

家具販売支援システムの研究開発（第2報） 木製椅子の 3D データ化手法に関する研究

窪田直樹、成瀬哲哉

Research for furniture business support systems (II) Making 3D Model of Wooden Chair from Some photographs

Naoki KUBOTA, Tetsuya NARUSE

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「インタラクティブ 3 次元室内モデラ¹⁾」を産業技術総合研究所が開発しており、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、家具の 3D 化に用いるモデリングソフト「insight3d」に、汎用 3D データフォーマットである COLLADA への出力機能を実装した。また、「インタラクティブ 3 次元室内モデラ」のデータを COLLADA に変換するプログラムも開発し、両者のデータを合成した。

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、単体での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にも重要になる。明るく広いショールームで受けた印象と、自室に置いた場合の印象が大きく異なった場合、顧客満足度の低下にもつながりかねない。

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写真から部屋の 3D 化を行う「インタラクティブ 3 次元室内モデラ」を開発しているので、本研究では家具の 3D データ化を行う。

2. insight3d

insight3d²⁾は、2010 年 11 月にオープンソース (GNUAGPL3 ライセンス³⁾) 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り、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。insight3d の操作画面を図 1 に示す。insight3d で作成したデータは独自形式のため、他のソフトウェアで利用することができない。そこで、汎用の 3D データ形式である COLLADA 形式で出力する機能を追加した。また、画像処理では、写真から家具の大きさや向き(傾き)を自動で判断できないため、これを解決する手法を加えた。

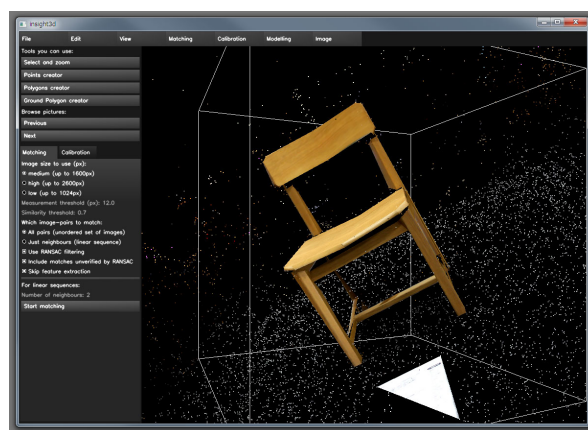


図1 insight3dの操作画面

2.1 insight3dのデータ構造

insight3dでは、物体のデータを、頂点の配列、ポリゴンの配列、画像の配列で管理し、それぞれをインデックスで関連付けている。これにより、複数のポリゴンで一つの頂点や画像を共有する際の重複を減らしている。表1に、主な変数名と内容を示す。

表1 主な変数名と内容

変数名	内容
Vertex	頂点の座標、色
Vertices	頂点の配列など
Polygon_3d	ポリゴンを構成する頂点の番号、各頂点に対応する画像中の座標
Polygons_3d	ポリゴンの配列
Shot	画像のファイル名、大きさ、キーポイントなど
Shots	画像の配列
Image_Loader_Request	読み込んだ画像の情報

2.2 COLLADA出力機能の追加

COLLADA形式⁴⁾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いる。COLLADA形式はXMLで書かれており(拡張子は.dae)、タグと呼ばれる識別子の中に情報が記述されている。表2に、主なタグ名と内容を示す。

表1 主なタグ名と内容

タグ名	内容
asset	日付、単位系など
library_images	画像ファイル名
library_effects	環境、反射率などの効果情報
library_materials	表面材質情報
library_geometries	頂点座標、ポリゴン情報など
library_visual_scene	複数のポリゴンをまとめたシーン情報
scene	全てのシーン情報

本研究では、insight3dにCOLLADA出力の機能を追加した。出来上がるCOLLADAデータの可搬性を高めるため、COLLADAファイル(.dae)と同じフォルダに新規フォルダを作成し、その中に画像ファイルをコピーすることとした。COLLADAファイルから画像へのリンクは相対リンクとしたので、COLLADAファイルとフォルダを同時にコピーすれば、他のフォルダやコンピュータへの移動も可能である。

