

美術研究における 画像処理コンピュータの利用について

早川聞多
国際日本文化研究センター

美術研究にコンピュータを利用しようとする場合、大きく分けて二つの方向が考えられる。一つはコンピュータを用いて、大量の美術画像と文字情報を入力・蓄積し、それらを多角的に検索・分類することによって、新たな視点を見出そうとする方向であり、もう一つは、ある特定の美術画像に対し、画像処理コンピュータの持っている多彩な機能を適用して、画像分析を試みようとする方向である。本稿では、特に後者の画像処理コンピュータを利用した美術画像分析について、先ずその意義を明らかにし、次に画像処理コンピュータの原理から考えられる美術研究のための利用方法を考察する。続いて現在我々が行っている実験例を紹介する。実験例では、今年3月に完成した試作のソフトの概要と、それを用いて行った画像分析の事例を報告する。

THE APPLICATION OF IMAGE PROCESSING COMPUTERS TO ART RESEARCH

Monta HAYAKAWA

International Research Center for Japanese Studies

Rakusai Center Bldg., 2-5-9 Higashi Sakaidani-cho, Oharano, Nishikyo-ku, Kyoto 610-11, Japan

Art research can use computers in two major ways. One is to save images of art in large quantities for reference purposes; the other is to analyze a work(s) of art for comparison purposes. This paper concentrates on the latter, that is, different uses and methods of an image processing computer for analytical research. I first consider in general the significance of using image processing computers, and secondly, some concrete methods in which it could be applied. Finally, I discuss the menu of a recently developed program, and some of its uses.

1 美術研究への画像処理コンピュータ利用の意義

美術研究の研究対象である美術品は、世に二つとない貴重な文化財であり、いくら学問研究のためとは言え、作品自体に手を加えたり分解することは、決して許されないものである。それにもかかわらず、美術研究の重要な研究方法として、作品の一部を変更して比較画像を作って見るという方法がある。そうした場合に、これまでは模写や写真によって複製を作り、それに手を加えて比較画像を作ることが行われてきた。しかしこうした技術はどれも熟練と時間を要するものであり、しかも比較資料として役に立つほどの複製を作るには、たいへん高くつくのであった。そのため、画像資料が提示できれば論が判り易くなるような場合でも、簡単には比較画像が示せなかったのである。

このように研究対象への非接触・非破壊が絶対条件である美術研究において、画像処理コンピュータを用いることの意義は容易に想像できるであろう。すなわち画像処理コンピュータを用いれば、作品に手を触れることなく、色や構図の変更が容易に、かつ即座にできるのである。しかも、その場で手直しが繰り返し行えるという点も、適切な比較画像を作るためには、有意義な点である。勿論、画像処理コンピュータを利用することの意義は、このように従来の方法を肩代りして行うことのみに限定されるものではなく、新しい研究方法を提供してくれる点も含まれる。

以上が美術研究に画像処理コンピュータを用いる意義であるが、現在、こうした方法を実地に行っている所はまだない。その原因は、画像処理専用のコンピュータがまだ高価であるという事情と共に、その操作方法がまだまだコンピュータの素人には難し過ぎるため、多くの美術研究者にとって、画像処理コンピュータで実際にどのようなことができるのかが、分かりにくくなっているからである。

そうした問題を解決するため、現在二、三の研究所（大和文華館、東京国立文化財研究所など）

で美術研究者用の画像処理ソフトの開発が進められており、私もその一員として参加している。そこで以下、美術研究用の画像処理ソフトの現状報告と、その実験例を紹介したい。

2 美術画像分析の基本

2.1 画像処理コンピュータの基本的原理

画像処理コンピュータの原理については、私などが説明できることではないが、ここでは美術研究を可能ならしめている基本的な原理を確認しておきたい。

(1) 画像は点の集まりで構成されている

画像処理コンピュータは画像を点の集合として捉えており、この点を画素(pixel)という。我々が現在使用しているコンピュータでは、一画面が縦横512×512の画素で構成されている。この数が多ければ多いほど、解像度の良い画像が得られる。これらの点の位置情報はすべてコンピュータで捉えられているので、それぞれの位置情報を操作することによって、画像の位置の変更や測定などが行えるわけである。

