

■2 群 (画像・音・言語) - 1 編 (画像処理)

1 章 画像処理の基礎

(執筆者：田口 亮) [2012年7月 受領]

■概要■

コンピュータなどを用いた図形・画像処理（いわゆる、デジタル画像処理）に関する研究論文は 1950 年代の終わりころから現れている。コンピュータの歴史は 1946 年の ENIAC から始まったことはよく知られているが、そのコンピュータの歴史の始まりとそれほど差がなく図形・画像処理の歴史が始まっている。本格的な研究の開始は 1960 年代に入ってからであり、対象は宇宙開発、核物理学、医学などの分野に限られてきた。

1970 年代に入ると、大学や企業の研究所などにもコンピュータが普及し、図形・画像を処理する研究が本格化する。基本的な画像処理手法の大半は 1980 年の前半ころまでに明らかにされたもので、画像処理の体系が出来上がったことになる。画像データが文字・数値データ、音声データと比較すると膨大なため、個人用のコンピュータで画像・映像を扱えるようになるのは 1990 年以降であった。

コンピュータ画像処理は画像情報をデジタルデータで扱うことを意味しているが、コンピュータ処理が出現するまでは、光学・写真処理やビデオ信号処理などのアナログ処理であった。これらアナログ処理は物理的な制約から、原理的に限られた処理しかできなかった。これに対してコンピュータなどによるデジタル処理はコンピュータ、更にはプロセッサの発展とも同期して進歩を遂げている。

【本章の構成】

本章では画像処理方式（1-1 節）、画像処理システム（1-2 節）に関して述べる。

■2群-1編-1章

1-1 画像処理方式

(執筆者：田口 亮) [2012年7月 受領]

画像処理と言えば、今日ではコンピュータやプロセッサを用いたデジタル画像処理が常識になっている。しかしながら、デジタル画像処理以前にも、アナログ画像処理が行われていた。アナログ画像処理には、光の物理的な性質を利用する光学処理と、撮像系により原画像を電気信号に変えてこれをアナログ回路で処理するアナログビデオ（テレビジョン）信号処理がある。ここでは、まず、アナログ信号画像処理について述べる。

1-1-1 アナログ画像処理—光学画像処理—

レーザー光のように、一点から射出する単色光で照明された面では、その中の任意の二点からの光は互いに干渉し、重なり合わせたときに一点ずつからの光による強度（エネルギー）の和とはならない。このような光をコヒーレント（可干渉）光と呼び、コヒーレント光で照明された物体の結像をコヒーレント結像と呼ぶ。

図 1・1 は、コヒーレント光学処理装置である。O 面に被処理画像を置いてコヒーレントを入射すると、F 面には被処理画像の 2 次元フーリエ変換に比例する光振幅分布を持つ回折像が生じる。F 面上で何ら処理を施さなければ、P 面には O 面の被処理画像と同じ像が得られる。一方、F 面に光軸付近から周辺部へ向かって透過率が連続的に大きくなる光遮断フィルタを置くと、P 面の出力像は、被処理画像から高周波数成分が強調され、画像は鮮明となる。また、光軸から離れた部分の光を遮ると、出力像は高周波雑音を除去した画質改善した像となる。すなわち、光学画像処理によって画像のフーリエ変換と空間フィルタ処理による画像の鮮明化や画質改善などが可能となる。

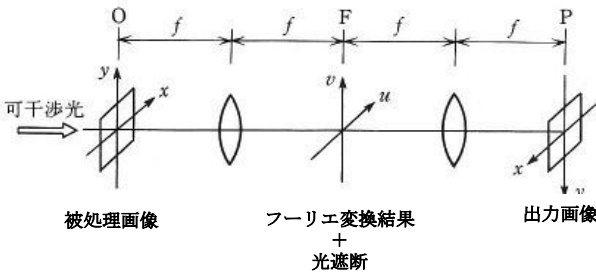


図 1・1 コヒーレント光学処理装置

1-1-2 アナログ画像処理—アナログビデオ処理—

ビデオ処理は、一般に、画像をテレビ映像信号として、アナログ電子回路によってリアルタイムに逐次処理する方式を指す。処理は比較的簡単なものに限る。その例として、非線形回路によりディスプレイの入出力特性の非線形さを補正するガンマ補正、周辺光量不足など輝度の非一様性を補正するシェーディング補正などの階調値変換処理（点演算）がある。

映像信号（連続走査信号）は 1 画素時間の遅延素子（ピクセル遅延）を通すと、水平方向の

左隣の画素の信号が同時に得られる。また、1水平走査周期の遅延素子（ライン遅延素子）を通すと一ライン上方（上隣り）の画素の信号が得られる。すなわち、ピクセル遅延とライン遅延を用いることで、注目画素の近傍の画素を同時に得られることになり、フィルタ処理（近傍演算）が可能となる。テレビジョンにおける輪郭補償回路や雑音低減回路がその例である。アナログ画像処理はリアルタイム性に優れるが精度や処理の融通性には難点がある。

