

消失点の検出による建築写真の生成

Generation of architectural photographs by detection of vanishing points

菅原 章洋†
Akihiro Sugawara東海林 健二††
Kenji Shoji外山 史††
Fubito Toyama

1. はじめに

建築写真とは、建築物の鉛直成分がすべて平行になるように撮影された写真のことである。これには、あおり撮影という特殊な機能を備えたレンズが必要であったが、今日、デジタルカメラの普及により写真を建築写真にデジタル修正するビジネスも出現している。このような建築写真への修正は、射影変換により行うことができる。

しかし従来の手法[1]では、各写真に収められた建築物の構成成分をその写真から認識し、指定するのはユーザ側であり、コンピュータはそれらから射影変換をするために補助的に用いられているに過ぎない。これはユーザの作業に頼る部分が大きく、また写真一枚毎にこの作業が必要であるため、有効な手段とは言えない。

本研究では、ユーザ側からの指定等を必要としない、建築写真の生成法を提案する。提案手法は、撮影の際に特殊なレンズを必要とせず、また画像を取り込む以外の作業も必要としないため、有効性の高い手法であると考えられる。

2. アルゴリズム

カメラで立方体を横から投影した場合について考える。ここで画像平面と立方体の鉛直成分は図1のように平行であると仮定する。

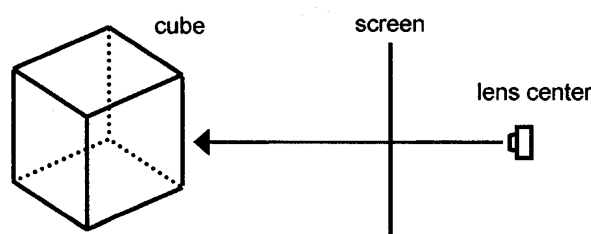


図1：投影例

これにより図2のような画像が生成される。このとき、互いに平行な直線はある一点に収束し、この点を消失点という。しかしこの立方体の鉛直成分には消失点が存在せず、平行性を失っていない。これは鉛直成分が画像平面に対して平行であるためである。このように画像平面に対して、平行な直線は収束しないという性質がある。この性質を用いて建築写真の生成方法を提案する。

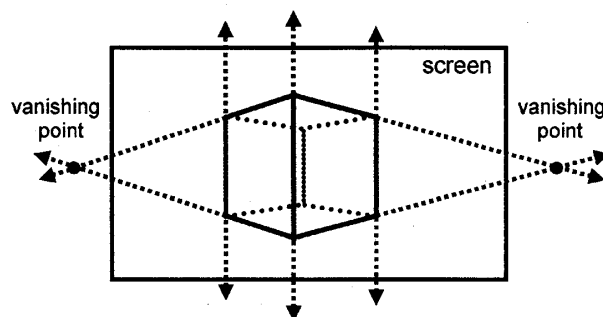


図2：投影結果

建築物を写真に納めると、大抵の場合カメラを上向きにして撮影するため、鉛直成分は写真上方の消失点に収束する。これはカメラ画像に対し建築物の鉛直成分が傾斜しているからである。カメラの焦点距離と画像の消失点の位置からこの傾斜角を求め、回転させた画像平面に建築物を投影することで建築写真を生成することができる(図3)。

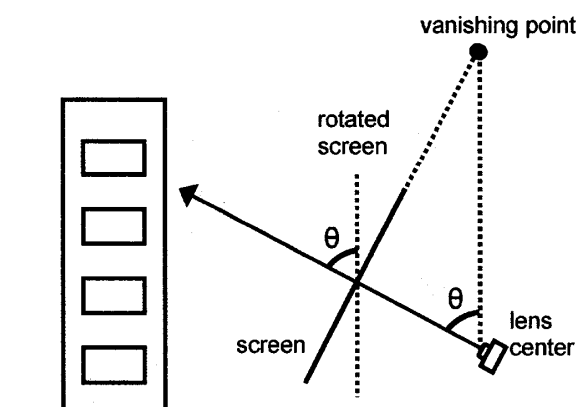


図3：建築写真の生成

3. 焦点距離と消失点の検出

チェスパターンボードを撮影した複数枚の画像を用い、カメラキャリブレーションを行った。これにより使用したカメラのレンズ歪み、主点の位置を求め画像の補正を行い、同時に焦点距離を算出した。消失点の検出に関しては、画像上の直線成分を検出する問題と、直線の交点を消失点とする問題との2つに分けられる。前者についてはOpenCVライブラリのハフ変換を用いた。ここでは検出したい消失点に収束しない直線も多数存在するが、それらはフィルタリングによりノイズとして除去した。後者については、[2]のガウスマッピングを応用した。画像平面上で得られた直線成分を m とする。ここで m とレンズ中心を通る平面が唯一つ定まり、これを m の構成平面と定義する。