(2) 画素は階調を持っている

各画素は明暗の階調を持っており、これにより画像の明度が捉えられる。我々のコンピュータの階調は256階調である。この階調情報を操作することによって、画像の濃淡を変更したり、濃度分布を知ることができる。

(3) 画素はRGB（三原色）に分解されている

一画素はさらにR（赤）G（緑）B（青）の三原色から成っており、これらの組合せにより色が表される。RGB各色の階調は256階調であり、それらの混合比により、 $256^3 = 16,777,216$ 色の色合いが表示可能である。階調をさらに細かくすれば、それだけ繊細な色調が表示されることになる。RGBの各階調もコンピュータで捉えられ

ており、その数値を操作することにより、色調を変更することができる。

2.2 美術画像の分析方法

画像処理コンピュータの基本的な原理は以上の三点であるが、これら三点を踏まえただけでも、様々な分析方法が考えられる。以下、美術研究において利用できそうな分析方法を列挙してみよう。

(1)位置の変更

画像の中の指定部分の画素の位置情報を操作することにより、配置や構図を変えることができる。それには次のような種類が考えられる。

- ①移動
- ②回転
- ③左右反転
- ④縮小・拡大

(2)画像の重ね合わせ

一つの画像の中に、他の画像の指定部分を移植し、合成画像を作ることができる。それには次のような種類が考えられる。

- ①画像の合成
- ②形状の比較

(3)濃淡の分析

画素の諧調情報を調べることにより、画像の濃淡構成を分析することができる。それには次のような種類が考えられる。

- ①指定線分のヒストグラム
- ②指定領域のヒストグラム
- ③濃淡のクラス分け
- ④疑似カラー表示

(4)色調の分析

画素のRGBの諧調情報を調べることにより、画像の色調を分析することができる。それには次のような種類がある。

- ①指定線分のRGB値のグラフ表示

②指定領域のRGB値のグラフ表示

③指定領域のHLS値のグラフ表示（HLSとは色相と輝度の二つの値で色彩を表わすもの）

(5)色彩の変換

画素のRGB値を操作することによって、色彩を変更することができる。それには次のような種類がある。

- ①指定領域の一括色調変更
- ②任意の様々なペイント

(6)各種の計測

先に述べた画像処理コンピュータの三つの基本的な原理からは直接には導けないが、上記以外にも様々な分析方法が可能である。この点についてその若干を挙げておく。

- ①輪郭線抽出
- ②線分・面積の比例の計測
- ③曲線の曲率の計測

3 『美術史研究用画像処理パッケージソフト』

3.1 パッケージソフトの概要

以上のような画像の分析方法を美術研究者用にパッケージすることを目標に、我々は昭和62年4月から2年にわたって、東京国立文化財研究所を中心に、『美術史研究用画像処理パッケージソフト』の開発を行なってきたが、今年3月に一応の開発を終えた。このソフトは、従来の専門家用のソフトをコンピュータの素人でも操作できることを目指し、ほとんどの操作をコマンド入力なしにメニュー形式で行えるようにしたものである。詳細は本年度中に報告される予定であるので、ここではそのメインメニューとサブメニューの概要を紹介するととどめておく。

(1)メインメニュー一覧

- ①カメラ ②画面設定 ③ダイヤル
- ④トーン ⑤フィルター ⑥画像処理

- ⑦ペイント ⑧図形 ⑨グラデ
- ⑩メタル ⑪マスク ⑫コピー
- ⑬文字 ⑭パレット ⑮ファイル
- ⑯LD ⑰濃度処理1 ⑱濃度処理2
- ⑲二値化 ⑳二値化処理 *追加機能

(2)サブメニュー一覧(一部省略)

