

QueryPainter: 対話的可視化システムにおける ペイントライクなインタフェースの開発

石田愛 渡辺知恵美 城和貴

奈良女子大学大学院 人間文化研究科 〒630-8506 奈良県奈良市北魚屋西町

E-mail: {ishida, chiemi, joe}@ics.nara-wu.ac.jp

あらまし 我々は現在可視化アプリケーションにおける対話的な問合せツール: Queryball を開発中である。本稿では Queryball において、ユーザがより積極的に対話的分析を行うためのユーザフレンドリなインタフェースの開発について述べる。Queryball は問合せ条件に該当する(または該当しない)オブジェクトに対する表示方法を持つ半透明の球体である。これまでの仕様ではユーザが Queryball を利用する際、プログラム言語を用いて Queryball の定義を行わなければならなかった。本稿では、その Queryball の定義を支援するツールの開発について述べる。これによりユーザはより簡単に可視化や Queryball の設定を行うことが可能になる。さらに問合せを適用する領域の指定を、従来の球型だけでなくペン型のツールでも行えるようにし、より直感的に操作ができるようにした。

QueryPainter: a Paint-like Interface of a Query Interaction Tool for Visualization Systems

Ai ISHIDA Chiemi WATANABE and Kazuki JOE

Graduate School of Humanity and Science, Nara Women's University

Kitauoyanishimachi, Nara-city, Nara, 630-8506 Japan

E-mail: {ishida, chiemi, joe}@ics.nara-wu.ac.jp

Abstract In this paper, we describe about development of a query definition support environment for Queryball, which is a new style of interaction tool developed at Nara Women's University. Queryball is a translucent ball, which has query conditions and visualization methods. Users can apply the query only inside the ball, and modify the query applied area by moving and overlapping of Queryballs. So far, when users use the Queryball system, users must describe programming scripts to define the query definitions. In this paper, we describe about development of support tool which supports to define these query definitions without describing any scripts. By using this tool, users can define query definitions easily. In addition, we proposed paint-like tool. It can specify the query applied area like using a paint-soft.

1. はじめに

現在、医療、シミュレーション工学、教育、エンターテインメントなど様々な分野で科学技術データの可視化は普及し、必要とされている。

そこで我々は、可視化システムにおける対話的問合せツールとして Queryball を提案し、プロトタイプの開発を行ってきた[1]。Queryball は問合せ条件とその結果の表示メソッドを持つ半透明の球体でありユーザはその球体の移動、重ね合わせを行う。これにより可視化されたデータに対して簡単な直接操作で複雑な部分問合せを行うことが可能になり、ユーザは可視化結

果に対して積極的に分析を行ったり、ビジュアルデータマイニングの有効な手段の一つとして利用したりすることができる。

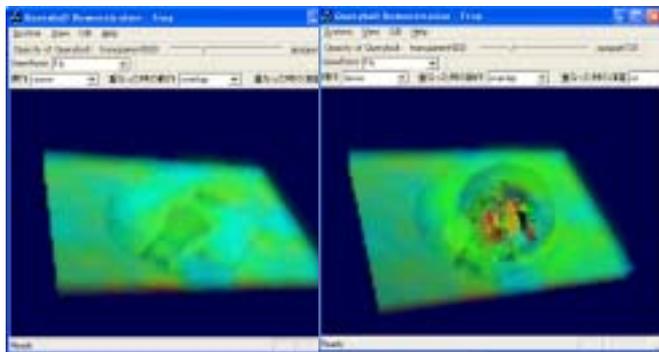
本稿では、先に提案した Queryball を直感的に使用するためのユーザフレンドリなインタフェースの開発について述べる。第 2 節ではこれまでに開発した Queryball のプロトタイプについて簡単に述べ、第 3 節ではユーザの対話的分析を促す為の直感的に理解しやすいインタフェースとして、問合せを適用する領域をペン型で指定することができるツール: QueryPainter と可視化の支援をするツールの開発について述べる。

2. Queryball

2.1. 基本概念

Queryball は 3 次元空間に浮かぶ半透明の球体で、問合せ条件、ターゲットデータ、それらに対する可視化方法の 3 つが設定されている。ユーザがその Queryball を 3 次元空間のオブジェクトに対して重ね合わせると、Queryball の内部に含まれたオブジェクト群に対して問合せが適用され、問合せ条件に該当するオブジェクト群は指定された可視化方法によって表示される。

