

ビジュアルプログラミングによる 3次元オブジェクトの動作スクリプトの設計と実装

杉山達彦 木下哲男 白鳥則郎
東北大学電気通信研究所/情報科学研究科

概要

本研究はエンドユーザ向けの3次元仮想空間の構築支援環境の実現を目的とし、3次元仮想空間の構築プロセスのなかの対話部分の記述に対する支援方法を提案する。提案手法は、(1)状況のビジュアルモデル、(2)3次元オブジェクトのビジュアル動作スクリプト、(3)ビジュアルプログラミングのための対話方法の3つのアイデアから構成され、ビジュアルプログラミングの結果としてビジュアルなフィードバックを提供することができる。また本提案に基づく支援システムのプロトタイプを実装し、その評価を行う。

A Visual Programming based Design Methodology for 3-D Object's Behaviors and Its Implementation

Tatsuhiko SUGIYAMA, Tetsuo KINOSHITA, Norio SHIRATORI
Research Institute of Electrical Communication/Graduate School of Information Science,
Tohoku University

Abstract

To rearize a 3-D virtual space development environment for end-users, we propose three visual programming techniques for interaction development process of 3-D virtual space development process. These techniques are (1)visual model of situation, (2)visual script of 3-D object behavior and (3) interaction techniques for visual programming. In our proposal, we can provide a visual feedback as visual programming results. And we implement a prototype system based on our proposal in order to compare other researches.

1 はじめに

3次元CG処理用のハードウェアの普及、インターネット上の3次元仮想空間記述言語VRMLの登場により、エンドユーザにとって3次元CGを利用した仮想空間(以下、3次元仮

想空間)が身近なものになった。その結果、エンドユーザは自ら情報を発信したいという3次元仮想空間に対する構築要求を強く持つようになってきている。

一方、3次元仮想空間の構築要求を持っていても、仮想空間すなわちVRMLをテキストで記述するのはエンドユーザには大きな負担である。そのため、エンドユーザ向けのVRML記述支援ツール、あるいは3次元仮想空間の構築支援ツールの必要性が高まっている。

そこで本研究では、エンドユーザ向けの開発支援環境として、ビジュアルプログラミングによる手法([1],[2],[3],[5])に着目し、ビジュアルプログラミングに基づく3次元仮想空間の構築支援環境に関する提案を行う。3次元仮想空間を構築するためには、形状、アニメーション、対話のデータを作成しなければならないが、形状およびアニメーションの作成は既存の技術により十分な支援が受けられる。そのため、本研究では3次元空間内の状況に応じた3次元オブジェクトの動作を記述する部分(以下、3次元オブジェクトの動作スクリプト)の構築の支援を目的としている。

2 ビジュアルプログラミングに基づく3次元オブジェクトの動作スクリプト作成方法

ビジュアルプログラミングの中でも特に例示に基づくビジュアルプログラミングに着目しているが、その手法はユーザがシステムに自分がプログラミングしたい手続きを例示し、それをシステムが解釈してプログラムを生成するというものである。3次元オブジェクトの動作スクリプトの構築支援を扱っている従来の研究[1]は、3次元仮想空間内の状況に応じた仮想的なエージェントの振る舞いを例示に基づくビジュアルプログラミングを利用して記述するものであるが、次の2つの問題点がある。1つめは、ユーザがビジュアルプログラミングした結果として生成されるプログラムが、すなわちシステムからのフィードバックがビジュアルではないということである。ユーザはプログラミング結果が自分の意図どおりであるか確かめる必要があるが、フィードバックがテキストであるとそのテキストを読んで理解せねばならない。またかつてのプログラミング結果を再利用しようとするときには、テキストを理解して適切に書き換えねばならない。これはテキストでプログラミングすることと相違なく、エンドユーザ向けの支援環境としては大きな問題である。2つめはユーザの意図を獲得するための対話の工夫がないということである。システムはユーザの例示に基づいて状況に応じた振る舞いを獲得するが、意図を伝えるための対話技術、すなわち状況を特定させるための対話技術がないと、ユーザはシステムをコントロールしづらくなる。このような問題は、[4]のなかでFeedback&Controlと呼ばれて、例示によるプログラミングにおける解決すべき技術課題の1つとして取り上げられている。具体的には、[1]では、ユーザの例示履歴から抽出される状況特定のためのパラメータのうち、そのどれが意図を反映しているのかをユーザから積極的にシステムに伝えるための対話技術がないという点と、例示の修正の方法を与えておらず、失敗したら修正できないという精神的負担を与えるという点が問題である。

本研究では、これらの問題点を解決するようなビジュアルプログラミングシステムをめざし、状況のビジュアルモデル、ビジュアルなオブジェクト動作スクリプト、ビジュアルプログラミングのための対話方法を提案する。

