

領域分割処理に基づく空撮画像の影補正アルゴリズムの提案

(株)パスコ 正会員 ○本田 禎人

(株)パスコ 非会員 坂元 光輝

1. はじめに

航空写真や衛星画像等の空撮画像は、道路や河川、建物、森林等、地物に関する情報を広範囲に効率よく取得するのに適しており、地形図の作成や地形・土地利用形態の判読解析等の測量用途をはじめ、都市計画や、防災、災害調査といった土木分野にも幅広く活用されている。また、近年では UAV で撮影された空撮画像を活用した施工管理技術についても高い関心が寄せられている¹⁾。しかしながら、影として写り込んだ領域については地物の詳細な状況を把握することが困難である。そこで、本研究では空撮画像に対する新たな影領域の補正アルゴリズムについて提案する。提案手法はオブジェクトベースの画像領域分割を行った画像から影領域を抽出し、隣接する領域の色情報を用いて影補正を行うものである。実験により、提案手法の有効性について検証および評価を行った。

2. 影補正アルゴリズムについて

影補正を行うにあたり、本研究ではオブジェクトベースのマルチスケール画像領域分割によって得られる結果を利用した。同手法は、領域成長法に基づく画像領域分割手法であり、分割領域をオブジェクトと称される単位で評価しながら併合を繰り返す手法である。隣接状態にあるオブジェクト同士の併合を行う際、色情報による異質性の評価と共に、オブジェクトの形状に関する異質性の変化についても同時に評価を行うことを特徴とする。同手法に関する具体的な処理手順については、参考文献 2)の中で詳しく述べている。

影補正アルゴリズムではまず、領域分割後のオブジェクト内の画素の RGB 輝度の平均値（それぞれ R , G , B ）、およびグレースケール輝度の平均値 L を算出する。領域分割後のオブジェクトのうち、 L が閾値未満となるオブジェクトを影領域として補正対象 O とする。 O に隣接する複数のオブジェクト O_n の中から、補正パラメータを算出するためのオブジェクトを選択する。選択する基準は3つ存在する。1つ目は O よりも O_n のグレースケール輝度 L が高いことである。2つ目は O や O_n から算出される色相値の差が既定の

閾値を超えないことである。なお、色相値はそれぞれの R , G , B から HSV 変換³⁾によって算出された値を使用する。3つ目は上記を満たす O_n のうち、 O との色相値の差が最小となること（最も色合いが近いこと）である。上記の基準で選定されたオブジェクト O_r の統計量を用いて、以下の計算式により影オブジェクト O 内の各画素値を補正する。

$$V_m = \frac{\sigma_r}{\sigma_0} \cdot (V - V_0) + V_r \quad (1)$$

ここで、 V_m は補正後の輝度、 V は O 内の画素の輝度、 V_0 は補正前の O における輝度の平均値、 V_r は O_r における輝度の平均値、 σ_0 は O における標準偏差値、 σ_r は O_r における標準偏差値をそれぞれ表す。

影領域の補正後の画像を再度入力画像として処理し、処理の対象となる影領域が抽出されなくなるまで上記の処理を繰り返す。

3. 影補正アルゴリズムの導入効果に関する検証

ここでは、影補正アルゴリズムの導入効果を確認するため、図1に示す航空写真を用いた検証実験を行った。領域分割処理適用後の画像を図2に示す。実験では、画素値の補正方法として、2つのパターン（パターン1、パターン2）を設定した。パターン1は、RGB 輝度を個別に補正するものである。 O および O_r における R , G , B をそれぞれ補正式(1)の V に当てはめることで、RGB 輝度を独立に補正するものである。この方法では、選択される O_r により補正パラメータが過大となり、不自然な色の画素が生じる場合があるため、補正後の輝度値が O_r の $L + n\sigma$ を超えないように補正を行う (n は 1~2 程度の値)。パターン2は、RGB を同時に補正する方法である。 O および O_r における L を補正式の V に当てはめ、補正前の L に対して、補正式適用後の L_m との差分 ΔL を算出し、 O における各画素の RGB 輝度をそれぞれに加算するものである。以上のパターン別の処理結果を図3、図4に示す。

4. 処理結果に関する考察

パターン1では、補正の参照先として選択されたオブジェクトが正しかった場合 (O と O_r が同一の地物



図1 処理対象画像



図2 領域分割処理の適用結果



図3 パターン1の適用結果(RGB輝度の個別補正)



図4 パターン2の適用結果(RGB輝度の同時補正)

であった場合には、良好な色合いでの再現がなされた。一方、選択された O_r が正しくなかった場合には、不自然な色合いでの補正となった。パターン2の場合には、色合いの再現性の点ではパターン1に劣

キーワード 影補正, 領域分割, 空撮画像

るものの、 O_r を誤って選択しても補正後の画像にそれほど違和感が生じないという特徴が観察された。樹木等の領域ではパターン1が、建物等の人工構造物を含む領域ではパターン2が、それぞれ比較的違和感の少ない結果を与えることを確認した。

今後の課題としては、まず影領域の抽出精度の向上が挙げられる。領域分割処理時のパラメータをいかに調整して分割精度を向上させるかについて詳細な検討を行う必要がある。次に、影補正においては、 O_r をどのように選択するかが大きな課題の一つである。今回は色相差がより小さいオブジェクトを選択しているが、道路と同系色となっている屋根と道路の境界においてオブジェクトがうまく分離されていないケースや、誤った O_r が選択されるケースが見られた。その他、影領域抽出の際の閾値を高くしすぎると、明度の低い屋根が影領域として補正され、逆に屋根としてとらえにくくなる等の弊害が生じるケースも散見された。そのため、補正すべき影領域の選択方法および閾値の設定をどのように行うべきかについての議論も重要である。例えば、同じ地物と判定される隣接領域の中から暗い領域だけを影領域として選定するようにする等が、改善策の一つとして考えられる。

5. まとめ

本研究で新たに提案した影補正アルゴリズムは、空撮画像の影領域の補正に対し一定の効果があることを確認することができた。ただし、現時点では補正後の色合いに不自然さが残る箇所が生じる等の課題が残った。今後は、補正対象とする影領域の抽出方法や補正式等の更なる改良について検討を行っていく必要があると考えている。

参考文献

- 1) 家入龍太, 「自撮り」ドローンも活躍 価格破壊で建設現場に浸透, ケンプラッツ, 日経 BP 社, 2015年2月24日。
- 2) 坂元光輝, 本田禎人, 近藤歩, マルチスケール画像領域分割手法における形状評価基準の拡張, 日本写真測量学会平成27年度秋季学術講演会発表論文集, pp.95-96, 2015。
- 3) 昌達慶仁, [詳解]画像処理プログラミング, SoftBank Creative, pp.257-259, 2008。