例えば、ある場所の地下構造と地震波のシミュレーションのデータをボリュームレンダリングで可視化したものに Queryball を適用するとする。まず「地下構造の層の上位部分を取り除く」という問合せ条件を持った Queryball を適用し(図 1 の(1)), さらに「値の大きな地震波データだけを矢印表示する」という問合せ条件を持った Queryball を適用する(図 2 の(2))。この 2 つの Queryball を重ねあわせることによって、全体を把握しつつユーザの興味のある部分だけ 2 つのデータセットの関連を段階を踏まえて見ることが可能になる。このようにして可視化結果に対して積極的な分析を行うことが可能になる。



(1) (2)

図 1 : Queryball 適用例

2.2. モデル定義

Queryball システムの問合せモデルは、汎用的な可視化システムで広く用いられている「可視化パイプライン」を用いて定義されている。可視化パイプラインとはもともになるデータセットをいくつかの可視化のためのフィルタにかけ、3 次元表示するまでの手順を示したパイプラインである。Queryball システムではまず、データセットを Queryball の内部にあるものと外部にあるものに分離し、さらに内部にあるデータセットは QueryballFilter によって問合せ条件に合致する

ものを抽出する。そして QueryballFilter 後のパイプラインを設定された可視化方法によって定義する。これにより、Queryball 内部での選択的表示が実現される。

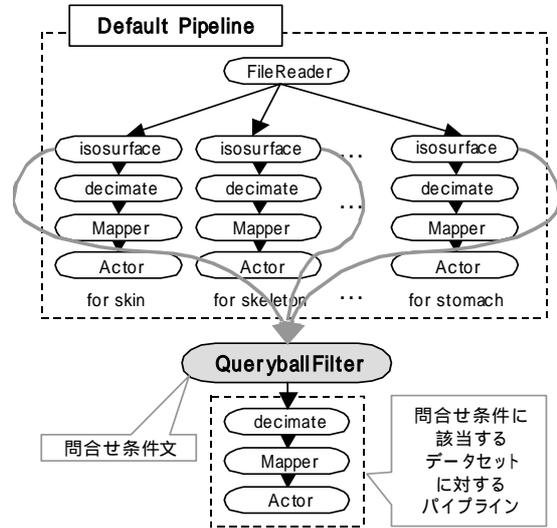


図 2 : Queryball フィルタを用いた可視化パイプライン例

2.3. 実装

Queryball モデルにおけるプロトタイプシステムは Kitware 社の可視化ライブラリ Visualization Toolkit (VTK) [2] をベースに実装した。本モデルは可視化パイプラインを用いることによって汎用的な可視化システムに導入可能である。VTK は OpenGL を用いた C++ のクラスライブラリであるため、我々は VTK 拡張ライブラリとして C++ による Queryball 用クラスライブラリを提供した。利用者は C++ もしくは Python, Java, Tcl 等のプログラミング言語を用いてデータの可視化手法および利用する Queryball の定義を記述し実行させることにより Queryball を利用することができる。

3. QueryPainter

我々は Queryball の提供手段として VTK の拡張ライブラリという形を取っているため、ユーザが Queryball を利用する際、プログラム言語を用いて Queryball の定義を行わなければならない。さらに Queryball を利用した結果問い合わせ条件や表示方法などを変更する必要がある場合は再びプログラムを変更しなければならない。しかしプログラム言語を用いて Queryball の定義や可視化を行うことは、一般のユーザにとって容易ではない。そこで我々は、プログラミングに明るくないユーザでも簡単に Queryball の問合せ記述が行えるように、支援ツールを開発した。

