

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

第2646569号

(45)発行日 平成9年(1997)8月27日

(24)登録日 平成9年(1997)5月9日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 5/00			G 0 6 F 15/68	3 2 0 Z
H 0 4 N 1/403			H 0 4 N 1/40	1 0 3 A

発明の数2 (全 11 頁)

(21)出願番号	特願昭62-208849	(73)特許権者	999999999 オムロン株式会社 京都府京都市右京区花園土堂町10番地
(22)出願日	昭和62年(1987)8月22日	(72)発明者	久野 敦司 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 立石電機株式会社内
(65)公開番号	特開平1-51586	(74)代理人	弁理士 鈴木 由充
(43)公開日	平成1年(1989)2月27日	審査官	大野 克人
		(56)参考文献	特開 昭63-283272 (J P, A)

(54)【発明の名称】 多値画像評価装置およびその装置を用いたしきい値決定装置

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】多値画像の画質を評価する多値画像評価装置であって、  
多値画像上に所定形状のウィンドウを設定して走査するウィンドウ走査手段と、  
各走査位置毎にウィンドウ内の画像につき所定の条件を用いて明るさレベルを抽出し、その抽出結果により前記多値画像において各明るさレベルにかかるウィンドウの数を示す第1の情報生成手段と、  
各走査位置におけるウィンドウ内の画像につき、前記所定の条件により抽出された明るさレベルをしきい値として得られる2値パターンが画像の滑らかさを判別するための合法パターンまたは非合法パターンに一致するか否かを判別した後、この判別結果と前記しきい値とを対応づけることにより、明るさの各レベル毎に、そのレベル

2

をしきい値として得られる2値パターンが合法パターンまたは非合法パターンに一致する度合いを示す第2の情報を生成する第2の情報生成手段と、  
前記ウィンドウ走査手段による走査が終了したとき、第1、第2の各情報生成手段により生成された情報を用いて、画質の評価値を与える第3の情報を生成する第3の情報生成手段とを備えて成る多値画像評価装置。

【請求項2】前記ウィンドウ走査手段は、縦横複数個の画素より成る矩形上のウィンドウを多値画像上に設定して走査する手段である特許請求の範囲第1項記載の多値画像評価装置。

【請求項3】前記第1の情報生成手段は、各走査位置毎にウィンドウ内の特定位置の画素の明るさを抽出し、各抽出結果により多値画像における明るさのヒストグラムを生成する手段である特許請求の範囲第1項記載の多値

10

画像評価装置。

【請求項 4】前記第 1 の情報生成手段は、各走査位置毎にウィンドウ内の複数個の画素の明るさの平均値を抽出し、各抽出結果により多値画像における明るさのヒストグラムを生成する手段である特許請求の範囲第 1 項記載の多値画像評価装置。

【請求項 5】前記第 3 の情報生成手段は、前記多値画像について、第 1、第 2 の各情報生成手段により生成された情報を用いて、明るさの各レベルと画質の評価値とを対応づけた画質ヒストグラムを生成する手段である特許請求の範囲第 1 項記載の多値画像評価装置。

【請求項 6】多値画像を処理するしきい値を決定するしきい値決定装置であって、

多値画像上に所定形状のウィンドウを設定して走査するウィンドウ走査手段と、

各走査位置毎にウィンドウ内の画像につき所定の条件を用いて明るさレベルを抽出し、その抽出結果により前記多値画像において各明るさレベルにかかるウィンドウの数を示す第 1 の情報を生成する第 1 の情報生成手段と、

各走査位置におけるウィンドウ内の画像につき、前記所定の条件により抽出された明るさレベルをしきい値として得られる 2 値パターンが画像の滑らかさを判別するための合法パターンまたは非合法パターンに一致するか否かを判別した後、この判別結果と前記しきい値とを対応づけることにより、明るさの各レベル毎に、そのレベルをしきい値として得られる 2 値パターンが合法パターンまたは非合法パターンに一致する度合いを示す第 2 の情報を生成する第 2 の情報生成手段と、

前記ウィンドウ走査手段による走査が終了したとき、第 1、第 2 の各情報生成手段により生成された情報を用いて、画質の評価値を与える第 3 の情報を生成する第 3 の情報生成手段と

前記第 3 の情報に基づき最良の画質を与える最適しきい値を決定する最適しきい値決定手段とを備えて成るしきい値決定装置。

【請求項 7】前記第 3 の情報生成手段は、前記多値画像について、第 1、第 2 の各情報生成手段により生成された情報を用いて、明るさの各レベルと画質の評価値とを対応づけた画質ヒストグラムを生成する手段であり、

前記最適しきい値決定手段は、前記画質ヒストグラムにより画質が最も良好であることを示す評価値に対応するしきい値を最適しきい値として決定する手段である特許請求の範囲第 6 項記載のしきい値決定装置。

【発明の詳細な説明】

<産業上の利用分野>

この発明は、知能ロボットの眼や目視検査装置などに適用される画像処理技術に関連し、殊にこの発明は、濃淡画像や距離画像等の多値画像について、その画質を評価するのに用いられる多値画像評価装置と、この多値画像評価装置を用いて多値画像を処理するしきい値を決定

するためのしきい値決定装置とに関する。

<従来の技術>

従来、多値画像の画質を評価するのに、予めわかっている特定形状の画像をもとにして、その特定形状の画像とカメラで撮像された多値画像とを比較して、前記多値画像の画質を評価する方式が提案されている（特開昭62-80771号）。

また前記の多値画像を 2 値化処理するしきい値を決定する従来の方法として、一般に p - タイル法やモード法が知られている。

p - タイル法は、画像中に対象物の占める割合 p が既知のときに有効な方法であって、濃淡画像を 2 値化した際に、「1」となる画素の数が全面素数に対して p の割合になるようにしきい値 t を定めるものである。

第13図は濃淡画像の明るさのヒストグラム h<sub>1</sub> を示しており、横軸に明るさ、縦軸に画素数がとってある。p - タイル法でしきい値の算出を行うには、まず同図に示すような明るさのヒストグラム h<sub>1</sub> を求めた後、明るさの値の大きい方からの累積画素数（同図中、斜線で示す）が全面素数に対して p の割合になるようにしきい値 t を決定する。