- ① [カメラ] 画像入力のための環境設定
 - カラー画像入力・モノクロ画像入力・マスク画像入力・シェーディング補正入力
 - 画像取込回数
 - 位置合わせ・トンボ表示・グリッド設定・グリッド表示
- ② [画面設定] 表示画面の設定
 - 画面交換・画面コピー
 - ワーク交換・ワークコピー・ワーク合成
 - マスク交換・マスクコピー・マスク反転
- ③ [ダイヤル] ダイヤル操作
 - カラーフィルタ・ペイント色変更・RGBマスク
- ④ [トーン] ルックアップテーブル操作1
 - ハイキー・ローキー・ソフト・ハード・ハイカット・ローカット
 - 標準階調・64階調・16階調・4階調・自由設定
- ⑤ [フィルター] フィルター画像処理
 - ローパス・ハイパス・最大値・中央値・最小値・平滑化・線要素強調・勾配・ローバツ・ラブラシアン・鮮明化・鮮鋭化
- ⑥ [画像処理] 画面用画像処理
 - モザイク・ズーム固定・スモーキング・エッチング・レリーフ・エッジ検出・シャープ処理・モノクローム・鳥瞰図
 - AB画面合成・半調合成・B面透過
 - ネガポジ反転
- ⑦ [ペイント] 任意の描法
 - 極細筆・細筆・中筆・太筆
 - 直線・フレーム・ボックス
 - 境界塗り潰し・同色塗り潰し・ブレーン・ソフト・エアブラシ・テキストチャ・ハイラ

- イト・シャドー・スモーズ・スクランブル
- レッドペン・ブルーペン・マスクペン
- イレーザ
- ⑧ [図形] 任意の図形書き込み
 - 正三角形・正方形・正五角形・正六角形・正八角形・フレーム・円・円弧・楕円・楕円弧・線分・水平線・垂直線・規則格子・自由曲線
- ⑨ [グラデ] 濃淡のぼかし付け
 - 垂直方向・水平方向・線分間・指定領域・同心円・立体化・影付け・中割り
- ⑩ [メタル] ルックアップテーブル操作2
 - ゴールド・シルバー・チタン・赤金・青金
- ⑪ [マスク] マスクかけ
 - 定型縦版・定型横版・トンボ版・ダイヤル
 - マスクコピー・マスク移動・マスク細線化・マスクエッジ・マスク反転
- ⑫ [コピー] 部分の複製
 - 平行移動コピー・左右反転コピー・上下反転コピー・マスク領域コピー・回転コピー・拡大縮小コピー・伸縮コピー・投影コピー
- ⑬ [文字] 漢字を含む文字の入力
 - 縦倍率・横倍率・文字太さ・縁取り
- ⑭ [パレット] 色彩サンプル表示
 - 明色・淡色・純色・濃色・暗色・赤～橙・黄～緑・紫～桃・グレー
 - ユーザー色登録・スポイドパレット
- ⑮ [ファイル] ファイル操作
 - ドライブ選択・ディレクトリ表示・ファイル表示
 - 新規ディレクトリ作成・セーブ
 - MS-DOS変換
- ⑯ [LD] 光ディスク操作
 - ディレクトリ表示・ファイル表示
 - 新規ディレクトリー作成・セーブ
- ⑰ [濃度処理1]
 - 単・累ヒストグラムグラフ表示・領域ヒストグラムグラフ表示
 - 平坦化処理・線形濃度変換
 - DLUT・LUTグラフ

⑮ [濃度処理 2]

○濃度曲線・円環グラフ

○疑似カラー

⑯ [2 値化]

○RGB・色相差・明度差・彩度差

○ワーク交換・ビット交換・ワークコピー・
ビットコピー

○OR合成・AND合成

○2 値退避・2 値反転

⑰ [2 値化処理]

○外縁除去・収縮・穴埋め・拡散・粒子分割・
小粒子除去・指定面積抽出

○エッジ検出・マッチング・細線化

○ビット交換・ビットコピー

○2 値退避・2 値反転

* [付加機能]

