

簡易色彩画像処理装置

藤 本 勉*・田 中 護*

Color Picture Processing System

Tsutomu FUJIMOTO, Mamoru TANAKA

Abstract

First step in studying of color picture information processing is to build a color picture input device. In points of view, high accuracy, low noise characteristics and easiness of interfacing with mini-computer, we decided to use a mechanical scanner as a input device.

In this paper, details of the device are given.

Color changing character will be appear in next issue with some results in color processing.

1. ま え が き

最近、電子計算機による濃淡写真の自動読み取りの実用化が困難な問題を抱えながらも推進されている。例えば、既に報告した赤外線写真からの非接触式温度計測による温度分布形状の推定、局所的異常温度箇所の発見、その他、接触計測の不可能な霧状流水の流速の測定等、その応用分野は非常に広範に亘っている。これらのものは、白黒濃淡画像の処理例であるが、カラー画像の処理を試みれば、さらに広い応用面と白黒の場合に比べて、より正確な処理結果が期待できる。例えば、カラー航空写真（マルチバンドカラー写真）からの土地の利用実態の測量や、海水の汚染状況の調査（リモート・センシング）、その他、織物の図柄から繊維とそのプログラムの決定、さらに写真による自動人物識別等も白黒対象時に比べて写真撮影時の照明のむらや背景との区別も容易に行なえ有利である。しかし、効率的な色彩画像処理技術に関しては未知の事柄が多い。そのため、先ず色彩情報に関する統計的諸性質を求める必要がある。これらのことを、我々は目的として色彩画像情報処理を試みているが、本報においては色彩画像処理装置のうち入力装置について主に報告する。同種のものについては、既に幾らかの報告は行なわれているが、いずれも非常に高価格であり、また大規模システムとなって簡単に実現できない。我々は低価格、高精度な処理装置の試作を目的として、従来より、処理に要する時間を犠牲にして回転ドラ

ム型ファクシミリ装置を採用している。本報においてカラー・ファクシミリ装置を改造して入力装置としたもので、ミニコンとのインタフェースも容易であり、高品質な色彩画像が入力でき簡易性は達成できたものである。本装置の詳細について論じる。

2. 色彩画像処理装置の展望

既に報告されている色彩画像処理装置について入力装置を主体に二、三展望する。

2・1 商用カラーテレビカメラ入力装置³⁾

この種の入力装置は最も単純で高速であり、被写体の色彩情報を実時間で入力できるため、被写体の時間的変化や移動等に追従できる特長がある。しかし、商用カラーテレビにおいては、1掃引が52.7 μ Secと高速で行なわれるため、サンプリング画素数を制限して、例えば、256点あるいは512点程度で実現している。前者の場合でもA/D変換速度は5MHz、後者の場合には10MHzと高速形のA/D変換器を必要とし、さらに、1フレームの色彩データを記憶する高速バッファメモリを必要とする。例えば、後者について、各画素を8ビットに量子化すると、約2100Kビット必要となる。さらに、カラーテレビカメラ固有の欠点として、低S/N性、シェーディング特性、レジストレーションビーム偏向歪等があるため、高精度画像入力が難しい。秋田他は商用カラーテレビカメラを用いて、259 \times 256、量子化レベル4ビット画素の色彩入力装置を試作している。

* 宇部工業高等専門学校電気工学科

2.2 工業用白黒テレビカメラ入力装置

工業用白黒テレビカメラの前に、ターレット式三原色フィルタを取付け、これを回転して四原色信号を取り出す方式である。掃引速度は、商用カラーテレビカメラ方式と同じなので、A/D変換器の高速性は同程度必要とされる。白黒画像処理装置が既設の場合には簡便な方法であるが、商用カラーテレビカメラ方式と同じ欠点を有しており、さらに、数フレーム毎に原色信号を別々に取り出すため、いわゆるレジストレーションの低下が心配される。

2.3 フライングスポットスキャナ入力装置⁶⁾

フライングスポットスキャナに、ターレット式三原色フィルタを取り付け、カラー画像入力装置としたもので、相馬等の試作している装置は、走査用光源に白色蛍光体を塗布したDD管(二重偏向式高精度ブラウン管)を使用している。この種の装置は、テレビカメラ方式と違って動画像の処理を実時間でこなすことはできない。しかし、静止画像を対象とした処理は、高精度に行なえ、さらにランダム走査が可能であるので、用途によっては有効に使用できる。相馬等のシステムは、有効画面70×70mmのトランスベアレンシーを輝点経約25 μ m、XY座標指定は14ビット、量子化レベルは画素当り8ビットで読み取る。また、フライングスポットスキャナの特徴として、トランスベアレンシーを置く位置に未感光フィルムを置けば、出力画像を再生することができる。DD管の制御や、パターン歪の補正等を実施する必要があり簡易性に乏しい。