つぎにモード法は、対象物と背景との間にコントラストがある場合に明るさのヒストグラムに 2 個の山部が現れることに着目したもので、その中間の谷部の位置にしきい値を設定するものである。

第14図は、2 個の山部 1、2 とその中間位置に谷部 3 とが現れた明るさのヒストグラム h<sub>2</sub> を示しており、前記谷部 3 の位置にしきい値 t を設定することにより、対象物と背景とを分離している。

また、他の方法としては比較的良好にしきい値を算出できる方法として、大律のしきい値法が知られている。

この方法は、明るさのヒストグラムを谷部によって明るい部分と暗い部分とにグループ分けするのではなく、判別分析 2 値化法を用いることにより、ある境界より両側を見て各グループが強くとまり、かつ両グループの中心が遠く離れるように明るさのヒストグラムを 2 個グループに分けて、そのときの境界値を最適なしきい値とするものである。ここで「強くまとまる」とは各グループ内の分散の和が小であることを意味し、また「中心が遠く離れる」とは各グループ間の分散が大きいことを意味しており、次式で表される を最大にするようなしきい値 k を求める。

$$= \frac{s_1^2}{w} + \frac{s_2^2}{w} \dots\dots \textcircled{1}$$

なお上式中、 $\frac{s_1^2}{w} + \frac{s_2^2}{w}$  は 2 個のグループの分散の平均値（「クラス内分散」という）、また  $\frac{s_1^2}{w} + \frac{s_2^2}{w}$  は 2 個のグループの平均値間距離の 2 乗（クラス間分散）であって、第15図に示す正規化された明るさのヒストグラム h<sub>3</sub> において、第 1 グループ G1 の標準偏差を  $\sigma_1$ 、第 1 グループ G1 の生起確率を  $p_1$ 、第 2 グループ G2 の標準偏差を  $\sigma_2$ 、第 2 グループ G2 の生起確率を  $p_2$  とすると、それぞれつぎの

10

20

30

40

50

5

6

②③式で与えられる。

$$\begin{aligned} \mu_1^2 &= \mu_1^2 + \mu_2^2 \dots\dots ② \\ \sigma_B^2 &= \mu_1^2 - \mu_2^2 \dots\dots ③^* \end{aligned}$$

$$\sigma_B^2 = \frac{[\mu_T \omega(k) - \mu(k)]^2}{\omega(k) [1 - \omega(k)]} \dots\dots ④$$

なお上式中、 $\mu_T$  は正規化された明るさのヒストグラム全体の平均値、 $\omega(k)$  はこのヒストグラムの 0 次累積モーメント、 $\mu(k)$  はこのヒストグラムの 1 次累積モーメントである。

上記の各方法の他に、画質の悪さをしきい値の算出基準とする方法も提案されている。

この方法は、濃淡画像を複数段階（例えば256段階）の各明るさをそれぞれしきい値として 2 値化して 2 値画像を生成すると共に、各 2 値画像につき連結成分数、境界線の長さ、DF 表現における複雑度のいずれかによって画質の悪さを算出した後、その算出結果から最適なしきい値を決定するものである。

第16図は、各しきい値に対する 2 値画像の画質の悪さを示しており、同図の曲線 1 において画質の悪さが極小となるときのしきい値  $t$  が最適なしきい値として抽出される。

< 発明が解決しようとする問題点 >

前記した多値画像の評価方式は、評価対象の大きさや形状が既知である場合にのみ有効であって、それらが未知である場合には適用できず、従って未知の対象物を撮像して得られた多値画像に対する画質の評価はこれまで不可能であるとされてきた。

また上記したしきい値決定方法については、p - タイル法は画像中の対象物の大きさが既知でなければ適用できず、その用途が限定されるという不利がある。

またモード法は、明るさのヒストグラムに多数個の起伏が現れたり、或いは起伏が全く現れなかった場合には谷部の特定が困難となり、しきい値の決定が容易でないという不利がある。

さらに大律のしきい値法では、④式の演算に時間がかかるだけでなく、この演算を  $k$  を変えつつ繰り返し実行するため、最適なしきい値の算出に多大の演算時間を必要とする。しかもこの方法は、明るさのヒストグラムを 2 個のグループに明確に分けるためのしきい値を求めることを狙いとし、良好な 2 値画像を得るためのしきい値を求めることを狙いとするものではないから、この方法で得たしきい値が常に良好な 2 値画像をもたらすのは限らないのである。

この点、画質の悪さをしきい値の算出基準とする方法であれば理論上常に良好な 2 値画像を生成できることになるが、従来のこの種方法では、第16図に示すような滑らかな理想曲線が得られるとは限らず、極小値が複数箇所に現れるなどして、しきい値の決定が困難となる場合が生ずる。また 2 値画像を多数回（例えば256回）生成

\* かくて①式の  $\omega(k)$  を最大にするしきい値  $k$  は、具体的にはつぎの④式を最大とするしきい値  $k$  を求めることにより得ることができる。

10

してその都度画質の悪さを算出するため、処理時間が長くかかり、加えて画質の悪さの定義が演算能率上好ましくないため、その値の算出に時間がかかるなどの問題がある。

この発明は、上記問題に着目してなされたもので、対象物の形状や大きさが未知であっても、多値画像の評価が可能であり、また高速かつ安定した最適しきい値の決定が可能である多値画像評価装置およびその装置を用いたしきい値決定装置を提供し、もって常に良好な 2 値画像を生成することを目的とする。

< 問題点を解決するための手段 >

20

この発明は、多値画像の画質を評価する多値画像評価装置であって、多値画像上に所定形状のウィンドウを設定して走査するウィンドウ走査手段と、各走査位置毎にウィンドウ内の画像につき所定の条件を用いて明るさレベルを抽出し、その抽出結果により前記多値画像において各明るさレベルにかかるウィンドウの数を示す第 1 の情報を生成する第 1 の情報生成手段と、各走査位置におけるウィンドウ内の画像につき、前記所定の条件により抽出された明るさレベルをしきい値として得られる 2 値パターンが画像の滑らかさを判別するための合法パターンまたは非合法パターンに一致するか否かを判別した後、この判別結果と前記しきい値とを対応づけることにより、明るさの各レベル毎に、そのレベルをしきい値として得られる 2 値パターンが合法パターンまたは非合法パターンに一致する度合いを示す第 2 の情報を生成する第 2 の情報生成手段と、前記ウィンドウ走査手段による走査が終了したとき、第 1、第 2 の各情報生成手段により生成された情報を用いて、画質の評価値を与える第 3 の情報を生成する第 3 の情報生成手段とを備えている。

