2004－MPS－48　(7)
2004／3／2

可視化システムのための対話的問合せツールにおける問合せ記述支援環境の開発

石田愛[†]　渡辺知恵美[‡]　城和貴[‡]
†奈良女子大学　理学部　情報科学科　〒630-8506 奈良県奈良市北魚屋西町
‡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　本稿では可視化システムでの対話的問合せツールとして開発している Queryball の問合せ定義を支援するシステムについて述べる．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．ユーザは Queryball の移動や重ね合わせによって仮想空間の部分問合せを行うことができる．本稿ではまず，可視化パイプラインという記述モデルを用いて Queryball の問合せモデルを定義し，さらにプログラミング言語による Queryball の定義方法と Queryball についての定義をグラフィカルに閲覧, 編集ができるツールを開発した．これによりユーザは Queryball を生成する際に行わなければならない定義を，簡単に行うことが可能となる．

Development of a query description support environment in a query interaction tool for visualization systems

Ai ISHIDA[†]　Chiemi WATANABE[‡]　and　Kazuki JOE[‡]
† Department of Information and Computer Science, Nara Women's University
Kitauoyanishimachi,　Nara-city,　Nara,　630-8506 Japan
‡ 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 condition and visualization methods. Users can apply the query only inside the ball, and modify the query applied area by moving and overlapping of Queryballs. We propose the query model of Queryball using a description model named visualization pipeline. Based on this model, we developed the Queryball definition support envionment with two description modes; one is to use a script language, the other is to use a visual programing tool. By using the visual programing tool, user can browse and edit the definition of Queryball graphically and easily.

1　はじめに

近年, 科学技術データの可視化は様々な分野において必要不可欠な要素となりつつあり, 特に没入型VRシステムは可視化結果の中にユーザが入り込んで結果を見渡す体験ができることから, 直感的な理解が得られる重要な可視化ツールとして期待されている．また，最近では単に効果的なプレゼンテーションとして可視化結果を示すだけでなく，*ビジュアルデータマイニング*として既存のモデルでは解明できないデータ間の関連を人間の目と直観力で解明する試みも多く見られるようになっている．データを様々な切り口から対話的に分析するためには, VRシステムからのデータベース検索インタラクション機能が必要不可欠である．

3次元空間における対話的なデータベース検索インタラクションは仮想空間上で行う直接操作が最も効果的であるが，直接操作のできる検索インタラクションは十分なものが提供されていないのが現状である．現段階では，仮想空間を表示するウィンドウの外にGUIがあり，それを通して対話を行う間接操作が中心である．

そこで我々は，3次元空間における直接操作による問合せモデルとしてQueryballを提案し，プロトタイプシステムを開発中である[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，ユーザは球体を移動させたり，重ね合わせたりすることによって，仮想空間の部分問合せを行うことができる．これにより，単純な操作でユーザは対話的に問合せを発行しながら，仮想世界に表示された可視化結果

に対して積極的に分析を行うことができる．

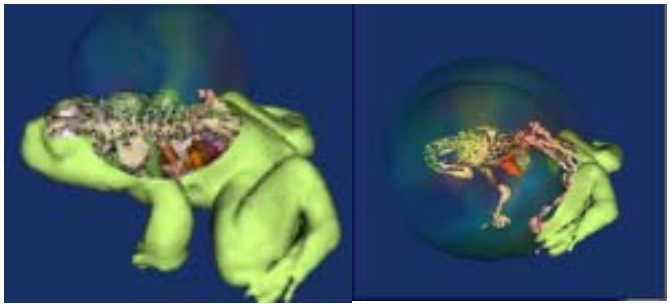
Queryballを利用するためには，予め利用を想定されるQueryballの問合せ条件や表示メソッドなどを定義しておく必要がある．利用者はこれらを予め何種類か定義しておき,3次元空間でそのうちのいずれかを選択してQueryballを生成する．本稿ではQueryballの利用の手順を明確にし，Queryballの問合せ条件や表示メソッドを定義するための問合せ記述支援環境の開発について述べる．まず2節にてQueryballの基本概念，利用手順について述べ，3節では問合せの定義について，4節で実際の可視化システムでのQuerybalの定義方法および利用方法について述べる．

2 Queryball

2.1 基本的概念

Queryball は３次元空間に浮かぶ半透明の球体であり，検索条件および検索条件に該当する（または該当しない）オブジェクトに対する表示方法が設定されている．ユーザがその Queryball を仮想世界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，問合せに該当する（または該当しない）オブジェクト群は指定された表示方法に従って強調表示される．

