

ラピッドプロトタイピング言語 InvenTcl における 3D オブジェクトと Widget の統合

Integrating 3D Objects and Tk Widgets in Rapid Prototyping Language InvenTcl

間瀬 健二¹⁾ 江谷 為之^{1),2)} シドニー フェルス^{1),3)}
Kenji MASE Tameyuki ETANI Sidney FELS

1) ATR 知能映像通信研究所 {mase,etani,fels}@mic.atr.co.jp

(〒619-0028 京都府相楽郡精華町光台 2-2)

2) 富士通通信システム株式会社 (現所属)

3) プリティッシュ・コロンビア大学 (現所属)

Abstract: InvenTcl is an interpretive version of a 3D modeling language, Open Inventor. InvenTcl has been developed by wrapping the Open Inventor toolkit with Tcl/Tk and [incr Tcl]. We present the MegaWidget interface extension of the InvenTcl in this paper. The MegaWidget is the universal window of InvenTcl which can contain an Inventor Object view pane and the Tk widgets. It is notable that the conventional "pack" command of Tk can be used to generate it.

KeyWords : *Rapid Prototyping, Open Inventor, Tcl/tk, MegaWidget*

1 はじめに

汎用ワークステーションやパーソナルコンピュータで、3次元(3D)グラフィックスを表示したり、インタラクティブなシステムを制作することが容易になった。Open GLやDirect3Dをはじめとする標準的な3Dグラフィックスライブラリの流通により、3Dシーンのプログラミングが一般化しつつある。一方、市販のVRモデラーやオーサリングツールではビジュアルなユーザインタフェースが提供され、インタラクティブな3次元VR世界を構築することは、それほど困難ではなくなってきた。

我々は、プログラミング言語がもつ手続的処理の記述の容易さとビジュアルインタフェースがもつ直感的、直接的操作の両面の良さを併せもつ言語として、*InvenTcl*を開発してきている。*InvenTcl*は、オブジェクト指向3DグラフィックスのツールキットであるOpen Inventor[1]を、インタプリタ言語であるTcl/Tk[2]とそのオブジェクト指向パッケージである[incr Tcl][3]とでラッピングして作られている[4, 5]。本文では、Inventorで表示される3D世界のviewと、Tkのwidget windowを、1つのwindowで表示するMegaWidgetを新たに実現したので、その実装を述べる。以下、InvenTclの概要を紹介し、さらにMegaWidgetの実装を述べる。

2 InvenTcl

InvenTclは、Tclに対しては3次元オブジェクトインタフェースを提供し、Open Inventor(以下、とくに断らない限りInventorと省略する)に対してはインタプリタインタフェースを提供している。すなわち、Tkを使った2次元のインタフェースwidgetを使いつつ、Tclコマンドにより3次元シーンへの直接アクセスが可能となる。InvenTclは、VRシステムのプロトタイピングをはじめ、3Dグラフィックスの教育、3次元GUIのプロトタイピング、ビジュアル

ゼーションなどいろいろな分野でのプログラミング言語として適していると考えられる。

2.1 インタプリタ型言語の開発目的

InvenTcl開発の目的は、(i) Inventorのインタプリタ版を提供することと、(ii) 3次元Tk Canvas Widgetを提供することにある。C++とInventorでプログラミングすることに比べて、InvenTclには次のような利点がある。

- シーン中のオブジェクトをスクリプトから操作したり、直接操作が可能
- 3Dグラフィックスやアニメーションのプロトタイピングが容易
- 3DシーンとGUIとの組み合わせが容易
- 3Dシーンとのスクリプトによる低データ量コミュニケーション
- 3Dグラフィックスを他のソフトウェアと結合することが容易

2.2 ラッピングにおける設計基準

これらの特徴は、3DCGの教育、3Dオブジェクトを含むUIのラピッドプロトタイピング、エージェント通信プログラムの3Dビジュアルインタフェースへの応用可能性を提供できる。

InvenTclを設計するにあたっては、次の設計基準を設けた。

- InvenTclのobjectの階層構造と名前がInventorと一貫性を持ちつつTcl/Tkの言語仕様を踏襲する
- InventorのmainLoopプロセスへの割り込みは最小限とする
- InventorのobjectがTkのwidgetとバインドできる
- ネイティブのInventor、Tcl/Tkはなるべく変更しない

