

人間の感性を利用した画像編集

西山 晴彦 饗場 潔 金 寿美 熊平 誉
横山 光男 松下 温

慶應義塾大学理工学部計測工学科

画像データベースシステムにおいて、画像データを蓄積・管理するだけでなく、蓄積されている画像を用いて、新たな画像を合成できる機能が必要とされている。そこで、我々は本論文で、人間の感性を十分に活かした画像合成手法を提案する。実際、人間が1つの領域にいろいろな種類の物体を置く時には、その領域を一種の画用紙とみなし、物体を構成部品とすれば、構成部品を画用紙に置く時、絵全体のバランス、つまり、配置や構図を考えるはずである。さらに、人間の「感性」というものは数値データに変換することは非常に難しいことである。今回我々の提案する方法を用いることによって、これらの問題は解消されることになる。

Image Editing Reflecting Human Feeling

Haruhiko Nishiyama, Kiyoshi Aiba,
Sumi Kin, Homare Kumadaira,
Teruo Yokoyama and Yutaka Matsushita

Department of Instrumentation, Faculty of Science and Technology,
Keio University

In case of using images, sometimes these images are retrieved from image databases. But these retrieved images not always satisfy the user's request. So the need of 'image editing' becomes necessary.

In this paper, we propose about the image composition technique. This technique reflects human feeling into compositional arrangement newly created. Then we introduce the system applied this technique. The feature of this system is composing a picture by moving some parts on a picture in computer display like they do when making a picture by moving parts made of paper on a drawing paper.

1 はじめに

現在の情報化社会では、たくさんの情報をいかに早く効率よく利用するかがとても重要である。しかし、あまりの情報の氾濫のせいで、それらの情報を人間が自分の手で整理し、管理することは不可能となってしまうのが実状である。そこで、大量の情報をコンピュータで管理するようになってきている。また、コンピュータやハードディスク、通信技術等の飛躍的な発達にとともに、低価格で高性能なコンピュータ機器を一般ユーザが手軽に手に入れることができるようになり、コンピュータ自体が社会の中で非常に身近になってきている。これらのことを考えると、人間がコンピュータと上手く付き合っていくことが必要である。コンピュータを生活の一部として使う時代にはまだ完全になっていないが、近い将来、そうなるに違いない。

いろいろな情報をコンピュータに持たせ、必要なときに必要な情報を取り出せるようにしてあるものが、データベースである。[1] データベースによって扱うものは様々であり、たとえば文字・数値情報だけですむもの、画像情報を扱うもの、[2, 3, 4, 5] 音や動画を扱うものなどがある。また、それらを一括して管理し、いろいろなメディアを有効利用しようとするマルチメディアの考えも強くなってきている。[6] つまり、そのような様々なデータベースも上手く使いこなせなければ、意味のないものになってしまうのである。そこで、一般的なユーザにも気持ち良く利用できるデータベースの構築が課題となっている。

我々は、扱う対象を画像に絞り、研究を進めてきた。[10, 11, 12, 13] 我々の作成した画像データベースシステムでは、自分の欲しい絵を検索する場合に、できるだけ人間の記憶（人間は、物の配置を感覚的に覚えているということ [7]）を十分利用できるようにし、さらに、一般ユーザ（あまりコンピュータに慣れていないユーザ）にとっても検索要求が出し易いようなツールを備えた。そして、画像を扱う研究をする上で、今まであった絵をデータベースにしていっただけでは不十分であると我々は考えた。つまり、自分で好きなように絵を作れることもコンピュータが生活の中に入ってくる場合に必要となると考えたのである。そこで、本論文では、新しく作り出す構図に人間の感覚的なものを十分活かせるような画像合成手法について述べる。本手法の特徴は、紙でできた部品を画用紙の上で自由に動かして構図を決めるのと同様に、部品画像をコンピュータのディスプレイ上で動かして新たな画像を作成できることである。

