

ヘテロジニアスな分散処理システムにおける
空間ビッグデータ処理の高速化技術の研究開発 (162205001)
Research on Acceleration Technology for Processing Spatial Big Data
on Heterogeneous Distributed Systems

研究代表者

荒木光一 五大開発株式会社
Kouichi Araki GODAI KAIHATSU Corporation

研究分担者

新保泰輝 石川工業高等専門学校
Taiki Shimbo National Institute of Technology, Ishikawa College

研究期間 平成 28 年度～平成 28 年度

概要

空間ビッグデータは様々な場面で利用されているが、その情報量の増大に伴い、処理時間が長期化してしまう。空間ビッグデータ処理は分散処理に適しているが、ヘテロジニアスな分散処理システムにおいて高速化するためには、各ノードの処理時間を平準化する必要がある。この平準化は専門的な知識が要求されるため、空間ビッグデータ解析者にとって容易なことではない。そこで、本研究では、空間ビッグデータ解析者のために、より早く空間ビッグデータ処理の結果を提供することを目的とし、ヘテロジニアスな分散処理システムにおける空間ビッグデータ処理の高速化技術を提案した。また、MPI プログラミングを隠蔽する C++ライブラリも開発した。

1. まえがき

UAV や人工衛星から取得した地理・地形データ、センサー機器から発信された位置情報を持つデータなどの空間ビッグデータはバザードマップ作成や地形解析などで活用されているが、それらの情報量が増加し続けており、また、より複雑な解析方法が開発・提案されているため、空間ビッグデータの処理時間は長期化している。そのため、空間ビッグデータ解析者が解析結果を迅速に得るためには、高性能な地理情報システムが必要である。

多くの空間ビッグデータ処理は、各データを地理的に分割して処理するため、複数台のコンピュータによる分散処理が適している (図 1)。したがって、マルチクラウド、組織内の PC とクラウドとの併用、組織内で遊休な複数の PC の利用などによる分散処理システムで高速化できる。

しかしながら、このような分散処理システムは各ノードのスペックが異なるヘテロジニアスな分散処理システムとなるため、空間ビッグデータ処理を高速化するためには、各ノードの処理時間を平準化する必要がある。この平準化はコンピュータの専門的な知識が要求されるため、空間ビ

ッグデータ解析者にとって容易なことではない。また、解析プログラムを開発する空間ビッグデータ解析者にとって、並列プログラミングは大きな弊害となる。

本開発研究では、ヘテロジニアスな分散処理システムで空間ビッグデータ解析者に対して迅速に空間ビッグデータ処理の結果を提供することと、並列プログラミングを気にせずに解析プログラムを開発できることを目的とした。

2. 研究開発内容及び成果

2. 1. ヘテロジニアスな分散処理システムにおける空間ビッグデータ処理の高速化

空間ビッグデータにはラスタデータとベクターデータに分けられるが、本開発研究では、詳細な解析ができる一方で処理時間が長いベクターデータを対象とする。

図 2 に、空間ビッグデータ処理を高速化するためのフローチャートを示す。まず、各区画のベクターデータから総頂点数や総オブジェクト数などのパラメータ情報を取得し (a)、分散処理システム内の分散ファイルシステム (DFS) にインポートされた各ベクターデータの read 時間を見積もる (b, c)。

分散処理は MPI で行うため、頂点数が少ないベクターデータから順番に各 MPI プロセスに 1 つ割り当てる (d)。read 時間が最も短い DFS 内のノードから割り当てられたベクターデータを読み込み、その処理を各ノードで行う (e)。同時に、各ベクターデータの実処理時間を測定する。

次に、全ベクターデータが処理されていない場合、実処理時間とパラメータ情報の各項目間に線形もしくは非線形の相関があるかを確認する (g)。全ノードでパラメータ情報の全項目と相関がない場合は (d) に戻る。

(h) では処理時間予測モデルを決定・更新する。(g) で得た相関関係を元に、線形の処理時間予測モデルの計算式か非線形のものかを選択する。選択された処理時間予測モデルの係数は、相関があったパラメータ情報の項目と実処理時間から各ノード毎に算出される。各ノードの性能差は、各ノードの処理時間予測モデルの係数で考慮できる。

