

仮想環境没入型モデラにおける幾何的制約の付加手法の検討

1 A A - 2

開 哲一 清川 清 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

現実の世界では、ドアやピストンなどのように、その位置や姿勢が幾何的に制約された物体が数多く存在する。そのような物体を計算機上で仮想的にデザインする場合には、幾何的制約も含めてデザインできることが望ましい。しかし、従来の仮想環境生成用モデラの多くでは幾何的制約を扱うことができず、また、プログラムやスクリプトで幾何的制約を記述する手法 [1] では、仮想物体の生成や制約条件の指定が直感的でないという問題がある。

一方、簡単に仮想物体をモデリングする手法として、近年、仮想環境に没入しながら仮想物体を生成する仮想環境没入型モデラが注目されている。没入型モデラには、3次元的操作や視認による直感的な操作が可能である、仮想物体に対する変更が直ちに確認できる、などの多くの利点があり、簡易かつ効率的なモデリングが可能である。その中でも、VLEGO [2] は、予め用意された直方体や球などの基本形状 (プリミティブ) を組み合わせるといった簡単な操作だけで、複雑な形状の仮想物体を生成できる。

本稿では、VLEGO の利点を活かし、幾何的制約を形状を持ったプリミティブとして提供することで、仮想物体の生成と同様の操作で、仮想物体に対して幾何的制約を簡単に付加できる手法について検討する。さらに、試作したシステムについて述べる。

2 幾何的制約の定義と付加手法

本節では、本稿で扱う幾何的制約について述べ、その付加手法について検討する。

2.1 幾何的制約

通常、仮想物体は任意の位置と姿勢を取ることができるが、その位置・姿勢をある一定の範囲に限定した方がよい場合も多い。例えば、人体モデルの各部の運動では関節を中心とした回転に限られるであろうし、引出しの運動は1方向の並進に限られる。幾何的制約とは、そのような場合の仮想物体の位置や姿勢に与えるなんらかの幾何的な制約であると定

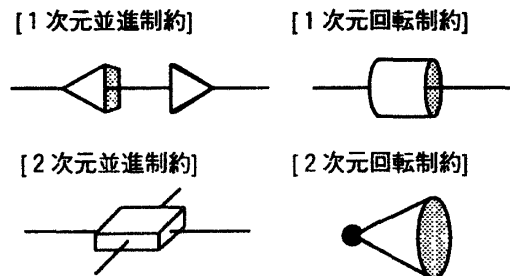


図 1: 幾何的制約プリミティブの例

義できる。例えば、仮想物体間の干渉判定に基づく位置補正や、仮想物体の位置や姿勢をある一定のグリッド単位に制限するグリッド制約も幾何的制約の一種である。

本稿では、仮想物体の位置・姿勢を点や直線、平面を基準としたものに制限するための以下のような幾何的制約を対象とする。

- ・並進制約 - 仮想物体の並進を制限するための制約
 - [1次元並進制約] 並進をある直線上に制限
 - [2次元並進制約] 並進をある平面上に制限
- ・回転制約 - 仮想物体の回転を制限するための制約
 - [1次元回転制約] 回転軸をある1軸に制限
 - [2次元回転制約] 回転軸を1点を共有するある2軸に制限

これらの制約はすべて、基準となる点や直線・平面の位置・姿勢、及び並進範囲もしくは回転角範囲で特徴づけられる。これらの属性を利用することによって、ある一定の範囲にのみ回転する仮想物体や、ある線分上でのみ並進する仮想物体などを生成することが可能となる。

2.2 幾何的制約プリミティブ

VLEGO では、予め用意されたプリミティブを組み合わせることによって、複雑な形状の仮想物体を生成する。これによって、ユーザは特別な習熟を必要とせず、模型を組み立てていくような簡単な操作で仮想物体を生成することができる。

この利点を活かして、幾何的制約を他の仮想物体に付加するという特別な働きを持つプリミティブ (幾何的制約プリミティブ) を提供する (図 1)。すなわち、本来形状を持たない幾何的制約に形状を与え、幾何的制約の属性をその幾何的制約プリミティブの位置や姿勢、またプリミティブ自身の形状として視

Imposing Geometric Constraints on Virtual Objects within an Immersive Modeler

Norikazu Hiraki, Kiyoshi Kiyokawa, Haruo Takemura and Naokazu Yokoya

Nara Institute of Science and Technology (NAIST)

8916-5 Takayama, Ikoma, Nara, 630-01, Japan.

