

簡易画像信号入出力装置

藤 本 勉*

Simplified Picture Signal Input/Output Device

Tsutomu FUJIMOTO

Abstract

In the study of picture information processing, it is said that computer simulation method is most useful. And to carry out the simulation, facilities as to input pictures to computer, and/or display the results, are needed.

But these devices are scarcely obtainable only when highly expensive or complicated sacrifices are paid.

The author is tried to design simply, conveniently and fabricates the devices, re-vamping a facsimile transmitter. The video signals are punched out and by general purpose computer the simulation works are made. the pictures are reconstucted in a photographic paper.

Good satisfactions are obtained by three experimentations being stated on this paper.

1. ま え が き

画像情報は、他の音声やテレメータ等の情報に比べて非常に多くの有用性を持っている。

この有用性は、画像の持っている情報量の大きさによるものであるが、それがためになかなか取扱うことが難かしく、冗長な情報量を低減して情報の圧縮を行い、例えば伝送回線の必要周波数帯域幅の圧縮とか、記録する場合においても記録容量（記憶容量）の圧縮を行うことが研究されている。

この種の画像情報圧縮の研究においては、普通の場合逆の操作を行えば完全に元の画像が復元できることを必要とされるのであるが、操作の過程において生ずる情報量の欠損およびそれらによる原情報の劣化を適格に評価することは非常に難しい。

例えば原情報と復元した情報との差異の自乗平均値等を使って数式的に評価を行うのであるが、この評価値が良くても必ずしも復元画像が良質であるとは限らない。理由は主として人間の視覚心理的性質が十分に解明されていないことによると考えられる。

現状においては、結局復元画像を得て、元の画像との比較を最終受信者である人間が主観的に行うこと（多人数による主観評価）が最良の方法と思われる。

この様にして、画質の劣化と圧縮できる情報量とを比較して、情報量の低減技術の開発を行う。

一方、これらの実験には、計算機シミュレーションによる方法が最良であることを多くの者が指摘している。

以上のことから、画像情報処理の研究においては、画像を計算機に入力し、計算機において処理技術のシミュレーション実験を行い、逆の操作を行って再生画像を得て、これを人間が評価することになる。

これに使う画像信号入出力装置は画像信号の性質よりかなり大規模な装置となるのである。著者は、本校に制御用ミニコンピュータが導入されたのを機会に、簡易化した画像信号入出力装置を製作し、基礎的データを得たので報告する。

2. 画像信号入出力装置の展望

この種の装置を試作するに際して、若干考察を行う。

福島（1965）の試作した装置は光電変換装置として低速度走査型のライニングスポットスキャナ（FSS）を使って帯域制限した画像信号を得て、これを絵素当り9〔bit〕に量子化し一担計算機のバッファメモリに格納し転送速度の整合を取ってから、高速起動停止型の磁気テープ装置に記録するものである。この場合のサンプリン

*宇部工業高等専門学校電気教室

グは1600〔サンプル/秒〕で行われ絵素数は456×483あるいは352×263〔個/フレーム〕である。又116×85〔個/フレーム〕の小画面に対しては8〔bit〕でA/D変換したものを紙テープに打出すようにしているこの時のサンプリング速度は200〔サンプル/秒〕である。その後この磁気テープ又は紙テープに記録された画像信号は計算機で処理して、再びこの形で記録し再生はやはりバッファメモリで速度変換を行ってから、低速フィルム録画装置に出力し再生するようにしている。

バッファメモリは最大4096〔字〕(2048〔サンプル])である。

高速化への要求に対しては、磁気テープを使用する場合はA/D変換器のスピード、紙テープに打出す場合には紙テープパンチャー、あるいはテープリーダーのスピードで制限されるとしている。

今井(1969)はシステムの構成が福島装置とほとんど同じである、シミュレーション用テレビ画像送受装置を製作している。これはスライド低速走査のF.S.Sと5〔kHz〕のLPFよりなる送画装置と走査速度の変換を信号蓄積管を使い、再生出力はプログラムモニタ用のテレビ受像機又は低速走査のモニタとワンショットカメラより構成されている受画装置とから作られている。画像処理用の計算機にはNEAC 2200/500と中間結果記録用の磁気ディスクを用意している。このディスクには200×150〔サンプル/フレーム〕の画像が20〔フレーム〕記録できるという。

前二者より大分以前にR. E. Graham(1958)が同種の装置を試作している。その装置ではF.S.Sを低速走査して2.5〔kHz〕で帯幅制限された画像信号を得て、これを10〔bit〕でA/D変換しやはり磁気テープに記録するようになっている。IBM 704で処理された画像は再び磁気テープに記録されて、低速度モニタに出力される。このモニタは10〔インチ〕のブラウン管を持っており35〔mm〕のカメラで撮影して画像を再生する。

この3例においてはいずれも、解像度およびS/N比が優れているということ及び低速度走査が可能であるということからF.S.Sを採用している。しかし、この方法には走査の低速化に限界がありバッファメモリを使って転送速度の変換しなければならないということ、及び画面上の位置決め精度が低いという欠点がある。ミニコンを処理装置として使う場合にはミニコンの内部記憶容量に余裕があれば、このバッファメモリの問題は解決されるのであるが、専用の装置を製作する場合には、これは重大な問題であり、装置設計を困難にするものであ

る。そこで、これをさけるには、情報の発生速度をさらに低速化して装置の処理速度に整合させれば途中でデータが貯ることがないのでバッファメモリは不用又はごく小容量で十分ということになり、装置の簡単化となる。

著者(1969)は前述のような観点から、画像入力装置にファクシミリ送信機を使用して、デジタル化したデータを紙テープに打出す装置を製作している。この装置では30×20〔cm〕の大きさの写真をメカニカルスキャナーによって電気信号に変換し、5〔bit/絵素〕でA/D変換して、その後コード変換を行ってから、紙テープにBCDコードで打出すようにしている。このようにして得られた紙テープをFACOM-231で処理し各種の統計量を求めている。再生系についてはラインプリンタの印字による方法でモザイク様なものを得ているのみである。

尾上(1971)はミニコン(HITAC-10)を使用して著者と同じく、ファクシミリ送信機により得られた画像信号を符号付き10〔bit〕に変換して紙テープに打出すようにしている。ただし打出しは7〔bit〕で行っている。尾上の装置は駆動源にパルスモータを使用しているので、ミニコンのソフトウェアによりモータを正転あるいは逆転すること、及び任意角度回転させることができるので図形の輪郭にそったスキヤニングも可能であるという。再生については、紙テープを読み込んで、D/A変換を行い、オシロスコープのZ軸を変調することによってブラウン管上に表わし、これをカメラで撮影するようにしている。処理時間は200×200〔サンプル/フレーム〕の画像の再生に約4〔分〕かかるというが、この種の紙テープを使用するシステムでは非常に速い処理時間と言えよう。

入力装置としては、この他にビデオンカメラを使うことが考えられる。これによれば既述のもののように、ハードコピーの静止画像以外に動きを伴う画像のフレーム間の関係について研究することができる。しかしビデオンカメラ(ITV)は低速度の走査を行うことが難しいこと、解像度及びS/N比があまり良くないこと、及びシェーディングの問題があること等の理由によりあまり多くは採用されていない。

この例としては、高木(1973)が低速度走査の問題を次の方法により解決して装置化している。すなわち1フレームから垂直方向の1ラインだけを取り出して計算機へ入力することによって速度の整合を取ることが出来るようになり、ITVを入力装置に使用した画像情報入力装置を作っている。用途によれば、ITVカメラの階調、

分解能、S/N 比等で十分なこともあると思われる。この種の用途については十分有用性のあるものとなる。

3. 簡易画像信号入出力装置

前の展望の結果、簡単に製作することが出来るという事を第一義として、メカニカルスキャナーを使うことにした。これを使うことにより計算機との転送速度の整合は非常に容易であり、入力装置として使用するとき十分な S/N 比と分解能及び階調特性が得られる。