また第 2 の発明は、多値画像を処理するしきい値を決定するしきい値決定装置であって、上記の各手段に加え、第 3 の情報に基づき最良の画質を与える最適しきい値を決定する最適しきい値決定手段を具備して成るものである。

< 作用 >

多値画像評価装置において、ウィンドウ走査手段は多値画像上に所定形状のウィンドウを設定して走査する。

40

この場合に第 1 の情報生成手段は、各走査位置毎にウィンドウ内の画像につき抽出された明るさレベルにより、多値画像において各明るさレベルにかかるウィンドウの数を示す情報を生成する。また第 2 の情報生成手段は、各走査位置毎にウィンドウ内の画像につき前記の明るさレベルをしきい値として得られる 2 値画像が滑らか

50

さを判別するための合法パターンまたは非合法パターンに合致するか否かを判別した後、この判別結果と前記しきい値とを対応づけることにより、明るさの各レベル毎にこのレベルをしきい値として2値化処理を行った場合に得られる2値パターンが、合法パターンまたは非合法パターンにどの位の頻度で一致するかを示す情報を生成する。ウィンドウの走査が終了すると第3の情報生成手段は、第1,第2の情報生成手段により生成された情報により画質の評価値を与える第3の情報を生成するもので、この第3の情報により多値画像の画質を評価できる。

また第2の発明のしきい値決定装置においては、第3の情報に基づき最良の画質を与える最適しきい値を決定するもので、これにより1回の走査により多値画像を処理するための最適なしきい値を得ることができる。

この発明によれば、対象物の形状や大きさが未知であっても、多値画像の評価およびしきい値の決定が可能であり、またウィンドウの1回の走査をもって多値画像の評価と高速かつ安定した最適しきい値の決定とが可能である。

#### <実施例>

第1図は、この発明にかかる多値画像評価装置が用いられたしきい値決定装置の全体構成例を示しており、マイクロコンピュータ10を制御主体とし、ウィンドウ走査部11,非合法パターン検出部12,非合法パターンヒストグラム生成部13,明るさヒストグラム生成部14,画質ヒストグラム生成部15,ヒストグラム平滑処理部16,最適しきい値探索部17を具備している。

ウィンドウ走査部11は、マイクロコンピュータ10にCPUバス18を介して接続されたアドレスジェネレータ19と、このアドレスジェネレータ19に画像バス20を介して接続された画像メモリ24と、前記画像バス20のデータバス23に接続されたFIFO (first-in first-out)方式の第1のシフトレジスタ25および第1群のラッチ回路26~29と、この最終段のラッチ回路29に接続された同じFIFO方式の第2のシフトレジスタ30および第2群のラッチ回路31~34とから構成されている。

図示例のウィンドウ走査部11は、画像メモリ24に記憶された濃淡画像上に、第5図に示すような矩形形状のウィンドウ60を設定してラスタ走査するためのものであって、このウィンドウ60内の画像につき所定の画素 $A_0 \sim A_7$ の明るさデータ $d_0 \sim d_7$ が同時に取り出されるようになっている。なお図中、×印は処理対象外の画素である。

すなわちアドレスジェネレータ19は画像メモリ24の各画素のアドレスを順次生成して、そのアドレスに対応する画素の明るさデータを画像バス20を介して第1のシフトレジスタ25へ出力させる。なお画像バス20のうち、アドレスバス21はアドレスを、データバス23は明るさデータを、コントロールバス22はアドレスストロブ信号やリード・ライト信号を、それぞれ伝送する。第1のシ

フトレジスタ25は画像メモリ24の横方向の画素数を $n$ (第5図参照)とすると、この $n$ より第1群のラッチ回路26~29の段数を差し引いた段数( $n-4$ )をもつものであって、この段数分だけ明るさデータの出力を遅延させる動作を実行する。第1群の4段のラッチ回路26~29は全体としてシフトレジスタの動作を行い、最終段のラッチ回路29の出力が第2のシフトレジスタ30へ出力される。この第2のシフトレジスタ30も( $n-4$ )の段数を有し、この段数分だけ明るさデータの出力を遅延させて第2群の4段のラッチ回路31~34へ伝える。

かくて第1群および第2群の各ラッチ回路26~28,31~34と第2のシフトレジスタ30とから同時に明るさデータが取り出されるもので、第1群のラッチ回路26~28の各出力は前記ウィンドウ60内の画素 $A_0 \sim A_2$ の明るさデータ $d_0 \sim d_2$ を与え、また第2のシフトレジスタ30および第2群のラッチ回路31~34の各出力はウィンドウ60内の画素 $A_3 \sim A_7$ の明るさデータ $d_3 \sim d_7$ を与えることになる。

なおこの実施例では、2行×5列の画素より成る長方形形状のウィンドウ60を設定しているが、ウィンドウ形状はこれに限らず、例えば第6図に示す如く3行×3列の画素より成る正方形形状のウィンドウ60であってもよく、またその他の形状であってもよい。

各画素 $A_0 \sim A_7$ の明るさデータ $d_0 \sim d_7$ は非合法パターン検出部12へ出力されると共に、特定画素 $A_i$ の明るさデータ $d_i$ については非合法パターンヒストグラム生成部13および明るさヒストグラム生成部14にも出力される。

非合法パターン検出部12は、ウィンドウ60内の画像が合法パターンであるのか、非合法パターンであるのかを判別するためのものであって、それが非合法パターンである場合には「1」のフラグを出力し、合法パターンである場合には「0」のフラグを出力する。図示例の非合法パターン検出部12は、第2図に示す如く、各明るさデータ $d_0 \sim d_7$ をラッチする8個のラッチ回路35~42と、特定画素 $A_i$ の明るさデータ $d_i$ とその他の画素 $A_0$ および $A_2 \sim A_7$ の明るさデータ $d_0$ および $d_2 \sim d_7$ とを大小比較する7個の比較回路43~49とを含んでいる。これら比較回路43~49は、特定の画素 $A_i$ の明るさデータ $d_i$ をしきい値として前記ウィンドウ60の各画素 $A_0$ および $A_2 \sim A_7$ の明るさデータ $d_0$ および $d_2 \sim d_7$ を2値化するためのものであって、各明るさデータ $d_i$ (ただし $i=0,2,3, \dots, 7$ )が $d_i > d_j$ のときは「1」、 $d_i < d_j$ のときは「0」の各2値データ $f_{ij}$ をそれぞれ出力する。なお特定画素 $A_i$ の2値データ $f_{ij}$ は常に「1」とする。