例えば，カエルのスライス画像から構成したデータで，前処理として皮膚，骨，そして 15 の内臓器官にセグメント化されたデータに，「皮膚データを透明化する」という問合せを適用する（図１(a)）． 問合せの領域は半透明の球体として表示されており，この球体をマウスでドラッグすることにより，問合せを適用させる範囲や範囲の大きさを変更させることが可能である．また，「内臓データを全て取り除く」という問合せおよび「心臓データを赤く表示する」という問合せの Queryball を用意し，これらを重ね合わせていくことで，部分的にくりぬかれ重要な部分のみを表示した結果を対話的に作り出す（図１(b)）．このようにして没入型 VR システムでの可視化結果の積極的な分析を行うことができる．



(a) (b)

図 1：対話的問合せモデルの適用例

Queryball の持つ問合せ文や表示方法などは GUI などの間接操作でないと変更は難しいが，問合せの適応領域を球の移動や大きさの変更などに置き換えて変更したり，複数の問合せによる絞込みなどを複数の Queryball の重ね合わせで表現したりすることによって，３次元空間での微妙な操作をより直感的かつ対話的に行うことが可能となる．

2.2 Queryball の利用手順

Queryball を用いたインタラクションは以下の 2 ステップに分けることができる．

Step1：問合せ条件及び表示方法の指定

Step2：Queryball の生成と移動や重ね合わせ

Step１では, Step2 で用いられる問合せ条件および表示方法を予め定義する．例えば 2.1 節で述べたカエルのデータを用いたインタラクションを行うためには，「皮膚データを透明化する」「心臓データを全て取り除く」等の条件を予め用意しておく必要がある．「皮膚データを取り除く」Queryball を作成するためには，問合せ条件として「データセットの名前が Skin である」を，問合せに合致するデータ表示方法として「透明にする」を，問合せに合致しないデータの表示方法として「元のパイプライン通りに表示する」を定義する．

3. 可視化パイプラインを用いた問合せ定義

本節では，2.2 節で述べた利用手順のうちの問合せ条件及び表示方法の具体的な記述方法について述べる．

まず具体的な記述方法を定義するにあたり，我々は独自の言語を提供するのではなく既存の可視化システムで利用されている可視化処理の記述モデルを用いたほうが適切であると判断し，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」を用いた問合せ方法を定義した．

可視化パイプラインとは元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記述したパイプラインである．図２は 2.2 節で例として挙げたカエルのスライスデータを可視化するためのパイプラインである（説明のため簡略化している）．この例ではまず FileReader でデータを読み込み，それを等値面生成フィルタ(isosurface)で皮膚と骨と 15 種類の内臓を抽出し，各 decimate フィルタなどで整形した後，3 次元空間に表示する．

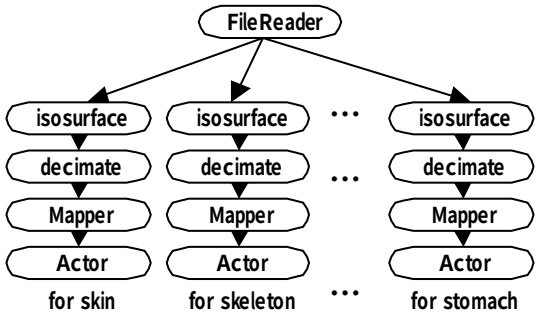


図2 ： 可視化のためのパイプライン

このパイプラインに対して「皮膚データを透明化する」という問合せを定義した Queryball をかけた場合，

まず Queryball の外部は初期のパイプラインに従って表示を行い, Queryball の内部にあるデータセットを問合せ条件に合致するものとしないものに分離する．皮膚のデータセットで Queryball 内部にある部分は問合せに合致するため，表示を行わないようにパイプラインを中断する．その他の Queryball 内部のデータセットは問合せに合致しないため初期のパイプラインと同様にデータを整形した後 3 次元空間に表示する．

このように, Queryball を用いてデータセットを分離して選択的に表示を変えるために，図 3 に示すような Queryball フィルタによる Queryball 問合せモデルを定義した．ユーザは初期パイプラインを設計する際に，初期パイプラインを Queryball フィルタに接続する．また，QueryballFilter に対して問合せ条件文と，その条件に該当する（あるいは該当しない）データセットに対する QueryballFilter 後のパイプラインを定義する．これにより Queryball 内部での選択的表示が実現される．

