

高解像度衛星データを用いた3次元動画シミュレーションシステム構築に関する基礎研究

茨城大学 学生員 田代 拓 茨城大学 正会員 小柳 武和
茨城大学 正会員 桑原 祐史 茨城大学 正会員 志摩 邦雄

1. はじめに

景観の3次元シミュレーションを行うための基礎データを容易に整備する事が可能となれば、緑地減少の影響を平面的な物理量の変化ではなく人間の視点に立った視覚的な変化量として経年的に捉えることができるようになるなど多くのメリットがある。

近年、衛星画像の高分解能化が進んでおり、デジタルデータであり扱いやすいこと、周期的にほぼ同一点を観測できること。可視域以外の波長帯域を含んでいること、高高度からの撮影であるため建物を直下に捉えていること、広域を捉えており比較的安価であることなどを考えると、これらを利用して3次元シミュレーションを行うための基礎データ作成をすることができれば、その有用性は高いと思われる。

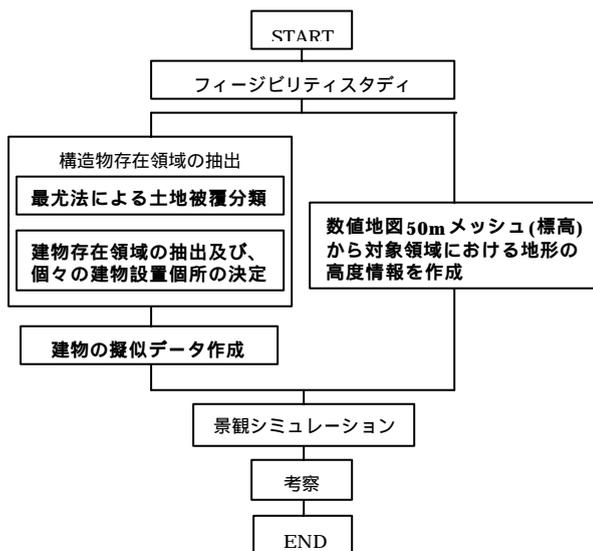
2. 研究の目的

本研究の目的は以下の通りである。

- (1)衛星データから景観の3次元動画シミュレーションを行うための基礎データを作成する。
- (2)異なる地理情報間の整合性に関する検証。

3. 研究の流れ

研究の流れを図-1に示す。



4. 座標系の決定

本研究では衛星画像や標高データ、縮尺の異なった複数種の地図等と、それぞれ異なった投影法で投影されたデータを重ね合わせて使用するためそれらの座標系を統一しなければならない。今回扱うデータ領域は6km×6kmの範囲である。データ領域の広さを投影図法選択の指針として考えた場合、日本地図では縮尺1/5,000~1/10,000を境に平面投影に用いる座標系が平面直角座標系からUTM座標系へと変わっていることから対象領域が25km²以上の領域ではUTM座標系が使用されることになる。よって全てのデータについて今後UTM座標系で変換して作業を行った。