2 画像データベースに求められる機能

一般に、画像データベースに求められる重要な機能に、

1. 多数の画像が蓄積されていること
2. 素早く検索できること

がある。例えば、放送の分野においては、報道写真からコンピュータグラフィックスまで幅広い範囲の画像を扱うため、これらの画像が効率よく管理され、必要に応じて素早く検索、利用できることが必要である。画像データベースにおいては、検索方法の研究が盛んである。[8, 9] しかしながらこれだけでは、蓄積された画像をそのままの形でしか使うことができず、用途が非常に制限される。実際、画像データベースにより検索された画像は、種々加工されて用いられることが多い。特定の領域を拡大したり、不必要な部分を消去したり、また、何枚かの画像を組み合わせることで合成画像として用いることも多い。つまり、画像データベースにおいては、上記の機能の他に、

3. 蓄積された画像を用いて、新たな画像を生成できる

という画像合成機能が求められている。一言で合成画像と言っても、2次元画像の切り貼りから、3次元情報を考慮した画像合成まで、様々な合成手法がある。さらに、単純な画像の切り貼りを考えても、必要な領域の切り出し、拡大・縮小処理、フィルタ処理、画像の重ね合わせなど、複数の処理過程を要する。これらの画像処理手法、合成手法が、データベースの重要な機能として整備され、自由に操作できなければならない。

2.1 人間の感性を考慮した画像配置

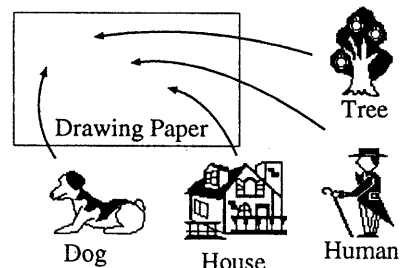


図 1: 部品から絵を合成していく例

図 1 のような、紙で作られたいくつかの絵の部品があるとすると、「これらを用いて一枚の絵を作れ。」と、言われた場合、人間はどのようにして絵を作っていくだろうか。

まず、自分が使う部品を選び出すことから始め、そしてその部品を画用紙の好きな位置に配置していく。人間は、この二つの作業を繰り返して、自分の満足のいく絵を作り上げていく。

ここで、部品を好きな位置に配置するという作業について、詳しく考えてみる。人間は、部品を置く位置をいったいどのようにして決めるのであろうか。

我々は、絵を描いたり写真を撮ったりする時に「構図」というものを問題とする。[14] この場合も一枚の絵を作り上げるのであるから、構図を考えて部品の配置位置を決めるのである。では、構図は何によって決められるのであろうか。

例えば、写真を撮る時などに、レンズを覗いて、「構図が悪い」と思ったとする。人間は、何を根拠に「悪い」と思うのだろうか。あるものが一定の値を越えていたら良い構図であるなどという、構図の善し悪しの判断の基準となる数値があるわけではない。「良い構図」、「悪い構図」などというのは、人間が感覚的に決めるものである。構図が悪いと思った時に、「これがもう少し左にあれば良くなる」などと感じる時があるだろう。この、「もう少し」などという表現も、構図が感覚的に決められていくことをよく示している。つまり構図は、計算によって得られる数値などのような明確なものではなく、人間の感性という、極めて曖昧なものによって決定されるのである。

しかし、部品を置いて、一度で満足する構図が得られるということはずまない。なぜなら、部品配置をする際、最初に頭の中である程度の子想をしてから配置しても、実際に部品を置いてみた時の全体のバランスを見ないことには、それが良い構図であるかどうかは判断できないからである。したがって、ほとんどの場合、「これはもう少し左」、「これはもう少し上」などというように、部品を画用紙の上で自由に動かして、自分が良いと思う構図になるように配置位置を修正するはずである。また、「もう少し」という量も、動かす前から決めているのではなく、部品を動かしながら絵全体のバランスを見て、ちょうど良いと思った位置で止めたら、結果的にある量であったという場合がほとんどである。このように、感覚的に構図を決めるといっても、それは、絵全体を見るということ抜きには成り立たないのである。

