

ディスプレイ装置*

大岡 崇**

1. ディスプレイ装置

“情報のディスプレイ”とは、なにかある情報を人間の感覚が受取ることができるような形であらわす際の方法や媒介物をいうのであるから、その範囲は非常に広いもので、たとえば必ずしも目を通して伝えるものばかりとも限らない。デジタル計算機の出力は主としてタイプライタが用いられているが、タイプライタはりっぱなディスプレイ装置である。しかし、デジタル計算機が普及しすでに特定の専門家のみが使用するものでなくなってきた現在では、いかに人間と機械の結合を能率よく行なうかということが重要な問題となってきた。そうなると、タイプライタで数字のかたちで印字するのが必ずしも具合がよいとは限らなくなってくる。たとえば統計量の処理などの場合には、結果は数字で打出されるよりもグラフの形で出される方がはるかに能率がよい。そしてさらにすめば、自動車のデザインなどのように、数字で出されたのではどうにもならないものが図形として表示できるようになれば、このような分野にも計算機が利用されるようになるわけである。

かかる観点より、いわば人間と機械のインピーダンスマッチングをとるための装置として、開発されたのがディスプレイ装置である。前述の如くディスプレイ装置というとは非常に意味が広いわけであるが、せまい意味ではタイプライタによる印字に対して、ブラウン管その他による数字および図形の融通性にとんだ表示装置のことをいっている。

人間と機械のインピーダンスマッチングという意味では、人間が機械から能率よく情報を受取ることと、逆に人間が機械に能率よく情報を与えることができることも必要である。そのためには、人間が図形として画いたものを機械がよみとることができなければならない。このためにカーブリーダとか種々の方法が開発されているが、なかでもライトペンとかライトガンとよばれるものは、ブラウン管式のディスプレイ装置と

共に開発されたもので興味のある装置である。

2. ディスプレイ装置の種類

せまい意味でのディスプレイ装置でもいろいろの方式のものがあるが、大別するとダイナミックなディスプレイとスタティックなディスプレイとに分けられる。すなわち、時々刻々変化していく情報に対してそれに追従して表示できるのがダイナミックなディスプレイ装置であり、一度表示されたものはそのまま変更することができず、一部が変化しても全部を新に書き直さなければならないのがスタティックディスプレイ装置である。もちろん、これらの中間にセミダイナミックなディスプレイ装置などもあり得るわけで、計算機の出力によってサーボ系をコントロールし、あるスポットだけは刻々変化する情報に応じて表示するものなどはこの部類に属するものである。結局ダイナミックなディスプレイ装置は、人間の眼には感知できない高速度で全体を書き直すことができるということである。ディスプレイ装置の真価が発揮されるのはやはりダイナミックなもので、将来の主力はここにおかれると思う。

別の観点よりすると、スクリーンなどに投影して大勢の人が観測するものと、コンソールに組み込まれて1人またはごく少数の人が観測するものとに分けられる。投影形のはスライド式のものと、ブラウン管の像を投影する方式とがあるが、コンソール形はブラウン管を用いこれを直視する方式である。投影形はまだ特殊な場合に限られ、現在急激に使われだしたのは、ブラウン管によるコンソール形のものである。

このほか色つきのものとか、立体的なものなども研究されている。

3. ブラウン管によるディスプレイ装置

デジタル計算機の出力をブラウン管上へ出そうという試みはかなり古くからある。しかし複雑な図形を高い精度でブラウン管上に出せるようになったのは比較的最近である。

ブラウン管上に複雑な図形を出す方法としては、テレビジョンのようにビームをスイープしてラスターを

* Display System, by Takashi Ohoka (TEAC Corporation)

** ティアック株式会社

出し、情報にしたがってビームがその位置にきたときに輝度変調する方法がある。しかし、この方法は次のべる方法にくらべて、同一の記憶容量に対して融通性に欠ける点やライトペンに不向きである点、および精度的にもあまりすぐれていないことなどであり使われていない。現在多く使われている方法は、位置を指定するデジタル信号を D-A 変換器によってアナログ電圧になおし、このアナログ電圧で高精度の偏向回路を駆動し、ビームを画こうとする図形のとおりに動かす方法である。

