

木製椅子の 3D データ化手法に関する研究

窪田直樹*

Making a 3D Model of Wooden Chair from some Photographs

Naoki KUBOTA*

木製椅子の販売手法の一つとして、顧客の部屋の写真と、販売店側の椅子のデータを合成し、部屋に椅子を置いたときの予想図を顧客に提示する手法を提案する。部屋の写真から 3D モデルを作成するソフトウェアは、産業技術総合研究所が開発¹⁾しており、本研究では椅子の 3D データ化と、プレゼンテーション部分の開発を行う。

今年度は、3D 化を行うためのモデリングソフトウェアの調査および 3D データフォーマットの調査およびモデリングソフトウェアの改良を行った。3D データフォーマットは 3D モデリングソフトウェアごとに仕様が異なり相互運用が困難であるが、本研究では近年普及が進みつつある COLLADA を採用し、モデリングソフトウェアに COLLADA フォーマットの出力機能を実装した。

1. 緒言

木製家具は意匠性が高く、購入の際には機能だけでなくデザインも考慮されることが多い。このとき、単にデザインが優れているかどうかだけではなく、部屋に置いたときに部屋の雰囲気と合うかどうかも重要になる。とりわけ、明るく広いショールームと自宅とでは見た目から受ける印象が異なり、顧客満足度の低下につながりかねない。

そこで、顧客の部屋の写真と販売店の椅子のデータを店頭で合成し、プレゼンテーションするためのシステムを提案する。システムは、販売店の家具の 3D 化、顧客の部屋の写真の 3D 化、両者の合成と表示の 3 つのサブシステムから構成される。顧客

客は、家具を設置したい部屋の写真を撮影し、メール等で販売店に送付する。販売店は、その写真を 3D 化し、その後、事前に 3D 化しておいた自社の家具と合成、顧客の来店時にプレゼンテーションする。ここで、部屋写真・家具ともに 3D 化するのは、どのような位置・角度から部屋や家具が撮影されても違和感なく合成するためと、室内における家具のレイアウト確認に使えるようにするためである。

すでに、産業技術総合研究所が室内立体モデル構築技術¹⁾を開発しているので、本研究では家具の 3D データ化に関して調査・研究を行った。

表1 使用CADソフトウェアの種類

企業	CADソフトウェア名	出力可能形式※	利用形態	備考
A	クレアCAD	DXF	全体図	NC加工連携
B	CAD SUPER FX	DXF/DWG/MICRO CADAM	全体図	プレゼン用に3D CADを併用
C	JW CAD	DXF/DWG	全体図	精密な情報は入れない
D	図脳ラピット	DXF/DWG/JW-CAD	部品図	
E	AutoCAD	FBX	全体図	図面の前に1/5モデル
F	クレアCAD	DXF	全体図	NC加工連携

※各ソフトウェア専用フォーマット、JPEG など画像フォーマットは除く

* 試験研究部（シミュレーション研究室）

2. 事前調査

2.1 CADソフトウェアの利用状況

家具データの3D化において、すでにCADを導入しているか、3D CADを利用しているかなどについて、県内木製家具メーカー6社にアンケートをとった。

その結果、すでにすべてのメーカーでCADを利用しており、中には手書きの図面はまったく利用していないメーカーもあった。CADソフトウェアは6社で5種類(表1)と、ほとんどのメーカーで異なるソフトウェアを利用していた。また、3D CADを補助的に使っているメーカーもあったが、基本的に2D CADとして使用していた。CADソフトウェアのデータは相互に変換ができず、DXFなどの中間フォーマットを介する必要がある。

CADの利用形態としては、図面全体を作るほか、部品単位のみ、数値が必要な部分のみといった使い方もあった。

以上のことから、現在使用しているCADのデータから家具の3Dモデルを作ることは困難であり、3Dモデルを作るには専用ソフトウェアが必要である。

2.2 イメージベースド・モデリング

3Dモデルを作るためのソフトウェアは、すでに市販のものが数多くあり、図面を見ながら、あるいは実物を計測しながらモデリングすることで、非常に精度の高いものを作成することができる。

しかし、本研究では、これとは別のアプローチとして、イメージベースド・モデリング²⁾という手法に注目した。イメージベースド・モデリングとは、対象物を複数の方向から撮影し、その写真から3Dデータを作成する手法である。通常のモデリングと異なり、現物が無い状態からデータを作ることとはできないことや、写真に写らないところは再現できないなどの問題点があるが、モデルの作成とテクスチャ(表面の模様)の取得が同時にできるなどの利点がある。