そこで我々は、部品画像を表示したまま背景画像の中を自由に動かすことができればよいのではないかと考えた。つまり、画用紙の上で紙の部品を動かして絵を作るのと同じように、計算機のディスプレイ上で部品画像を動かして絵を作ればよいと考えたのである。部品画像を表示したまま移動できれば、部品を配置してから構図のことを考え、また配置し直すというのではなく、部品の配置位置を変えながら同時に、画像全体のバランスを見て構図のことも考えられる。したがって、感覚的に部品を配置することが非常にやりやすくなる。この方式により、部品配置において人間の感性

を完全に活かすことが可能となる。

2.2 部品画像の切り取り

現在画像合成が用いられている分野においては、物体をその輪郭どおりに切り取ったものが必要な場合がほとんどであるが、新たな画像を作り出すという観点から考えると、必ずしも輪郭どおりに切り取られた部品が望まれるわけではない。例えば、ある画像内にある物体が人間の場合、その人間の全体像ではなく、胸までの画像だけがほしいという場合もあるだろう。従来の自動的な切り出し方法では、このような切り取り方をすることはできない。このように切り取る場合は、自分で切り取る形を指定するしかない。

また、いかにして部品画像として切り取る形を指定しやすくするかが問題となってくる。1画素ずつ輪郭を指定していく方法では、正確には切り取れるであろうが、非常に時間がかかってしまう。そこで、マウスで切り取る形を原画像上に描くことを考えた。しかし、比較的小さな物体を輪郭どおりに切り取ると思った場合は、これでもまだ切り取りにくい。そこで、原画像を拡大するという処理を行ってから切り取るという方法を考えた。原画像を拡大することにより、輪郭がなぞりやすくなることはもちろん、拡大してから切り取っても実際の部品の大きさは元のままであるから、切り取った時の輪郭とのずれが小さくなり、無視できるものになる。このことは、図2を見るとよくわかる。このように、原画像を拡大してからマウスで切り取る

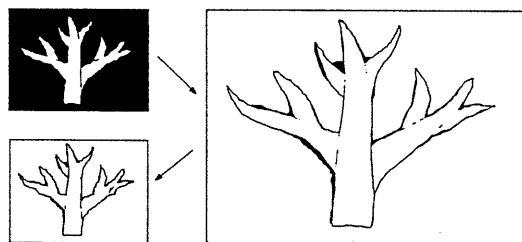


図2: 画像を拡大してからの切り取り

形の線を描くことにより、部品を比較的早く、正確に切り取ることが可能となる。

人間が切り取る形を指定するという方式は、このように、自由な形にすばやく部品を切り取れるという利点がある。画像を自由な形に切り取れることにより、この画像合成手法の応用分野をさらに広げることが可能となる。

2.3 部品画像の拡大・縮小

部品画像を背景画像に合成する場合、部品画像の背景画像に対する大きさが問題となる。例えば、風景画

の中に人物を登場させようとする場合などに、風景画の中の木よりも、部品画像である人物が大きかったりすると、合成した時に非常に不自然な絵になってしまうであろう。このようなことを避けるためにも、部品画像を拡大・縮小できることは必要不可欠である。

では、実際に画像の拡大・縮小を行う時、どのように行うことができればよいであろうか。大きさを変更する時には、拡大率・縮小率という数値が必要である。単純に考えれば、人間が拡大・縮小率を与えるということによって大きさは変更できる。しかし、この方法で希望どおりの大きさの画像を得ることができるだろうか。人間は、「この画像を2倍にしたい」と数値を用いて思うのではなく、いわゆる目分量で、「大体これぐらいの大きさにしたい」と思うことがほとんどである。したがって、拡大・縮小率を与えて画像の大きさを変更しても、それが思いどおりの大きさになることはまずないであろう。大きさの変更は、数値で何倍に拡大するという要求をするのではなく、もっと曖昧な表現で行える方が好ましいと思われる。その結果が2倍であったり、3倍であったりするという方が人間の感性にあっているといえるであろう。そこで我々は、感覚的に「これぐらい」という大きさを示すことができ、その大きさに部品画像を変えられるということが重要であると考えた。つまり、図3のように、人間が

