

画像処理システム用語 ハンドブック



この『画像処理システム用語ハンドブック』は社団法人 日本電気制御機器工業会が発行したものです。

このハンドブックの掲示、コピー、転載などの行為には(社)日本電気制御機器工業会の許可が必要です。

株式会社ファーストは(社)日本電気制御機器工業会の許可を得て掲載しています。

目次

画像処理システム	1
基本用語	2
画像	2
画像処理	2
画像処理装置	3
画像処理ボード	3
画素	3
輝度	4
階調	4
濃淡画像	4
濃淡処理	4
濃淡処理	5
L U T	5
空間フィルタ	6
サブピクセル	7
ヒストグラム	7
パターンマッチング	7
しきい値	8
2 値画像	9
2 値化処理	9
観測系	11
照明	11
光源	12
照明方式	13
反射照明	13
透過照明	14
同軸照明	15
拡散照明	16
カメラ	17
エリアセンサ	17
ラインセンサ	18

画像処理系	19
入力部	19
分解能	19
水平分解能	20
垂直分解能	20
アスペクト比	21
走査方式	22
フレーム	23
フィールド	23
映像信号	24
NTSC 方式	26
同期信号	26
水平同期信号	26
垂直同期信号	27
内部同期方式	27
外部同期方式	27
処理部	28
画像メモリ	28
バス	28
画像処理プロセッサ	28
画像出力	29
表示	29
オーバーレイプレーン	29
映像表示プレーン	30
疑似カラー	30
画像形式	30
画像処理手法	31
前処理	31
シェーディング補正	31
アフィン変換	32
ひずみ補正	32
平滑化处理	32
鮮鋭化处理	33

エッジ・線検出	33
モフォロジー処理	33
2 値画像処理	34
ラベリング	34
輪郭追跡	34
収縮・膨張処理	35
論理フィルタ	35
特徴抽出	36
演算	37
算術演算	37
論理演算	37
画素間演算	38
画像間演算	38
領域設定	39
処理領域	40
マスク	40
サーチ	41
テンプレート	41
カラー画像処理	41
色抽出処理	42
色判別処理	42
その他の画像処理	42
動画画像処理	43
画像圧縮	43
3 次元計測	44
ニューラルネットワーク	45
応用	46
位置決め	47
仕分け	47
文字認識	47
文字照合	47
文字検査	48
外観検査	48

画像処理システム

外観検査の自動化等、画像処理技術の産業応用を主たる目的とし、画像の入力系となる観測系、画像処理装置本体に関わる画像処理系、画像処理した結果に基づいて外部に情報を伝達 / 制御するための電気・機械的処理を行う出力系から構成される系全体を画像処理システムとして位置付けています。

1 基本用語

記載されている用語は、画像処理システムに関わる一般ユーザとして最低限は理解しておくことが必要な用語ですので、それらの正しい定義と内容を把握しておくことが望まれます。

画像（がぞう：image）

可視化された2次元の情報もしくはその情報を表示したもので、画像を構成する各画素は、濃淡や色あるいはその他の特徴のデジタル量として表現されます。

解説 画像は、その表示色の種類と階調により、2値画像、濃淡画像、カラー画像に分類されます。いずれも2次元の画像であり、画像を構成する各画素の情報量が異なるだけです。また、画像処理系の内部では、情報量は通常デジタル量で扱われます。すなわち、各画素は、2値画像では1ビット、濃淡画像では通常8ビット、カラー画像では通常R、G、B（赤、緑、青）各8ビットの計24ビットの情報量をもっています。

画像処理（がぞうしゅり：image processing）

画像情報に対して変換、認識、計測を行う手法のことです。

解説 産業応用のための画像処理システムでは、いかにコントラストの高い画像を観測系で得て、画像処理装置に入力するかが特に重要であり、その後に選択される画像処理手法に大きな影響を及ぼします。代表的な画像処理手法としては、平滑化处理、シェーディング補正、空間フィルタ処理、2値化处理、2値画像処理などがあります。そして、それらの画像処理結果に基づいて電気・機械的处理が行われます。

画像処理装置（がぞうしりそうち：image processing device）

画像の入力部、入力された画像を処理するための専用の画像処理部、処理した結果を出力するための出力部を備えた装置のことです。

解説 製造ラインでの画像処理装置の用途としては2つに大別できます。1つは従来人間が目視で行っていた製品の仕上がり検査の自動化です。製品の画像を処理することにより、カケ・バリ・キズ・ヨゴレ、色むら、色違い、色ずれ、印字品質（認識含む）、異品種混入等を検査し、良否判定結果を出力します。他の1つは、製品組立自動機等での製品や部品の位置／姿勢検出、寸法計測です。従来は製品、部品の搬送系の機械精度で充分であった位置精度が、製品／部品の小型化、高集積化により、さらに高精度の位置／姿勢検出が要求され、画像処理により、位置座標、傾き等を算出し、出力します。製造ライン以外の用途としては、交通流計測、渋滞予知・制御、自動運転、居眠り検知などの交通関連、不審人物検知、個人認証などのセキュリティ関連、人間の動作解析、飛翔体・移動体の運動解析などのスポーツ・メディア・医療関連等、広範囲にわたります。

画像処理ボード（がぞうしりぼーど：image processing board）

ボード型の画像処理装置のことです。

解説 画像処理プロセッサやDSP（デジタル・シグナル・プロセッサ）等の高速なプロセッサ、大容量の画像メモリ、それらをつなぐ高速なバスによって基本的な画像処理を高速に実行することができ、PCIバスなど汎用のバスに挿入して使用されます。

画素（がそ：pixel）

画像を構成する最小要素のことです。

解説 画像は多数の画素の規則的な集まりです。1枚の画像の大きさを表すときには、例えば、横512画素×縦480画素のように表現します。また、CCDなど固体撮像素子のスペック表示では、有効画素数の概数と横の画素数×縦の画素数を、例えば、約33万画素 682（H）×492（V）のように表現します。

輝度 (きど : brightness)

画素の明るさのことです。

解説 照明の分野では、輝度は物体の輝度として、観測方向に垂直な単位面積当たりの明るさで定義されますが、画像処理システムでは、濃淡画像における画素の明るさのことをいいます。明るさの程度は各画素が表現できる階調に対する数値として表現されます。例えば、各画素が256階調で表現される場合には、明るさの最小値は0、最大値は255となります。また、R、G、B（赤、緑、青）のカラー画像では各色成分の明るさを意味します。〔同義語：明るさ〕

階調 (かいちょう : gray level)

デジタル画像で、各画素の濃淡の程度を表す数値のことです。

解説 通常のエリアセンサから画像入力を行う場合、各画素の明るさは、白黒入力では8ビット（256階調）、R、G、B（赤、緑、青）カラー入力では各成分が8ビットでA/D変換されます。入力された画像をカラーディスプレイ等に表示する場合には、各画素の輝度がD/A変換され、前者は白黒で256階調、後者は1667万色（ 2^{24} ）で表現されます。

濃淡画像 (のうたんがぞう : gray image)

多階調で表現された画像のことです。

解説 通常は、白黒の濃淡を有する画像を濃淡画像と呼びますが、カラー画像でも各色成分毎に処理する場合には、それぞれの画像は単色の濃淡画像として取り扱われます。また、階調が2つしかない場合には2値画像、数階調ある場合には多値画像と呼んでいます。

濃淡処理 (のうたんしより : gray scale processing)

濃淡画像に対する画像処理のことです。

解説 濃淡画像に対する画像処理のことですが、処理内容としては、画像に含まれている雑音の低減、画像を見やすくするための強調、画像のキメを調べるためのテクスチャ解析、また、位置合わせ・位置検出、照合のための多階調でのパターンマッチングなどがあります。

LUT (えるゆーてい : look-up table)

輝度変換を行うための入出力対応テーブルのことです。

解説 LUTは、Look Up Table の略で、入力輝度に対する出力輝度の割当テーブルのことです。通常はLUTのテーブル容量(格納数)は階調分だけ存在します。例えば 256 階調なら 256 個のデータ格納数を持っています。このテーブルに、入力輝度に対する出力輝度をあらかじめ作成しておき、そのテーブルを参照することで輝度変換を行います。例えばテーブルの 64 番目に 120 という数字を入れたと仮定すると、入力輝度が 64 の画素の出力輝度はテーブル参照によって瞬時に 120 に置き換えられます。LUTは、一般的に画像のコントラストを改善したり、明るさの変更などに利用されます。また、輝度変換の種類としては、図に示すように線形変換と非線形変換があります。

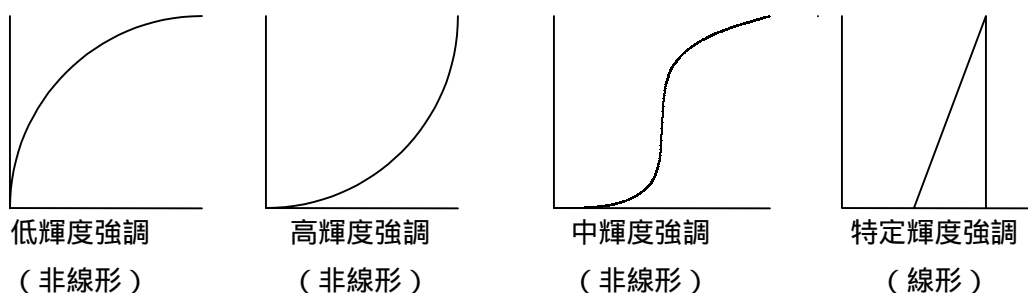


図 LUTによる輝度変換の例(水平線が入力輝度、垂直線が出力輝度を表す)

空間フィルタ (くうかんふいた : spatial filtering)

中心画素とその周辺画素の輝度に重み付けを行い、積和演算又は非線形演算によって求めた値をその中心画素の値とする処理のことです。

解説 画像に含まれる雑音の低減や線・エッジの強調・抽出などを行う場合の手法で、ある注目画素と隣の画素を参照して実現しています。すなわち、今注目している画素とその隣(上下左右など)の画素の輝度に重み付けをし(ある既定値を乗じること)、それらの積和演算結果を注目している画素の輝度に置き換える方法です。特に、積和演算に注目して、その演算式をオペレータと呼ぶこともあります。代表的な空間フィルタとしては、雑音を低減する平滑(平均)化フィルタ・メディアンフィルタ、線・エッジを強調する微分フィルタ(Roberts、Prewitt、Sobel などの種類があります)・ラプラシアンフィルタ、明るい領域と暗い領域の膨張・収縮を行う最大値フィルタ・最小値フィルタなどがあります。演算例としては、 3×3 画素領域の輝度が図(a)で与えられる場合、中央の注目画素の輝度“9”は、重み1の平滑化フィルタの演算では $(5+5+4+3+9+4+6+3+5)/9=4$ となり、図(b)のように“4”に置き換わります。また、メディアンフィルタでは9個の輝度を小さい順に並べたとき“3 3 4 4 5 5 5 6 9”の中央値(左から5番目)となり、図(c)のように“5”に置き換わります。

5	5	4
3	9	4
6	3	5

(a) 原画

	4	

(b) 平滑化

	5	

(c) メディアン

図 雑音の低減処理

また、線・エッジの抽出の際、良く使われるラプラシアンフィルタでは、その重みは 3×3 画素領域に対しては、図のように与えられます。

1	1	1
1	-8	1
1	1	1

図 ラプラシアンフィルタ

〔同義語：フィルタ処理〕

サブピクセル (さぶぴくせる : subpixel)

