

ていない。幸い電総研の大型プロジェクトに関連して使用されていた汎用性のあるフォーマットがあったので、これを変更、拡張して比較的短時間でまとめることができ、各方面に使用されるに至っている²⁾。たとえばこの形式に編集された標準画像データベースが作成され、国の内外に広く流通している^{3), 4)}。また最近では多岐多様にわたって収拾がつかなくなってきている CT (計算トモグラフィ) データの互換性をこのフォーマットを介して回復する試みも行われている。

前述のデジタル・イメージの利点は正しいデジタル化が行われていることが前提となっている。そのためには画像入力機器の校正が重要である。回転ドラム方式のメカニカルスキャナおよびフライングスポットスキャナを主な対象としてテストチャートの検討が進められ、ほぼ成案を得て現在その製作が進められている。

ソフトウェアの汎用性を活かすために、ポータブルソフトウェアの研究も進められた。これはイメージプロセッシング用のソフトウェアを標準化するとともに、異なる計算機間での移植を容易にしようとするも

ので、現在鋭意作業が進められている⁵⁾。

情報処理学会の規定により、イメージプロセッシング研究会は4年間の活動期間を満了した。昭和54年からは新しい構想の下にコンピュータビジョン研究会(主査榎村晃夫)が発足し、さらに高度の発展を遂げようとしている。ここに至るまでの多くの方々の惜しみないご協力に厚く感謝するものである。

参 考 文 献

- 1) イメージプロセッシング研究委員会報告, 情報処理, Vol. 16, No. 8, pp. 720-736 (1975).
- 2) 標準画像データフォーマット, 情報処理学会研究資料, イメージ9-1 (1976. 11).
- 3) 尾上: 標準画像データベース, 第8回画像工学コンファレンス, 論文集 S-1, pp. 97-100 (1977).
- 4) 尾上, 坂内, 稲本: SIDBA—Standard Image Data Base—, 東大生研, MIPC Report 79-1 (1979).
- 5) 田村, 坂根, 富田, 横矢, 坂上, 金子: SPIDER—ポータブルな画像処理サブルーチン・パッケージ—, 情報処理学会研究資料, コンピュータビジョン3-1 (1979. 11).

II. 標準化活動報告

イメージプロセッシング研究連絡会

1. 標準画像データ・フォーマット

この標準画像データ・フォーマットは磁気テープを媒体として交換することを前提としているが、磁気テープ以外の媒体、例えば磁気ディスクに用いることも出来、そのように使用している所もある。磁気テープ上のデータにアクセスする上で重要な情報を画像データの前にヘッダ部として分け、ヘッダ部の情報を見れば画像データはヘッダ部で指定されているフォーマットで書かれているので、容易に読むことができるように配慮されている。

ヘッダ部のフォーマットを決めるに当たって特に次の点に考慮を払った。

(1) 画像データの区切り方と配列の順序には融通性を持たせ、入出力の容易さだけでなく、標準フォーマットで書かれた磁気テープを直接に処理する場合の効率を考える。すなわち、データの区切りを単に水平走査線単位としなくて、任意の矩形領域とすることによって、輪郭の追跡や部分的な表示の効率を上げ、ま

た矩形領域の重りを許すことによって、局所演算の効率向上をうることができる。

(2) 計算センターで FORTRAN を用いても簡単に読めるように文字コードは EBCDIC を用いる。

(3) ヘッダ部には重要な項目から順に並べ、不要な項目の値を 0 としておけば、デフォルトとして扱う。

このフォーマットの詳細およびヘッダ部の例を付録 1 に収録した。各項目の説明部分は、研究会資料(イメージプロセッシング 9-1)で発表したものと若干異なる。これは、その後の利用者の指摘により不適当もしくは不十分な箇所を修正したためである。

このフォーマットに基づき、研究連絡会の委員より提供された標準的な画像データは、東大生研の多次元画像情報処理センターで標準画像データベースとして編集され、現在第3巻までが公開配布されている。

問合せ先: 東京大学生産技術研究所第3部

坂内研究室

Tel. (03) 402-6231 内線 387

2. 画像入力装置の校正法

標準画像フォーマットが定まり、画像データの相互交換が行えるようになると、そのデータがどのような入力装置で作成され、その性能はどのようなものであるかを明らかにし、相互に校正できることが望ましい。また、標準画像を用いて処理した出力画像で相互比較する場合には、用いた出力装置によって結果が異なることも考えられ出力装置も相互に校正できる必要がある。

入出力装置の校正において、画像データを作成する上でも問題となるので、先ず画像入力装置の校正法について検討を行った。よく用いられているフライングスポットスキャナとドラムスキャナを取り上げ、その試験方法につき研究連絡会で検討して案をまとめた。付録2, 3にその案が示されている。

テストチャートについては、イメージプロセッシング研究連絡会で配布することを検討していたが、原版がなく、配布して相互比較実験を行うには至らなかった。目下、東大生研多次元画像情報処理センターでテストチャートを作成中であり、性能評価試験については、コンピュータビジョン研究連絡会で引き継いで行われる予定である。

なお、付録に示した案は、原版作成の過程で若干手直ししたいところも見い出されたが、これらの修正は全部の試験が終了した時点でまとめて行うことにし、ここではあえて原案を示して大方の批判をおおぐことにした。(高木)

3. ポータブル画像処理ソフトウェア・パッケージ

各種画像処理アルゴリズムをプログラムの形で収集・蓄積・流通させるため、計算機間で移植が可能なソフトウェア仕様を検討した。現在、米国や西欧でも同様な活動が進行しつつある。移植性 (transportability) の実現には、共通言語の開発や入出力手続きの標準化によりソフトウェア・システム全体に互換性を持たせるのが好ましいが、既存の画像処理システムからの移行には多大な労力が伴う。イメージプロセッシング研究連絡会としては、個々のシステムを変更するこ

となく、パッケージが利用されることを第一義とし、次のような方針を採った。

(1) 移植の妨げとなるハードウェアに依存した部分 (画像入出力、ファイル管理等) を対象とせず、純然たる画像処理アルゴリズムのみのサブルーチン・ライブラリをめざす。

(2) 使用言語は FORTRAN とし、中型以上の計算機での移植性のある仕様とする。

(3) 各ルーチンについては、能率よりも汎用性、互換性を優先し、必要に応じて各研究グループが修正する。

この種のソフトウェアの流通には、単に標準仕様を示すだけでなく、実際にプログラムの収集・作成の過程で仕様を現実的なものにして行く必要がある。また、新たなプログラムの登録を期待するには、初期セットとして主要アルゴリズムを収録したパッケージを配布するのが望ましい。この意図の下に電総研で製作されたのが SPIDER (Subroutine Package for Image Data Enhancement and Recognition) である。このパッケージに含まれる主要ルーチンを付録4に示す。紙数の都合で割愛するが、ソフトウェア仕様として FORTRAN のレベル、サブルーチン設計基準、コーディング上のルール、コメントのつけ方を規定している。

ソース・プログラム (磁気テープ2巻) およびマニュアルは下記より公開配布され、今後の追加修正等はコンピュータビジョン研究連絡会で協議される。

(田村)

