

VRML 論理構造に基づく 3次元画像オブジェクトの検索と再利用

山田秀秋† 木邑信夫† 田中克己††

†通信・放送機構 神戸リサーチセンター
††神戸大学大学院自然科学研究科知能科学専攻

現在、様々な3次元画像がWWW上で公開されている。その中でもVRMLは業界標準のフォーマットとして認知されつつある。しかし、WWWの特性により、各サイトが個別に公開、管理しているために、情報の集約や再利用が促進されていないのが現状である。また、従来の検索手法による3次元画像の検索では、VRMLから必要な情報を取り出すための検索条件の提示が困難である。本稿ではWWW上の3次元画像オブジェクトの検索と再利用に関してVRMLが仕様として持っている論理構造に基づき索引情報を生成し、部品化手法及び部品間の相互関係や部品の属性情報に基づく検索手法について述べる。

Retrieval and Reuse of 3D Image Objects Based on VRML Logical Structure

Hideaki Yamada† Nobuo Kimura† Katsumi Tanaka††

†Kobe Research Center, TAO
††Division of Intelligence Science,
Graduate School of Science and Technology, Kobe University

There are many kind of 3D image objects on the World-Wide Web. The VRML is recognized as defacto standard format of 3D image representation. Currently, it is difficult to collect and reuse 3D image objects taking advantage of 3D image attributes. This paper describe the methods based on VRML logical structure.

1 はじめに

World-Wide Web(WWW)は、文字どおり世界規模の情報インフラストラクチャーとしてめざましい発展をとげてきた。文字情報にとどまらず、画像、映像や音声など、様々なメディアを利用した情報が提供されている。

中でも3D画像オブジェクトを表現するメディアとしてVRMLが注目されている。VRMLは、WWW上での3次元仮想空間を表現するフォーマットとして現在VRML 2.0としてThe VRML Architecture Group (VAG)[6]から仕様として公開されている。

この仕様を元に、様々なベンダーからVRMLをウォークスルーするためのブラウザや、3次元仮想空間を創造するためのオーサリングツールが提供されて

いる。クリエイターは、オーサリングツールを駆使して3次元仮想空間を造り、一般ユーザはブラウザやブラウザのプラグイン、ヘルパーアプリケーションをそれらを配布しているサーバからダウンロードする事により、手軽に3次元空間を自由に楽しむことができる。

VRMLは、オブジェクト指向3Dイメージフォーマットとして設計されている。しかし、オブジェクト指向の特長であるオブジェクトの抽象化、再利用、開発工数の削減が十分に生かされていないのが現状である。

その理由としては以下のことが考えられる。

- VRML 素材情報の集約
- オブジェクトとしての部品抽出

- 階層構造を持つ複合オブジェクトの検索

そのため、現在のオーサリング環境では、クリエイターがすべてのオブジェクトをはじめからすべての3Dオブジェクトを作成する必要がある。たとえば他のクリエイターが作成したVRMLオブジェクトや、そのオブジェクトの構成を参考にしようにも、求める素材がどこにあるのかを探す手だてが非常に限られている。VRMLを対象とした検索システム[3]も存在しているが、テキストの検索によりVRMLサイトのURLを取得できる仕様となっている。また、著作権フリーのVRML素材集[7]などが、CD-ROMを媒体として販売されているが、それらのオブジェクトの管理もディレクトリなどで分類分けされている程度で、数も限られており、検索する手段や素材に対して加工する手段は提供されていない。

2 VRMLの論理構造

VRMLはオブジェクトの集合として定義される。オブジェクトは、物理的な属性として、形状、表面属性(色、材質、光沢)などを持っている。VRMLでは、オブジェクトはノードと呼ばれ、各ノードは入れ子構造になっており、ノードの集合はシーングラフと呼ばれる。

