

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 28 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 (2016年4月～2017年3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. 電信柱の損壊状況の把握 (2016年4月 2017年3月)

被災前に取得された地勢データベースの 3 次元点群と、被災後に飛行ロボットを用いて取得された 2 次元画像を用いて、建物や電柱などの倒壊を検出する手法を考案する。画像から幾何情報を抽出することで、気象や時間に左右されない頑健な画像処理手法を提案する。また、画像処理に加え地勢データベースを用いることによって、処理時間や誤検出の面で性能向上を図る。

課題 3. 河川の水位の測定 (2016年4月～2017年3月)

現在、河川の水位を求める手法として、河川にフロートを浮かべるものや水圧を利用したものなどがある。これらは、河川に直接取り付けるものであり、非常に高価でメンテナンスも必要である。また、流木などの漂流物が計測機器を破壊する恐れがある。一方で、飛行ロボットを用いた計測は河川に対して非接触であり、広範囲を計測できる。そこで、本課題では飛行ロボットを用いて通常時の河川と増水時の河川の水位差を求めることで、河川の状況を把握する。

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、データベース化するシステムを構築する。大規模な地勢データに対して、四分木を基に点の密度に応じて点群領域の再帰的な分割を行い、分割領域ごとに領域の大きさに応じた解像度のデータを生成することで多重解像度化した。解像度ごとに階層化することで、広域は低解像度のデータ、詳細は高解像度のデータとなるような多重解像度データベースを生成した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した。さらに、電信柱の倒潰状況の把握、河川の水位の推定に成功した。

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 (2016年4月～2017年3月)

生成した多重解像度データベースを用いてデータの表示を行う任意の位置・解像度・視線方向に対応するデータを、多重解像度データベースから探索することで任意視点のデータを表示できる。さらに右図のように、多重解像度データベースを最初から作り直すのではなく、点群を局所的に追加可能とした。これらの研究により、飛行ロボットから得られたデータと同一視点のデータを多重解像度データベースから生成することができ、被災前後のデータを効率よくマッチングをすることで被災状況を迅速かつ効率的に把握することができる



点群の追加



更新前

更新後

4分木の更新

課題 2. 電信柱の損壊状況の把握 (2016年4月 2017年3月)

被災前に構築した地勢データベースと、被災時に飛行ロボットを用いて取得した画像から電柱の倒壊を検出するシステムを構築した。構築したシステムは地勢データベースから飛行ロボットの「見え方」を再現する Database Search モジュールと、それにより生成された RGB-D 画像を用いて電柱の倒壊検出の検出を行う Damage Grasp モジュールの 2 つから成る。

まず、D/B Search モジュールにおいて地勢データベース、飛行ロボットのセンサ情報を基に、座標・視点の変換を行う。これによって得られた点群は飛行ロボットの「見え方」とほぼ同一視でき、これを RGB-D 画像と呼ぶ。この RGB-D 画像のどの位置に対象とする電柱があるかを地勢データベースの属性機能を利用して検出する。飛行ロボットで取得した画像と同じ場所に検出した電柱があるはずであるため、センサ精度を考慮し、一定範囲をトリミングし、この画像を出力する。

次に Damage Grasp モジュールではトリミングされた画像と飛行ロボットのセンサ情報を入力とし、画像処理を用いて電柱を検出する。まず、前処理として画像内のノイズを除去し、1チャンネル化する。エッジ検出を行い、このエッジに対して線分検出を行う。最後に、線分を複数のフィルタに通し、目的の電柱のみの検出を行う。

課題 3. 河川の水位の測定 (2016年4月～2017年3月)

まず、通常時の河川を点群データと航空写真を用いて検出する。次に、増水時に河川上空に飛行ロボットを飛ばし増水時の河川を計測し、計測したデータから増水時の河川を検出する。最後に、検出した河川同士的位置合わせを行い、河川の水位差を推定することを可能とした。

2-3 新たな課題など

現在、多重解像度データベースは MMS データからのみ生成している。今後は、LiDAR データも多重解像度データベースに統合し、低解像度のデータを表示する際は LiDAR データ、高解像度のデータを表示する際は MMS データを表示するといった、解像度に対応したデータを選択できるようにする。また、多重解像度データベースを更新する際、追加点群があればその範囲で多重解像度データベースを更新したが、古い点群を削除できていない。点群の削除を行うと、その範囲において点の数が閾値以下になってしまうので、多重解像度データベースが大幅に変わってしまう。そのため、点群を削除する際に多重解像度データベースを上手に更新していく必要がある。

3. アウトリーチ活動報告

特になし。