

概要

高度交通システムや地理情報システムにおいてデジタル道路地図は必要不可欠な基礎要素である。主要都市部を除く多くの地域のデジタル地図は縮尺 1/25,000 の地図をもとに作成されている。これは最悪で標準偏差 17.5m の誤差を含んでおり、このような地域でも高精度なデジタル地図が望まれている。このため、既存の地図情報を航空画像と一致させて位置補正を図る研究が行なわれてきている。中でも Snakes モデルは、道路輪郭モデルとして数多く用いられている。Snakes の初期輪郭線をオペレータが与え道路を抽出する方法や、Snakes の初期輪郭線を既存の数値地図により与えることで、既存の地図を自動的に更新する方法などがある。また、Snakes の輪郭線を B スプラインで表現した B-Snakes は、その実装の容易さから航空画像からの道路抽出手法としてよく用いられている。

ところで、既存の数値地図と、実際の画像中の道路は同じような形状を持つという知見を導入して、数値地図の形状を極力保ったまま Snakes の変形を行なう方法が現実的である。その実現方法として、既存の数値地図と Snakes の形状の差異を定量的に測る評価関数をエネルギー関数に組み込むことが考えられる。Bader は、数値地図により与えられた初期輪郭線の形状を保つように、初期輪郭線と抽出輪郭との差分のノルムをエネルギー関数に組み込み道路の変形を行なっている。しかし、この方法では初期輪郭線の形状を保つように拘束パラメータを大きくすると抽出輪郭が初期輪郭線位置から動かなくなるという問題が生じる。

一方で、B-Snakes をさらに改良した Active Shape Models(以下、ASM)は、予め用意した形状テンプレートと抽出輪郭線との、平行移動や回転に不変な誤差関数を導入している。具体的には、形状テンプレートを抽出輪郭線にアフィン変換を用いて当てはめた後に、抽出輪郭との二乗誤差を測っている。ASM は Bader の手法のように平行移動による制約は受けずに、形状テンプレートの形状を保ったまま変形を行なうことができる。ASM はこれまで主に、顔認識や動物体の追跡に用いられていたが、航空画像解析に用いた応用例はなかった。そこで、本稿では、ASM を用いて縮尺 1/25,000 の数値地図を航空画像にマッチングすることにより、数値地図の位置精度の向上を図る方法を提案した。この場合、ASM に必要な形状テンプレートと初期輪郭線を既存の数値地図から自動的に作成することが可能である。しかし、単純にノード間の道路を一本ずつ取り出して更新を行なう方法では、交差点箇所では不連続箇所が生じる。この問題は従来手法にも当てはまり、対処法として独立に更新した道路の延長成分から交差点位置を推定する方法が取られていた。しかしながら、この方法では道路が誤って抽出された場合に交差点の推定位置も大きくずれてしまう恐れがある。道路は一本ずつ独立に更新するのではなく、隣接する道路および交差点と矛盾がないように、互いに協調しながら更新されるべきである。

この問題を解決するために、道路のネットワーク構造を考慮するためにASM をネットワーク状に拡張する方法を提案した。ASM をネットワーク状に拡張することで、各道路が隣接する道路に影響されながら、少しずつ変形し、道路と交差点位置が同時に更新できることを示している。実際に、航空画像と縮尺 1/25,000 の数値地図を用いて実験を行ない、縮尺 1/2,500 の数値地図との比較により精度の検証を行った。

以上の提案により、道路間のつながりを保ったまま、道路と交差点位置が同時に更新できることを示した。実際に、提案システムを用いて航空画像と縮尺 1/25,000 の数値地図を用いて抽出実験を行い、縮尺 1/2,500 の数値地図と比較を行った結果、RMS 誤差で約 5~10m ずれている縮尺 1/25,000 の数値地図を、約 2~3m まで精度を高めることができた。今後は、ASM の画像処理部を強化することで抽出精度の向上を図り、影や障害物を多く含む複雑な地域に対処するため、レーザースキャナなどで得られた標高データや高ダイナミックレンジを持つマルチスペクトル画像の利用を検討する予定である。