単純なオブジェクトは以下の要素から構成される。

File header VRMLファイルのヘッダとして記述される。VRML2.0の場合には、

```
#VRML V2.0 utf8
```

のように書かれる。

Shape node 形状を表すノードであり、Geometry nodeやAppearance nodeを含有している。

Geometry node 単純な幾何学オブジェクトノードとして、

Sphere, Cylinder, Box, Coneがある。また複雑な幾何学オブジェクトを定義するためのIndexedFaceSetがある。

Appearance node 表面属性を追加するためのノードである。

Grouping node 子ノードをまとめるノードとしてAnchor, Billboard, Collision, Group, Transformがある。

```
#VRML V2.0 utf8
PROTO TwoColorStool
[ field SFCOLOR boardColor .8 .4 .7
  field SFCOLOR columnColor .6 .6 .1 ]
{
  Transform {
    DEF table group {
      children [
        Transform {
          translation 0 0.6 0
          children
            DEF board Shape {
              appearance Appearance {
                material Material {
                  diffuseColor IS seatColor
                }
              }
            geometry Box { size 1.2 .2 1.2 }
          }
        }
      ]
    }
    Transform {
      translation -.5 0 -.5
      children
        DEF Column Shape {
          appearance Appearance {
            material Material
            {diffuseColor IS columnColor }
            geometry Cylinder { height 1 radius .1}
          }
        }
      ]
    }
    Transform {
      translation .5 0 -.5
      children USE Column
    }
    Transform {
      translation -.5 0 .5
      children USE Column
    }
    Transform {
      translation .5 0 .5
      children USE Column
    }
  ]
}
}
}
TwoColorStool {
  columnColor 1 0 0 seatColor 0 1 0
}
```

図1: VRMLサンプル

たとえば、4本の円柱と直方体からなるテーブルを定義する場合図1のように定義する。ここでは、名前付きノードを使って再利用する事により、同じオブジェクトの多重定義をさせている。

VRMLは入れ子構造であり、グルーピング化したノードに対して名前付けを行うことにより、グループ化したオブジェクトをひとまとまりとして扱うことが可能である。

本稿ではこのようなVRMLの論理構造をもとにした索引情報の抽出や検索のあり方について述べる。

3 VRML の論理構造に基づく検索

3.1 VRML の検索手法

WWW 上で公開されている VRML の検索としては以下の手法が考えられる。

1. HTML 文章検索

VRML ファイルをアンカーとして持つ HTML 文章をもとにタイトル、見出し、アンカー文字列、URL からキーワードを抽出し、そこから生成されたインデックスにより検索を行う。

2. VRML キーワード検索

VRML ファイルから、コメントや名前付きノードからキーワードを抽出し、そこから生成されたインデックスにより検索を行う。

3. 幾何学的構造による検索

幾何学的構造は Geometry ノードで表され、Sphere, Cylinder, Box, Cone 等がある。また、複雑な幾何学オブジェクトを定義するための IndexedFaceSet がある。これらのタイプやパラメータからキー情報を抽出し、そこから生成されたインデックスにより検索を行う。

4. 構造検索

シーングラフを構成するノードの構造を抽出し、名前付きノードやインライン参照、プロトタイプ、アンカー、LOD、等によるツリー構造を抽出し、そこから生成されたインデックスより検索を行う。

5. 表面属性検索

表面属性情報は Appearance ノードで定義され、材質、テクスチャーを有する。表面属性からキー情報を抽出し、そこから生成されたインデックスにより検索を行う。

上述の検索手法は、検索対象が階層構造を持ったオブジェクトであるために、各々がキーであると同時に、キーが相互関係を持つ階層構造を持ったインデックスとして定義する必要がある。