出力装置としては、試験的に再生画像を得たいということから、分解能は劣るが、簡単であるので光源ランプにより直接露光焼付けを行うことにした。

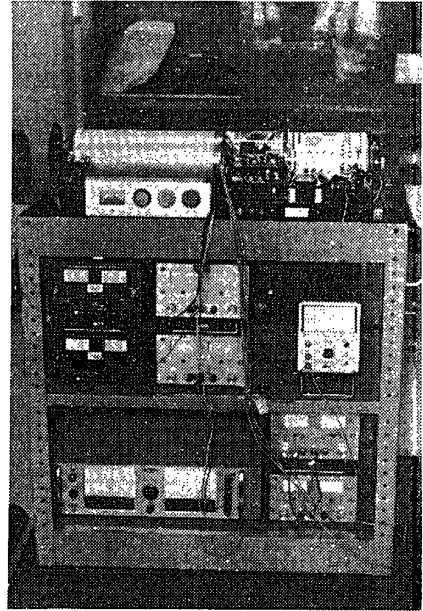


写真 3-2 画像信号入出力装置

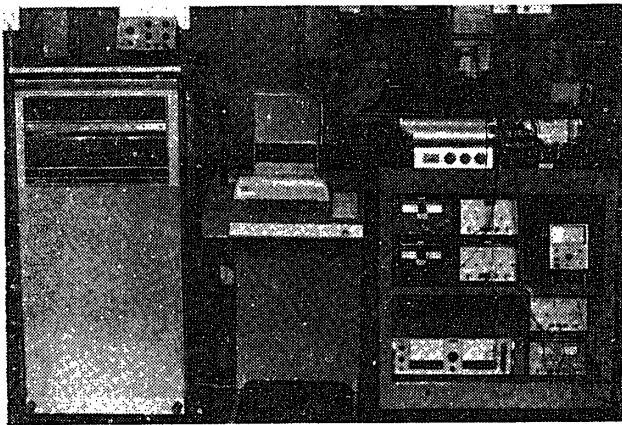


写真 3-1 画像信号入出力システム全景

装置の全景を写真3-1、写真3-2に示す。先ず入力装置としては、回転ドラムにはりつけた資料の写真をスポット光で照射し、反射光を光電管で受光して増幅し、ミニコンで A/D 変換した後、紙テープにパンチアウトする。この時、標本点の位置は回転ドラムと共に回転する同期円板により決定される。

ミニコンでは、コード変換、信号補正を行った後パン

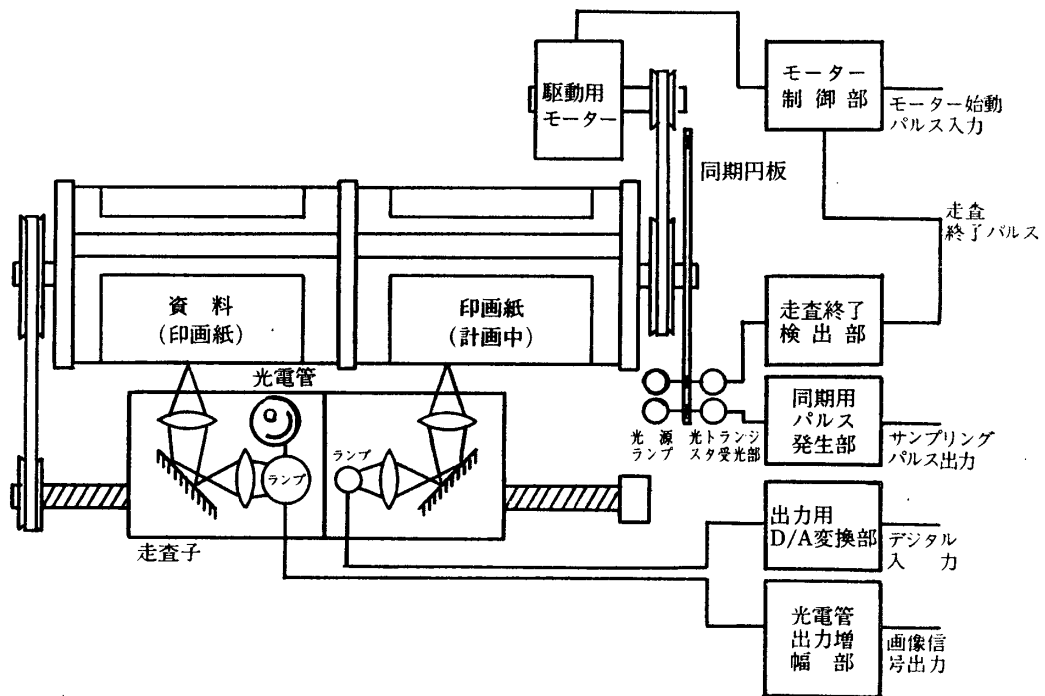


図3-1 画像信号入出力装置

チアウトし、処理はバックアップの大型機により行う。再生の過程においては、大型機よりの出力を紙テープで受け取り、ミニコンでは逆の補正、コード変換等を行つた後、デジタル出力する。

出力装置では、デジタル出力信号を D/A 変換した後光源ランプの電圧を制御して、回転ドラムにはりつけられた、印画紙を露光する。この時の標本点の位置決めもやはり同期円板で行う。

装置全図を図3-1に示す。再生は、今回は図中走査子内左側の光源ランプを使って行った。

次に装置の各部についてのべる。

3-1 駆動系の設計

前出の尾上は、駆動用モータとしてドラムの回転用及び走査子の移動用にそれぞれ別のモータを使っている。この様にすると、種々、有効な面があると思われるが、それだけ装置の制御系、主としてミニコンとの結合が複雑化するので、著者は装置の原型（トージャファックス）*と同じ、1個のモータで両方を駆動するようにしている。この設計に当たって問題になるのは、線密度及び1走査線当りの絵素数の決定であるが、Kretzmer 等の結果より画像の等方性を考慮して、今回はテレビ画面の様に長方形のものではなく、正方形で四つ切大の写真を資料とした。又線密度と走査方向の絵素間隔も同じになるようにした。有効画面の大きさ 22.5×22.5 [cm] の資料で約 108×108 [絵素]、(後述の資料「滝」, 「人物」の場合) 又 25.5×25.5 [cm] の資料で約 122×122 [絵素] (同じく「湖」の場合) とした。

次に走査速度 (又はドラムの回転速度) の設計については、設計の上で制限となるものは、先ず入力装置については、パンチ機の打出し速度と、バッファとして用いる記憶装置の容量である。この点を解決するには、バッファメモリの容量は1走査線分のデータ数とし、走査線を1本走査する毎に、走査を一担停止させておいて、紙テープに1本分のデータを打出す、そして打出しが終われば再び走査を開始してデータを取り込むことにした。この様にすれば、A/D変換器の変換スピードは約 33 [μ S] でありプログラムの処理時間を含めても約 50 [μ S] 以下であるので、ドラムの回転速度は相当上げることができる。

例えば 50 [μ S] 毎にサンプリングするとすれば大きさ 22.5 [cm] の画面で絵素数 110 [個] の場合は、ドラム回転数は約 6000 [rpm] まで上げることができる。し

かしこのような高速になると回転の起動及び停止が難しくなると思われ、新たな問題が起こってくるであろう。

一方出力装置としては、今回のように光源ランプで直接印画紙を感光させる方法をとる場合は、露光量が回転速度と共に少なくなるので、高感度の印画紙や感板等を用意する必要がある。

今回は、処理に要する時間よりも、簡単に製作できることを第一義としたので、ドラムの回転数は、超低速にし、入出力共に 2 [rpm] とした。

この時、標本点は約 150 [m Sec] 毎に現われることになる。

次に走査子の移動用であるが、図3-1に示す送り用のネジのピッチは 0.74 [mm] であり、 22.5 [cm] の資料を 110 [本] の走査線で走査するには、回転ドラムが1回転する間に、送り用のネジは約 2.76 回転する必要がある。

簡単な為に、送り用のネジはドラム回転の3倍とした。駆動系としては 2 [rpm] のモータから $1:1$ のベルト駆動でドラムを回転させ、 $1:3$ のベルト駆動で走査子移動用の送りネジを回転させている。

よって、正確には絵素間隔は横およびたて方向に $1:1.085$ となり走査線間隔の方が若干広がっている。

回転ドラムの外周長は 41.3 [cm] あり、資料長は 22.5 [cm] と、約 $1/2$ である。走査線の配置を図3-2に示す。同図に示すように、走査線幅を約 1 [mm] に選び、資料の上、下端にずれを感知できないようにしている。

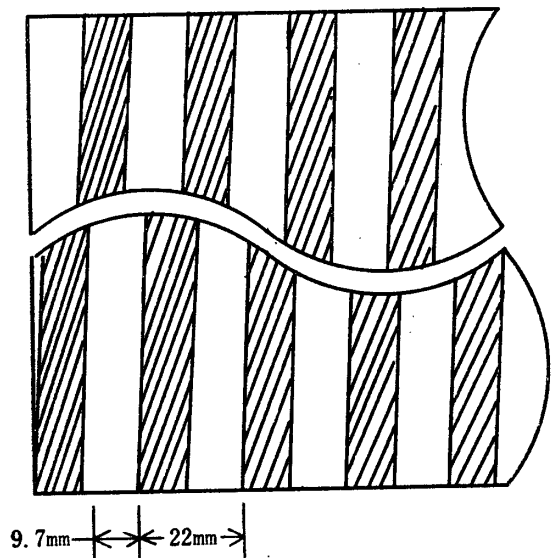


図3-2 走査線

* 東京航空計器 (株) トージャファックス M-305 S

3-2 光学系

本装置の光学系についてのべる。使用した光源ランプはタングステン白熱電球で定格4〔V〕2.05〔A〕のものである。入力装置としては、この光源からの光を直径約1〔mm〕の光点にして資料を照射する。この光点の照度分布は測定の結果ほぼ一様であった。

