

4 Q-1

カラー画像処理・描画システム
の研究開発

榎本 肇* 鴨志田 稔* 宮村 勲**

芝浦工業大学*

新潟大学**

1. はじめに

カラー画像の処理、又は、描画を行うにあたって、カラー画像が信号的に二次元であり、各絵素は輝度成分と色度成分に分解され、輝度成分はスカラ量で、色度成分はベクトル量であることを考え、これらがいかに関係するかを明らかにする必要がある。

次にこれらの信号成分が、輪郭や領域などの画像の構造といかに関係するかを実際に統計的処理を行うと共に、近傍特性を中心とする幾何学的特性を理論的に解明し、信号と特徴間についての制約条件を明解にすることが重要である。

以上の点については、構造線の研究⁽¹⁾、及び、一連のカラー画像の符号化の研究⁽²⁾⁻⁽⁶⁾によって、かなり明確になったと考えられる。

そこで、次段階の研究としては、カラー画像の処理を行う強力なツールとしての支援環境の確立と、これまでカラー画像の処理についての成果にもとづいて、自然なカラー画像の処理と描画を行おうようなカラー画像処理・描画システムの研究開発が重要となってくる。

カラー画像処理・描画システムにとって必要とするハードウェアとしては、最近のマルチメディアを指向したフル・カラー表示のワークステーションがきわめて有用となってきた。従ってソフトウェアの研究開発、特にカラー画像処理・描画システムを容易に開発しうる言語体系とソフトウェアとしての具体化方法が重要となってくる。

本論分をはじめとする一連の論文によって上述のような観点から、ウインドをオブジェクトとみなして記述しうるようなウインドベースのプロセスについての詳細化記述言語システム Window-Based Elaboration Language for Picture Processing and Painting (WELL-PPP) を研究開発し、それを用いて主に描画システムを構築したので、それについて報告する。

2. システムの設計思想

カラー画像処理と描画を行うには、まずカラー画像の特徴に関する研究成果⁽¹⁾⁽⁴⁾をもとに、ユーザ・フレンドリなシステムを構造的立場に立って構築することと、多くの応用分野とを意識しながら、設計思想を定めることから出発し、その上で具体的に設計し、ソフトウェア開発を具体的に進めた。設計思想を決定するに当たっては、次の諸点を特に考察の対象とした。:

1. 画像の幾何学的特徴の考察とその構造的処理
2. 描画プロセスにそったオブジェクト指向型ソフトウェア・システム
3. 並行処理への拡張性
4. 計算機援助による協調作業(cscw)への適応性
5. 現実感と芸術性を持ったカラー画像の生成・修正
6. 3Dや動画への拡張性
7. ユーザ・フレンドリであり、かつコンパクトで安価なシステム

カラー画像処理には、その幾何学的特徴抽出から、理解

に至るまで多くの段階がある。その中でも最も重要なのは輪郭図形をデッサン情報と考える点であろう。

カラー画像から輪郭としてのエッジ図形の抽出を行うのに、輝度のスカラとしての性質と色度のベクトルの性質を統合的に利用すると、かなり有効なアルゴリズムが得られるが、それをさらに拡張し、エッジの解析と合成を行う際のブロック・エラーの存在を検知し、大きなエラーの存在境界部の逐次検出によって、効果のきわめて高い構造拡張型エッジの抽出を行うことができる⁽⁵⁾。逆に輪郭図形を作成し、それからカラー画像の描画を行うには、必要とするエッジや構造拡張型エッジを逐次追加及び修正を行う必要がある。

以上から輪郭図形抽出と輪郭図形作成とは双対な関係にあり、この関係をカラー画像について十分考慮することが性能の良いシステム・アーキテクチャ設計の重要な前提条件であろう。

3. 並行的描画プロセスとオブジェクト指向

描画プロセスの基本は、まずデッサンとしての輪郭を画き、それに沿って輝度や色度に関するデータを与え、それを領域内で満足するように塗り上げるようなオペレーション系列とそれによって生成されたデータ系列によって表現される。この際、環境パラメータ・データが描画の詳細化や修正の途中を考慮しなければならない。

そこでオペレーション及びデータの表現を双対なオブジェクト指向概念を用いて行い、各オブジェクトの内容はウインドによって表記されるべきと考える。その目的はオブジェクト指向とヒューマン・インタフェースの良さを確保し、システムの使い易さと、ソフトウェアとしての実現の容易さ、理解の易しさをはかることを目的とする。

画像処理と描画のプロセスには、実体の三次元配置と時間的変化及びそれぞれの存在についての並行性を考える必要がある。そこで、ヒューマン・インターフェースの観点から並行処理と協調作業への適応性を考え、各オブジェクトに独立性をもたせ、適当なりソース割当によって、並行処理を行うと共に、個々の描画作業を集団で協調作業を行えるように、各オペレーションとデータ・オブジェクトに実体名つきの名前管理システムがサービスを行う。

ウインド間で、必要とするメッセージ交換を行い、かつ名前管理を行うのがウインド間インターフェースの主なサービス機能となる。

現実感と芸術性を、画像に与えるために、実体像の写真的画像と、ある種のデフォルメや点描画、輪郭のぼけた光と影を強調した絵画など、多種多様なカラー画像の生成や修正を行う。このために、本システムでは、描画のためには特徴点として主要点を与え、輪郭を与えた後に、照明などの環境を意識して輝度、色度についての塗り上げを行い、テキスチャ構造やその中の流れを付加情報として与えた後、全体像を考慮した前後関係データによって全体画像としての整合化を行う。