3.2 VRML 索引構造

VRML はオブジェクトであるため、1つのオブジェクトがインスタンスの集合として定義される。

キー: ノードロケーション

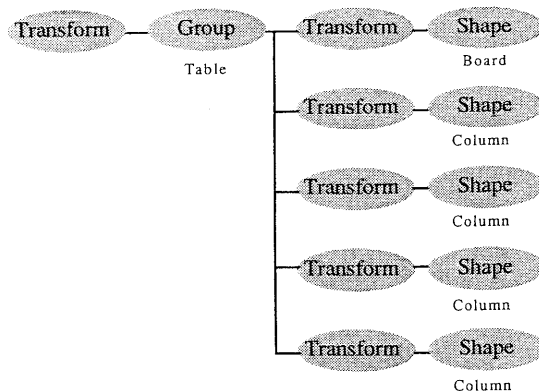


図 2: シーングラフの例

ノードロケーションは、グルーピングノードのシーングラフ中の相対位置を示すために使用する。たとえば、図 1 の例では、シーングラフは図 2 のように表す。

この場合、board のロケーション情報は、

1.1.1

Column のロケーション情報はそれぞれ

1.1.2

1.1.3

1.1.4

のように表記する。

3.3 検索式表記

検索式は、正規表現を基にして表記するが、以下の点において不十分である。

- ノードリンクのパスを表現できない
例えば、"テーブルの天板"を検索する為の条件は、
テーブル ^ 天板
ではなく、テーブルというオブジェクトのサブノードに天板というオブジェクトが含まれる形で表現されなければならない。
- 複数の正規表現の結合を表現できない
例えば、"複数の脚と天板を持つテーブル"を表現する場合、天板を持つテーブルと複数の脚を持つテーブルは同じで無ければならない。

- 属性を表現できない

例えば, "円柱でできた脚を持つテーブル"のようにテーブルが脚というオブジェクトを含み, 脚の属性である幾何学オブジェクトが円柱であるような表現が必要である.

これらの事を踏まえ, 本稿では検索式を以下のような表記として提案する.

1. 正規表現の拡張とする
一般形としては表現に基づく表記とする.
2. オブジェクト変数の導入
 x, y, z のような変数を導入し, ノードに対応させる.
3. 名前付き変数の導入
名前として $name$ を持つ変数 x の定義 $name(x)$ として表記する. 例えば, $chair(x)$ のように表記する.
4. 属性値の導入
 $x[a = \dots]$
例えば, $leg(x)[Geometry = cylinder]$
5. 連結
.
例えば,
 $a.b$ a の下にある.
6. 和
+
7. 閉包
*
8. 無名変数
-
9. パス式の連結
 \wedge, \vee, \neg で表記する.

例えば, "円柱の脚を 2 本以上持つテーブル"は,

```
< chair(x). - * . y . leg(w)[Geometry=cylinder]. - * >
      ^
< chair(x). - * . y . leg(z)[Geometry=cylinder]. - * >
      ^
      < z ≠ w >
```

のように表記する.

```
chair1--+
      +-leg
      +-seat
      +-no_name
```

図 3: 検索結果

3.4 検索アルゴリズム

検索式により表現したパス式を基にオブジェクトの検索を行う.

検索式よりルートノードとなる名前付きグルーピングノードを検索し, そのノードから検索式を基にマッチングを行う.

3.5 検索クライアント

検索クライアントは, html で書きクライアントマシンを意識しない仕様とする. VRML の論理構造により導出されるノードは, それ自体がオブジェクトであるため, 検索結果として表示されるオブジェクトは部分ノードも結果に含まれる.

従って, 検索結果はツリー構造に展開される.

たとえば, chair を検索した場合, ユーザへ提示する検索結果は, 図 3 となる. ユーザは展開された検索結果から所望の部分オブジェクトのみを得ることが可能となる. また, グルーピングノードではあるが名前付きノードとして定義されていないノードであっても抽出可能である.

図 4, 図 5 に試作システムで実装する検索イメージを載せる.

図 4 は "chair" で検索し, ヒットした椅子の VRML イメージが結果として出力されている.

図 5 は図 4 上の 3 段目に展開されている椅子のリンクをたどる事により, 図形をサブツリー構造に展開した結果である.