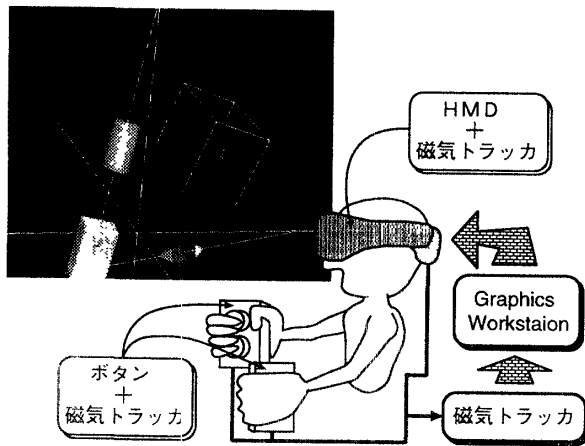


図 2: システム構成

覚的に提示する。これにより、幾何的制約の属性を直感的に把握することが可能となる。

また、幾何的制約プリミティブと仮想物体を組み合わせることで、その仮想物体に対する幾何的制約の付加を実現する。これにより、仮想物体の生成と同様に、プリミティブを組み合わせるといった簡単な操作で幾何的制約を付加することができる。

さらに本手法によって、次の利点が得られる。

- 幾何的制約を付加した結果を直ちに確認することができる。
- 幾何的制約の属性を視覚的に確認しながら変更することができる。

3 試作システムの概要

本節では、前節で述べた幾何的制約の付加手法に基づいて試作したシステムの概要について、具体的な操作例を交えて説明する。

図 2 に本システムの構成を示す。仮想物体は HMD (ヘッドマウントディスプレイ) を通して 3 次元的に提示され、それら仮想物体に対する操作は 3 次元ポインタによって行われる。3 次元ポインタは左手・右手の計 2 個あり、それぞれにはさらに 2 個のボタンが装備されている。各ボタンの機能について簡単に述べる。

- ・ 把持ボタン - 仮想物体を把持するためのボタン。把持した物体に対しては並進・回転が可能である。
- ・ 付加ボタン - 付加操作を行うためのボタン。幾何的制約の付加や仮想物体のグループ化に使用する。

本システムでは、これら 2 個の 3 次元ポインタを用いた両手による操作が可能である。この両手操作を利用して、一方の手で幾何的制約プリミティブを

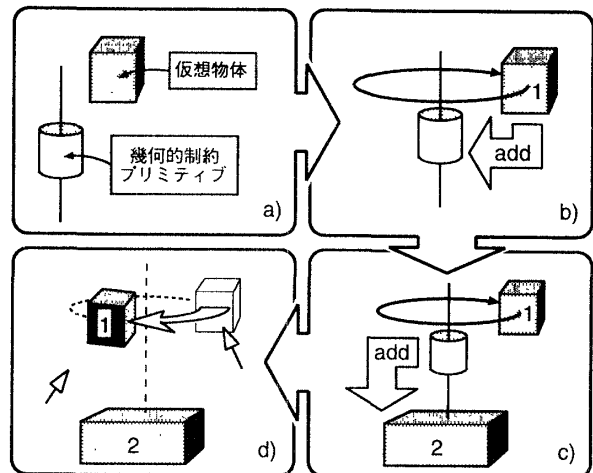


図 3: 幾何的制約の付加操作の例

把持し、他方の手で幾何的制約を付加したい仮想物体を選択し、付加操作を実行する。これにより、幾何的制約の付加操作を効率的に行うことができる。また、双方が仮想物体の場合は、それらの仮想物体間でグループ化が行われる。

幾何的制約の具体的な付加操作例を図 3 に示す。まず、一方の手で幾何的制約プリミティブを把持し、他方の手で仮想物体 1 を選択し、付加ボタンにより付加する (図 3-b)。これにより、仮想物体 1 は幾何的制約プリミティブによって制約される。同様に、仮想物体 2 を把持し、それに対して他方の手で幾何的制約プリミティブを付加する (図 3-c)。これにより、幾何的制約は仮想物体 2 に追従するようになる。その結果、仮想物体 1 は仮想物体 2 に対して制約される (図 3-d)。

4 まとめと今後の課題

本稿では、仮想環境没入型モデルにおいて、仮想物体に対して幾何的制約を対話的に付加する手法を検討し、試作したシステムについて述べた。本システムでは、幾何的制約が付加された仮想物体を簡易かつ効率的にデザインすることができる。

今後は、制約の伝搬や競合が起こった場合の処理の検討や、時間をパラメータとしたものなどの幾何的なものに限らない制約の導入を図る予定である。

参考文献

- [1] C. Elliott, G. Schechter, R. Yeung, and S. Abi-Ezzi: "TBAG: A High Level Framework for Interactive, Animated 3D Graphics Applications," *SIGGRAPH'94*, 421-434.
- [2] K. Kiyokawa, H. Takemura, Y. Katayama, H. Iwasa and N. Yokoya: "VLEGO: A Simple Two-handed Modeling Environment Based on Toy Blocks," *VRST'96*, 27-34.