

## 資料

## 紙テープを用いた簡易形画像出力装置\*

上田勝彦\*\* 世古忠\*\* 中村善一\*\*

## Abstract

This paper describes the development of a digital image output device using the punched paper tape. With this device, digital images stored on paper tapes can be displayed on the cathode ray tube by off-line operation with a computer. To reduce an amount of paper tape, only brightness data are punched, and the beam deflection signals are generated by counting feed holes.

This device is capable of displaying up to  $256 \times 256$  points. Brightness modulation can be performed at 255 levels. The accuracy of the horizontal and vertical positions and of the brightness modulation are sufficient for practical use.

As an example, computer generated hologram is presented.

## 1. ま え が き

最近, 多くの分野で電子計算機による画像情報処理への関心が高まっている。しかし, 画像の入出力装置は一般に非常に高価であり, このことがこの分野の研究を行う上での重大な障害の一つになっている。

この問題を解決するために, 従来からいろいろな方法が試みられてきた。すなわち, 専用の装置を使用しないで画像を出力する方法としては, ラインプリンタにより各種の文字の重ね打ちを利用するもの<sup>1)</sup>や紙テープに穿孔される孔の位置や密度を変えることにより文字や濃淡画像を表示する方法<sup>2)</sup>などがある。前者の方法は画素数が限られること, 印字のずれがあること, リボンの状態により濃淡変化があることなどの欠点があり, 後者の方法は前者に比べて出力画像の位置精度や階調特性は改善されるが, 出力される紙テープの量が莫大となり取り扱い上不便であるばかりでなく, モアレ模様<sup>3)</sup>の出現を防ぐために, 同一の濃度値に対して数種の穿孔パターンを用意し, ランダムにこれらのパターンを割り当てる<sup>3)</sup>などの工夫が必要にな

り, 画像出力のためのソフトウェアが複雑になるなどの問題がある。簡単な専用装置としては, 画像を紙テープや磁気テープを用いてオフラインでブラウン管に表示する方法<sup>4), 5)</sup>がある。前者はやはり紙テープの量が莫大となり実用上不便であり, 後者は価格の面で問題がある。

そこで, ここでは紙テープを用いた専用のオフライン画像出力装置ではあるが, 紙テープのデータ形式および輝度変調方式を工夫することにより, 従来の同種の方法<sup>4)</sup>と比較して, 紙テープ量の減少および装置の単純化を試みた結果について報告する。また, あわせて本装置を用いた画像および計算プログラムの表示例についても検討を行う。

## 2. 画像出力装置の構成・動作原理

試作した装置のブロック図を Fig. 1 (次頁参照) に示す。この装置は光電式紙テープリーダー (PTR), X-Y 座標信号発生回路, 輝度変調回路, 制御回路, 表示装置としてのブラウン管オシロスコープ (CRT), およびカメラより構成されている。

この装置は画像データを離散的な中間調をもつ輝点の集合として表示するもので, 画像は  $N \times N$  個の画素で構成され, 最大  $N=256$  まで表示可能である。

Fig. 2 (次頁参照) に本装置の入力となる紙テープ上

\* Simple Image Output Device Using Punched Paper Tapes  
by Katsuhiko UEDA, Tadaashi SEKO and Yoshikazu  
NAKAMURA (Department of Electrical Engineering,  
Nara Technical College)