デフォルメなどについては、前述の主要点の変更によって、輪郭線形状を変化させ、前画像で与えた輝度や色度データの主要点間対応をとって、データの有効利用を行う。そのため、ウインド間インターフェースのもつデータによって、オペレーションによって部分的変更を行う。以上のような設計思想は、システムの三次元立体視や動画への拡張性を容易にする。

4. システム・アーキテクチャ

画像処理と描画の双対性は、画像の特徴として実体像の輪郭が解析、合成によって精密に抽出され、また修正を行う処理において顕著にあらわれる。特徴点や、それらを接続するエッジは、領域を構成し、領域内データの特性から構造拡張型エッジ⁽⁵⁾を定義することができる。これらのエッジによって実体像の輪郭が与えられるが、そこには解析、合成、改訂のプロセスを必要とする。特に描画の際の改訂はあらゆるオペレーションの結果として要求され、処理の際に解析、特徴抽出、それからの復元結果と原画像との差を再び解析するという再帰的方法が必要となる。

各オペレーションとその結果のデータとの間に処理と描画では、解析と合成とがデータ駆動か、イベント駆動かによって決定される。いま描画プロセスを考えると、オペレーション名の指定により該当するオペレーション・ウインドがイベント駆動の形で呼び出され、そのオペレーション結果がデータ・ウインドに表示される。またデータ・ウインドに表示されたデータをポイントや名前によって部位を指定し、変更を行うようなデータ駆動型がある。処理の場合はデータ駆動によって特徴抽出し、イベント駆動によって復元合成し、つぎに行うべきオペレーション・ウインドが呼び出される。

各ウインドには、メニュー及び状態について、現在及び次の行われるべき候補が指定される。これによってサブウインドのような階層構造と、プロセスの流れをユーザ・フレンドリな形で指定が行える。

ウインドの表示形式は、WELL-PPPによって標準的のテンプレートが定義され、それを用いてそれぞれのウインドを表記する。オペレーション・ウインド内の記述は、できる限り宣言的に行い、具体的手続きについては、オブジェクト単位としてウインドごとにWELL-PPPがコンパイルする。ウ

インド間の制御あるいはデータの受け渡しはウインドとウインド間インターフェースとの間で発生する Request - Respond 機能表現によってウインド間インターフェースがオブジェクトの名前や状態の授受を行うことによって、ウインド間のサービスを円滑に進める。

WELL-PPP は Resquest-Respondのためのプロトコルを定義し、このプロトコルを用いて、それぞれのウインドが表記しているオブジェクトが自分自身を含め、すべてのオブジェクトに要求する。サービス手続きを標準化することをシステムアーキテクチャの基本方針としている。

5. まとめ

カラー画像処理・描画システムの研究開発は、カラー画像の符号化の研究をベクトル場法を用いて行った結果、描画システムの実現性が見通せ、さらにウインド表記のオブジェクト指向によって自由にカスタム化が可能であることがTELLの研究によって予想されたことから、その研究開発を平成2年6月から開始し、短期間でプロトタイプが実現した。

以上の研究は、以下論文群のように芝浦工業大学の卒業研究として、丹羽、山本、関、松本、岡田の諸君が行ったものであり、また、富士通(株)の関連の多くの方々から研究支援を与えられた。ここに深く謝意を表します。

文献

- [1]Enomoto H.,Yonezaki N.,Watanabe Y. and Saeki M.: Towards Evolutional Structure for Database of Image and object Body, 1st Australasiasn C. on CG.,1983
- [2]Enomoto H.,and Miyamura I.: Feature Separation of Color Image by Potential Method, PCS 1987
- [3]Enomoto H.,and Miyamura I.: Edge Detection of Color Image by Vector Field Method, PCS 1988
- [4]Enomoto H.,and Miyamura I.:Vector Representation Scheme of High Quality Picture,Signal Processing of HDTV II, 1990, Elsevier.
- [5]Miyamura I., and Enomoto H.: Error Analysis and Quality Enhancement of Picture, PCS 1991

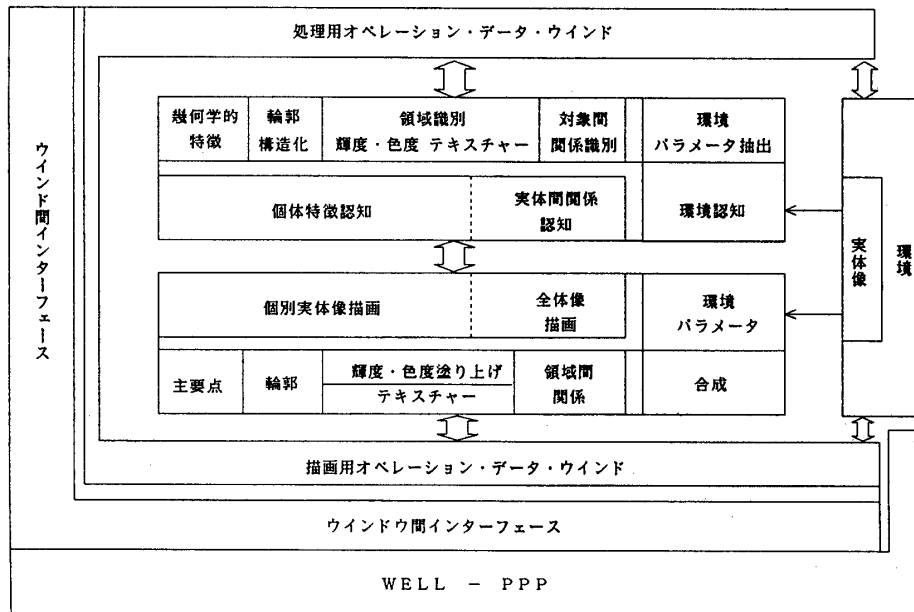


図 カラー画像処理描画システムの概念図