第7図は、ウィンドウ60内の各画素 $A_0 \sim A_7$ の明るさデータ $d_0 \sim d_7$ が2値化されて2値データ $f_0 \sim f_7$ に変換される過程を示している。

前記の2値データ $f_{ij}$ ( $i=0,2,3, \dots, 7$ )は検出ロジック部50へ出力され、この検出ロジック部50はこれら2値データ $f_{ij}$ によってウィンドウ60内の画像が非合法パターンであるか否かを判断し、否合法パターンであれば

「1」のフラグを、合法パターンであれば「0」のフラグを、それぞれ出力する。ここで合法パターンとは滑らかな画像上に頻繁に現れる第8図に示すような2値パターンを意味し、また非合法パターンと滑らかでない画像上に頻繁に現れる第9図に示すような2値パターンを意味するものである。なお第8,9図中、斜線部は「1」の2値データをもつ画素を示し、第9図の2値パターンでは「1」の画素領域の内側に「0」の孔部61が生じている。

つぎの⑤式は、第10図(1)~(6)に示す6種の2値パターンを合法パターンに想定して、2値パターンが合法パターンか、非合法パターンかを判断してその判断結果をフラグとして出力するフラグ生成ロジックである。

$$\begin{aligned}
 \text{flag} = & ! ( !f_0 \& f_2 \& !f_3 \& f_4 \& f_5 \& f_6 \quad !f_0 \& f_2 \& !f_3 \& \\
 & !f_4 \& f_5 \& f_6 \quad !f_0 \& f_2 \& !f_3 \& !f_4 \& !f_5 \& f_6 \& f_7 \quad f_0 \& ! \\
 & f_2 \& f_4 \& \\
 & f_5 \& f_6 \& !f_7 \quad f_0 \& !f_0 \& f_4 \& \\
 & f_5 \& !f_6 \& !f_7 \quad f_0 \& !f_2 \& f_3 \& f_4 \& !f_5 \& !f_6 \quad !f_7 )
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

なお上式中、!はNOT演算を、&はAND演算を、はOR演算を、それぞれ示している。

上記検出ロジック部50が非合法パターンを検出して「1」のフラグを出力する都度、非合法パターンヒストグラム生成部13はこのフラグの発生度数を計数して、非合法パターンのヒストグラムを生成する。

第3図は、非合法パターンヒストグラム生成部13の具体例を示しており、カウンタ51、メモリ52、タイミング制御部53を備えている。このメモリ52は前記ウィンドウ走査部11のラッチ回路27より明るさデータ $d_i$ が与えられるアドレス入力ピンAと、カウンタ51の計数データが与えられるデータ入力ピンDとを備えており、非合法パターンの検出フラグが発生する毎に、そのときの明るさデータ $d_i$ に対応するアドレス領域のデータ(非合法パターンの発生度数)がカウンタ51により書き替えられるようになっている。従ってカウンタ51は非合法パターンの検出フラグが発生すると、そのときの明るさデータ $d_i$ に対応するアドレスのメモリ52の領域より現在値(度数)を読み取ってその値に1加算した後、その加算後の値で前記アドレス領域の内容を書き替える。なお同図中、アクセスコントロール信号は初期時にメモリ52の各領域をゼロにクリアするための信号である。またメモリ52のR/Wはリード・ライト、CSはチップセレクトを意味し、カウンタ51のUPIはアップカウント、OEはアウトプットイネーブ

$$q_{\text{hist}}(k) = \frac{Q_0 \times f_{\text{hist}}(k)}{\text{hist}(k)} \dots \textcircled{9}$$

なお上式中、 $Q_0$ は定数(最大値)であり、 $q_{\text{hist}}(k)$ の値が大きいほど画質が悪いことを示している。

\*ル、LDはロードを意味しており、タイミング制御部53は非合法パターンの検出フラグやアクセスコントロール信号に基づきこれら信号入力ピンに対し所定の信号を与えて、上記非合法ヒストグラムの生成動作のタイミング等を制御する。

第4図は、明るさヒストグラム生成部14の具体例を示しており、非合法ヒストグラム生成部13と同様、カウンタ54、メモリ55、タイミング発生部56より構成されている。このカウンタ54はウィンドウ走査部11のラッチ回路27より明るさデータ $d_i$ が与えられる毎に、その明るさデータ $d_i$ に対応するアドレスのメモリ55の領域より現在値(明るさの度数)を読み取ってその値に1加算した後、その加算後の値で前記アドレス領域の内容を書き替えるものである。なおメモリ55、カウンタ54、タイミング制御部56の各機能等は前記非合法パターンヒストグラム生成部13のものと同様であり、ここではその説明を省略する。

このように非合法パターンヒストグラム生成部13はメモリ52上に非合法パターンヒストグラム $f_{\text{hist}}(k)$ を生成する。ここで $f_{\text{hist}}(k)$ はしきい値 $k$ における非合法パターンの発生度数を意味する。この実施例の場合、非合法パターン検出部12で特定画素の明るさデータ $d_i$ をしきい値として他の画素の明るさデータ $d_0$ および $d_2 \sim d_7$ によるパターンを評価して、その結果が⑤式の $\text{flag}$ で表されるから、非合法パターンヒストグラム $f_{\text{hist}}(k)$ はつぎの⑥式に従って形成される。

$$f_{\text{hist}}(k) = f_{\text{hist}}(k) + \text{flag} \dots \textcircled{6}$$

ただし非合法パターンヒストグラムの各要素はゼロで初期化されているものとする。

また明るさヒストグラム生成部14はメモリ55上に明るさヒストグラム $\text{hist}(k)$ を生成する。ここで $\text{hist}(k)$ は明るさ $k$ の画素の発生度数を意味しており、この明るさヒストグラム $\text{hist}(k)$ は、同様につぎの⑦式に従って生成される。