さらに可視化結果に対してユーザがより簡単に対話的分析ができるよう、問合せを適用する領域を球だけでなくペン型ツールでも指定できるようにした。

3.1. 操作の流れ

前節で述べたツールを使用した場合の、ユーザが行う操作の流れを図3に、GUIを図4に示す。まずユーザは可視化するデータの読み込みを行う(図3.4の(1))。するとそのデータに適した可視化方法をリスト表示したウィンドウが現れるため(図3.4の(2))、その中から希望の可視化方法を選択する。その結果、可視化結果(図4の(3))と可視化方法のパラメタ設定ウィンドウ(図3.4の(4))が表示され、必要があればそれらのパラメタを変更し可視化結果を調節する。次に「Queryballを作成する」というメニューからQueryballの形状(球型、又はペン型)の選択(図3.4の(5))をすると、問合せ条件、Queryball内の可視化方法、ターゲットデータの設定を行うウィンドウが新たに表示される(図3.4の(6))。このウィンドウでリスト表示されたターゲットデータと可視化方法の選択、問合せ条件の記述を行うことによってQueryballの定義が完了する。またこの際、ペン型を選択するとペンの太さや深さ、履歴を設定・表示するウィンドウも現れる(図4の(7))。そして可視化結果の画像に対してQueryballを適用する(図3.4の(8))。Queryballを複数個組み合わせる場合は図3.4の(5)に戻り同じ手順を繰り返す。ペンの設定を表示しているウィンドウには作成したQueryballの履歴一覧が残されているため消しゴムツール(図3.4の(9))でそれらを選択し、Queryballを削除することも可能である。

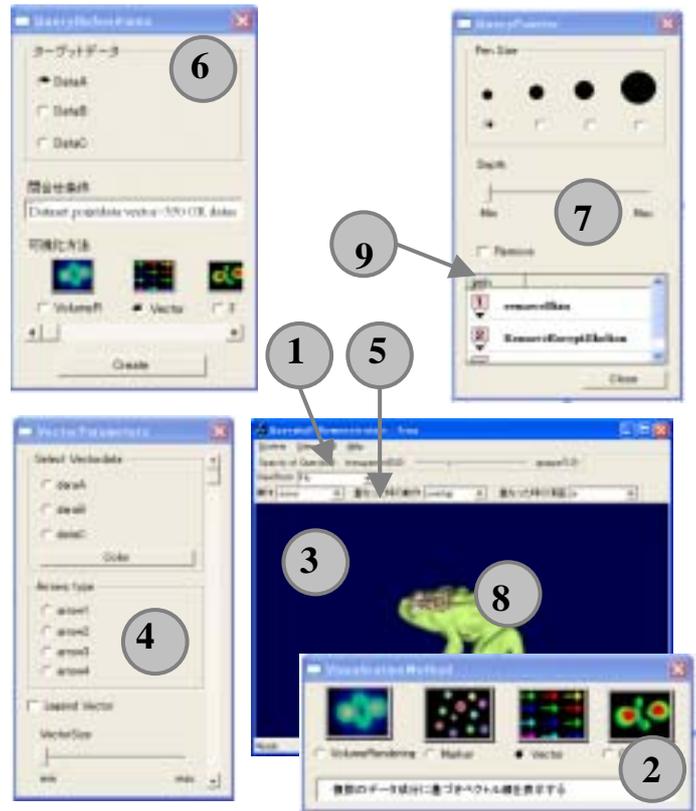


図4: GUIイメージ

3.2. Queryball 定義の支援ツール

本節では2.1節で述べたQueryball定義支援ツールの開発について述べる。前述したようにこれまでQueryballユーザはQueryball定義を行う際プログラムを作成する必要があったが、今回GUIだけで定義ができるツールを作成した。

このQueryball定義支援ツールは、ユーザが可視化したいデータを読み込むと自動でそのデータの種類の適した可視化方法をリスト表示し、ユーザはその中から行いたい可視化をクリックするだけで可視化が実現される。データの可視化方法には様々な種類があるが、今回はQueryballを適用するのに適しているものに限定した。また各々に対してパラメタ値の設定が行えるようにした。それらの詳細は以下の通りである。

- ボリュームレンダリング
レイ・キャストによるボリュームレンダリング。パラメタは境界値, 境界値以下(以上)の透明度, スムース, 透明度補間, カラーマップの設定, データの圧縮。
- 等数値ボリューム
領域において等値ボリュームを表示。パラメタは表示するデータの選択, 色の選択, ボリユー

