

# 汎用3次元ユーザインタフェースツールキットの試作

1 A A - 1

世利 至彦 大隈 隆史 竹村 治雄 横矢 直和

奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科

## 1 はじめに

近年、3次元仮想環境を利用した様々なアプリケーション(3DAP)が開発され、その数は急速に増加しつつある。3DAPユーザにとって、アプリケーションの使用を容易にするためには、3DAPのユーザインタフェース(3DUI)を統一する必要がある。また、3DAP開発者にとって、プロトタイプ作成等を効率良く行なうためには、3DUIを容易に構築できるライブラリの整備が必要となる。このため、3DUIを利用したプログラムの実装が容易に行なえるツールキットを提供する重要性が高まっている。

3DUIツールキットとは、仮想環境内に立体的なメニューやダイアログボックスなどの3次元ユーザインタフェース部品を提供するプログラムライブラリと定義できる[1]。これまでに我々は、3DUIツールキットの設計を行ってきた[2]。その際、設計方針として、可読性が高いプログラムが容易に作成できること、インタフェース部品の機能の拡張が容易に行なえること、3DAPの内容と独立にインタフェースの設計ができること、に留意した。今回、これまで行ってきた設計に基づき、3DUIツールキットの試作を行なったので報告する。以下では、試作した3DUIツールキットの詳細について述べた後、本ツールキットを用いたプログラミングについて説明する。

## 2 3DUIツールキットの試作

### 2.1 オブジェクト指向設計の有効性

3DUIツールキットの試作を行なうにあたり、インタフェース部品をオブジェクト指向的にモデル化することで、そのデータ構造と振舞いが一体となったオブジェクトとして定義できる。ここでいうデータ構造とは、オブジェクトが固有に持つ配列やリストであり、振舞いとはそのオブジェクトに適用できる関数を指す。もしそのようなモデル化を用いない場合、例えば、プッシュボタンとスライダはそれぞれ

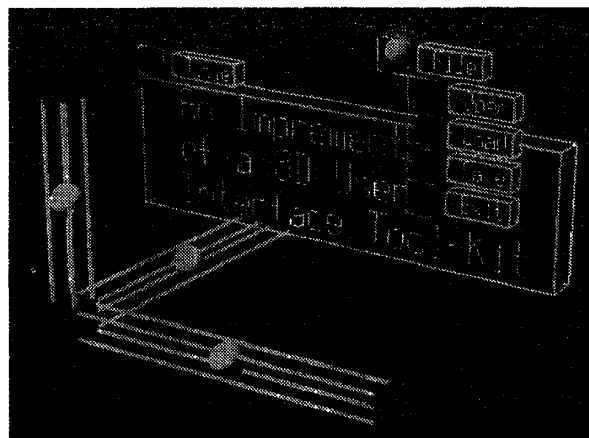


図1: ユーザインタフェース作成例

れに固有のデータ構造を持つので、別々の初期化関数が必要となる。しかしオブジェクト指向的にインタフェース部品をモデル化することで、プッシュボタン、スライダの初期化関数が同じ表現で参照できる(実行されるのはそれぞれに固有の初期化関数である)。これによってプログラムは、種々の部品に同じ名前の関数コールを適用できるので関数名が覚えやすく、プログラムの可読性も向上する。

そこで3DUIツールキットの実装にはオブジェクト指向的なプログラムが可能で実時間処理も可能なC++を用いた。

### 2.2 インタフェース部品のクラス

インタフェース部品はオブジェクト指向的に設計されているので、次のような特徴を持つ。まず、インタフェース部品の中で、共通のデータ構造と振舞いを持つものが1つのクラスとして定義される。また、各インタフェース部品は少なくとも1つのクラスに属する。クラスはそれに属する全てのオブジェクトに適用できる関数の定義や属性データ等を含む。さらに、各クラスは上位の全てのクラスの特徴を継承する(図2)。従って、全てのインタフェース部品が共通に持つ特徴や関数を最も上位のクラスに持たせることで、各部品の関数インタフェースを統一し、可読性の高いプログラムが容易に作成できる。

