

高度コミュニティ空間のためのインタラクティブなブラウザの実装 Implementation of Interactive Browser for the Advanced Community Space

賀来 健一
Kenichi Kaku

富井 尚志†
Takashi Tomii

1. はじめに

近年の高度なコンピュータグラフィックス (CG) や広域情報ネットワークの登場により、3次元グラフィックスやVRを用いたサイバークommunity空間が実現されている。これらの仮想空間をDBMSで管理し、DBにオブジェクトの形状データだけでなく、その意味情報も蓄積することにより、利用者が仮想空間内で「半年前から一度も読まれていない本はどれか」などの意味に基づいた検索や更新などの多様な操作が可能になると考えられる。このように、仮想世界、あるいは現実世界の3次元情報とデータベースを融合させる研究事例がいくつか見られる。例えば、増永らのVWDB[1]では、共有時空間のためのデータモデルを提案している。また、田島らは、DBに蓄積されたオブジェクトに対するアクセス制御に関する提案[2]を行った。そこで我々は、現状のコミュニティ空間についての「意味」(机、棚など)や「意図」(しまう、書くなど)を共有することで、現実世界に近い形での利用者間の意思の疎通が可能である仮想空間「高度コミュニティ空間」[3]の実現をプロジェクトとして取り組んでいる。ここでの「コミュニティ」とは、ある意思統一のもとに共通意識を持った人達の集まりのことを指す。この高度コミュニティ空間のブラウジングには以下のような5つの機能が必要であると考えられる。

機能1. DBに蓄積した仮想空間を以下のようにして表示する

- ① データを意味情報付きシーングラフに変換する
- ② そのシーングラフに書かれた形状データを読み込む

機能2. 1.で読み込んだ仮想空間の中をウォークスルーでき、さらにマウスなどでオブジェクトの指定・移動ができる

機能3. 利用者が意図を明示的に宣言する操作(明示的操作[4])を仮想空間に対し(ブラウザ上で)行うことができる

機能4. 利用者がオブジェクトに対して行った操作についてプログラムがその裏にある意図を読み取る(暗示的操作[4])ことができる

機能5. 複数の利用者がそれぞれのブラウザから一つの仮想空間を共有することができる(マルチクライアント)

そこで、本稿では、従来の仮想空間に意味情報を付加し、利用者が空間だけでなくそこに含まれる意味、意図までも共有することができる高度コミュニティ空間の実装を目標とする。具体的には意味情報付きシーングラフを用いたインタラクティブな高度コミュニティ空間ブラウザの設計と

実装、およびそのブラウザ上で利用者が行った操作の意図をDBに反映する明示的操作と暗示的操作の評価を行った。

2. 高度コミュニティ空間の構成

本章では、高度コミュニティ空間における意味や意図とは何か、そしてその意味、意図を用いた操作について説明する。

2.1 意味、意図

従来のCGで表示しただけの仮想空間では視覚的な情報のみが共有され、その空間に存在する暗黙的な意味情報は個々の利用者の認識に任されていた。そこで、コミュニティ空間の情報共有を実現するために、本プロジェクトでは意味情報を三次元形状データと関連付けてDBに蓄積した。それにより、視覚的な情報のみならず、意味情報をも共有することが可能になり、三次元仮想空間内を利用者間で統一された価値基準で、検索することが可能になると考えた。ここで以下の二つの概念を定義する。

- 意味……仮想空間に存在する形を持ったオブジェクトの概念で、機能や役割、目的などをあわせ持つ物体。一般に名詞で表される(例:事務机、本棚など)
- 意図……仮想空間内での操作で、単なる移動や変化だけでなく、その状態の変化に機能や役割、目的などをあわせ持つ操作。一般に動詞で表される(例:置く、しまうなど)