$$\text{hist}(k) = \text{hist}(k) + 1 \dots \textcircled{7}$$

第1図に戻って、画質ヒストグラム15は非合法パターンヒストグラムおよび明るさヒストグラムの生成が完了した後、画質ヒストグラム $q_{\text{hist}}(k)$ を生成する。この画質ヒストグラム $q_{\text{hist}}(k)$ は画質の評価基準、この実施例では画質の悪さを示す基準を与えるもので、つぎの⑧⑨式に従って生成される。

$$(1) \quad \text{hist}(k) = 0 \text{ のとき} \quad q_{\text{hist}}(k) = Q_0 \dots \textcircled{8}$$

$$(2) \quad \text{hist}(k) \neq 0 \text{ のとき}$$

$$q_{\text{hist}}(k) = \frac{Q_0 \times f_{\text{hist}}(k)}{\text{hist}(k)} \dots \textcircled{9}$$

つぎに第1図のヒストグラム平滑処理部16は、必要に応じて画質ヒストグラム $q_{\text{hist}}(k)$ を平滑化するためのもので、その結果、第11図に示すような、平滑化され

11

た画質ヒストグラム  $s_{q_{hist}}(k)$  が生成される。

第11図において、横軸は  $k$  (しきい値)、縦軸は  $s_{q_{hist}}(k)$  (画質の悪さ) であって、画質の悪さはしきい値  $k_{opt}$  のとき最小となっている。

最適しきい値探索部17は、平滑化された画質ヒストグラム  $s_{q_{hist}}(k)$  の最小値を検索する手段であって、このしきい値  $k_{opt}$  を最適しきい値として探索し、その探索結果をCPUバス18を通じてマイクロコンピュータ10に知らせるのである。

上記実施例の構成は、濃淡画像のような多値画像について対象物と背景とをきれいに白黒に分離し得るほど、すなわち輪郭が滑らかな2値画像が得られるほど、画質が良好であるという考え方に基づくもので、最適しきい値で2値化して得られた2値画像の輪郭部分は他のしきい値で2値化された2値画像の輪郭部分より非合法パターンが少なくなる。この実施例では、2値画像の輪郭画素の2値化前の明るさはその2値画像を得るのに用いたしきい値に等しいという原理に基づいており、ある画素が最適しきい値による2値画像の輪郭画素であれば、その2値画像の生成のもとになった濃淡画像上において前記の特定画素  $A_i$  を中心するウィンドウ60内の画像を、前記画素  $A_i$  の明るさで2値化して得られる2値画像には、非合法パターンが少なくなる。

換言すれば、濃淡画像上において画素  $A_i$  を中心とするウィンドウ60内の画像を、画素  $A_i$  の明るさで2値化して得られる2値画像において非合法パターンが少なくなるということとは、前記画素  $A_i$  の明るさでウィンドウ60内の画像を2値化すると、ウィンドウ60内の画像は最適な2値画像になることを意味する。前記画質ヒストグラム  $q_{hist}(k)$  は、このような考え方に基づくものであり、合法パターンが少ない、つまり非合法パターンが多いウィンドウ60内の画素  $A_i$  の明るさは、ウィンドウ60を画像全体に広げた場合でもその明るさで2値化すると、非合法パターンが多くなるということになる。なお、ウィンドウ60内の着目画素の明るさが全体画像中には一様な分布をしているとは限らないので、非合法パターンヒストグラム  $f_{hist}(k)$  を明るさのヒストグラム  $h_{hist}(k)$  のデータを用いて正規化し、画質ヒストグラム  $q_{hist}(k)$  を算出しているのである。

なお上記実施例では、ウィンドウ60内の画像につき特定位置の画素  $A_i$  の明るさデータ  $d_i$  を抽出して明るさヒストグラムを生成すると共に、その明るさデータ  $d_i$  をしきい値としてウィンドウ60内の画像を2値化処理しているが、これに限らず、例えばウィンドウ60内の複数個の画素につき明るさデータの平均値を求めて明るさヒストグラムを生成すると共に、その平均値をしきい値としてウィンドウ60内の画像を2値化処理してもよい。

つぎに上記実施例の動作を説明すると、画像メモリ24には対象物と背景とから成る濃淡画像が格納されている。この濃淡画像は図示しない撮像装置により撮像され

12

たもので、この濃淡画像を2値化するに先立ち、この実施例の装置によって2値化しきい値が算出される。

まず非合法パターンヒストグラム生成部13のメモリ52と明るさヒストグラム生成部14のメモリ55とをゼロにクリアした後、ウィンドウ走査部11は濃淡画像上にウィンドウ60を設定してラスタ走査する。すなわちウィンドウ走査部11において、アドレスジェネレータ19は画像メモリ24の各画素のアドレスを順次生成して、そのアドレスに対応する画素の明るさデータを画像バス20を介して第1のシフトレジスタ25へ出力させる。これら明るさデータは第1のシフトレジスタ25、第1群のラッチ回路26~29、第2のシフトレジスタ30、第2群のラッチ回路31~34へ順送りされ、第1群および第2群の各ラッチ回路26~28, 31~34と第2のシフトレジスタ30とからウィンドウ60内の画素  $A_0 \sim A_7$  の明るさデータ  $d_0 \sim d_7$  が取り出されることになる。

非合法パターン検出部12はこれら明るさ  $d_0 \sim d_7$  を取り込み、特定の画素  $A_i$  の明るさデータ  $d_i$  をしきい値としてウィンドウ60内の各画素を2値化した後、その2値パターンが非合法パターンに該当するか否かを判断する。もし非合法パターンであれば検出フラグ「1」が出力され、非合法パターンヒストグラム生成部13において明るさ(しきい値)毎の非合法パターンの発生度数が計数されて、非合法パターンヒストグラムが生成される。同様に明るさヒストグラム生成部14では各明るさの度数が計数されて明るさヒストグラムが生成される。これらヒストグラムの生成が完了すると、つぎの画質ヒストグラム生成部15において両ヒストグラムを用いて画質ヒストグラムが算出される。この画質ヒストグラムは必要に応じてヒストグラム平滑処理部16で平滑化された後、最適しきい値探索部17がこの平滑化された画質ヒストグラムより最適のしきい値を探索してその探索結果をマイクロコンピュータ10へ出力する。