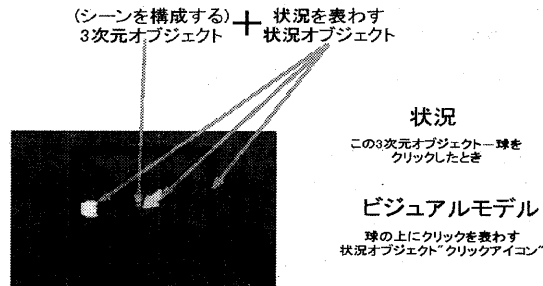


図 1: 状況のビジュアルモデル

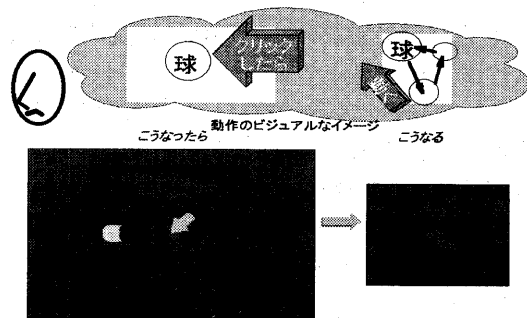


図 2: ビジュアルな3次元オブジェクト動作スクリプト

プログラミング対象である3次元オブジェクト動作スクリプトは、状況づけられた振る舞い(Situated Action)と呼ぶべきものであり、3次元仮想空間内の状況と振る舞いとを関係付けるスクリプトである。本研究では、プログラミング結果である状況づけられた振る舞いをビジュアルにフィードバックすることを課題の一つとしており、振る舞いと状況とをビジュアルに表現する必要がある。一方、振る舞いすなわち3次元形状のアニメーションはもともとビジュアルに表現されるものである。そこで、本研究では3次元空間内の状況をビジュアルに表現するモデル(以下、状況のビジュアルモデル)を設計した。

状況のビジュアルモデルは、3次元空間を構成する3次元オブジェクトと3次元空間内の状況をあらわす状況オブジェクトとで構成される(図1参照)。状況オブジェクトには、ワイアフレーム、視点、クリックアイコンがある。ワイアフレームと視点により3次元オブジェクトとユーザの視点との接近度に関する状況を視覚的に表現している。また図1に示すようなクリックアイコンにより、その3次元オブジェクトがクリックされたらというマウス操作に関する状況を表現することができる。

状況と振る舞いとをビジュアルに表現することができたので、次にそれらを関係付けるビジュアルな3次元オブジェクト動作スクリプトについて述べる。

エンドユーザは、状況に応じた3次元オブジェクトの動作に対して、こうしたらこうなるという形式のビジュアルなイメージを持っていると考えられる。そのイメージに忠実に

記述可能な形式で、ビジュアルな3次元オブジェクトの動作スクリプト設計した(図2参照)。こうしたらという部分を状況のビジュアルなモデルで表現し、こうなるという部分を実際の3次元オブジェクトの動作(アニメーション)で表現する。そしてそれらを矢印で関係付ける。例えば図2で表現されているのは、クリックされたら球が動くという動作スクリプトである。

これまで説明した状況のビジュアルモデルとビジュアルな3次元オブジェクト動作スクリプトとで、プログラミング結果をビジュアルにフィードバックすることができるが、最後にそれらをどのようにビジュアルプログラミングするかについて述べる。

ビジュアルプログラミングのための対話は図3のような画面上で行われる。本手法では異なる2つの視点を利用している。第1の視点は仮想空間に参加する人の視点(以下、参加者の視点)であり、第2の視点はいま記述しようとしている状況を一望する視点(以下、開発者の視点)である。

参加者の視点(図3上ウィンドウ)からは仮想空間を構成する3次元オブジェクトだけが見えており、作成された仮想空間に参加する人から見た眺めを開発者が知ることができる。この視点が、参加者がこのような状況になったときにこのように振る舞う3次元オブジェクトという形式の動作スクリプトの記述を支援する。開発者は、参加者の視点で振る舞いのトリガとなる静的な状況を記述する。すなわち、3次元オブジェクトと参加者の視点との接近度に関する状況を、実際の参加者の視点で3次元仮想空間を移動することで例示する。

開発者の視点(図3下左ウィンドウ)からは3次元オブジェクトと状況オブジェクトとで構成される状況のビジュアルモデルが見えており、参加者の視点で例示された静的な状況がワイアフレームと視点とで表現されている。さらにマウス操作に関する動的な状況をプログラミングしなければならないが、このウィンドウ内の3次元オブジェクトは記録モードになっており、ユーザがマウス操作に関する状況を例示するとそれを記録しその上にクリックアイコンを表示する。またウィンドウ内の状況オブジェクトは編集モードになっており、ハイライトと削除を行うことができる。ハイライトによりその状況の中でもっとも重要なオブジェクトを指定することができ、開発者は例示した状況の中で最も重要なパラメータを指示でき、削除により誤った例示を修正することができる。

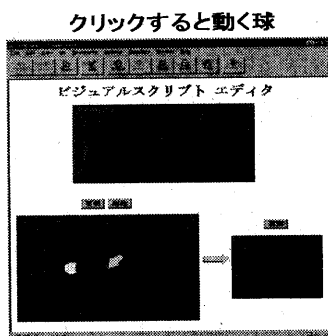


図3: クリックすると動く球の作成

3 3次元オブジェクトの動作スクリプト作成支援機構

提案手法に基づき3次元オブジェクトの動作スクリプトの作成を支援する機構を試作した。入力には形状をもった3次元オブジェクトとアニメーションを記述したデータであり、出力はそれに動作スクリプトを付加したデータである。開発者は最初に3次元オブジェクトとアニメーションを選択し、次に前節で説明した方法でシステムと対話を行い動作スクリプトを作成する。