出力装置として使用する際は、再生出力用の光学系を設ける予定であるが、今回はこの入力装置用の光源をそのまま使って、ミニコン出力をD/A変換したもので、

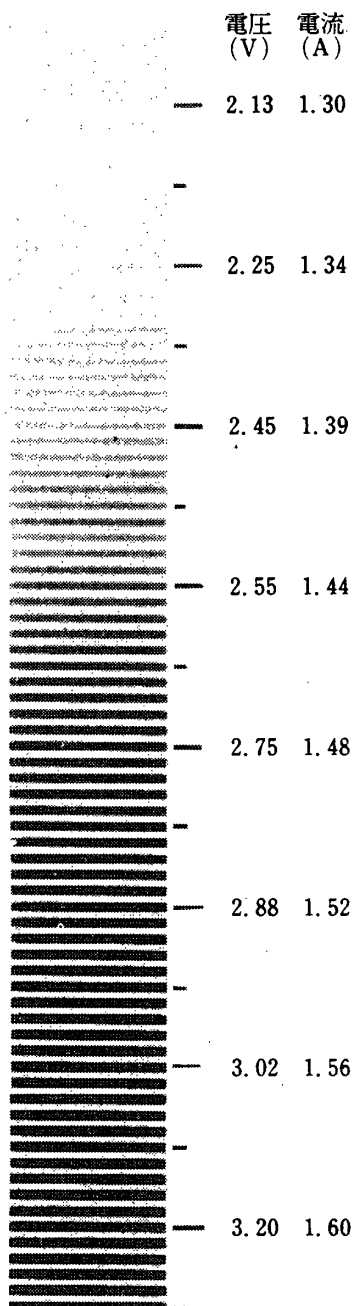


図3-3 光源ランプ電圧、電流に対する印面紙濃度

このランプの電圧を制御して光量を加減している。

その明るさは、図3-3に示すように、前もって実験により、適当な濃度が得られるように、最低電圧（オフセット電圧）及び最高電圧を決定しておく。ランプを常時オフセット電圧で予熱しておくことはランプの速応性を若干改良することになる、この種の簡易出力装置では、ランプの応答性の遅いことによる効果が一種の低域濾波器として働き、出力を平滑化することに役立つ。

オフセット電圧を1.5〔V〕とし、0.5〔V-P.P〕の矩形波電圧に対する光源ランプの応答を図3-4に示す、立上り、立下り共に指数関数状に変化し、時定数はそれぞれ0.24〔秒〕及び0.18〔秒〕である、

図5に光源ランプの周波数特性を示す。同図よりこのランプには約1〔Hz〕以下で使用することが望ましいことが解る。1〔Hz〕で帯域幅制限された信号はサンプリングは2〔Hz〕で行えば良いので、この場合標本点間隔は約500〔mS〕になる。今回の装置においては約150〔mS〕毎にサンプリングを行っているが、この光源ランプでは約33個の絵素しか再生能力がないことになってしまう。しかし、図5のように、ランプの周波数特性はもっと高い周波数へも伸びているので、この値よりはもっと大きいであろう。しかしランプでかなりの情報量が失われてしまうことになり、今後解決しなければならない問題である。

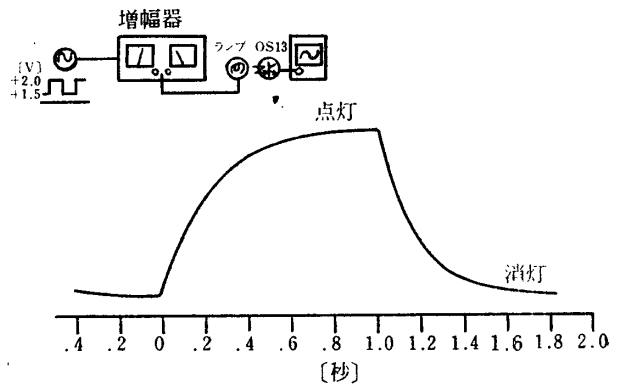


図3-4 再生光学系のステップ応答波形

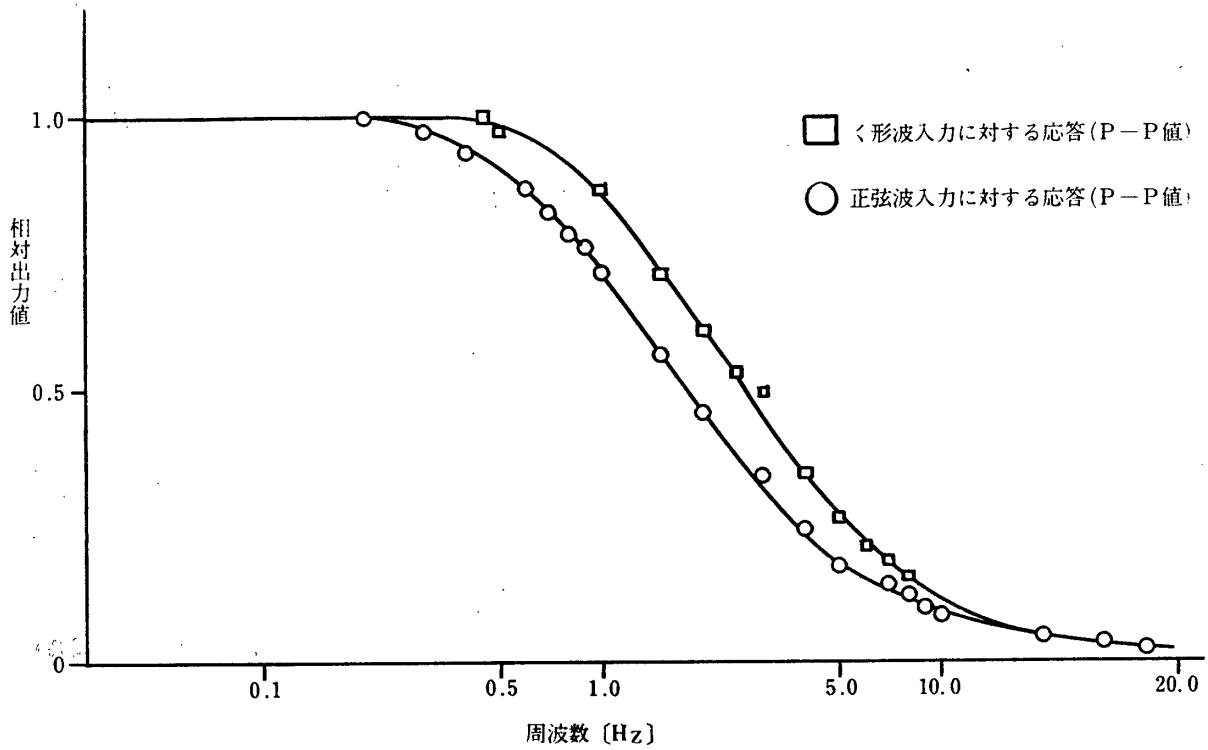


図3-5 光源ランプの周波数特性

3-3 光電変換系

光電変換系は、スポット光で照射した光の資料の明暗に応じた反射光を受光して電流の変化に変える光電管（ガス入り光電管・PG-51）と、出力を A/D 変換器入力に必要な ±5 [V] まで増幅する差動増幅部とから

成る。差動増幅器には IC の M5133 を使用している。この部分の回路図を図3-6に示す。

同図に示すように、光電管出力は差動増幅器の非反転入力側に供給される、一方、反転入力端子には設定電圧を供給して、出力の零電位を調整している。

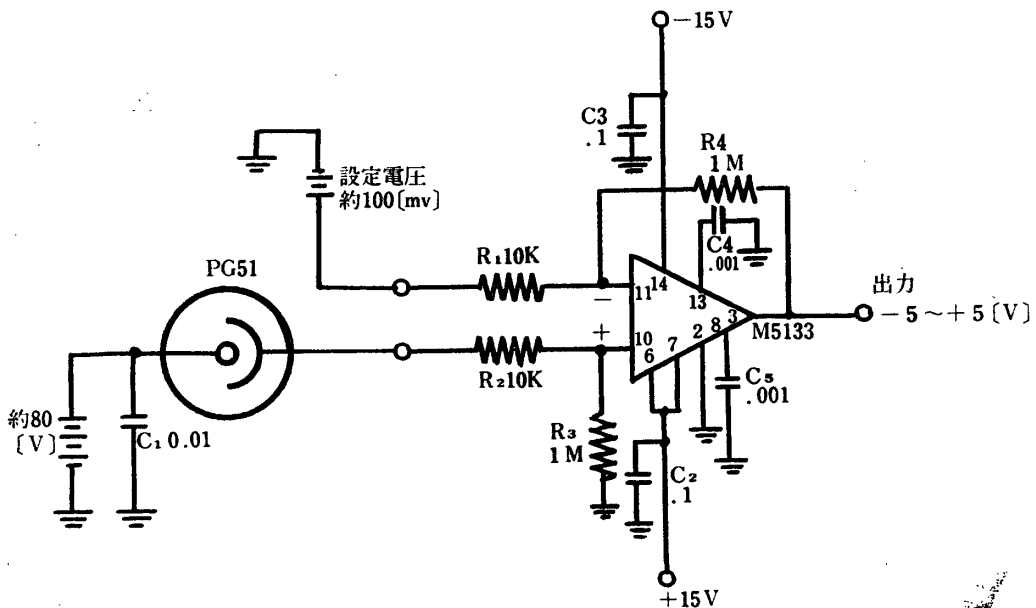


図3-6 光電変換回路

この系において留意すべき点は、先ず資料の濃淡（即ち、印画紙の反射率）と、増幅器出力との関係であるがこれは、画像電子学会のファクシミリ・テストチャートの図3*のグレースケールを使って測定した結果、直線性

