

複合現実感のための実対象と仮想対象との空間位置照合手法

北海道大学大学院情報科学研究科 ○柴田洋輔 小野里雅彦 田中文基

要旨

ポインティングデバイスを用いて、実対象及び仮想対象を分け隔てなく指示できる複合現実感の技術の開発を目的とする。本報告では3DCADソフトで作成した製品モデルを仮想対象、そのモデルの対象となった実物を実対象として扱い、両者の対応関係を導出するための空間位置照合手法を提案する。

1. はじめに

3DCADソフトウェアを利用した製品モデルの作成段階において設計者本人だけでなく、多くの技術者等の意見を取り入れることは製品の向上、効率的な製品開発に大変有用である。また、製品モデルの試作品に対して議論・検討を行う際も多くの有識者の意見を取り入れることは重要である。

試作品等を用いた検証の際、その試作品自体を指し示し意見の交換が行われる場合とCADソフトウェアで作成した製品モデルを指し示して議論が行われる場合があるだろう。このように議論・検討を行いたい対象が同じにも関わらず指示対象が仮想モデル、実物のように異なってしまった際、指示を行ったパーツの実対象と仮想対象との対応関係を理解することはユーザーにとって困難なことである。そこで、実対象や仮想対象を分け隔てなく指示¹⁾でき、それらの対応関係を管理するシステムの基礎技術の一つとして、実対象と仮想対象の空間位置照合手法を提案する。システムの開発が進み、ユーザーにとって利便性が高いシステムとなれば、設計の現場において議論に参加している技術者等に明示的に指示しているパーツを理解させることができ、設計効率の向上が望めるであろう。

2. 指示対象と各座標系の関係

本研究における現段階の指示対象として、実物、モニタ上に表示された仮想モデル及びスクリーン上に投影された仮想モデルがある。また、ポインティングデバイスとして、マウス、FASTRAK (POLHEMUS社製)、MicroScribeG2LX (Immersion社製)の3つを用いる。

FASTRAKは、磁場発生装置であるトランスミッタが生成した磁場をセンサであるスタイラスが感知し、その位置と姿勢を取得することができる非接触型デバイスである。動作範囲が大きいため、スクリーン上に投影された対象の指示等に適している。MicroScribeはFASTRAK同様、先端部分のスタイラスの位置と姿勢を取得することができる接触型のデバイスである。精度が高く、磁場も利用しないことから精度の必要とされる対象の指示、また、磁場を発生させるモニタ上の対象の指示などに適している。

指示対象及びポインティングデバイスは各々固有の座標系を持っている。(図1参照)そこで全ての座標系の基準となる座標系 Σ_W を定義し、 Σ_{MS} 、 Σ_{TR} といったポインティングデバイスに固有の座標系で取得したデータを Σ_W へ変換することで、データの共有性をもたせる。また、仮想空間内での基準となる座標系 Σ_V を定義する。仮想空間内には対象の多方向からの指示を可能とするためにカメラが存在し、モニタ上あるいはスクリーン上の仮想対象を指示する際には Σ_V 空間におけるカメラの位置を考慮する必要がある。 Σ_W と Σ_V の対応関係は既知であるので、実空間に存在する対象を Σ_V 空間で表現することが可能となり、対象の指示が実現できる。

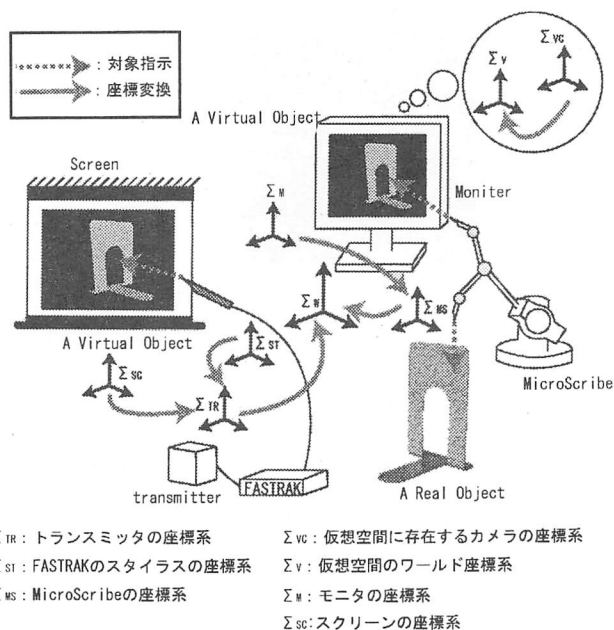


図1: 各座標系の関連図

3. 対象の指示手法

本稿では実対象と仮想対象との空間位置照合手法の一例として、接触型デバイスであるMicroScribeを用いた実対象の指示におけるアルゴリズムを中心に述べる。

本研究では商用3次元CADソフトウェアであるSolidWorksを利用して仮想対象となる製品モデルを作成、及びそのAPIを通じてCADモデルを3次元形状データとして取得し、OpenGLを用いて描画を行っている。

3.1 実対象の指示

対象の位置と姿勢を求めるために仮想対象、実対象から3点を抽出し、それら三角形を照合する。(図2参照)

【アルゴリズム】

[1-1] 対象より3点選択 : 仮想モデルから抽出された特徴点より3点を選択する。なお、特徴点は前述したSolidWorksのAPIを通して生成される。仮想モデルから選択した3点と同様とみなせる3点の位置を実対象で指定し、適切なスケールリングを行った後、比較する。

[1-2] 座標系の変換 : ポインティングデバイスを用いて取得した3点は Σ_{MS} でのデータであり、 Σ_W に変換する必要がある。 Σ_W と Σ_V の対応関係は既知であるので、この変換により二つの三角形は Σ_V 空間に存在する物体として扱うことが可能である。