画素をさらに細分化したときの呼び方です。

解説 対象物の境界や位置を求める時、それらの検出（もしくは計測）精度は、2 値化処理後の画像では、1 画素となりますが、対象物の境界近傍の輝度勾配を利用することにより 1 画素以下と高くすることができます。例えば、対象物の寸法計測では、境界近傍の輝度勾配を微分することによって境界を精度高く求めることができます。この手法のことをサブピクセル処理と呼びます。サブピクセル処理を用いると 0.1 画素程度の計算結果を達成することができます。

ヒストグラム (ひすとぐらむ : histogram)

濃淡画像において、輝度とその出現度数を表したグラフのことです。

解説 濃淡画像において、その階調が 256 である場合、対象領域のヒストグラムは、横軸に輝度（0 ~ 255）をとり、縦軸に各輝度の出現度数を求めることによって得ることができます。縦軸の出現度数のことを頻度と呼ぶこともあります。ヒストグラムは、2 値化処理において、しきい値を決定する際に使用されることが多く、しきい値の決定法としては、判別分析法、P - タイル法が代表的です。

パターンマッチング (ぱたーんまっちんぐ : pattern matching)

二つのパターンを比較し、両者が同類であるかどうかを調べることです。

解説 検査対象となる製品や文字の良品画像を教示データ（モデル、辞書とよばれています）として記憶しておき、検査対象の未知パターン（画像）と画素単位で比較し、一致度を算出して良品検査や文字認識を行う手法です。未知パターンのノイズによる位置ずれ、サイズのばらつき、照明変動による輝度変化等の一致度の誤差要因を吸収するために、一致度算出方法として正規化相関などの手法が用いられています。

〔同義語：テンプレートマッチング〕

しきい値 (しきいち: threshold)

濃淡画像の各画素を2値(0と1)に変換するときの境界となる値のことです。

解説 一般的には画像の階調を変換する場合の変換の境界値をしきい値と呼びますが、ほとんどの場合、濃淡画像を2値化する際の境界基準値と言う意味で使用されています。例えば、256階調の濃淡画像で、しきい値を150とした場合、150以上の部分は1(白)に、それ以外は0(黒)の画像に変換されます(白、黒の設定は逆の場合もあります)。(同義語: 2値化レベル)

このしきい値を決める手法は、画像全体を同一のしきい値で2値化する固定しきい値法と、画像をいくつかのブロックに分け、各ブロック毎に最適なしきい値を選択するなどの可変しきい値法に大きく分けられます。固定しきい値法としては、Pタイル法、モード法、判別分析法、微分ヒストグラム法などがあります。簡単に、Pタイル法とモード法について次に説明します。

(1) P - タイル法は、画像処理領域に占める対象物の面積の割合 p が予め推定できる場合に用いられます。すなわち、図(a)に示すように、ヒストグラムから、輝度 T 以上の画素の占める割合が p となるような T を求めることができますが、この T がしきい値となります。

(2) モード法は、図(b)ようにヒストグラムに対象物と背景のそれぞれに対応した二つの山ができる場合、その谷の位置をしきい値とする方法です。しかし、コントラストが悪い画像やヒストグラムがなめらかでない画像では、谷の位置が不鮮明になり、この手法では良いしきい値が得にくいという問題があります。

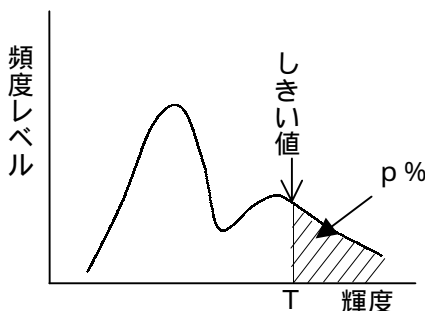


図 (a) P タイル法によるしきい値決定

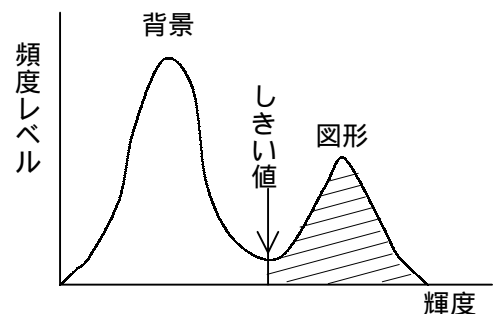


図 (b)モード法によるしきい値決定

2 値画像 (にちがぞう : binary image)

各画素の値が 2 値 (0 と 1、白と黒) で構成される画像のことです。

解説 通常、2 値画像では、注目する対象領域を 1 (白) に、その他の背景領域を 0 (黒) に割当て (白、黒の設定は逆の場合もあります)、対象領域の計測や特徴の解析を行います。2 値画像は、画像として最も単純な表現で処理し易い形式なので、濃淡画像に比べて処理も単純で、処理時間も短くなります。実際には、この 2 値画像から、検査対象物の位置・傾き・寸法・形状・個数・重心・面積などの特徴抽出や画像計測などを行います。

2 値化処理 (にちかしより : binarization)

濃淡画像を 2 値画像に変換する処理のことです。

解説 画像中の対象領域を切り出し、対象領域を 1 に、その他の背景領域を 0 とする 2 値画像に変換するための処理を 2 値化または 2 値化処理と呼びます。2 値化処理は、濃淡画像を $f(x, y)$ 、しきい値を T とすると、一般的には次のしきい値演算によって行われます。

$$f_T(x, y) = \begin{cases} 1 & f(x, y) \geq T \text{ のとき} \\ 0 & f(x, y) < T \text{ のとき} \end{cases} \quad (1)$$

(1) 式にて、しきい値 T 以上の画素を 1 に、その他を 0 とし、その結果得られる $f_T(x, y)$ は 2 値画像となります。また、2 つのしきい値によってはさまれる領域の画素を 1 とする場合もあります。

$$f_T(x, y) = \begin{cases} 1 & T_L \leq f(x, y) \leq T_H \text{ のとき} \\ 0 & \text{その他} \end{cases} \quad (2)$$

以上の処理を概念的に表すと次の図のようになります。

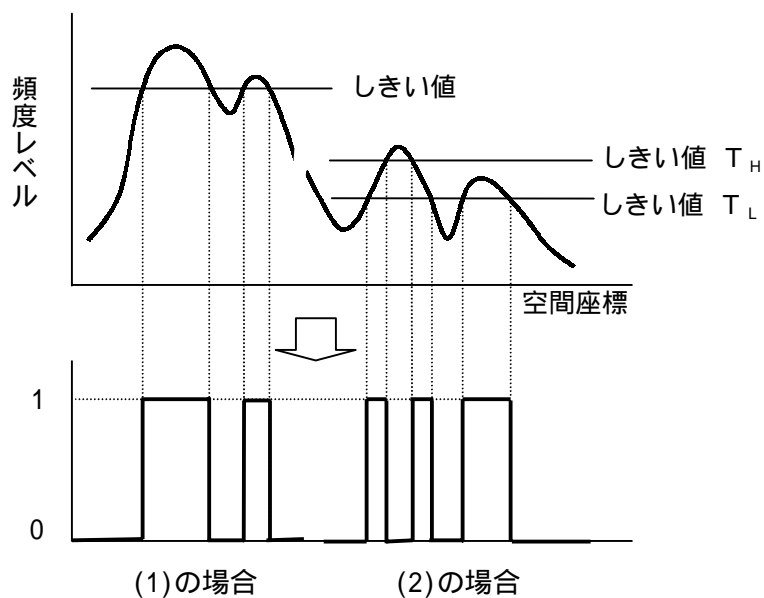


図 2 値化処理の概念

実際の2値化処理では、このしきい値をどのように選択するかがその後の画像解析に大きく影響するため、解析目的や対象画像に合わせた利用しやすい画像が得られるように最適のしきい値を求めることが重要です。

2 観測系

画像処理システムにおける観測系は、対象物の像を電気的信号に変換するためのカメラ、対象物を適切な明るさにするための照明装置、およびこれらに付属するレンズ、ミラー、フィルタ等の光学系から構成されています。

照明

照明を、“光源”、“光路”、“点灯時間”、で整理すると下表のようになります。光源は各種の発光原理や構造により種々のものが使われます。光路と点灯時間は、照明の方式を、それぞれ時間的要素、空間的要素に分けて分類したものです。光路は、対象物が、撮像や処理の目的に応じて適切に照明されるように、光源から照射された光を、レンズやミラー等を用いて、対象物まで導く方法です。また、点灯時間は、常時点灯とパルス点灯に2分されますが、高周波点灯、パルス点灯は、画像処理システムで良く利用されています。

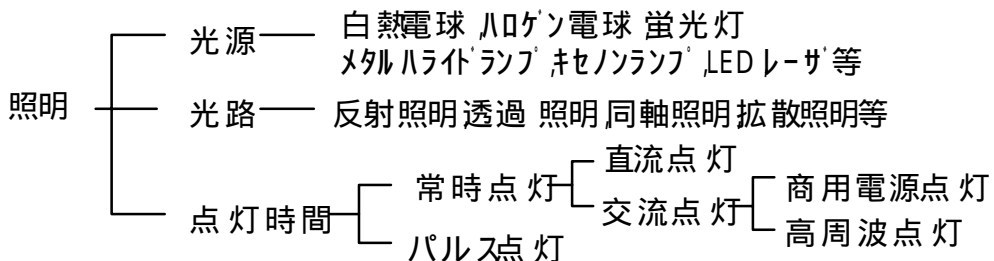


表 照明の分類

光源 (こうげん : light source)

電氣的又はその他のエネルギーを変換して光を発生する機能をもつものです。

解説 画像処理システムによく用いられる光源としては、つぎのような種類があります。

(1) 白熱電球 (ハロゲン電球)

もっともよく利用される光源で、比較的小型で高輝度を得ることができます。

(2) 蛍光灯 (蛍光ランプ)

広範囲を照明するとき使用されます。

(3) 高圧放電 (HID) ランプ (水銀ランプ、メタルハライドランプ)

蛍光灯に比較してより高輝度を得ることができます。

(4) キセノンランプ

非常に高い輝度が得られ、高速移動物体を静止画像として撮像するときのフラッシュ照明として使用されます。

(5) L E D (Light Emitted Diode、発光ダイオード)

高輝度を得ることはできませんが、小型で長寿命です。

(6) レーザ

レンズによる集光で極めて小さい径のビームが得られ、またミラー等でスキャンすることによりスリット光として使用されます。

照明方式

対象物が目的に応じて適切に照明されるように、レンズ、ミラー等を用いて、光源または照明装置から放射される光を導く方法で、反射照明、透過照明、同軸照明、拡散照明などがあります。

反射照明（はんしゃしょうめい：reflective lighting）

対象物の表面に光を照射し、表面からの反射光を観測する照明方式です。

解説 下図に反射照明の概念図を示します。対象物の外観形状の計測や、表面上の欠陥を検出する際などに用いられます。対象物表面や傷、付着異物などの光学的反射特性により、照明の入射角度、カメラの観測（受光）角度を設定します。例えば、対象物が鏡面性の物体の場合、斜めから照明を入射し、法線上にカメラの光軸を置き、傷や異物をその散乱光で検出します。これに対し、完全拡散反射面に近い特性を持つ対象物では、照明と反対側の斜め方向で受光することもあります。

