克服したい分野である。

6. 分散処理と標準化

大規模システムができるにつれて利用者が地域的にも分散する傾向が増し, また利用形態として対話形処理が普及することによっても分散処理が促進されていることは明らかである。このような分散処理の普及にともなって, 各種のインテリジェント端末装置が急速に普及するものと期待されている。このことについては前にもふれたので, ここでは標準化の問題を中心に分散処理を考えることにする。インテリジェント端末

装置を通信回線によって自由に各種の情報システムに結合できるようにすることが分散処理システムの普及の上から重要である。このためデータ通信のための通信制御手順の標準化については、初期から検討されており、着実に標準化が進められている。情報交換用符号については ISO コードが早くから制定され、テレタイプなどの端末では比較的良好に守られている。我が国においても JIS コードが ISO コードに準じて制定されており、ローマ字、カナ文字などのコードについてはほとんど問題はない。しかし情報交換用漢字コードについては JIS コードがようやく制定されたが、これは 7 ビットコード 2 バイトからなる符号であり、従来の 6 ビットコード 2 列からなる符号とは大きく異なる。コードの統一が実現するまでには多くの障害があることと思うが、将来の情報交換を円滑にするため努力したいものである。情報交換用符号中、機能キャラクタについてはテレタイプ等簡単な端末の制御と通信制御などが標準化されているにすぎない。表示装置やラインプリンタなど文字の二次元表示を対象とした機能キャラクタの標準化はようやく原案ができ現在 ISO で審議中である。インテリジェント端末などの普及を円滑に進めるためには機能キャラクタの標準化が多くの制御機能について一日も早く制定されることが望ましい。漢字用出力装置についても独自の機能キャラクタが必要になる。たとえば縦書き・横書きの問題、ルビの問題、外字の問題など漢字独自の問題がある。これらについても JIS 原案の審議が進められているので、近く制定されることになる。

各種の端末が多数結合された大規模な情報処理システムを自由に構成できるようにするためには、先へのべた通信制御手順だけでなく、いろいろなレベルでのプロトコルを標準化することの必要性が盛んに叫ばれるようになってきた。IBM の SNA (Systems Network Architecture) を始め、計算機メーカー各社がそ

れぞれ独自の方式を制定しようとしている。どの社のインテリジェント端末でも自由に接続できるようにするためには国際的レベルでの標準化に進む必要がある。

7. おわりに

入出力に関連する技術について、できるだけ総合的な立場から展望することを試みたが、各論に踏み込みすぎた部分もあり、逆に表面的な総括に終わってしまった部分も多い。力不足のためで申し訳ない次第であるが調べれば調べる程、入出力関連の技術は広範にわたっており、研究開発も各処で盛んに行われていることを体得させられたというのがいつわらぬ実感である。技術的にも機械工学と電子工学の境界に位置する学際領域であり、健全な発展のためには関連技術陣の協力が重要である。特に各種端末装置を大量に普及させるためには信頼性の高い、保守を必要としない装置の開発が要求されている。そしてこの要求は装置の電子化という機械工学と電子工学の結合によって満されるものと思われる。

また入出力装置に重点を置いた記述になったが、入出力に関連した方式、たとえば OCR に関連したパターン認識技術、画像入出力に関連した画像処理技術、図形入力などにおけるデータベース利用技術などハードウェア、ソフトウェア両面にまたがる方式の研究・開発が進められており、将来の入出力技術に大きな影響を及ぼすものと思う。能力不足でこの方面に十分言及できなかったことについて最後におわびし筆を措く。

参 考 文 献

- 1) 日本電子工業振興協会：周辺端末ガイドブック
(昭和 53 年 1 月 25 日受付)