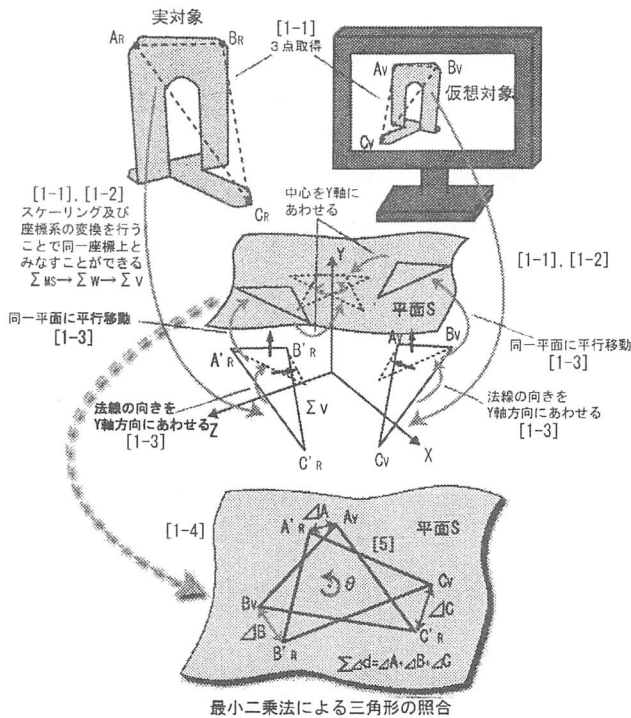


図 2: 実対象指示における変換作業図

- [1-3] 同一平面への移動 : それぞれの三角形の法線ベクトルを求め、同一方向を向くような変換行列を作成する。各々の三角形に変換行列をかけた後に、平行移動を行うことで2つの三角形は同一平面上に存在することとなる。
- [1-4] 三角形の照合 : 同一平面上に存在する一方の三角形を固定し、対応する点の距離の二乗和 $\Sigma(\Delta d)^2$ が最小となるように他方の三角形を回転させる。
- [1-5] 実対象の指示 : 実対象の指示を行いたい面に向けてスタイラスを向け、[1-4] までで作成した変換行列をかけることでスタイラスの先端部分より生成される半直線を Σ_V 空間で表現することが可能となる。
- [1-6] 対象の指示判定 : CAD で作成した製品モデルを API を通じて自作のプログラムで表現する際、製品モデルのデータは三角形のデータで与えられる。このことより、[1-5] で作成した半直線と、指示を行いたい面が包含している三角形との交点の内外判定を行うことで、面が指示されたかどうかを判定する。

3.2 仮想対象の指示対象の指示

3.1 同様 MicroScribe を利用した場合のモニタ上に存在する仮想対象の指示手法を簡単に紹介する。

【アルゴリズム】

- [2-1] モニタの位置・姿勢の取得 : 仮想対象が表示された実行画面の右上, 左上, 左下の3点の位置を取得し, Σ_{MS} でのモニタの位置・姿勢と実行画面の大きさを把握する。
- [2-2] Σ_W の変換 : [2-1] で取得した値を Σ_W へ変換し, モニタの Σ_W での位置, 傾きを求め, モニタ座標系 Σ_M が Σ_W と平行となるような変換行列 T を作成する。
- [2-3] カメラの回転を考慮した対象指示 : 画面上のモデルに対してスタイラスを向け, T をかける。 Σ_V の原点中

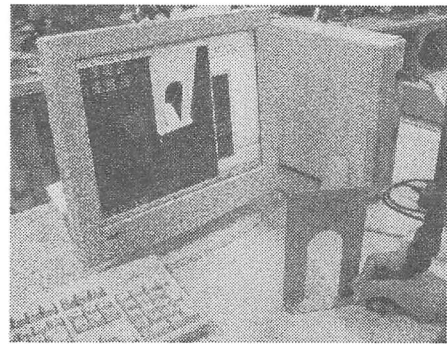


図 3: MicroScribe で実対象を指示

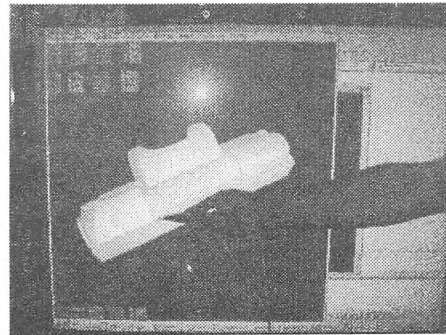


図 4: FASTRAK でスクリーン上の仮想対象を指示

心にカメラが回転しているが、その位置は Σ_V において既知である。よって Σ_W と Σ_V の関係よりスタイラスから伸びる半直線を Σ_V で表現することが可能となる。以降の計算は [1-6] と同じである。

3.3 対象指示の実行例

図 3 と図 4 に対象指示の実行例を示す。図 3 は MicroScribe を用いて実対象 (本立て) を指示したものである。また、図 4 は FASTRAK を用いてスクリーン上に投影された仮想対象 (掃除機の先端部分の製品モデル) を指示したものである。

4. まとめ

実対象と仮想対象との空間位置照合手法を提案し、MicroScribe を利用した任意の位置・姿勢における実対象及び仮想対象の指示が実現できた。今後の課題としては、面だけでなく対象のエッジや点の指示を可能とすることのできるシステム、仮想モデルを指示した際に、実物の対応する部分を把握できるシステムの開発などがある。

参考文献

- [1] 暦本純一, 実世界指向インタフェース - 実世界に拡張された直接操作環境 -, 情報処理学会誌, Vol43, No3, (2002), pp.217-221