

誰にでも使える作業指向型ユーザインタフェースに関する研究

大野 尚則 棚橋 英樹

Study on a easy interface for 3D viewer

Naonori OHNO Hideki TANAHASHI

あらまし 現在、コンピュータソフトウェアは様々な分野において利用され、各業務に適した機能拡張が進んでいるが、入力装置においては必ずしもソフトウェアの使用目的に対して最適とはいえない。本研究では、工業分野で多く使われているコンピュータによる設計業務等を直感的に行うための入力装置の開発を目的として、今回、モニタ画面上に3次的に表現されたモデルの操作や3次元空間内での視点位置・方向指示を容易に行うためのシステムを試作したので報告する。

キーワード 入力装置, 3次元, 設計

1. はじめに

コンピュータに対する指示入力装置としてキーボードやマウスは最も多く利用され、現在では必要不可欠となっている。前者はテキスト入力に特化しており、後者はモニタ画面の2次元平面上での指示入力については直感的に操作でき、優れた入力装置である。

近年、コンピュータグラフィックス技術の発達により、パーソナルコンピュータ（PC）による高精度で高品位なグラフィックス描画が可能となってきた。特に、デザインや設計分野においては、3次的に設計する必要性も高まり、これをPCで支援する3次元設計システム（3次元CAD）が普及している。

これまで3次元CAD用の入力装置としてボールやダイヤル、スライドレバー形状を座標軸に対応させた装置や、指示デバイスの3次元位置・姿勢を超音波によって取得し、その情報により入力する装置等、様々な入力装置が市場に存在するが、費用対効果に優れたものは無く、現在でもマウスの利用が一般的である。しかしながら3次的な操作をマウスのような2次的な装置を用いて操作することは作業効率面から最適ではない。

本報告では、作業や思考を妨げないコンピュータ入力装置の開発を目的として、誰にでも直感的に3次元空間内のモデルなどを操作するための装置を試作し、家具レイアウトソフトウェアに適用したので報告する。

2. 入力装置の検討

2.1 従来装置の問題点

3次元CAD等の設計空間は3次元であり、その仮想的な空間中において設計作業は行われる。この場合、作業者が要求する位置や視点のデータを画面上に表示することは容易ではない。これは、3次元空間の自由度が6軸であるのに対して、マウスなどの従来装置は6軸の入力に対応しておらず、装備されているボタンの切り替え

により、操作していることに起因する。マウスを用いて設計空間内を現在の位置から特定の位置へ移動する場合、平行移動、回転などの操作をボタンで切り替えながら行う必要があり、非常に煩わしい操作を強いられる。

2.2 3次元入力手法の検討

3次元空間への入力とは、人の空間知覚の観点から前節で述べたように空間直交座標系の6軸に対応していることが望ましい。空間の操作に関しては、主に設計時やプレゼンテーション時のデータの注視や閲覧で行われることから精度が要求されることは少ない。精度以上に、作業者の要求する場面への移動速度や操作の容易さが求められるため、直感的な入力方法が望ましい。

没入型立体視システム「COSMOS」¹⁾のように、設計空間内に作業者が入り込んだ後の操作も可能であるが、人が実際に移動できる範囲は限られており、それ以上の空間内の動作については、やはり従来装置を用いざるをえず、3次元空間の操作に同様の課題が残る。以上のことから従来の入力装置を介している以上、いずれの環境下であっても同様の課題が残る。

したがって、本研究では前述の問題点を考慮し、1)6自由度の入力が可能、2)従来入力装置を使わない、3)3次元空間や空間内のデータを直感的に操作が可能、の3条件を満たす3次元入力方法を提案する。

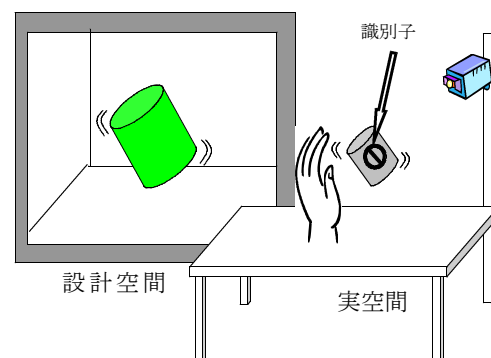
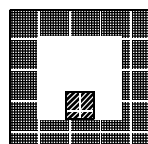
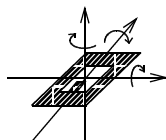


図1 CCDカメラによる入力



(a) 用いた識別子



(b) 操作 (6 自由度)