問合せ先: 電子技術総合研究所パターン情報部

図形処理研究室

Tel. (0298) 54-5491

謝辞 標準画像データフォーマットは電総研の白井良明氏、田村秀行氏、フライングスポットスキャナの校正法は東芝の森健一氏、木戸出正継氏、ドラムスキャナの校正法は三菱電機の福島正俊氏が原案を作成し、研究連絡会で討議を重ねたものである。ポータブル・ソフトウェアは、電総研の SPIDER 作業グループを中心に、東大生研、名大、筑波大等の協力で作成されたものである。関係各位のご協力に深謝する。

付 録 1 標準画像データ・フォーマット

1. ヘッダ部各項目の説明

磁気テープから画像データを物理的に読み込むのに最低限必要な項目に下線を施す。

(1) データ名 (DNAME)

EBCDIC コード, 12 文字以内, 12 文字未満の場合は, 後を空白とする。

(2) フレームの大きさ (FX, FY)

記録媒体上に存在するデータ領域をフレームと呼ぶ。

図-1.1 に示すように, フレーム, 有効領域, 全視野を考える。座標値はすべて X 方向は右に, Y 方向は下に行くほど大きくなるものとする。特に有効領域, 全視野を考えないときは, FX, FY のみを画像の大きさと考えればよい。

(3) サブフレームの大きさ (SX, SY)

大きな画面の場合, すべての画素データをメイン・メモリ内で処理することが不可能なため, 画面を分割して処理しなければならない。その分割画面の単位がサブフレームである。サブフレームの大きさ SX, SY は, 必ずしも FX, FY の約数とはかぎらない。(特に, 後述の隣接情報が含まれるときには, サブフレーム内の有効領域の大きさが FX, FY の約数のときでも, SX, SY が FX, FY の約数にならないことが多い。) この場合, 右端, 下端のサブフレームには, フレームに属さない各画素に対して値 0 が埋められている。

(4) サブフレーム数 (NSX, NSY)

水平方向, 垂直方向それぞれのサブフレームの個数を示す。したがって, 1 画像のサブフレーム数は, $NSX \times NSY$ となる。

(5) 濃 淡 情 報

(i) データ・ビット数 (NBIT)

記録媒体上での画像の濃淡レベルを表わすデータのビット数で, 8 の約数/倍数 (例えば, $NBIT=1, 2, 4, 8, 16, 24, 32$) のみが認められている。

約数の場合, 1 バイト中に $8/NBIT$ 画素分パックされる。倍数の場合, $NBIT/8$ バイトで 1 画素の情報が表わされている。ただし, FX, FY, SX, SY 等は, すべて画素数で数えられるので変化しないが, データ量は $NBIT/8$ 倍となる。

デフォルトとして, $NBIT=0$ は $NBIT=8$ とし

て扱われる。

(ii) 有効ビット数 (EBIT)

画像の実際の濃淡レベルを表わすビット数である。これが 8 の約数/倍数でないときに, 格納の便宜上切り上げて約数/倍数としたのが NBIT である。ゆえに, $EBIT \leq NBIT$ である。

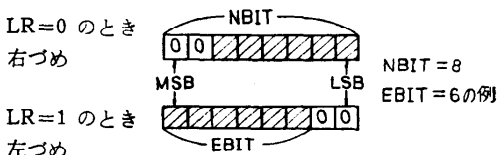
例) $EBIT=6 \dots \dots NBIT=8$

$EBIT=3 \dots \dots NBIT=4$

デフォルトとして, $EBIT=0$ は $EBIT=NBIT$ を意味する。

(iii) 格納形式 (LR)

$EBIT < NBIT$ のとき, 有効ビットが右づめに格納されているか, 左づめに格納されているかを表わしている。



$EBIT=NBIT$ のときは, LR の値はまったく影響しない。

(iv) 濃 淡 階 調 (SCALE)

各画素の数値のもつ意味 (すなわち, 濃淡階調の種類) をいくつかのコード (数値) で指定する。

$SCALE=0 \dots \dots$ 輝度 $\propto$ 数値 (例, $EBIT=8$ のとき

黒=0 $\rightarrow$ 白=255)

=1 $\dots \dots$ 濃度 $\propto$ 数値 (例, $EBIT=8$ のとき

白=0 $\rightarrow$ 黒=255)

=2 } その他 log scale, square, root 等適宜
=3 } 割り当てる。
...

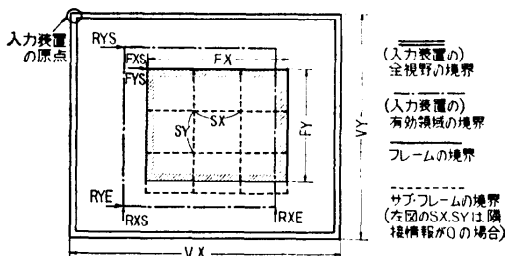


図-1.1

(6) 論理レコード長 (LLENG)

サブフレームの大きさを論理レコード長と考える (単位はバイト)。ゆえにその長さは $SX * SY * NBIT/8$ (バイト) となる。ヘッダ部の LLENG が 0 (デフォルト) の場合、SX, SY, NBIT から論理レコード長を求める必要がある。(なるべく実際の値を埋めておくのが好ましい。)

(7) 物理レコード長 (PLENG)

物理レコード長は、最大 4096 (バイト) とする。論理レコードが 4096 (バイト) より大きい場合、適当に物理レコードで区切って磁気テープに書き込む。

LLENG が PLENG で割り切れないときも、最終コードの長さは PLENG とする。この場合、余白部は 0 とする。(図-1.4 参照)。

デフォルトとして、PLENG=0 のとき $PLENG = \min(4096, LLENG)$ として扱う。

(8) 画素配列 (PODR)

サブフレーム内の画素の配列順序を示すコード (数値) を与える。(図-1.2 に示したものの以外は適宜定める。)

(9) サブフレーム配列 (SODR)

フレーム内のサブフレームの配列順序を示すコード (数値) を与える。配列順序は画素配列コードと同じ。

(10) 隣接情報 (ML, MR, MU, MD)

大画面をサブフレーム単位に分割処理する場合、近傍演算を行うとサブフレームの端の部分の演算結果は不都合な値になってしまう。これを防ぐため、あらかじめ何画素分か余分に隣接する部分をつけ加えておいて 1 つのサブフレームとし、処理結果が得られてから最後に本来のデータを取り出す方法が考えられる。

図-1.3 のように隣接する領域部分 (ML, MR, MU, MD) を付加する作業をマージニング (縁どり) と言い、処理後のサブフレームはこの付加分を含んだ大きさとする。これに対して FX, FY はあくまで画像本来のデータ (すなわち、図の斜線部の和) の大きさであって、マージニング処理によって変化しない。