4 関連研究

4.1 画像検索エンジン

[8] は検索対象が 2 次元画像であり, 検索手法も画像を量子化した各色の頻度ヒストグラムを用いている. 対して本稿では, 検索対象を VRML の 3D 画像オブジェクトであり, 検索手法も VRML の論理構造

に主眼をおいている点で異なる。

4.2 文章検索エンジン

[9]は検索対象が構造化文書であり、検索手法もNR/SD モデルという構造化文書と入れ子型リレーション構造を応用している。対して、本稿では、検索対象をVRML3D画像オブジェクトであり、検索手法もVRMLの論理構造に主眼をおいている点で異なる。

5 おわりに

本稿では、WWW上に分散したVRMLオブジェクトを論理構造を元に抽出したキーワードをもとに検索し、それらをオブジェクト単位で抽出し、インタラクティブにVRMLオブジェクトを取得する手法について述べた。今後はこれらの研究を元に実際にシステムを試作し、評価を行う。

謝辞

本研究は、一部、文部省科学研究費重点領域研究(課題番号08244103)による。

参考文献

- [1] Jed Hartman, Josie Wernecke: "The VRML 2.0 Handbook," 1996.
- [2] 山本 精一: "VRML2.0 パーフェクトガイド", 1996.
- [3] <http://vrm1.sgi.com/>
VRML サーチエンジンおよびVRMLのリンク集
- [4] <http://www.sgi.com/>
cosmo player のダウンロードサイト
- [5] <http://www.webcity.co.jp/ifno/andoh/vrml/>
VRMLに関する情報のリンク集
- [6] <http://vag.vrml.org/www-vrml/>
The VRML Architecture Group のホームページ

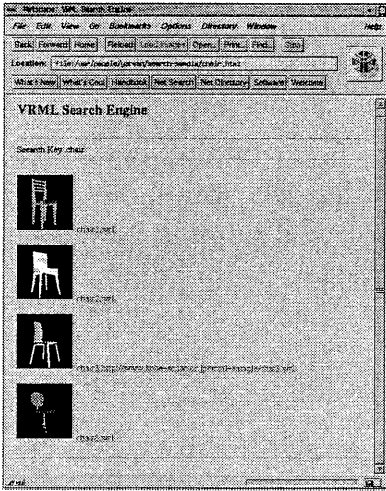


図 4: "chair" という文字列での検索結果の展開例 1

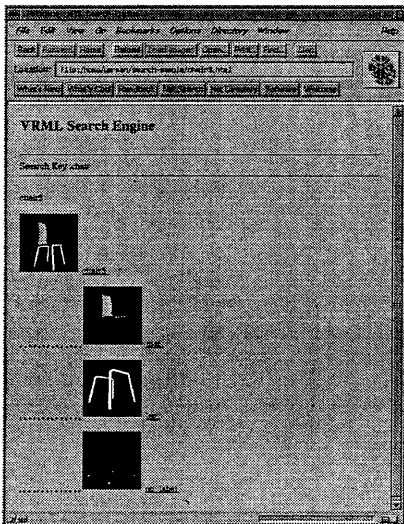


図 5: "chair" という文字列での検索結果の展開例 2

- [7] MEGASOFT BRICKS :”VRML 対応 3D モデリング素材集,”1996.
- [8] 谷田部 智之, 高羽洋樹, 佐藤隆, 坂内正夫:” 画像情報による情報媒介を目指した公開型画像サーチェンジン GIRLS,” 情報処理学会, 情報シンポジウム論文集, Vol.96, No.10, p.139-145, 1996.
- [9] 森嶋 厚行, 北川博之,” 構造化文書とデータベース統合利用のためのデータモデル,” 情報処理学会研究報告 96-DBS-109-11, pp.67-72, 1996.
- [10] 河野 浩之, 長谷川 利治,” WWW 情報空間における文書データマイニングを用いた知的検索システム,” 情報処理学会, 情報シンポジウム論文集, Vol.96, No.10, pp.27-34, 1996.