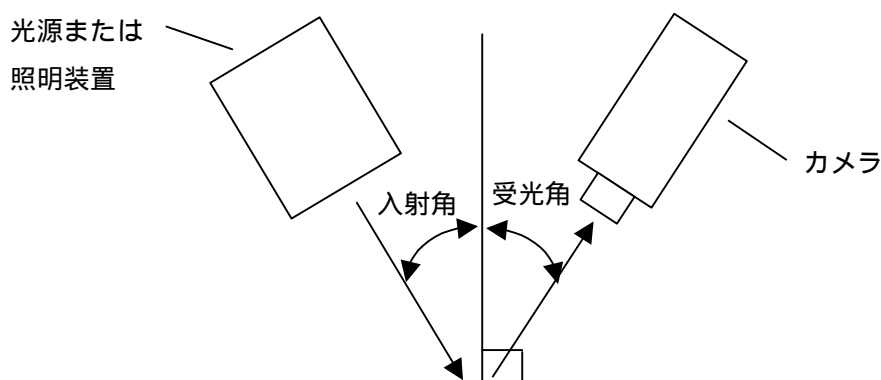


図 反射照明

透過照明（とうかしょうめい：transmitted lighting）

対象物の背後から照明を与え、対象物からの透過光、または対象物の影を観測する照明方式です。

解説 下図に透過照明の概念図を示します。対象物が透明な場合には、光を透過させることによって、対象物内部の欠陥を検出したり、膜厚の異常を濃度または透過率の異常として検出する場合などに用いられます。また、対象物が非透明な場合には、対象物のシルエットを利用して、形状計測、個数計測を行ったり、対象物のピンホールや破れを検出する場合などに用いられます。

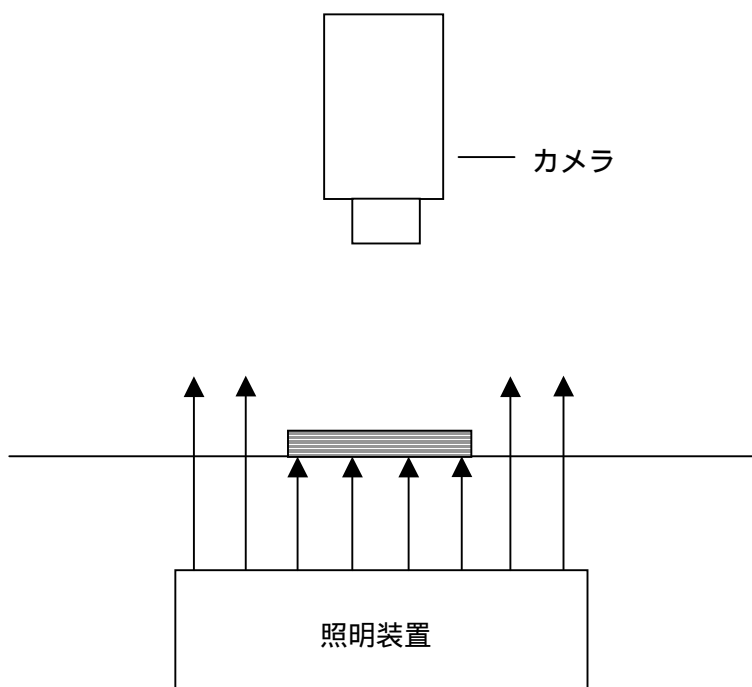


図 透過照明

同軸照明 (どうじくしょうめい: coaxial lighting)

対象物に照射される照明の光軸と、それを観測するカメラの光軸とを一致させて、表面からの反射光を観測する照明方式で、ハーフミラー等を用いて行います。

解説 下図に同軸照明の概念図を示します。通常の反射照明では、照明の光軸とカメラの光軸方向が異なるため、対象物表面の欠陥や異物などがその反射特性によっては、よく見えないことがあります。このような時に正反射光を利用して処理する効果的な照明方式です。

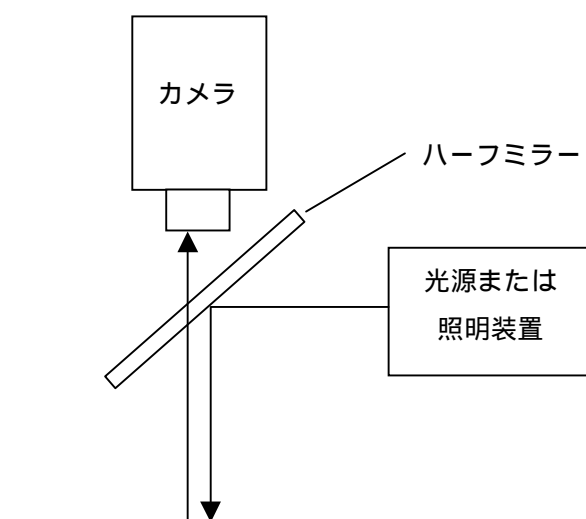


図 同軸照明

拡散照明 (かくさんしょうめい : diffused lighting)

対象物への光の照射方向をランダムにした照明方式で、拡散板等を利用して行います。

解説 下図に拡散照明の概念図を示します。拡散光を得るには、積分球を用いることもあります。一般には乳白色のアクリル板などを拡散板として使用しています。反射照明で、対象物の表面からの正反射を避けるような照明や、カメラの設置角度であっても、表面上の傷や異物等から正反射で強い光が輝点状にカメラに入射することがありますが、このような場合にも拡散照明が用いられます。また、透過照明においても、均一な照明光を得る手段として用いられます。

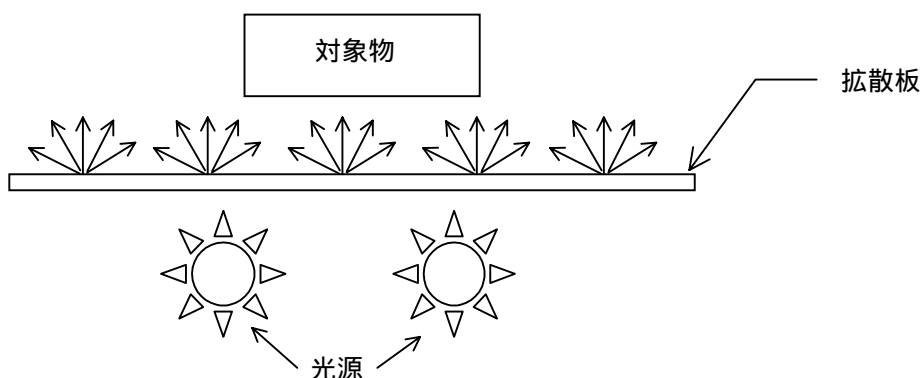


図 拡散照明

カメラ

画像処理システムにおけるカメラは、光の強弱変化としての対象物の光学像をレンズ等を介して撮像素子上に結像させ、撮像素子の光電変換を利用して電気的信号に変換する装置で、2次元の画像として得られるもの（エリアセンサ）と1ライン上の信号として得られるもの（ラインセンサ）とがあります。画像処理において、単にカメラと言うと、エリアセンサを指します。また、ラインセンサの信号を合成して2次元情報とすることもあります。エリアセンサは、以前は、真空管タイプのもの（撮像管）も使われていましたが、今日ではほとんど固体撮像素子（半導体）であり、CCD方式とMOS型方式が使われています。

エリアセンサ（えりあせんさ：area sensor）

対象物の光学像を電気的信号に変換し、2次元の画像として出力する装置のことです。

解説 エリアセンサは、画像処理システムで最も多く使われるセンサで、CCD方式とMOS型方式があります。CCD方式のエリアセンサは、電荷転送の方式により、次のタイプに分けられます。

（１）フレームトランスファー型CCD

構造は比較的単純で、受光部の開口率（有効受光面積比率）が大きく、蓄積部も必要なので、チップとしては大きくなります。また、構造上スミア（明るい部分の上下に白い縦筋が生ずる現象）が発生しやすい欠点をもっています。

（２）インターライントランスファー型CCD

画素に隣接して転送部が配置されるため、フレームトランスファー形より開口率は低く感度は劣りますが、転送部は遮光されスミアが少なく、チップも小さくできるためカメラ全体を小型にでき、最も多く採用されています。

（３）フレームインターライントランスファー型CCD

フレームトランスファー型とインターライントランスファー型のそれぞれの特徴をあわせもった方式で、放送用などの高級カメラに使われます。

一方、MOS型方式は、各画素より信号電荷を信号出力線に直接読み出す方式で、構造が簡単で、低消費電力といった特徴をもっていますが、雑音が発生しやすいという欠点があります。

ラインセンサ (らいんせんさ : line sensor)

対象物の光学像を横断するある直線上の光信号を電気信号に変換する装置のことです。

解説 縮小光学系を用いて結像画像を読み取る縮小型センサと、1対1の光学系を用いて等倍の結像を読み取る密着型センサとがあります。縮小型センサは、CCD方式が主流でエリアセンサの垂直1本分に相当する構造で、主に工業計測、欠陥検査などの画像処理に使われます。また、エリアセンサでは解像度が不足する場合、5千から7千画素のラインセンサを使用して2次元的な画像を合成することがあります。密着形センサは、主にファックス、複写機、イメージスキャナなどのOA機器に使用され、光電変換材料や受光部の構造、光電変換方式、駆動方式の違いにより、多数の種類があります。
〔同義語：リニアセンサ〕

3 画像処理系

画像処理システムにおける画像処理系は、カメラ等でセンシングされた映像信号をアナログもしくはデジタル入力しデジタル画像に変換する入力部、入力された画像を目的に応じて画像処理する処理部、処理された結果をディスプレイ等に出力する画像出力部から構成されています。

入力部

画像処理系において、観測系のカメラとのインタフェースをつかさどり、カメラ等から入力された映像信号に含まれる情報を画像処理に適した形態に変換（いわゆる A / D 変換）する部分をいいます。その他に、入力部には、カメラの処理タイミングと画像処理系のタイミングをあわせる（同期をとる）同期信号を生成する機能が含まれます。情報としては、白黒とカラーの 2 種類があり、白黒の場合は輝度情報を、カラーの場合は輝度情報とともに色情報を扱うことになります。

分解能（ぶんかいのう： resolution）

解説 画像処理系における分解能は、1 枚の画像の画像処理の対象サイズとして画素を単位として表されます。例えば、水平 5 1 2 画素×垂直 4 8 0 画素（または、横 5 1 2 画素×縦 4 8 0 画素）として表現されます。この値は、画像処理系に接続されるカメラの有効画素数から決定されます。CCD などの固体撮像素子タイプのカメラの場合、有効画素数が決まっており（例えば 3 8 万画素タイプで横 7 6 8 × 縦 4 9 4 画素）これ以上に細かく分解しても情報としての意味がなく、有効画素数以下の、画像メモリサイズや処理速度を考慮した値に決定しています。

1 画素あたりの精度は一律にきまるものではなく、カメラのレンズの選択で捉える画面上での被写体の大きさ（視野サイズ）によって異なります。例えば、分解能が横 5 1 2 画素×縦 4 8 0 画素で 5 1 2 mm×4 8 0 mm の視野を処理したときは、1 mm / 1 画素となります。ただ、処理結果の精度としては画像処理の方法によって異なり、2 値化処理の場合は画素毎に白 / 黒情報となるため 1 画素あたりの精度以上はだせませんが、濃淡処理の場合は理論上 1 画素あたりの精度以上をだすことができます。（1 / 4 ~ 1 / 1 0 画素の精度）。なお、カメラからみた分解能の表現としては、解像度がつかわれ

ます。これは、カメラの性能評価を表すもので、被写体の細部がどこまで再現されるかを表す尺度をいい、目視により確認できる白黒の縞の総数を画面の高さに換算した「TV本」の単位で表現され、走査線に沿った水平解像度と走査線に対して直角の垂直解像度があります。

水平分解能 (すいへいぶんかいのう : horizontal resolution)

1 画面の水平方向の画素数です。

解説 画像処理系における分解能は、1 画像の画像処理対象サイズとして画素を単位として表します。例えば、水平 512 画素×垂直 480 画素（または、横 512 画素×縦 480 画素）として表現されます。水平分解能とは、ここで言う水平又は横の画素数のことをいいます。この値は、画像処理系に接続されるカメラの有効画素数から決定されます。CCDなどの固体撮像素子タイプのカメラの場合、有効画素数が決まっており（例えば38万画素タイプで横768×縦494画素）それ以上に細かく分解しても情報としての意味がなく、有効画素数以下の、画像メモリサイズや処理速度を考慮した値に決定しています。