には全く問題のないことが解った。この結果を、後述の3種の資料を入力する際に測定した結果を、図3-7、3-8、3-9に示す。同図より、印画紙の反射率Rに対する出力電圧Eは

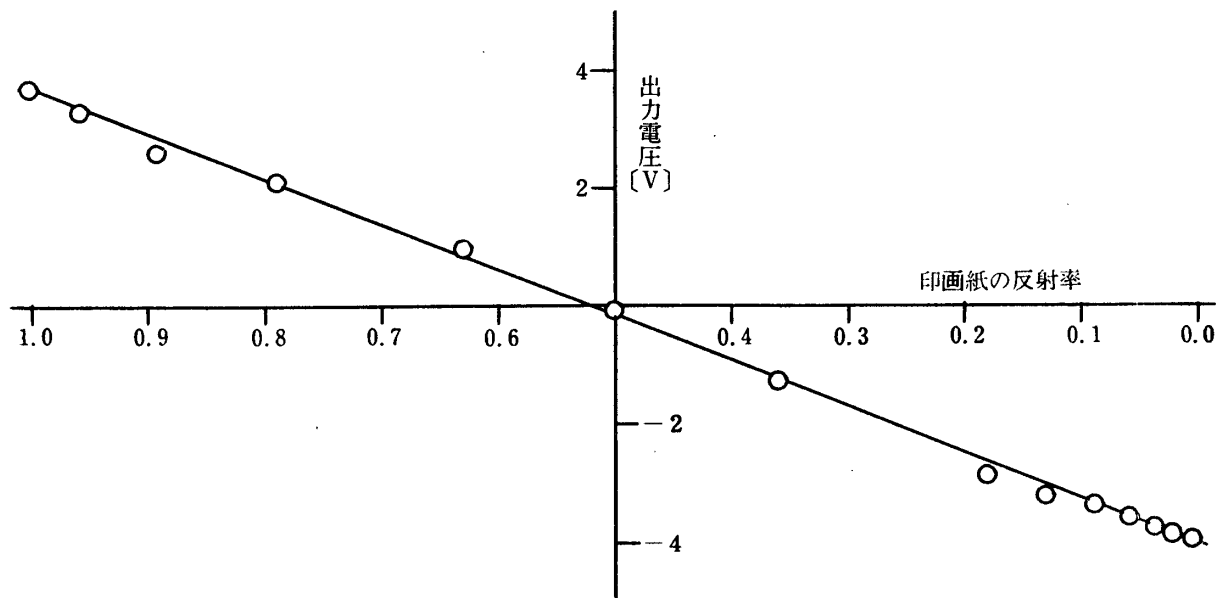


図3-7 資料「滝」の入力時の光電変換特性

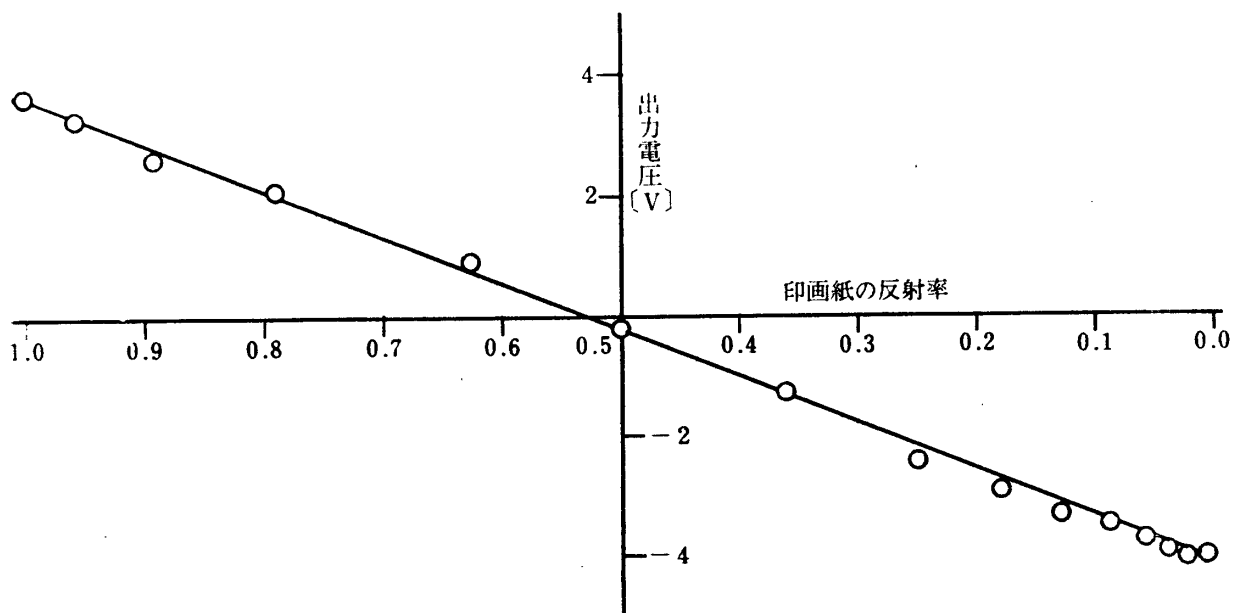


図3-8 資料「湖」入力時の光電変換特性

* 画像電子学会テストチャートのグレースケールは、濃度で規定している。この定義は次式で与えられるものであり、図3.7~3.9は反射率に直してプロットしている。

$$D = \log \frac{1}{t}, \quad D \text{ は濃度, } t \text{ は白地の反射率を } 1.0 \text{ とする印画紙の反射率である。}$$

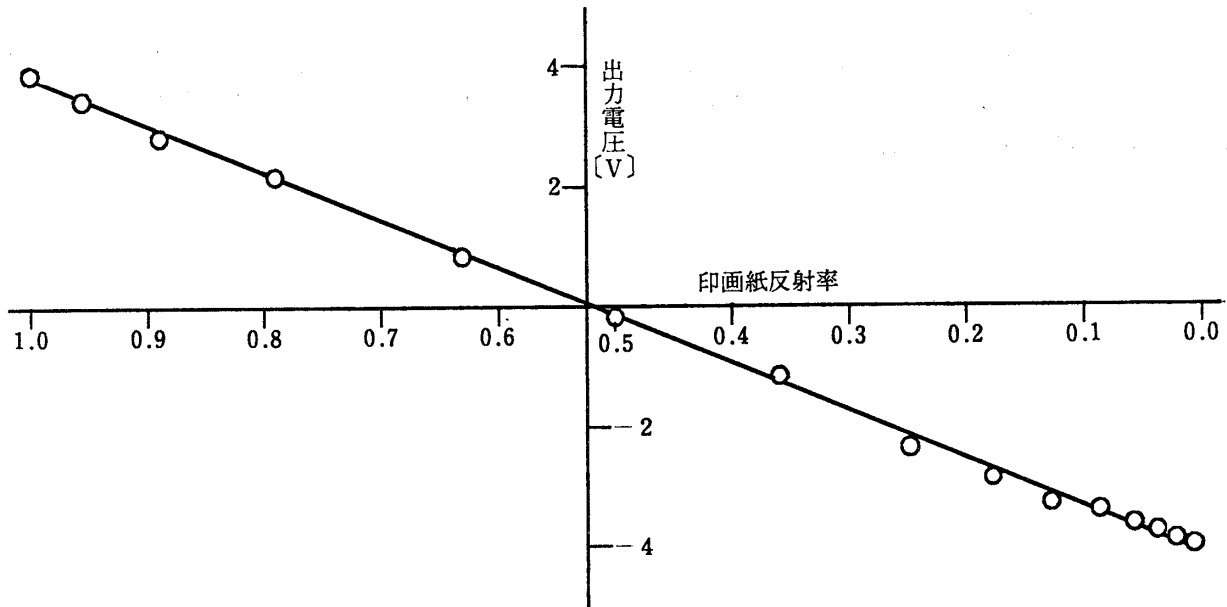


図3-9 資料「人物」入力時の光電変換特性図

$$E = kR - Ed$$

$$k = 7.8$$

Ed は設定電圧により変り、資料「人物」の時約3.7 [V]、「湖」「滝」の時約4.1 [V]である。

この結果、光電管の直線性を補償する必要はないと考えられ、特別な補償、例えば視感度曲線に対する補償等は、ミニコンにおいてソフトウェアで行うことにし、特別な回路は設けなことにした。又、光電変換系の周波数特性はこの程度の周波数では全く問題にならないことを確認している。