こうした隣接情報を全く用いない場合は、 $ML=MR=MU=MD=0$ としておけばよい。

以下の項目は画像データの格納形態に影響しないので、何も入れなくてもデータの入出力には差しつかえない。

(11, 12) 入力装置, 入力方式

特別なコードは指定されていないので、それぞれ 6

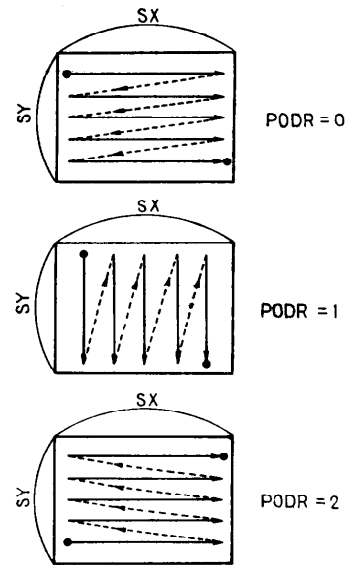


図-1.2 画素配列のコード

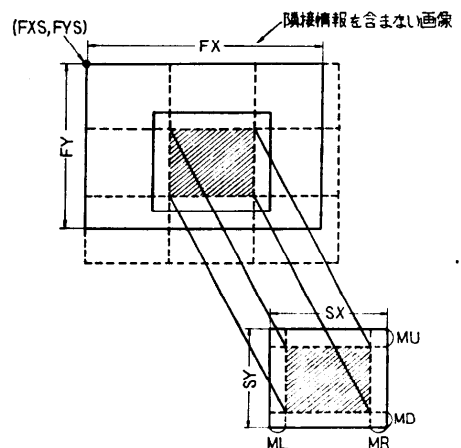


図-1.3 隣接情報を付加したサブフレーム表現

文字以内で、必要があれば各ユーザが自分で同定できるように設定する。例えば、入力装置では 'FSS□□□', 'ITV□□□' など、入力方式では、'R-BAND', 'STEREO' などである。

(13) 全視野の大きさ (VX, VY)

入力装置の最大走査範囲や、一連の画像の全体の領域の大きさなどを表わす。原点の座標を (1, 1) と考え、X, Y 方向の大きさを VX, VY とする。(図-1.1 参照) 入力装置のシェーディング補正などに用いることができる。

(14) 有効領域 (RXS, RYS, RXE, RYE)

表-1.1 標準フォーマットのヘッダ部の内容

項目番号	項 目	バイト数	摘 要
1	データ名	12*	12 文字未満の場合は後を空白とする
2	フレームの大きさ	4	FX, FY の順に各 2 バイト
3	サブフレームの大きさ	4	SX, SY の順に各 2 バイト
4	サブフレーム数	4	NSX, NSY の順に各 2 バイト
5	濃淡情報		
	データ・ビット数	1	8 の約数/倍数 (NBIT=0→NBIT=8)
	有効ビット数	1	EBIT≤NBIT (EBIT=0→EBIT=NBIT)
	格納形式	1	0: 右づめ 1: 左づめ
	濃淡階調	1	0: 輝度α数値 1: 濃度α数値等
6	論理レコード長 (単位バイト)	4	LLENG=0→LLENG=SX*SY*NBIT/8
7	物理レコード長 (同上)	2	PLENG≤LLENG (PLENG=0→PLENG=min(4096, LLENG))
8	画素配列	1	0: 水平方向上から 1: 垂直方向左から 2: 水平方向下から
9	サブフレーム配列	1	同 上
10	隣接情報	4	ML, MR, MU, MD の順に各 1 バイト
11	入力装置	6*	FSS□□□, ITV□□□ 等 6 文字
12	入力方式	6*	単色/色彩, 単眼/ステレオ等 6 文字
13	全視野の大きさ	4	VX, VY の順に各 2 バイト
14	有効領域	8	RXS, RYS, RXE, RYE の順に各 2 バイト
15	フレームの始点	4	FXS, FYS の順に各 2 バイト
16	日 付	6*	MMDDYY (年は西暦の下 2 桁) の数文字コード
17	場 所	6*	6 文字
18	拡張用予備	52	
19	コメント	380*	
計		512	

* は文字コード 他は 2 進数表現

全視野中の信頼できる領域を指示するには、原点 (1, 1) への相対座標値でこの領域を示す。全視野は考えず、フレーム中の有効領域のみを示したいときは、次の FXS, FYS との相対位置だけを考慮すればよい。

(15) フレームの始点 (FXS, FYS)

全視野や有効領域との相対位置関係を示す座標値を与える。一連の画像間だけの相対関係を示すときには、全視野は与えずに、この FXS, FYS の値の差だけでも表現できる。

(16, 17) 日付, 場所

各々 6 文字以内、必要ならばこの項目に入れる。日付の場合は、月、日、年の順で各 2 ケタずつ、場所は所属機関や観測地など適当に略して入れる。

(18) 拡張用予備

将来ヘッダ部フォーマットとして定めておかなければならない事項が生じた場合のための予備領域として確保してある。各ユーザのグループ内で適当に定めて利用していてもよい。

(19) コメント

これまでの項目で示せなかった情報は、コンパクトな形にまとめて、380 文字以内の文とする。

以上をまとめると表-1.1 のようになる。

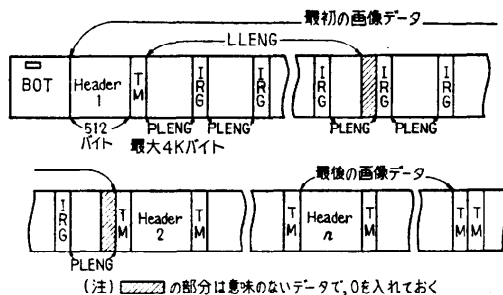


図-1.4 MT 上への画像データ格納の例

2. 磁気テープ上のデータ・フォーマット

この標準フォーマットに基づく画像データの磁気テープ作成については、次の 4 条件が定められており、磁気テープ上の構成は図-1.4 のようになる。

(1) 1 本の磁気テープには複数の画像を格納してもよい。各画像はヘッダとデータに分かれ、それぞれの終りにテープマーク (TM) があるものとする。

(2) 磁気テープの最後はテープマーク 2 つで終りとする。1 つのフレームが 2 本以上の磁気テープにわたるマルチリールは許されていない。

(3) 磁気テープ上の物理レコード長 (PLENG) は最大 4096 (バイト) とする。

(4) 磁気テープは 9track を用い, 密度は 800 bpi または 1600 bpi とする.