垂直分解能 (すいちよくぶんかいのう : vertical resolution)

1 画面の垂直方向の画素数です。

解説 画像処理系における分解能は、1 画像の画像処理対象サイズとして画素を単位として表します。例えば、水平 512 画素×垂直 480 画素（または、横 512 画素×縦 480 画素）として表現されます。垂直分解能とは、ここで言う垂直又は縦の画素数のことをいいます。この値は、画像処理系に接続されるカメラの有効画素数から決定されます。CCDなどの固体撮像素子タイプのカメラの場合、有効画素数が決まっており（例えば38万画素タイプで横768×縦494画素）それ以上に細かく分解しても情報としての意味がなく、有効画素数以下の、画像メモリサイズや処理速度を考慮した値に決定しています。

アスペクト比 (あすぺくとひ : aspect ratio)

画面の横と縦の長さの比です。

解説 テレビジョンの方式によりその比率は異なりますが、日本では一般的なNTSC方式が標準で、4 : 3の比率をとっています。画像処理に使用されるカメラ（エリアセンサ）もほとんどがこの比率です。したがって、画像処理系で1 : 1で画像処理を行う必要があるときは、入力映像信号をA / D変換する際にサンプリング周波数を工夫するなどの補正手段が必要となります。なお、CCDなどの固体撮像素子のカメラでも、使用されている固体撮像素子の各受光エレメントの横と縦のサイズ比をいう場合があるので、混乱を避けるため、ここでは画像処理以外でも使用されるテレビジョンの方式での横と縦の比率を定義としています。また外国ではSECAM方式やPAL方式が使用されていますが、これもNTSC方式と同様4 : 3の比率になっています。

走査方式 (そうさほうしき : scanning standard)

解説 画像処理に使用されるカメラは通常撮像素子上に結像した画像を画面の左上から水平方向に走査し順次映像信号として出力します。画面の右端まで走査すると、次の行の先頭まで戻る期間(水平帰線期間)をあけて次の行の水平方向の走査をはじめます。1画面の走査が終わると、画面左上に戻り(垂直帰線期間)次の画面の走査を始めます。

この走査の方式としては、2：1インタレース方式（1行おきに走査する飛び越し走査）と順次に走査するノンインタレース方式（順次走査方式、プログレシブ方式）の二通りがあります。

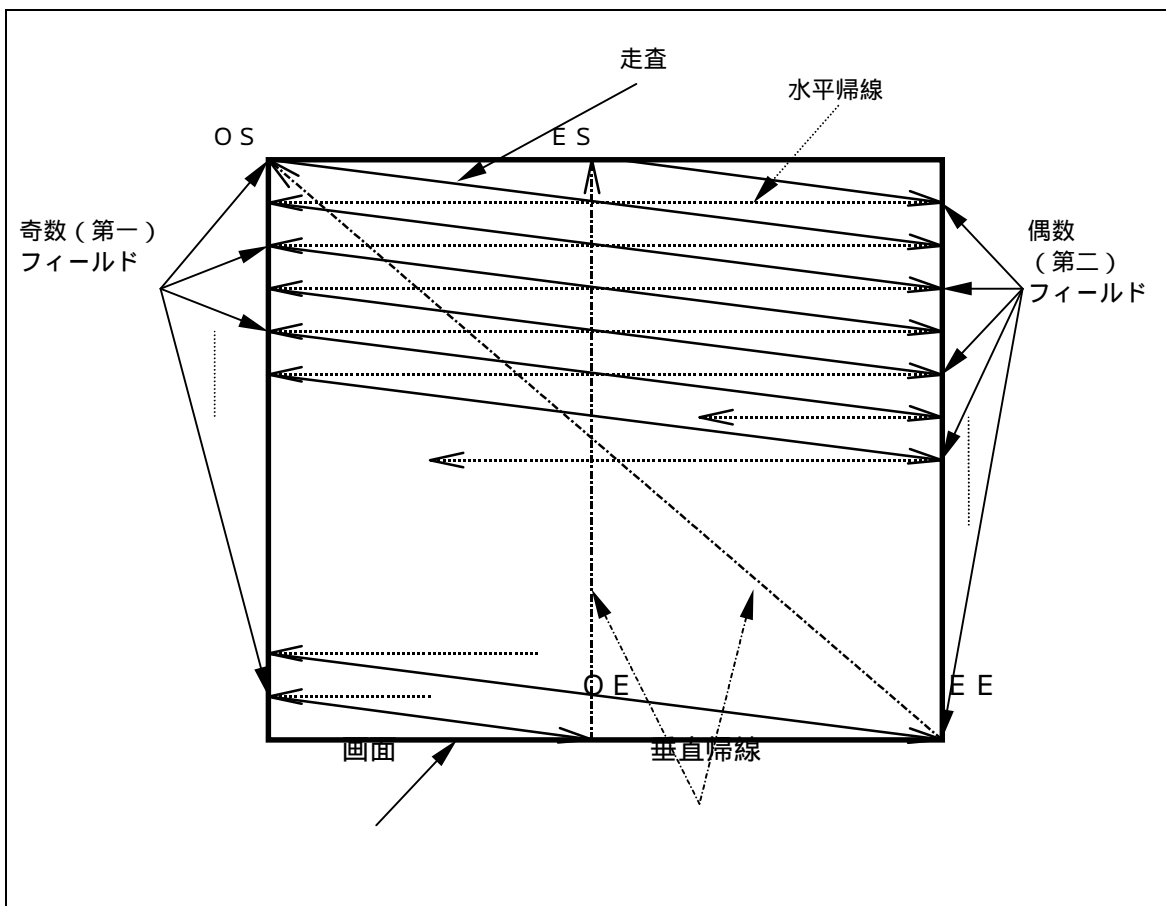


図 走査方式

フレーム (ふれーむ : frame)

画面情報の単位のことです。1画面分の画像情報を1フレームといいます。1フレームは一つまたは二つのフィールドで構成されています。

解説 画像処理に使用されるカメラは通常撮像素子に結像した画像を画面の左上から水平方向に走査し順次映像信号として出力します。画面の右端まで走査すると、次の先頭まで戻る期間 (水平帰線期間) をあけて次の行の水平方向走査を始めます。この走査の方式としては、2 : 1 インターレス方式 (1行おきに走査する飛び越し走査) が一般的で、特別な方法として飛び越しのないノンインターレス方式 (順次方式、プログレシブ方式) があります。2 : 1 インターレス方式は、まず、奇数行 (奇数フィールド : 第一フィールド) を走査し、次に偶数行 (偶数フィールド : 第二フィールド) を走査して2回で1画面分 (フレーム) の信号を出力します。この方式はテレビジョンの規格で規定された方式で、通常は、この方式が使われています。

フィールド (ふいーるど : field)

フレームを構成する単位のことです。2 : 1 インターレス方式では奇数行情報の奇数フィールドと偶数行情報の偶数フィールドがあります。

解説 2 : 1 インターレス方式は、まず、奇数行 (第一フィールド) を走査し、次に偶数行 (第二フィールド) を走査して2回で1画面分 (フレーム) の信号を出力します。この方式はテレビジョンの規格で規定された方式です。

映像信号（えいぞうしんごう：video signal）

画像処理系に入力され、画像処理の対象となる、カメラ等で撮像された被写体の光学的情報を含んだ信号のことです。

解説 映像信号には、大きく分けて白黒映像信号と、カラー映像信号の2種類があります。白黒映像信号は、通常被写体の輝度（明暗）情報を表す輝度信号と帰線期間を表す信号と同期信号を含んでいます（複合映像信号）。カラー映像信号には、大きく分けて3種類の信号形態があります。

（1）色情報が多重された輝度信号とそれを分離するためのカラーバースト信号を多重した帰線期間信号と同期信号を含んだ複合映像信号として一つの信号で処理するものです。

（2）輝度信号（Y）と色信号（C）に分離し、輝度信号に同期信号を、色信号に色同期信号を含んだY/C信号と呼ばれるものです。

（3）赤（R）信号と緑（G）信号と青（B）信号の3原色に分離されたRGB信号と呼ばれるものです（同期信号はG信号に含まれるものと別信号となったものがあります）。一つの信号で扱う（1）の複合映像信号方式は信号線が1本ですみませんが、他の方式に比べ色の再現性が劣ります。

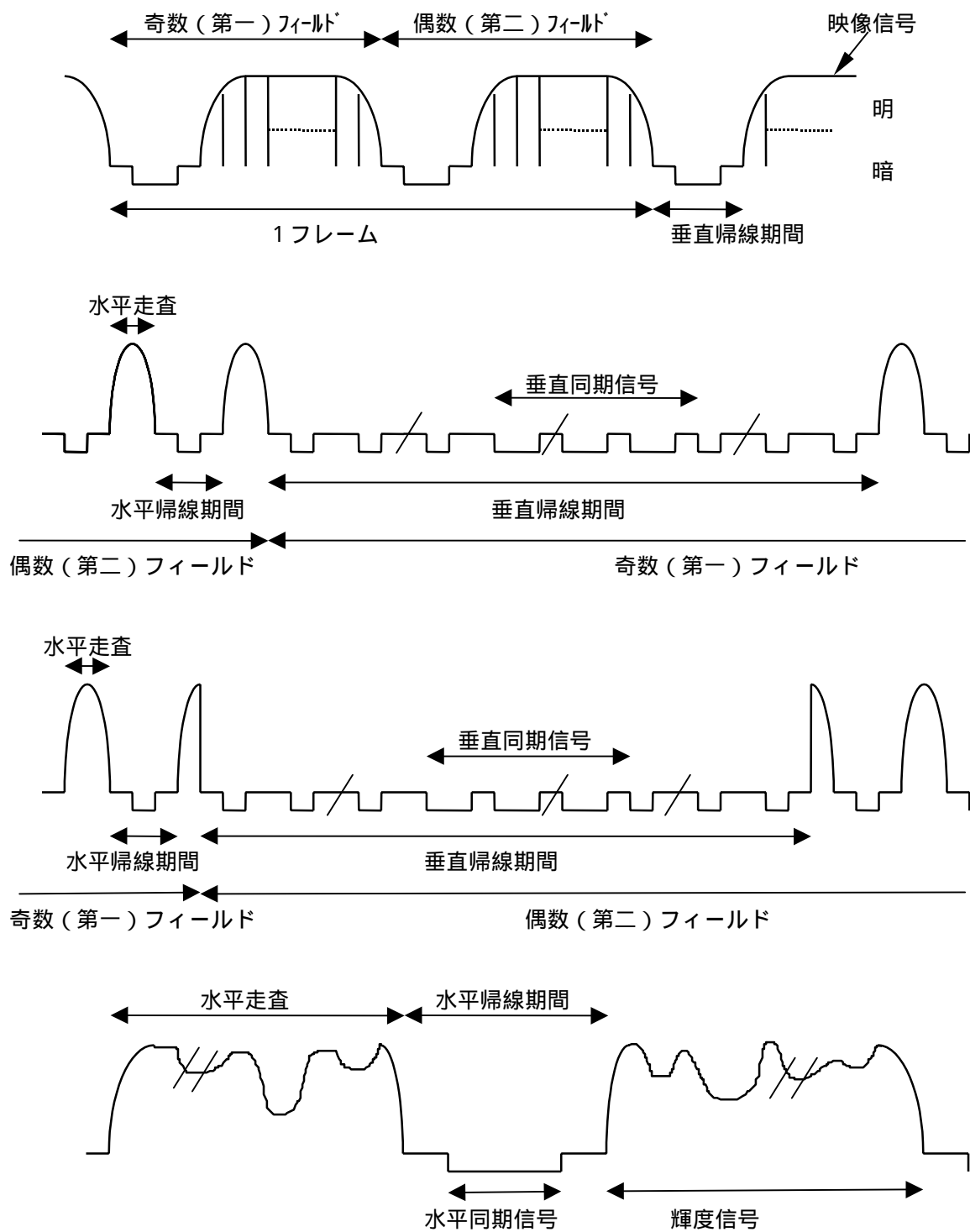


図 映像信号 / 同期信号

NTSC 方式 (えぬていえすしーほうしき : National Television System Committee)