\*\* 奈良工業高等専門学校電気工学科

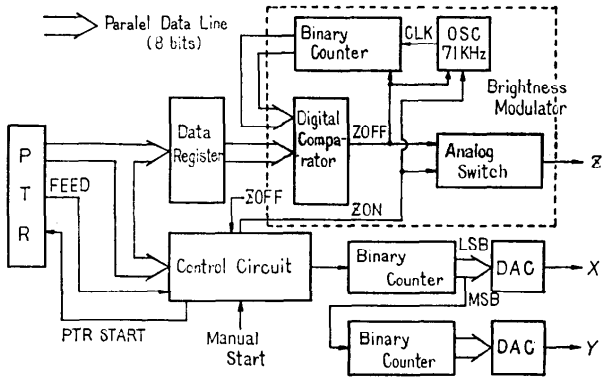


Fig. 1 Block diagram of digital image output device

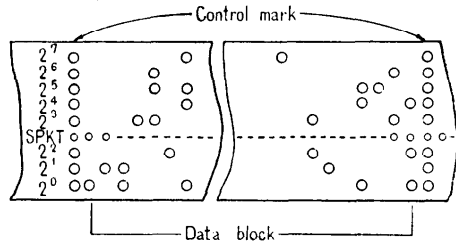


Fig. 2 Data format of 8-units paper tape

のデータファイル形式を示す。紙テープに記録されるデータは輝度信号  $Z$  のみであり、 $Z$  は 8 ビットの純 2 進数で表現している。また、座標信号はフィード孔を計数することにより発生させるようにした。これは記録密度を大きくするためと、装置の簡単化のためである。したがって、紙テープ上では  $Z$  のデータは 1 ラスター分  $N$  個が第 1 ラスター、第 2 ラスター、 $\dots$ 、第  $N$  ラスターと  $N \times N$  個のデータが順次配列されて 1 枚の画像のデータ・ブロックを構成している。なお、データ・ブロックの始まりと終りを検出するために、8 ビット全てが穿孔されたコントロール・マークを付加した。また、打点速度は PTR の読み取り速度により決定され、240 点/秒になっている。CRT のスポットの輝度変調は CRT の輝度信号-輝度特性の非線形性の改善のためにパルス幅変調方式を採用した。1 画素あたりの最大表示時間は、打点速度から逆算すると約 4.16 ms となるが、PTR のテープ送り速度の変動を考慮して、約 3.6 ms とするために輝度変調回路の基準発振器の発振周波数は 71 kHz に設定した

次に、本装置の動作について簡単に説明する。

Fig. 1 のブロック図において、手動スイッチで PTR に START 信号を与えることにより PTR は駆動され、制御回路でデータ・ブロックの最初のコントロール・マークを検出すると装置を動作状態にし、PTR からのデータがデータ・レジスタにロードされると同時に輝度変調回路を通じて、入力データの大きさに比例したパルス幅をもつ輝度信号が出力される。一方、 $X$ 、 $Y$  座標信号はフィード信号を 2 進カウンタに入力し、このカウンタの内容を  $D-A$  変換することにより得られる。

### 3. 試作結果

まず最初に、この装置の打点位置精度を測定した結果、最大位置ずれ量はスポット径の半分以下であった。なお、スポット径は CRT 面上で実測したところ、約 0.6 mm であった。

Fig. 3 は、この装置の輝度特性を調べるために、輝度レベル 16 段階、サンプル数  $128 \times 128$  のパターンを表示した例である。使用フィルムはコダック Plus-X である。マイクロフォトメータでその濃度値を測定した結果が Fig. 4 (次頁参照) であり、直線からの最大偏位量は濃度の最大値に対して  $\pm 5\%$  以下であった。この非線形性はデータ出力時に補正を行えば改善できると考えられる。この実験は全て、マイクロファイン現像液を用いて、液温  $20^\circ\text{C}$ 、現像時間 8 分と同一条件で行った。

Fig. 5 (次頁参照) は、この装置による中間調をもつ画像の表示例であり、輝度レベル 255 段階、サンプル数  $128 \times 128$  で表示されている。Fig. 3 や Fig. 5

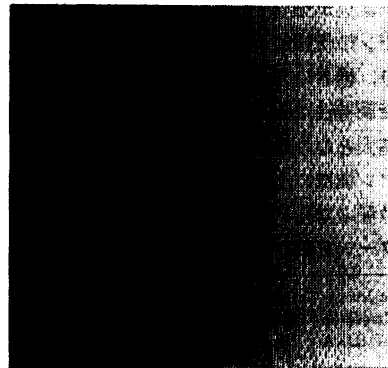


Fig. 3 Test pattern (16 levels)

