

審査の結果の要旨

氏 名 袁 巍

近年、都市計画、自律的な運転、避難計画など、多くの実際のアプリケーションで 3D モデリングがますます重要になっており、より詳細な 3D デジタルモデルを構築するために、本研究では、デジタルオブジェクトモデル生成ワークフローを提案した。

貧弱なテクスチャ画像の場合、マッチングロバスト性は、低コントラスト、反復パターン、閉塞および均質テクスチャに対して脆弱であり、これらの問題に対処するために、本研究では、まず第一に、グラフ理論をプロキシとして用いる新規な特徴マッチングアルゴリズムを提案した。具体的にはまず、ソース画像とターゲット画像の両方で特徴点を抽出して、特徴集合 P と Q を形成し、次に、グラフ GP、GQ を用いて GP と GQ の間にアフィニティテンソルを構築するために、エッジ加重戦略を採用した。最後に、高次グラフマッチングアルゴリズムを用いて GP と GQ との間のノード対応を取得し、最終的にこのプロキシによって特徴マッチング処理を完了する。実際には、我々のアルゴリズムの実行可能性を実証するために、森林、砂漠、農地、都市を含む典型的な貧弱なテクスチャ画像が使用したいくつかの実験を行い、Recall や Accuracy、および位置精度に関して大幅に改善されたことを証明した。

次に、既知の事実として、高密度画像マッチングのための効率的で堅牢な方法は、広範囲空中像の 3 次元再構成における技術的ボトルネックの 1 つであった。そこで本研究では低高度 UAV（無人航空機）空中画像のための改善されたオプティカルフローフィールドベースの高密度画像マッチング (OFFDIM) アルゴリズムにおいて、Coarse-fine マッチング戦略をステレオペアを横切るピクセル単位の対応関係を検索するために利用した。第 1 に、ピラミッド L-K 法を採用してステレオ画像対内に疎なオプティカルフローフィールドを生成する。第 2 に、調整された制御格子を高密度オプティカルフローフィールド推定のための多レベル B-スプライン補間関数を決定するために利用した。第 3 に、粗密点群を精緻化するために、ラジオメトリックおよび幾何学的制約の両方を用いた。これに基づいて、OFFDIM の性能は、4 つの側面、具体的には 3D 点群の視覚効果、マッチング成功率、マッチング精度及びマッチング信頼度の観点から分析を行った。画像サイズが 10,608×8,608 画素、地上標本距離 (GSD) が 7cm、前方重なりが 60% の低高度 UAV 画像のセットについて多数の検証を行い、定量的評価では、OFFDIM の生成された対応精度は、画像座標で ±0.7 ピクセル、地上標高 ±20cm で ±3GSD より良好であり、一致率は 97% 以上であり、CPU 上での単一のステレオペア動作時間約 272 秒であった。提案手法を最先端の PMVS と SGM アルゴリズムと比較し、提案手法が PMVS と SGM よりも完全にマッチすること、さらにマッチング効率が 6 倍以上に改善され、マッチング精度が SGM と同じレベルに達したことを示した。 UAV 画像ベースの高密度マッチングと高精度 3D の空間情報抽出に至った。

最後に、3D 点群識別精度を向上させるために、画像と DSM の両方が修正完全畳み込み

ニューラルネットワークへの入力として使用される。この方法は、2D テクスチャ情報および 3D 空間情報に関係していた。実験結果は、我々の方法が従来の方法よりも優れていることを示した。完全畳み込みニューラルネットワークや残留ニューラルネットワークなどのよく知られた深い学習方法と比較して、我々の方法は、特に地上識別においてより良い結果を得た。

最終的に、生成されたデジタルオブジェクトモデルは、従来のデジタルサーフェスモデルと比較して、各地面オブジェクトのアノテーション情報を含むため、特定のアプリケーションにとってはより有用な事がわかり、よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。