3.4 同期系の設計

同期系の必要性は次のように考えられる。

先ずモータの回転むら等があると、ドラム回転速度が変化し、その為標本点の位置が漂動するがこれを防ぐためである。通常、ファクシミリ装置ではこの位置決めを、資料部を走査開始する時に同期パルスを発生することにより、回転むらの影響が蓄積されないようにしている。しかし、この方法では1回転中の回転むらに対して何ら改善されないのではここでは、資料部の走査終了時の他に、標本点毎にもパルスを発生するようにしている。このようにすれば、回転むらがあっても、標本点の位置は動かず確定される。

同期発生部は、回転ドラムと一緒に回転する円板の円周上に標本点数だけの穴(1mmφ)を開け、ランプとフォトトランジスタを結ぶ直線上をこの穴が通る毎にパルスを発生する。ただし、この穴は丸孔であるのでフ

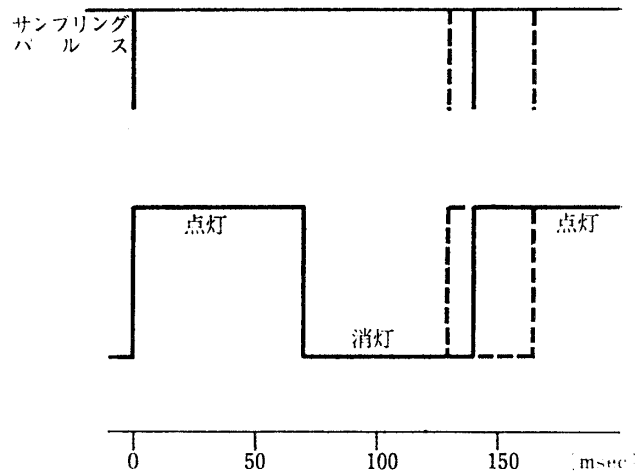


図3-10 サンプリグパルス周期の漂動と点灯時間

トランジスタの出力は正弦波的に変化し、パルスの発生位置が明確ではないので、この出力を整形してパルス

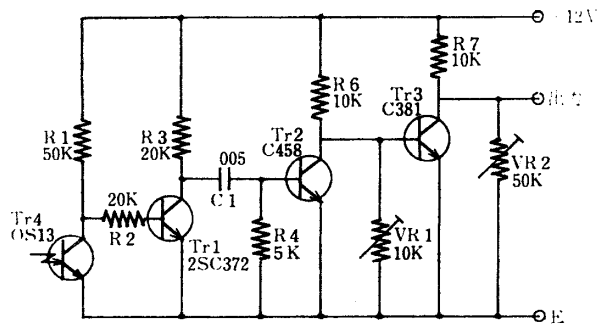


図3-11 サンプリグパルス発生回路

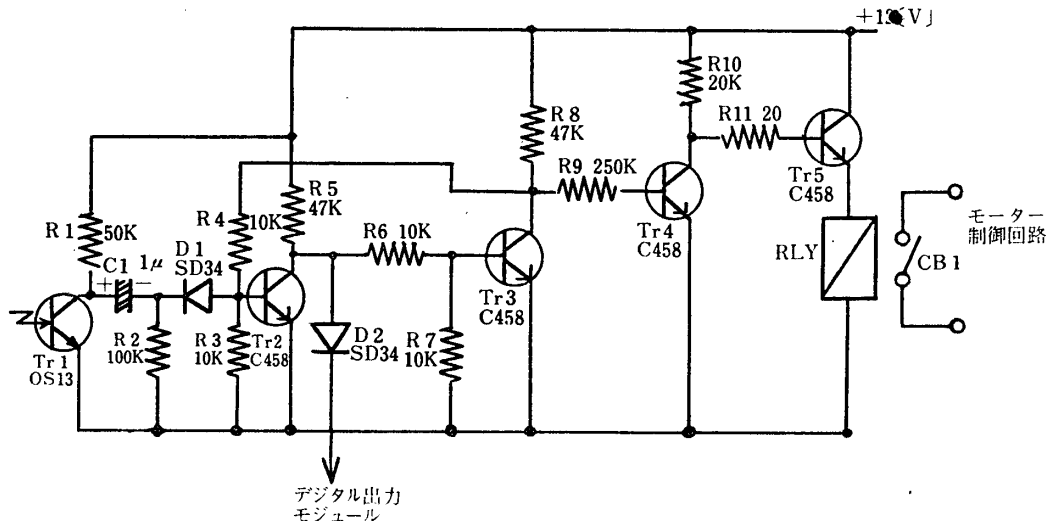


図3-12 モーター停止部回路図

出力を得ている。しかし、円板上に正確に小孔を開けることは難しく、これは再生時に後述のように縦縞を発生させる。同期パルスの出力は +5 [V] であり、ミニコンのデジタル入力モジュールに供給され、割込みを発生させる。この部分の回路図を図3-1に示す。

既に述べたように、ミニコンが紙テープを打ち出している時は走査を停止させる必要があるが、これは資料部の走査終了時に発生するパルスで行っている。モーター停止回路を図3-12に示す。モーターの始動は紙テープの出力が終了所でミニコンからの出力により行う。このモーター停止用のパルスは位置決めは正確である必要がないので、2mmφの穴を開け動作を確実にしている。

ミニコンとの結合については、図3-13に示すように、同期パルスは +5 [V] に整形して、デジタル入力(割込み)モジュール (TR-7602-01) に供給される。

一方、デジタル出力モジュールからは、リレー出力をモーター停止回路へ接続して、モーターの始動を行う。出力モジュールはパルスモードで動作し、30 [mS] 間リレーが ON になる。

3-5 D/A 変換器及び出力増幅部

出力装置としては、図3-12に示している、出力モジュールの出力を8 [bit] で得て、これを D/A 変換器(図3-14)でアナログに変換する。

この D/A 変換器の特性は測定の結果、支障のない程度に直線的であった。図中 f₀~f₇ は入力端子で、接地された時が ON, 開放された時が OFF がある。D/A

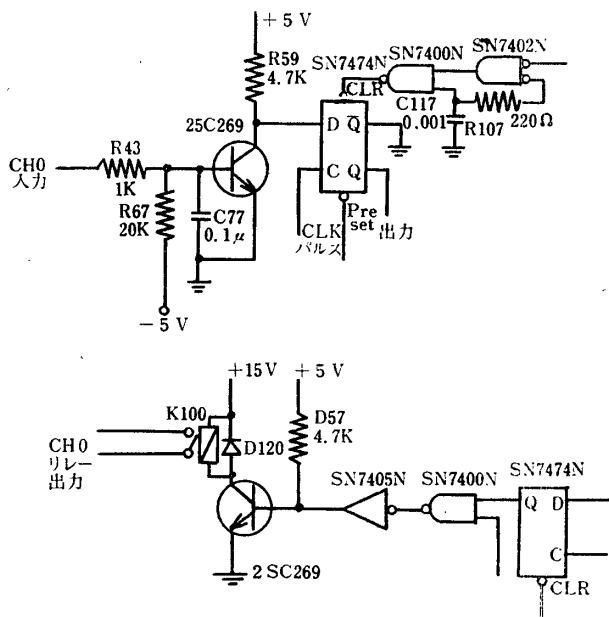


図3-13 割込みモジュール (上図), 出力モジュール 接続部分 (TR-7602-01) (TR-7602-05/06)

変換器の出力は印面紙の感光特性に合うように適宜増幅され、オフセット電圧を加えられて光源ランプの光量を制御する。定圧電源装置(高砂製作所 GP 035-10)を増幅器にして使った。