カラーテレビジョン映像信号の規格の一つです。

解説 NTSC方式はNTSC (National Television System Committee) が提唱したカラーテレビの方式で、走査線525本、アスペクト比4:3、2:1インターレース方式、水平走査周波数15.734KHz、垂直走査周波数59.94Hzの方式で、日本国内の画像処理装置のほとんどがこの方式の映像信号を扱っています。又、白黒カメラもこの方式に準拠しているため、画像処理系からみて、白黒カメラとカラーカメラの互換性を保つことが出来ます。

同期信号 (どうきしんごう : synchronizing signal)

解説 観測系のカメラから入力した映像信号の各画面毎の信号開始位置は、画像処理系で認識しなければなりません。そのためカメラから入力した映像信号の開始タイミングと画像処理系の処理開始タイミングを合わせる必要があります。このことを同期をとると言い、そのための信号を同期信号といいます。エリアセンサタイプのカメラの場合、画面の各行の開始を示す水平同期信号と、1画面の各フィールドの開始を示す垂直同期信号とからなり、通常、カメラからの映像信号の帰線期間中に輝度信号と反対極性のパルス信号で映像信号に挿入されています(映像信号/同期信号の図参照)。また、同期をとる方式としては、カメラで生成された同期信号で画像処理系の同期をとる内部同期方式と、画像処理系で生成した同期信号によりカメラから映像信号を出力させる外部同期方式の2方式があります。その他の同期信号として、カラーの映像信号の場合には、変調して色信号を伝送する方式があり、変調された色信号を復調するためのカラー同期信号があります。

水平同期信号 (すいへいどうきしんごう : horizontal synchronizing signal)

画面の各行の開始を示す信号です。

解説 映像信号の各水平帰線期間中に、被写体の輝度情報を表す輝度信号と反対極性のパルス信号で映像信号に挿入されています。画像処理系では、この信号を識別することにより、画面の各行(水平方向)の開始タイミングを知ることが出来ます。

垂直同期信号（すいちょくどうきしんごう：vertical synchronizing signal）

フレーム又は各フィールドの開始を示す信号です。

解説 映像信号の垂直帰線期間中に、被写体の輝度情報を表す輝度信号と反対極性のパルス信号で映像信号に挿入されています。画像処理系では、この信号を識別することにより、奇数又は偶数フィールドの開始タイミングを知ることが出来ます。

内部同期方式（ないぶどうきほうしき：internal synchronization）

カメラ内部で生成されたタイミング信号（同期信号）を使って画像処理系の処理タイミングを同期させる方式です。

解説 カメラからの同期信号は映像信号の帰線期間中に映像信号と反対極性のパルス信号（カメラ内部で生成された同期信号）が映像信号に挿入されており、画像処理系で映像信号と同期信号を分離し、同期信号から処理タイミング信号を生成して使用方法をいいます。この方式は外部同期信号方式に比べて安価で構築することが出来ます。

外部同期方式（がいぶどうきほうしき：external synchronization）

画像処理系で生成されたタイミング信号（同期信号）を使ってカメラを同期させ、映像信号を出力させる方式です。

解説 画像処理系で、カメラ内部で生成された同期信号を使用せず、外部回路で作成した独自の同期信号H D（水平駆動信号：水平同期信号より位相が進んでいる信号）、V D（垂直駆動信号：垂直同期信号より位相が進んでいる信号）をカメラに与え、カメラの同期をとる方式をいいます。

画像処理システムの中での画像処理のハード的な部分を処理部として取り上げます。

画像メモリ (がぞうめもり : image memory)

画像処理を行うために映像情報を記憶する記憶媒体のことです。

解説 画像処理の分野では、画像処理を行うために画像等の映像情報を記憶する記憶媒体を画像メモリと呼称して区別しています。通常記憶媒体としては書き込み、読み出しが可能なＩＣメモリを使用します。

バス (ばす : bus)

画像処理装置を構成する複数の装置間を接続する共通の信号路のことです。

解説 もともとはコンピュータにおいて、ＣＰＵ、メモリ、周辺装置を接続する共通の信号路をさす言葉ですが、画像処理装置間の画像、信号等を伝達する信号路にも使用しています。バス方式（規格）として一般的なものはＶＭＥバス、ＰＣＩバスなどがあげられます。画像処理ボードではこれらの規格化されたバスが採用されており、ＶＭＥバスは主に制御系の装置に、ＰＣＩバスはパソコン関連に使用されています。

画像処理プロセッサ (がぞうしよりぷろせっさ : image processor)

画像処理を行うことを目的としたＬＳＩのことです。

解説 画像処理を行う一連の回路群を指す場合もありますが、ＬＳＩに注目すると、メーカーが独自に開発した画像処理専用のＡＳＩＣ、ＤＳＰ、並列形やデータフロー形の特殊演算ＣＰＵや、汎用マイクロプロセッサがあります。

画像出力

通常、入力画像や処理画像は画像処理系内部のメモリ上に存在しています。画像処理はこのメモリ上のデータを様々な手法で取り扱いますが、そのままではメモリの内容は人間の目には見えません。そこで入力画像や処理画像が人間の目に見えるように、あるいは理解できるようにモニタTV画面へ表示するのが一般的です。表示はモノクロ、カラーまたは疑似カラーなどで行われます。また画像だけではなく付随する文字情報や線画なども表示されます。

また、メモリ上の画像情報は取り扱い易いようにマッピング、あるいはフォーマットされていますが、用途によって形式は様々です。更に、通信によって画像情報を外部機器に転送する場合があります。その際に転送時間を短縮する目的で画像を圧縮するなど、ある画像形式を別の画像形式に変換出力することもあります。これらはすべて画像出力です。

表示 (ひょうじ : visualize)

解説 表示は、入力画像や処理画像を人間が目で見えるように、あるいは理解できるようにモニタTV画面やそれに類する装置へ表示するのが一般的です。これにより、照明やカメラの選択および設置状況が最適になっているか、あるいは画像処理の結果が意図したとおりになっているかなどを確認することができます。また画像だけではなく、例えば検査においては良・不良の通知、計測においては計測部位と計測値が文字や線画で表示されることでも目視での確認が容易になります。さらに設定情報表示など、マンマシンインタフェースにおいても重要な要素です。

オーバーレイプレーン (おーぱーれいぷれん : overlay plane)

映像上に線画や文字をオーバーラップ表示するための画像メモリです。

解説 処理結果の項目名称や数値は人間が目視でも確認できるようにモニタTVに文字で表示することが出来ます。また、領域設定においても領域が目視で確認出来るように線画、例えば直線で矩形に表示することが出来ます。これは専用のプレーン（実体はメモリ）に書き込みを行い、処理画像にオーバーラップして表示させることで実現しています。

映像表示プレーン（えいぞうひょうじぶれーん：image plane）

画像をモニタTVに表示するための画像メモリです。

解説 画像処理装置では、映像取り込みに適したメモリであるビデオメモリ（構造はDRAM）を搭載し、そのメモリ上で画像入力および画像処理を行います。ビデオメモリの内容はD/A変換器を通してモニタTV上にそのまま映像として表示されます。ただしビデオメモリは一般的なSRAMなどと比べアクセス速度が遅いため、画像処理自体はビデオメモリとは異なる高速なメモリを使って実施する場合があります。この場合は、処理結果がそのままでは表示されないため、必要に応じて表示専用のビデオメモリ、つまり映像表示プレーンにDMA転送、あるいはソフトウェア転送して表示することで実現しています。

疑似カラー（ぎじからー：pseudo-color）

輝度ごとに任意色を配色したカラー表現です。

解説 白黒の濃淡画像では微妙な輝度の違いが目視ではわかりづらいので画像の輝度に色を対応させることにより微妙な輝度の違いを明確化できるのが疑似カラーです。装置内部にLUTと似たようなカラーパレットを持ち、このカラーパレットへ輝度に対する色情報をセットしておくことにより疑似カラーを実現しています。

画像形式（がぞうけいしき：image form）

解説 画像メモリ上では映像情報が一定のデジタル形式でマッピングされています。また映像情報を通信で転送したり、あるいはファイルに保存したりする場合、転送時間の短縮やファイル容量の削減を目的に圧縮処理を施す場合もあります。このように画像の形式は一定ではなく、用途に応じて様々な形式があります。一般にはPICT、BMP、GIF、JPEG、MPEG、TIFF、PCD などと呼ばれる形式のものです。産業用画像処理、特にモノクロ画像においては1画素の階調を1バイト(8ビット)256階調で表したデータ群がラスタ方式(画面の左上隅から右方向へ走査し、それを上から下へ順次ずらしながら繰り返す方式)で並んだ形式が多く用いられています。2値画像の場合には同じラスタ方式の並びで8ビットの内どこか1ビットを2値画像の情報にしたり、各ビットに座標を割り振って8ビットで8画素分を表したりします。

4 画像処理手法

産業応用の分野で頻繁に使用される基本的な画像処理手法としては、汎用的な処理の準備としての前処理、ラベリングや特徴抽出などの2値画像処理、画像に関する各種演算、処理領域設定や対象物のサーチ、色抽出・判別のカラー画像処理などがあります。

前処理

画像処理の各プロセスの中で、撮像の条件、画像の品質、対象物の性質等、個々の画像データの特殊性を吸収し、後段の汎用的な画像処理プロセスでの処理が行いやすい入力データを提供するための画像処理プロセスを一般に前処理と呼びます。輝度ムラを補正する処理（シェーディング補正）、観測系による画像のひずみを補正する処理（アフィン変換、ひずみ補正）、雑音を除去する処理（平滑化）、画像を鮮明にする処理（鮮鋭化）、対象物の形状的特徴を強調する処理（エッジ・線検出）、2値画像の整形（モフォロジー処理）等が前処理として用いられることの多い典型的な画像処理手法です。また、画像の2値化処理も重要な前処理の一つですが、基本用語を参照して下さい。

シェーディング補正（しえーでいんぐほせい：shading correction）

光学系や撮像系の特性による輝度ムラに対して、一様な明るさの画像になるように補正する処理のことです。

解説 シェーディングとは、画像処理装置の観測系における、カメラ光学系の周辺減光、撮像素子の感度の不均一性等によって生じる対象画像の本来の輝度と映像信号との間の変換特性の不整合のことです。画像の周辺部が中心部に比べて暗いというような輝度ムラとなって現れます。画像全体が平均的に一様な明るさとなるように補正するのがシェーディング補正です。具体的には、全体が一様な輝度分布を持つ画像に対する画像処理系への入力データを用いて、全画素に対する変換特性を事前に求めておき、この変換特性に基づいて輝度を補正します。

アフィン変換 (あふいんへんかん : Affine transformation)

変換前の画像座標を (x, y) 、変換後の画像座標を (u, v) としたときに、 $u=ax+by+c$ 、 $v=dx+ey+f$ で示される座標変換式によって (x, y) の輝度を (u, v) の輝度で置き換える処理のことです。

解説 一次の座標変換式で表される画像の幾何学的変換で、座標変換の文脈では、線型変換、一次変換と同義です。等方的な平行移動、回転、伸縮は、アフィン変換の特殊な場合です。スキューひずみや回転ひずみ等、撮像系の比較的単純なひずみの補正や、対象物体の置き方のずれを補正して複数画像間の位置合わせを行う場合に一般的に用いられる手法です。

