

平成 28 年度 名古屋大学 HPC 計算科学連携研究プロジェクト 成果報告書

研究課題名：クラウドを活用した遠隔データの大規模可視化処理実験

研究代表者：村田健史(国立研究開発法人情報通信研究機構 ソーシャル
イノベーションユニット総合テストベッド研究開発推進センター)

研究概要

大規模スーパーコンピュータにより生成されたビッグデータを大規模(4K/8K)可視化するためには、大規模可視化環境から直接アクセスできる遠隔ストレージが有効である。本研究では、NICT が開発・公開している高速データ伝送プロトコル HpFP をベースとして、可視化計算機が遠隔ストレージから直接データを読み込んでポスト処理を行うためのツール(後述の HbVRS ツール)を開発する。この HbVRS クライアントツールを名古屋大学のスーパーコンピュータおよび可視化環境に実装する。NICT サイエンスクラウドが構築・運用している Gfarm による分散ストレージシステムに HbVRS サーバを実装し、これを遠隔ストレージシステムとして利用する。本研究では JGN および SINET を対象ネットワークとし、可視化サーバとの間での高スループット(1Gbps ~ 10Gbps)でのデータファイル書き出し・読み込みとそれによる 4K/8K 可視化を達成する。

背景と目的

現在、計算科学基盤であるスーパーコンピュータ(以下スパコン)による計算規模は大規模化しており、その結果出力されるビッグデータのポスト処理環境の重要性が指摘されている。大規模スーパーコンピュータにより生成されたビッグデータのポスト処理を高速かつ低遅延で処理するためには、スパコンからデータを直接書き出し、即時にポスト処理システムからも参照できる遠隔ストレージが有効である。遠隔高速ストレージは古くから研究開発が進められてきた。マルチポイント・マルチポイントの並列ストレージシステムの高速化の研究(例えば、Henschel et al., SC12, 2012)は多くあるが、シングルクライアントから利用できる遠隔高速ストレージはほとんど存在しない。これは、実用性の高いデータ伝送プロトコルが存在しない、ストレージ側の I/O 速度のボトルネック、データ伝送プロトコルとストレージシステムを効果的に組み合わせることが容易ではないことなどが理由である。

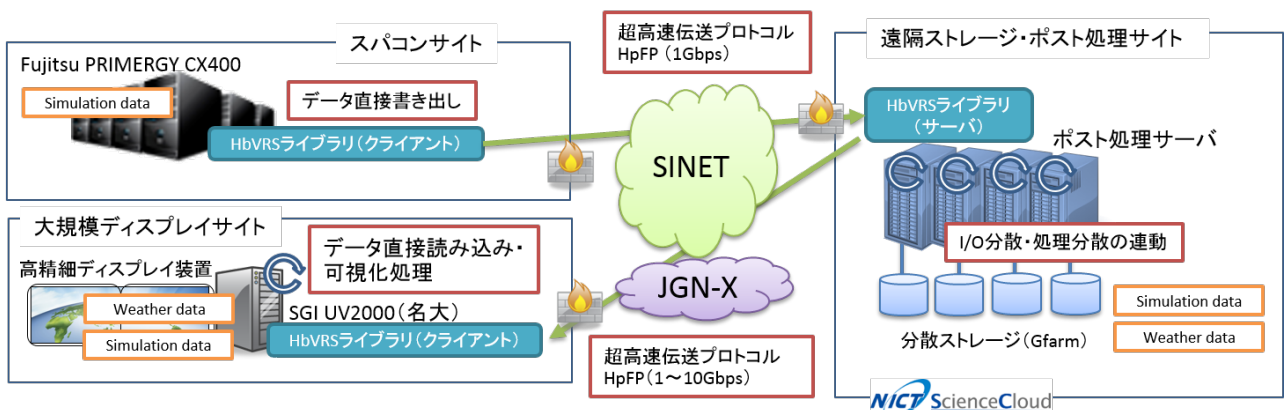
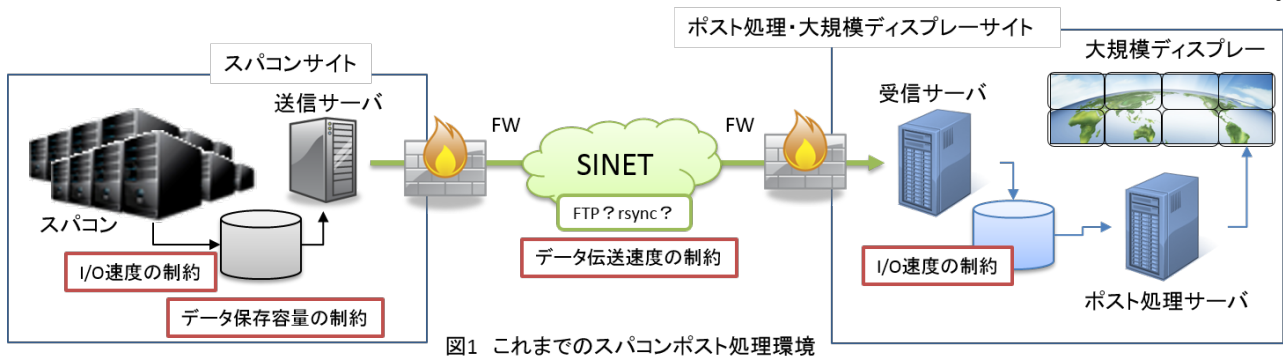