各クラスの持つデータには、座標変換のための行

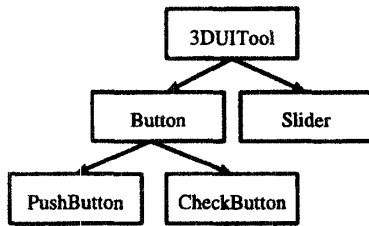


図 2: クラス階層の例

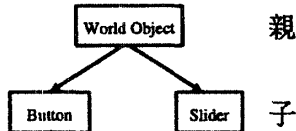


図 3: シーングラフの例

列や部品の識別に用いる識別子等がある。さらに、部品に何らかのアクションが加えられた際の部品の振舞いを自由に設定できる関数を定義した。

実際に仮想空間内に描画されるのは、各部品クラスのインスタンスである。次に、インスタンスを仮想空間に描画する仕組みについて説明する。

### 2.3 仮想空間への描画

仮想空間の構築には、シーングラフ [3] の概念を採用した。これにより、仮想オブジェクトの一種である 3DUI 部品も、それ以外の仮想オブジェクトと統括して描画処理が行なえる。仮想空間全体を管理するオブジェクトを“ワールドオブジェクト (WO)”とすると、仮想空間は WO を根とする木 (シーングラフ) で表現できる。ボタンやスライダ等、仮想空間内に描画されるものは、WO の“子”である必要がある。図 3 は仮想空間内にボタンとスライダを置いた場合のシーングラフである。

### 2.4 3DUI 部品の例

今回試作した部品の一部を以下に紹介する。

**プッシュボタン:** カーソルで選択され、押下等のア

クションを受けると対応する関数を起動する。

**トグルボタン:** プッシュボタンの継承クラス (下位クラス) に属する。押下等のアクションを受ける毎にオン、オフの状態が変わる。

**スライダ:** 連続量を持つ変数に対応し、その変数値を変更できる。また、スライダの両端のボタンを押すことで変数値を離散的に変更できる。

**テキスト:** 文字列が表示できる。プッシュボタンのラベルやダイアログボックスとして使用できる。

**階層メニュー:** ラベルやプッシュボタンを複数並べ、メニューの一階層として扱うことができる。多階層からなるメニューも作成できる。

```

void main(){
  InitFunc();           // 初期化を行なう
  WO = new World();    // 仮想空間を定義する

  /* プッシュボタンを作成 */
  Button *b = new Button;
  b->Move(1, 2, 0);     // プッシュボタンを移動
  b->String("Exit");   // ラベルの文字列を指定
  b->BindFunc(Exitfunc); // 関数をバインドする

  /* スライダを作成 */
  Slider *s = new Slider;
  s->Length(5);        // スライダの長さを設定

  /* シーングラフに登録
  WO->AddChild(b);
  WO->AddChild(s);

  MainLoop();
}
void ExitFunc(){
  exit(0);
}
  
```

図 4: サンプルプログラム



図 5: サンプルプログラムの実行画面

## 3 プログラム例

図 4 はプッシュボタンとスライダを表示する (図 5) プログラムである。プッシュボタンをクリックするとプログラムを終了できる。プッシュボタンとスライダを宣言後、種々の設定を行なう。設定を明示的に行なわない場合、デフォルトの値が用いられる。最後に、プッシュボタンとスライダを WO の“子”とすることで仮想空間に表示される。

## 4 まとめと今後の課題

仮想空間を提供するアプリケーションの開発を支援する 3DUI ツールキットの実装について述べた。本ツールキットを用いることで、3DUI を利用したプログラムを容易に作成することができる。今後は、インタフェース部品の増強を図る予定である。

### 参考文献

- [1] J.F. Hughes, M.P. Stevens and R.C. Zelezik. An architecture of an extensible 3d interface toolkit. In *Proc. ACM Sympo. on UIST*, pages 59-67, 1994.
- [2] 世利, 清川, 竹村, 横矢. 汎用 3 次元ユーザインタフェースツールキットの設計. 1997 年信学総大, A-16-16, 1997.
- [3] R. Carey and P.S. Stauss. An object-oriented 3d graphics toolkit. In *Proc. ACM Sympo. on UIST*, pages 341-349, 1992.