3. サブフレームへの分割とヘッダ記述の例

この標準フォーマットでは、同じ画像でも何種類もの表現が可能である。このフォーマットに慣れるために、例をあげて説明しよう。

実効画素数 256×240, 濃淡レベル 6 ビットの画像が与えられた場合,

(i) サブフレームには分割せずにフレーム全体を論理レコードとすると、 $FX=SY=256$, $FY=SY=240$, $NSX=NSY=1$ となる。

(ii) 水平ラスタースキャン方式での1行をサブフレームとすると、 $FX= SX=256$, $FY= NSY=240$, $SY= NSX=1$ となる。

(iii) 図-1.5 (a), (b) に示したようにサブフレームに分割するときのヘッダの内容をそれぞれ図-1.6 (a), (b) に示す。6 ビットの濃淡レベルは、(a) では右づめされているが、(b) では左づめされ、さらに黑白反転されている。ここで、(a) と (b) では、全く同じように 256×256 のワク内で表現され、総データ量も同じであるのに、有効領域を指定すると FY を大きくとってもよいことに注意しよう。他の諸項目も (a) と (b) でかなり違っているが、同じ画像を別の表現したものである。どちらが良いかは好みの問題である。

以上の例の他にも、サブフレームへの分割や、さらにサブフレーム配列、画素配列を変えることによって、さ

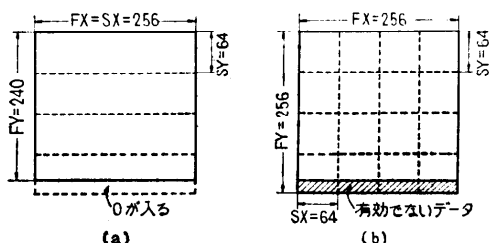


図-1.5 サブフレームへの分割の例

***** CONTENTS OF HEADER *****

NO.	ITEM	(NAME)	=	EXAMPLE
1.	DATA NAME	(FX)	=	256
2.	FRAME SIZE	(SX)	=	256
3.	SUBFRAME SIZE	(NSX)	=	1
4.	NUMBER OF SUBFRAMES	(NRIT)	=	0
5.	GRAY-LEVEL INFORMATION	(EBIT)	=	6
	ASSIGNED BITS	(LR)	=	0
	EFFECTIVE BITS	(SCALE)	=	0
	STORING FORM	(PLENG)	=	16384
6.	LOGICAL RECORD LENGTH	(PLENG)	=	0
7.	PHYSICAL RECORD LENGTH	(PNOR)	=	0
8.	PIXEL ORDER	(SODR)	=	0
9.	SUBFRAME ORDER	(ML)	=	0
10.	MARGIN WIDTH	(MU)	=	0
		(VY)	=	0
11.	INPUT DEVICE	(RXS)	=	0
12.	PICTURE TYPE	(RFX)	=	0
13.	SIZE OF FULLY VISIBLE AREA	(RFX)	=	0
14.	COORDINATES OF RELIABLE AREA	(RFX)	=	0
15.	STARTING POINT OF FRAME	(RFX)	=	0
16.	DATE			
17.	LOCATION			
18.	RESERVED FOR FUTURE USE			

19. COMMENTS

(2)

***** CONTENTS OF HEADER *****

NO.	ITEM			
1.	DATA NAME	(DNAME)	=	EXAMPLE
2.	FRAME SIZE	(FX)	=	256 (FY) = 256
3.	SUBFRAME SIZE	(SX)	=	64 (SY) = 64
4.	NUMBER OF SUBFRAMES	(ISX)	=	4 (ISY) = 4
5.	GRAY-LEVEL INFORMATION			
	ASSIGNED BITS	(HBIT)	=	8
	EFFECTIVE BITS	(EBIT)	=	6
	STORING FORM	(LR)	=	1
	GRAY SCALE TYPE	(SCALE)	=	4096
6.	LOGICAL RECORD LENGTH	(LENG)	=	4096
7.	PHYSICAL RECORD LENGTH	(PLENG)	=	4096
8.	PIXEL ORDER	(PORO)	=	1
9.	SUBFRAME ORDER	(SOOR)	=	1
10.	MARGIN WIDTH	(MU)	=	0 (MR) = 0
		(MD)	=	0
11.	INPUT DEVICE		=	ITV
12.	PICTURE TYPE		=	B-BAND
13.	SIZE OF FULLY VISIBLE AREA	(VX)	=	0 (VY) = 0
14.	COORDINATES OF RELIABLE AREA	(RXS)	=	1 (RYS) = 1
		(RXE)	=	256 (RYE) = 240
		(FAS)	=	1 (FYS) = 1
15.	STARTING POINT OF FRAME		=	040280
16.	DATE		=	MIPC
17.	LOCATION			
18.	RESERVED FOR FUTURE USE			

19. COMMENTS

• COMMENTS
MICROSCOPIC CELL IMAGE DATA TAKEN FROM COLOR TV CAMERA.

(b)

図-1.6 ヘッダ内容の例 ((a)(b)は図-1.5の(a), (b)と対応する)

まざまな表現が可能である。ただし、 NSX or $NSY=1$ のときには、 $SODR=1$ は $SODR=0$ と同じ、 SX or $SY=1$ のときには、 $PODR=1$ は $PODR=0$ と同じであることを注意しよう。

付 録 2 飛点走査装置の試験方法 (案)

1. 適用範囲

この試験方法は、デジタル画像処理に用いる飛点走査装置 (フライングスポットスキャナ, Flying Spot Scanner, 以下 FSS と略記する) の性能試験に適用する。

2. 試験装置

2.1 試験装置の構成 (図-2.1 参照)

2.2 細部説明

(1) 光学系

光学系は、レンズ、フィルタ、ヨークアセンブリ、光電子増倍管 (ホトマルチプライヤ) および機構部等よりなり、それぞれの軸は、飛点走査管の軸と一致するように配置され、テストチャート面 (または記録フィルム面) に飛点走査管面上のスポットの光学像を結ぶように調整できる機構を有するものでなければならない。試験装置の光学系は、外光から遮断されるよう暗箱におさめられていなければならない。

(2) 偏向系

偏向系は偏向コイルに垂直および水平方向の走査のための電流を供給するものであって、偏向位置調整、偏向振幅調整などの機能を有するものである。

(3) 映像増幅系

ホトマルチプライヤよりの信号波形を適当な大きさに増幅、整形し、必要な補正回路を経た後、波形モニタおよび A/D 変換器に接続される系であって、増幅系の周波数特性は試験を行うのに十分なものでなければならない。

(4) 試験用走査信号発生系

テストチャートの種類、テスト項目に合せて偏向系に適当な電流信号波形を発生するためのものである。走査モードの指定およびテストシーケンスの制御は、インタフェースを介して計算機の制御のもとに水平駆動信号波形、垂直駆動信号波形および帰線消去信号波形を発生するものである。

(5) A/D 変換器およびインタフェース

映像信号を A/D 変換し、計算機に入力信号として伝送するもので、同期信号発生系よりのサンプリングパルスによって映像信号を 6~12 ビットの A/D 変換精度でデジタル信号に変換し、適当なバッファリ

ング回路を経て計算機に伝送する機能をもつものである。

(6) 波形モニタ

試験装置の映像増幅系の各部の出力信号をブラウン管上の波形として観測するとともに、必要に応じて解像度、ビーム変調度、信号雑音比、残像などの試験を行うために、出力の 1 部をライン選択して測定することのできるものである。

(7) 同期信号発生系

計算機の指示によって映像信号を正しく発生するためのものであって、試験用走査信号発生系、波形モニタ、A/D 変換器に接続され、それぞれ必要なパルス信号を供給する。

(8) 補正回路 (映像増幅系に含まれている)

(i) アパーチャ補正回路

飛点走査管のアパーチャ歪による解像度の低下を補正する回路であって、走査ビームがある大きさを持っているために細かい絵素を走査した場合の解像度の低下を位相歪なく補正し、映像信号における見かけ上の解像度特性を増加するためのものである。

