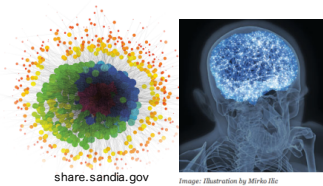


大規模グラフ処理ライブラリScaleGraphのout-of-coreメモリ拡張

岩淵 圭太^{1,2}, 佐藤 仁^{1,2,3}, 松岡 聡^{1,3}
東京工業大学¹, 産業技術総合研究所, JST CREST³

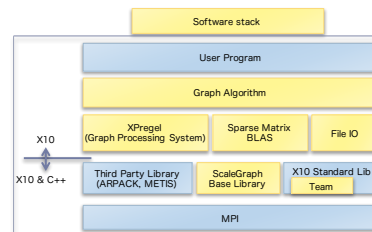
背景

- 大規模（動的）グラフ処理への様々な分野からの要求
- 不揮発性メモリの活用
 - 消費電力、容量辺りの価格からメインメモリの容量を拡大するために将来のスパコンでは計算ノード毎に不揮発性メモリ（NAND Flash等）を備えたアーキテクチャが予定されている（Tsubame3.0 於東工大, Sierra 於 LLNL）



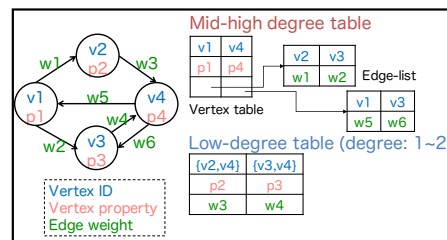
ScaleGraph^[1]

- 東工大の鈴村、上野らによってX10プログラミング言語を用いて開発された、高スケーラブルな大規模分散グラフ処理ライブラリ
- XPregel: Pregelに基づいたBSP(bulk synchronous parallel)モデルを採用しており、実装はスパコン上のアーキテクチャ（MPI, InfiniBand等）に最適化されている



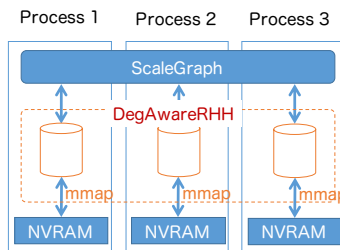
DegAwareRHH^[2]

- Out-of-coreに対応した大規模動的グラフストア
- 隣接リスト(adjacency list)形式に基づいている
- オープンアドレス形式のハッシュ関数をベースにデータ構造を構築
- シングルスレッド、シングルプロセス
- mmapを使用し、ストレージ層へグラフスペースをアロケーションできる
- 複数のC++のヘッダファイルからなり、外部ライブラリはBoostのみを使用



Out-of-coreメモリへ向けた拡張

- CSR形式（静的グラフ向けの一般的な形式）にてグラフを保持するクラスをDegAwareRHHと入れ替えた
- 実装上の課題/制約
 - 現在、X10側で行っているガーベージコレクションは停止している。これはDegAwareRHH内で行っているメモリのアロケーション（new）がX10側のGCと干渉している可能性が考えられる
 - マルチプロセスにて動作しているが、プロセス辺りのスレッド数は1のみ対応

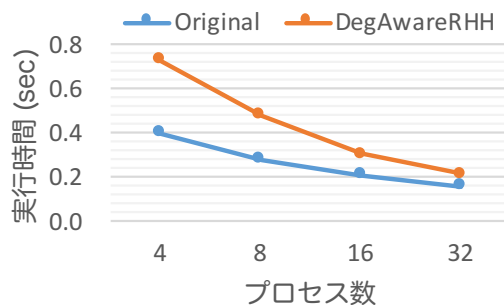


- ストア可能なデータ
- 頂点に付随する属性
 - エッジ（始点と終点のペア）
 - エッジの重み

性能評価

- PageRankを計算
- RMAT SCALE 16 (頂点数 = 64K、エッジ数 = 2M)

CPU	E5-2699 v3 (18 cores) × 2
DRAM	256 GB
NVRAM	Intel SSD750 1.2 TB



[1] T. Suzumura and K. Ueno, "A High-Performance Library for Billion-Scale Graph Analytics", IEEE BigData 2015

[2] K. Iwabuchi, S. Sallinen, R. Pearce, B. V. Essen, M. Gokhale, and S. Matsuoka, "Towards a distributed large-scale dynamic graph data store," in Graph Algorithms Building Blocks (GABB2016).

本研究の一部は JST CREST「ポストペタスケールシステムにおける超大規模グラフ最適化基盤」、「EBD:次世代の年ヨットバイト処理に向けたエクストリームビッグデータの基盤技術」、及びJSPS 科研費 26540050 の助成を受けたものである。