2.3 写真濃度計入力装置⁷⁾

三宅は、小西六写真工業のマイクロデンシトメータPDM-5を改造した入力装置を試作している。これは一種の走査子移動型のメカニカルスキャーで平面走査を行なう。さらに走査アパーチャーを可変することができ、走査速度も可変できる。メカニカルスキャナの特徴として位置決定精度や、低雑音性に優れていると思われる。欠点とすれば、三原色フィルタの切換えや走査速度の遅いことが上げられるであろう。

2.5 回転ドラム形メカニカルスキャナ入力装置⁹⁾

リバーサルカラーフィルムの読み取りを目的とした回転ドラム形メカニカルスキャナ入力装置を、伊藤等は試作している。基本的には、我々の入力装置と同じであるが、高速性を保証するため、マルチヘッドカラースキャー方式を採用している。すなわち青、緑、赤、白黒の4つのヘッドを回転ドラムの周囲に配して、同時に読み取るようにしている。

資料の寸法は、最大125×175mmで、最小画素間隔は50 μ mで、画素当り8ビットに変換する。

3. 簡易色彩画像処理装置

我々の試作した簡易色彩画像処理装置について述べる。装置の簡易性については、ミニコンとのインターフェースの容易さが主体となるが、この点においてメカニカルスキャナ方式は他のものに比べて有利である。処理速度を犠牲にすれば大容量のバッファメモリは不要であり、A/D変換器も低速度型で十分である。また、既に報告し、一応の成果を上げている白黒画像用の処理装置を試作した時の経験も生かされるので、入力装置には、回転ドラム型のカラーファクシミリを採用した。その他メカニカルスキャナ固有の高精度位置決定及び、低雑音性による高品質画像入力が可能である。なお、装置の機構部は松下伝送機器製の202C/N型カラーファクシミリを改造して用いている。ミニコンは白黒画像処理装置と共用しており、タケダ理研のTACC-1200M、12KWシステムである。主な仕様をTable 1に示す。

Table 1. MAIN SPECIFICATION

DRUM REV	150 rpm
DRUM DIA	43.3mm
DRUM WID	87 mm
EFFECTIVE SIZE	95×73mm
LINE DENSITY	4.7×3 LINE/mm
SYNC	CRISTAL CONTROLLED
A/D	max 12bit