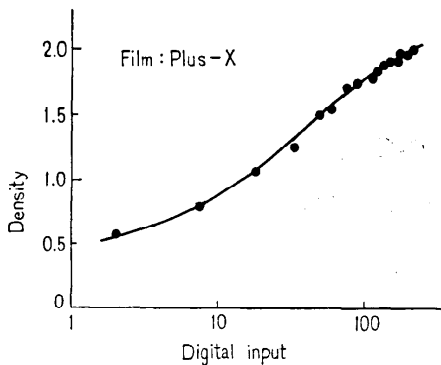


Fig. 4 Relation between digital input and optical density for Plus-X film

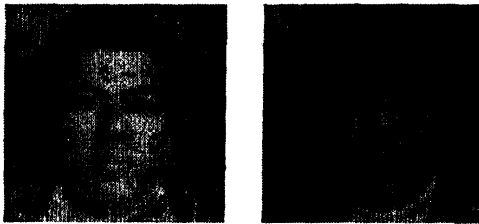


Fig. 5 Typical representation of half-tone images

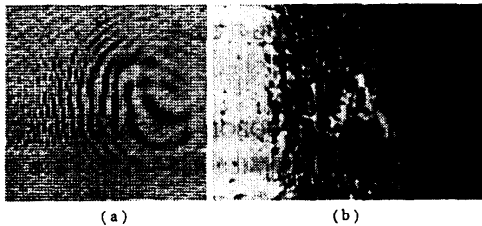


Fig. 6 Computer generated hologram (64×64 samples) and optically reconstructed image

の写真中で、縞模様が見えるが、これは CRT の水平・垂直掃引感度の調整が不完全であったためと考えられる。

Fig. 6 (a) は、文字「A」の Leith-Upatniekes 形計算ホログラム<sup>6)</sup>をサンプル数 64×64 で表示した例であり、このホログラムからアルゴンレーザー (5145 Å) を用いて、光学的に像再生を行った結果が Fig. 6 (b) である。サンプル数が少ない割に比較的良好に再生されている。

なお、1 画像データの紙テープ量は 128×128 の場合で約 40 m であり、市販の情報交換用 8 単位紙テー

プ 1 巻で 4 画像分のデータ集録が可能である。

#### 4. むすび

紙テープを用いた簡易形画像出力装置を試作し、実用性について検討を行った。その結果、画素数は最大 256×256 程度であるが、一般の画像および計算ホログラムの表示には十分実用になることがわかった。

計算ホログラムの表示に関しては、本稿では振幅のみのホログラムしか取り扱っていないが、フーリエ変換ホログラムにおける各種の表示形式<sup>7)</sup>による表示も本装置を用いて可能である。また、筆者らは現在、走査形マイクロ波ホログラム装置から得られた紙テープデータを本装置で表示し、像再生を行う実験にも使用して良好な結果を得ている。

以上のように、本装置は電子計算機による画像処理や計算ホログラムの分野、および一般に実験室で得られる各種実験データを二次元表示する必要がある場合など広い分野での利用が期待できるものと考えられる。

最後に、本研究の遂行に当たり御援助いただいた本校木村伊一教授に深く感謝致します。

#### 参 考 文 献

- 1) 石塚和夫：LP による濃淡図形出力，京都大学大型計算機センター広報，Vol. 7, No. 3, pp. 145～149 (1974)。
- 2) 尾上，柴田：紙テープを利用した文字および画像の表示，情報処理，Vol. 16, No. 12, pp. 1078～1083 (1975)。
- 3) 藤村是明：ドット式表示装置による濃淡図形表示の方法，情報処理，Vol. 15, No. 7, pp. 503～509 (1974)。
- 4) 一岡，三好，鈴木：Half-tone Plotter の試作，応用物理，Vol. 39, No. 5, pp. 427～432 (1970)。
- 5) 奥山，本谷，一岡，鈴木：画像出力装置の試作とその応用，応用物理，Vol. 42, No. 11, pp. 1091～1099 (1973)。
- 6) J. W. Phillips, P. L. Ransom and R. M. Singleton: On the Construction of Holograms and Halftone Pictures with an Ink Plotter, Computer Graphics & Image Processing, Vol. 4, No. 2, pp. 200～208 (1975)。
- 7) 一岡芳樹：計算ホログラム。計測と制御，Vol. 13, No. 1, pp. 90～102 (1974)。

(昭和 52 年 1 月 25 日受付)

(昭和 52 年 9 月 9 日再受付)