上記の実施例は、最適しきい値をハード的に算出しているが、この発明はこれに限らず、最適しきい値をソフト的に算出することも可能である。

第12図は、この場合のマイクロコンピュータ(図示せず)による制御手順を示すものであるが、このマイクロコンピュータはCPUを制御主体とし、このCPUがROMに格納されたプログラムを解読実行し、RAMに対するデータの読み書きを行いつつ第12図の手順を順次実行してゆくことは勿論である。

第12図のステップ1(図中、「ST1」で示す)およびステップ2において、CPUはRAM等に生成する明るさヒストグラムや非合法パターンヒストグラムをゼロにクリアした後、つぎのステップ3でウィンドウを濃淡画像の初期位置にセットする。ついでCPUはウィンドウ内の各画素をアクセスし、ウィンドウ内の特定画素の明るさをしきい値としてウィンドウ内の画像を2値化する(ステップ4,5)。

つぎにCPUはRAMより前記しきい値の明るさに対応する明るさヒストグラムの度数を読み出して1加算し、この加算結果でRAMの内容を書き替える(ステップ6)。

つぎのステップ7は、ウィンドウ内の2値パターンが合法パターンであるか、非合法パターンであるか否かを判定しており、もし非合法パターンであれば、CPUはRAMより前記しきい値の明るさに対応する非合法パターンヒストグラムの度数を読み出して1加算し、この加算結果でRAMの内容を書き替える(ステップ8)。

つぎのステップ9はウィンドウによる濃淡画像の走査を完了したか否かを判定しており、もしその判定が“N0”のとき、CPUはステップ10でウィンドウの位置をラスタ走査的に変更した後、ステップ4へ戻って同様の手順を繰り返し実行する。

かくてウィンドウによる走査が完了すると、ステップ9が“YES”となり、CPUはステップ11で明るさヒストグラムと非合法パターンヒストグラムとから画質ヒストグラムを算出した後、ステップ12でこの画質ヒストグラムより最適なしきい値を算出する。

< 発明の効果 >

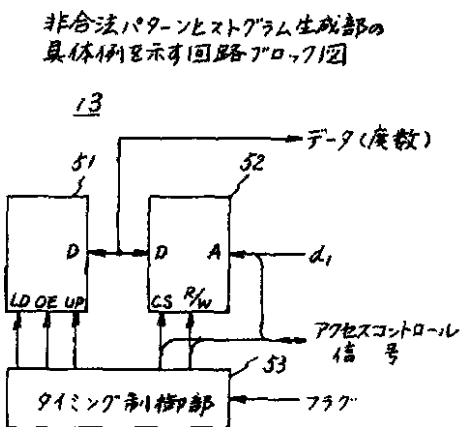
この発明は上記の如く、多値画像上に所定形状のウィンドウを設定して走査し、各走査位置毎にウィンドウ内の画像につき抽出された明るさレベルにより多値画像において各明るさレベルにかかるウィンドウの数を示す情報を生成すると共に、前記抽出された明るさレベル毎に、このレベルをしきい値とした場合に得られる2値パターンが合法パターンまたは非合法パターンと一致する度合いに関わる情報を生成し、さらにこれらの情報を用いて、画質の評価値を与える第3の情報生成するようにしたから、対象物の形状や大きさが未知であっても、ウィンドウによる1回の走査で多値画像の画質を評価して、その評価値を基に照明やその他の撮像条件を最適に\*

\* 制御でき、評価対象に適した多値画像を得ることが可能となる。また第2の発明では、前記した第3の情報に基づき最良の画質を与える最適なしきい値を決定するようにしたから、対象物の大きさが未知であってもしきい値の決定が可能である。さらにウィンドウによる1回の走査により、多値画像の評価およびしきい値の決定が可能であり、高速かつ安定して最適なしきい値を決定できる等、発明目的を達成した顕著な効果を奏する。

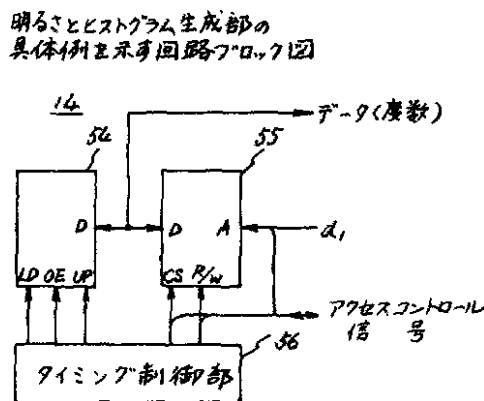
【図面の簡単な説明】

- 10 第1図はこの発明にかかる多値画像評価装置が用いられたしきい値決定装置の回路ブロック図、第2図は非合法パターン検出部の具体例を示す回路ブロック図、第3図は非合法パターンヒストグラム生成部の具体例を示す回路ブロック図、第4図は明るさヒストグラム生成部の具体例を示す回路ブロック図、第5図は濃淡画像上に設定されるウィンドウの概念を示す説明図、第6図はウィンドウの他の実施例を示す説明図、第7図はウィンドウ内の画像の2値化過程を示す説明図、第8図は合法パターンの一例を示す説明図、第9図は非合法パターンの一例を示す説明図、第10図はこの実施例で想定された合法パターンを示す説明図、第11図は平滑化された画質ヒストグラムを示す説明図、第12図はしきい値をソフト的に算出する場合の手順を示すフローチャート、第13図~第16図は従来からの2値化しきい値算出方法の原理を示す説明図である。
- 11.....ウィンドウ走査部
- 12.....非合法パターン検出部
- 13.....非合法パターンヒストグラム生成部
- 14.....明るさヒストグラム生成部
- 15.....画質ヒストグラム生成部
- 17.....最適なしきい値探索部