色彩画像入力装置の構成について詳述する。

3.1 装置の概要

Photo 1に装置の全景を Photo 2, Photo 3に色彩画像入力装置を示している。また Fig. 1に装置の全ブ

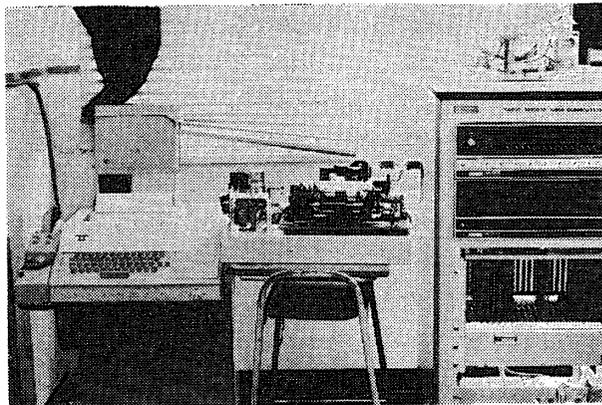


Photo 1 Color Picture Processing System

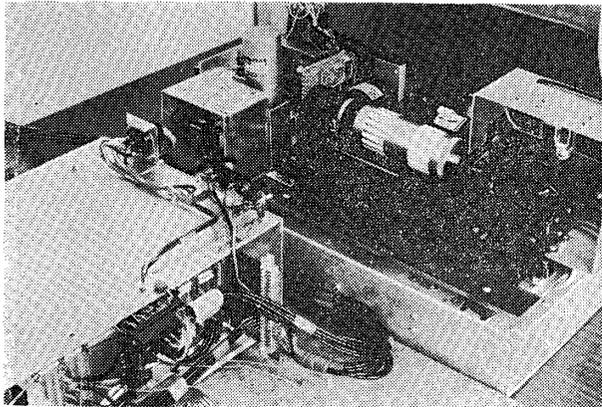


Photo 2 Color Picture Scanner

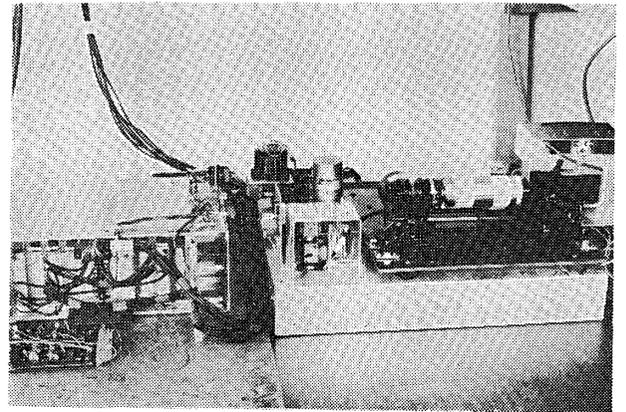


Photo 3 Color Picture Scanner

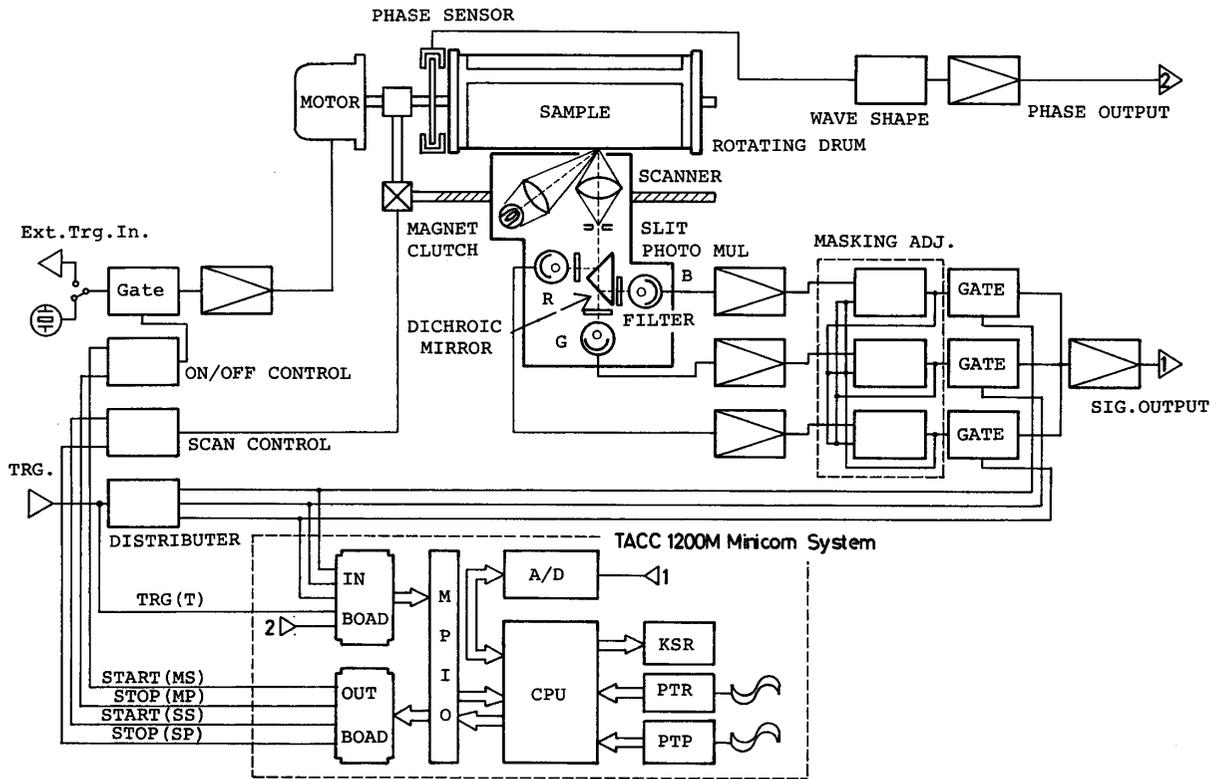


Fig. 1 Blockdiagram of Color Photo Scanner

ロックダイヤグラムを示している。入力装置は大別すると、光電変換系、信号補整回路、機械走査制御部とから構成されている。回転ドラム面に貼付された資料は、色分解光学系で三原色に分解され、光電子増倍管で電気信号に変換されるが、三原色の色純度を高めるためマスクング補整回路を通った後、FET スイッチで点順次的にミニコンの A/D 変換器へ送られる。

白黒画像処理装置の場合と同じく駆動用モータの起動、停止をミニコンより制御できる。

3・2 光電変換系

タングステン白黒電球により資料を拡散照射し、反射光をスリットを通して、ダイクロイックミラーで、三原色分解を行なう。ミラーでは最初に緑成分、次に青成分が反射され、最後に赤成分が透過する。それぞれの色光は、色フィルタで純度を高めたのち、光電子増倍管で光電変換される。