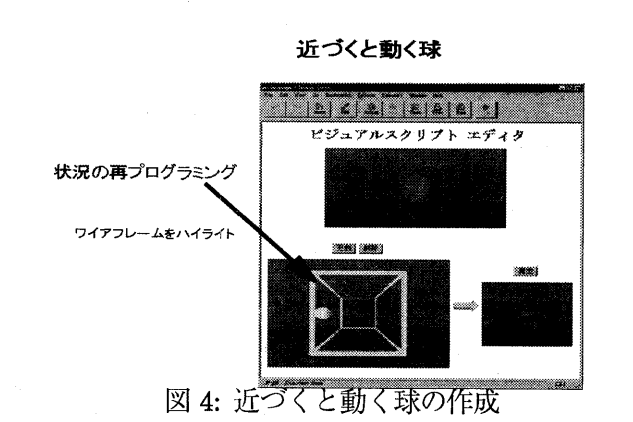


図 4: 近づくと動く球の作成

3次元オブジェクトの動作スクリプトの構築支援に関する研究[1]との比較評価をおこなった。結果は表1の通りである。

	[1]	本研究
プログラミング結果がビジュアル	NO	YES
状況プログラミングに必要な画面	1画面	2画面
例示モードへの切り替え必要	あり	なし
例示修正の手法	なし	あり
備考	仮想空間内の状況に応じて 仮想自動車を運転する エージェント構築ツール	仮想空間内の状況と マウス操作に応じて動作する オブジェクト構築ツール

表 1: 他の研究との比較評価

1番目の「プログラミング結果がビジュアル」に関しては,[1]のようにプログラミング結果がビジュアルでない場合には,自分がプログラミングしたものを見ても理解することができず,自分の意図が正しくプログラムに反映されているか確かめられないことと,かつてのプログラムを見てもテキストで表現されているために理解できず再利用が困難になる。

2番目の「状況プログラミングに必要な画面」に関しては,[1]には参加者の視点からの画面しか無い場合には状況全体を表示することができず,ここまで近づいたらというような状況や,参加者の視点の状態に関する状況を視覚的に表現することができないことがあげられる。一方,本研究のように多数のウィンドウを利用すると大きな画面が必要になる。

3番目の例示モードへの切り替えを[1]のようにユーザが明示的に行う場合には,ユーザがこれから行う操作がすべてレコーディングされるということを,ユーザに意識させる。こ

これはユーザに記録されている,失敗してはならないという精神的な重圧を与える.これがユーザに例示をしたくないという気持ちを抱かせる原因になり,ビジュアルプログラミングシステムの効果を薄れさせてしまうことが[5]で指摘されている.

4番目の「例示修正の手法」を[1]のように提供しない場合には,例示をやり直せないという精神的な重圧をユーザに与えることになる.3番目の場合と同様にビジュアルプログラミングシステムの効果を薄れさせてしまう.また,プログラミング結果を再利用する際にも,かつて例示を行ってプログラミングした状況を消去し,新しい例示で状況を再プログラミングするということができない.それに対して本手法では,ハイライトされている状況オブジェクトをクリックアイコンから(図3参照)ワイアフレーム(図4参照)に変更することによって,状況の再プログラミングを行うことができる.

以上の4点において,本研究で提案したビジュアルプログラミング手法は,[1]に対して有効であることを示した.

4 おわりに

本研究ではエンドユーザ向けの3次元仮想空間の構築支援環境の実現を目的とし,3次元仮想空間の構築プロセスのなかの対話部分の記述に対する支援方法を提案した.

また本提案に基づく支援システムのプロトタイプを実装し,その評価を行った.提案手法ではビジュアルプログラミングの結果のビジュアルなフィードバックを提供することができ,エンドユーザによる3次元仮想空間の構築支援が可能であるといえる.

今後は状況としてマウスのドラッグ操作を取り扱おうと考えている.また,定量的なユーザビリティ評価を行う必要がある.

参考文献

- [1] A.D.Bimbo and E. Vicario: "Specification by-Example of Virtual Agents Behavior", IEEE Transaction on Visualization and Computer Graphics, December 1995.
- [2] A. Cypher and D. C. Smith: "KidSim: End User Programming of Simulations", Proceedings of CHI, May 1995.
- [3] R. G. McDaniel: "Improving Communication in Programming-by-Demonstration", CHI'96(Doctorial Consortium presentation), April 1996.
- [4] Brad A. Myers and et al: "The Demonstrational Interface Project at CMU", 1996 AAAI Symposium, (<http://www.cs.cmu.edu/afs/cs.cmu.edu/project/garnet/www/pbd-group/papers/aaai96workshop.ps>), October 1995.
- [5] 杉浦淳,古関義幸: "例示プログラミングにおけるマクロ定義の簡略化", WISS'96:第4回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ, 1996年12月.