(ii) ダイナミックフォーカス回路

走査ビームが偏向・集束系によって、螢光面で一様に集束しないため、周辺部の解像度が低下することを補正する回路であって、ビーム集束コイルに水平および垂直の走査に同期したパラボラ形の波形を加えて、

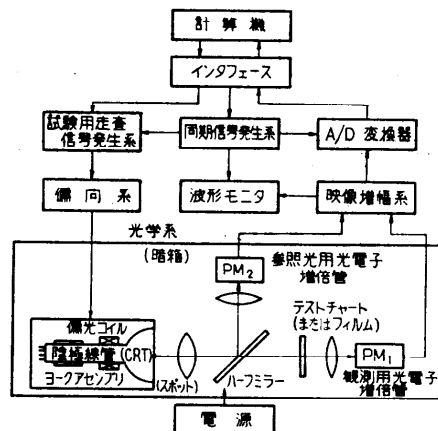


図-2.1 飛点走査装置試験装置

螢光面でのビームが一様の円形となって焦点を結ぶようにするためのものである。

(iii) シューディング補正回路

光学系による周辺光量の低下や螢光面のむらによって生ずるシューディングの影響を少なくするための補正回路である。

水平および垂直駆動信号に同期したのこぎり波形、パラボラ波形を映像増幅系に混合し、管面全体に一様な感度を得られるように補正する回路が用いられる。高級な装置では観測用ホトマルチプライヤの他にもう一組の参照光用ホトマルチプライヤと増幅系をおき、ハーフミラーにより一定の比率で光を2分し、2組の増幅系の出力信号の比をとることにより、シューディング補正を行う。

(iv) ピンクッション歪補正回路

螢光面が平面であるために、ビームの光路長が中央部と周辺部とで異なることから生ずるピンクッション歪を水平および垂直駆動信号にパラボラ波形の信号を混合することにより補正する回路である。

(v) 白黒伸長回路

FSSの光電変換特性の白および黒づまりを補正する回路であって、変換特性の逆特性をもつ補正回路により、映像信号系の直線性を改善するものである。

(9) 電源

試験装置の電源のうち、電極印加電源は飛点走査管を安定に動作させるに必要な直流電圧を発生し、また定電流制御器は飛点走査管に指定された集束磁界、およびアライメント磁界を与えるのに必要な直流電流を制御するもので、共に入力電圧、負荷変動に対して十分に安定で、リップル含有率は飛点走査管の解像走査線数分の1以下でなければならない。

2.3 テストチャート

試験にはつぎのテストチャートを用いる。

- A 直線グレースケールチャート (図-2.2)
- B 格子縞チャート (図-2.3)
- C ダブルスリットチャート (図-2.4)

3. 試験のための調整

3.1 光学系焦点調整

テストチャートの FSS に対する位置 (飛点走査管の管軸がテストチャートの中心を通過して、テストチャートの外縁線が、水平/垂直走査線方向に平行になる) を設定した状態で最良の集束を得るように、光学焦点調整機構を調整する。

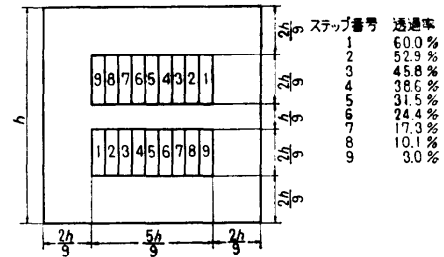


図-2.2 直線グレースケールチャート

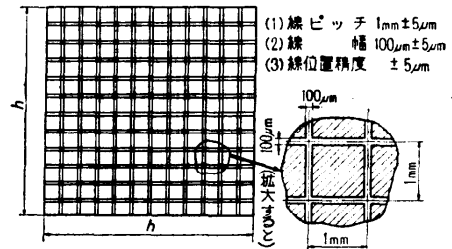


図-2.3 格子縞チャート

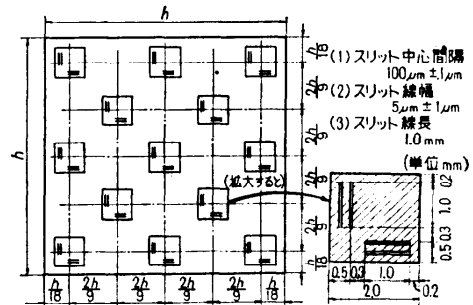


図-2.4 ダブルスリットチャート

3.2 ビーム電流の調整

走査様式に対して最良の SN 比および解像度を得るようにビーム電流を調整する。

3.3 映像増幅系の増幅度および零点調整

映像信号増幅系の増幅度、直線性および零点を A/D 変換器の変換範囲に合せて調整する。

3.4 フォーカスおよびシューディング調整

信号電流が最大となる付近でシューディングが最小となるように調整し、管の全面にわたって、できるだけ均一の解像度を得られるように調整する。

3.5 偏向ハムの調整

ラスタ走査のフィールド周波数と電源周波数とが幾分異なるように調整し、偏向ハムの有無を調べる。ラスタ走査の動揺は、水平および垂直振幅の 0.1%

以下であることが望ましい。

3.6 動作状態 (環境条件)

動作温度、湿度が FSS に指定された数値範囲内にあり、電源投入後特性が十分に安定した状態で試験を行う。

4. 試験

4.1 感度むら、および信号雑音比の測定

テストチャートの代りに透明な乾板 (反射型の場合は白色標準板) を装着し、有効走査領域 (FSS の使用目的により、正方形、長方形などの場合がある) の全面を走査する。各画素点の映像出力信号を A/D 変換し、計算機に伝送する。有効走査領域を縦横に $M \times N$ 個に分割し、各小領域の形状、画素数を同一にする。

1つの小領域に含まれる画素の濃度値はガウス分布をすると仮定し、その平均値 m_i と標準偏差 σ_i を計算し、次式により小領域の信号雑音比を求める。

$$S/N = m_i / \sigma_i$$

各小領域の平均濃度値 m_i の最大値 $M_{\max}$ および最小値 $M_{\min}$ から有効走査領域全体の感度むらを次式により求める。

$$\text{感度むら} = \pm \left(\frac{M_{\max} - M_{\min}}{M_{\max} + M_{\min}} \right) \times 100\%$$

各小領域の大きさは有効走査領域全体の 100 分の 1 以下であることが望ましい。もし小領域に含まれる画素数が少なすぎ、かつ標準偏差値が大きいため測定信頼性が十分でないときには、必要なフレーム数だけ走査を繰返して行い、小領域当りのデータ数を増大させねばならない*。

4.2 濃度直線性の測定

直線グレースケールチャート (図-2.2) を装着して、グレースケールの各濃度ステップの領域内に十分な個数の測定画素数が得られるように、走査様式を決定する。各濃度領域内の測定画素の濃度値から、その平均値 m_d と標準偏差値 σ_d を計算する。4.1 の測定で用いた小領域の中で、各濃度ステップ領域の中央に近い小領域をえらび、4.1 で得た平均濃度値 m_i と濃度ステップ領域の平均濃度値 m_d とから次式によって、