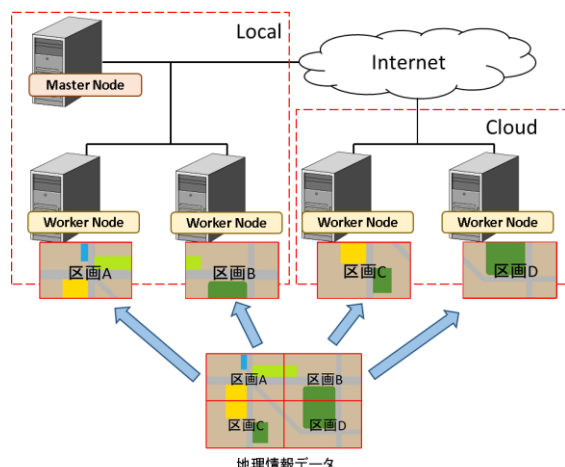


図 1. 空間ビッグデータの分散処理の一例

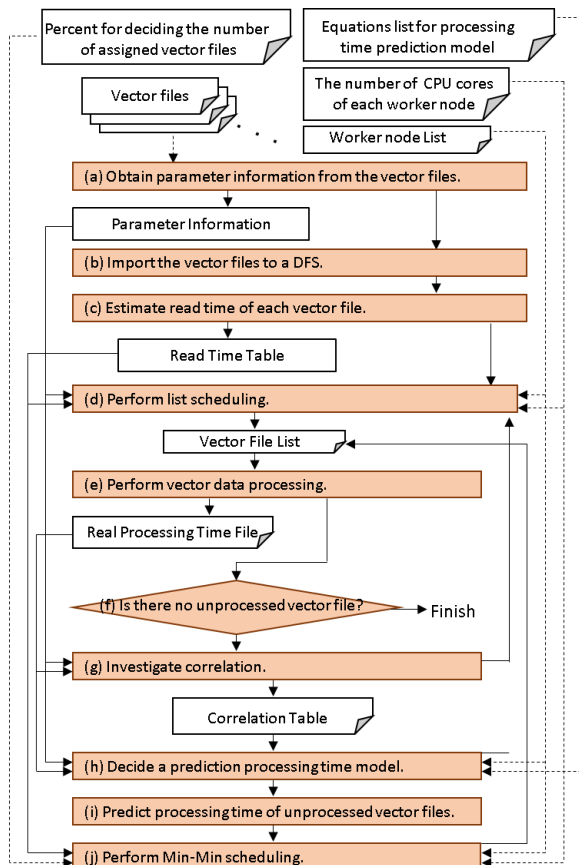


図 2. ヘテロジニアスな分散処理システムにおける空間ビッグデータ処理を分散処理するためのフローチャート

(i) では、(h) で得た処理時間予測モデルを用いて各ノードにおける未割り当てのベクターデータの予測処理時間を算出し、Min-Min scheduling でベクターデータを MPI プロセスに割り当て (j)、分散処理を開始する。

ベンチマークには、数値標高モデル (DEM) に対する曲面推定において標高不連続部分 (崖など) を滑らかに補間する HB-Spline と、オブジェクトに他のオブジェクトが含まれているか否かを判断する Within を用いた。ヘテロジニアスな分散処理システムは 5 台のコンピュータ (五大開発株式会社) に PC2 台、石川工業高等専門学校) に PC1 台、Amazon EC2 に 2 インスタンス) で構築した。比較対象は Apache Hadoop を基盤としてベクターデータ処理を行うフレームワーク (MR4C) である。評価の結果、比較対象と比べて、本高速化手法は最大で 1.6 倍の高速化を実現した。

2. 2. 並列プログラミングを隠蔽する C++ライブラリ

分散処理では MPI を利用しているため、MPI プログラミングを隠蔽する C++ライブラリを開発した (図 3)。本ライブラリ (Mfgv クラス) には MPI プログラミングを隠蔽したメソッドと、属性値の取得などベクターデータを扱う上で利便性を高めるメソッドが定義されている。本ライブラリを利用することで MPI を考慮せずに空間ビッグデータ解析のプログラム開発が可能となった。また、従来の MPI プログラミングと比べて、コードステップ数を大幅に削減できたことも確認した。

3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

五大開発株式会社において本成果物を社内で利用して

```

1: #include "Mfgv.h"
2: static CMfgv Mfgv;
3:
4: static int UserApp(int argc, char **argv)
5: {
6:     for (int key = 0; key < Mfgv.GetNumFile(); ++key) {
7:
8:         std::vector<std::vector<std::string>> Attribute;
9:         std::vector<std::string> Coordinate, Header;
10:        std::stringstream OutputData;
11:        std::string OutFileName
12:
13:        std::string InFileName = Mfgv.GetFileName(key);
14:        Mfgv.GetFileInfo(InFileName, Coordinate, Attribute, Header);
15:
16:        // Write vector data processing.
17:        .
18:        .
19:        .
20:        Mfgv.WriteFile( strOutFileName, OutputData.str(), True );
21:    }
22:    return 0;
23:}

```

図 3. ライブラリを用いたテンプレート

おり、また、実用化に向けて取り組んでいる。多くの空間ビッグデータ解析者に本成果物を認知してもらうために、地理情報システム (GIS) の専門家や研究者が多く参加する OSGeo.JP のイベントにて紹介した。

本開発研究により、これまで処理時間が長いことが原因で躊躇・諦めていたベクターデータ処理を試みる事が可能となり、多角的な視点で解析・考察できるようになる。その結果、地形解析や空間解析などベクターデータ処理を扱う研究分野の発展を促進させることができ、これまで以上に有用な情報を社会に提供できると考えられる。

また、企業における業務の短縮化も実現できると考えられる。例えば、近年、土木業界では UAV 測量で得た数十 GB オーダーのベクターデータが扱われ始めている。このサイズのベクターデータ処理は PC1 台では相当な処理時間となるため、クラウドと組織内の PC で構成したヘテロジニアスな分散処理システムと本研究の成果物で業務の短縮化ができる。また、守秘義務によってクラウドを利用できない場合、大規模な分散処理システムを保持していない中小企業では、社内で利用可能な PC で構築したヘテロジニアスなシステムを利用しなければならない。このような場合でも本成果物で業務の短縮化が可能となる。

4. むすび

本研究開発では、空間ビッグデータ解析をヘテロジニアスな分散処理システムにおいて効率的に高速化する技術を確認した。また、容易に分散処理を実現するライブラリも開発した。今後は、本成果物のユーザとなる空間ビッグデータ解析者に広めることに努める予定である。

【誌上发表リスト】

- [1] K. Araki, T. Shimbo, "An MPI-based Framework for Processing Spatial Vector Data on Heterogeneous Distributed Systems", 8th International Workshop on Parallel and Distributed Algorithms and Applications pp.554-558 (2016 年 11 月)
- [2] 新保泰輝、荒木光一、"地形解析を目的とした標高不連続を有する DEM データの HB-Spline 補間に関する研究"、土木学会中部支部研究発表会 pp.285-286 (2017 年 3 月)

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

http://www.godai.co.jp/gijyutu/labo/saitaku_scope.htm