このようなコミュニティに存在する意味や意図を体系的かつ明示的に定義しておく手法として、Ontology[5]が用いられる。上記の「意味」を「形状Ontology」、「意図」を「機能Ontology」、それらの関係を「関係Ontology」として定義することで、「書類引き出し(形状Ontology)に(関係Ontology)ノート(形状Ontology)を(関係Ontology)しまう(機能Ontology)」といったコミュニティの知識を表現することができる(図1、太線)。これを用いることで、例えば「机の上においてあるすべての本がしまえる引き出しを検索し、表示せよ」のような役割を入れた空間検索が可能になる。そこで本プロジェクトでは、このような意味情報のDBへの蓄積方法として、意味、意図を明示的かつ体系的に定義して蓄積した「意味情報層」、

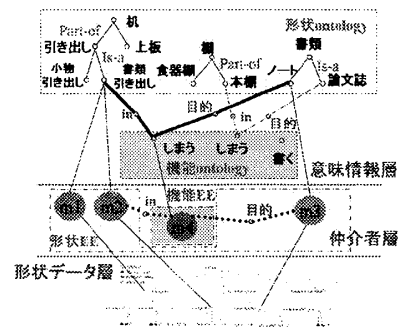


図1 三層構造

† 横浜国立大学大学院環境情報学府
情報メディア環境学専攻

‡ 横浜国立大学大学院環境情報学府研究院

でき、さらに機能 2にあたるブラウザ上でのオブジェクトの指定(ピッキング)に適した機能も持っているためである。また、シーングラフの記述には XML を用いているため、XML の読み取りには XML の階層構造も考慮できる DOM を用いて形状データを取得した。

3.2 明示的操作の設計

機能 2にあたる利用者が仮想空間内をウォークスルーしたり、オブジェクトの指定(ピッキング)や移動(図 4 ③)したりすることができなければ、利用者は仮想空間内で行動することができない。よって、これらの機能はブラウザには最低限付いてなければならない機能である。そして、それら機能 2が可能になることによって、機能 3にあたる明示的操作と機能 4にあたる暗示的操作が可能になる。本節では機能 3にあたる明示的操作(図 4⑤)について説明する。

明示的操作は以下のようなデータの流れによって可能になると考えた。

- (1) 利用者は明示的操作 GUI で操作の対象(What)、操作先(Where)、行いたい操作(How)を選択する。もしくは、高度コミュニティ空間ブラウザ上からオブジェクトをピックアップすることで What を選択する
- (2) それら(What, Where, How)を用いてそのオブジェクト(What)に対して可能な操作の候補が DB で検索される
- (3) DB がその可能な操作の候補(操作対象のオブジェクト(What)固有の ID と操作後の Translation)を返す
- (4) (3)で取得した値を用いて、操作後の空間を別のブラウザに表示する
- (5) 利用者はそのブラウザ上で候補を選択する
- (6) 高度コミュニティ空間ブラウザとシーングラフ、DB が更新される

明示的操作の例として、「机の上のすべてのモノをその机の引き出しにしまえ」などが挙げられる。DB への更新操作を簡便にするために、ブラウザとのデータのやり取りはできるだけシンプルなのが望ましいので、オブジェクト固有の ID と Translation のみとした。

3.3 暗示的操作の設計

ブラウザに対し利用者がマウスを用いてオブジェクト群を選択し、移動させるという操作にも、操作の「意図」は明示的ではないが背後には何らかの「意図」が存在している。これは機能 4の暗示的操作(図 4⑥)にあたる操作である。しかし、暗示的操作は明示的操作とは違い、操作の「意図」が明らかにはされていない。よって、暗示的操作では、オブジェクトを移動した際に、DB が更新されるオブジェクト固有の ID とそのオブジェクトの移動後の Translation を semantic space (ブラウザで見える世界としては存在していないが、暗に存在する意味を持った空間例: 収納空間や作業領域など)と比較することで、その操作の「意図」を DB に反映させるという方法を取った。途中の状態遷移は、今回は考慮していない。暗示的操作の例として、利用者がブラウザに対し本をピックアップし、棚の中に移動させると「しまった」状態ととらえられる、などが挙げられる。そして 3.2 同様、ブラウザとのデータのやり取りは、オブジェクト固有の ID と Translation のみとした。また、図 4 の④は機能 3、機能 4に必要なシーングラフ