ひずみ補正 (ひずみほせい:correction of geometrical distortion)

光学像の幾何学的ひずみを補正する処理のことです。

解説 画像処理によって、対象物の形状に関する情報を正しく抽出するためには、画像中の形のひずみを取り除くためのひずみ補正が必要な場合があります。ひずみは、レンズの各種収差に代表される観測系の機構に関するひずみ（内部ひずみ）と、観測系、特にカメラの姿勢や対象物との位置関係による投影の幾何学に起因するひずみ（外部ひずみ）に大きく分類されます。

例えば、内部ひずみを補正するには、格子状の図形をカメラとの位置関係が正しい状態で画像処理装置に取り込み、格子点の本来の座標と画像上の座標との間の変換特性をもとに行われています。

平滑化処理 (へいかつかしより : smoothing)

画像の雑音を抑制・除去する処理のことです。

解説 画像処理装置における画像には、雑音、すなわち処理の目的からみて有意な情報を持たないか、処理に有害となるランダムな細かい変動成分が含まれることがあります。画像から本来の情報を抽出するための前処理として、こうした雑音をあらかじめできるだけ取り除いておく必要があります。このため、空間フィルタの一種である平滑化

フィルタなどを用いて、雑音を抑制・除去します。〔同義語：ノイズ除去〕

鮮鋭化処理 (せんえいかしより : sharpening)

画像をより鮮明に変換する処理のことです。

解説 ぼけて不鮮明な画像をシャープな画像に変換する処理のことです。人間の目視による検査などが行いやすい画像を作るための処理としてしばしば用いられます。基本的には、空間周波数の高周波成分を強調することによって実現できます。具体的には、画像の高周波成分を空間フィルタの一種であるラプラシアン・フィルタで計算し原画像に加える方法 (アンシャープマスキング) が広く用いられています。

エッジ・線検出 (えっじ・せんけんしゅつ : edge and line detection)

画像中の輝度が急激に変化する場所を検出する処理のことです。

解説 エッジや線のみ浮き出させて線画的に表現された画像はその中の対象物の形状的な特徴をよく表すので、画像解析や画像計測を行うためにまずこの処理を用いています。具体的には、注目画素とその近傍画素の輝度の差を用いて一次微分値を計算する方法が広く利用されています。しかし、対象物の輪郭や線が途中で途切れることもあり、ルーチン化された図形の特徴抽出などには、2 値画像の輪郭追跡や細線化処理を用いています。

モフォロジー処理 (もふおろじーしより : morphological operation)

画像をいくつかの方向に画素単位でずらした画像群と、もとの画像との画像間演算によって、図形を変形する処理のことです。

解説 重ねあわせた画像で画素間の AND を取るのが侵食 (erosion)、OR を取るのが膨張 (dilation) です。これらの組み合わせによって、画像中の対象物の形状に関するいろいろな処理が可能となります。侵食の次に膨張を行うのが opening であり、細かい雑音を除去することができます。膨張の次に侵食を行うのが closing であり、物体中の穴を埋めることができます。収縮・膨張処理の拡張であり、一般的には 2 値画像に対

して行なわれる処理ですが、濃淡画像にも応用が可能です。〔同義語：モルフォロジー処理〕

2 値画像処理

2 値画像に対して行われる画像処理のことを 2 値画像処理といいます。典型的な 2 値画像処理としては、2 値画像中の図形成分（対象物）への番号付け（ラベリング）、図形の境界の抽出（輪郭追跡）、雑音的要素を除去・抑制したりする図形の変形処理（収縮・膨張処理、論理フィルタ）、図形の面積、形状などの計測（特徴抽出）などが挙げられます。

ラベリング（らべりんぐ：labeling）

2 値画像の連結成分（connected component）ごとに異なったラベル（番号）をつける処理のことです。

解説 2 値画像中で同じ値を持つ画素が互いに連結して一つの塊りを形成しているものを連結成分と呼びます。特に対象物に対応する連結成分である図形成分（figured component）が、通常、処理の対象となります。一般的には複数の図形成分が存在する 2 値画像において、それぞれの連結成分に対して異なったラベル（通常は連続した自然数）を割り当てる処理をラベリングと呼びます。ラベリングは、その後に連結成分（特に図形成分）の特徴を解析する過程の前に行われる重要な処理です。

輪郭追跡（りんかくついせき：border following）

図形の境界がつくる閉曲線を抽出する処理のことです。

解説 輪郭追跡では、通常、図形の境界がつくる閉曲線上の隣接する画素間の方向の情報（チェーン・コード）を閉曲線全体にわたって抽出し、その情報を図形成分の輪郭形状の解析に使用します。この処理で得られる輪郭線（1 次元）のデータサイズは、原画像データ（2 次元）のサイズと比較して一般的にかなり小さくなります。そのため、輪郭追跡をデータ圧縮技術の一手法と見ることもできます。

この輪郭追跡のように 2 次元の画像を 1 次元化するという処理としては細線化処理（thinning）もありますが、こちらは線図形（文字や図面中の線のように本来は幅を有

さない図形)の連結性が保存されるようにその線幅を1にまで細めるというもので、主に線図形の形状を解析する目的で 사용되는ものです。それに対し、輪郭追跡は、主として塊状の広がりのある図形の輪郭形状を解析する目的で使われます。〔同義語：輪郭抽出〕

収縮・膨張処理 (しゅうしゅく・ぼうちょうしり : erosion/dilation)

図形を縮める処理を収縮処理、膨らませる処理を膨張処理といいます。

解説 収縮処理の基本は、与えられた図形成分の境界にある画素の値を全て背景成分の画素の値に変換して1画素分縮めることです。一方で膨張処理の基本は、収縮処理とは逆に図形成分の境界画素に接する背景成分中の画素の値を図形成分の画素の値に変換して1画素分膨らませることです。これらの基本的な収縮処理と膨張処理とをそれぞれ複数回行ったり、互いに組み合わせることによって、2値画像内の図形の雑音成分(小さな穴や孤立点、細かい凹凸)の除去が可能となります。また本来一つの図形であったものが亀裂状の雑音のために、二つに分かれて画像処理装置に入力された場合にそれを修正してもとの一つの図形にもどすこともできます。前者の孤立点除去などの処理も含めて、画像処理の文脈では広くこれらを図形融合(fusion)あるいは2値画像の平滑化(smoothing for binary images)と呼びます。画像の雑音成分は正確な図形の解析を妨げる場合が多いので、そのための前処理として上記のような雑音成分を除去する処理は重要で、非常によく用いられます。

なお、膨張・収縮処理は一般的には図形の連結性を保存しないので、文字など連結性が重要になる線図形の処理には適さないという点に注意する必要があります。

論理フィルタ (ろんりふいるた : logical filter)

2値画像において、中心画素とその周辺画素の値に0か1の2値の重み付けを行って、主に論理演算で求めた値、あるいはこれら画素値のパターンに対応してあらかじめテーブル式に定められた値をその中心画素の値とする処理のことです。

解説 重み付けパターンの種類や演算順序・回数を工夫したり、画素値パターンへの対応値のセットを各種用意することで様々な処理を行うことができます。代表的な論理フィルタによる演算を以下に示します。

- (1) 収縮 (erosion) : 図形を 1 画素分だけ縮めます
- (2) 膨張 (dilation) : 図形を 1 画素分だけ膨らませます
- (3) 平滑化 (smoothing) : 背景中の孤立点の除去や図形内の小さな穴を埋めます、あるいは周囲にある微小な凹凸を取り去ります。(本用語集では、(1)、(2)、(3)を統合して「収縮・膨張処理」としています)
- (4) 細線化 (thinning) : 線幅 1 画素の中心線を求めます
- (5) 移動 (shift) : 図形を移動させる。上下左右の移動方向を指定することができます。

上記の他にも輪郭抽出、端点抽出、交点検出、孤立点検出、密度検出などの演算が可能です。

特徴抽出 (とくちょうちゅうしゅつ : feature extraction)

図形の面積や周囲長など主に形状に関する特徴量を求める処理の事です。

解説 画像内の図形 (対象物) の計測やパターン認識を行うためには、その図形の形状に関する特徴を抽出する必要があります。この処理により抽出される形状特徴の主なものを以下に示します。

- (1) 面積 : その図形成分に属する画素の個数に等しくなります。
- (2) 周囲長 : その図形の輪郭線上にある画素の辺の個数に等しくなります。ただし、斜め方向には 2 の重みをつけるなどの補正が必要です。
- (3) 円形度 : $4 \times \text{面積} / (\text{周囲長})^2$ で計算されます。真円において 1 となり、図形が複雑になるほど値は小さくなります。
- (4) 複雑度 : $(\text{周囲長})^2 / (\text{面積})$ で計算されます。図形が真円であればこの値は最も小さい 4 の値をとり、円形度とは逆に図形が複雑になるほど値は大きくなります。
- (5) モーメントと重心 : 所定の計算式によって得られる図形の重心位置や、図形の方法性を示す慣性主軸などが用いられます。
- (6) フェレー径 : その図形に外接する長方形の縦または横の辺の長さのことです。画像の水平・垂直座標軸に平行な長方形を用いる場合 (水平フェレー径、垂直フェレー径) や、慣性主軸に平行な長方形を用いる場合などがあります。

演算

通常、コンピュータにおける演算とは、オペランドに対しある処理をして新しい結果を得ることですが、画像処理においては原画像の各画素の値がオペランドに相当し、これに対してさまざまな演算（処理）が施され、利用しやすい画像に加工されていきます。主に濃淡画像に対しては算術の規則に従う演算（算術演算）が、2 値画像に対してはブール代数の規則に従う演算（論理演算）が画素間あるいは画像間（画素間演算、画像間演算）で行われます。これらは特徴抽出などを行うために必要に応じて使い分けられています。演算を記述するには、機能別に演算子（オペレータ）と呼ばれる記号が使用され、算術演算子には +、-、 \times 、 \div などが、論理演算子には OR、AND、EXOR、NOT などがあります。

算術演算（さんじゅつえんざん：arithmetic operation）

主に濃淡画像に対して用いられる算術の規則に従う演算のことです。

解説 通常、四則演算と同義ですが、平均化など四則演算を組み合わせる行う処理や最大値・最小値を求める比較演算などを含めることもあります。画像処理装置においては、主に濃淡画像に対する画像間演算を意味し、また画像処理の結果として得られた特徴量の数値的処理なども算術演算といえます。

画像間の算術演算としてよく使われる例は次のようなものです。二つの連続する画像間で減算を行うと、静止した背景はほぼ 0 になりますが、対象に動きやズレがあると、その差が表れ、動きやズレの検出ができます。また、対象物の良品の画像をあらかじめ記憶させておき、それと検査対象品の画像との差（減算後絶対値にすることが多い）を求めることで、異物や欠陥の検出に用いる使い方もあり、外観検査の基本的手法の一つですが、対象物が画像内で同じ位置、向き、大きさでないと使えません。加算については、連続するいくつかのフレームに適用してランダムな雑音を低減し、SN 比の向上に用いる例があります。

論理演算（ろんりえんざん：logical operation）

ブール代数の規則に従う（あるいは、論理和、論理積、排他的論理和、否定などによる）演算で、主に 2 値画像に対する画像間演算や、良否判定条件の組み合わせによる総合判定にも用いられます。