費用の点では、ラスターによる方法の方が偏向回路が楽になるので有利で、ビームを直接図形どおりに動かす方法では偏向回路は直流から高い周波数にまで応答せねばならず、また直線性もすぐれたものでなければならぬので高価になる。この方法では、偏向電圧はアナログ信号であるが、もとはデジタル信号を直したものであるから、正確には階段波になっているわけである。したがって、図形は点の合成でできあがることになる。画面の一边が何個の点でできあがっているかということが表示の精度に関係してくるが、大形のブラウン管で 10 bit (1,024 点)、小形の写真撮影用のもので 13 bit (4,096 点) ぐらいまで得られている。目で直接見る場合には 10 bit 以上あっても、あまり意味はなくなってくる。

4. 表示用ブラウン管

ブラウン管の偏向方式には静電偏向と電磁偏向とがあるが、偏向速度の点では静電偏向の方がはるかに速く、小形の場合には偏向精度もすぐれている。しかし大きな画面の場合には、周辺において焦点がぼやけたり、画面に歪が出たりするし、また 21 インチのブラウン管を一杯に振らせるためには 2,000 V の振幅を必要とし、実際問題としては非常にむずかしくなってくる。このような点から、静電偏向のブラウン管の限度は 16 インチぐらいまでと考えられる。電磁偏向となると、偏向コイルとして大きなインダクタンスが使われるために偏向速度はどうしてもおそくなるが、21 インチを振らせることはさほど困難ではない。もちろん、0.1% の直線性をもたせなければならないことや、スポットも極力小さくしなければならないので、いずれにしても偏向回路には相当の費用がかかる。またブラウン管はある程度消耗品と考える必要があるから、管自体の値段の高い静電偏向は不利である。

また静電偏向と電磁偏向の特長を組み合わせた、

“ウーフア・トウィタ”形の方式がある。これは大きく振らせるには電磁偏向を用い、小さく高速で振らせるには静電偏向を用いる方法である。この高速で小さく振らせるというのは文字を表示する際などに用いられ、文字の位置は電磁偏向によって指定し、文字自体は静電偏向で高速度にえがくわけである。これと同じ考えで、静電偏向板のかわりに小さなインダクタンスの副偏向コイルを設けて同じ動作をさせることもできる。

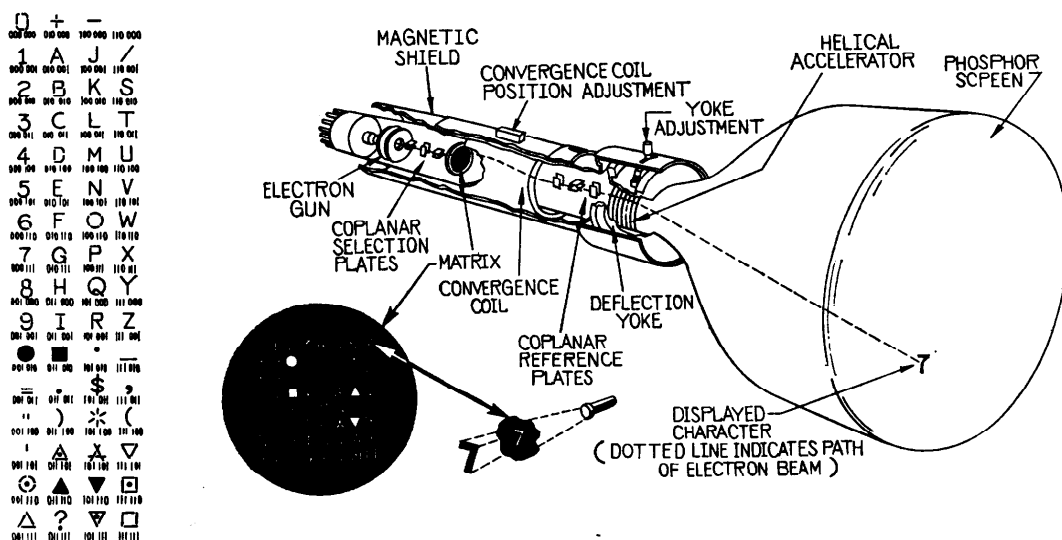
ディスプレイの能率をよくするために、このほかにブラウン管に種々の工夫がなされている。キャラクtron もその一つで、周知のようにこれは電子ビームを文字や符号の形に切抜いた成形板を通して、ビーム自体の形を文字のとおりにする方式で、成形板の選択には静電偏向を用い、その位置の指定には電磁偏向を用いている。タイポtron もキャラクtron と同様成形したビームで、文字や符号を蛍光面に書くのであるが、蓄積管と同じ構造になっていて、表示された文字はそのまま記憶されている。こちらは全部静電偏向を用いている。