† 宇都宮大学大学院工学研究科情報工学専攻

†† 宇都宮大学工学部

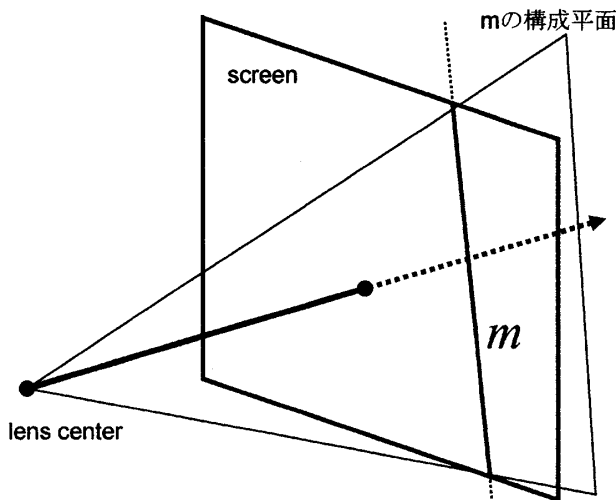


図4：構成平面

ここでレンズ中心に中心を置いた単位球を与え、先の構成平面との交線を求める。この交線は大円となる。この作業を検出されたすべての直線成分に対応した構成平面に対して行う。

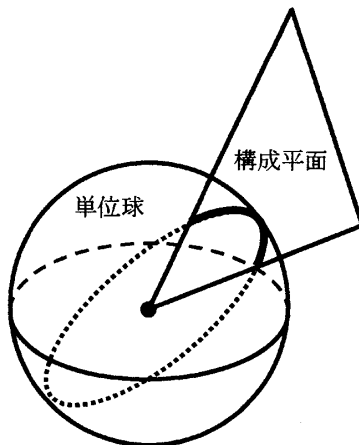


図5：単位球と構成平面との交線

このとき球面上の求められた大円が多数交差している点は、画像平面上において直線が多数交差している点の投影結果に他ならない。本研究で用いる画像には建築物が含まれており、それには平行性の関係を多く含んでいる為、この点は消失点を指し示す。よってこの球面上の多数交差している点をレンズ中心から画像平面に逆投影することにより、消失点を求めることができる。

4. 実験結果

図6に出力画像と出力画像の例をそれぞれ示す。結果の下部にみられる黒領域は、投影の際に画像外部の領域を投影した為である。結果の優劣は、建築物の鉛直成分が画像の横軸に対し垂直に伸びているかということで判断した。入力画像2は、カメラを時計回りに約5°傾けて撮影したものであり、画像が傾いている場合についても検証を行った。

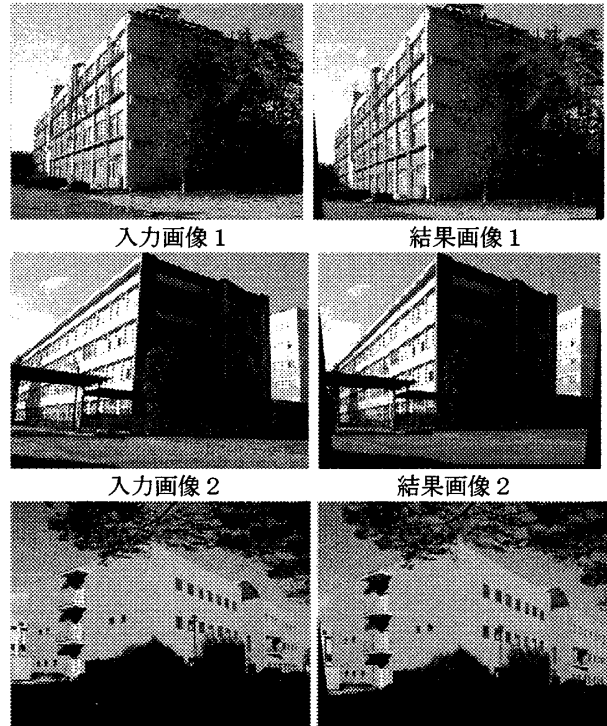


図6：入力画像(右)と出力画像(左)

図6の結果画像1,2,3より、良好な結果が得られたことが確認できる。また結果画像2では、画像が傾いている場合においても正しい結果が得られたことから、撮影時においてカメラを三脚等で固定しなくても、フリーハンドの撮影によって建築写真が生成できると言うことができる。更に入力画像3は、被写体の構成部分がやや平坦なものを選んだ。即ちこれは直線成分が殆ど得られない場合であり、実際に鉛直成分は3本しか検出できなかったが、これも正しい結果が得られている。

5. 終わりに

本稿では、ユーザの作業を必要としない建築写真の生成方法を提案し、構築を行った。提案手法はカメラの焦点距離、及び消失点の位置情報を用いた射影変換によるものであった。

実験の結果、すべての画像において建築写真を生成することができた。この時実際にユーザ側が行った作業は写真撮影と写真のコンピュータへの入力のみであり、手作業でコンピュータに構成要素を認識させていた従来の手法に比べ、有効性の高い手法であると考えられる。

参考文献

- [1] David Liebowitz, Antonio Criminisi and Andrew Zisserman: "Creating Architectural Models from Images", EUROGRAPHICS '99, Vol.18, No.3, 1999.
- [2] S.T. Barnard, "Interpreting Perspective Images", Artificial Intelligence, vol. 21, pp. 435-462, 1983.