図2 本申請のスパコンポスト処理環境：遠隔ストレージをローカルストレージとして利用する

本研究では、NICT が開発・公開している高速データ伝送プロトコル HpFP をベースとして、スパコンの計算ノードから直接データを遠隔ストレージに書き出したり、遠隔ストレージから直接データを読み込んでポスト処理を行ったりするためのツール(後述の HbVRS ツール)を開発する。この HbVRS クライアントを名古屋大学情報基盤センターのポスト処理環境・可視化環境に実装する。NICT サイエンスクラウドが構築・運用している Gfarm による分散ストレージシステムに HbVRS サーバを実装し、これを遠隔ストレージシステムとして利用する。これらをもとに、実データを用いて実環境実験を行う。本研究では JGN および SINET を対象ネットワークとし、可視化サーバとの間での高スループット(1Gbps～10Gbps)でのデータファイル書き出し・読み込みとそれによる 4K/8K 可視化を達成する。

研究計画

高速仮想遠隔ストレージ(HbVRS: High-bandwidth Virtual Remote Storage)ツールは次の5)で述べるとおり、これまでは UDT プロトコル(イリノイ大学によるオープンソース)をベースにデータ読み出し機能を開発していた。本研究では、さらに UDT に代わる新しいプロトコルとしてマルチリンク・マルチパス環境での高速データ伝送プロトコル(以下、HpFP: High-performance and Flexible Protocol)を開発する。HpFP プロトコルは現在 α 版が完成しており、遅延のないローカル環境では 50Gbps 程度のスループットが出ることを確認している。また、パケットロスや輻輳などにも対応した設計となっており、SINET 上の L3/FW 環境においても目標帯域に近いデータ伝送が期待できる。本研究ではこの新しいプロトコルを用いて HbVRS ツールにデータ書き込み機能を追加し、遠隔ストレージに対してデータ読み出し・書き込みができる汎用的ツールとして実装する。

現在、HpFP は α 版を公開しており、長距離広帯域ネットワーク(いわゆる Long Fat-pipe Network)におけるロス耐性は十分であるが、残された課題は公正性・親和性の問題である。特に SINET は研究機関にとっての生活回線であるため、HpFP が帯域を占有することは許されない。SINET におけるデータ通信速度は Firewall を考えると 1Gbps 程度までを想定しているため、帯域占有はあり得ない。しかし、キャンパス内ネットワークでの輻輳を避けるため、本研究ではまず、公正性と親和性を実用レベルで達成する。

最後に、SINET 上(L3)および JGN-X 上(L2)において、新しい HbVRS ツールの基本動作確認を行う。開発した HbVRS クライアントを図 2 のスパコンサイトおよび大規模ディスプレイサイトの各計算機に組み込み、実際のデータについてその実用性を検証する。検証は、宇宙プラズマシミュレーションデータ(3 次元時系列)および気象観測データ(気象レーダ・気象衛星)を用いる。特に後者では、8K のひまわり 8 号衛星時系列画像を用意し、これを名古屋大学においてリアルタイム再生する。

