

松岡 聡

東京工業大学 学術国際情報センター
教授

EBD：次世代の年ヨッタ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

§ 1. 研究実施体制

(1)「松岡」グループ

- ① 研究代表者:松岡 聡 (東京工業大学 学術国際情報センター、教授)
- ② 研究項目
EBD システムアーキテクチャの設計及びシステムソフトウェアの研究開発
 - ・EBD システム・アーキテクチャの基本設計
 - ・EBD システムソフトウェアの基本設計
 - ・アプリケーションによる評価・高度化

(2)「建部」グループ

- ① 主たる共同研究者:建部 修見 (筑波大学 システム情報系、准教授)
- ② 研究項目
EBD 分散オブジェクトストアの研究
 - ・分散オブジェクトストアの設計
 - ・プロトタイプ実装・性能評価
 - ・アプリケーションによる評価・高度化

(3)「鯉淵」グループ

- ① 主たる共同研究者:鯉淵 道紘 (国立情報学研究所・アーキテクチャ科学研究系、准教授)
- ② 研究項目
EBD インターコネクットの研究開発

- ・低遅延トポロジとルーティング
- ・ストレージへの直接通信機構

(4)「秋山」グループ

- ① 主たる共同研究者:秋山 泰 (東京工業大学・情報理工学研究科、教授)
- ② 研究項目
EBD データ処理 API の開発と、大規模ゲノム解析等での評価
 - ・EBD データ処理 API の開発
 - ・大規模ゲノム解析等での実応用評価

(5)「鈴木」グループ

- ① 主たる共同研究者:鈴木 豊太郎 (University College Dublin, School of Computer Science and Informatics, Visiting Associate Professor)
- ② 研究項目
大規模データ駆動型による社会動向解析基盤の研究・開発
 - ・社会データの取得
 - ・分析プログラムの開発
 - ・モデルによる解析
 - ・予測プログラムの開発
 - ・プログラムの性能最適化

(6)「三好」グループ

- ① 主たる共同研究者:三好 建正 (理化学研究所 データ同化研究チーム、チームリーダー)
- ② 研究項目
次世代ビッグデータ同化アプリケーション
 - ・フェールセーフの EBD ワークフローの開発
 - ・Geographical Search アルゴリズムの最適化
 - ・EBD のプラットフォームの設計・開発のコ・デザイン

§ 2. 研究実施の概要

将来 Zeta(10^{21})Byte/日(あるいは Yotta(10^{24})Byte/年)という、今の Google/Amazon の個々の IDC に代表される 10 万ノード級のクラウドのデータ処理能力の、最大で 10 万倍に至る処理能力を達成するための EBD(Extreme Big Data)システム基礎技術の確立を達成することを目標とし、そのためにスーパーコンピューティング技術、特にメモリア超並列処理と広帯域低遅延ネットワーク技術・不揮発性メモリ技術・及び高性能データベース技術を融合し、単なる「ビッグデータ」から「EBD」への相転移的な技術革新をはかる。本年度は、昨年度に引き続き、EBD システム処理基盤と、大規模ゲノム・社会シミュレーション・気象を含むアプリケーションに関するコ・デザイン体制の研究を推進し、それぞれのチームが様々な形でグループ内外の共同研究を行い、要素技術を推進させながら、ビッグデータと HPC 技術の統合を目指した EBD 処理基盤の全体的な技術像の具現化を目指した。

EBD を支えるシステム・ソフトウェアに関しては、次世代のストレージ装置として期待されるフラッシュデバイスや不揮発性メモリを想定した高速な並列データ・アクセスを実現するためのローカルオブジェクトストアの設計の最適化や、EBD アプリケーションとのコデザインによるネットワーク構成方法の設計、数千台の GPU を搭載したビッグデータマシンを対象とした超高速大規模分散ソートや数千・数万台の計算ノードまでスケールするグラフ処理カーネルなどの EBD アプリケーションを最大限支援するためのソフトウェアカーネルの研究開発などを進めた。

また、これらの総合的な「EBD システム」を基盤に、大規模ゲノム相関、社会シミュレーション(特に超大規模非構造グラフ構造)、超高速センサ・エクサスケール気象データ同化、などを代表的な「EBD アプリケーション」のインスタンスとして類型し、EBD アーキテクチャ上での実行に向けた設計、及び、評価を進めた。具体的には、大規模ゲノム相関に関しては、大規模ゲノム相関に関しては、EBD 対 EBD の相関計算や相同性計算を実現するために必要となる API 群の概念設計を進め、その一環として、秋山グループで開発を進めている微生物群のメタゲノム解析を高速かつ高精度に行うための並列ソフトウェア GHOST-MP に対して、松岡グループで開発を進めている MapReduce 実装である HAMAR を適用し、単純なデータ分割が適用できない相関計算や相同性計算のための汎用性の高い API やアーキテクチャの co-design の検討、具体化を進めた。社会シミュレーションに関しては、大規模エージェントベースシミュレーション基盤へ性能最適化のためのアーキテクチャと機構の提案と実装、気象における次世代ビッグデータ同化アプリケーションに関しては、前年度に構築したプロトタイプシステムを用いた実際の豪雨事例による検証、4 次元アンサンブルカルマンフィルタによるフェールセーフの EBD ワークフローの実現などを進めた。

代表的な原著論文

●A-1

Satoshi Matsuoka, Hitoshi Sato, Osamu Tatebe, Fuyumasa Takatsu, Mohamed Amin Jabri, Michihiro Koibuchi, Ikki Fujiwara and, Shuji Suzuki, Masanori Kakuta, Takashi Ishida, Yutaka Akiyama, Toyotaro Suzumura, Koji Ueno, Hiroki Kanazashi, and

Takemasa Miyoshi, “Extreme Big Data (EBD): Next Generation Big Data Infrastructure Technologies Towards Yottabyte/Year”, Supercomputing Frontiers and Innovations Vol.1, No.2, pp. 89-107, 2014. (DOI: 10.14529/jsfi140206)

●A-7

Hideyuki Shamoto, Koichi Shirahata, Aleksandr Drozd, Hitoshi Sato and Satoshi Matsuoka, “Large-scale Distributed Sorting for GPU-based Heterogeneous Supercomputers ”, The IEEE International Conference on Big Data 2014 (IEEE BigData 2014) pp.510-518, 2014. (DOI: 10.1109/BigData.2014.7004268)

●C-1

Ikki Fujiwara, Michihiro Koibuchi, Tomoya Ozaki, Hiroki Matsutani, Henri Casanova, “Augmenting Low-latency HPC Network with Free-space Optical Links”, The 21st IEEE International Symposium on High Performance Computer Architecture (HPCA 2015), pp.390-401, Feb. 2015 (DOI: 10.1109/HPCA.2015.7056049)