

類似画像検索のための可視化とウォークスルー

Visualization and Walk-Through for Similarity-Based Image Retrieval

広池 敦 武者 義則

Atshushi Hiroike Yoshinori Musha

情報ベース機能日立研究室

Information-Based Functions Hitachi Laboratory, RWCP

{he, sha}@crl.hitachi.co.jp

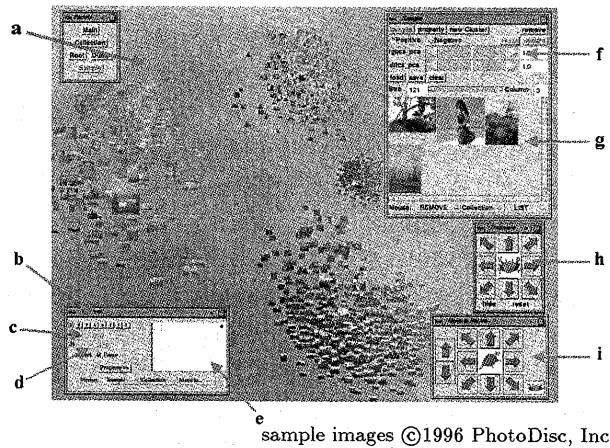


図 1: ユーザインタフェースの表示例。

1. はじめに

画像自体の持つ類似性に基づいて画像検索を行うシステムが、近年、数多く発表されている。我々は、特にユーザインタフェースの問題に焦点を当てて、類似画像検索を行なうプロトタイプシステムの開発を行なっている。我々のシステムの基本的な特徴は、画像検索の結果を、画像特徴量から構成される空間上に可視化する点にある [1], [2], [3]。今回述べるシステムでは、検索結果の分布は、画像特徴量から構成される 3 次元可視化空間中の時空間パターンとして表現される。本稿では、このシステムにおけるユーザインタフェース機能の概要を紹介する。

2. 可視化表現

図 1 は、我々のシステムの表示例である。右上のパネル (図 1-g) に表示されているのが キー画像、背景に拡がるのが検索結果が表示される「可視化空間」(図 1-a) である。この例では、約 10 万件のコンテンツから、類似度が高い上位 2000 件の検索結果が、最も近いキー画像の周りに島を作るような形式で表示されている。

このシステムでは、各画像は、独立な運動軌道を持つオブジェクトとして扱われる。各運動軌道は、3 次元座標値の時系列として定義される。系列中の各 3 次元座標値が、ある時間ステップでの画像の座標値を表し、相前後するス

テップ間の位置は、線型補間によって定義する。実際の 3 次元座標値は、検索結果集合における特徴量分布の統計量に基いて構成される。画像特徴量に基いた運動軌道を用いた場合、各画像は、基本的には独自の動き方をするが、類似性が高い画像どうしは、互いに引き付けあつような形で、やはり類似した動き方をする。結果として、画像の分布全体は、「有機的な運動性を印象として与える時空間パターン」として表現される。図 1 の例では、キー画像は不動で、検索結果だけが、最も近いと判断されたキーの周辺を漂うように運動している。

図 1 の左下にあるパネルは、可視化表示のコントロールを行なうためのものである。図 1-b のボタンの列には、運動軌道が現在どのステップにあるかが示される。ユーザは、このボタンを押すことによって、運動軌道上の任意のステップに表示をジャンプさせることができる。そのすぐ下のスライダ (図 1-c) は、運動の速度を決めるコントローラである。そのまた下のスライダ (図 1-d) は、運動を一時的に停止させている場合に、相前後するステップ間の任意の時点に表示を移動させるためのものである。同じパネル上にある矩形の GUI 部品 (図 1-e) は、類似度と画像表示の大きさとの関係を設定するためのコントローラである。このシステムでは、高類似度の検索結果は、3 次元オブジェクトとして大きく、低類似度の結果は、小さく表示される。図 1-e の横軸が類似度の効果、縦軸が全体的な画像のスケールに対応する。ユーザは、矩形領域中の点を移動させることによって、例えば、表示を絞り込みたいなら類似度効果を強める、といったように、類似度と表示の大きさの関係を自由に設定することができる。

新たなキー画像の登録は、通常は可視化空間内の画像をクリックすることによって行なう。可視化空間中に浮ぶ画像をキー画像としてクリックすると、その画像は、次第に大きくなりながら、類似した画像を従えて、それまで属していた画像分布の島を離れていき、新たな島を形成する。一方、キー画像の削除は右上にあるパネルの上で行なう。ある画像をキーから削除すると、そのキー画像に対応する島に属する各画像は、次第に小さくなりながら、以前属していた島に戻っていくか、ないしは、どのキー画像にも類似していない画像については、可視化空間から消滅する。

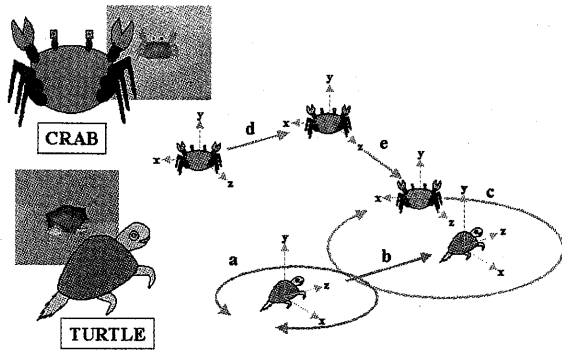


図 2: “カニ”と“カメ” (“Crab” and “Turtle”).

