

## 大規模学習に基づく地理条件を反映した惑星規模の陸域景観生成

### Planetary-scale terrestrial landscape generation reflecting geographic conditions based on large-scale learning

金森 由博  
システム情報系

#### 1. 研究目的

コンピュータグラフィックス (CG) において地形・植生・積雪は陸域景観を再現するための基本的要素である。写実的な景観を扱ったコンテンツの製作や、地球環境保全に向けた環境システムの理解のため、地理条件を反映した地形上の植生や積雪を含む陸域景観を容易に再現・生成できることの需要は高い。本研究の目的は、大規模な地球観測データセットを利用し、深層学習に基づき地理条件を反映した惑星規模の陸域景観生成を実現することである。本年度はこれまでの研究成果に基づき主に以下 2 つの課題に取り組んだ。

- (a) 植生・積雪情報に基づく大規模陸域景観の年間変化のインタラクティブ予測・生成
- (b) 大規模地形形状生成

#### 2. 研究成果の内容

課題 (a) では、標高データとして表現された地形形状に対し、気象条件に応じて年間の季節変化を予測する研究に取り組んだ。我々はこれまでに、年間の降水量、気温、日射量および標高から、その地形の景観、より具体的には地形形状に貼り付けられる画像データの年間の変化を予測する深層学習手法を開発している。加えて、特にコンテンツ製作において狙った景観を再現したい場合に、植生と積雪の年間の変化を指定することで、より直感的に年間の景観変化を再現・生成できる手法を開発してきた。しかし、広域の景観生成を対象とした場合には計算コストが高く、インタラクティブな生成が難しいという問題があった。そこで、編集時には必要に応じて生成する景観の詳細度を変更でき、詳細度に応じた計算コストで処理が可能なニューラルネットワークアーキテクチャを設計した。具体的には、経緯度約 1 度幅の領域 (赤道直下でおよそ 100 km × 100 km) を対象に、前述の編集性を保ったまま、NVIDIA H100 PCIe (Pegasus 1 ノード) を使用して詳細度を落とした場合 12 ヶ月分の景観を最速で 1 秒未満で生成でき、最大の詳細度では、異なる詳細度間一貫性を保ちつつ 1 ヶ月分の景観を約 1 秒で生成できるアーキテクチャを設計した。また、これらの技術を統合した GUI アプリケーションを作成した。

課題 (b) では、ニューラルネットワーク訓練時よりも広範囲を表現する地理データを生成可能な独自の自己回帰型の生成モデルを設計した。現時点では、256 × 256 画素 (6.4km × 6.4km) の数値標高モデル (DEM) で訓練した場合、推論時にはより広域の 1,024 × 1,024 画素 (25.6km × 25.6km) の DEM を生成できることを確認している。

3. 学際共同利用プログラムが果たした役割と意義

課題 (a), (b) とともに深層学習に基づいており、相応のストレージ容量と計算リソースが必要であった。特に課題 (a) は地球上の様々な地域からサンプリングした高解像度かつ広範囲の衛星データを利用しており、学習データ・実験データ等を含めて 100TB を超えるストレージ容量を要した。また、課題 (a), (b) とともに大規模データセットによる訓練を必要とし、Pegasus, Miyabi の複数ノードを使用した並列学習を利用できなければ、現在の研究成果は得られなかったと思われる。なお、Pegasus については学際共同利用プログラムで配分されたリソース (ストレージ 100TB, 176,00 ノード時間) では不足したため、一般利用でストレージ 62.5 TB, 5,500 ノード時間を追加申請した。

4. 今後の展望

課題 (a) については研究成果をまとめ国際会議への論文投稿準備中である。課題 (b) については翌年度の学際共同利用プログラムとして手法改良に取り組み、国際会議への論文投稿を計画している。

5. 成果発表

(1) 学会発表 (国内)

国内学術シンポジウム Visual Computing 2024 にて 1 件ポスター発表  
 情報処理学会 CGVI 研究会にて 1 件口頭発表

(2) その他

情報処理学会 CGVI 研究会より学生発表賞を 1 件受賞

使用計算機	使用計算機に○	配分リソース※		
		当初配分	移行*	一般利用による追加
Pegasus	○	17,600		5,500
Miyabi-G	○	49,500		
Miyabi-C				
※配分リソースについてはノード時間積をご記入ください。 *バジェット移行を行った場合、「+2000」「-1000」のように記入				