

レンジデータを用いた画像とモデルの照合

3E-6

中村典生 長井 茂 杉村利明
NTT ヒューマンインタフェース研究所

1. はじめに

3次元形状モデルで記述された物体の屋外シーン画像からの抽出手法を検討している。

本稿では、2次元デジタル地図にレンジデータを組み合わせて作成した3次元形状モデルとカメラパラメータが既知の画像を照合して、建物の抽出への適用性について検証する。

2. 屋外画像からの建物抽出

屋外シーンの理解への要望が強く、3次元形状モデルと画像との照合によるアプリケーションが提案されている[1]。しかし、様々な用途に十分なモデルを精密に作成するのは容易ではない。そこで、既存の情報を活用して作成されるモデルから幾何学的な特徴点と画像から抽出した特徴点の照合を行うことが要求されており、先駆的な試みもある[2]。

2次元デジタル地図と地形データ（50mメッシュ標高データ等）は容易に入手でき、これらを組み合わせたモデルは、画像中の建物の床と照合できる。しかし、床付近は日陰でコントラストが低いことや、建物に付帯する構造物や障害物により画像からの建物の抽出が困難である。

これに対して、さらに建物の高さ情報を用いたモデルを使うことができれば、上記のような障害のない建物の屋根部分との照合を行うことができる。

本稿では、主に建物の屋根部分を空中から撮影した画像から抽出することを前提に議論を進める。

3. 3次元形状モデルの作成

モデルのベースとして、入手が容易な市販の2次元デジタル地図を用いる。これには、建物の形状（家形）は記述されているが、樹木や仮設建物等は記述されていない。家形は単純な形状にデフォルメされている。また、更新周期は数年であるので、現状を反映していない場合がある。

これらの不備を補い、建物の高さ情報を付与するために、画像と同時期に獲得したレンジデータを用いる。

画像解析には、画像を撮影したカメラ位置からのレンジデータ（距離画像）が有用であるが、レンジデータの獲得には時間を要し、カメラ位置毎にレンジデータを獲得するのは現実的でない。ここでは、カメラとは異なる位置から測定したレンジデータを2次元座標上の各地点の鉛直方向の高さ（標高データ）として表現されたものを用いる。各画像に対する距離画像が必要であれば、カメラパラメータを与えることにより作成できる。

このようにして得た標高データは、地図に記載されないような物体や屋根の形状等も忠実に表現されており、画像と良く整合する。また、地図に統合することにより、レンジデータの位置精度を補正する効果もある。

さらに、レンジデータから幾何学的な特徴点／線／面を検出して、2次元デジタル地図に記述されたオブジェクト毎に幾何学モデルを作成する。

4. 画像とモデルの照合

カメラとともに設置したGPS受信機と角度センサによりカメラ外部パラメータを得る。測定値の精度は比較的low、位置誤差が1m、角度誤差が0.2度程度である。角加速度を基にする角度センサでは、ドリフト効果による精度劣化も考慮しなければならない。本稿では、画像による標定によりカメラ外部パラメータを補正して、精度を向上させることにする。

モデルを中心投影して画像と重畳させ、幾何学的な特徴点を画像と照合する。モデルやカメラパラメータの誤差により、双方の特徴点は必ずしも一致しないが、幾何学的な知識を利用しながら探索を行うことができる。例えば、撮影時刻から太陽高度を算出し、日陰の発生による明暗を予測しながら、画像からの特徴点抽出を行うことが可能である。

5. 実験

使用したレンジデータ（標高データ）は、水平解像度が0.5mであり、水平精度が数m、垂直

精度が1m程度と推定される。レンジデータ特有のごま塩状の異常データ等を除去するフィルター処理を行っている。

標高データから垂直面部分を取り出すために、水平距離0.5mで5m以上の高低差（建物2階以上に相当）がある場所を取り出し、細線化したもの（図1）から角点を抽出し、幾何学的特徴点とする。幾何学的特徴点の上側と下側のエッジの標高値を標高データから求め、特徴点間をアークで結合する。

