

VRデバイスによる仮想メスを利用した股関節手術シミュレーションに関する基礎研究

名古屋大学情報文化学部
安田 孝美

【伊丹】次は名古屋大学情報文化学部の安田さん、よろしくお願いいたします。

【安田】まずはじめに今回研究助成を賜りました伊丹先生をはじめとする財団の皆様にご心よりお礼を申し上げます。

1. 「手術シミュレーション・システム」

私どもは社会保険埼玉中央病院の整形外科の泉田良一先生と御一緒にコンピュータを使った手術シミュレーションシステムの開発を行ってまいりました。背景としては、各種イメージング装置がかなり画像の高精度化を行ってまいりまして、いろいろな方面から手術シミュレーションシステムが開発されています。そこで今回は特に私どもが開発してまいりました手術シミュレーションシステムのインターフェース機能をより現実の手術に近いものにしようという研究を行いました。

手術シミュレーションシステムと申しますと、通常CTスキャン、あるいはMRI等で撮られました断層像から三次元像をつくりまして、そこからさまざまな入力デバイスを用いて実際に先生方が行う手術の手法を真似たシミュレーションをコンピュータのディスプレイの中で行おうということです。入力デバイスとしてはこれまでは主にキーボードやマウス等一般的な入力装置を使ってきたわけですが、最近バーチャルリアリティという技術が進んでまいりまして、今、私がポイ

ンターを使っているように、ポインティングデバイスというものが、三次元的なデバイスがよく使われるようになってまいりました。これを使ってもう少し実際の手術に近いようなインターフェースを開発しようというのが本研究の趣旨です。

いま申し上げたようにこれまでのマウスやダイヤル、キーボードによるシミュレーション操作というのは非常に非効率であって、直観的ではない。実際の操作と異なっているという問題があったわけです。

そこでもう少しシミュレーションシステムの操作性を改善したいということで三次元位置入力デバイスによるインターフェースの提案を行います。

この三次元位置入力デバイスを用いて2つの主要な機能を今回の研究では開発させていただきました。1つは移動・回転操作。もう1つは切断操作です。こういった操作機能を

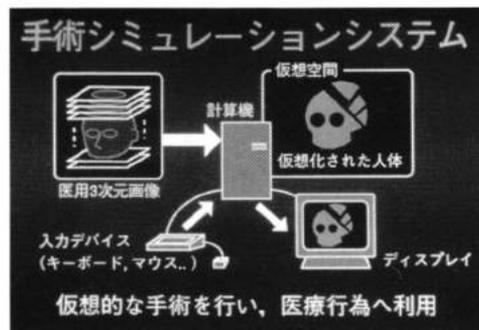


図1

使うことによって実際の手術をよりよくシミュレーションしようというシステムの開発です。

2. 「システムの構成」

システムの構成としてはまず、コンピュータグラフィックス専用のグラフィックワークステーションと呼ばれているコンピュータを使っております。隣にはフルカラーの三次元のディスプレイがあります。

また、入力デバイスにはセンサー1、センサー2という2種類の装置があります。一方の装置で物体を操作できます。他方の装置で物体に対して切断とか移動といった操作を行うことができるわけです。これについてはボタンがついておりまして、そのオン、オフによって切断とか移動とかの機能をソフトウェア上で実現しています。



図2

VRデバイスを用いた、あるいはこれまでの装置を使った移動操作がいろいろなところで提案されております。94年に松下の杉浦氏が提案なさっておりますビームカーソル法というのがありまして、今回はこれをベースに改良してより使い易いものにしようというのが本研究の趣旨です。

これまでの直接カーソル法、これは従来法、ダイレクトカーソルということでDC法と略して呼ばさせていただきます。それから

ビームカーソル法、そして今回提案する新ビームカーソル法、ニュービームということでNB法と呼ばさせていただきます。それぞれにつきご説明申し上げます。

3. 「ダイレクト・カーソル法」

これが従来のダイレクトカーソル法という方法でして、三次元入力デバイスの位置がここにあるとしますと、たとえばこの物体を操作したいというときにはこのカーソルを実空間での物体の位置に対応するコンピュータグラフィックスで表示されている仮想空間での物体の位置までポインティングデバイスを移動する。そしてペンを操作することによって回転・移動を実現しております。