イメージベースド・モデリングにはいくつかの方法がある。一つ目は、ステレオカメラを利用する方法である。1回の撮影で形状が得られる利点があるが、装置が高価であるという欠点がある。近年テレビの3D化により低価格のステレオカメラが発売されるようになったが、3Dテレビで視聴することを前提にしているため、3Dモデリングは別途アプリケーションを開発する必要がある。二つ目は、カメラあるいは被写体をターンテーブル等で回転させ、360度あらゆる方向から撮影するものである。精度が高く高画質のデータが得られるが、装置が大掛かりになることが多い。三つ目は、被写体を様々な方向から撮影し、コンピュー

タ上で3Dデータに変換するものである。変換に手間がかかるが、手軽に撮影することができる。本研究では、三つ目の方法で3Dモデリングを行った。

3. insight3d

insight3d³⁾は、2010年11月にオープンソース(GNU AGPL3ライセンス⁴⁾)で公開されたイメージベースド・モデリングソフトウェアである。複数の角度から撮影した写真を元に、3Dモデルを作成することができる。図1に、ウェブサイトから引用した入力画像と操作画面を示す。

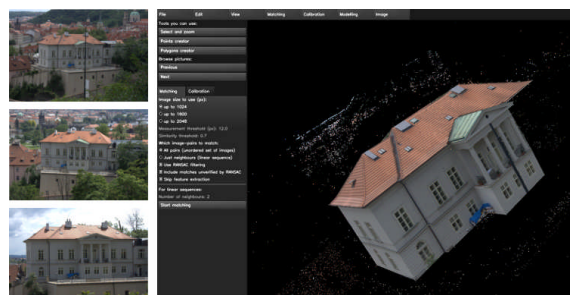


図1 insight3dの入力画像(左)と操作画面(右)

3.1 insight3dの操作

insight3dは、LinuxとWindowsの両OSで動作するように作られているため、独特のユーザーインターフェースを持っている。プログラムはC言語で記述されているが、ファイル名の操作などにCの標準ライブラリを用いているため、ファイルパスに空白文字が含まれていると誤動作する。たとえば、Windows XPではユーザーのデータが”Documents and Settings”という空白文字を含むフォルダに保存されるため、各ファイル(入力画像、保存データ、出力データ)を別のパスに保存する必要がある。

対象物の写真は、その周りを取り囲むように撮影位置をずらしながら撮影する。このとき、各写真に写る対象の重複部分が多くなるようにする。図2に、木製椅子を撮影した画像を示す。写真は、木製椅子の正面から左側面までの約90度の範囲で6枚撮影した。

撮影が終わったら、FileメニューのAdd imageを使って写真をinsight3dに取り込む。Add imageでは一度に1枚ずつしか取り込めないので、バッチリストを作りAdd list of imagesで取り込むと処理が簡単になる。

すべての写真を取り込んだ後、MatchingメニューからStart matchingを選び、画像のマッチングを行う。ここでは、各画像の特徴点(輝度変化などが見られる点)の算出と、各画像の特徴点同士の対応探索が行われる。特徴点の抽出にはSIFT



図 2 撮影画像

法⁵⁾が用いられている。SIFT法は、スケールとキーポイントの検出、キーポイントのローカライズ、オリエンテーションの算出、特徴量の記述の4段階からなるアルゴリズムで、明暗の変化、画像の拡大・縮小や回転に対するロバスト性が高い。図3に、マッチングが終了したときの操作画面を示す。木製椅子や背景の機器の随所に、検出された特徴点が四角で表示されている。

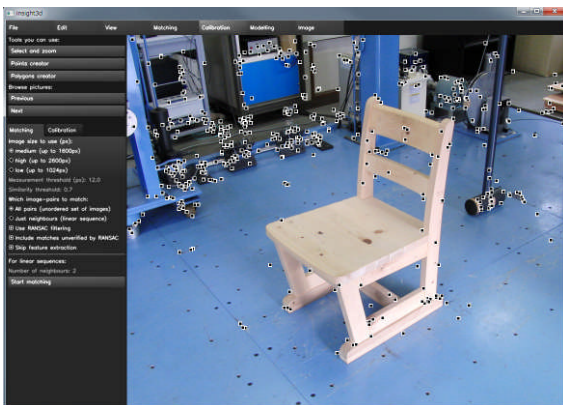


図 3 マッチング終了後

マッチングが終了した後、CalibrationメニューからAutomatic calibrationを選択する。これにより、各写真が撮影された時のカメラの位置(相対位置)と、各写真で検出された特徴点の3次元位置が算出される。図4に、カメラと特徴点の3次元位置を示す。カメラの位置と画角が四角錐で、特徴点の位置が点で示されている。