* 測定の信頼性を 99.9% にとると、平均濃度値を m 、標準偏差を σ 、平均濃度値の測定誤差の上限を $\alpha\%$ としたとき、測定に必要なデータ数 N は、 $N > (3\sigma/m\alpha)^2 \times 100$ になることが望ましい。
 $m=100$, $\sigma=3.3$ の場合、 $\alpha=0.1\%$ とすると $N > 10,000$ 程度となり、 $\alpha=1\%$ とすると $N > 100$ 程度になる。

** 直線グレースケールの真の濃度値は試験に用いる FSS とほぼ同じ分光感度特性をもつマイクロデンシトメータによってあらかじめ測定しておかなければならない。

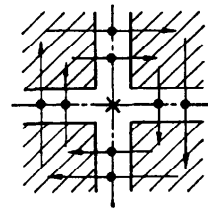


図-2.5 格子縞の走査

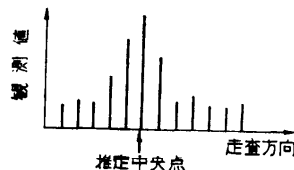


図-2.6 中央点の推定

その濃度ステップの正規化された測定濃度値 m_n を求める。

$$m_n = m_d / m_i$$

一般にグレースケールの濃度値が大きくなると雑音のために測定の信頼度が低下するので、最も濃い濃度値での測定であっても必要な信頼度が得られるように測定画素の総数 (= 濃度ステップ領域内の画素数 $\times$ 測定回数) を決定しなければならない*。

直線グレースケールの真の濃度値**を横軸にとり、測定された正規化濃度値 m_n を縦軸としてプロットし、FSS の映像信号値全体の濃度直線性の測定結果とする。

さらに、各濃度ステップの測定の信号雑音比を次式で求める。

$$(S/N)_d = \frac{m_d}{\sigma_d}$$

4.3 幾何学的歪の測定

格子縞テストチャート (図-2.3) を装着して、有効走査領域がすべて格子点で覆われるようにする。

各格子点の近傍を水平・垂直方向に図-2.5 のような走査様式で走査を行う。

各格子点の近傍をそれぞれ 2 回走査し、格子を横切る走査線が黒 $\rightarrow$ 白 $\rightarrow$ 黒と変化する位置の中央の位置を求める。水平格子線および垂直格子線のそれぞれの 4 点の中央値から格子線の交点の位置を最小自乗誤差推定する。

この方法では、格子線の幅 100 μm に対して、FSS のアドレス可能な (アドレスラブル) ポイントのピッチが十分に小さい必要がある。例えば分解能 1,000 本の FSS でアドレスラブル・ポイントが 4,000 点ある

場合には、格子縞の面上で走査線の画素ピッチは $25\mu\text{m}$ となる。

走査スポットの径は格子面上で $100\mu\text{m}$ 程度であるから ($100\text{mm} \times 100\text{mm}$ の正方形領域を、1,000本の分解能で走査する場合)、図-2.6のように4~5点の観測点の値から格子線の中央点の位置を推定する必要がある。格子点は、縦横10点選び、測定する。得られる格子線の交点の測定値は偏向系および光学系の幾何学的歪のために、理想位置からずれているのが普通である。格子面の中央に最も近い格子点の観測位置を基準点として、他の格子点の観測位置を相対的にプロットし、基準点からの格子点の理想位置(格子面上で縦横10mmピッチ)とのずれ量を求める。(図-2.7参照、簡単のため5×5のみが示めされている)

FSSの試験結果は、図-2.7のように有効走査領域の大きさ、格子理想位置、観測格子点位置、および水平・垂直方向の位置ずれ量を記入する。

この場合、位置ずれの方向をあらわすため、基準点に座標中心があるものとして正負を記入する。

4.4 空間周波数応答特性の測定

ダブルスリットチャート(図-2.4)を装着して、有効走査領域の中央部、および周辺部に少なくとも1組ずつのダブルスリットが入るように位置を調整する。次に水平方向、垂直方向のダブルスリットを通過するような走査様式を決定する。走査線は、ダブルスリットの出来るだけ中央を、スリットの方角と直角に走査することが望ましい。ダブルスリットチャートは、1,000~4,000本の解像度をもつFSSの試験用に設計されており、もっともビーム径の大きい($100\mu\text{m}$ 以上)の場合には、スリット間隔、スリット幅の大きいチャートを使用することが望ましい。

水平もしくは、垂直の走査線がダブルスリットを走査した結果を波形モニタ上で観測すると図-2.8のような波形が得られる。

波形モニタ上で、2つの山形波形の中央位置の間隔 L 、波高値 H の2分の1の線で山形波形を横切ったときの幅値 a_1 および a_2 を測定する。 L 、 a_1 および a_2 より次式によりFSSの半値幅値 ω を求める。

$$\omega = 100 \times \frac{a_1 + a_2}{2L} (\mu\text{m})$$

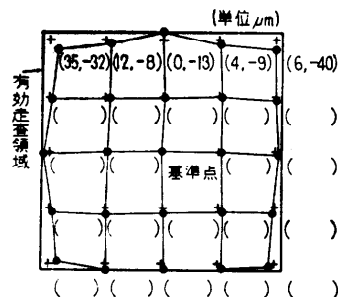


図-2.7 ずれ量の記述

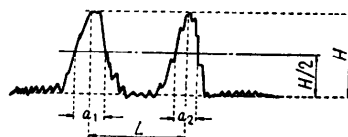


図-2.8 グブルスリット走査の波形

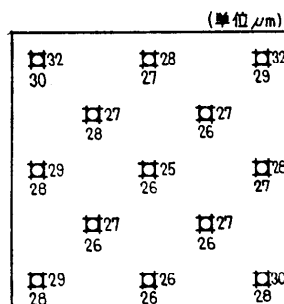


図-2.9 半値幅の測定

空間周波数を f (line pair/mm) とすると、空間周波数特性 (MTF) は

$$\text{MTF} = \exp \left\{ -2 \left(\pi f, \frac{\omega \times 10^3}{2.35} \right)^2 \right\}$$

となる。

これによって得られる空間周波数特性はFSS、レンズ系すべてを含めた特性値であり、FSSの管面上の特性ではないことには注意すべきである。

ダブルスリットチャートでは、垂直・水平方向の半値幅を測定するためそれぞれ直交したダブルスリットを組にして13カ所配置してある。各位置での半値幅を測定し、図-2.9のように表示したものを試験結果とする。

付 録 3 ドラム型画像走査装置試験方法 (案)

1. 適用範囲

この試験方法はデジタル画像処理に用いるドラム型画像走査装置 (以下ドラムスキャナと呼ぶ) およびドラムスキャナの濃度計単体の性能試験に適用する。

2. 試験装置

2.1 試験装置の構成と目的

(1) ドラムスキャナの試験

計算機とインタフェースから構成される試験装置により、濃度計、制御部および映像信号処理部を合わせたドラムスキャナの性能試験を行う。(図-3.1 実線の場合)

