

教育用空間図形ビューアの開発

— 入出力一体型デバイスとしての有効性 —

6L-1

上窪 真一 北風 晴司 井関 治

日本電気(株) 関西C&C研究所

1. はじめに

高度情報化社会の進展にともない、教育において情報の蓄積である知識の習得だけでなく、その情報を加工・生成する創造的活動能力が重要になってきている。この能力は「基本知識」、「論理的思考力」、「直観力」から構成され、各構成要素を育成するためにコンピュータが利用されつつあるが、「直観力」の育成には既存のインタフェースでは利用が困難である。そこで我々は「直観力」の育成を支援するために幾何学、とくに空間図形の教育を対象とした「空間図形ビューア」の提案・開発を行った[1][2]。

本稿では、「空間図形ビューア」の直観的インタフェースを実現する入出力一体型デバイスとしての有効性および学校教育での利用の適応性について述べる。

2. 「空間図形ビューア」

視点の移動をキーボードやマウスから行うのではなく、ディスプレイを直接手で移動することにより行える「空間図形ビューア」を試作した。その外観を写真1にハードウェア構成を図1に示す。

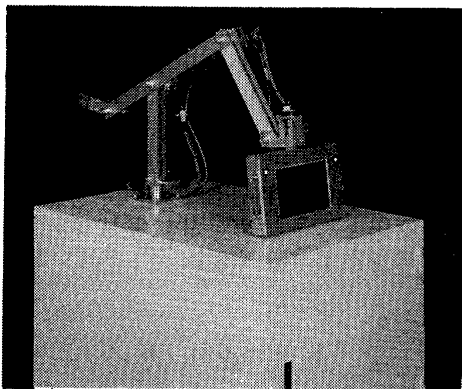


写真1 「空間図形ビューア」の外観

主な機能を以下に示す。

(1) 空間図形のリアルタイム生成

ディスプレイの移動にともないその位置で見える空間図形をリアルタイムで生成するため、利用者には運動視差が生じ、ディスプレイに表示された図形が空間図形として認識される。

(2) 空間図形の切断

ディスプレイを空間図形の切断したい位置に移動させるだけでその断面が表示される。

(3) 拡大・縮小機能

空間図形を拡大したい場合や全体を俯瞰したい場合に、ディスプレイ部のボタン操作により、ビデオカメラのズーム機能と同じ感覚で空間図形の拡大・縮小が可能となる。

(4) 視点位置記録機能

利用者の操作履歴として、ディスプレイの位置およびボタンの状態を記録できる。この操作履歴は空間概念の把握状況を知る手がかりとして利用できる。

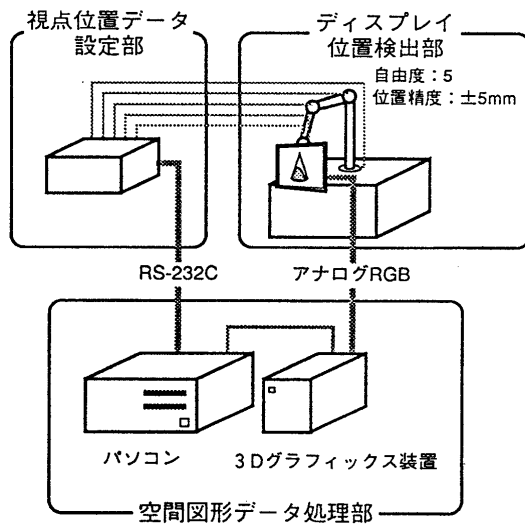


図1 ハードウェア構成図

3. 「空間図形ビューア」の有効性

3-1 ポインティングデバイスの有効性

空間概念の把握には、いろいろな方向から視点を変えて空間図形を観察する必要がある。

The development of a solid viewer for educational uses  
- Effects as an I/O device -  
Shin'ichi Uwakubo, Seiji Kitakaze, Osamu Iseki  
Kansai C&C Research Laboratory, NEC Corporation

既存のインタフェースで視点の変更を実現するには、三次元CADで利用されているようなマウスやキーボードで視点の位置をX、Y、Z座標で指定する方法や、仮想現実感システムで利用されているようなHMD (Head Mounted Display)を使い、仮想世界に入り込み頭を動かすことで視点の変更を行う方法がある。

既存のポインティングデバイスと入出力一体型デバイスとしての「空間図形ビューア」の比較を表1に示す。

表1 ポインティングデバイスの比較

ポインティングデバイス	空間図形ビューア	HMD	マウスKB
応用システム例	空間図形ビューア	仮想現実感	三次元CAD
扱いやすさ	○	△	×
事前準備	○	○	×
利用中	○	○	×
分かりやすさ	○	△	△
相対位置	○	△	×
絶対位置	○	△	○
丈夫さ	△	△	△
立体感	△	△	○
正確さ	△	△	○
疲れにくさ	○	△	○
スペース効率	△	△	○

ディスプレイを手で移動する直接操作は、位置情報が分かりやすく、学習者は迷子となることなく対象との空間関係を把握できるだけでなく、対象世界への操作感、影響感からモチベーションを維持することが可能である。このように、「空間図形ビューア」は直観的な見方や考え方を学習者自身が簡単に確かめられるインタフェースとして有効である。

3-2 学校教育での利用

小・中学校の幾何学教育は、平面図形や空間図形についての操作や実験などを通して、図形に対する直観的な見方や考え方を深める指導を行うよう勧められている[3]。空間図形の教育は主として中学1年で行われ、空間図形についての理解を深めるために、

- (1)空間における直線や平面の位置関係
- (2)平面図形の運動による空間図形の構成
- (3)空間図形の切断、投影及び展開

について学習する。このような学習内容に対する「空間図形ビューア」の適応性を表2に示す。

表2より、「空間図形ビューア」は空間図形領域の学習内容のほぼ全てで利用できること

がわかる。「空間図形ビューア」が、最終的な空間図形の表示は可能だが、多角形を移動して角柱を作る過程や、展開図から立体を組み上げる過程を動的に表示することはできないために表中に△印をつけた。しかし、そのような学習内容はアニメーションや模型など既存の教具と併用することで解決可能と考える。

ここでは、数学での利用を中心に述べたが、この他にも地理や地学、美術の教育にも利用可能である。

表2 学校での利用における適応性

学習内容	適応性
(1)空間における直線や平面の位置関係 ・2直線の位置関係 ・直線と平面の位置関係 ・2平面の垂直	○ ○ ○
(2)平面図形の運動による空間図形の構成 ・平面図形を垂直方向に移動 ・回転体	△ △
(3)空間図形の切断、投影及び展開 ・立方体の切断 ・回転体の切断 ・投影図 ・展開図 ・多面体	○ ○ ○ △ ○

4. おわりに

以上、幾何学とくに空間図形教育における空間概念の把握を支援する教具として「空間図形ビューア」を提案・試作し、ポインティングデバイスとして、既存のデバイスと比較を行い、その有効性について示すとともに、学校教育での利用に対する適応性について述べた。

今後は、「空間図形ビューア」の教具としての評価を行うため、教育機関等と共同で実践利用を進めていく。

参考文献

- [1] 上窪：“教育用空間図形ビューアの開発”、情処第44回全国大会講演論文集、分冊6 pp. 245-246(1992)
- [2] 上窪：“空間概念の把握を支援する教育ツールの試み-空間図形ビューアの開発-”、信学技報、教育工学、ET92-50(1992)
- [3] 文部省：中学校学習指導要領(1989)