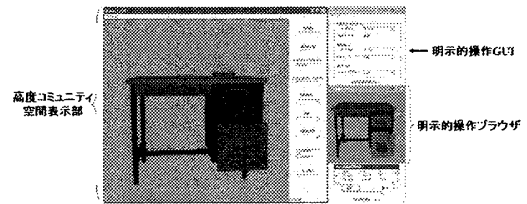


図5 高度コミュニティ空間ブラウザ

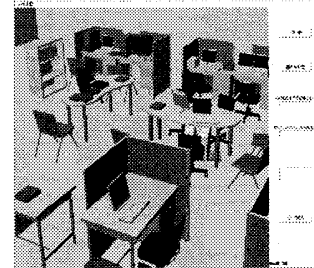


図6 評価対象

の更新を表しており、シーングラフがまず更新されることにより、DB が更新される設計とした。

4. 高度コミュニティ空間ブラウザの評価

以上に述べた方針に基づいて、明示的操作と暗示的操作を実現できる仮想空間表示器である「高度コミュニティ空間ブラウザ」を実装した。このブラウザの動作画面を図 5 に示す。

本章では、実装した高度コミュニティ空間ブラウザの評価を行う。

4.1 空間表示の評価

本節では、実装した高度コミュニティ空間ブラウザでシーングラフを DB から取得するまでにかかる時間と、シーングラフを用いて仮想空間をブラウザに表示するまでにかかる時間を測定し、どれくらい実用性があるかを評価した。測定対象として、以下のようなオフィス(本研究室)の仮想空間(図 6)で評価を行った。

- 全オブジェクト数: 139 個
- 全ポリゴンの数: 39772 個 (1 オブジェクトあたりの平均ポリゴン数: 286.13 個)

この状況下でシーングラフの取得、仮想空間の表示にかかった時間は以下ようになった。

- シーングラフの取得: 平均 1 分 17 秒
- 仮想空間の表示: 平均 8.2 秒

仮想空間の表示時間は XML を読み込む時間も含まれているので、8.2 秒という時間は実用に耐え得るものであった。一方、シーングラフの取得には、時間がかかる。しかし、基本的にシーングラフの取得は一回しか行わず、あとは差分のみで仮想空間の更新を行っていくので大きな問題はないと考えられる。また、DOM 以外の API を用いての評価は今後の課題である。

4.2 明示的操作の評価

本節では、実装した明示的操作を行うとブラウザにどのように表示されるかを実際に示し、それを用いて明示的操作の実現可能性を評価する。

明示的操作は以下の順番で行う。

- (1) 利用者は「何を(What)どこに(で) (Where)どうする(How)」を選択する。この例では、明示的操作 GUI のプルダウンメニューを用いて「空間内のすべての

本を本棚に片付ける」という選択をしている(図7(a))

- (2) 表示された操作の候補(図7(b))の仮想空間内で透明になっている操作対象のオブジェクト(What)をピックアップすることで操作を決定し、DBを操作後の状態に更新する

これらの利用者の操作に合わせて以下のような流れシステムが動作する。

- A) 選択された意図を用いてクエリを発行することでその操作の候補を明示的操作ブラウザに表示する。この例では、外に出ていたすべての本がひとつの引き出しにしまわれることを示している
- B) DBが更新されると図6の仮想空間が図8のように更新される。この例では外に出ていたすべての本が本棚にしまわれたことをあらわしている

実際の流れは(1)→A)→(2)→B)となる。以上より、動的なコミュニティに対して、利用者の「意図」を明示的に宣言する操作である明示的操作が可能であることを示した。