解説 真偽値あるいは0と1など2値データに対する論理和、論理積、排他的論理和、否定などのいわゆるブール代数による演算を意味しますが、画像処理装置では、主に2値画像に対する画像間演算のことをいいます。二つの2値画像の排他的論理和（ E X O R ）はその画像の一致度を判断したい場合によく使われる他、否定（ N O T ）は画像の白黒を反転させたい場合にそれぞれ用いられます。連続する画像間で論理和（ O R ）を使うと、ランダムノイズによる図形中の穴を埋めることが可能であったり、論理積（ A N D ）では背景中の孤立点の除去ができるといった収縮・膨張処理に似た効果が期待できます。

また、外観検査等で、画像中の対象物の検査ポイント毎にウィンドウ（本用語集では「処理領域」）を設けて各ウィンドウからの良否判定出力を組合せて総合的な良否判定を行うことを特に論理演算ということもあります。簡単な例では、良のとき1、否のとき0を各ウィンドウが出力する場合、一ヶ所でも否のときに総合判定として否としたければ、出力の論理積を用います。

画素間演算（がそかんえんざん：pixel to pixel operation）

一つの画素の状態を調べるために、基準となる画素との間で行う演算のことです。

解説 画像処理における画素と画素との間の演算は、すべての画像処理の基本となる演算ですが、特に画素間演算と呼ばれるのは、ある画素の状態を調べるために、基準となる別の画素との間で演算を行い、判定や計測を行う場合です。基準となる別の画素は、同フレーム内にある場合と、時間的にずれのある別のフレーム内にある場合とがあります。2値画像においては、主に論理演算により、濃淡画像においては主に算術演算により処理が行われます。

画像間演算（がぞうかんえんざん：inter-frame operation）

二つの画像の対応する同じ位置の画素の値に対して何らかの演算が施され、その結果も二つの画像の何れか又は第3の画像の同じ位置の画素の値とする処理のことです。

解説 通常、濃淡画像の画像間演算では算術演算が、2値画像の画像間演算では論理演算が用いられます。（詳細はこれらの演算の解説を参照してください）他に、シェー

ディンク補正に似た効果ですが、次のような例もあります。2 値化処理したい画像に明るさのムラがあるような場合、原画像を A とし、平滑化処理等で A をぼかした画像を B とします。2 値化の前処理として、 $C = A - B$ という画像間演算を行うと、原画像 A をそのまま 2 値化するよりも C を 2 値化した方が比較的良好な結果が得られます。

基本的には二つの画像を対象としていますが、その組み合わせとして連続的に入力される画像に対して行ったり、あるいは一つの画像の全画素に対し、同一の値を演算することもあります。

領域設定

画像処理 によって、画像の内容を解析又は分析を行う場合、画像全体を同一処理する方法では期待される結果が得られない場合があります。そこで対象とすべき画像の範囲を区分して行うのが一般的です。画像全体に対し、対象とする領域とそれ以外との領域に区分することを領域設定或いは領域分割といいます。領域設定の具体例を下図に示します。尚、設定される領域は必ずしも一つだけでなく画像処理の目的により複数設定される場合もあります。

領域設定の具体例として、良否判定等の検査に用いるための領域（処理領域）の設定、又、検査対象に即した形状の処理領域（マスク）の設定があります。また、関連事項として、位置決めによく使われる教示データのパターン（テンプレート）と同類のものを設定領域内で探す処理（サーチ）があります。

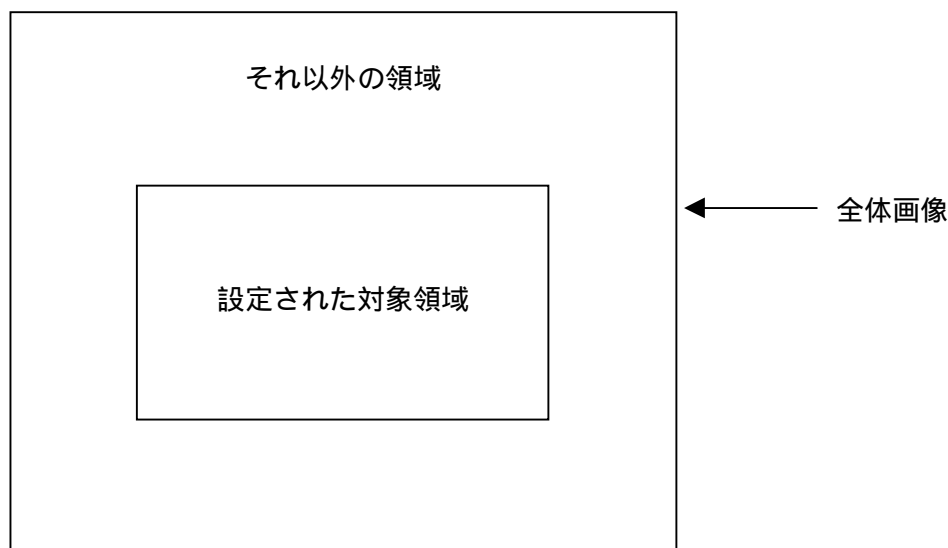


図 対象領域の設定

処理領域 (しゅりりょういき : region of interest)

画像内で処理対象となる区分された領域のことです。

解説 画像を使っていろいろな検査、例えば良品と不良品の判定等を行う場合、一般的には画像全体に対し、良品と不良品との判断をするために最適な領域を区分し、対象となる画像情報をもとに検査を行います。このように検査のために区分された領域のことを処理領域といいます。処理領域の設定は検査の内容によって一つだけでなく複数設定される場合もあります。下図は全体画像に対し処理領域を二つ設定した例です。

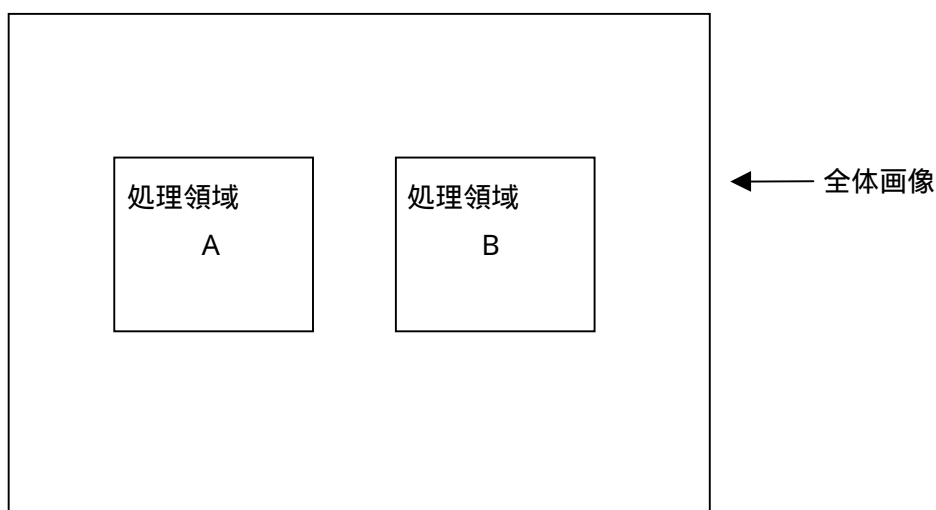


図 処理領域の設定

〔同義語：検査領域〕

マスク (ますく : mask)

検査対象の形状に即した任意形状の処理領域又はそれを記憶させた参照用の画像のことです。

解説 画像処理で良否判定等の検査を行う場合、処理領域として通常矩形、時には円形等の比較的生成しやすい形状の領域が用いられます。しかし、実際には、検査対象物の形状に合わず、処理領域の中に対象物の映像と背景の映像が混在し、背景の不規則な画像情報が検査の障害になることがあります。そこで、検査対象物の良品画像の形状を2値化処理等で得て、それを処理領域として用いることがあります。このような領域を

用いて良否判定等の検査を行うことをマスク処理といい、その際の任意形状の処理領域、又はそれを記憶させておく参照用の画像をマスクと呼んでいます。

サーチ（さーち：search）

教示データのパターンと同類のものを画像内で探す処理のことです。

解説 サーチは、主に機構系の制御のため、対象物の画像内における位置を求めたり、対象物内の特定のマーク等の位置を検出したりする位置決めに使われます。教示データ（テンプレート）として目的の対象物やマーク等のパターン（画像）が事前に与えられ、サーチ候補となる対象物との間で一致度が算出されますが、その算出方法はパターンマッチングと同様、正規化相関などの手法が用いられます。しかし、サーチでは、時には画像全体から目的の対象物を探すこともあるので、粗・精サーチ法やSSDA法（残差逐次近似法）など処理時間短縮のため様々な工夫がなされています。

テンプレート（てんぷれーと：template）

サーチやパターンマッチングにおける同類判定用の教示データ画像のことです。

解説 サーチでは検索対象のパターンそのもの又は基準となる代表的なパターンを、又、パターンマッチングでは検査対象となる製品や文字の良品画像を、あらかじめ教示データとして画像処理装置に記憶させておきます。この教示データをテンプレートといいます。

カラー画像処理

カラー画像に対する画像処理のことです。カラー画像は、通常色をR、G、B（赤、緑、青）の3成分で表し、各8ビット計24ビットの情報を各画素に対して持っていますが、これら各単色の3枚の濃淡画像の組み合わせとして取り扱われています。処理の効率化のため、各5ビット計15ビットとしたり、色によるビット配分を変える場合もありますが、1ワードのなかに画素の色情報を収め、1枚の画像として扱う例もあります。モノクロ濃淡画像に対する処理の組み合わせ又はカラー用の拡張が処理の基本となります。色の情報を有効に利用すれば結果の信頼性は高くなります。

カラー画像に対しよく用いられる処理は、モノクロ濃淡画像における2値化と同様、

特定の色の領域を抜き出したり（色抽出処理）、複数の色を用いた良否判定（色判別処理）などがあります。

色抽出処理（いろちゅうしゅつしり：color extraction）

カラー画像において目的とする色の領域を抜き出すことです。

解説 モノクロ濃淡画像において、2値化によって目的とする領域を切り出す処理に対応するのが、カラー画像における色抽出処理です。抽出方法は、目的とする色の各原色成分又は色の3属性等に対して、上下のしきい値を設定し、すべてのしきい値の条件を満たした画素を抜き出す多次元スレショールド法が基本です。モノクロ2値化では区別困難な輝度の類似した対象物でも色で区別できる場合に利用されます。R、G、Bの原色成分をそのまま使うと明るさの影響を受けるので、人間の色感覚に適合する「色相」「彩度」「明度」の3属性に変換して処理を行うこともあります。

色抽出処理で抜き出された領域の有無、大小で良否判定を行ったり、その領域の形状測定、位置検出等2値画像処理と同様の処理に用いられています。

色判別処理（いろはんべつしり：color classification）

カラー画像において、色の違いによる対象物の分類や良否判定等を行うことです。

解説 あらかじめ教示データとして複数の色が与えられ、各色に対応する対象物（画素領域）を求める手法は、色抽出処理と同様で、その結果の利用にも共通点がありますが、画像内の対象物ないしは処理領域を色で分類したり、その結果の組み合わせによる良否判定を行ったりすることを色判別処理といいます。

その他の画像処理

画像処理システムの基本的な処理として既に定義、解説を行なったもの以外に現在、画像処理分野で活用されている処理手法についていくつか解説します。

その他の画像処理手法としては、移動物体の解析などに使用されている動画画像処理、マルチメディアに広く利用されている画像圧縮、立体的な情報を求める3次元計測や、人間の脳の情報処理モデルを模擬したニューラルネットワークがあり、これらの定義と解説を行ないます。他に、曖昧な値を扱う理論のファジー、生物の適応と進化をモデルと