○ユーザープログラム登録

(3)「エッジ検出」と「ノイズ処理」

[目的] 土器の輪郭線図を得る。

[操作] ①土器のモノクロ画像にエッジ検出コマンドを実行する。

②ノイズを除去する。

*例：弥生土器

(4)「領域ヒストグラム」と「線形濃度変換」

[目的] 不鮮明な印章を読みやすくする。

[操作] ①印章の朱の部分の領域ヒストグラムをとり、RGBの各濃度分布を調べる。

②RGBの各PEEK値を中心に±30を有効とし、その前後をカットする。

③カラー原図に対して②の条件を施したRGB値を与える。

④印章の朱色が強調される。

3.2 事例紹介

次に、上に紹介したパッケージソフトのいくつかのメニューを具体的な美術画像に適応した例を示しておこう。

(1)「ヒストグラム」と「濃度の平坦化」

[目的] X線画像を見やすくする

[操作] ①モノクロのX線写真のヒストグラムをとり、濃度分布を調べる。

②濃度分布が限られた範囲である場合は、256階調全体に引き伸ばし、明度差を平坦化する。

(2)「B画面の透過」と「画像の重ね合わせ」

[目的] 原画の補修や後補箇所などを正確に知る。

[操作] ①原画とX線画像の大きさを合わせる。

②A画面にX線画像を表示し、さらにB画面を透過にして原画を表示する。

③A・B両画像を重ね合わせて、異質部分の箇所を即断する。

*例：常盤山文庫蔵・柿本人麿像

(5)「ヒストグラム」と「疑似カラー表示」

[目的] 画像の濃淡構成を調べる。

[操作] ①水墨画等のモノクロ画像のヒストグラムをとる。

②256階調を任意にクラス分けする。

③各クラスの色を任意に指定する。

④指定したクラス分けと色によって、原図が疑似カラー表示される。

*例：雪村筆・呂洞賓図

(6)「マスク」と「メタル」

[目的] 鍍金の剥落した仏像における金色の復元

[操作] ①カラーの仏像画像を取り込む。

②仏像部分にマスクをかける。

③マスク内の明度階調を生かしたままで、ゴールドメタルを施す。

*例：薬師寺「薬師三尊像」

(7)「部分移植」と「コピー」

[目的] 画面効果を見るための仮想図を作成する。

[操作] ①任意のモチーフ上に下地を移植してモチーフを消す。

②任意のモチーフを他にコピーする。

*例：可翁筆「竹雀図」の竹葉

(8)「移動」と「左右反転」

〔目的〕スケッチに従って、仮想の比較図を作成する。

〔操作〕①原画の山をスケッチの位置に移動する。

②原画の二人の人物をスケッチ通りの一人にする。

③スケッチに従い人物を反対向きにする。

*例：司馬江漢筆「七里が浜図」

(9)「色彩変更」と「メタル」

〔目的〕色彩の復元を試みる。

〔操作〕①川の色を群青色にする。

②水の波紋にシルバーメタルを施す。

*例：尾形光琳筆『紅白梅図屏風』

ここに示した事例のほとんどは、我々が利用例として実験的に作ったものであり、具体的な論文のために作成した画像ではない。ただし(9)の処理画像は、大和文華館の林進氏の論文(「春の来迎—コンピュータ画像処理による光琳筆『紅白梅図屏風』の新解釈—」『大和文華』八十号)のために作成されたものである。

(なお、本稿の内容から言って、本来なら原画と

画像処理した画像をカラー写真で掲載すべきであるが、諸般の事情でそれがかなわなかったことをお許し願いたい。)

4 今後の問題点

以上述べてきたように、我々の試みはまだ実験段階であるので、今後とも画像処理コンピュータの機能をさらに詳しく研究し、美術画像の分析方法として有用な機能を探り出さなければならないであろう。

それと共に、先に紹介した『美術史研究用画像処理パッケージソフト』、画像処理コンピュータの素人でも容易に操作できるようにということで開発したものであるが、専門語が頻繁に使われているメニューの用語を見ても分かるように、美術研究者用というにはまだまだ不徹底である。今後は操作性のみならず、メニューやメッセージの用語についても、気軽に接せられるものに改良して行かなければなるまい。

このような問題点を解決してゆけば、画像処理コンピュータがより多くの美術研究者に気軽に使われるようになり、その斬新な使い方や新しい分析方法が見出されることになろう。