Fig. 2 に実測したスペクトル変換特性を示している。同図は資料面に、モノクロメータ（島津製作所製）を置

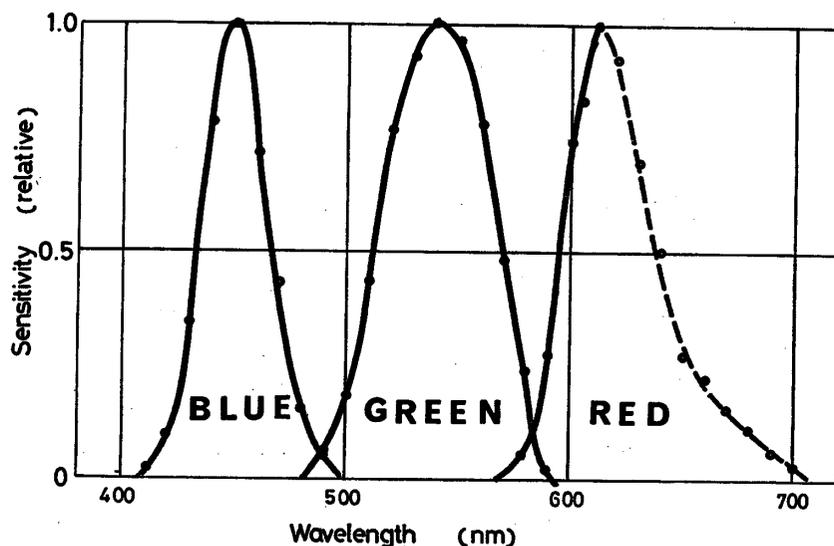


Fig. 2 Color Separation Character

き、光電子増倍管出力を測定したものを正規化している。なお、モノクロメータの光源には、タングステン白熱ランプ光源を用い、光電子増倍管の印加電圧は、使用状態と同じく500Vである。モノクロメータの性能から、波長が400nmあるいは700nmに近い部分のデータは信頼性が少ないが、各色の中心波長は、それぞれ赤、612.5nm、緑542.5nm、青450nm付近である。また、光電子増倍管は931A（浜松テレビ）からセレクトしたR363を赤と緑に、R280を青に使用している。三原色の選定は慎重に行う必要があるが、色再生の範囲を制限すれば、いかなる色も三原色となり得る。一般的には、三原色出力は、標準であるC.I.E.のR.G.B.系に一致していることが望ましいが、この点について必要な色補正については、現在検討中である。

また、各色において、最大感度が異っているが、これは色信号増幅部において調整することができるから、全く問題にならない。

次に、Fig. 3に装置の光電変換特性を示している。同図は、回転ドラムの資料面にJ.I.S.標準色票（日本規格協会製作）の無彩色明度スケールを貼付け、光電子増倍管出力を測定したものである。赤と緑は全く同一の特性を示す。青が若干感度が高いが、これは上述のことより全く問題とならない。いずれの場合も資料の反射率に対して、十分直線的であることが示認される。

Fig. 4に解像度特性を示している。これは画像電子学会のファクシミリテストチャートNo. 2の(5)5本組パターンを資料面において、光電子増倍管出力を測定したも

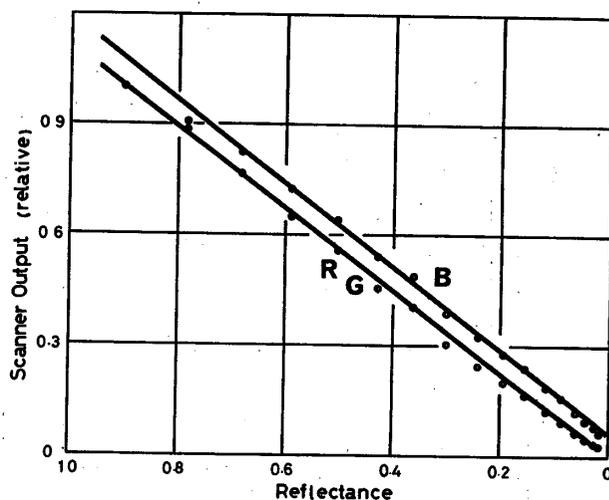


Fig. 3 Photoelectric Conversion Characteristics of Photo-Multube

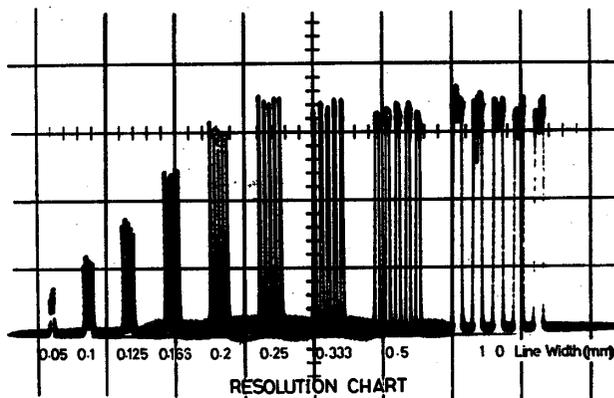


Fig. 4 Resolution

のである。線幅は、それぞれ1.0, 0.5, 0.333, 0.25, 0.2, 0.166, 0.125, 0.1, 0.05mmである。0.25mmまでは、出力が矩形波となるが、それ以下では正弦波状出力を呈し、出力レベルが低下する。解像度は光電子増倍管の周波数特性とスリット幅によって決定される。光電子増倍管の周波数特性は

- ① 陰極一陽極間の電子走行時間
- ② 電子の軌道差による上昇時間, 下降時間

によって制限されるが、いずれも 10^{-8} sec程度で画像信号の周波数に比べて、無視できる。したがって、スリット幅によって解像度が決定され、この場合、スリット幅は走査方向に対して、約0.25mm程度と推定される。50%解像度は、同図より0.125mmとなり、この場合資料寸法は95mmであるから、一走査線当りのサンプル点は760点/ラインと計算される。この時、回転ドラムは150rpmであるから、1サンプルに0.368ms要することになる。一方ミニコンのA/D変換時間はソフト処理時間を含めて、30KHz (33.3ms)であるから、最大サンプルのA/D変換が十分可能である。