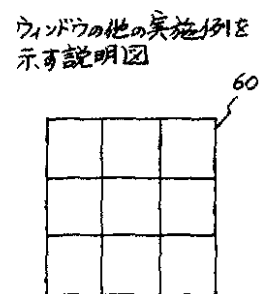
【第3図】



【第4図】

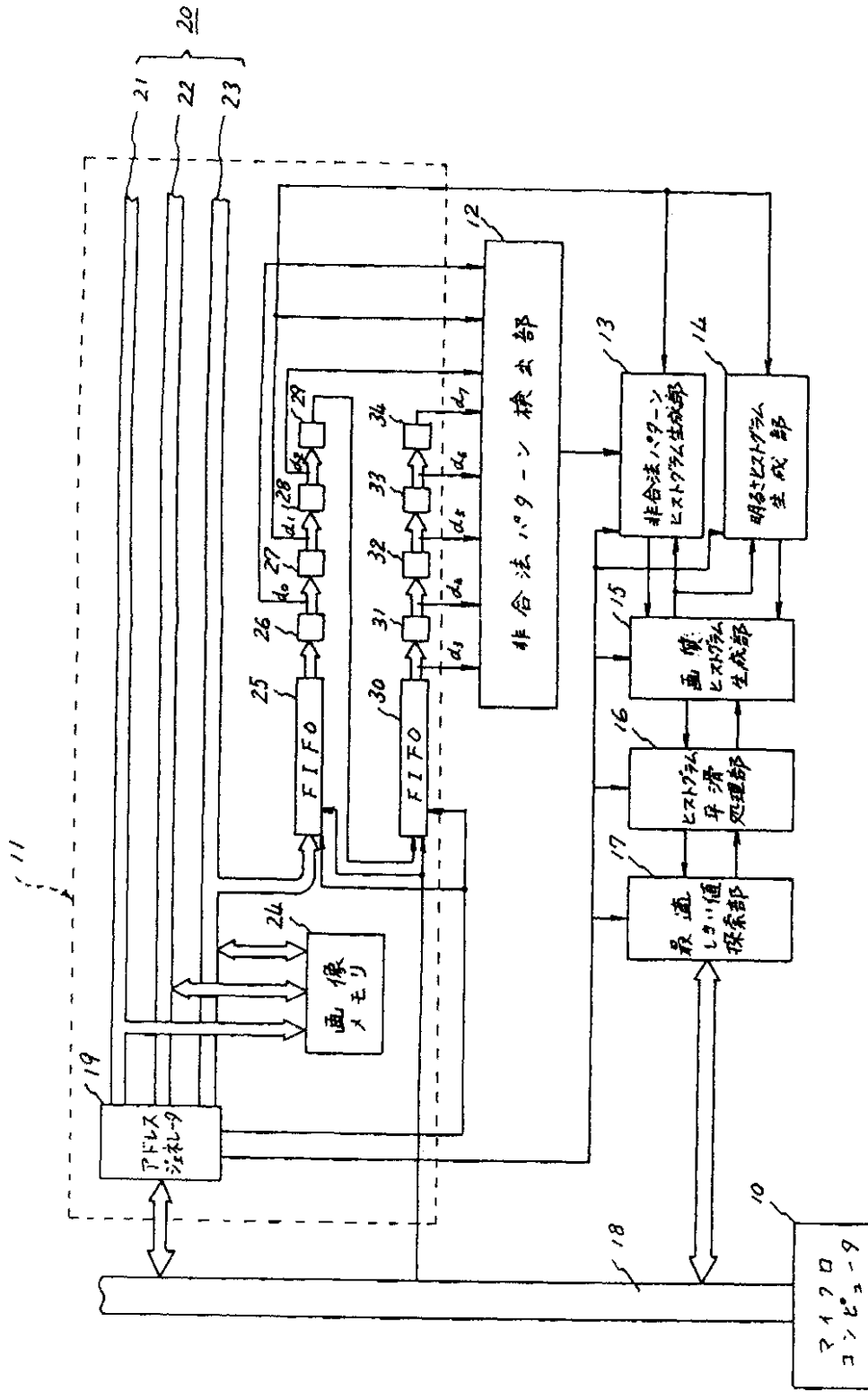


【第6図】



【第1図】

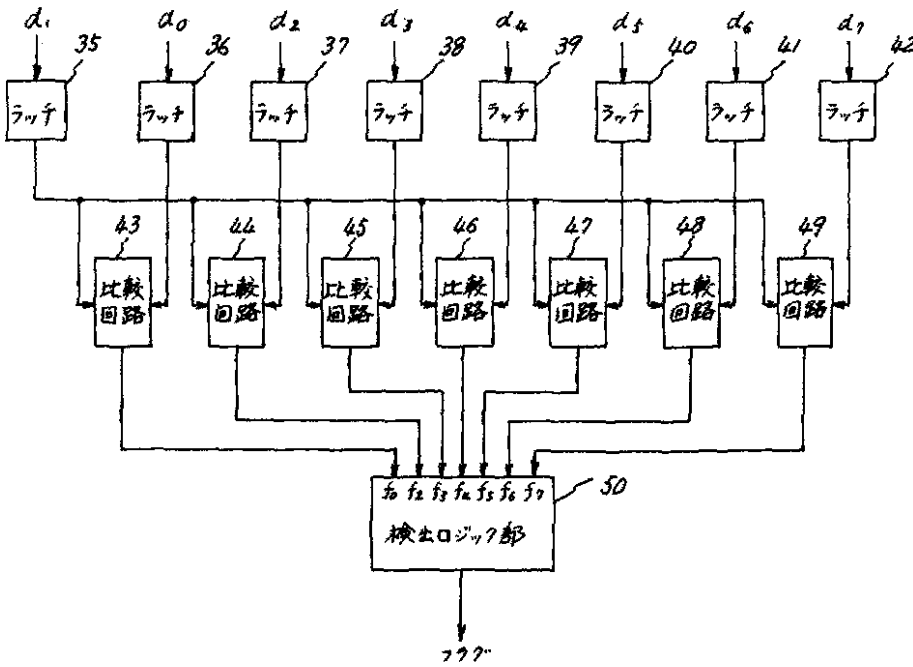
この発明にかかる多値画像評価装置が用いられた多値決定装置の回路ブロック図





【第2図】

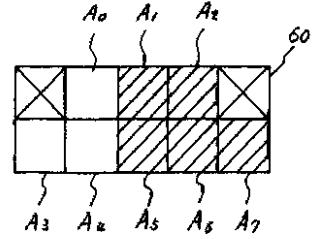
非合法パターン検出部の具体例を示す回路ブロック図



【第5図】

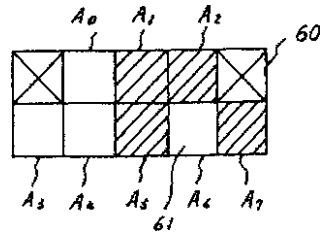
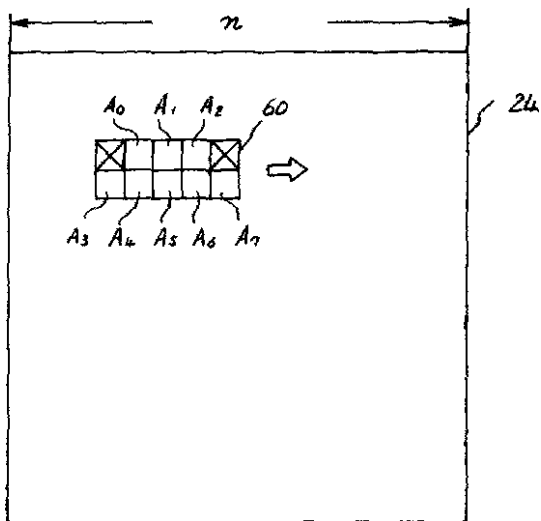
【第8図】

合法パターンの一例を示す説明図



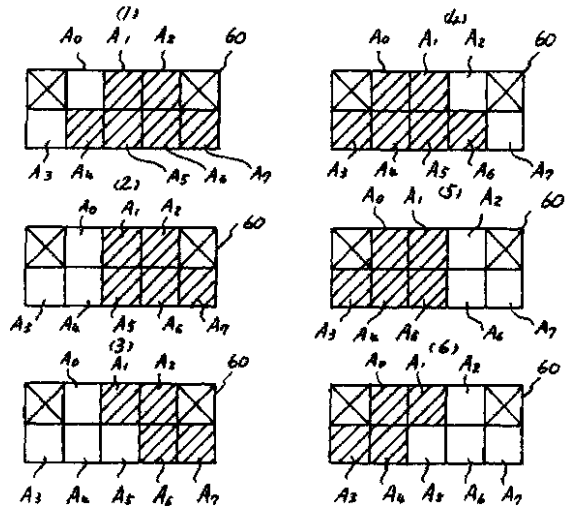
【第9図】

濃淡画像上に設定されるウィンドウの概念を示す説明図



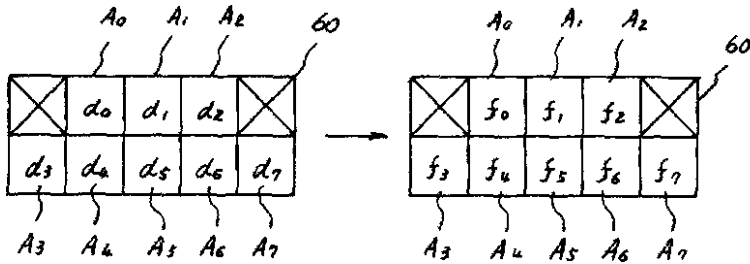