5. IKONOSデータを用いた土地被覆分類

構造物及び森林植生の抽出を目的として、IKONOSデータを用いて最尤法による土地被覆分類を行った。

一つの分類項目について複数の分類クラスを設けることで、空間分解能の高いIKONOS衛星での土地被覆分類に対応させた。

1) 分類マスクの作成

人工構造物と誤分類されやすい海域(波)、砂浜、道路についてあらかじめ分類計算の対象から除くマスク処理を施した。

2) 最尤法の実行

作成されたマスクを使用して最尤法による土地被覆分類を行う。トレーニングエリアは各クラス、200ピクセル程度とった(分類画像を図-4に示す)。

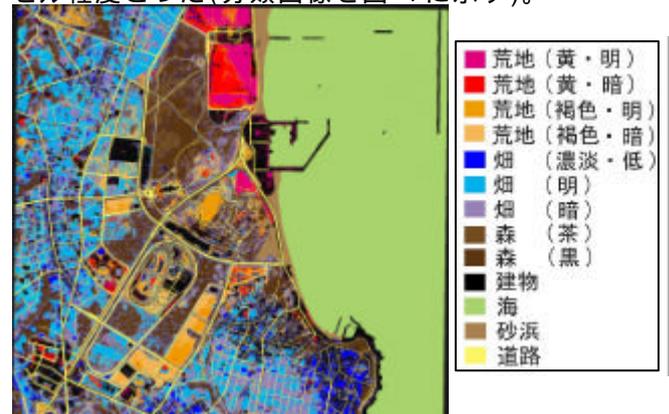


図-4 最尤法による土地被覆分類

唯一、白色系の建物が純白の建物に2割近く分類されてしまっている他は、ほぼ95%以上の区分精度を得ることができた。このような高い区分精度が得られたのは、ひとつの分類項目について複数のクラスを設けたことが原因であると考えられる。このためバンド1~3のばらつきの少ない点が選ばれることになる。またIKONOSではこの3バンドのほか近赤外バンドのデータが存在する、ただし、水域と陸域の区分には有効であるが陸域内ではあまり濃淡が出ないため陸域の分類には向かないことが多い。

LANDSAT などのようにバンド数が多い衛星データを用いる場合は、画像全体において均質なトレーニングエリアを取ることが困難であるため、この結果より若干区分精度が低くなることが予想される。ただし画素分類の根拠となるデータが多様になるため、トレーニングエリア以外の領域ではこちらの方が分類精度が上がると思われる。

6. 建物の抽出作業

最尤法による土地被覆分類で得られた建物領域をもとに対象領域に存在する個々の建物の所在地を求めた。土地被覆分類において人口構造物と判読された領域(図-5)について以下の作業を行うことでひとつひとつの建物の重心点を求めた。



図-5 人口構造物の分布

キーワード：三次元、シミュレーション、リモートセンシング

〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1 TEL: 029-228 8111(8163)

1) 最尤法で得られた画像には海崖付近の岩石露出部分と道路マスクでの消し残し部分が建物として検出されていたため、これらを手動で削除した。

2) 港、貯水タンク、公園施設、テニスコート、競技場、野球場についてはあらかじめ削除した。

3) 残った大小の建物領域では複数の建物が繋がってしまっている。そこで建物領域の反転領域をマスクとして IKONOS ツールカラー画像にかぶせ、残った建物領域についてレベル補正を行い、一棟一棟の屋根部分の輝度が高くなるよう強調を行った。

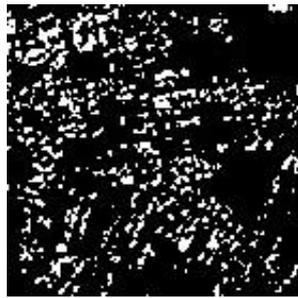


図 - 6 建物の分割

4) 一つ一つの建物が分離し、かつなるべく建物が完全に消えることの少ない閾値で画像の 2 値化を行った（分離後の建物領域を図 - 6 に示す）。

5) 各連続領域の面積を計算させ、一定以上の面積を持つ建物を大型建物とした。

6) 個々の建物の重心を計算し、3次元化時の建物の設置点を決定した。

7. 対象領域の標高データの整備

以下の手順にて「数値地図 50mメッシュ(標高)」から対象領域の 4mメッシュ標高データを作成した。

- 1) 使用データ領域のつなぎ合わせ、
- 2) UTM 図法での投影画像への変換
- 3) 正方形 50mメッシュへの変換
- 4) メッシュサイズを 4m へ内挿

8. 標高データの精度検証

海崖海岸付近を対象に地形の再現性について検討を行った。縮尺 1/2500 の地図の等高線を用いた 4メッシュの標高データ(図 - 8)を作成し、50mメッシュの内挿(図 - 7)によってどの程度地形の再現が可能か検証した。

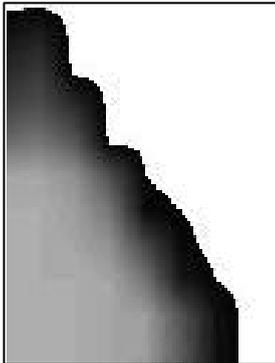


図 - 7 内挿画像

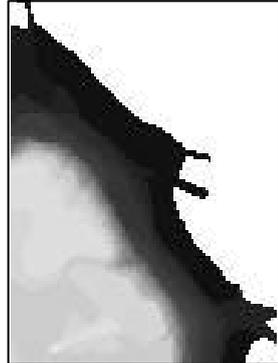


図 - 8 1/2,500 の地図

図 - 7 の画像では崖領域において標高値が滑らかに変化している。その反面、図 - 8 の崖領域では平坦地と崖部分が交互に現れ標高値が段階的に変化している。また、平地まで入り込んでいる谷状の窪みも内挿画像では現れていない。つまり前者は短距離間で標高の変化を再現できないといえる。