3.3 色信号補整回路

Fig. 5 に色信号補整回路と並列変換回路を示している。光電子増倍管出力は、先ず色補整を行なって、三原色信号の色純度を高める。すなわち、装置の三原色をR', G', B' 基準となる(例えばC.I.E.のR.G.B.)三

色をR', G', B' とすると、次式の関係となる。

$$\begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} R_1 & G_1 & B_1 \\ R_2 & G_2 & B_2 \\ R_3 & G_3 & B_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \dots (3 \cdot 1)$$

*≡は等色を意味する(メタメリックマッチング)

すなわち、例えば、装置の三原色R'は $R_1 R + G_1 G + B_1 B$ で等色できる。

今、任意の資料Cを光電変換した結果、三原色出力がR' G' B'であったとすると、

$$C \equiv (R', G', B') \begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} \dots (3 \cdot 2)$$

一方、同一の資料Cが標準三原色系では次式となる場合には

$$C \equiv (R, G, B) \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \dots (3 \cdot 3)$$

(3.1), (3.2), (3.3)式より

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_1 & R_2 & R_3 \\ G_1 & G_2 & G_3 \\ B_1 & B_2 & B_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} \dots (3 \cdot 4)$$

となり、標準三原色への変換が可能である。このためには、先(3.1)式の係数マトリックス、すなわち、装置の原色の標準三原色系における色度を求める必要がある。この点については検討を行なっているので、い