(2) ドラムスキャナの濃度計の試験

計算機とインタフェースから構成される試験装置と映像増幅系、A/D 変換系および制御系から構成される付属装置により、ドラムスキャナの濃度計単体の性能試験を行う。(図-3.1 破線の場合)

2.2 細部説明

(1) ドラムスキャナからまたは、ドラムスキャナの濃度計、付属装置からインタフェースを介して転送されてきたデジタル画像データから4で説明する各試験方法でドラムスキャナまたは、ドラムスキャナの濃度計単体の性能試験データの算出を行う。

試験方法は、ドラムスキャナおよびドラムスキャナの濃度計いずれの場合も同様である。

(2) インタフェース

計算機とドラムスキャナ、または計算機と付属装置とを結合するものであって、計算機よりの制御信号をドラムスキャナまたは付属装置に、およびドラムスキャナまたは付属装置よりのデジタル画像データを計算機に転送する。

2.3 テストチャート

試験には、つぎのテストチャート・フィルムを用いる。(反射型装置には反射型テストチャートを使う。)

- A 対数グレースケールチャート (EIAJ テストチャート C₁ 相当, 図-3.2)
- B 斜平行線チャート (図-3.3)
- C 格子縞チャート (図-3.4)
- D 解像度チャート I (図-3.5)
- E 解像度チャート II (図-3.6)

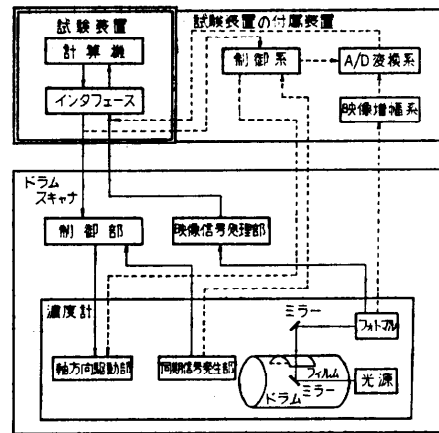


図-3.1 ドラム型画像走査装置試験装置

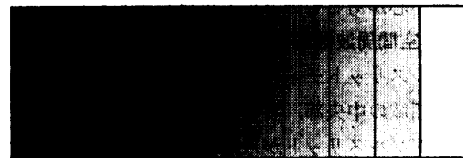


図-3.2 対数グレースケールチャート

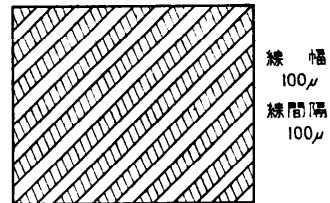


図-3.3 斜平行線チャート

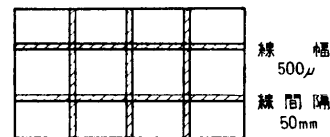


図-3.4 格子縞チャート

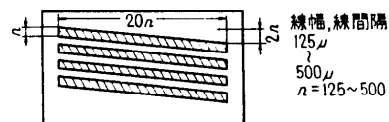


図-3.5 解像度チャート I

3. 試験のための調整

3.1 付属装置の映像増幅系の調整

付属装置の映像増幅系の零点調整, 増幅度, 直線性を調整する。

3.2 動作状態

電源投入後充分時間を経て動作状態が安定なところで試験を行う。

4. 試験

4.1 感度むらの測定

ドラムスキャナのドラムを無試料で回転させドラム上の有効走査領域を全面走査し, 計算機にデジタル画像データを転送する。計算機では有効走査領域の画像データを $M \times N$ 領域に分割し, それぞれの領域の画素の濃度平均値 m_{ij} ($i=1, \dots, M; j=1, \dots, N$) を算出し, それらの平均値 M_{ij} の最大値 $M_{\max}$, 最小値 $M_{\min}$ より

$$\text{感度むら} = \pm \left(\frac{M_{\max} - M_{\min}}{M_{\max} + M_{\min}} \right) \times 100\%$$

を算出する。(図-3.7 参照)

4.2 濃度直線性の測定

ドラムスキャナのドラムに対数グレースケールチャート(図-3.2)を装着して, ドラムを回転させ, 各濃度領域のデータを十分計算機に転送する。各濃度領域の濃度平均値 M_{ij} を算出し, それが位置する走査領域の平均濃度値 M_{ij} により補正する。この値を各濃度領域について算出し, 対数グレースケールの濃度値を横軸に, 算出値を縦軸にとって濃度直線性を表示する。(図-3.8 参照)

4.3 濃度変動の測定

ドラムスキャナのドラムに対数グレースケールチャート(図-3.2)を装着し, ドラムを回転させ各濃度領域の中央部の1点の濃度 m_{pij} ($j=1, \dots, N, N \geq 100$) を計算機に転送する。各濃度領域の N 回の濃度平均 M_{pi} , 標準偏差 σ_{pi} を算出し, 濃度変動量を σ_{pi} で示す。(図-3.9, 3.10)

4.4 幾何学的歪の測定

ドラムスキャナのドラムに斜平行線チャート(図-3.3)を装着してドラムを回転させ, 有効走査領域を全面走査する。垂直方向および水平方向に濃度データが白一黒→白と変化する箇所の黒の線部分の中心点の位置を算出し, 隣接関係にある線部分の中心点間の距離 l により幾何学的歪を測定する。(図-3.11)

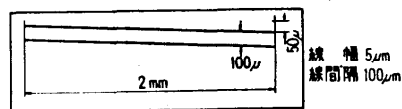


図-3.6 解像度チャートII

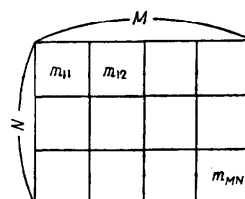


図-3.7 感度むらの測定

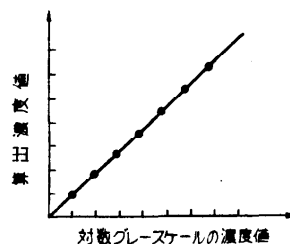


図-3.8 濃度直線性グラフ

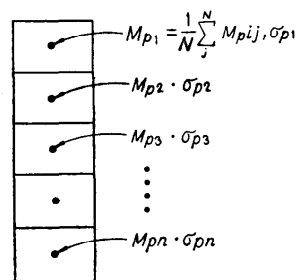


図-3.9 濃度変動の測定

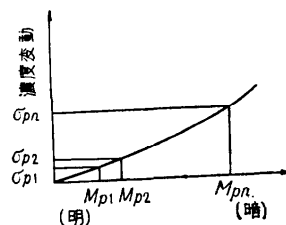


図-3.10 濃度変動グラフ

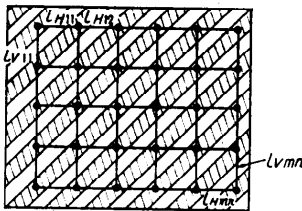


図-3.11 幾何学歪の測定

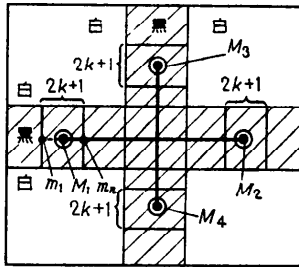


図-3.12 位置再現性の測定

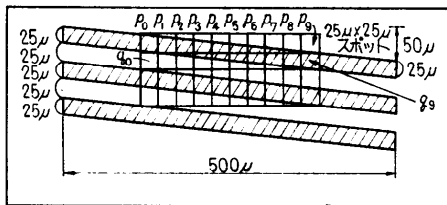


図-3.13 解像度の測定 (25μ 間隔チャートの場合)