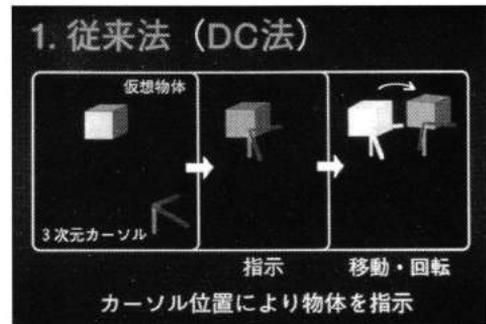


図3

4. 「ビーム・カーソル法」

それに対して松下の方が開発したビームカーソル法は、現在のペンの位置からビームを仮想的に放射して、そのビームと物体とが交差した位置で、このポインティングデバイスを物体の位置まで動かさずに操作をするものです。本来ならば実空間で動かすところまでデバイスもっていかなければいけないのですが、それを手前で操作できるようにしてしまおうということです。これはデバイスを実際に移動する操作とか距離が少ないものから使いやすいということはあるのですけれ

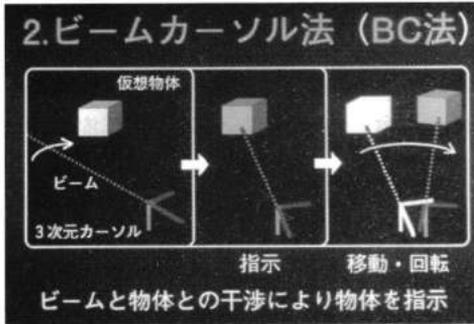


図4

ども、操作対象が遠くなりますと小さな角度で非常に大きな移動をとまってしまうというようなデメリットがあります。

5. 「提案法」

こういったデメリットを改善するためにわれわれが考えましたのは、ビームを照射して、対象物体と交差した場合に交差点まで自動的にカーソルの位置を移動させます。ですから実際三次元ポインティングデバイスは動かさないのですけれども、三次元のグラフィック上で仮想的に操作する軸をそこまで移動させるというのが今回のカーソル法の特徴です。

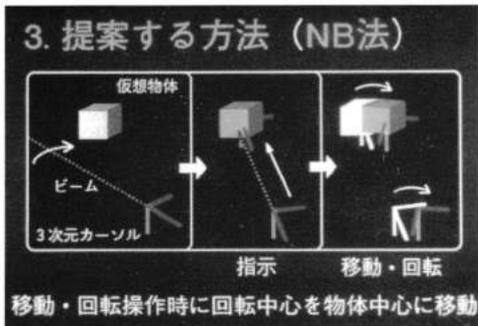


図5

6. 「実験方法 (1)」

提案手法による操作の改善を簡単な実験で確認しました。ある決められた位置にランダムに発生させた立方体を移動させる操作を先ほどの3つの手法で行い、所要時間を計測しました。



図6

7. 「実験方法 (2)」

これが先ほどから申し上げております三次元ポインティングデバイスです。これは磁気センサーをもっており、三次元の位置を測定し、それから角度も測定できるというものです。

実験結果ですが、非常に小規模な実験ですので大きな差異はみられないですが、ニュービーム法の方が作業時間が短くなっていることがわかりいただけると思います。

これは今日は時間がないのでお話できない



図7

のですが、三次元表示をするときのスピードが非常に問題になってきて、そのスピードを改善するためのテクニックとして、骨を構成しているデータをリスト構造でもつことによって切断をしたあともかなり高速に対応がとれるという構造も考案いたしました。

それではここでいま申し上げましたシステムを使って実際に操作している例をビデオでごらんいただきたいと思います。

【ビデオ放映】

いまビームカーソル法でビームを飛ばしながら大腿骨を手前にもってきまして、操作用メニューを表示しました。ここでメスを操作

しているのは私どもの工学系の学生ですので、医学的に意味のない切断操作をしております。このようにさまざまなメニューを仮想的に表示することによって、まだ実際の操作とはかなり違うとは思いますが、少なくともマウスよりはかなり現実感のある三次元操作が可能になったのではないかと考えています。

今回の入力デバイスを使った方法によりましてこれまでの方法に比べてより直観的な操作が実現できたのではないかと考えています。多少ではありますが、作業時間も短縮されました。

【伊丹】 ありがとうございます。