続いて、3D モデルを構成する面の抽出を行う。3D モデルは、複数の面が組み合わさって立体を構成していると考えられる。そこで、木製椅子を複数の平面の塊であると考え、各平面の頂点・辺を指定していく。このとき、各写真で同じ場所は同じ頂点を指定する必要があるが、insight3dでは、

点を指定するときに他の写真ですでに指定した頂点の周辺画像が小さく表示されるので、間違える心配が少ない。図5に面を指定した後の操作画面を、図6に完成した3Dモデルを示す。なお、イメージベースド・モデリングの性質上、複数の写真に写っていない部分や、頂点を選ぶことができなかった部分は再現できていない。

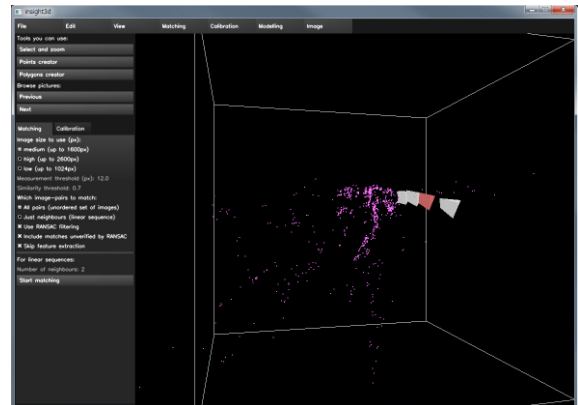


図 4 カメラと特徴点の3次元位置

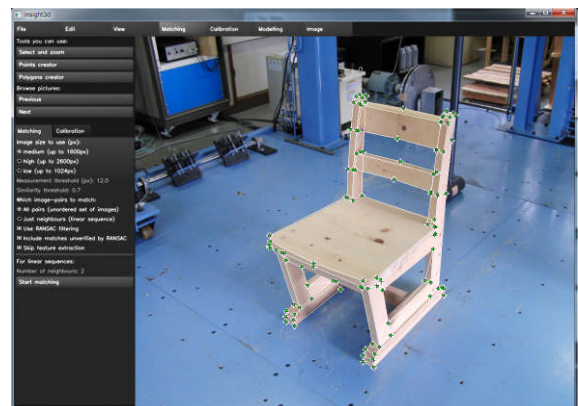


図 5 面を指定

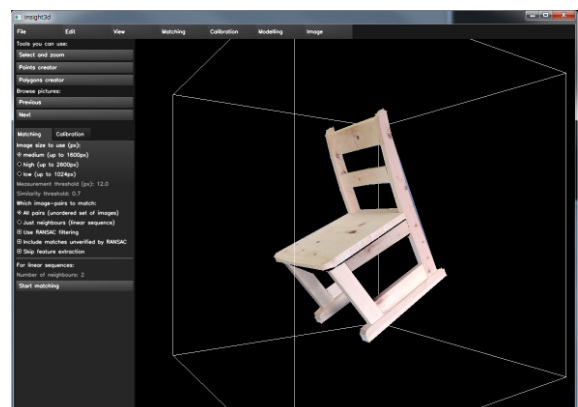


図 6 完成したモデル

3.2 insight3dの出力

insight3dで作成した3Dモデルは、他のアプリケーションでも利用できるフォーマットで出力する必要がある。

insight3dは、3dモデルの出力としてVRML形式をサポートしている。VRMLは、ウェブ上で3Dモデルを表現するために作られたフォーマットである。しかし、規格化された時代が古く、テクスチャを特定の方法でしか貼ることができないという欠点があった。図7に、VRML形式で出力し、ブラウザで表示したものを示す。頂点の色の情報を使うことができるので、全体的に茶色で再現されている(一部、背景の青色が混ざっているところがある)が、木目などの模様は再現できていない。

そこで、テクスチャも含めて出力でき、他のアプリケーションとの連携も可能なフォーマットでの出力機能を追加することとした。この条件を満たすフォーマットとして、COLLADAを選択した。

COLLADAは、3D CGアプリケーション間の交換用ファイルフォーマットとして規格化されたもので、CADアプリケーションでの採用例は少ないが、3Dモデリングアプリケーション、表示アプリケーションでは採用例が増えてきており、産業技術総合研究所の室内立体モデル構築ソフトウェアにも採用されている。また、データはアスキー形式で保存されるため、人手による検査などがしやすいという利点がある。

insight3dはオープンソースのため、ソースコードを調べて変更を加えることができる。そこで、COLLADA出力の実装を行った。COLLADAの規格が膨大であることなどから、すべての実装は困難であるが、現在、ポリゴンの出力まで実装することができた。図8に3Dモデル化したプリンターのデータを、図9にCOLLADA形式で出力しGoogle SketchUp⁷⁾で読み込んだ時の画面を示す。まだテクスチャが表現されていないが、今後、insight3d内のテクスチャデータ保管形式を解析し、COLLADA形式で出力していく。