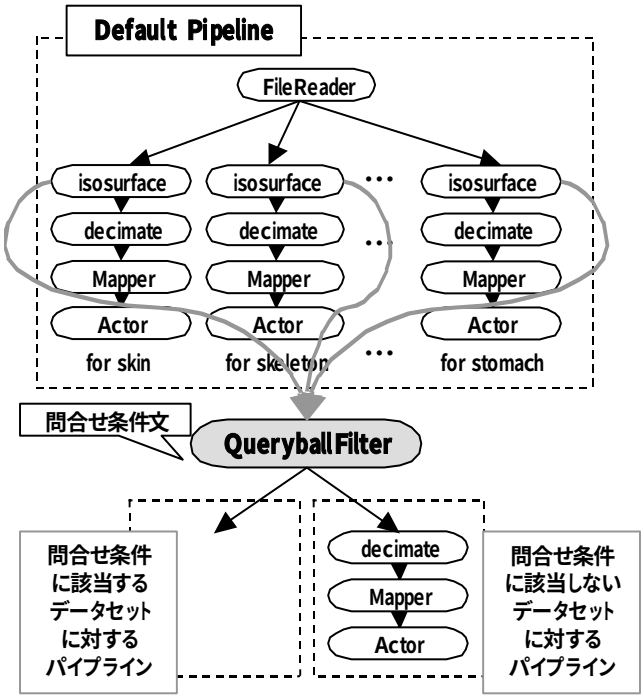


図 3：Queryball フィルタを用いた可視化パイプライン例

4 Queryball の定義支援環境

本節では 3 節の定義に基づいて，実際の可視化システムでの Queryball の定義方法および利用方法について述べる．我々は Queryball システムを Kitware 社の VisualizationToolkit（以下 VTK）という可視化ライブラリを用いて開発している[2]. VTK は可視化のためのオープンソースの C++ライブラリであり，可視化処理のモジュールをクラスライブラリとして提供し，ユーザは既存のプログラミング言語(C++, Python, Java など)で可視化パイプラインを記述することによって可視化プログラムを容易に作成することができる．

4.1 プログラミング言語による Queryball の定義

VTK では可視化パイプラインを C++, JAVA, Python, Tcl などの既存のプログラミング言語で記述することができる．そこで Queryball の問合せ記述も可視化パイプライン記述の延長線上で記述できるようにした．可視化による分析では結果を見ながら可視化パイプラインを対話的に変更する必要があるため，コンパイルのいらないスクリプト言語でのプログラミングが適している．そのため，本システムでも Python スクリプトでパイプラインプログラムと Queryball 定義をできるようにした[3]．例えば 2 節および 3 節で説明した「皮膚データを透明化する」という Queryball の定義ファイルは図 4 のようになる

```
#-----------------------------------------------------------------------
#              Definition of Queryball
#-----------------------------------------------------------------------
 class RemoveSkin (vtkQBPython.vtkQuery)
    def SetQuery():
          query=”dataset.attributes.name=’Skin’”
          return

    def ShowSelectData():
          return

    def ShowResData(Dataset dset):
          restMapper=vtk.vtkPolyDataMapper()
          restMapper.SetInput(dset)
          ra=vtk.vtkActor()
          ra.SetMapper(restMapper)
          ra.SetScale(1.01, 1.01, 1.01)
          ra.GetProperty().SetColor(qb.prigator.GetProperty().
GetColor())
          ra.VisibilityOn()
          qb.SetRestActor(ra)
          return
```

図 4：「皮膚を透明にする」Queryball の定義ファイル

ユーザ定義の Queryball はシステム定義の Queryball フィルタクラスのサブクラスとして定義し，クラス属性として条件文を，Show_SelectDataset(vtkDataSet *datasest)メソッドに条件に該当するデータセットのパイプラインを, Show_RestDataset(vtkDataSet *dataset)メソッドに条件に該当しないデータセットのパイプラインを記述する．

さらにメイン部分では図 5 のように，問合せ対象となるデータセットを Queryball フィルタである QBFilter オブジェクトに接続する．また，ユーザ定義 Queryball は import にてクラスを読み込み，Queryball マネージャである QBManager オブジェクトへ各ユーザ定義 Queryball を登録する．

```
# function to make actors for creating pipeline
def MakeActor(fname,cn,rgb,qb):
    pdreader=vtk.vtkPolyDataReader()
    pdreader.SetFileName(fname)
    pdmapper=vtk.vtkPolyDataMapper()
    pdmapper.SetInput(pdreader.GetOutput())
    vtkactor=vtk.vtkActor()
    vtkactor.SetMapper(pdmapper)
    vtkactor.GetProperty().SetDiffuseColor(rgb)
    qb.AddTarget(pd,vtkactor)
    return vtkactor

def main():
  ........

    en1=vtk.vtkRenderer()
    renwin=pane.GetRenderWindow()
    renwin.AddRenderer(ren1)

    is_qb=pane.GetInteractorStyle()
    is_qb.SetQBManager(qbmanager)
    qb=RemoveSkinQB()

    MakeActors(i,qb)
    qb.AddQBFilter("RemoveSkinQB",qbmanager)

    pane.pack(fill='both',expand=1)
    pane.Start()
    root.mainloop()

    main()
```

