ビルを含むシーンの距離画像合成システム

野中 政嗣† 星 仰††
茨城大学大学院† 茨城大学††

1.緒論

現在，都市域におけるビル街などの 3D モデリングの必要性が高まっている．本研究では，距離画像装置を用いて距離画像データを取得することにより，ビルなどの建物を復元することを目的とする．その方法として，距離画像の特徴を生かすために，複数の平面を取得し，距離画像データの垂直化，およびビルにおける特徴点の抽出を行う．また，取得した特徴点を用いて，距離画像の合成を行う．

本実験に用いる装置は RIEGL 社の"3D-Laser Mirror Scanner LMS-Z210"である(図 1)．この装置は，装置前方の画面上すべての画素に対して斜距離を取得することが可能である．また，同時に仰角，水平角も取得できるので，各画素に投影される被写体の位置を 3 次元座標に変換したデータとして取得することが可能である．

2.距離画像合成システム

本研究における距離画像合成システム全体の流れを図 2 に示す．

まず，対象領域の選択，および不要なデータの除去は距離画像データを三面図に投影し，それぞれにおいて範囲選択をすることによって行う．

次に，ビルにおける平面の抽出は，対象領域の選択・不要なデータの除去によって前処理された距離画像データを正面図に投影したものから，矩形によって平面領域を選択し，矩形内のデータ全てを用い，最小二乗法によって決定する．詳細については，『距離画像を用いた平面の抽出』[2]を参照．

2.1.距離画像データの垂直化

距離画像データの垂直化は，取得した垂直な平面同士の交線がその距離画像データにおいて垂直なベクトルであることを利用して行う．このとき，垂直な平面を 3 面以上取得できた場合，交線は複数でき，垂直なベクトルの候補も複数となる．ここで，平面を構成するデータ数は，多ければ多いほど，その平面の信頼性は高くなるので，平面を構成するデータ数によって，候補ベクトルに重みをかけ，候補ベクトルの中央値を垂直化の際に採用する．

垂直なベクトルを決定した後は，そのベクトルが z 軸となるように，撮影方向の x 軸の回転，水平方向の y 軸の回転を行う．

2.2.ビルにおける特徴点の抽出

本研究において，特徴点の抽出は次の 4 つの方法を用いる．

a) 直接取得する方法

従来の方法で，三面図を用いて直接取得する方法である．装置誤差やデータ取得時の撮影誤差が直接影響し，データの信頼性は低いものとなる．

b) 一平面によって近似する方法

取得したい特徴点が一つの平面に属する場合に用いる．直接取得した点から平面へ垂直線を降し，その交点を特徴点として用いる．直接取得する方法よりも平面で近似される分，信頼性が高まる．

c) 二平面の交線によって近似する方法

取得したい特徴点が二つの平面に属する場合に用いる．直接取得した点から二平面の交線へ垂直線を降し，その交点を特徴点として用いる．一平面で近似するよりも，もう一つ平面のデータを用いることで，さらに信頼性が高まる．

d) 三平面の交点を求める方法

取得したい特徴点が三つの平面に属する場合に用いる．手動で直接取得する部分がなくなり，ビルの角などを確実に抑えることができる．しかし，地上からデータを取得した場合は，ビルの屋上などのデータは取得できず，三平面に属する特徴点を取得することはあまりない．

3.距離画像データの合成

基準画像，標定画像の 2 枚の距離画像において，共通する複数の特徴点を取得し，それらを用いて距離画像データの合成を行う．このとき，それぞれの距離画像は垂直化が行われた後なので，必要な要素は，x, y, z の平行移動量と，垂直な方向の z 軸の回転量のみとなる．

本実験で用いる距離画像データは，茨城県日立市常陸多賀駅前ロータリで撮影したものである．これ



図 1.距離画像装置

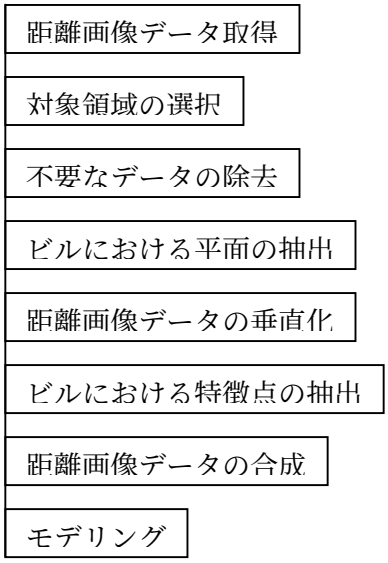


図 2.距離画像合成システム

Range image composition system of scene including buildings
† Masatsugu Nonaka
†† Takashi Hoshi
† Graduate School of Ibaraki University
†† Ibaraki University

