

建築CADにおける手描きスケッチを利用したインタフェースの提案*

4Q-4

岸川晋久, 竹村治雄, 岩佐英彦, 横矢直和†
奈良先端科学技術大学院大学‡

1. はじめに

計算機能力の発達に伴い、建築設計の分野でもコンピュータによる設計支援(CAD)システムが用いられるようになってきた。しかし、現状のCADの多くは図面の清書(Drafting)を目的としており、デザインの推敲を補助するようなシステムではない。

一方、建築設計の工程において建築家が行う作業は図面の作成だけではない。建築設計とは最終的には空間をデザインするものであるため、設計の初期段階(図1)において空間的(立体的)感覚を確認したいという要求が強く存在する。一般にデザインの検討はスケッチの描画によって行われるが、スケッチは平面であるため立体的な要素を確認する手段としては限界がある。従来はボリューム模型と呼ばれる簡単な模型を作成することでこれを検討してきたが、空間的感覚を手軽に検討するための手段として、3次元CADシステムへの期待が高まってきている。

本研究では、設計の初期段階において建築家が自分で操作し、手元で簡単に自分のデザインを推敲出来るシステムの構築を目的としている。これは従来のボリューム模型の作成にあたるもので、簡単な3次元モデルを生成する一種の3次元CADである。この目的を達成するため、(1)建築家のデザインプロセスを尊重する、(2)簡便で直感的な操作性を実現する、(3)3次元モデルを生成する、の3点を基本方針とした。本報告ではユーザーインタフェース部分に注目し、直感的で分かりやすいインタフェースの提案を行い、実装したプロトタイプシステムについて述べる。

2. 設計方針 — 手描きスケッチの利用 —

既存のモデリングツールや3次元CADソフトでは、あらかじめ寸法や形状の定義に関する数値データが分かっているなければモデリングを行えない。また、複雑なコマンド体系のため、どこから手をつけてよいかわからず途方に暮れてしまうといったことがある。

本研究では、スケッチであれば建築家が手元で比較的簡単に自由なデザインを生成できる^①ことに注目し、このスケッチを作業画面上にオーバーレイ表示することで、作るべき形の概略があらかじめ見えていることによる安心感と分かりやすさをユーザに与えられると考えた。

従来の手描きスケッチを利用する3次元モデリング手法として、タブレットを利用して描線を直接コンピュータに入力するもの^{②③}があるが、これらの方法ではデバイスによる

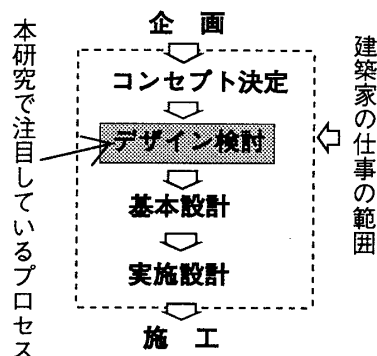


図1. 建築設計の工程

入力を意識するため、自由にデザイン作業を行えないという問題点がある。本研究では自由なデザイン検討を可能にするために、手描きのスケッチは従来どおり紙の上で行うこととし、そのスケッチをイメージスキャナでコンピュータ内部に取り込んで利用することとする。

3. 実装システムと操作手順

モデリングツールとしての全機能を実装する前段階のプロトタイプとして、作業画面に初期値として与えられる基本立体図形(プリミティブ)と手描きのスケッチ画像とを一致させるインタフェース、およびモデリング作業中にプリミティブを回転させてもスケッチ画像がモデリング作業のガイドラインとしての役割を果たせるようにするためのテクスチャマッピングの機能を実装した。以下にその概要を示す。

3.1 スケッチと形状プリミティブの対応づけ

まず、作業画面上にユーザが選択した直方体や三角柱等の基本立体図形(プリミティブ)のワイヤーフレームモデルが表示され、この上にスケッチ画像がオーバーレイ表示される。画面には作業画面の他にプリミティブの見かけ上のバースペクティブと大きさを調整するスライドボリュームが1本づつ、また、プリミティブのボリュームをX,Y,Z各軸方向に調整するスライドボリュームが各1本づつ、合計5本のスライドボリュームが用意されている(図2)。さらに作業画面上でマウスの左ボタンを押しながらドラッグすることにより、プリミティブを重心を中心に回転させることができ、右ボタンを押しながらドラッグすることによりオーバーレイ表示しているスケッチ画像の合成位置を変更することが出来る。ユーザはこれらの操作を通じて、プリミティブ

*A User Interface for Architecture CAD System Using Hand Written Sketches

†Nobuhisa Kisikawa, Haruo Takemura, Hidehiko Iwasa and Naokazu Yokoya

‡Nara Institute of Science and Technology 8916-5 Takayama, Ikoma, Nara 630-01, Japan