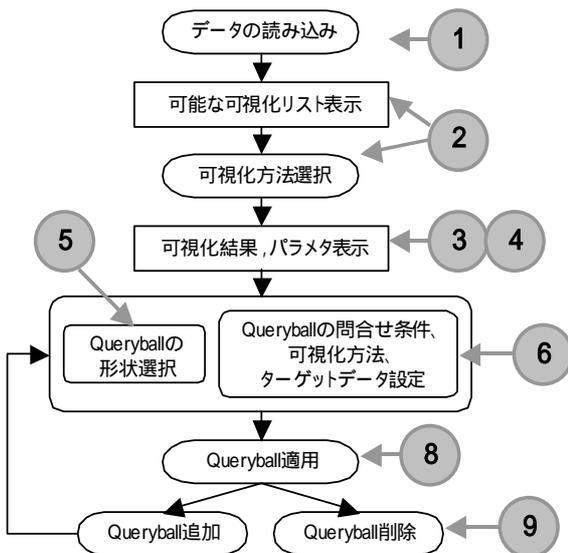


図3: 操作の流れ

ムの反転，軸の範囲（最大値，最小値），カラーマップの設定，データの圧縮．

- 数値表示
物体のある点でのデータの値を表示．パラメタは形状の大きさ，小数点以下桁数，フォント，要素データの選択．
- ベクトル線
複数のデータ成分に基づき，ベクトル線を表示する．パラメタはベクトル成分の選択，色の選択，矢印タイプの選択，凡例ベクトル，カラーマップの設定，データの圧縮．
- 流線
複数のデータ成分に基づき，流線を表示する．パラメタはベクトル成分の選択，色の選択，開始面の選択，方向の選択，積分回数，積分次数，カラーマップの設定，データの圧縮．
- マーカー
データが存在するポイントにマーカーを表示し，データの大きさをマーカーの色やサイズで表す．パラメタは色データの選択，大きさデータの選択，マーカーのタイプ（形，大きさ，球の分割数），カラーマップの設定，データの圧縮．

これらの中で実際にデータを読み込んだ際リスト表示される可視化の種類は，読み込まれたデータの種類に適したものに限られる．Queryball は VTK を使用し開発しているため，VTK のデータ構造を利用してリスト表示される可視化方法の判別を行う．

3.3. ペンライクインタフェース

これまで Queryball システムは問合せを適用する領域を球でしか指定できなかった．しかしユーザの対話的分析をさらに促すためには，より直感的に理解できるユーザフレンドリなインタフェースが必要になる．そこで一般的に使われているペイントソフトで絵を描くような操作で領域指定ができるペン型ツールを作成した．

図 3.4 の(5)にて形状選択でペンを選ぶとペン型の問合せ領域指定が可能となる．ユーザがマウスをドラッグすると，マウスの軌跡が画面上に表示される平面（この平面は消すことも出来る）上に射影され，平面状の点を中心としたパイプ上の領域が指定される．

ペンライクインタフェースを実現するために，問合せを適用する領域の表現方法として陰関数を用いた．陰関数による 3 次元オブジェクトの表現は自由曲面を表現する一般的な方法として CG および VR で一般的に用いられている手法であり[3][4]，立体形状同士の集合演算が容易に表現できる．QueryPainter では，マウ

スの軌跡上の点を平面に射影してその点を中心とした球体を表現する陰関数を定義し，球体同士を和演算で合わせるにより問合せ領域を表現する．また，消しゴム機能を選択している場合には，差演算を用いることによりドラッグされた領域の削除を可能としている．

4. まとめと今後の課題

本稿では，現在開発中である可視化システムにおいて対話的な問合せを行うツール，Queryball の拡張について述べた．前回の報告ではシステムのプロトタイプを作成しただけだったが，今回はユーザがより簡単かつ積極的に可視化データに対して対話的分析を行えるようユーザフレンドリなインタフェースの実装を行った．まず，Queryball を使う際に一番複雑に感じられた可視化プログラムの作成を支援するツールを作成し，ユーザが GUI を操作するだけでデータの可視化が行えるようにした．さらに問合せを適用する領域の指定を従来の球型だけでなく，ペン型のツールでも行えるようにした．領域指定をペイントソフトの操作に似せることにより，ユーザはより直感的に Queryball システムを使用することが可能になる．

本システムは，単なるプロトタイプシステムではなく一般に配布することを考えている．そのため今後の課題は，一般に配布できるように使用環境の整備を行うことである．

[参考文献]

- [1] 渡辺知恵美：“Queryball:VR システムのための対話的な問合せモデル”，日本データベース学会 Letters，Vol.2 No.2 pp25-28，2003
- [2] The Visualization Toolkit：
<http://public.kitware.com/VTK/>
- [3] J. Bloomenthal: “Introduction to Implicit Surface”, Morgan, Kaufmann Publishers, Inc. (1997).
- [4] 松宮雅敏，清川清，竹村治雄，横矢直和：“自由形状モデリングのための陰関数曲面を用いた仮想粘土細工システム”，情報処理学会論文誌，vol.42, No.5，pp1151-1160（2001）