

高速ネットワークを活用した数値宇宙天気シミュレーションの遠隔バーチャルリアリティシステム

A Quasi-realtime Virtual Reality System of 3D Computer Simulations for Space Weather via High-Speed Network

村田 健史 [1]; 亘 慎一 [2]; 木村 映善 [3]; 北村 泰一 [4]; 島津 浩哲 [5]; 松岡 大祐 [6]; 山本 和憲 [7]; 五十嵐 喜良 [8]

Takeshi Murata[1]; Shinichi Watari[2]; Eizen Kimura[3]; Yasuichi Kitamura[4]; Hironori Shimazu[5]; Daisuke Matsuoka[6]; Kazunori Yamamoto[7]; Kiyoshi Igarashi[8]

[1] 愛大・メディアセンター; [2] 情通機構; [3] 愛媛大 CITE; [4] 情報通信研究機構; [5] 情通研; [6] 愛媛大; [7] 愛媛大・理工; [8] 通総研

[1] CITE, Ehime University; [2] NICT; [3] CITE, Ehime Univ.; [4] NiCT; [5] NICT; [6] Ehime Univ.; [7] Ehime Univ; [8] CRL

本研究では、実パラメータによるリアルタイムシミュレーション結果をリアルタイムに可視化し、高速ネットワークにより遠隔地に長距離伝送後にバーチャルリアリティ (VR) システム上で閲覧するシステムの実験を行った。用いたリアルタイムシミュレーションは、情報通信研究機構において実運用されている数値宇宙天気シミュレーションである。入力パラメータは ACE 衛星によるリアルタイム太陽風モニターデータを用いた。シミュレーションデータを一定間隔 (10 秒毎) で可視化サーバに転送し、可視化サーバ上で 3 次元可視化データを生成する。さらに 3 次元可視化データ (4GB) を、UDT プロトコルにより、日米間的高速ネットワーク (10Gbps) により日本から米国に転送する。米国で受信された 3 次元可視化データは、リアルタイムに VR システム上に表示される。本実験では、国内でのシミュレーション計算から最短で約 48 秒で、米国の VR システム上で結果を体験することができた。なお、UDT プロトコルによるデータ転送の最高スループットは 5.2Gbps であった。

スーパーコンピュータの性能はますます向上し、SC05 において発表された TOP500 では、もっとも高速なスーパーコンピュータは 280TFlops となっている。このような超高速スーパーコンピュータは大型化し、さらに大規模な空調設備も必要となる。そのため、個別のコンピュータ室では管理できず、わが国の地球シミュレータのように建屋を含めた巨大システムとなる。その結果、国内で保有できる数には限りがある。

今後、超高速スーパーコンピュータの利用については、様々な問題が生じてくることが予想される。超高速スーパーコンピュータにより生成される巨大データに対して、利用者は可視化や解析をダウンサイズして行いたいと考える。しかし、データ転送レートには限界があり、現在のところ容易ではない。並列化やベクトル化などの高速計算技術と比べて、データの可視化や VR 技術は遅れている。シミュレーションコードを書くことができる人間は多いが、可視化ができる人間が少ない。可視化専門のセンターを有する機関も少ない。そのため、計算結果の解析はもちろん、計算結果のプレビューすら容易ではない。

3 次元データをリアルタイムに VR 空間で閲覧するのは、もっとも望ましい方法の一つである。しかし、一定間隔で出力される 3 次元データを VR 空間で理解するのは容易ではない。データを一目で理解することができないため、さまざまな可視化方法で理解する必要があるが、その間に時間ステップが進んでしまうため。

本研究では、上のような現状を踏まえ、数値宇宙天気シミュレーションを対象として、将来のスーパーコンピュータ環境についての実験を行ったものである。衛星による太陽風観測から VR 表示までの一連のシステムを構築し、米国において実際に稼働した。その結果、高スループット時、低スループット時の両方において、まったくストレスなくデータのレンダリングを行うことができた。なお、衛星から VR システムまでのデータ転送においてボトルネックとなったのは、数値シミュレーションデータの可視化処理であった。可視化処理を並列化するなどにより、さらに高速で遅延の少ないシステムの実現が期待できる。

本実験は、通常の生活回線では実現が容易ではない End to End での 10Gbps という高速ネットワークを用いて行った。実験から想定される将来の宇宙天気システムの姿としては、

以下のようなものが考えられる。超高速計算が可能なスーパーコンピュータは一箇所に設置され、ファイアウォールなどにより保護される。ファイアウォール外に可視化サーバが設置され、数値計算結果を定常的に可視化する。可視化データは、高速ネットワーク回線により、各国の宇宙天気センターにリアルタイムにブロードキャストされる。ここで、宇宙天気センターは VR システムを有し、VR システム上に数値天気予報シミュレーション結果が常時表示され、これを元に数値天気予報を行う。このようなシステムは、宇宙天気以外の分野でも応用可能であり、3 次元数値計算が主流となるあらゆる分野において応用されるであろう。

なお、本実験の可視化および VR システムの開発にご協力いただいた KGT 社の宮地英二さん、吉川正晃さん、松本陽司さんに感謝します。TransPAC2 をはじめとする End to End でのネットワーク設定にご協力いただいた田中仁さん、池田貴俊さんをはじめ、APAN および KDDI 大手町テクニカルセンター関係者に感謝します。10G スイッチを提供していただき、カスタマイズ等にご協力いただいた日立製作所の竹本季史さんと小野崇さん、Force10 ネットワーク社に感謝します。Chelsio T210 のチューニングにご協力いただいた Michael Chen 博士に感謝します。