らから図 3，図 4 のようにそれぞれ，平面，特徴点を取得して，合成の実験を行った．

a) 前処理

それぞれの距離画像データに対して対象領域の選択，不必要なデータの除去を行った(図 5,6).

b) 距離画像データの垂直化

それぞれの距離画像データに対して垂直化を行った(図 7,8)．補正角度は基準画像では x 軸:-2.769 °，y 軸:-1.939 °，標定画像では x 軸: 10.569 °，y 軸:7.279 °となった．この補正を評価するため，標定画像において，同じ高さの特徴点 3 点の z 値を比較すると，垂直前は，7.791,8.039,8.25[m]と差は 0.459[m]あったのに対し，垂直化後は，8.395,8.421,8.409[m]と差は 0.026[m]となった．これは装置誤差が 0.05[m]であることや，実測における誤差のことを考慮にいれると，正しく垂直化が行われたと言うことができる．

c) 距離画像データの合成

図 3,4 に示した特徴点を用いて基準画像と標定画像の合成を行った(図 9)．このときの評価として，合成後の特徴点同士の誤差を取ったところ，0.095～0.521[m]の間で，平均は 0.247[m]となった．高い値があるのは，特徴点取得の際に，平面で近似しきれなかった点などであり，こちらも装置誤差や実測における誤差を考慮にいれると，正しく合成が行えたと言うことができる．

4.考察

距離画像合成システム全体を通して，2 枚の距離画像の合成を行った．それぞれの段階において，距離画像の特徴を点のみで決定することはなく，平面の取得を利用することで，装置や，実測から生じる誤差を吸収していくことができた．

5.結語

本研究では，距離画像の特徴である平面の取得により，それぞれの距離画像データの垂直化や，特徴点の抽出を行った．また，取得した特徴点を用いて 2 枚の距離画像の合成を行った．ここで，合成する距離画像の枚数を増やしていくことによって，より多くの角度からの距離画像データ，より広い範囲の距離画像データを作成することができ，建築物 1 つを全方位から，あるいは道沿いの建物すべてをデータ化し, 3D モデリングを行っていくことができる．

参考文献

1) 星仰，野中政嗣：距離画像を用いた平面の抽出，情報処理学会, 情報処理学会第 64 回全国大会, 2002
2) 星仰，米倉和彦，本島学：距離画像用基本モジュールの開発，情報処理学会第 62 回全国大会，2001
4) 米倉和彦:距離画像データの表示アルゴリズムの研究，茨城大学卒業論文，2001
3) John R. Taylor：計測における誤差解析入門，東京化学同人，2000，pp.187-213

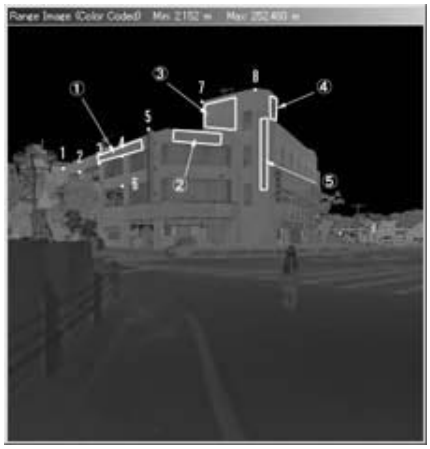


図 3.基準画像

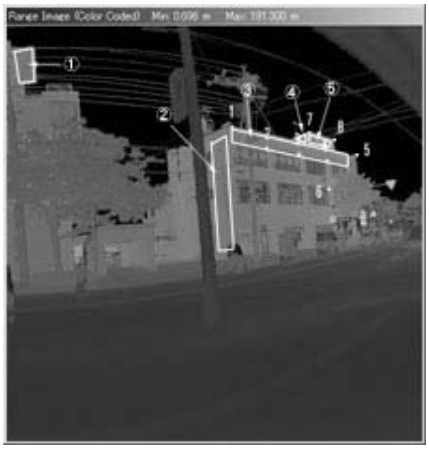


図 4.標定画像



図 5.前処理前



図 6.前処理後



図 7.垂直化前

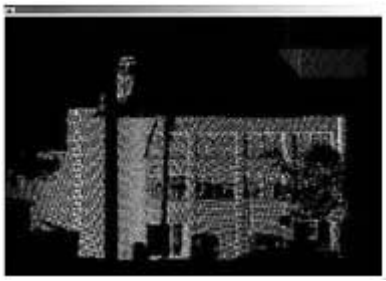


図 8.垂直化後



図 9.合成後距離画像データ