表示の能率を高めるためには、きまった図形は別の方法で表示し、刻々変化する情報だけをブラウン管で表示する方がよい。たとえば、飛行場における飛行機の管制のための情報処理に関する表示では、滑走路などの決ったものは別にスライドなどで表示し、飛行機だけブラウン管で出せばよいことになる。そのためにはブラウン管の後部に窓を設けて、ここからスライドを投影すればよく、このようなブラウン管も作られている。

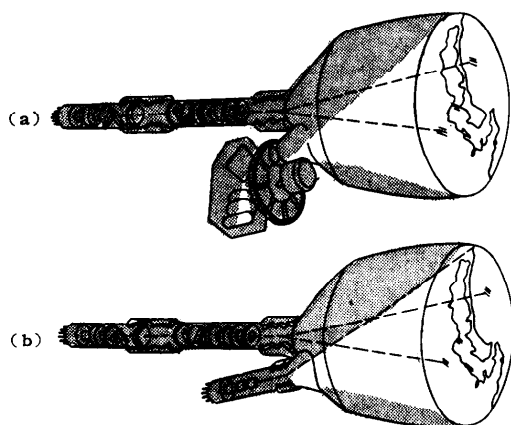
Raytheon 社の CK 1395 は小さく振らせるための静電偏向板を持った 24 インチの角形ブラウン管で、主の偏向角は 90° 、副の静電偏向は 2.5° であるが、これは画面上では約 18 mm に相当する。Sylvania 社の SC-3875 は 19 インチの丸形で、小さく振らせる静電偏向板とスライドプロジェクタ用の窓をそなえたものである。主の偏向角は 50° 、副は 2° 後部の窓は約 62.5 mm が有効な直径である。

第 1 図は 19 インチ丸形のキャラクtron 管 C 19 R の構造図である。標準の文字の大きさは $2.54 \text{ mm} \pm 0.381 \text{ mm}$ 偏向角は 43° 、文字の種類は 64 個が標準で、88, 96 個のものが特注でつくられる。タイポtron 管もほとんど同じ構造であるが、主偏向が静電偏向であることと蓄積機能が違っている。

第 2 図 (a) はキャラクtron とスライドプロジェク



第1図 キャラクトロン



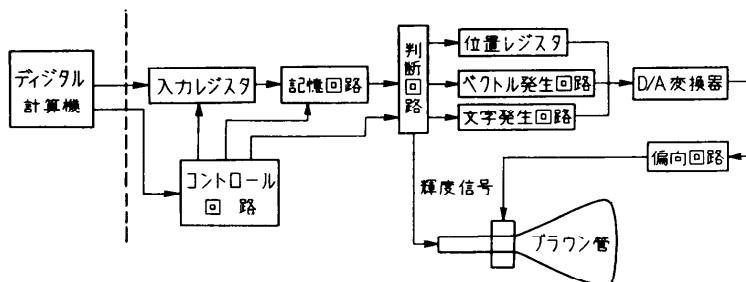
第2図 特殊キャラクトロン

タを組み合わせたもので、同図(b)は文字の表示と図形の表示とを別々の電子銃で行なうものである。

5. ブラウン管式ディスプレイ装置の回路

ブラウン管式のディスプレイ装置も、接続される計算機や要求される性能などによって、いろいろの種類があるわけであるが、一番典型的な形式として考えられるブロック図を第3図に示す。計算機からは、図形の座標を指定する信号と文字などを指定したり輝度を