図 5：QBFilter の接続

4.2　視覚的プログラミングによる Queryball 定義

4.1 章で述べたスクリプト言語でのプログラミングは，Python スクリプトを知らないユーザには，多少使いにくい．そこで，Python スクリプトを知らなくても視覚的にプログラミングを行い，パイプラインプログラムと Queryball の定義，変更が可能なツールを提供する．

その初期段階として，まず 4.1 章で述べた Python スクリプトによる Queryball の定義をグラフィカルに閲覧し編集ができるシステムを作成した．その際，VTK のパイプラインを表示する Mayavi というアプリケーションを利用した．Mayavi とはフリーの科学データビジュアライザで，VTK と Python を利用して作成されており，その機能の一つに VTK Pipeline Browser というものがある[4]．これは VTK のパイプラインを階層的に表示する（図 5 の②）．

図 5 はカエルの例における視覚的プログラミングの GUI を示しており，①は分析したい 3 次元空間の画像，②は Queryball を適用していない場合の基本的な可視化パイプライン，③は適用したい定義済の Queryball を表している．本システムを実行した場合，まず①②③のウィンドウが表示され，ユーザは変更したい Queryball を③のウィンドウから選ぶ．Queryball が選択されると，②のウィンドウの基本可視化パイプラインの中から，その QuryballFilter に接続されている部分が赤く表示され，さらにその Queryball の定義が書かれた④のウィンドウが表示される．ユーザは，④のウィンドウに条件文，条件に該当するデータセットのパイプライン（ShowselectedDataSet），条件に該当しないデータセットのパイプライン（ShowRestDataSet）を見ることができる．

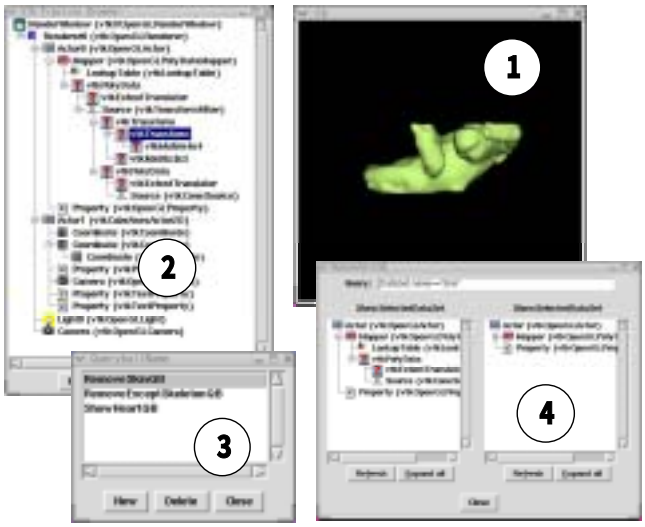


図 6：視覚的プログラミングの GUI

今後③，④のウィンドウにおいてただ定義されたものを表示するだけでなく，新たに③で Queryball の名前を定義し，②からその Queryball のフィルタを接続する部分を選択し，④で条件文，条件に該当するデータセットのパイプライン（ShowselectedDataSet），条件に該当しないデータセットのパイプライン（ShowRestDataSet）を定義できるようにする．これにより，ユーザは完全に Python スクリプトを意識することなく簡単に Pipeline，Queryball の定義，変更を行うことが可能になる．

5．まとめと今後の課題

本稿では，VR システムにおいて対話的な問合せを行う Queryball の問合せの定義と，Queryball の定義支援環境について述べた．これにより，ユーザは可視化パイプラインを複雑な操作なしで，可視化による分析において結果を見ながら対話的に，また簡単に Queryball を作成するのに必要な変更を行うことが可能となる．

今後の課題としては，視覚的プログラミングによる問合せ定義支援ツールの拡張を考えている．4.2 章でも述べたように現段階では予め Python スクリプトで記述されたパイプラインプログラムおよび Queryball の定義を表示させるところまで実装しているが，今後この GUI を用いて Queryball の定義，変更が可能なツールに拡張していく予定である．

[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] Mark Lutz ，David Ascher: “Learning Python” ， O’REILLY Japan ，2000

[4] The MayaVi Data Visualizer : http://mayavi.sourceforge.net/