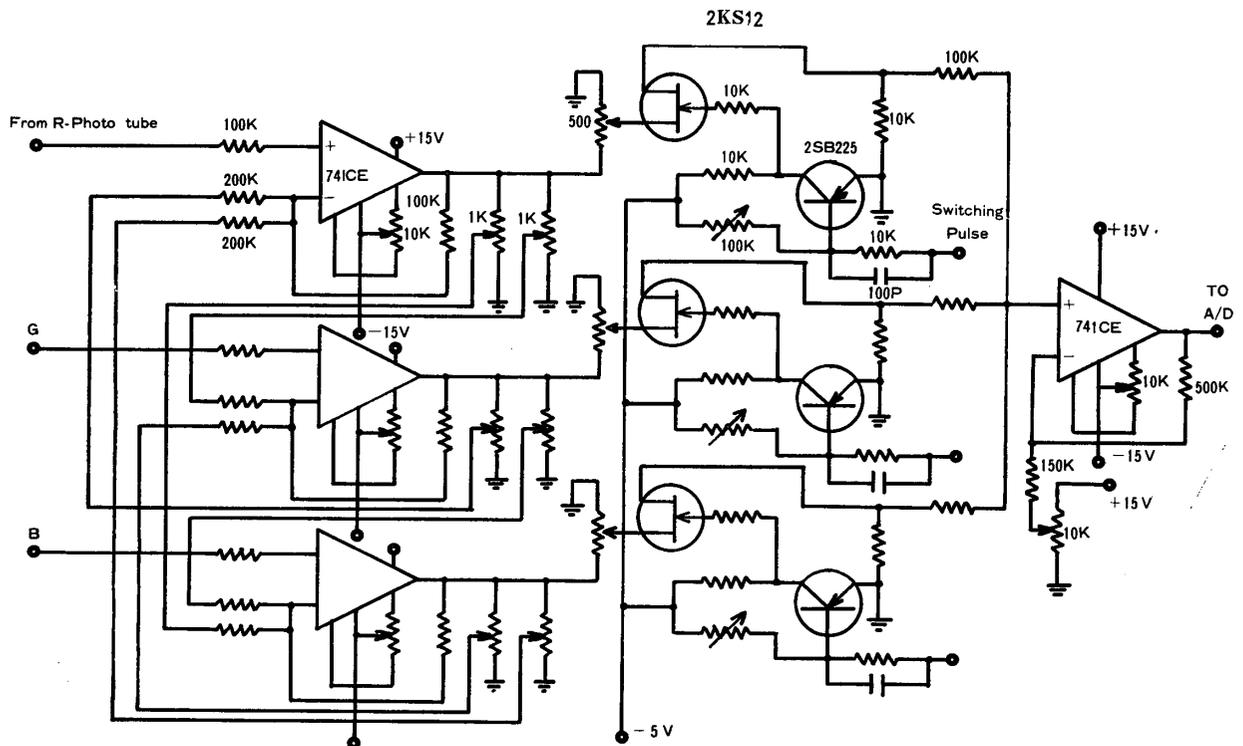


Fig. 5 Schematic diagram of Color Masking and Serial Conversion

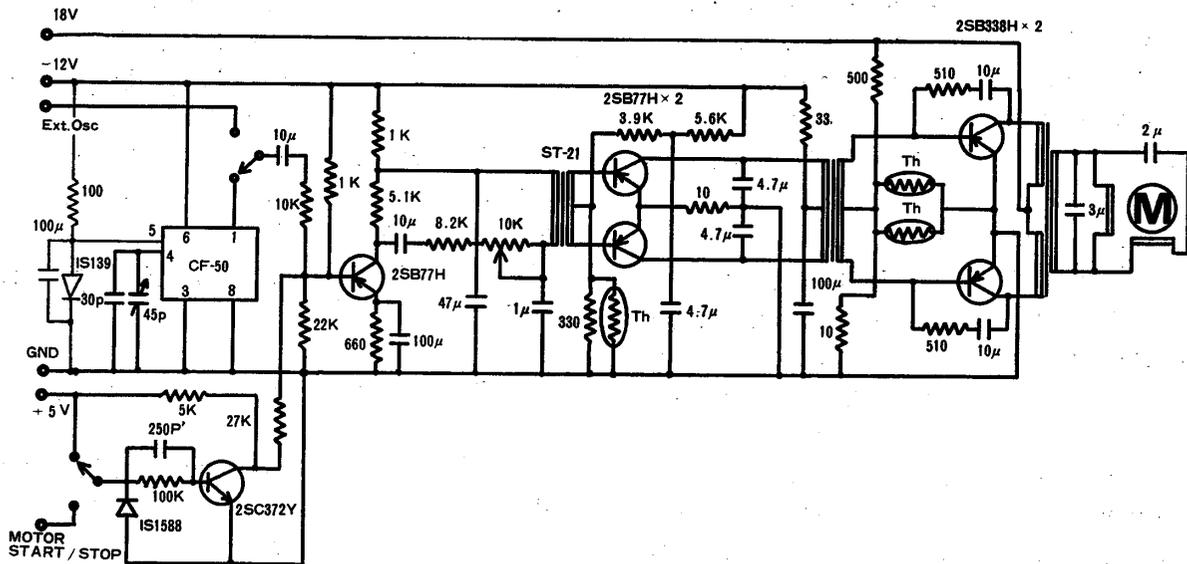


Fig. 6 Motor Power Supply and START/STOP Controller

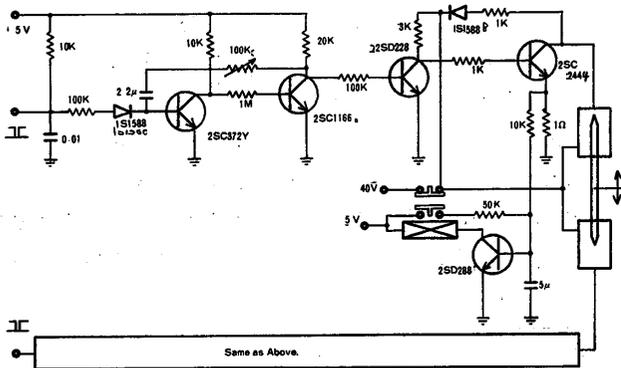


Fig. 7 Magnet Clutch Controller

れ報告する。

三原色信号は、色補整された後、FETを用いたスイッチャーで直列変換される。このスイッチャーは、同期回路からの切換パルス駆動される。

3・4 駆動用モータ制御回路

駆動用モータ制御回路は、原発振に $\pm 1.5 \times 10^{-5}$ の安定度を持った水晶発振器を使用している。このため、後

述の位相回路は簡単になっている。また、外部から原発振周波数信号を供給して、可変速度走査を行なうことができる。このモータの起動、停止は、ミニコンからの制御信号で制御される。回転ドラムは、150 rpmで回転し、副走査は線密度 14.1本/mmで行なわれる。なお、副走査は電磁クラッチによって、停止させることができるから同一走査線を多数回走査可能である。

3・5 位相同期回路

位相同期回路は、位相信号発振部 (Fig. 8) と、R. G. B. 切換パルス発生部 (Fig. 9) とから構成されている。位相信号発振部は、前述した駆動用モータの定周波数運転と負荷の変動が非常に少ないことから、回転むらはほとんど無視できることから、白黒画像処理装置の場合のように、各サンプル点毎に、サンプルパルスを発生して、サンプル点が漂動することを防ぐ必要はない。このため走査開始時にだけ位相信号を発生する。