指定する信号が来る。これらの信号は入力レジスタを経て記憶回路に蓄えられる。座標を指定する信号はそれぞれX軸およびY軸を指定するわけで、その装置の精度によりそれぞれの軸(すなわち画面全体)を8 bitとか10 bitとかに分割し、それだけのbit数のデジタル信号として与えられる。したがって、8 bitの精度を有するものは各軸を256分割した精度をもっているわけで、一つの点を指定するのに16 bitを必要とすることになる。計算機からは16 bitずつの信号が順次来て、スポットを動かしていった図形を画させるわけであるが、計算機から信号が入ったときのみ表示されるのでは一瞬で消えてしまうので、記憶回路から繰り返し読み出して、ブラウン管上に静止した表示をする。したがって、この意味からは記憶回路としては、磁気ドラムとか遅延線などのような繰返し型が有利ということになる。この繰返し周波数が画面のち



第3図 ブラウン管式ディスプレイ装置ブロック図

選ぶかの信号を受取れば、マトリックスに組まれたプログラムによって文字が画かれる。このときに前述の副偏向用の回路が使用され、文字だけは高速度で画かれることになる(第5図)。点でなくて線分の組み合わせによって画く方法もある⁽¹⁾。またリサージュによっても画かせることができるわけで、たとえば 30 kc の第5高周波までを組み合わせで数字を画かせた例がある⁽²⁾。

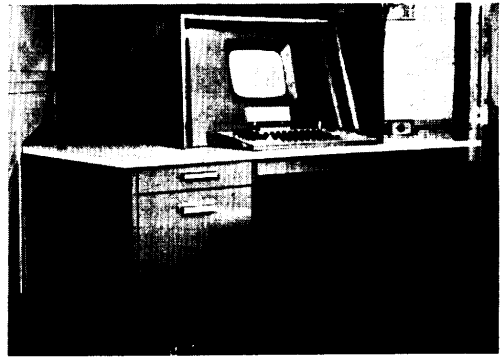
記憶回路を極力へらす方法として、ベクトル発生器というのを用いられる。これは2点を指定してやればその間を直線で結ぶもので、やはりこれの組み合わせによって図形をより少ない情報で画くことができる。

第6図はこの例であるが、これに使われているブラウン管は19インチのキャラクtronである。

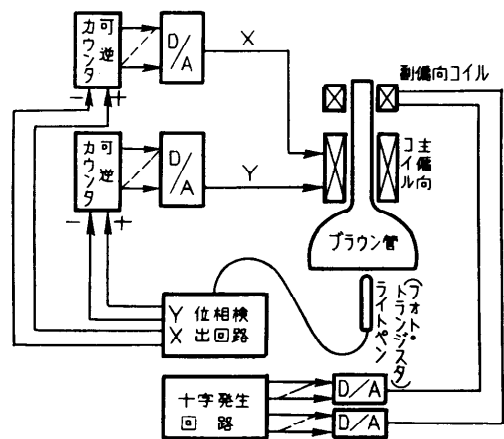
6. ライトペン⁽³⁾

前述のようにライトペンは、ディスプレイとは逆に人間がブラウン管上に画いた図形を計算機によりこまめるものである。第7図にその一例を示してあるが、ライトペンはペンからなにかが出て図を画くというのではなく、ブラウン管上のスポットが感光素子でできたライトペンの動きに追従するというものである。

第8図に筆者等の試作したライトペン回路のブロック図および装置全体の写真を示す⁽⁴⁾。まず小さな十字形を副偏向コイルによってブラウン管上に画かせる。この十字の中心位置は主偏向コイルによって決められるが、X、Yとも8bitの可逆カウンタの内容によって



試作ディスプレイ装置



ライトペンのブロック図

第8図



第7図 ライトペン

決まる。ライトペンを画面上の十字にあてると、この十字形はクロックパルスに従って画かれているために、ライトペンが取出した十字形の光の位相を検出すれば、十字形のどの位置で光を検出したかがわかる。したがってもし十字形の下の方の位置で光を検出したことがわかれば、Y軸の可逆カウンタへ減算せよというパルスが出て、ライトペンの位置まで十字の中心が来るように可逆カウンタの内容がへってゆく。