3. ウォークスルー機能

VRML ブラウザ等が提供するウォークスルー機能として一般的なのは、自己中心的な回転(首振り)に基づく視点移動機能と、ある原点を中心に空間の側を回転させる機能である。前者は、空間中を自由に動き回るのに適したものであるが、空間中のある対象の全体像を眺めようとした場合は不便である。一方、後者は、空間中の特定の限られた対象を眺めるのに適している。ただし、我々のシステムでのように、表示内容が多様に変化する場合、回転中心をどう設定するか、という問題が出て来る。我々は、これら2つのウォークスルー機能を直感的に理解できるような形で統合し、かつ、高機能化した、以下のようなユーザインタフェイスを開発した。

可視化空間中には、“カニ”と“カメ”と名付けられた2つのオブジェクトが存在する(図2)。これらは、異なる視点およびウォークスルー機能を持っている。カメは、通常のウォークスルー機能を表現したオブジェクトで、自己中心的な首振り回転(図2-a)を行うことによって、任意の方向に移動できる(図2-b)。一方、カニは、カメを中心とした公転運動を行う(図2-c)。カニは、常にカメに面し、カメとの距離を一定に保ちながら、カメの移動を追従する(図2-d)。カニ自体が自発的に行なえる並進移動は、カメへの接近、あるいは、カメからの逃避のみである(図2-e)。

図1のhとiが、これらのオブジェクトを操作するためのパネルである。図1-hのパネル中央にあるボタン(図中ではカニのマークが表示)は、視点切替用のトグルボタンで、可視化空間の表示をカニの見え、あるいは、カメの見えに切り替える。その周囲にある矢印が付いた8つのボタンは、現在の視点における (x, y) 平面上の並進移動のためボタンである。ただし、カニ視点の場合は、カニ自身は、定義より自由な方向転換ができない。従って、カメが、まず、カニの (x, y) 平面上の指定された方向に回転する。その後、カメが前進し、カニがそれを追従することによって、視点の並進移動は実現される。

図1-iは、オブジェクトの回転および z 方向の移動のためのパネルで、中央にあるボタン(図中ではカメが表示)

は、制御対象となるオブジェクトを切り替えるためのトグルボタンである。その周囲にある8つのボタンは、左右、上下、および、斜め方向の回転のためのボタンで、制御対象に応じた回転を行なう。その左の縦に並んだ2つのボタンは、 z 方向移動(前進・後退)用のボタンである。ユーザは、カニの視点からカメの動きを眺めつつ、カメの動きを制御することができる。これによって、画像分布を眺めるのに適切な可視化空間中の任意の位置へと、カニの回転の中心を設定することが容易に行なえる。

実際に、カニ・カメを操作してウォークスルーを行なっていくと、互いの位置および姿勢の相対関係は変化していく。カメの視点では、通常の場合カニをすぐに見失う。一方、カニの視点でも、カメは常に見えてはいるが、姿勢は必ずしも一致しない。カメの制御をする場合、これだと不都合な場合もある。このような場面に対応するために用意されているのが、図1-iのパネルの右下にある小さなボタン(図中ではカニが表示)である。これは、制御対象の回転についてのショートカット機能を与える。制御対象がカメの場合に、このショートカットボタンを押すと、カメは、カニの姿勢と z 方向が反転した姿勢(カニに面した姿勢)へと、まず回転する。以降、ショートカットボタンを連続して押すと z 方向の反転に伴う回転が順次起きる。一方、制御対象がカニの場合は、カニは、カメの姿勢と全く一致した姿勢へと回転する。カニは、公転運動をするように回転するので、実際には、これは、カメの後側に回り込むような運動となる。連続してショートカットボタンを押すと、カメの場合と同様、 z 方向の反転が起き、カメの前(後)に回り込むような動作を行なう。なお、これらの回転運動は、すべて、1軸を中心とした連続的な回転運動として実現されている。

カメのみが持つ機能としては、画像へのジャンプ機能がある。ユーザは、可視化空間中の画像をクリックすることによって、好きな画像の位置へとカメを飛ばすことができる。

参考文献

- [1] 武者, 森, 広池: 大量画像を対象とする特徴量空間の可視化, 第3回知能メディアシンポジウム, 301-308, 1997.
- [2] 広池, 武者, 杉本: VR空間を用いた画像特徴量空間の可視化—画像データベースの検索・ブラウジングのためのユーザインタフェイス, 信学技報, PRMU98-86, 17-24, 1998.
- [3] Hiroike A., Musha, Y., Sugimoto, A. and Mori Y., “Visualization of information spaces to retrieve and browse image data,” *Third International Conference on Visual Information Systems*, Springer-Verlag, 155-162, 1999.