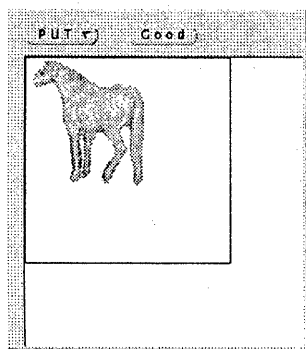


図3: 拡大の指定

変更したい大きさを視覚的に示し、そこから計算機が拡大・縮小率を計算して画像の変換を行うようにするのである。この方法ならば、部品画像を自分の思ったおりの大きさにすることができ、その結果、希望する合成画像を作成することができる。

2.4 奥行きを考慮した部品配置

画像を合成する際に、奥行きをもたせて合成を行いたい場合がある。これも、人間が感性によって決めた構図によって生じる希望である。小さい物体を画面の

上の方に置けば遠くにあるように見える。しかし、下方の大きな物体を覆うように存在していたのでは不自然になってしまう。このような前後関係はどのように処理したら良いであろうか。

奥行きを考慮した画像合成を行うためには、部品を表示する順番を考えればよい。つまり、奥にあるように見せたい部品から順番に部品を表示していけばよいのである。ここで、部品の奥行きに対する位置を「深さ」と呼ぶことにする。深さの値によって表示する順番が決まるわけである。

そこで我々は、部品に深さの情報を持たせるということ考えた。部品を複数個重なった状態で表示する場合には、それぞれの部品の深さを比較して、深いものから順番に表示するようにする。ここで、うまく部品の深さを設定すれば、自分の望む前後関係の絵を作ることができるのである。

人間が部品の前後関係を決める時は、それらの相対的な位置関係について決めるのであって、数値的に決めるのではない。よって、深さの値を人間が設定するのではなく、人間は前後関係を示すだけで、部品の深さの値は自動的に設定されることが望ましいと考えた。例えば、前に持ってきた部品を指定することによって、計算機がその部品の深さを重なっている部品の中で一番浅い値に変更し、表示し直す。これで希望どおりの部品の前後関係を得られ、人間はこのような数値的な処理が行われたことは知らなくて良い。この方法ならば、感覚的に部品の前後関係の入れ換えが行えるのである。

ここで問題が生じてくる。それは、背景画像の中に存在している物体の前に部品画像を表示させるのは簡単であるが、そうではなく、その物体よりも後ろに部品画像を表示させたいという時にはどうすればよいかということである。この点を解決するために、我々は、背景画像の中の物体はあらかじめ切り抜かれているという形にすることを考えた。つまり、背景画像にその物体は部品画像として切り取られていて、その切られた部品画像が背景画像の上にあらかじめ置かれているとする方法である。そこで、我々は、背景画像を表示させる際、人間には背景画像だけがディスプレイに表示されているように見えるのであるが、実際には、背景画像の表示とあわせてそこに存在している部品画像も表示させることにした。このように、あらかじめ背景画像の表示の時に部品画像が同時に表示されていれば、他の部品画像を表示させる時に、前後関係も先述の方法をとることが可能になるわけである。

3 システムの実現

絵を作り上げていく時における人間の感覚的な部分を、十分に活かした画像合成手法について、これまでに我々が検討したことをまとめると、次のようになる。

- 部品画像の配置は、部品を背景画像上で動かして構図を考えながら、感覚的に行う。
- 部品画像は、自分の必要とする形に、自由に切り取ることができる。
- 部品画像の大きさを変化させる時は、希望する大きさを視覚的に表現することによって行う。
- 部品画像の前後関係を変更することができる。

