

模型飛行体の多視点移動ステレオに基づく Occupancy Voxel を用いた観測不十分領域の検出

西谷 昂[†] 越後 富夫[†]

[†] 大阪電気通信大学大学院 工学研究科 情報工学専攻

1. はじめに

自然災害の発生時においては、災害現場の早急な情報獲得が重要であり、カメラを搭載した模型飛行体(Drone)が有効である。しかし、Drone で撮影した映像には、カメラから死角になる領域があり、そこに要救助者が存在する可能性のため、再飛行が必要になるが、事前に観測不十分領域が検出されていると飛行計画が容易になる。

そこで、取得された画像から 3 次元情報復元のため、Structure from Motion(SfM), Multi-view Stereo(MVS), 四面体カービング法を用いて 3 次元サーフェスを生成し、シーンを分割した Occupancy Voxel を設定する。そして、Voxel の視線通過数、サーフェス、視線不通過数から観測不十分領域を推定する。

2. 関連研究

SfM は VisualSfM[1], MVS と四面体カービングは CMPMVS[2]を用いた。VisualSfM は撮影映像からカメラ外部パラメータを求め、CMPMVS は得られたパラメータから物体の表面を 3 次元サーフェスとして抽出する。

一方、移動ロボットの移動可能領域を推定する Occupancy Grid[3]は移動する2次元面をグリッド状に分割し、グリッドにセンサ情報に基づいて状態を持たせることで空き領域を推定する。本研究では Drone が空中を飛行するため、空間を Voxel に分割し、各 Voxel の状態から観測不十分領域を検出する。

3. 視線交差によるラベル付け

3 次元復元で得られたサーフェスを含む Voxel には障害物ラベルを割り当てる。Voxel に含むとカメラからの視線を用いてラベル付けを行う。視線はカメラ位置から撮像面へのベクトルの延長線とし、Voxel の通過状態によってラベル付けを行う。視線が障害物と衝突するまでは視線を遮る物がないため、視線が通過する Voxel に通過ラベルを加算する。障害物と衝突後の視線は障害物の中を進むため、不通過ラベルを加算する。これにより、各 Voxel は障害物、通過ラベル数、不通過ラベル数の3つの状態を持つ。

4. 観測不十分領域の検出

多くのカメラからは観測出来ないが、一部のカメラからのみ観測可能な領域を観測不十分領域とする。

観測不十分領域では、不通過ラベル数が多く、少量の通過ラベルを持つと考えられる。また、一定数以上ラベル数があればそのラベルが正しい可能性が高い。よって、

下式から Voxel が観測不十分領域である確率 P を求める。

$$P = 1 - \exp(-a(O - F)) \quad (1)$$

$$O > 0, F > 0$$

F, O は通過ラベル数と不通過ラベル数で、 a は経験から 0.0006 と設定した。

5. 実験結果

Drone として ARDrone2.0 を用いて撮影した 159 枚の画像から 3 次元復元を行った結果を図 1 に示す。左図は撮影画像の1枚、右図は 3 次元復元結果である。図2は観測不十分領域を推定した結果で、緑領域は障害物、黒から青の領域は青(0,0,255)に近いほど観測不十分領域である確率が高い。



図1 撮影画像と3次元復元結果。

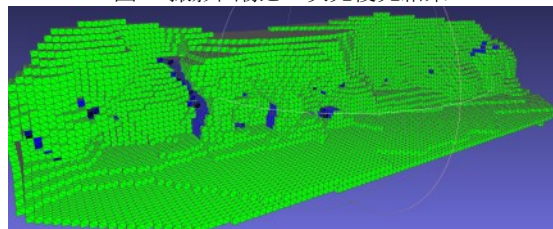


図2 Occupancy Voxel を用いた観測不十分領域検出

6. おわりに

本研究では再観測が必要な領域を検出した。復元信頼度の低い領域を提示することで、情報欠落による見落としを防ぐことが出来る。

今後の課題として、空き領域から観測不十分領域の再飛行ルートを計画し、欠落情報を獲得する。

謝辞

本研究は科学研究費補助金基盤研究(C)(課題番号 25330213)の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] Changchang Wu, "Towards Linear-time Incremental Structure From Motion", 3DV 2013
- [2] M. Jancosek, T. Pajdla, "Multi-View Reconstruction Preserving Weakly-Supported Surfaces", CVPR 2011
- [3] Elfes, Alberto. "Using occupancy grids for mobile robot perception and navigation." Computer 22.6 (1989): 46-57.