

## GPGPU を用いたグローバル森林環境監視システムの高速化

○澤田義人・遠藤貴宏・沢田治雄（東京大）  
e-mail : yoshitos@iis.u-tokyo.ac.jp

### 1. はじめに

今日、砂漠化や気候変動などの環境問題が国民各層の関心を集めている。環境問題に付随して起こるさまざまな現象に適切な対策を講じるためにも、水分や温度に代表される植生環境の変動や森林開発などを含めた土地利用変化を広域で迅速にモニタリングする手法が必要とされてきている。MODIS(The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)に代表される高頻度観測衛星データの持つ高い時間分解能と大きな観測幅を活かすことによって、これらのデータを用いて土地被覆変化をグローバルかつ高頻度に監視することが可能となる。しかし、これらの高頻度観測衛星データは、雲やシステムノイズの影響が大きく、そのままでは地表面の様子が観測できない場合が多い。これまでにも、雲や大気、システムノイズの影響を極力軽減するような処理手法が用いられてきた。著者らは状態空間モデルを用いて、雲やシステムノイズの影響を取り除き、森林開発などの土地利用変化を検出する手法を開発している<sup>1,2)</sup>。

例えば、アマゾン全域での8日間合成MODISデータは2001年～2009年の総計で約500GB以上のデータ量があり、雲除去等のための状態空間モデルを用いた時系列処理だけでも数週間程度を要するのが現状である。このような状況では、MODISデータのもつ観測頻度の高さを利点として活かすことができていない。そこで著者らは、処理時間の短縮を図るための並列化手法として、GPGPU(General Purpose Graphics Processing Unit)での処理に着目した。著者の開発した離散的状態空間モデルでは単精度実数および整数演算が主体であり、GPGPUの高い演算性能を活用した高速化が可能であるとして「HMM(隠れマルコフモデル)による雲除去と土地被覆分類処理」についてGPGPU化を行った。

### 2. GPGPU並列化の概要

本研究では、離散的状態空間モデル処理をGPGPU並列化の対象とするが、その中でも処理の中心は隠れマルコフモデル(Viterbiアルゴリズム)である。MODISデータの時系列処理では、状態数 $N$ は高々30程度であることが多いが、処理の対象となるデータ数(画素数)は数万～数千万におよぶため、データ

並列化を試みた。計算速度の比較には、PGI fortranコンパイラを用いたホストCPUでの計算速度を基準として、経過時間から速度比を求めることにより行った。

### 3. 計算資源およびデータ

計算に用いたハードウェアはCPUにIntel Xeon5590(Quad core/3.33GHz)×2、GPGPU(NVIDIA Tesla C1060)×4、48GB/RAM、8TB/HDDを搭載したLinux機(OS:CentOS 5.4)である。PGI fortranコンパイラはバージョン2011.4を使用した。

処理にはアマゾン川流域(10N~20S、80W~40W)の2001年の8日間合成MODISデータ(MOD09A1)を間引いて空間解像度を4kmとしたテストデータを用いた。

### 4. 結果および考察

ブロック数とスレッド数を変化させて処理速度を計測し、並列化パラメータのチューニングを行った。ブロック数30、スレッド数512の場合にはViterbiアルゴリズム部分で26.6倍、離散的状態空間モデルのプログラム全体でも16倍の高速化が達成できた。

MODISをはじめとする高頻度観測衛星データの利用において、雲除去は不可避の問題であり、時系列モデルによる処理には膨大な計算資源と、場合によっては数週間にもおよぶ処理時間が必要であった。GPGPU並列化を行なうことで、これらの時系列処理に要する時間を大幅に短縮し、データの更新間隔(8日間または10日間)以内に収めることができる意義は大きい。著者らは、GPGPU化した処理以外にも、自己組織化マップによる土地利用分類処理<sup>2)</sup>もGPGPU化した。今後は一連の処理のGPGPU化をさらにすすめ、MODISデータを用いてアマゾンの森林環境や東南アジア地域の土地利用変化を準リアルタイムで監視し、地図情報を配信するシステムを構築する予定である。

#### 参考文献

- 1) 澤田義人、2009. 写真測量とリモートセンシング、48(1)、pp.15-31.
- 2) 澤田義人、2009. 写真測量とリモートセンシング、48(2)、pp. 97-112.