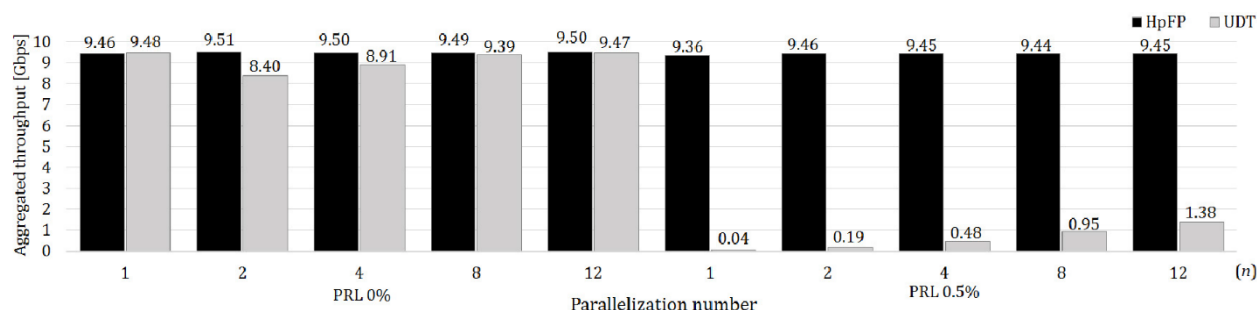


図3 HpFP と UDT のパケットロス 0%および 0.5%環境下での並列伝送速度 (Aggregate throughput)

研究成果

H.28 年度は、日米実験回線を利用した HpFP の基本性能評価を行った(文献[7])。さらに、この結果をもとに HbVRS の性能を評価し、図 3 に示すように UDT プロトコルと比較して並列ストレージシステムにおいて高い性能を達成できることを示した(文献[3])。さらに、この技術を基に、名古屋大学情報基盤センターの 8K ディスプレー上にひまわり画像を高速伝送・表示する技術開発に着手し、現在も開発中である(図4)。

H.28 年度はさらに HbVRS の基盤となる HpFP 通信プロトコルの性能評価と衛星通信回線や JGN-X テストベッドネットワークでの実験を行った。文献[1][2][5]は WINDS 衛星やインテルサット衛星における HpFP の高速通信性能評価である。文献[4][6]は最先端気象レーダデータの HpFP を用いた高速伝送に関する成果である。

参考文献(2016 年度の成果: 全て査読付き国際会議論文)

1. P. Pavarangkoon, K. T. Murata, M. Okada, K. Yamamoto, Y. Nagaya, T. Mizuhara, A. Takaki, K. Muranaga, and E. Kimura, "Bandwidth utilization enhancement using high-performance and flexible protocol for INTELSAT satellite network," in Proc. 7th IEEE Annu. Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conf. (IEMCON), 2016. doi:

10.1109/IEMCON.2016.7746292

2. K. T. Murata, P. Pavarangkoon, K. Yamamoto, Y. Nagaya, N. Katayama, K. Muranaga, T. Mizuhara, A. Takaki, and E. Kimura, "An application of novel communications protocol to high throughput satellites," in Proc. 7th IEEE Annu. Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conf. (IEMCON), 2016. doi: 10.1109/IEMCON.2016.7746274
3. K. T. Murata, P. Pavarangkoon, K. Yamamoto, Y. Nagaya, K. Muranaga, T. Mizuhara, A. Takaki, O. Tatebe, and E. Kimura, "Multiple streams of UDT and HpFP protocols for high-bandwidth remote storage system in long fat network," in Proc. 7th IEEE Annu. Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conf. (IEMCON), 2016. doi: 10.1109/IEMCON.2016.7746276
4. K. T. Murata, K. Muranaga, K. Yamamoto, Y. Nagaya, P. Pavarangkoon, S. Satoh, T. Mizuhara, E. Kimura, O. Tatebe, M. Tanaka, and S. Kawahara, "Real-time 3D visualization of phased array weather radar data via concurrent processing in science cloud," in Proc. 7th IEEE Annu. Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conf. (IEMCON), 2016. doi: 10.1109/IEMCON.2016.7746347
5. K. T. Murata, P. Pavarangkoon, K. Suzuki, K. Yamamoto, Y. Nagaya, T. Asai, T. Kan, N. Katayama, M. Yahata, K. Muranaga, T. Mizuhara, A. Takaki, and E. Kimura, "A high-speed data transfer protocol for geostationary orbit satellites," in Proc. 2016 Int. Conf. Advanced Technologies for Communications (ATC), 2016, pp. 425-430. doi: 10.1109/ATC.2016.7764819
6. K. T. Murata, P. Pavarangkoon, K. Yamamoto, Y. Nagaya, S. Satoh, K. Muranaga, T. Mizuhara, A. Takaki, and E. Kimura, "Improvement of real-time transfer of phased array weather radar data on long-distance networks," in Proc. 2016 Int. Conf. Radar, Antenna, Microwave, Electronics and Telecommunications (ICRAMET), 2016.
7. K. T. Murata, P. Pavarangkoon, K. Yamamoto, Y. Nagaya, T. Mizuhara, A. Takaki, K. Muranaga, E. Kimura, T. Ikeda, K. Ikeda, and J. Tanaka, "A quality measurement tool for high-speed data transfer in long fat networks," in Proc. 24th Int. Conf. Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM), 2016. doi: 10.1109/SoftCOM.2016.7772111