4. まとめ

木製椅子の3Dデータ化手法として、“イメージベースド・モデリングを行うアプリケーション” insight3d”を用い、椅子の3D化を行った。今後の室内立体モデル構築技術との連携のために、作成した3DモデルをCOLLADA形式に変換するプログラムをinsight3dに追加した。

今後、COLLADA形式変換プログラムのテクスチャ出力機能、安定性等の改善を行い、室内立体モデル構築技術との連携を進めてゆく。

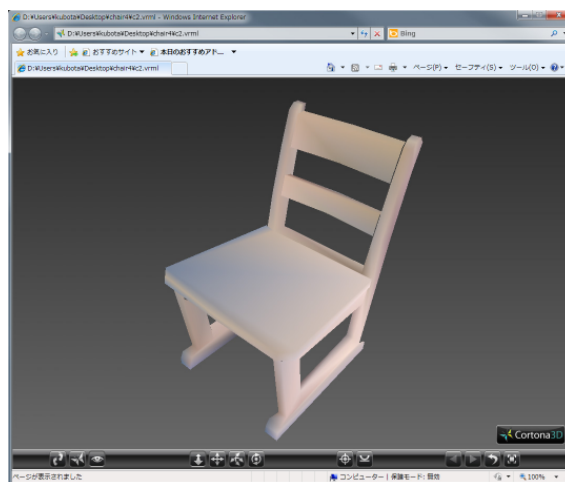


図 7 VRML 出力結果

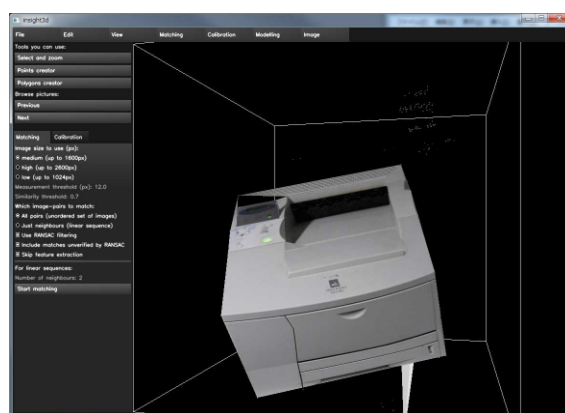


図8 3Dモデル化したプリンター

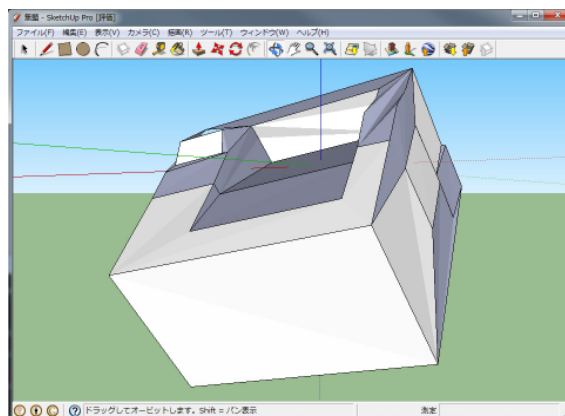


図 9 COLLADA で出力したデータ

参考文献

- 1) Tomoya Ishikawa, Thangamani Kalaivani, Takashi Okuma, Keechul Jung and Takeshi Kurata, “Interactive Indoor 3D Modeling from a Single Photo with CV Support”, IWUVR 2009 (Jan)
- 2) 佐藤洋一, “イメージベースド・モデリング/

- レンダリング”, 日本機械学会誌 1999. 10
Vol. 102 No. 971, pp611-615
- 3) Lukas mach, “insight3d”
URL:<http://insight3d.sourceforge.net/>
- 4) Free Software Foundation, “GNU Affero
General Public License”
URL:<http://www.gnu.org/licenses/agpl-3.0.html>
- 5) 藤吉弘亘, “Gradient ベースの特徴抽出
-SIFT と HOG-”, 情報処理学会研究報告,
2007-CVIM-160, pp. 223 (2007)
- 6) web|3D CONSORTIUM, “VRML97”,
URL:<http://www.web3d.org/x3d/specifications/vrml/ISO-IEC-14772-VRML97/>
- 7) Google, “Google SketchUp”,
URL:<http://sketchup.google.com/>