我々は、これらのことを基本概念として、画像合成システムを試作した。

3.1 合成手法

3.1.1 拡大・縮小の方法

画像の拡大・縮小を行う時は、画像データを2次元配列の形式で扱う。

図4に示すように画像上に座標を取り、ある点 (x, y) が、拡大されて (X, Y) に位置を変えたとする。 x 方向の拡大率が a で、 y 方向の拡大率が b だったとすると、両者の間には次のような関係がある。

$$X = ax \quad Y = by \quad (1)$$

a, b が1より小さい時が縮小になる。

原画像のすべての点 (x, y) に対してこの計算を行い、対応する点 (X, Y) にそのデータを代入するのは、拡大・縮小された画像の点の中にデータを持たない点が生じてしまう。(1)式の逆変換を考えると、次のようになる。

$$x = X/a \quad y = Y/b \quad (2)$$

拡大・縮小された画像のすべての点 (X, Y) に対して(2)式の計算を行い、対応する原画像の点 (x, y) を求め、 (x, y) のデータを (X, Y) のデータに代入すれば、拡大画像・縮小画像が得られる。原画像の点の座標 x と y は、必ず整数であるから、(2)式の計算結果を四捨五入して、座標 (x, y) に最も近い格子点を選ぶ。

この方法ならば、2倍、3倍などというような固定倍率ではなく、任意の倍率の拡大・縮小が可能である。[15]

3.1.2 奥行きを考慮した画像合成方法

図5において、三角形を前に持ってくる部品として指定したとする。各部品の中に書かれている数字を深さとし、値の大きいほうが手前にあるとする。円と四角形の深さを調べると、円が2、四角形が1である。そこで、三角形の深さを、大きいほうの円の2よりも大きい3に設定し直して部品を表示し直せば、三角形が一番前にあるように表示される。また、円と四角形の深さは変えていないので、円と四角形の前後関係は

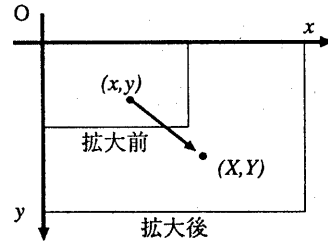


図4: 拡大・縮小

前と同じままの関係が保たれている。また、この状態で今度は円を前に持ってくるように指定すると、同様の処理を行い、結果として最初の絵の三角形を円と四角形の間に挿入した絵が得られる。このように、部品を一番前に持ってくるという作業を組み合わせれば、あらゆる前後関係の配置が可能である。

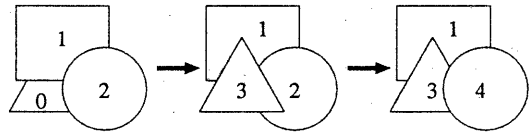


図5: 部品の前後関係の入れ換えと深さ情報の設定方法

このように、部品の深さは、部品同士の相対的な関係によって決められるのである。

今までとは反対に、部品を後ろにもっていくというこの入れ換えも、図5と同様に行える。つまり、一番後ろに持っていきたい部品の深さを、重なっている部品の中で一番小さい深さよりも小さい値に設定すればいいのである。

3.1.3 部品画像の動かし方

まず、部品画像の背景画像上での表示方法について述べる。本システムはX Window上で実現しているので、画像の表示は四角形の領域で行われるため、部品画像を切り取られた形で背景画像上に表示するには演算表示をしなくてはならない。これは、背景画像の部品画像を表示したい領域を部品画像の形で白く塗り潰し、そこに部品画像をXORの演算をして表示することにより実現できる。これを図6に示す。

部品画像を動かすにはマウスを用いる。背景画像上のカーソルの位置に部品画像を表示するようにすれば、マウスのカーソルについて、部品画像が移動することになる。マウスならば、背景画像上を自由に移動させることが可能である。実際にどのように部品画像を移動させるかについて、以下に詳しく述べる。

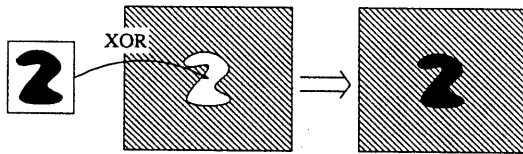


図 6: 部品画像の背景画像上での表示方法

カーソルの位置が部品画像の中心となるように部品を表示するのであるが、その前に、1) 部品画像を表示する四角形の領域に描かれている画像を別なところに記憶しておく。2) 次に部品画像の形の領域を白く塗り潰し、図 6 のように部品画像を演算表示する。3) ここで、カーソルが移動すると、今まで部品が表示されていたところに、先程記憶しておいた領域を表示し、4) 新しいカーソルの位置の四角形の領域をまた記憶し、5) 部品画像を表示する。カーソルが移動するたびにこの処理を繰り返す。実際には、部品画像を描いて消すということを行っているのであるが、人間には、部品画像が動いているように見えるのである。このようにして部品画像をマウスで自由に動かし、自分の満足のいく構図になるように部品を配置することができるのである。この処理過程を図 7 に示す。