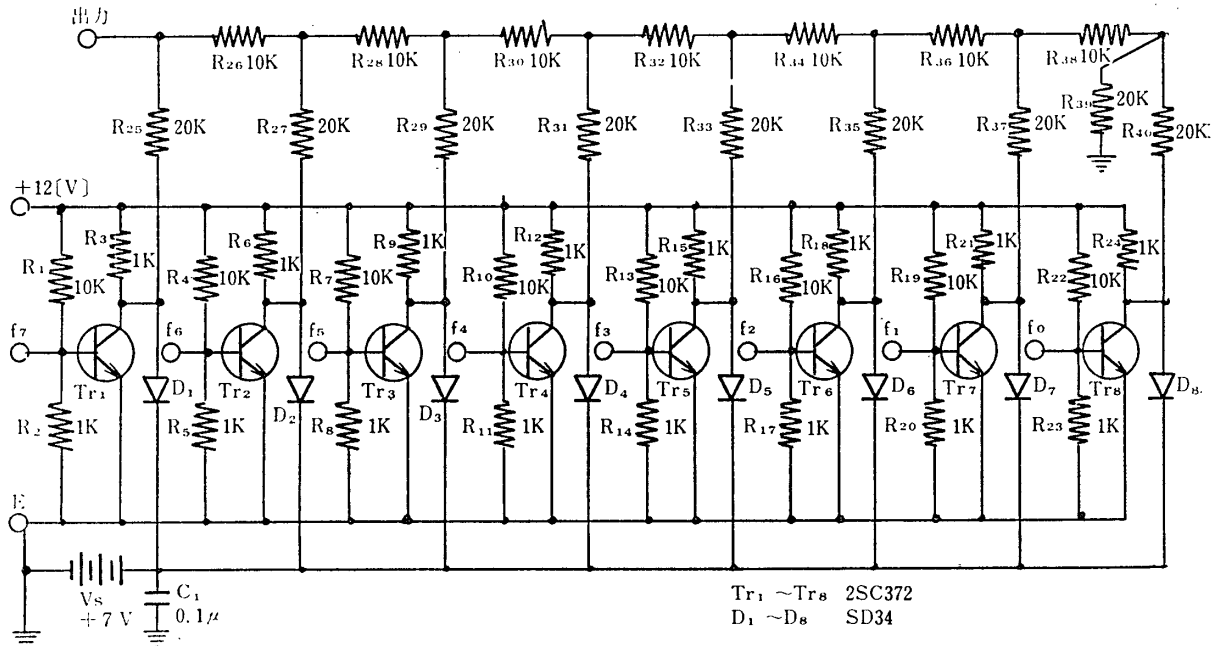


図3-14 D/A 変換器回路図

3-6 TACC-1200M ミニコンシステム

本装置の中核となるミニコンについてのべる。

使用したミニコン、タケダ理研 TACC-1200M システムは内部記憶容量 4k語、1語16〔ビット〕及びサイクルタイムは、1.2〔μS〕である。

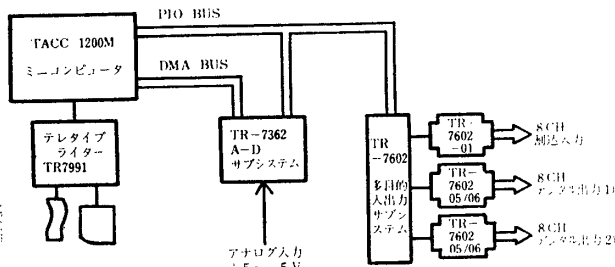


図3-15 タケダ理研TACC-1200M ミニコンシステム

周辺装置として、タイプライター (TR-7991) は 10〔字/秒〕の紙テープ読取り及びさん孔機能をもつ。高速 A/D 変換器 (TR-7362) は ±5〔V〕の入力電圧を 12〔ビット〕+1 符号ビット (負は 2 の補数表示) に 30〔μS〕で変換する。多目的入出力サブシステム (TR-7602) には、8 チャンネルのデジタル入力/割込みモジュール (TR-7602-01)、及び 8 チャンネルのデジタル出力モジュール (TR-7602-05/06) が 2 モジュール実装されている。

ソフトウェアは全て、標準アセンブラーで記述する。

4. ソフトウェア

本装置の使用については、次の方法が考えられる。まず、資料としての写真をミニコンへ入力して、ミニコン内部で処理演算を行い、その結果を再び出力して画像を再生する方法である。この方法は、紙テープへのパンチアウト、又は紙テープの読取りを必要としないので高速度で処理が可能であるが、ミニコンは小規模の記憶容量しか持っていないので、複雑、高度な処理プログラムは組むことが出来ないし、又アセンブラ言語で記述しなければならぬから、手軽に処理プログラムの変更や修正を行うことが難しい。

次の方法としては、ミニコンを全くデータの変換用に使用して、パンチ出力されたテープを、バックアップ用の大型計算機にて処理し、結果を再びテープで持ち帰り、ミニコンでデータ変換を行って出力し再生する方法である。この方法では、紙テープに出力又は紙テープの読取りを行うので、非常に時間はかかるが、大型の計算機をコンパイラ言語で使用できるので、処理プログラムの高度化、及びプログラムの変更等が容易に出来る。

今回の設計においては、後者の方法を取り、簡単な処理、例えば、視感度曲線による光電変換特性の補償、又はレベル圧伸、等はミニコンで行うことにした。

4-1 入力プログラム例

入力装置として使用時のプログラム例を表4-1へ、流

表4-1 入力プログラム例

```

LOC 5300
SAIKI :LDA 1, CONT
      STA 1, CONTP
      INC 1, 1
      STA 1, CONTA
MEASR :LDA 1, SET 1
      DOA 1, 44
      NIOC 44
      LDA 1, SET 2
      DOA 1, 44
      SKPDN 44
      JMP .-1
      NIOC ADCV
      LDA 1, SET 3
      DOA 1, ADCV
      LDA 1, SET 4
      DOB 1, ADCV
      NIOS ADCV
      SKPDN ADCV
      JMP .-1
      DIC 0, ADCV
      MOVZL 0, 0
      MOVZL 0, 0
      MOVZL 0, 0
      MOVZL 0, 0
      DSZ CONTA
      JMP STORE
      JMP PUNCH
STORE :LDA 2, ST
      LDA 1, CONTA
      ADDZ 1, 2
      STA 2, STADR
      STA 0@, STADR
      JMP MEASR
PUNCH :LDA 2, ST
      LDA 1, CONTP
      ADDZ 1, 2
      STA 2, STAA
      LDA 0, @ STAA
      MOVS 0, 0
      JSR OUT
      MOVS 0, 0
JSR OUT
DSZ CONTP
JMP PUNCH
JMP RESTT
OUT :DOAS 0, TTO
     SKPDN TTO
     JMP .-1
     JMP 0, 3
RESTT :LDA 0, BLC
      LDA 1, TEN
      STA 1, TENB
RS :DOAS 0, TTO
    SKPDN TTO
    JMP .-1
    DSZ TENB
    JMP RS
    LDA 1, SETS
    DOAC 1, 44
    LDA 2, STT
    DOBP 2, 44
    NIOS 44
    JMP SAIKI
CONT :144
TEN :12
CONTA :0
SET 1 :031400
SET 2 :000063
SET 3 :0
SET 4 :0
STADR :0
ST :7000
CONTP :0
STAA :0
BLC :0
TENB :0
SET 5 :027400
STT :17777
.END

```

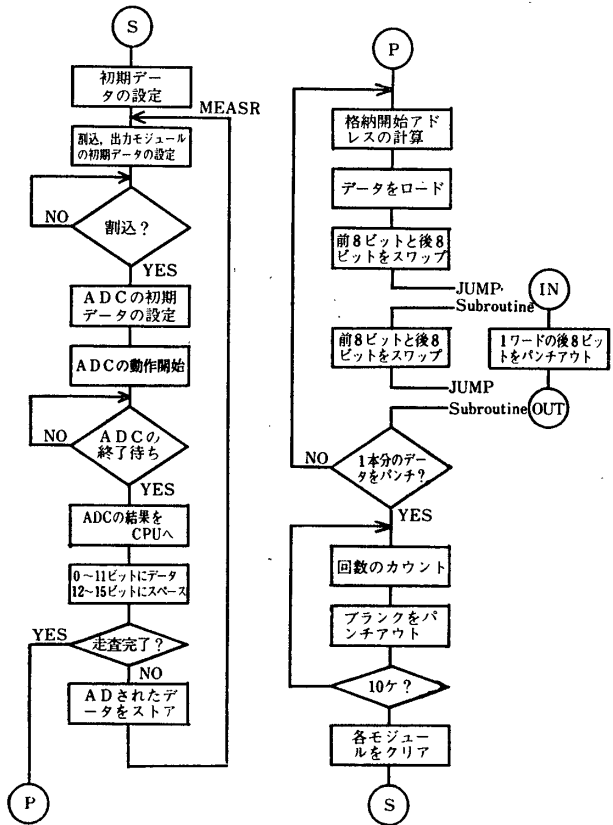
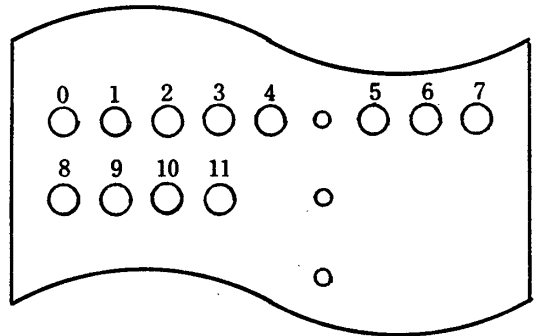