1-1-3 デジタル画像処理

デジタル画像処理は、コンピュータあるいはデジタルプロセッサ（デジタル回路）により画像の処理を行うものであり、その融通性、精度、再現性などにおいてアナログ画像処理との比較にならないほど優れている。また、近年では、高速 A/D 変換器や高度な映像信号処理 LSI が出現したことで、映像信号処理のデジタル化を迎えている。

以下では、一般的なデジタル画像処理のプロセスを示し、それぞれのプロセスを概観する。

(1) 画像の取得

画像は光の 2 次元強度分布として与えられる。これをセンサで光電変換し、プリアンプなどで増幅を行った後、A/D 変換器（標本化と量子化）でデジタル信号へと変換される。

(2) 画像の変換

画像の変換は、取得画像に種々のデジタル処理を行い処理結果を画像として出力するものであり、前処理とも呼ばれる。代表的な処理は復元と強調である。復元には雑音除去、ボケの復元、幾何学的歪み補正がある。強調としてはコントラスト強調のための階調値変換や輪郭強調などがある。

(3) 画像の分割・計測

画像の分割・計測は画像中の対象物の個数・形状・面積・色などの計測を行うための処理である。対象物に関する計測は、それ自身が画像処理の目的となることもあるが、画像の記述・認識を行うための前段の処理となることも多い。対象部の計測には対象物を抽出する必要があり、この対象物の抽出（対象物の領域の切り出し）が領域分割である。

(4) 画像の記述・認識

画像またはその中の対象物が何であるかを決定する処理が認識で、記号あるいは言語などによって表現することが記述である。このような処理はいわゆるパターン認識と呼ばれる分野で、パターン認識のためには、特徴（量）の抽出、分類、識別などがその要素となる。

(5) 画像の伝送

画像の伝送に際しては、画像圧縮、符号化などの処理が必要となる。

(6) 画像の合成

画像の合成では、複数枚の画像を合成して新たな画像を生成すること、あるいは、不可視情報から画像を生成することを指す。例えば、リモートセンシングでは、種々の電磁波の周波数帯域で画像が観測され、これら、複数枚の画像は適当な重き付け合成することで、資源分布などを明示する画像を得る。また、X 線 CT（計算機断層撮影）では、複数の X 線透過像（吸収係数分布）から対象物の断層像を計算により合成するものである。

(7) 画像の表示

画像の表示は、画像処理の結果のみならず、処理の途中経過を表示するためにも利用されている。途中経過を見ながら、処理手順を人間が判断する、マン-マシンシステムにも画像表示機

能が利用される。

1-1-4 画像フォーマット

(1) ベクトル画像

ベクトル画像は、画像の直線、曲線などの凹凸をベクトル計算（数式）に置き換えて描くものである。画像の形状を線と面で定義した数式により描くため、画像を拡大・縮小しても、画質は損なわれない。よって、ベクトル画像は、シャープな直線と曲線で構成されている文字やイラストに適している。なお、ベクトル画像は、画像を点状の画素の集合で描いていないから、解像度という概念はない。

画像フォーマットの EPSF 形式は、このベクトル画像の方式を採用している。ベクトル画像を描ける代表的なドロー系グラフィックソフトとして Adobe Illustrator, Macromedia FreeHand などが挙げられる。

(2) ビットマップ画像

ビットマップ画像というのは、画像を構成する点状の画素の集合で描くものである。ビットマップ画像は、画像を決まった数の点状の画素の集合で描くので、その画質は、一定の長さ当たりに存在する画素数、つまり、解像度 (pixels/inch) で決まる。画像が点状の画素の集合で構成されているため、画像を拡大すれば、曲線部分、斜め線部分のギザギザが目立つようになる。ビットマップ画像は、グラデーションのような色変化のある画像、連続的に複雑に色変化をする写真画像に適している。

画像フォーマットの PICT 形式、BMP 形式、JPEG 形式、GIF 形式、TIFF 形式、Photoshop 形式などの大多数で、このビットマップ画像の方式を採用している。代表的なビットマップ系グラフィックソフトとして Adobe Photoshop, Fractal Design Painter などが挙げられる。

1-1-5 標準画像と評価

画像処理や符号化の分野では、処理手法または符号方式の優劣を評価するために、それら手法・方式の性能を測るために研究者に共通の画像を決めておくことが必要となる。それが標準画像である。

画像処理の分野で草分け的な標準画像のデータベースとして、「SIDBA (Standard Image Data BAse)」がある。このデータベースは東京大学生産技術研究所で 1977 年から運用開始されたものである。

昨今では、PC の普及により、様々な入出力機器が登場し、それぞれの機器に再現される色は、カラーマネジメントの観点から重要になってきた。モニタ (3 刺激値 XYZ の加法混色系) とプリンタ (CMYK の減法混色系) などの画像システムの色再現性の評価のために 2 種の標準画像データセット JIS X 9204 (XYZ) と JIS X 9201 (CMYK) もある。

標準動画像は映像情報メディア学会から「標準テレビジョン方式・システム評価用標準動画像」、「ハイビジョン・システム評価用標準動画像 (1993 年)」、「ハイビジョン・システム評価用標準動画像 第 2 版 (2009 年)」が発刊されている。

■2 群-1 編-1 章

1-2 画像処理システム