2.3 大きさと向き(傾き)の修正

人間は写真に写っている物の大きさや正しい向きを推定できるが、画像処理でそれを行うことは困難である。そこで、写真を撮る際にA4用紙を床面に置いて撮影し、モデリング時にA4用紙の4隅のうちの3点を選択することで、その大きさからモデル全体の大きさを決定するようにした。また、A4用紙がモデル空間のXY平面(Z座標=0)に一致するようにモデル全体を回転・移動させた。さらに、3DモデルのXZ座標軸がA4用紙の縦横に合うように回転させた。これにより、事前に椅子の向きとA4用紙の向きを合わせておけば、他のソフトウェアで読み込んだときの位置合わせ・向き合わせが容易になる。椅子とA4用紙と一緒に撮影した写真をinsight3dに取り込んだときの操作画面を図2に示す。なお、insight3dは巨大なプログラムであるため、COLLADA出力の時のみに座標変換を行うようにし、他の処理に影響が出ないようにした。

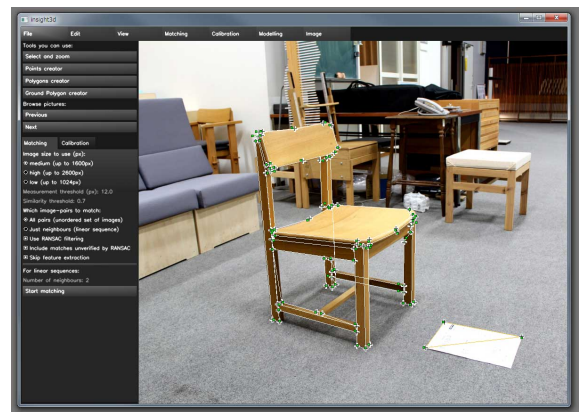


図2 椅子とA4用紙

3. インタラクティブ3次元室内モデラコンバータ

インタラクティブ3次元室内モデラは、産業技術総合研究所が開発した、写真から室内(床、壁など)を3D化するソフトウェアである。室内は床・柱など水平・垂直のものが多くという点を利用して、容易にモデリングできるという特徴がある。

本研究では、インタラクティブ3次元室内モデラの実出力データをCOLLADA形式に変換するコンバータプログラムを作成した。また、モデラの現在のバージョンではテクスチャ座標が計算されていなかったため、頂点座標からテクスチャ座標を算出する機能もコンバータに含めた。なお、インタラクティブ3次元室内モデラは、頂点座標をローカル座標系(1枚の写真から作ったモデルの座標系)で持ち、ローカル座標系からグローバル座標系(複数のローカルモデルを統合したもの)への変換をロ

