

審査の結果の要旨

氏名 武田 浩志

急速に変化する都市環境に対応するために、準リアルタイムでの地理空間情報のマッピング技術の必要性が指摘されている。さらに、近年のスマートフォンなどの携帯情報端末の普及により、不特定多数のユーザが空間情報にアクセスし、いつでも、どこでも、そのサービスを楽しむユビキタス社会の実現に向けた基盤データの整備が進められている。このため、3次元都市モデルなどの都市空間データの自動構築手法に対するニーズは拡大しつつある。

このような背景の下、広大な都市空間を計測するための最適なセンサを選定し、効率的な3次元モデリング手法を確立し、それを構成する正確な画像マッチング手法が求められている。特に、既存の多視点画像を用いたマルチ画像マッチングについては、一般に計算処理が煩雑になることや、基準画像を起点とした処理でオクルージョンや画像上の見た目の歪みの影響を受けて、マッチング自体が困難になるという課題があった。これに伴って、多様なアプリケーションで利用されることを想定した大規模な都市空間データを生成する必要があるために、効率的で簡便な都市空間データの構築手法が求められている。

そこで本研究は、付加価値の高い都市空間データを構築するために個々の建物の屋根形状だけではなく、建物壁面や、その周辺の地面なども含む、汎用性・効率性・正確性の高い都市空間データのモデリング手法を開発することを目的としている。また、本論文では、この目的を達成するために多視点画像の外部標定要素の独立性に基づく偏位修正法に着目し、多視点画像を用いた建物形状の抽出というタスクに対して、オブジェクト空間におけるマルチ画像マッチング手法を提案するものである。

本論文では、上記の目的を達成し、多視点画像を用いたマルチ画像マッチングの成立性を高めるための独立偏位修正法を考案し、それを応用したオブジェクト空間マッチングを実施している。本手法を用いることで、ステレオマッチングにおけるペア関係、および、マルチレイ法における基準画像の選定に依存しない画像ごとに独立したマルチ画像マッチング処理が可能である。さらに、

水平な基準面に対する射影変換を基本とする独立偏位修正法と、それを利用した画像の倍率変換という簡便な処理でオブジェクト空間マッチングが可能となる。これにより、画像上での歪みの大きな建物壁面でさえも、平面マッチングの成立性を高めることができる。また、この解析処理の過程で建物構造線の候補に壁面の存在を関連づけることで、建物構造線か否かの判別が可能になる。

実際の航空画像を用いた実験では、本研究で提案する独立偏位修正法を利用することで、多視点画像を用いた画像マッチングの効率性の課題である処理の煩雑さを解消して、簡便な画像の倍率変換による同時参照の特長を活かして特徴点探索の基本動作を確認し、汎用性の課題であるオクルージョンの回避にも有効であることを示した。また、独立偏位修正法を利用したラインマッチングの実験では、水平線分の方位同一性の特長を活かして、画像上での建物外周輪郭のエッジ方向の共通性を利用して建物構造の把握に有効であることを示した。さらに、任意の方向の投影面を設定した平面マッチングの実験では、屋根面・壁面・地面などを対象に正確性の課題である画像上での歪みが大きい平面に対して、オブジェクト空間におけるマッチングで正確な位置同定が可能であることを示した。最終的には、提案手法の機能的な限界を示すために、上空から撮影された多様な条件下での多視点画像を対象に実証実験を行い、成功事例および失敗事例の分析により、本手法の有用性を明らかにした。

以上、本論文では、独立偏位修正法を開発し、その特性を活かしたラインマッチングおよび平面マッチングにより、都市空間データのモデリングへの応用を実施した。また、航空画像を用いた多様なケースでの実証実験を通して、建物壁面、その周辺の屋根面や地面の抽出という目的に対して、本手法が有効に機能することを確認した。これにより、撮影画像上での見た目の歪みが大きい建物壁面についても、画像マッチングが可能になった。

さらに、本研究で構築したマルチ画像マッチング手法は、実世界の3次元空間を仮想的に表したオブジェクト空間との親和性が非常に高く、幾何学的には不整合のない極めて汎用性の高い方法であることから、今後のさらなる技術開発により、高精細なモデリングを実現する全画素マッチングや、地図などのベクターデータやレーザスキャナによる計測点群などの異なる種類の空間情報も複合的に取り扱うデータフュージョンなどへの応用が可能である。このため、本論文で示した提案手法は、都市空間データの構築における完全自動化の実現に向けて貢献することが期待される。

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。