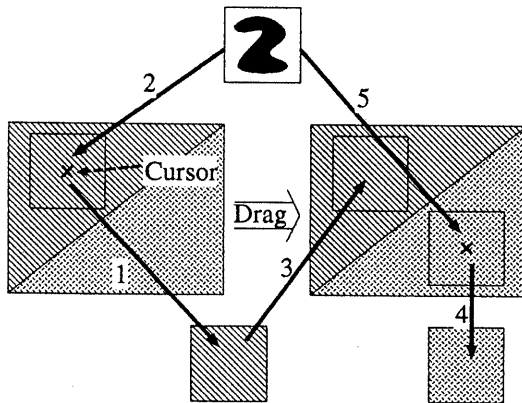


図 7: 部品画像の移動方法

3.2 試作システム

本システムは、Sun Microsystems の SPARC Station 上で X View, X lib を用いて実現している。また、画像はスキャナから取り込んだものを使用している。本システムの機能を大きく分けると次の三つになる。

- 部品画像の作成と登録

- 画像合成とその合成画像の登録
- 背景画像の登録

図 8 に、このシステムの全体像を示す。

(1) は、実際に部品を移動させたり、大きさを変えたりするための機能ボタンである。

(2) は、部品を切り取る原画像や合成画像の背景画像を表示するウィンドウである。

(3) は、部品画像を切り取ったり、大きさを変えたりする、部品画像用のウィンドウである。

部品画像の登録データには、原画像名、切りとられた位置、部品の幅と高さ、マウスの軌跡の座標点が記録される。部品画像が呼び出された時は、原画像からこれらのデータにより部品画像が切りとられ、表示される。

合成画像の登録データには、背景画像名、使用されている部品画像名、部品表示位置、部品の拡大・縮小率、部品の深さが記録される。これらのデータにより、合成画像を何回でも再表示・再編集することができる。

背景画像の登録データには、各部品画像名、部品表示位置、部品の拡大・縮小率、部品の深さが記録される。背景画像を表示する時は、このデータにより、常に自動的に物体を部品として表示させるようにした。

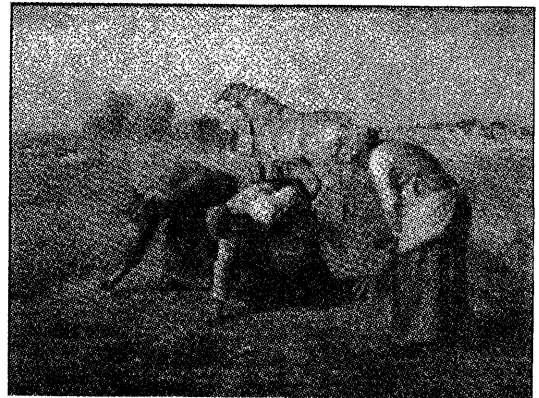


図 9: 画像合成例

4 アプリケーション

我々の提案するシステムの応用例を示す。基本となる画像は、スキャナで取り込んでいるので、取り込む画像を変えるだけでいろいろなものに応用できる。その応用例のアプリケーションとして考えられるものを次に示す。

