

プログラム名：タフ・ロボティクス・チャレンジ

PM名： 田所 諭

プロジェクト名：ロボットインテリジェンス

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 7 年 度

研究開発課題名：

地勢の多重解像度データベースを用いた飛行プラットフォームによる被災状況

の効率的な把握と情報提示

研究開発機関名：

静岡大学

研究開発責任者

三浦 憲二郎

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

課題 1. 多重解像度データベースの構築とそれを用いた計測装置とその位置に応じた画像の生成
(2015年8月～2016年9月)

地勢データ、たとえば浜松市街地を地上設置型レーザスキャナ、航空機搭載型レーザスキャナ、車載型レーザスキャナ等で計測し、その RGB-D 画像をレジストレーションし、それらから多重解像度データベースを作成する。多重解像度データベースは、点群（点の情報としては (x,y,z) とそこでの法線方向、RGB データ）で構成する。点群が過密な場合には必要とされる精度を設定して、その精度で再現（RGB-D 画像を生成）できるようにデータベースを構築する。これを用いて、任意の視点からの RGB-D 画像を生成する。

課題 2. 魚眼カメラによる被災状況の概要の把握 (2016年1月～2016年9月)

上空高く(500m から 1000m)飛行ロボットを飛ばし、そこから市街地を一望し多重解像度データベースから作成した RGB 画像と比較することで甚大な被害を受けた建物や火災、煙を把握する。あるいは、飛行ロボット操作者に甚大な被害を受けたと予想される建物の候補を示す。操作者はその情報を用いて、他の飛行ロボットを発進、あるいはレスキュー部隊に連絡する。

課題 3. 建物の外部の破損状況、火災や煙の発生状況の把握 (2016年1月～2017年9月)

予測した RGB-D 画像と実際の RGB-D 画像をマッチングし「差の検出」をロボストに行くことで、どこが倒壊しているか、どの程度破壊されているか等の被災状況を把握する。測定には、魚眼カメラ、Kinect などの RGB-D カメラを用いる。飛行ロボットは風などの外乱を受けて振動しており、測定画像（動画）は振動やモーションブラーが生じている。これらの振動やモーションブラーはこれまでの研究で開発した手振れ振動補正の技術「リアルタイム手振れ振動補正」を用いる。また、可搬重量等の点で RGB 画像しか使えない場合を想定して、「Structure from Motion を用いた移動ロボットの環境 3 次元像再構成」を用いて深さ情報を得ることも研究・開発する。

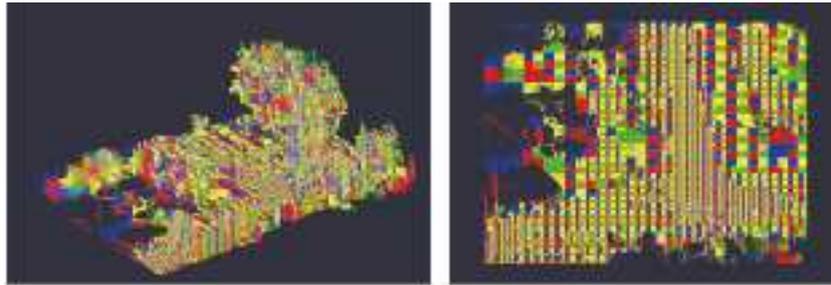
2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

大規模地勢データを多重解像度化し、データベースとして扱うシステムの構築する。地勢データに対し 4 分木を基に点の密度に応じて解像度を階層化することで多重解像度データベースを生成する基本アルゴリズムを考案し実装した (図 1 参照)。さらに、生成した多重解像度データベースを用いて任意の位置のデータを探索し、ダウンサンプリングを行うことで任意の解像度のデータを表示するアルゴリズムを考案した。さらに、AR. Drone の計測・制御系を ROS にもとづいて行えるように環境の開発・整備を行った。ステレオカメラシステムによる 3 次元計測、単眼カメラによる 3 次元計測をともに ROS 上で行えるように開発環境の整備を行った。

2-2 成果

課題 1. 多重解像度データベースの構築とそれを用いた計測装置とその位置に応じた画像の生成
地勢データに対し 4 分木を基に点の密度に応じて解像度を階層化することで多重解像度データベースを生成する基本アルゴリズムを実装した (図 1 参照). さらに, 生成した多重解像度データベースを用いて任意の位置のデータを探索し, ダウンサンプリングを行うことで任意の解像度のデータを表示することが可能となった (図 2 参照).



(a) 斜めからの視点

(b) 上からの視点

図 1 : 4 分木による多重解像度化



図 2 : 解像度に応じた画像の生成

課題 2. 魚眼カメラによる被災状況の概要の把握

魚眼カメラの画像から被災状況の概要を把握することができるように, 上空から撮影した魚眼画像を歪みのない俯瞰画像へ変換するアルゴリズムを実装した. この変換には魚眼レンズによって画像がどのように歪むかを表したパラメータを予め校正する必要があるが, この校正計算において魚眼カメラの特性を考慮した重み付けを行うことでパラメータの推定精度が向上することを明らかにした. このことは, 上空からの俯瞰画像の歪みをより少なくすることに対応し, 被災状況の概要を効率的に把握することへとつながる.

課題 3. 建物の外部の破損状況、火災や煙の発生状況の把握

ステレオカメラを用いた屋内・屋外環境の 3 次元計測を実装し, その検証を行った. また, 移動する単眼カメラの複数フレーム情報を用いた 3 次元計測を SfM (Structure from Motion) を用いて実装し, 実機検証を行った. ステレオカメラによる 3 次元計測, SfM による 3 次元計測とともに屋外不整地環境を走行する移動ロボットに搭載し, オンボードカメラにより 3 次元像の構築が可能であることが

確認された。3次元計測の検証課題として、路面上の段差の高さを計測してその高さをもとに移動ロボットの受ける衝撃（加速度情報）を予測する手法を実装し、その有効性を確認した。

2-3 新たな課題など

課題3. 建物の外部の破損状況、火災や煙の発生状況の把握に関連して、地勢データベースの取得時の天候とドローンによる画像取得時の天候は異なることが予想され、それに対応することが必要であることが新たに判明した。したがって、天候に左右されない予測したRGB-D画像と実際のRGB-D画像をマッチングし「差の検出」のアルゴリズムを考案する。さらに、実装、実験することでアルゴリズムの有効性の検討、さらにその改良を行う

また、航空法の改正によりドローンの飛行高度に制約が生じたため、航空写真データの活用に加え、上空100m程度を飛行した場合の被災状況の概要把握について検討を行う。

3. アウトリーチ活動報告

特にありません。