4.5 位置再現性の測定

ドラムスキャナのドラムに格子縞テストチャート(図-3.4)を装着してドラムを回転させ、格子点近傍の濃度値を計算機に転送する。格子点の近傍で図-3.12に示すように水平・垂直線分の $2K+1$ 個の濃度データが白→黒→白と変化する箇所より、 $2K+1$ 個の線分の中心点 $m_1, \dots, m_{2K+1}$ を算出しこれらの平均により線分の中心点 M_1 を求める。同様にして M_2, M_3, M_4 を求め、線分 M_1M_2, M_3M_4 の交点として格子点の位置 (x_i, y_i) を求める。これを N 回繰り返して格子点の位置 (x_i, y_i) の算出により位置再現性の測定を行う。

$$\left. \begin{aligned} \text{水平変動量} &= \max |x_i - x_{i+1}| \\ \text{垂直変動量} &= \max |y_i - y_{i+1}| \end{aligned} \right\} i=1, \dots, N$$

$$\text{水平累計変動量} = |x_N - x_1|$$

$$\text{垂直累計変動量} = |y_N - y_1|$$

4.6 解像度の測定

ドラムスキャナのドラムに解像度チャート I (図-3.

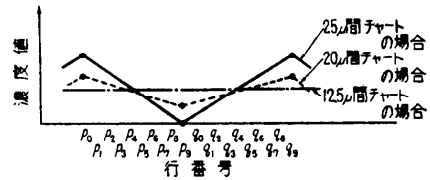


図-3.14 濃度値グラフ

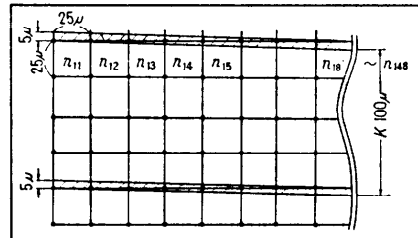


図-3.15 スポットサイズの測定

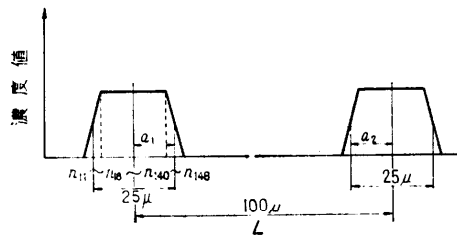


図-3.16 濃度値グラフ

5) を装着し、ドラムを回転し図-3.13 に示すように各種線幅の濃度値を計算機に転送する。10 n 行 ($n \geq 1$) のデータを、縦軸に濃度値、横軸に行番号をとってグラフを表示する。(図-3.14)

線部、余白部の濃度値が等しくなる線幅 a の倍の値 $2a$ を解像度とする。

この解像度はスポットサイズによって決まり、この大きさは次のように測定する。解像度チャート II (図-3.6) をドラムに装着し、ドラムを回転し図-3.15 に示すように各点の濃度値を計算機に転送する。10 n 行 ($n \geq 1$) のデータを、縦軸に濃度値、横軸に行番号をとってグラフを表示する。

スポットが矩形の場合図-3.16 のようになり、スポットサイズは次式 S で算出する。

$$S = K \cdot \frac{a_1 + a_2}{2L}$$

(K はチャートの縦方向の線間隔)

付 録 4 SPIDER 第 1 期開発主要ルーチン

直交変換 (1 次元および 2 次元, 順変換および逆変換)

FFT (基数…2, 混合, 任意), WHT, Haar 変換, Slant 変換, 離散的 Cosine 変換 (バタフライ形式, FFT 形式) 関連ルーチン…フーリエスペクトル計算, WHT スペクトル計算 (2 種), たたみこみ (直接法, FFT 法), 相関 (直接法, FFT 法), パワースペクトル面での分布計算 (半径方向, 角度方向) と窓処理 (矩形, ガウス, ハミング, ハニング), 周波数領域での微分フィルタ (差分, gradient, Laplacian), その他.

位置合わせ

相関法 (粗サーチ, 精サーチ), SSDA 法 (固定又は傾斜しきい値, しきい値の指定又は自動決定, 粗サーチ又は精サーチ), アフィン変換 (4 点線形補間, 9 点 2 次補間, 補間なし) とパラメータ決定 (回転角, 参照点), 一般 2 次変換 (アフィン変換と同じ 3 種).

強調と平滑化

ヒストグラム変換 (平坦化, 双曲線化, 一般), 反復による強調とノイズ除去 (2 種), ヒステリシス平滑化 (標準型, 対称型), E-フィルタ, 高速メディアン・フィルタ, エッジ保存平滑化.

復 元

逆フィルタ (4 種), ウィーナ・フィルタ, 制限つき最小 2 乗フィルタ, SVD による擬似逆変換 (3 種).

エッジと線の検出

差分型 (差分, gradient, Laplacian, Roberts, Sobel, Prewitt), テンプレート・マッチング型 (Prewitt, Kirsch, Robinson, Frei & Chen), Hueckel オペレータ (Hueckel, M    & Vassy), 反復型 (Kasvand), Hough 変換 (Duda & Hart, Perkinson & Bin-

ford), ヒューリスティック探索法, その他.

弛緩法の応用

基本ルーチン群, 線の強調 (係数の指定又は自動決定 2 種), エッジの強調, ノイズ除去.

テクスチャー解析

Cooccurrence 行列, 差分統計量, 局所的極値, ランレングス, 自己回帰モデル, 自己相関, フーリエ特徴, テクスチャーエッジ検出, テクスチャーエッジ保存平滑化.

領 域 分 割

KS 検定法, ヒューリスティック法, 反復合併法, 反復しきい値処理法, Split and Merge 法, その他.

幾何学的特徴の処理

連結成分の処理 (ラベル付け, ラベルの通し番号化, 取捨選択), 境界線抽出, 膨張と収縮, 細線化 (4 種), 縮退化 (5 種), WPM 法, 距離変換とスケルトン, 境界線の記述 (チェーン符号, 傾き, 曲率, フーリエ記述), 形状の特徴 (始点, 重心, 外接長方形, 面積, 周囲長, サイズ, 伸長度, モーメント, フーリエ記述).

基本的処理

線形フィルタ, 正規化, ヒストグラム作成, 断面・投影の計算, しきい値処理 (各種) としきい値選択 (4 種), 基本統計量, 形変換, 画像定数間, 画像間演算, 量子化, 代入, データ転送.

そ の 他

図形 (テストパターン) の発生, LP への画像出力, サービスプログラム (3 種).

(昭和 55 年 4 月 2 日受付)