一方三原色切換パルス発生部は、スタート後Rにセットされ、1サンプル毎に、ミニコンからの切換パルスでG. Bと順次切換パルスを発生する。このパルスは、色

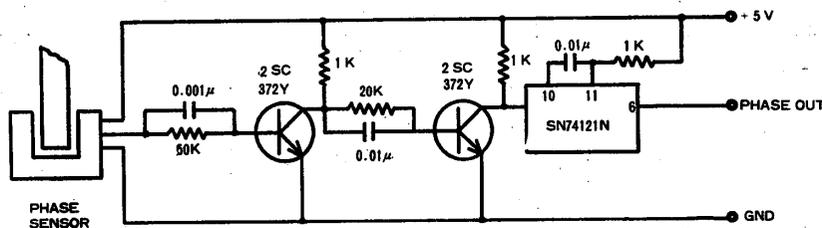


Fig. 8 Phase Signal Oscillator

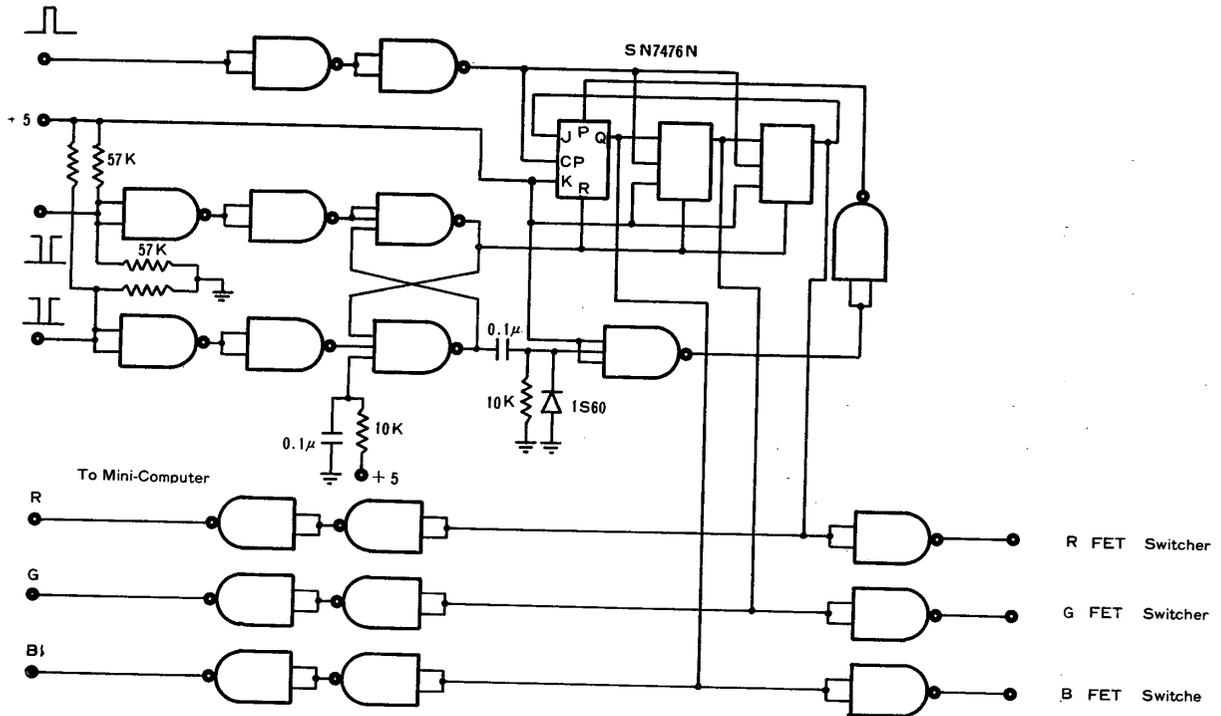


Fig. 9 Phase Controller

信号切換 FET スイッチャーへ送られると同時に、ミニコンへビジー信号として供給される。なお、切換用トリガパルスは、外部クロックからも制御することができる。

4. プログラム

本装置から色彩画像データを読み込むプログラムの流れ図を Fig. 10 に示す。

概略について説明すると、駆動モータを起動した後、最初の位相パルスが割込みを掛けるまで待つ。割込み後三原色出力切換を赤にセットし、赤に切換わると、赤割込みを得る。その後、サンプリングパルス（クロックパルス）が発生した時点の画像データを A/D 変換して取り込み、次、緑、青と順次サンプリングを行なう。A/D 変換されたデータは、バッファメモリが一杯になるまでストアされて、一杯になると回転ドラムの走査を停止させて、紙テープに出力する。その後駆動用モータを再起動して、同様の命令を続行する。

5. むすび

以上、著者等の試作した簡易色彩画像処理装置を、入

力装置を中心に論じた。

今後の問題点としては

(1) 出力信号は比較等する場合、C.I.E. の R.G.B. または X.Y.Z 表色系で、表色する方が便利である。このためには装置の三原色の色度を測定して変換マトリクスに基づく色補整回路の定数決定、あるいはミニコンによりプログラムで色補整処理を行なう必要がある。

(2) 装置そのものの問題としては、データ読み込み速度の向上が急務である。この点について、ミニコンシステムに、フロッピーディスクが増設されたので、今後は、バッファメモリオーバー時、紙テープに出力する必要は全くないので、ソフトウェアを改良して、さらに高速読み取りが可能となる。