4.3 暗示的操作の評価

本節では、実装した暗示的操作を行うとブラウザにどのように表示されるかを実際に示し、それを用いて暗示的操作の実現可能性を評価する。

- (1) 高度コミュニティ空間ブラウザでオブジェクトをピックアップし、移動させる(図9)。この例ではフロッピーディスク(以下、FDと記す)が一番上の引き出しの中に入れている
- (2) DBの状態を調べるために、引き出しの中に入まっているオブジェクトのIDを返すSQLを発行した様子(図10)である。この例では、図10より、操作をする前は引き出しの中には入っていなかったFDが、操作後のDBでは、引き出しの中に入った状態に更新されていることがわかる

以上、(1)~(2)より、利用者が行った操作の「意図」を読み取ってDBを更新する暗示的操作を行うことができることを示した。

5. まとめ

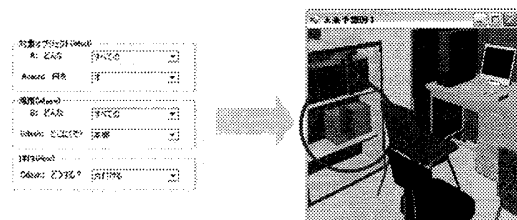
本プロジェクトでは、従来の仮想空間に意味情報を付加し、利用者が空間だけでなくそこに含まれる「意味」、「意図」までも共有することができる「高度コミュニティ空間」の提案と実装を行っている。そこで、本稿では意味情報付きシーングラフを用いたインタラクティブな高度コミュニティ空間ブラウザの設計と実装と、そのブラウザ上で利用者が行った操作の「意図」を読み取る明示的操作と暗示的操作の評価を行った。今後の課題としては、使用可能な操作の種類を増やす。また、機能5であるマルチクライアントにより複数の利用者が空間および意図を共有できるような仕組みも考え、その上で複数の利用者による協調作業等の実験を行っていく必要がある。

謝辞

本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金(課題番号14780197)の支援による。

参考文献

- [1] 渡辺智恵美, 増永良文, “仮想世界データベースシステムにおける仮想世界同期法”, TOD, Vol.43, No.SIG9(TOD18), 2003
- [2] 田島 敬史, 依田 和也, 田中 克己: “複数詳細度を持つCGデータのためのアクセス制御とアクセス権管理”, 信学論, J-82-D-1, pp.193-200, 1999年1月
- [3] 富井尚志, “高度コミュニティ空間の構成方式”, 情処学研報, DBS-131(II), pp.33-40, Aug, 2003
- [4] 高木良成, 岡田直也, 竹島広人, 谷岡洵, 富井尚志, “DBで管理された3次元仮想コミュニティにおける意図付操作モデルの導入”, 信学技法, Vol.103, No.356, DE2003-111, pp.1-6, Oct, 2003
- [5] 溝口理一郎, “オントロジー研究の基礎と応用”, 人工知能学会誌, Vol.14, No6, Nov, 1999
- [6] 岡田直也, 富井尚志, “ontologyを用いた空間形状データの意味情報モデリング”, Proc. of Data Engineering workshop, DEWS2003, 信学会データ工学研究会, Mar, 2003



(a) 操作指定 (b) 操作の候補
図7 明示的操作

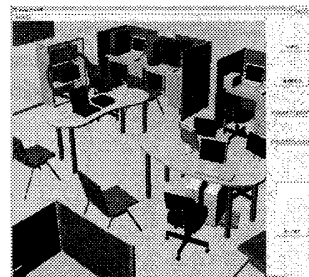


図8 明示的操作後



図9 暗示的操作

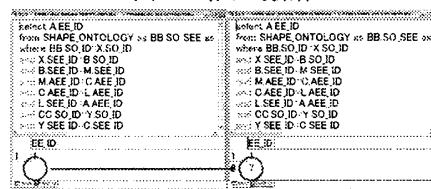


図10 DB更新の確認