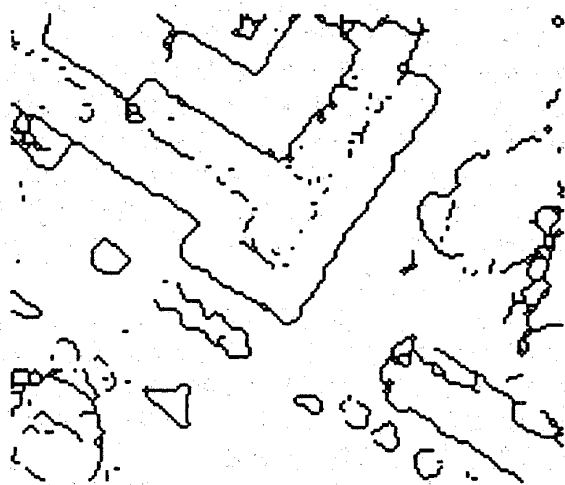


図1 レンジデータからの垂直面検出結果

画像を撮影した際のカメラパラメータで、幾何学的特徴点を中心投影し（図2）、その近傍から画像特徴点を探索する。

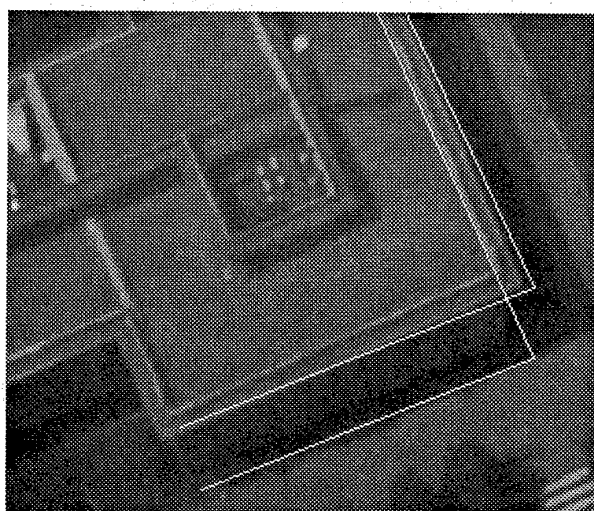


図2 画像と幾何学的特徴点

実験の結果、幾何学的特徴点の半径10画素の近傍に対応する画像特徴点が検出できることがわかった（図3）。

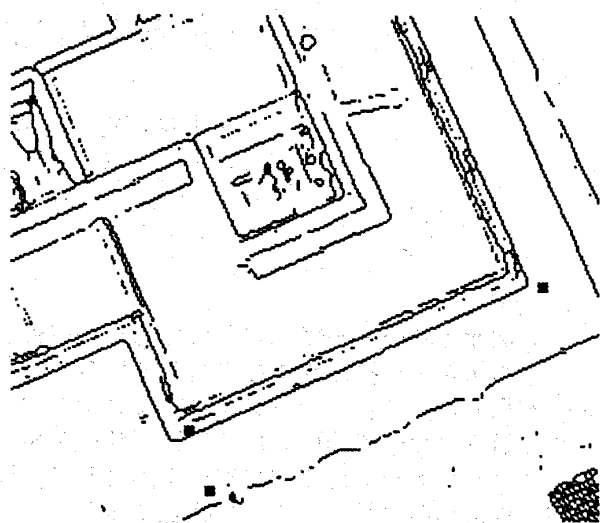


図3 エッジ画像と幾何学的特徴点

6. おわりに

市販されている2次元デジタル地図にレンジデータを組み合わせて3次元形状モデルを作成し、カメラパラメータが既知の画像との照合を試行した。その結果、レンジデータやカメラパラメータ等の誤差を含めても、特徴点の画像からの探索領域を半径10画素程度に限定できる見通しを得た。特徴点の対応付けにより、例えば3次元形状モデルの面に対応する画像をテクスチャマッピングすること等が可能となる。

今後はレンジデータ等の誤差の低減を図り、照合の精度を高めるとともに、カメラの外部パラメータ等のセンサ調整の自動化率を上げて評価を進める予定である。

謝辞

本研究を進めるに当たってご指導いただいた中野部長に感謝します。議論に加わっていただいた研究グループ員のみなさまに感謝します。

参考文献

- [1] "立体地図を用いた航空写真画像理解による地域の特徴抽出", 小川祐紀雄, 角本繁, 岩村一昭, 信学論D-II, Vol. J81-D-II, No.6, pp.1242-1250, 1998.6
- [2] "Acquisition of 3D urban models by analysis of aerial images, digital surface models and existing 2D building information", Haala, SPIE Vol. 3072