図4-1 入力プログラム例の流れ図

れ図を図4-1に示す。

実測の結果から、光電変換特性は十分に直線的であることが判明したので、このプログラムでは、補償は何ら行っていない。

動作について説明すると、同期パルスが多目的入出力サブシステムの入力(割込み)モジュールに入力されると、モジュール内の割込みフラグがONになる。このフラグの状態をセンスして、ONになると、その時点の信号をA/D変換する。A/D変換は12〔ビット〕(負数は2の補数表示)で行われるが、ミニコンでは頭に4〔ビット〕の0を付けて16〔ビット〕(1ワード)でCPUへ転送する。ここで打出し時の便利さも考慮して、頭の4〔ビット〕の0を右へ移動させて、1ワードの0~11〔ビット〕にデータを12~15〔ビット〕に0を付ける。この様にしたデータを一担、メモリへストアしておいて、次のデータのサンプリングを行い、1本分の走査線をまずサンプリングする。走査が終ると、ストアしているデータにパンチ出力するが、出力は、図4-2に示すようにまず8〔ビット〕分を最初にパンチし、次のカラムに残りの4〔ビット〕を出力する。このパンチ出力が行われている間にモータは停止パルスにより停止



0	符号ビット	1	2.5〔V〕	2	1.25
3	0.652	4	0.312	5	0.15625
6	0.078125	7	0.039	8	0.0195
9	0.0098	10	0.0049	11	0.0024

図4-2 テープ上のビットパターンと、表示電圧値

する。

ミニコンは、紙テープへのパンチが終ると、出力モジュールから、走査の再開パルスを出す。これはリレー出力で行われ、パルス幅は10〔mS〕である。

4-2 出力プログラム例

出力装置として使用する時のプログラム例について述べる。まず、試験的に出力を黒、白の2値で行うことを考えた。これには、前節の入力装置により作成されたテープを読み込んで、第1桁目のビット(符号ビット)の検査を行い、ここは2の補数表示が行われているので0であれば白、1であれば黒と判別させるものである。ここでも、入力時と同様に走査線1本分のデータを読み込んで、逐次検査を行って白(この時は全ビット“0”)又は黒(この時は全ビット“1”)にして一応メモリにストアし、読み込みが終ると、モータ始動パルスを出して、ドラムを回転させ、標本位置を決める同期パルスが発生する毎に、1個ずつデータを出力する。出力は出力モジュールより8チャンネル出力され、白、黒に従って全チャンネル、OFF又はONとなる。これはD/A変換器により、最低電圧及び最高電圧に変換される。

出力時間幅はプログラムにより変化できるが今回は標本点間隔の約70~80〔%〕に相当する70〔mS〕一定にした。しかし、ランプの応答性のために走査線は連続線として焼きつけられる。3種類の資料について再生を行った例も、原画と後述の8〔ビット〕で再生した例と共に示す。



写真4-1 資料「滝」原画



写真4-2 資料「滝」1ビット再生像



写真4-3 資料「滝」8ビット再生像

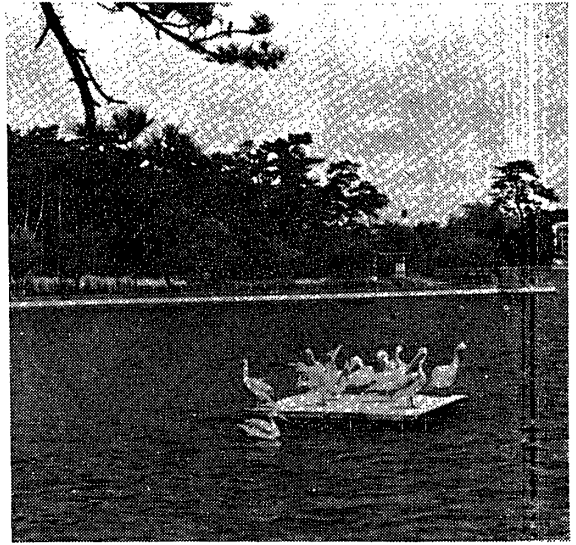


写真4-4 資料「湖」原画

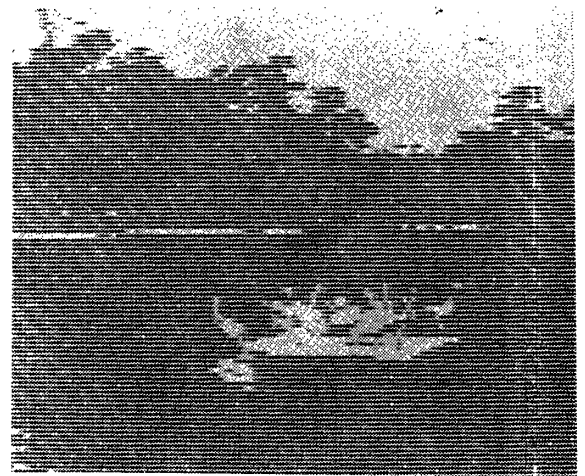


写真4-5 資料「湖」1ビット再生像

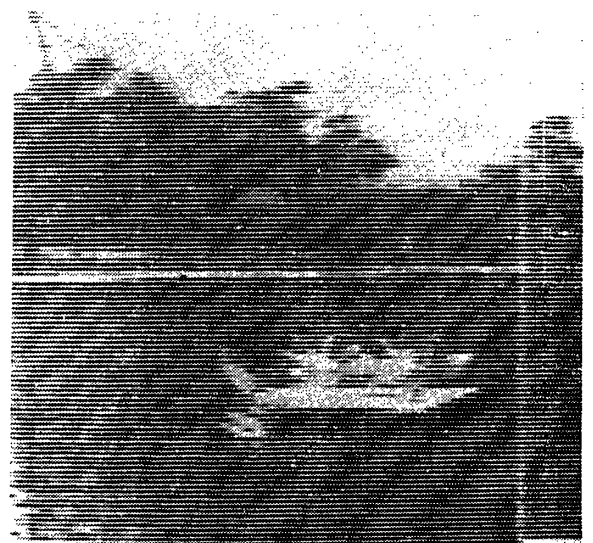


写真4-6 資料「湖」8ビット再生像



写真4-7 資料「人物」1ビット再生像



写真4-8 資料「人物」8ビット再生像

表4-2 出力プログラム例(8ビット出力)

```

      .LOC 5300
      LDA 3, DATE
      STA 3, CONTR
      STA 3, CONTO
BLANK : NIOS TTI
      SKPDN TTI
      JMP .-1
      DIAC 0, TTI
      MOV 0, 0, SNR

```

```

      JMP BLANK
      JMP S
START : LDA 3, DATE
      STA 3, CONTR
      STA 3, CONTO
YOMU : NIOS TTI
      SKPDN TTI
      JMP .-1
      DIAC 0, TTI
S      : MOVS 0, 0
      STA 0, TEMP
      NIOS TTI
      SKPDN TTI
      JMP .-1
      DIAC 1, TTI
      LDA 1, ONE
      LDA 0, TEMP
      ADD 1, 0
      MOVZL 0, 0
      MOVCR 0, 0
      COM 0, 2
      MOVS 2, 2
STORE : LDA 0, ST
      LDA 1, CONTR
      ADD 0, 1
      STA 1, STADR
      STA 2, @STADR
      DSZ CONTR
      JMP YONU
      LDA 2, DUMMY
      STA 2, DUM
      IORST
MOTOR : LDA 2, SETO 1
      DOA 2, 44
      LDA 2, MTR
      DOBP 2, 44
      DSZ DUM
      JMP MOTOR
      IORST
      JMP OUTRT
OUTRT : LDA 0, ST
      LDA 1, CONTO
      ADD 0, 1
      STA 1, STADR

```

```

LDA 2, SETIC
DCAC 2, 44
LDA 2, SETI 1
DOA 2, 44
SKPDN 44
JMP .-1
LDA 2, SETIC
DOAC 2, 44
LDA 1, DUMMY
STA 1, DUM
OUTPUT : LDA 2, SETO 2
DOA 2, 44
LDA 1, @STADR
DOBP 1, 44
DSZ DUM
JMP OUTPUT
DSZ CONTO
JMP OUTRT
IORST
LDA 1, KAAA
STA 1, KARCO
KARA : NIOS TTI
SKPDN TTI
JMP .-1
DSZ KARCO
JMP KARA
JMP START

ST : 5500
CONTR : 0
CONTO : 0
DATE : 170
SETIC : 37400
SETI 1 : 77
SETO 1 : 24000
SETO 2 : 274000
SETOB : 50
STADR : 0
KARCO : 0
TEMP : 0
KAAA : 12
MTR : 17
DUMMY : 10000
DUM : 0
    
```