した遺伝的アルゴリズム、さらにA I（人工知能）やエキスパート・システム等々の新しい手法も画像処理に取り入れられていますが、ここでは省略します。

動画画像処理（どうがぞうしゅり：motion picture analysis）

時間間隔をおいて順次撮像された画像から物体の動きや構造などの情報を解析することです。

解説 移動物体を発見したり、その動きのパターンを求めるとき、時間的に連続して撮られた画像を解析する必要があります。このように連続して撮られた画像を解析することを従来の静止画像を処理する手法と対比して動画画像処理といいます。動画画像処理の目的は、主に移動物体の抽出、運動認識と追跡ですが、動画画像をもとにした3次元環境の認識や、動画画像を保存、あるいは伝送するためのデータ圧縮への適用も可能です。

動画画像処理の基本は、連続する画像間で動いている部分を推定し、それらをもとに一連の画像中で、対象とする物体を追跡しその運動を計測することです。動画画像処理の応用例として、気象などでは衛星写真による雲の動きの測定、医学・生物学などでは心臓の動きや微生物の運動パターンの解析、さらには交通量調査や走行車両からのナンバープレートの抽出・認識などがあります。

画像圧縮（がぞうあっしゅく：image compression）

画像を保管又は伝送するために、画像内の必要な情報を保持したままデータ量を削減することです。

解説 画像のデータ量は、文書データ等と比べると非常に多く、その保管や伝送の際にネックとなるので、元の画像の必要な情報を保持しつつデータ量を削減し圧縮する手法が必要とされます。今日、画像圧縮と言え、ブロック化や直交変換により、画像の冗長性や視覚特性の特徴を利用して、全体としてビット数を大幅に削減したデータに変換（符号化）することを中心とした手法（J P E GやM P E Gなど）のことです。これは、高能率画像符号化などと呼ばれ、アナログ画像における帯域圧縮とは異なるものです。検査、計測等を目的とする画像処理では高い圧縮率の画像からの復元画像を用いると精度に影響を与えることもあります。

3次元計測（さんじげんけいそく：three-dimensional measurement）

対象物体の奥行き情報を含めた3次元的な位置と姿勢及びその形状を計測することで

解説 3次元計測のために画像処理の分野で用いられる3次元情報の検出方法は、三角測量原理や投射する波動が対象物で反射して戻ってくるまでの時間を計る時間計測による手法などがよく知られ、受動的な方法と能動的な方法に大別されます。下表にそれぞれの代表的方法を示します。能動的方法は、対象物体に光を投射してその反射光を検出するもので、CADの3次元入力手段として適しています。受動的方法は投光光源をもたない3次元入力手段として期待されています。

3次元情報検出	受動的方法	レンズ焦点法（移動焦点法）	
		単眼視法（Shape from Shading法など）	
		ステレオ法	両眼視
			三眼視、多眼視
			カメラ移動形
	能動的方法	動画像（移動物体）	
		光レーザ法	位相差計測
			時間差計測
		光投影法	スポット光法
			スリット光法（光切断法）
			コード化パターン法
			繰り返しパターン法
		照度差ステレオ法	
		モアレ法	
		干渉法	

表 3次元情報の検出方法

3次元計測は、当初、生産工程の組み立てや検査の自動化、3次元物体のCAD/CAMの形状入力及び移動ロボットの環境認識の視覚センサとして開発が進められてきました。その後、医療やアパレルなどの分野では、人体の体型の計測など人間感覚計測・評価にも応用されつつあります。最近では、ヒューマンインターフェイスやバーチャルリアリティの視覚体感の手段として3次元計測に大きな期待がかけられています。

ニューラルネットワーク（にゅーらるねっとわーく：neural network）

脳の神経回路網の仕組みを模擬した処理手法のことです。

解説 ニューラルネットワークは、多数の信号処理を行なう神経細胞（ニューロン）のモデル（ユニット）から成り、それらのユニット間にある結合荷重（これをシナプス荷重といいます）を持ったネットワークにより接続します。ユニット相互に信号のやりとりをしながら、ネットワーク全体で情報処理を行います。その際、ネットワークは、与えられたサンプルデータをもとに結合荷重を変化させ、目的とする出力データが得られるように、より良い処理方法を自発的に発見する学習機能を実現する仕組みを備えています。ニューラルネットワークの構造は、大きく分けて階層型と相互結合型があります。階層型はパターン認識（文字認識）、データ圧縮、時系列解析などの問題に適用され、学習方法としてバックプロパゲーション（Back Propagation）法がよく知られています。相互結合型は最適化問題、連想記憶などの問題に適用されます。

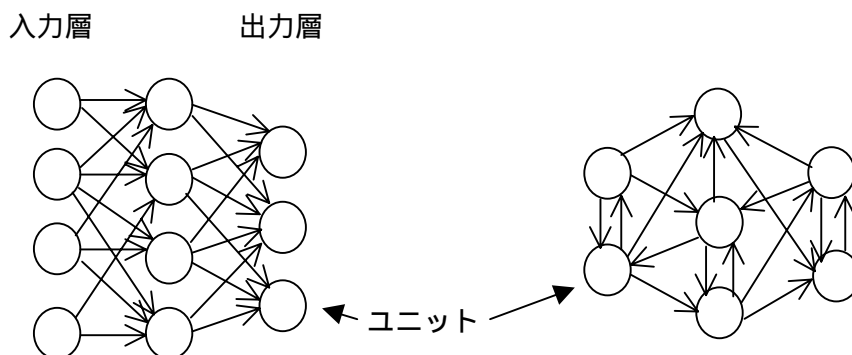


図 a 階層型ネットワーク

図 b 相互結合型ネットワーク

5 応用

画像処理の産業応用は非常に幅広く、テーマによって、研究段階のものから実用レベルに達しているものまで様々です。画像処理システムを構築する際のポイントは照明方法、カメラ、画像処理手法および搬送装置をいかに有機的にシステム化できるかにかかっています。産業応用で実用化されているシステムのうち代表的なものは以下のテーマがあります。

(1)位置に関するテーマ

ワイヤーボンダー等への応用でハンドリング装置への目標位置を知らせるもの。

(2)分類に関するテーマ

ラインを流れてくる対象物がどのカテゴリーに属するかを判断するもの。

(3)文字に関するテーマ

製品に印字された文字の読み取り、または、印字品質を検査するもの。

(4)製品の外観検査に関するテーマ

種々の製品の外観の汚れ等の欠陥を検査するもの。このテーマは応用分野によって、実用化されているものと研究段階のものが混在しています。

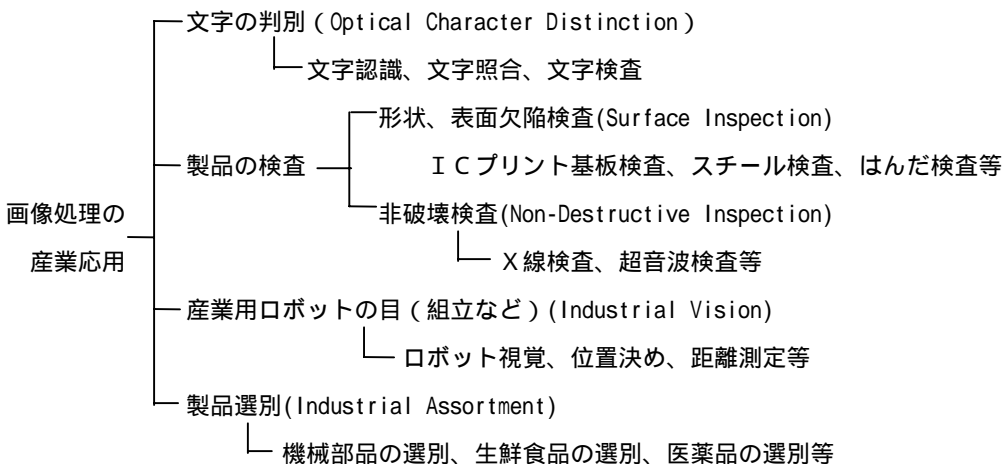


図 画像処理の産業応用目的別マップ

位置決め (いちぎめ : positioning)

対象物の位置、傾きを算出する処理のことです。

解説 画像の中にある対象物を意図する状態にするために行う画像処理方法のことで、一例として挙げると対象物の位置や傾きの情報を得ることにより、ロボットが対象物を掴んだりすることが出来ます。主として使用される画像処理方法は、対象物のパターンを記憶しておいて、そのパターンに似た領域を画像中でサーチするテンプレートマッチング、2 値画像処理による重心の算出や、画像内に領域設定 (R O I : Region of Interest) を設定しておいて領域内にある対象物の画素数を数える方法などがあります。〔同義語 : アライメント〕

仕分け (しわけ : classification)

大きさ、形状、色などの情報から対象物を分類する処理のことです。

解説 大きさ、形状、色等の画像情報から対象物を分類する画像処理方法をいいます。この方法が使用される例として、青果物、魚等の仕分けなどがあります。

文字認識 (もじにんしき : optical character recognition)

未知の文字を登録された文字のいずれであるかを判定する処理のことです。

解説 画像入力された文字を2 値化処理し、文字切り出しを行い、正規化し、特徴抽出した後登録している文字と比較して、対応する文字として判別出来るかを判定する処理をいいます。または、処理された画像情報をもとにそれが文字であることを確認又は認識する処理のことです。

文字照合 (もじしょうごう : optical character verification)

入力された既知の文字が登録された文字と同じであることを調べる処理のことです。

解説 画像入力された文字を2 値化処理し、文字切り出しを行い、正規化し、特徴抽

出した後予め登録されている文字と合っているかを調べる処理をいいます。

文字検査 (もじけんさ : optical character inspection)

文字の品質が規定の規格を満たしているか否かを判定する処理のことです。

解説 画像入力された文字を2値化処理し、文字切り出しを行い、正規化し、特徴抽出した後予め定めてある規格を満たしているか否かを判定する処理をいいます。

外観検査 (がいかんけんさ : visual inspection)

対象物の外見上の欠陥を抽出する処理のことです。

解説 人が目で検査する作業を画像処理により自動化することです。検査項目としては種々の製品のキズ、異物の混入、パターン不良の検査等があります。しかし、現在確立された方法はなく、それぞれの検査テーマごとに個々の画像処理方法を開発しているのが現状です。

通商 産業省工業技術院委託

「生産工程におけるセンサ技術を利用した画像処理システムの標準化に関する調査研究」

画像処理システム標準化調査委員会

秦 清治 (香川大学)

窪田 明 (通商産業省)

橋爪 邦隆 (工業技術院)

山村 修三 (財団法人 日本規格協会)

鈴木 俊之 (オムロン株式会社)

埴田 勝巳 (株式会社高岳製作所)

竹 本 三郎 (日本エレクトロセンサデバイス株式会社)

松村 謙一 (日本電気株式会社)

日比 祥博 (日立エンジニアリング株式会社)

千葉 芳弘 (富士電機株式会社)

藤原 祥雅 (松下電工株式会社)

宮 下 邦幸 (竹中システム機器株式会社)

荻野 健次 (オムロン株式会社)

堀川 正樹 (株式会社グラフィン)

画像処理用語標準化グループ

石井 明 (香川大学)

坂上 勝彦 (電子技術総合研究所)

茄子原 伸和 (オムロン株式会社)

古澤 佑介 (株式会社キリンテクシステム)

箕輪 昭彦 (株式会社高見澤電機製作所)

板垣 忠司 (東芝エンジニアリング株式会社)

八木 一 (浜松ホトニクス株式会社)

児玉 潮児 (株式会社ファースト)

橋谷 郁雄 (松下電工株式会社)

古谷 利器 (横河プレジジョン株式会社)

この用語は日本工業規格(JIS)となる過程で改めて見直されます。

内容についてご意見のある方はハンドブック発行元にご連絡ください。

画像処理システム用語ハンドブック

平成 11 年 3 月

発行 社団法人 **日本電気制御機器工業会**

〒105-0013 東京都港区浜松町 2-1-17

電話 03-3437-5727

FAX 03-3437-5904