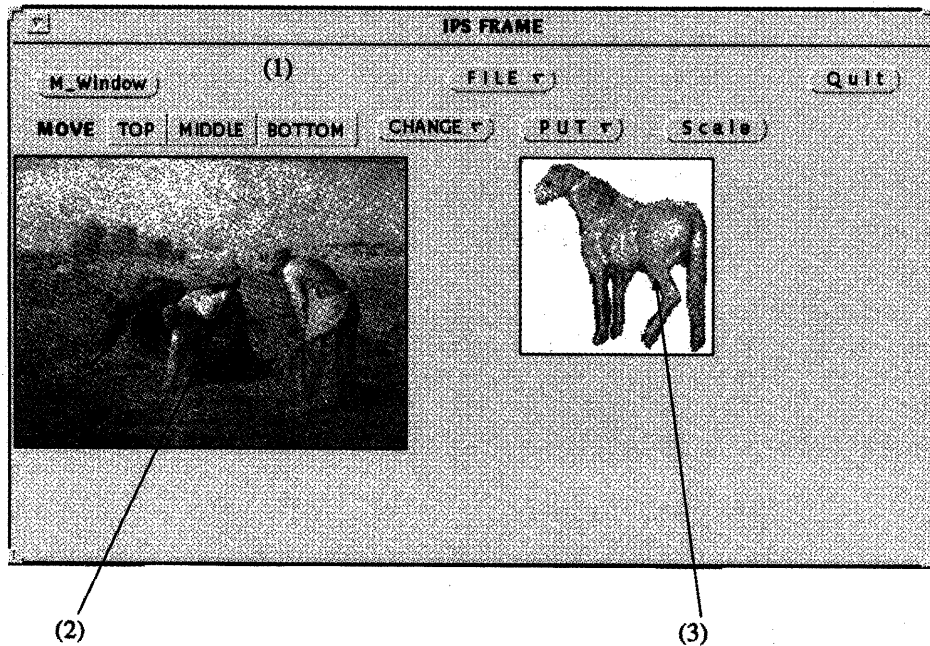


図 8: システムの全体像

- 絵画の中に人などを登場させる
(コラージュの支援)

芸術の分野で、いろいろなものを切り貼りして新しい絵を作るコラージュというものがある。我々のシステムでは、電子的にコラージュができ、コンピュータを利用して芸術の分野を切り開くことも可能である。また、切り貼りできるものが絵でも写真でも、さらには、単なる図形でも扱うことができるので、手軽に芸術を楽しむことができる。コラージュの例を図 9 に示す。

- 景観シミュレーション (都市計画、庭)

コンピュータグラフィックスを用いなくても、十分、景観予測ができる。その例を図 10 に示す。まず、(a) のような石庭がある。ここに別のところから取ってきた木を植えてみたのが (b) である。さらに、部品となっている木の大きさを変えたらどうなるかを示しているのが (c) である。このように、木だけでなく建物を建てたり、また、空き地に別の建物を建てるということも可能である。コンピュータグラフィックスとは異なり、空き地に建てる建物の方向は変えられないが、莫大な量の計算をすることなしに、その向きの建物を用意するだけで、簡単に景観シミュレーションできる

のは大きな魅力である。また、入力画像を回転させたり、幾何学的な変換で少し歪ませたりすることによって、よりリアルな画像が得られるように改良できる。

- 文書画像・ポスター作成ツール (ポスター、名刺、ファクス)

これからのペーパーレスの時代に向けて、画像を含む文書の作成機会が非常に増えることが考えられる。その際に、画像を自由に変換して、しかも、自分の感性にあった構図を作ることができるツールは、不可欠である。そのようなツールとして、我々のシステムは利用できる。

これらのほかにも電子アルバム、モンタージュ写真、デザイン、アニメーション、などが考えられる。アプリケーションもスキャナから取り込む絵 (写真) を変えるだけで実現できるので、我々のシステムは非常に汎用性があるといえよう。