ONE : 377
.END

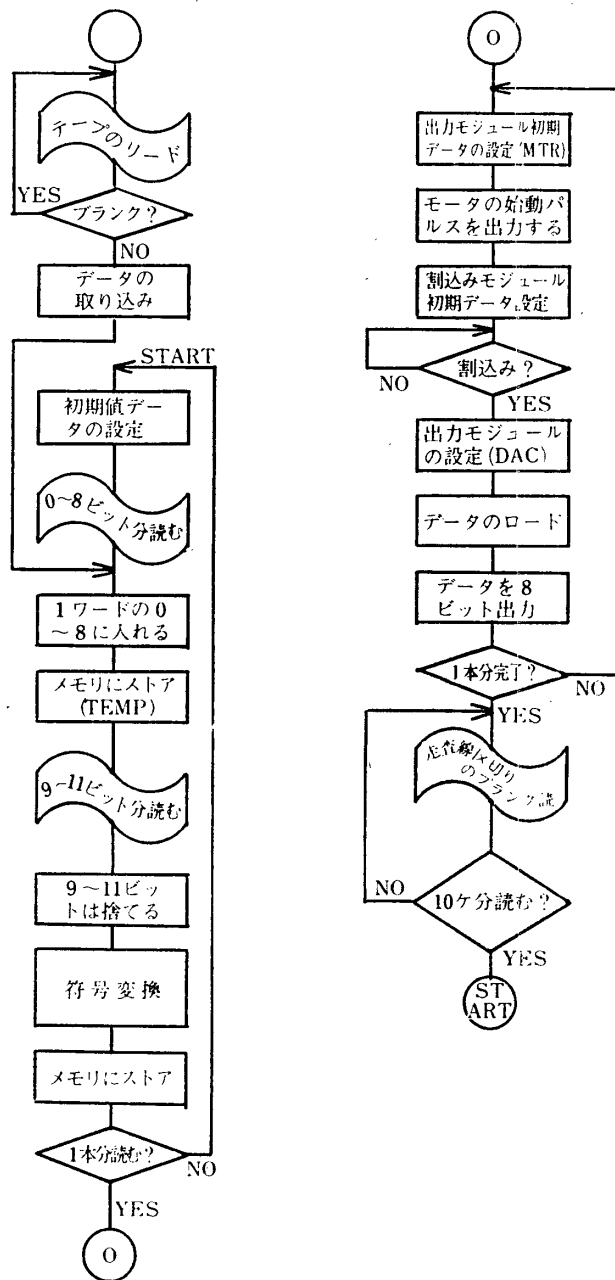


図4-3 出力プログラム例のフローチャート (8ビット) 出力

次に8〔ビット〕で再生する場合のプログラムを表4-2へ、流れ図を図4-3に示す。各絵素は12〔ビット〕でパンチアウトされているけれど、出力モジュールは8チャンネル分しかないので、8〔ビット〕で再生することにした。もちろん、2枚の出力モジュールカードを使うか、又は1枚であっても時分割で使えば、12〔ビッ

ト]で再生することも可能である。8〔ビット〕出力の場合は、白黒のレベル間を256段階に分けることになるので普通の場合はこれで十分であると思われる。

読み込んだデータは2の補数表示がされているので、次の方法で変換を行う。紙テープから読み込まれたデータはアキュムレータの8～15〔ビット〕に入り、0～7〔ビット〕は0である。先ずこれをスワップ命令で入れ換えて、データを0～7〔ビット〕に入れる。次に左へ1〔ビット〕シフトして符号ビットをキャリーに入れて反転させる。その後右へ1〔ビット〕もどして、全体を反転(すなわち、1の補数を取る)する。出力モジュールには、8～15〔ビット〕の部分が出力されるので、再びスワップを行なって、データを後半分に移しておき、出力モジュールへ転送し出力する。

入力時に最も明るい標本値は01111111とパンチされているが、上の変換で、00000000と出力され、D/A変換された電圧出力は最低値であり、ランプは最も暗く点灯して、印画紙は最も明るいものとなる。同様に灰色、00000000は01111111と、又負の最小値の11111111は10000000と灰色に出力され、最も暗い部分10000000は11111111と出力され最も強く露光して黒く焼付られる。

5. 結果の検討と問題点

本装置を使用して、3種の資料について実験を行った。これらの資料について言及すると、資料「人物」はテレビ電話等で最も発生頻度が多いであろう種類の画像である。資料「滝」はハイコントラストでかつ、ハイディテールなものとして選定した。資料「湖」においては逆にローディテールでローコントラストなものである。

1〔ビット〕再生画においては、機器の機構部のチェックを行うことができた。例えば、走査線の幅は実験的に1〔mm〕程度に決めたのであるが、特に不都合はないこと、又ビットで再生したのであるがランプの応答性の為に走査線は連続して再生されること、などが解った。又再生画に現われているたてじまは、同期円板に開けられている同期パルス発生用の小孔の不等間隔な配置による位置誤差によるのと、丸い孔であるためにフォトランジスタの出力が正弦波状に現われて、同期パルスの発生位置が正確に決定できないことによるためである。

次にビット再生能力については、光学系(出力増幅器と光源ランプ)の周波数応答性の悪いことが原因で不満足なものであった。現在、周波数応答性が約10倍程度良

いランプを使って実験を行っているが、タングステン白熱電球を使用する限りこの程度が限度であろう。

このランプによれば、1走査線で約330個程度の絵素を再生できることになり、ほぼ満足なビット再生能力を示すものと思われる。又、ソフトウェアで高域強調等を行えばある程度改良出来よう。これ以上の周波数応答性を求めるには、他の光源又は他の光量制御の方法を検討する必要がある。

特に本研究の主題である処理シミュレーション実験においては、再生画像を得てパラメーターを修正し、再び出力画像を得るというように、入力装置に比べて出力装置の使用頻度が大変多く、特に高速化することが望ましい。簡便に印画紙に直接焼付ける方法で、要求を満足できない時は、他の方法、例えば低速度走査テレビ(SSTV)を使用するとか、高速度型のファクシミリ受信機を使用するとかの方法を考えるべきである。しかし小容量のミニコンや狭帯幅回線を使用した装置等では、これらのものを出力装置として使うことは難しいので、著者の方法は十分魅力あるものとなろう。

次に入力装置としての問題点であるが、先ず本装置のように紙テープに出力しておけば、永久的に画像を保存記録しておくことができるし、種々の方式のシミュレーション実験を単にソフトウェアの問題として解決することができる。又ほとんど全ての計算機をバックアップに使用することが出来、この点は磁気テープ、磁気ディスク等に記録するものに比べてはるかに簡便で優利である。但し処理速度は非常に遅くなるが、データの取得の方は1回限りで良いので、出力装置の場合程、問題にはならないと思われる。しかし標本点数を増加させた時は高速化することが要求されるので、例えば、打出しを8〔ビット〕にして、紙テープ1桁に打出したり、バッファメモリを増して、2～3〔本〕程度の走査線毎に回転を停止させて、パンチアウトする等の方法を取れば、現在の処理時間のままで、標本点数を4倍まで増加できるものと思われる。

6. む す び

以上簡単な画像信号入出力装置を試作し、その結果について述べた。

特に出力装置については、今回は簡便さを第1義としたので、性能は不十分なものであった。現在、改良を含めて、次の装置を試作し、実験を行っているので、これについては、次の機会に報告する予定である。

最後に、本研究に関連して、特にミニコンの使用について多大の御便宜を計って頂いた本校電気工学科の教職員諸氏、及び設計製作について御協力を願った、昭和48年度卒業研究学生、青木義和、上杉正信、倉地光教、小林肇、野田誠治の諸君に深謝する。

参 考 文 献

- 1) 勝見正雄「写真及び複写電送」コロナ (昭26)
- 2) R. W. McCaughern, D. M. Caughey : A Video Simulation Facility
Proc. Two Dimensional Digital Signal Processing Conf. Columbia (71) 9-2-1~9-2-7
- 3) R. E. Graham, J. L. Kelly Jr. : A Computer Simulation Chain for Research on picture coding
IRE WESCON Conv. Rec. 2 pt 4, 41~46 (58)
- 4) 尾上, 高木, 増本, 浜野 : 画像情報処理用簡易入出力装置 生産研究 24 4 3-11 (昭47-4)
- 5) 今井信男 : 画像処理用シミュレータ 電波研究所季報15 No. 80. pp 483-494 (昭44-9)
- 6) 尾上, 高木, 小野 : ITV を用いた画像入力装置 信学会画像工学研委資 IE-73-12 (昭48-6)
- 7) 桐原, 藤本 : 画像信号の統計的性質について 山口大学研究報告 20 1, 99-104 (昭44-9)
- 8) 藤本 勉 : 簡単な画像信号入力装置の試作 昭48電気四学会中国支部連合大会 31701 (昭48)
- 9) 福島邦彦 : 画像シミュレーション装置 NHK技研月報, 484-489 (昭40.8)
- 10) 画像電子学会 : ファクシミリテストチャート, No 1 説明書 (昭47-8)

(昭和49年4月30日受理)