

# ActiveCube を用いたアプリケーションの開発環境

伊藤 雄一 北村 喜文 河合 道広 浅井 政嗣 市田 浩靖 岸野 文郎

大阪大学大学院工学研究科

## 1. はじめに

近年、3次元物体の形状モデリングや3次元世界に対するインタラクティブな操作について、直接操作の考え方[1]に基づいた、直感的なグラフィカルユーザインタフェースが多数提供されるようになってきた。しかし、操作対象である3次元オブジェクトに実体がないので、ユーザは実際に操作している感覚を得ることは難しく、ユーザの操作意図などの入力装置とその結果の出力装置（ディスプレイ）が分離しているために、両者の間の因果関係が不明確になりやすいなどという問題もあった。

そこで、物理的に実体を持つ物体を操作対象物に利用することにより、操作の直感性を向上しようとする試みも、なされるようになってきた。3次元形状モデリングを目的として、LEGO型ブロックを組み立てた後に、コンピュータに接続して電源を入れると、その形状がコンピュータに入力されるものがある[2]。しかし、組み上げたブロック形状の認識はリアルタイムではなく、またブロック自体が入出力デバイスを持たないため、そのブロックを介したインタラク션을ユーザが行うことはできない。他にも、正三角形平板のオブジェクトを組み合わせて、コンピュータ上の特定のプログラムを起動しようとする装置[3]や、ブロックを組み合わせてある種のプログラムを作成しようとするもの[4]などがあるが、これは3次元物体の形状モデリングや3次元世界に対するリアルタイムインタラク션을目指したものではない。

我々は、実物体としてのブロックを組み立てることで容易にリアルタイムで3次元形状をコンピュータ内にモデリングすることができ、しかもブロック自体に各種のセンサやアクチュエータなどを実装することによって、利用者の操作意図を入力し、計算機内でのシミュレーション結果を表示することによるリアルタイムインタラクシオンの機能を有する双方向ユーザインタフェースとして、

ActiveCube を提案している[5]。

本稿では、ActiveCube を用いたアプリケーション開発を容易にするための ActiveCube システムのライブラリ化について述べる。

## 2. ActiveCube システム

ActiveCube はリアルタイムインタラクシオン、リアルタイム3次元形状モデリング、双方向ユーザインタフェースの機能を実現するために、ホスト PC とリアルタイムに通信する。また、ホスト PC は常に ActiveCube システムを監視し、接続されたブロックの3次元形状をリアルタイムに認識し、ブロックが持つネットワーク変数に命令を書き込むことで接続されているブロックに応じた動作をさせる[6](図1)。このように、ActiveCube を用いてアプリケーションを開発する環境が整った。そこで我々はホスト PC 上で ActiveCube システムを制御する部分をライブラリ化し、ActiveCube を用いたアプリケーションを容易に開発できる環境を構築する。

## 3. ActiveCube を用いたアプリケーションの開発環境

アプリケーションの容易な開発環境構築のために、Microsoft 社の ActiveX 技術を用いて ActiveCube を制御するためのライブラリコンポーネントを作成し、提供する。開発者はこのライブラリコンポーネントを作成中のフォームに貼り付けるだけで ActiveCube の全機能を利用できる。ライブラリコンポーネントの詳細は以下の通りである。

### プロパティ

プロパティは ActiveCube システムの詳細情報を保持する。具体的には接続中のブロックの数、



図 1: ActiveCube システム

ブロックの種類ごとの接続ブロック数、ブロック

The Environment of Development of Applications using ActiveCube.

Yuichi Itoh (yuchi@eie.eng.osaka-u.ac.jp),

Yoshifumi Kitamura (kitamura@eie.eng.osaka-u.ac.jp),

Michihiro Kawai, Masatsugu Asai, Hiroyasu Ichida, and Fumio Kishino

Graduate School of Engineering, Osaka University  
〒565-0871 吹田市山田丘 2-1

ID,色などの各ブロックの詳細情報,ブロックの3次元形状ボクセルデータなどがある.また,特殊なプロパティとしてデバッグプロパティがある.これをTrueに設定し,EventRaiseメソッドと組み合わせて使用することで,開発中のプログラムをActiveCubeのハードを必要とせずにデバッグできる.