5 まとめ

本手法により、人間が紙の上で部品を動かし、試行錯誤しながら構図を決めるような、人間の感覚を重視した画像合成が電子的に可能となった。さらに、入力

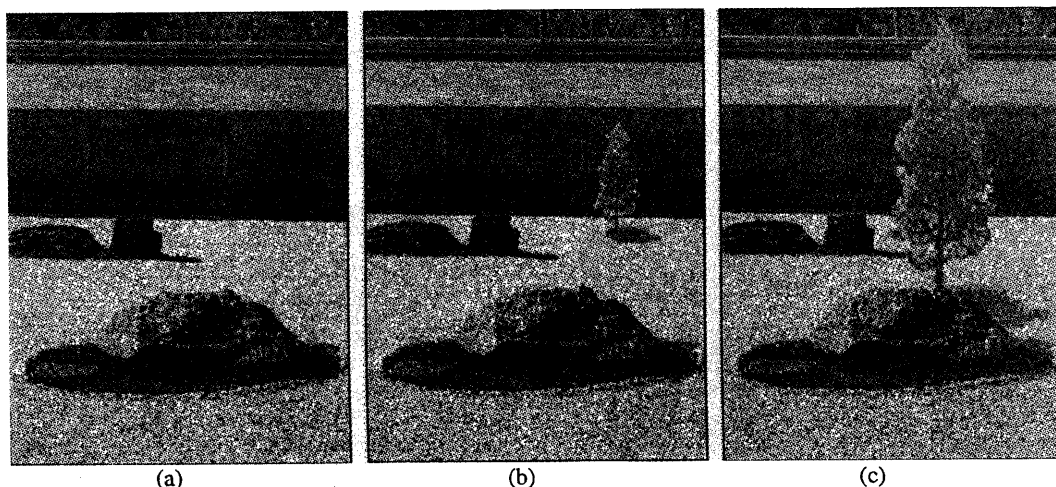


図 10: 景観シミュレーションの例

画像を変えるだけで様々なアプリケーションに応用できるので、いろいろな可能性を秘めているといえる。

今後の課題としては、部品画像を合成した時に背景画像と違和感のないように色彩を背景と合わせることが挙げられる。また、拡大・縮小以外にも、回転などの幾何学的変換を行えるようにすることにより、さらにユーザの要求にあった画像を作成することができる。その他にも、コンピュータに慣れていない人にも使い易いような、部品切り取り方法の改良などが必要である。

参考文献

- [1] 坂内 大沢, 画像データベース, 昭晃堂
- [2] 山根 坂内, キーワード自動抽出を考慮した画像データベース, 情報処理学会コンピュータビジョン研究会, 73-1, 1991
- [3] 加藤 栗田 坂倉, フルカラー絵画データベース ART MUSEUM —色彩感と略画による画像対話—, 信学技報, IE88-118, pp31-38, 1989
- [4] 長嶋 土方, 人間の主観を重視した類似商標図形の検索の基礎的検討, 電子情報通信学会論文誌 D-2, Vol. J74-D-2, pp311-320, 1991
- [5] 浦谷 柴田 野口 相沢, 静止画像検索システム FORKS の試作, 情報処理学会論文誌, Vol. 28, No. 7, 1987
- [6] 加藤 下垣, マルチメディア商標・意匠データベース TRADEMARK, 情報処理研究報, PRU88-9, 1989
- [7] 小林, 記憶における絵の符号化に関する研究, 風間書房
- [8] 柴田 井上, 画像データベースの連想検索方式, 電子情報通信学会論文誌 D-2, Vol. J73-D-2, No. 4, pp526-534, 1990
- [9] 藤沢 田淵 矢川 村岡, 鳥類図鑑 Hyperbook システムにおける対話検索について, 情報処理研究会, データベース・システム, 74-5, 1987, 11, 17
- [10] 饗場 永田 松本 横山 松下, 画像検索におけるインタフェースの提案, 情報処理学会研究報告, 91-HI-34, 6, 1991
- [11] K. Aiba H. Nagata Y. Matsumoto T. Yokoyama Y. Matsushita, An Image Retrieval System depending on Object Layout, 3rd International Conference on Management of Data, pp199-218, Dec. 1991
- [12] 饗場 野村 阿部 西山 横山 松下, 画像検索における階層化表現の一考察, 情報処理学会第 43 回全国大会, 1991
- [13] 西山 饗場 横山 松下, 略画作成による画像検索システムのインタフェース, 信学技報, SP92-67, HC92-44, pp. 47-54, 1992
- [14] 劉大宇 青木由直, 中国花鳥画における構図規則に基づいた画面分割構図法, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J73-D-II, No. 10, pp1696-1706, 1990
- [15] 八木 井上 林 中須 ほか, C 言語で学ぶ実践画像処理, オーム社, 10 章, 1992