図2 識別子とその操作

3. 直感的な入力方法

3.1 入力手段の検討

本研究では、PC内の設計空間を実空間に置き換え、実空間中の6自由度の動きを直接、設計空間へ反映させることでモデルデータを操作する方法を検討する。

実空間中の動作検出に関しては、前述したように精度よりも反応速度が要求される。従来型の超音波などの特殊な機器を用いた手法も考えられるが、マウスと比較して、費用対効果の点で利用されることは少ないであろう。本研究では費用面や利便性からも優位性が高いCCDカメラを利用する方法を用いた方法を考える。図1のように識別子を用いて、実空間でのその動きをCCDカメラで常時捉え、フレーム画像の画像処理を行い、識別子の位置と姿勢を算出する方法を採用する。検出された識別子の実空間での位置と姿勢とPC上での設計空間との対応付けはモデリング変換行列にて1対1に対応させることができる。これにより実空間の識別子の動きを、そのまま設計空間のモデルデータの動きに連動させることができる。

3.2 システム構成

これを実現するためには、1)実空間の画像を取得するCCDカメラ、2)得られた映像から識別子の動きを検出する画像処理機能、3)3次元データと対応付けされた識別子、4)モデルデータを3次元表示する機能が必要である。

1)CCDカメラ：Web用30万画素CCDカメラを使用する。
2)画像処理機能：得られたフレーム画像毎に、識別子の位置・姿勢を検出するため、ARToolkit^[2]を用いる。ARToolKitはビデオやカメラから得られる実映像に3次元データを重ね合わせて表示するためのソフトウェアライブラリであり、実映像内に識別子が存在する場合にその識別子上に3次元データを重ね合わせて表示することができる。本研究では、CCDカメラと識別子の相対位置・姿勢を算出するために使用する。

3)識別子：モデルデータと一対一で対応させたARToolkitで用いられる識別子（図2）であり、今回はカードに識別子を貼り付けた。これをカードではなく、3次元データの形状に近い実モデルとすれば、より直感的に操作できる。

1) 3次元表示機能：設計空間を表示する機能とARToolKitの本来の用途である実映像に重ね合わせて表示する機能を設けた。前者の機能はCOSMOSに表示可能である。

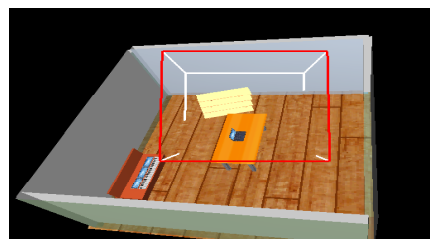


図3 白い柵を移動している様子

4. 家具レイアウト検討への適用

試作した入力装置を家具のレイアウト検討ソフトウェアに適用した（図3）。各家具のデータと識別子に対応付けさせ、識別子を実空間で操作することで、それに連動して設計空間内のモデルデータ等の移動・回転ができる。今回、識別子の種類として、基準範囲設定用（背景となる部屋）、操作用（家具と人）の2種類を設定し、動作実験を行った。基準範囲設定用については、部屋の平面図の脇に識別子を貼り付けることで平面図の範囲を操作用識別子のコンピュータ内の可動範囲とした。3次元データと対応させた異なる識別子の貼り付けられた図面に入れ替えることで、別の背景を設定できる。

課題として、識別子を一度に複数種類使用した場合や、可動範囲を広範囲に設定した場合に、識別子の検出が不安定になることがあった。これらは、CCDカメラからの画像から、識別子を鮮明に検出することができないことが要因となっていると考えられるため、識別子の検出範囲と識別子のサイズ、また得られるフレーム画像の画素数の相関関係について今後調査する必要がある。また、識別子の貼り付け位置によってはCCDカメラからの死角が発生するため、複数カメラの利用や操作対象物に同種の識別子を複数貼り付けるなど、死角を減らすことを検討する必要がある。

5. まとめ

コンピュータ内の3次元空間内の操作を、一般的なPC環境下で実現できる直感的な入力装置を開発した。本装置は、実環境に存在する識別子を貼り付けたカードやモデルを移動や回転することによって、これに追従するようにコンピュータ内の3次元データを移動、回転する入力装置であり、簡単なアプリケーションでその動作を確認した。

今後、識別子の安定的な検出方法の検討と、今回は3次元空間内の移動・回転操作の入力に限定したが、3次元データの閲覧機能の追加を検討していく予定である。

文 献

- [1]Toshio Yamada et al., "Development of Complete Immersive Display: COSMOS", International Society on Virtual Systems and MultiMedia, vol.2, p.522-527, Nov.1998
- [2]Hirokazu kato et al., "ARToolKit", <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>, 2000