一カルモデルごとに行っているが、COLLADA変換の際には全てグローバル座標系に変換した。

インタラクティブ3次元室内モデラの操作画面を図3に示す。

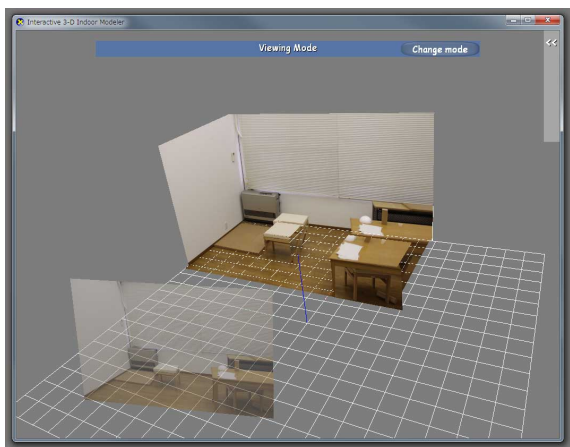


図3 インタラクティブ3次元室内モデラ

4. 出力結果

insight3dおよびインタラクティブ3次元室内モデラでモデリングを行い、COLLADA形式で出力、合成した。

4.1 椅子のモデリング

1脚の木製椅子を20方向から撮影し、insight3dに取り込んでモデリングを行った。撮影した20枚の写真を図4に示す。



図4 撮影した写真

椅子は、全高75cm、全幅45cm、奥行き48cmであった。

出力したCOLLADAデータをShade Professional¹⁾に読み込んだ画面を図5に示す。

変換前のモデルデータは図1のように傾いた状

態であったが、変換によりShadeの上面図、正面図、側面図に椅子が正しく表示されている。また、A4用紙のZ座標が0になっている。取り込んだ椅子データの全高、全幅、奥行きはそれぞれ77cm、44cm、49cmであり、誤差は数%に収まった。

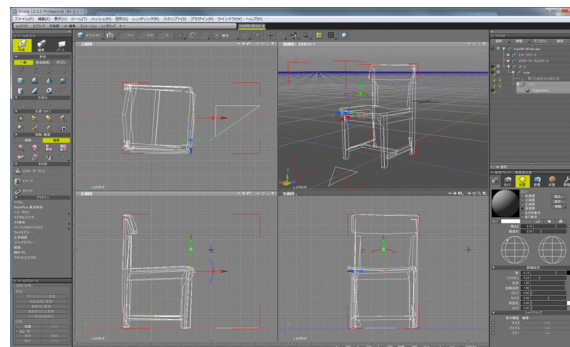


図5 Shadeの画面

レンダリングした椅子画像を図6に示す。3D化することにより、図4で撮影した写真とは異なる角度から見た椅子を再現することができた。



図6 レンダリングした椅子

4.2 部屋のモデリング

部屋を2方向から撮影し、インタラクティブ3次元室内モデラに取り込んでモデリングを行った。撮影した写真を図7に、変換したCOLLADAデータをShade Professionalに読み込みレンダリングした部屋の画像を図8に示す。



図7 部屋の写真



図8 レンダリングした部屋

図8の左壁の模様や、右奥の棚がゆがんでいるが、写真を壁や棚の正面から撮影していないにもかかわらず、テクスチャを正面から貼ったためである。今後、テクスチャ画像自体を投影変換しなおす必要がある。

4.3 データの合成

4.1節で用いた椅子と、別途用意したスツールを4.2節の部屋に置いたときの写真を図9に示す。また、4.1節で作成した椅子モデルと、別途作成したスツールモデルを、4.2節で作成した部屋モデルと合成しレンダリングした画像を図10に示す。合成の際、椅子・スツールの位置・向きが図9の写真と同じになるようにしたが、大きさの変更は行っていない。光の当たり具合などは異なるが、比較的似た雰囲気が出ており、部屋と椅子の大きさについても大きな問題はない。

図11に、合成したモデルを上方から見下ろすように設定したレンダリング画像を示す。通常では撮影できない、天井より高い位置からのレンダリング画像である。このように、椅子の配置などの確認をコンピュータ上で行うことができる。



図9 椅子を置いた部屋の写真



図10 部屋と椅子のレンダリング画像



図11 上方から見たレンダリング画像

5. 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」にCOLLADA出力機能を追加した。また、「インタラクティブ室内モデラ」の出力データをCOLLADA形式に変換するためのプログラムを作成した。insight3dでCOLLADA出力する際に、向きや大きさが正しくなるような手法を導入した。

これにより、COLLADA形式を読み込むことができる3D CGソフトウェアで部屋と椅子データの合成を行うことができた。

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", IWUVR2009(Jan)
- 2) Lukas mach, "insight3d"
URL:<http://insight3d.sourceforge.net/>
- 3) Free Software Foundation, "GNU Affero General Public License"
URL:<http://www.gnu.org/licenses/agpl-3.0.html>
- 4) KHRONOS GROUP, "COLLADA"
URL:<http://collada.org/>
- 5) e frontier "Shade"
URL:<http://shade.e-frontier.co.jp>