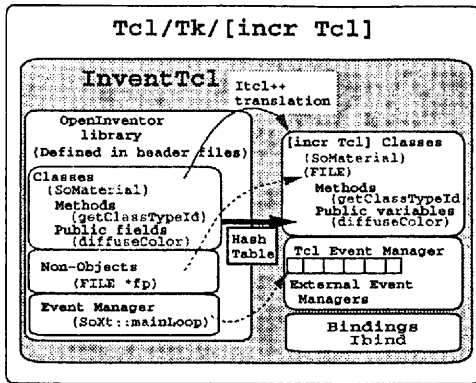


図 1: InvenTcl における Open Inventor, Tcl/Tk, [incr Tcl] の関係を示すブロックダイアグラム

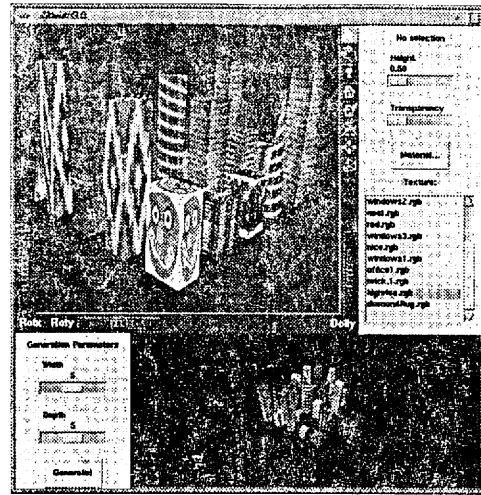


図 2: MegaWidget の実現例: Inventor View と Tk Widget が自由に配置できる

2.3 InvenTcl の実装履歴

この設計基準に従って、InvenTcl はこれまで次のステップで開発を進めてきている。

1. Inventor のライブラリの [incr Tcl] へのクラス変換 (public 変数のオブジェクト化も含む)
2. Inventor のイベントチェックを Tcl/Tk のイベントチェックグループに取り込む
3. オブジェクトへのバインドを可能にする Ibind の追加
4. サブ・シーングラフの追加を可能にする ICreateNames の追加
5. メソッドのオーバーローディングの実装
6. [incr Tcl] のインスタンス名を表示するシーングラフ・エクスプローラ
7. 一般コールバック関数の登録機能 (Inventor のエンジン、センサークラスへの対応)
8. イベント独立制御の切り替えによる Inventor のパフォーマンス維持
9. MegaWidget の実装

InvenTcl のプログラム構造の概略を図 1 でしめす。このラッピングの手順は、Inventor および Tcl/Tk に限定されるものではなく、一般的なグラフィックスライブラリとインタプリタ型言語の組み合わせに適用できると、考えられる。

2.4 MegaWidget の実装

MegaWidget の実装は、Tk のウィンドウに Inventor の View pane を取り込む方針で行なった。その際、(i) Inventor View 生成時に Tk のウィンドウテーブルにその登録を行ない、(ii) Tk の pack コマンドに Inventor View を認識させる処理を実装した。これにより通常の Tk の pack コマンドにより、Tk の Widget の 1 つとして Inventor View が取り扱われる。結果として、図 2 の例に示すように、InvenTcl MegaWidget 内で Inventor オブジェクトと Tk Widget が自由に配置できるようになった。

2.5 実行環境

InvenTcl は現在 Version 3.0b であり、実行確認環境は下記の通りである。なお、Tcl/Tk は ver. 8.0 からパッケージが導入され、[incr Tcl] も ver. 3.0 から外部パッケージとして提供されている。InvenTcl もこれに追従し、3.0b 版からパッケージモジュールとしての提供が可能となっている。

- ハードウェア: SGI Indigo2, O2 (IRIX 6.2, 6.3), メモリ 128MB 以上
- ソフトウェア:

- Open Inventor: Version 2.1.2 以上

- Tcl/Tk: Version 8.0
- [incr Tcl]: Version 3.0

3 むすび

当初困難と思われた MegaWidget と、高速表示を維持するイベント制御が、Inventor および Tcl/Tk のコアに触れずに実現でき、Tcl/Tk/[incr Tcl] のパッケージとして提供することが可能となった。このパッケージ化と MegaWidget の実装により、ユーザの利便性 (インストールおよびプログラミング) が飛躍的に高まったと考える。本稿で紹介した全機能をサポートする 3.0 版の無償公開を現在検討中である。

なお、シーングラフエクスプローラは現在 InvenTcl のオブジェクトとして生成しているため、オーバーヘッドが大きい。gview を利用して、このオーバーヘッドの解消と編集機能の向上が課題である。さらに、ラビッドプロトタイピングの良さを活かした応用プログラムの開発を進める計画である [5]。また現在 InvenTcl は IRIX 版のみであるが、linux 版および NT 版の Open Inventor および Tcl/Tk/[incr Tcl] は既に市場で入手可能である。今後は InvenTcl のこれら環境へのポーティングを検討する。

謝辞

モジュールの実装でご協力をいただいた (株) 東洋情報システムの川越一宏氏に感謝します。

参考文献

- [1] Open Inventor Architecture Group, "The Inventor Reference Manual", Addison-Wesley, New York, 1994.
- [2] J. K. Ousterhout, "Tcl and the Tk Toolkit", Addison-Wesley, New York, 1994.
- [3] M. McLennan, "[incr Tcl]: Object-oriented programming in Tcl", In *1st Tcl/Tk Workshop*, CA, 1993, University of Berkeley.
- [4] 間瀬 健二, シドニー フェルス, 江谷 為之, "仮想環境ラビッドプロトタイピングに適した VR スクリプト言語の開発", 情報処理学会資料 CG90-1, 情報処理学会, April 1998.
- [5] Sidney Fels and Kenji Mase, "InvenTcl: A Fast Prototyping Environment for 3D Graphics and Multimedia Applications", In *1st International Conference on Advanced Multimedia Content Processing (AMCP'98)*, pp. 163-178, Nov. 1998.