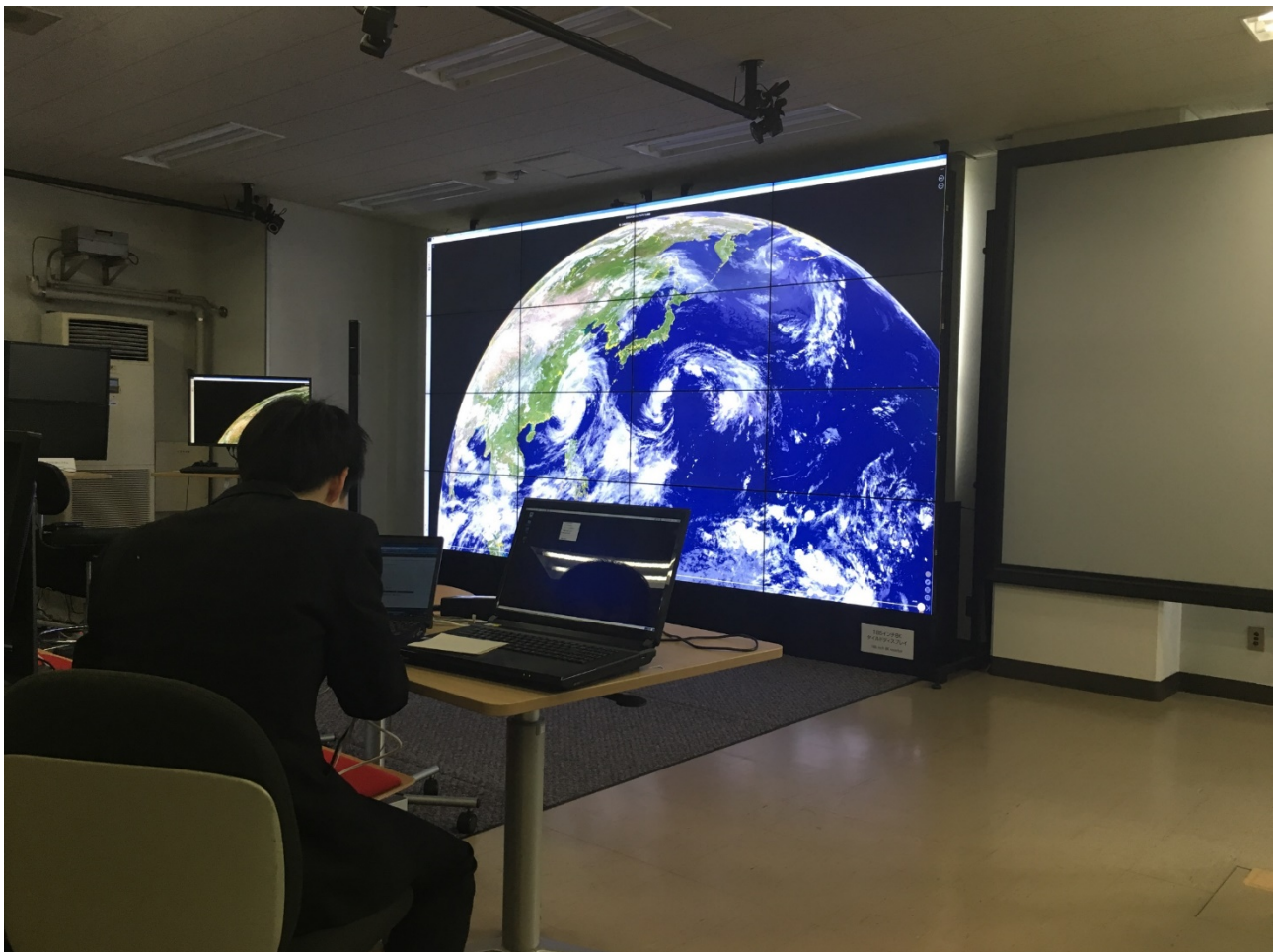


図4 名古屋大学情報基盤センター8K ディスプレー