9. 三次元化時の標高データの再現性の検討

図 - 9 に内挿で作成した 4mメッシュ標高データによる 3次元化画像を、図 - 10 には縮尺 1/2,500 の地形図により作成された 4mメッシュ標高データによる 3次元化画像を示す。内挿による標高データでは実際には段差的に切り立っているはずの崖部分が、平滑化されて斜面状になっている。細かな凹凸についても、現れていない部分があった。

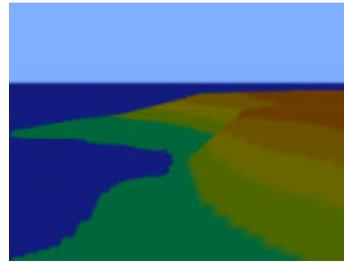


図 - 9 内挿画像

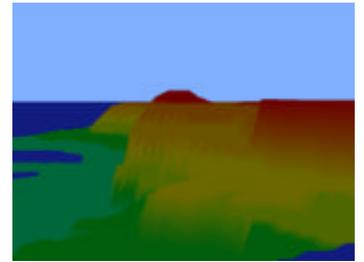


図 - 10 1/2500 地形図より

10. 建物オブジェクトの作成

建物領域として判読された領域に以下のようなオブジェクトを配置した。

- 1) 建物の面積計算の際に一般住宅と判定されたものについては高さ・面積・プロポーションが一定の住宅オブジェクトをその領域の重心点に配置する(高さは屋根を含めて 6.8m、床面積は 7m x 7m、形状は一階分の高さが 3m の 2 階建てとする)。
- 2) 面積計算の際大型構造物と判定されたものについては、面積については面積計算の際の面積をオブジェクトの面積に反映させる。プロポーションは四角い箱型とする。
- 3) 特殊な形状の、常陸那珂港、貯水タンク、ジョイフル本田、公園施設、テニスコート、競技場、野球場についてはホームページ等で無料配布されているフリー素材で形状の似たものを利用する。

11. 景観シミュレーション

作成した標高データ上にテクスチャとして IKONOS 衛星のツールカラー画像をのせ、最尤法にて求めた個々の建物の重心に、対応するオブジェクト一部を載せた。これによりシミュレーション領域において以下のような各項目についてシミュレーションを行い、読み取れる特徴と限界を考察した。

- 1) 鳥瞰図の作成
- 2) 立ち入り禁止区域からの展望
- 3) 海から見たひたちなか市(図 - 11)

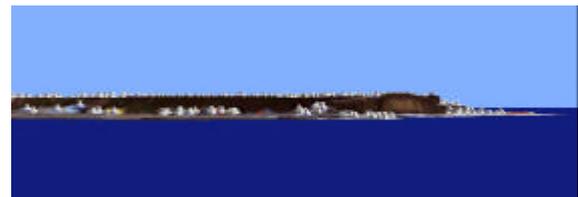


図 - 11 海から見たひたちなか市

12. 研究の成果

- 1) IKONOS データを用いて土地被覆分類を行い、建物領域の抽出及びその領域内での個々の建物の位置決定の近似法を提案した。
- 2) IKONOS データを用いて土地被覆分類を行う際の問題点および精度向上に関する注意項目を示した。
- 3) 1/2,500 の地図から作成した 4mメッシュ標高データとの比較を行い、国土地理院発行の「数値地図 50mメッシュ(標高)」を 4mメッシュに内挿して使用する際の地形の再現性について明らかにした。3次元シミュレーションを行う際には標高データの精度向上が 3次元画像の微妙な地形表現に寄与することを示した。

13. 今後の課題

- 1) 土地被覆分類を行う際の道路・岩石露出部分の取り除き精度の向上。
- 2) 作業全体の自動化を進める。