#### イベント

イベントはActiveCubeシステムに何らかの変化があった場合に発生し,実行中のアプリケーションに通知する.具体的には新しいブロックが接続されたことを通知するConnectedイベント,ブロックが分離されたことを通知するRemovedイベント,センサを装備したブロックからのデータ受信を通知するDataArrivedイベント,エラーが発生したことを通知するErrorOccurredイベントなどがある.Connectedイベントが発生したときは親ブロック,子ブロックのIDおよびそれぞれの接続面IDも通知される.アプリケーションはこのイベント発生時にボクセルデータプロパティを読むことによってその瞬間の3次元形状を得ることができる.

#### メソッド

メソッドを利用することでアプリケーションはActiveCubeシステムを自由に制御できる.具体的にはシステムを初期化するInitializeメソッド,終了するFinishメソッド,ブロックを制御するためのSet\_NVメソッド,デバッグモードで前述のイベントを発生させるEventRaiseメソッド,指定ブロックの指定面の面方向を求めるDirectionメソッドなどがある.Set\_NVメソッドを使用することでアクチュエータ等の出力ブロックを独自に操作できる.またセンサブロックデータ受信イベント発生時に使用することで入出力ブロックを用いたインタラクションが可能となる.

これらのプロパティ,イベント,メソッドを使用することで,開発者はActiveCubeとのやりとりを意識することなく様々なアプリケーションを容易に開発できる.こうして開発したアプリケーションの一例として,図2にブロックの接続をリアルタイムでホストPC上に表示し,超音波センサを用いてライトの明るさを調節するアプリケーションを示す.

## 4. おわりに

ActiveCubeを用いたアプリケーション開発を容易にするためのActiveCubeシステムのライブラリ化について述べた.

開発者はActiveCubeコンポーネントライブラリを使用することで,ActiveCubeとのやりとり



図 2: ActiveCube を用いたアプリケーション例

を意識することなくアプリケーションの開発に専念できる.

今後は,コンポーネントライブラリのさらなる改良を行い,ActiveCubeのリアルタイム3次元形状モデリングとリアルタイムインタラクション機能を最大限に生かしたアプリケーションをこのコンポーネントライブラリを用いて実現していく予定である.

**謝辞** 御指導頂いた大阪大学大学院工学研究科正城敏博講師,そしてActiveCube試作にあたり,ご支援いただいた(株)システムワットの菊池日出男氏に深い感謝の意を表す.なお,本研究の一部は,科学研究費補助金基盤研究(B)(2)12480096ならびに,栢森情報科学振興財団の助成を受けた.

## 参考文献

- [1] Ben Shneiderman. *Designing the user interface - strategies for effective human-computer interaction* -, third edition. Addison-Wesley, 1998.
- [2] D. Anderson, J. Frankel, J. Marks, A. Agarwala, P. Beardsley, J. Hodgins, D. Leigh, K. Ryall, E. Sullivan, and J. Yedidia. Tangible interaction + graphical interpretation: a new approach to 3D modeling, in *Proc. of SIGGRAPH 2000*, pp. 393-402. 2000.
- [3] M. G. Gorbet, M. Orth, and H. Ishii. Triangles: tangible interface for manipulation and exploration of digital information topography, in *Proc. of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '98)*, pp.49-56. 1998.
- [4] H. Suzuki and H. Kato. AlgoBlock: a tangible programming language, a tool for collaborative learning, in *Proc. 4th European Logo Conference*, pp. 297-303, 1993.
- [5] 北村 喜文, 伊藤 雄一, 河合 道広, 浅井 政嗣, 正城 敏博, 岸野 文郎, 菊池 日出男: ActiveCube:ブロックを介した入出力インタフェースの試み; インタラクション 2000 予稿集, pp. 73-74, 情報処理学会, 2000.
- [6] 伊藤 雄一, 河合 道広, 浅井 政嗣, 北村 喜文, 正城 敏博, 岸野 文郎, 菊池 日出男: ActiveCube による仮想世界との対話; 日本バーチャルリアリティ学会第 5 回大会論文集, pp. 197-200, 2000.