X軸でも同じことが行なわれるから、十字は常にライトペンに追従して動いてゆく。したがって、可逆カウンタの内容を順次記憶装置の中へ入れておけば、ライトペンの通った軌跡の座標がデジタルで記憶されたことになる。すなわち人間が画いた図形を計算機に入れることができるわけである。このほか、単に十字の中心が追従するのではなく、ライトペンの視野に入った部分の重心を計算し、これがライトペンの中心

にくるように追従させる方法もある⁽³⁾。

7. ディスプレイ装置の実際

ブラウン管形のディスプレイ装置も使用目的はいろいろ異なっている。まず大形電子計算機の入出力用としての用途は将来不可欠のものとなろう。CDC 6600 には、CDC に吸収された Data Display 社の大形コンソールのディスプレイ装置がついており（第9図）、また IBM 360 には 2250 型ディスプレイ装置がある。これらは大形計算機をより高能率で使うためのものであるが、逆に小形の実験室用の計算機に小さなディスプレイ装置をつけ、タイプライタなどをほぼ同時に実験道具として計算機を使えるようにする方向もある。LINC はその最もよい例で⁽⁴⁾、入力はキーボードより直接記憶装置の中に入れ、小形のブラウン管ディスプレイ装置にその内容はうつし出してチェックする。出力もこのディスプレイ装置に数字やグラフの形で出される。そして多くの実験道具（医学用）と直接入出力は接続され、全く実験道具の一部として計算機が利用できる。



第9図 CDC 6600 ディスプレイ装置

また人間が直接みるのみでなくコピーとして利用するものもある。この場合は小形のブラウン管へ、高精度に表示してそれを 35 mm フィルムへ写す。このフィルムは引伸ばせば図面として利用できるような非常に精度の高いものまで得られる。この種のもので代表的なのは Stromberg-Carlson 社の SC-4020 である。

8. む す び

ディスプレイ装置の応用例についてはふれなかったが、その応用範囲は非常に広く、科学計算においては近似解を入れて発散か収束かをみながら次々とパラメータを変えてゆくといったこともできるし、計算機に神経系をシミュレートさせ、それに刺激をあたえたときの伝ばんのしかたを計算させるときに、ライトペンによって刺激を与え、ディスプレイ装置によってダイナミックにシミュレートの結果を観察するということも行なわれている⁽⁷⁾。またプリント板のパターンは交差することができないが、配線図から交差をしないような部品の配置を求めるようなことにもディスプレイ装置は利用される。

General Motors では IBM と共同で、自動車の設計にディスプレイ装置を応用する研究を進めている。計算機に自動車の三面図を与え、これを計算機で透視図に直してディスプレイさせれば直観的によくわかるし、またいろいろな角度に回転させてみることもできる。そして一部をライトペンで修正したりすることも容易に行なえる。外観のデザインのみでなく、設計に際しても計算機に在庫に関する情報も入っていれば、図面のこの部分には、いま最も在庫が多いビスのうち適当なものの図を画く、という設計のしかたも容易にできる。最近の CDC の株主総会では、ディスプレイ装置に要求された資料を出してみせたということである。

参 考 文 献

- 1) J.E. Damman, E.J. Skiko and E.V. Weber: A Data Display Subsystem, IBM Journal, 1963. 10, pp. 325
- 2) K. E. Pery and E. J. AHO: Generating Characters for Cathode-Ray Readout, Electronics 1958. 1.3, pp. 72
- 3) 逸見浩平: ライトペンとその応用, エレクトロニクス, 1965
- 4) 大岡崇, 逸見浩平: ブラウン管型ディスプレイ装置, 39 年電気四学会連合大会, 316
- 5) R. Stotz: Man-Machine Console Facilities for Computer-aided Design; Proceeding Spring Joint Computer Conference, 1963 pp. 323
- 6) MMS 研究会: 汎用医用計算機 LINC の概要, MMS 研究会資料 39-551
- 7) 逸見浩平: ディスプレイ装置の応用例, 昭和40年電気四学会連合大会 742

（昭和40年10月15日受付）