(3) さらに、現在は直線走査を行なっているが、ランダム走査が高速にできれば、効率的なデータの取り込みが期待できる。

これらの点について、現在検討を加えているので、次回詳報する。

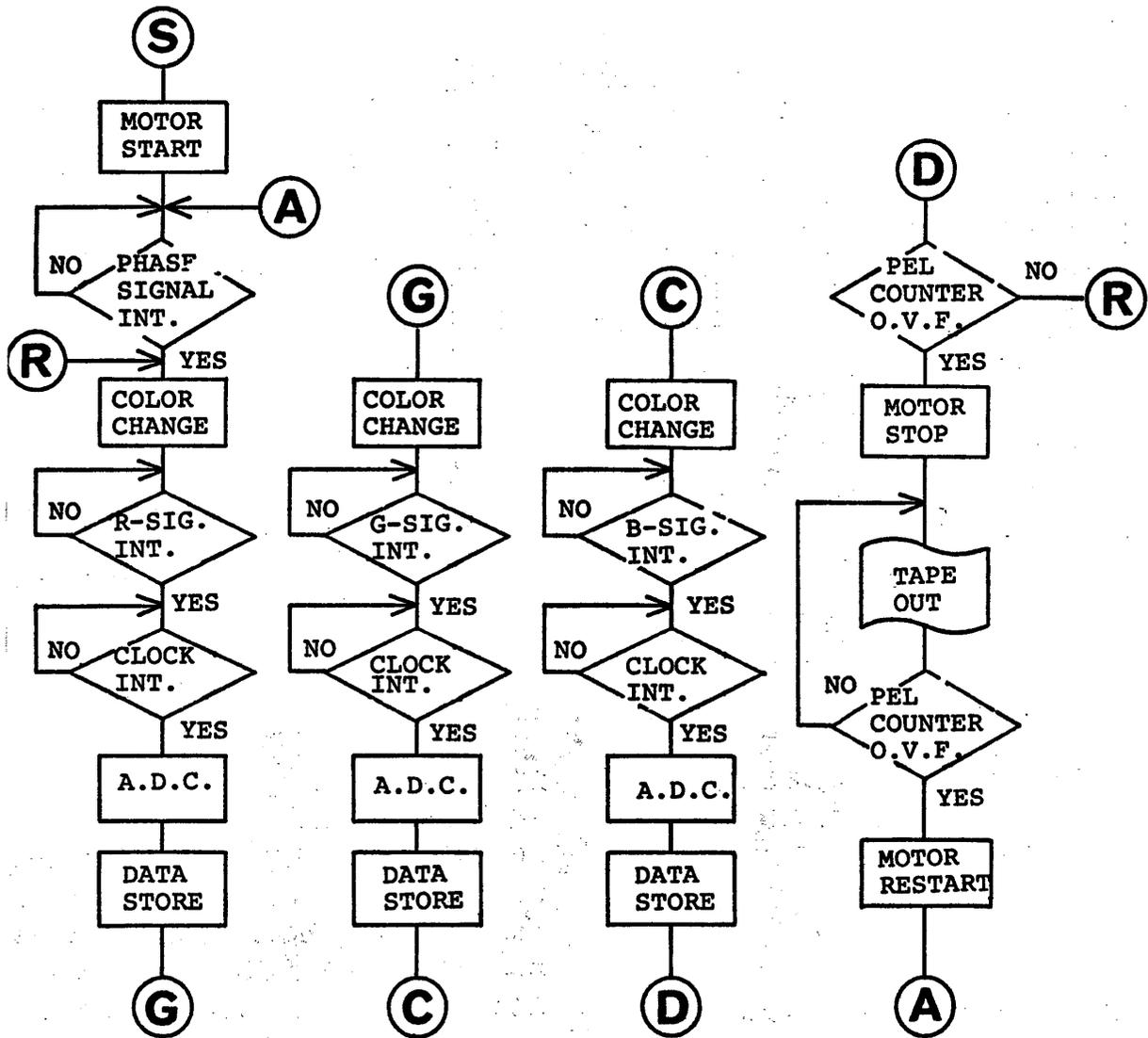


Fig. 10 Flow Chart of Picture Data Acquisition

参 考 文 献

- 1) 藤本, 田中: 簡易色彩画像入力装置について, 昭和51年電四学会中国連大 8 1709
- 2) 例えば, 山本, 藤本, 嶺: ミニコンを利用した温度パターン計測, 昭和50年電四学会中国連大 4 2113
- 3) 吉田, 藤本, 石丸: コロナ電界中の液滴飛散現象, 昭51年電四学会九州連大 407
- 4) 例えば, 藤本勉: 簡易画像信号入出力装置, 宇部高専研究報告 18 p 7~p 23 (1974-3)
- 5) 秋田他: カラー TV カメラを用いた色彩図形入力システム, 信学研資 PRL 74-19 (1974)
- 6) 相馬嵩他: 高精度カラー画像入出力と処理, 信学技研報 IE 75-73 (1975)
- 7) 例えば, 三宅洋一: 計算機による写真像の処理, 写学誌37, 1, 38, 3, 38, 5 (1974, 1975)
- 8) 例えば, 伊藤貴康: コンピュータによる色彩画像処理, 日経エレクトロニクス12月29日号 (1975)