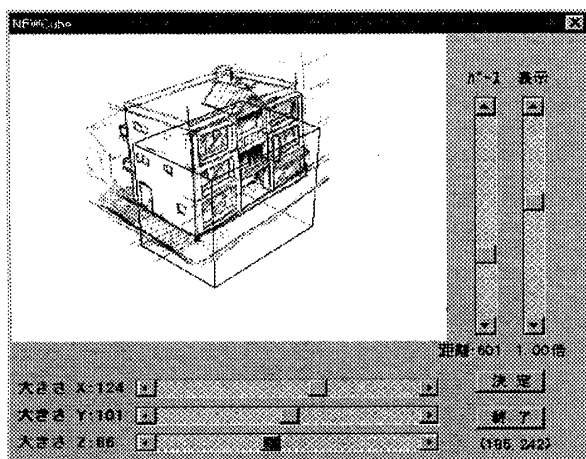


図2. プロトタイプの画面構成

の表示上の見え方が、オーバーレイ表示したスケッチと一致するように、その表示上の角度、位置、パースペクティブの各パラメータ、およびプリミティブのボリュームを調整する。最終的にプリミティブとスケッチ画像が見かけ上一致した時点で「決定」ボタンを押すと、プリミティブに関する各パラメータが固定され、テクスチャマッピング処理に入る。

3.2 テクスチャマッピングによるモデル作成

テクスチャマッピング処理は、(1)プリミティブの可視面(隠面でない面)を透視投影変換して2次元平面上の閉領域を算出する、(2)その閉領域の内部にあるスケッチ画像の部分を切り取る、(3)切り取った画像を伸縮変形処理して、対応するプリミティブの面へのテクスチャマッピング画像として利用する、(4)以上の処理を、全ての可視面について行う、という手順で進める。

ところで、一般的に手描きのスケッチでは、描かれてい

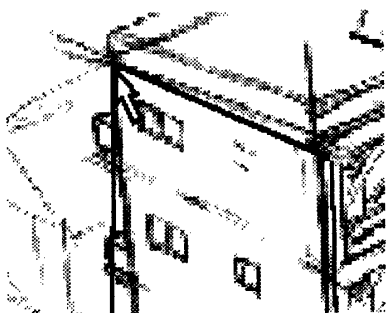


図3. 切り出し領域の微修正

る物体のパースペクティブは正確ではないため、単純な重ねあわせの処理だけでプリミティブの表示とスケッチ画像を完全に一致させることは非常に困難である。そこでテクスチャマッピング処理を行う前にスケッチ画像を伸縮変形することによって正しいパースペクティブに補正する必要がある。本研究で提案する手法では、上述のテクスチャマッピング処理の(2)の段階で、切り取る閉領域の頂点をマウスでドラッグして微修正する(図3)ことで、より適切なスケッチ画像の切り出しを行う。

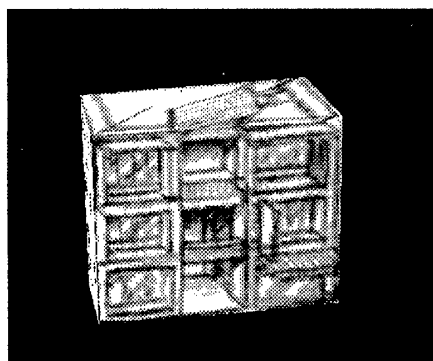


図4. テクスチャマッピングを施したプリミティブ

このようにして切り出されたスケッチ画像の各領域をプリミティブの各対応平面に対してテクスチャマッピングを施し、最終的にテクスチャとしてスケッチの情報を持った簡易モデルを生成する(図4)。また、以上で述べた手順を繰り返すことにより、別のスケッチ画像をプリミティブの裏側にテクスチャマッピングすることも可能である。

4. モデリング作業時のスケッチ画像の利用

テクスチャマッピングを施した初期プリミティブのみでも、従来の最も簡易なボリュームモデルレベルの検討モデルとして利用出来るが、より実際のボリューム模型に近い立体感を得るために、別の直方体や三角柱などのプリミティブとの積、差、和演算を行い、モデリングを進めてゆく機能が必要である。このモデリング作業の位置決めの際に、初期プリミティブの表面に施されたテクスチャマッピングのスケッチ画像を目安にすることで、具体的な数値を入力することなくモデリング作業を進めることが可能となり、直感的な操作によって3次元モデルが生成できる。

5. おわりに

建築家自身が操作を行うデザイン検討用CADにおいて、ユーザが描くスケッチを利用することにより、直感的なインタフェースを提案し、その基本機能の実装を行った。

今後は、本システムの特徴を利用したモデリング機能を実装し、実際に建築家を対象として評価実験を行う予定である。

参考文献

- [1] Francis D.K. Ching、太田 邦夫: "建築ドローイングの技法"、彰国社(1994)。
- [2] 松田、杉下、除、近藤、佐藤、島田: "対話型スケッチシステムのためのユーザインタフェース"、第11回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集、pp. 69-76(1995.10)。
- [3] 堀越、鈴木、中根: "手書きスケッチ操作による三次元モデルの入力と立体形状探索への応用"、情報処理学会論文誌、Vol. 35, No9, pp. 1750-1758(1994.9)。