【第10図】

この実施例で想定された合法パターンを示す説明図



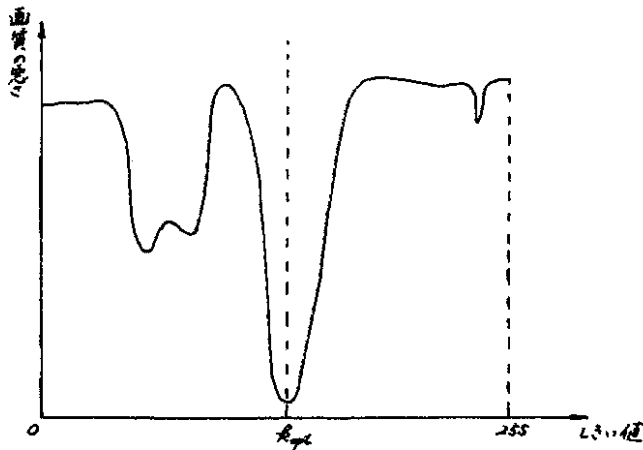
【第 7 図】

ウィンドウ内の画像の2値化過程を示す説明図



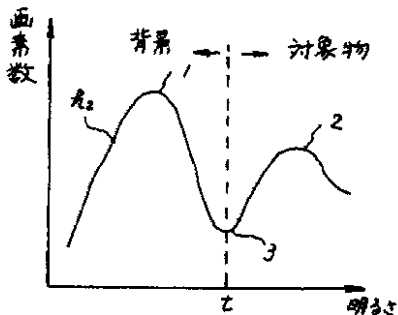
【第 11 図】

平滑化された画像とヒストグラムを示す説明図



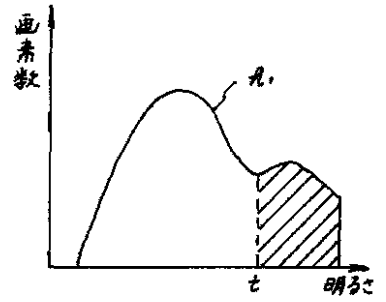
【第 14 図】

従来の2値化しきい値算出方法の原理を示す説明図



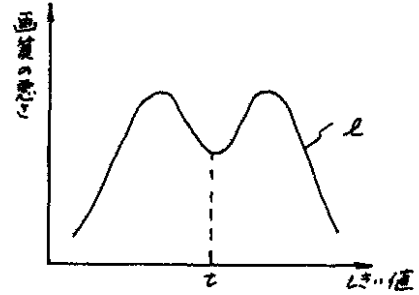
【第 13 図】

従来の2値化しきい値算出方法の原理を示す説明図



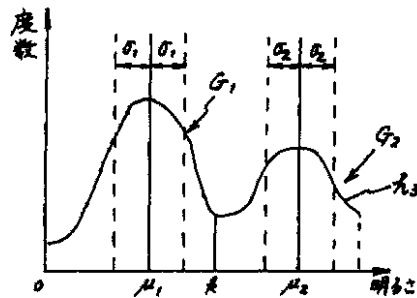
【第 16 図】

従来の2値化しきい値算出方法の原理を示す説明図



【第 15 図】

従来の2値化しきい値算出方法の原理を示す説明図



【第 1 2 図】

しきい値をソフト的に算出する場合の手順を示す  
フローチャート

