

Yin-Yang 格子用 In-Situ 可視化ツールの開発

Development of in-situ visualization tool for Yin-Yang grid

- 大野 暢亮, 兵庫県立大学, 神戸市中央区港島南町 7-1-28, E-mail : ohno@sim.u-hyogo.ac.jp
陰山 聡, 神戸大学, 神戸市灘区六甲台町 1-1, E-mail : kage@port.kobe-u.ac.jp

Nobuaki Ohno, University of Hyogo, 7-1-28, Minatojima-minamimachi Chuo-ku, Kobe

Akira Kageyama, Kobe University, 1-1, Rokkodai-cho Nada-ku, Kobe

Yin-Yang grid is widely used on simulations in the fields of geo- and astrophysics. The data defined on this grid should be visualized without any conversion. On the other hand, the sizes of data generated by computer simulations are becoming too large to visualize by post-processing. Therefore, in-situ visualization is thought to be important in these days. We have developed an in-situ visualization tool for simulations using Yin-Yang grid. This tool visualizes the data defined on Yin-Yang grid directly. It is parallelized by MPI and OpenMP, and does not require either graphics hardware or OpenGL emulators. Isosurface, slice, volume rendering, arrows and stream lines are implemented as visualization methods.

1. はじめに

スーパーコンピュータの発達とともに、コンピュータシミュレーションの規模も大規模化した。従来通りにポストプロセッシングで対話的な可視化を行うことが事実上不可能といえる規模のシミュレーションも行われている。このような背景があり、シミュレーションを実行する計算機上で、同時に可視化まで行うその場可視化 (In-Situ 可視化) が注目を集めている。In-Situ 可視化を実現するツールは、いくつか存在している。例えば、ParaView⁽¹⁾ や VisIT⁽²⁾ などが有名である。しかしながら、In-Situ 可視化のツールをスパコンで利用するには、OpenGL をエミュレートするためのツールのインストールも必要となる場合がある。

著者の 1 人は、球ジオメトリの Yin-Yang 格子⁽³⁾ を考案し、地球科学のシミュレーションを行なっている。Yin-Yang 格子は、球座標の低緯度部分を 2 つ用いることにより、全球を覆う。そのため、データをカーテシアン座標や一般の球座標に変換すると、データサイズが大きくなるなど、効率が悪くなるので、Yin-Yang 格子のデータのまま、可視化すべきである⁽⁴⁾。それゆえ、Yin-Yang 格子を用いたシミュレーションの In-Situ 可視化を実施するには、Yin-Yang 格子に特化した In-Situ 可視化ツールが望ましい。

我々は、カーテシアン座標用の In-Situ 可視化ライブラリ VISMO (VISualization MOdule) を開発し⁽⁵⁾、すでにシミュレーションの In-Situ 可視化に利用している。VISMO は、OpenGL のエミュレータは必要とせず、基本的にコンパイラのみで動作させることができる。

今回、カーテシアン版の VISMO を基にして、Yin-Yang 格子用の In-Situ 可視化ライブラリを開発したので報告する。

2. Yin-Yang 格子版 VISMO

Yin-Yang 格子版 VISMO は、カーテシアン版と同様に Fortran の Module として提供されるので、Fortran で記述されたシミュレーションコードと結合するのは容易である。並列化に関しては、MPI で領域分割されているシミュレーションコードに対応しており、また各 MPI プロセス内で OpenMP による共有メモリ型の並列化もなされている。各 MPI プロセスが、それぞれ保持している領域を可視化し、最後に画像重畳を行う。

本ツールの現行バージョンで使用可能な可視化手法は、スカラーデータでは、等値面・スライス・ボリュームレンダリング、ベクトルデータでは、矢印表示・流線表示、である。

2.1 サンプルデータの可視化

本ライブラリを利用して、サンプルデータを可視化した結果を、図 1, 2 および 3 に示す。

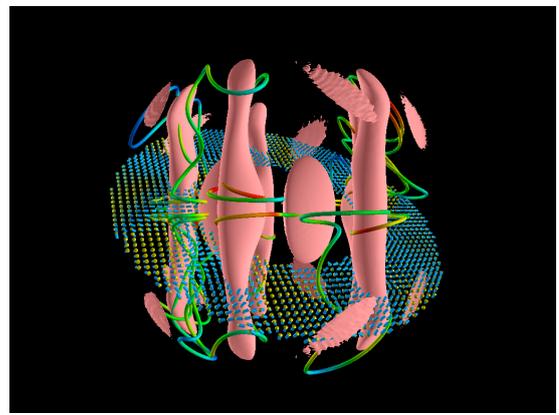


Fig. 1: Isosurface, Arrows, Stream lines are used.

サンプルデータは、海洋研究開発機構の WEB サイト⁽⁶⁾ から VFIVE と呼ばれる CAVE 装置用の対話的可視化ソフトウェアのサンプルデータとして公開されている地球ダイナモシミュレーションの結果をダウンロードして使用した。このデータはカーテシアン座標で定義されているので、Yin-Yang 格子に変換した。変換に際し、Yin および Yang 領域をそれぞれ 4 分割した。データサイズは、倍精度で $200(R) \times 95(\theta) \times 140(\phi) \times 4$ (それぞれの領域数) $\times 2$ (Yin 領域, および Yang 領域) であるので、合計約 160MB である。このデータを読み込み可視化するプログラムを Yin-Yang 格子版 VISMO を利用して作成し、MPI 8 並列で可視化した。

3. まとめ

基本的な可視化手法が使用できる Yin-Yang 格子用の In-Situ 可視化ライブラリを開発した。現在、地球ダイナモのシミュレーションコードとの結合を検討中である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16K00173 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) <https://www.paraview.org> 最終アクセス日 2019 年 10 月 12 日
- (2) <https://wci.llnl.gov/simulation/computer-codes/visit/> 最終アクセス日 2019 年 10 月 12 日
- (3) Kageyama, A and Sato, T., “Yin-Yang grid” :

An overset grid in spherical geometry”, Geo-chemistry, Geophysics, Geosystems, 5, 2004.

- (4) Ohno, N and Kageyama, A, “Visualization of spherical data by Yin-Yang grid”, Computer Physics Communications, 180 (2009), pp.1534–1538
- (5) Ohno, N and Ohtani, H, “Development of In-Situ Visualization Tool for PIC Simulation”, Plasma Fusion Res. , 9, 3401071 (2014)
- (6) <https://www.jamstec.go.jp/ceist/aeird/avcrg/vfive.ja.html> 最終アクセス日 2019 年 10 月 13 日

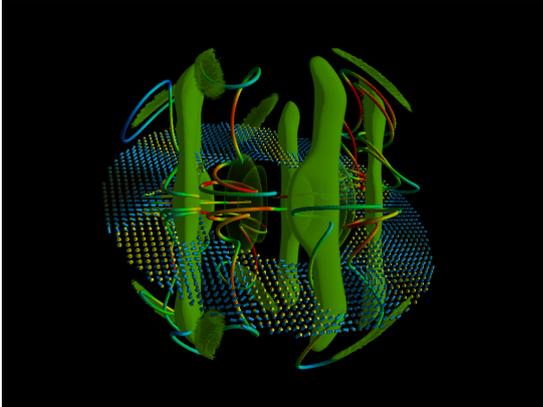


Fig. 2: Volume Rendering, Arrows, Stream lines are used.

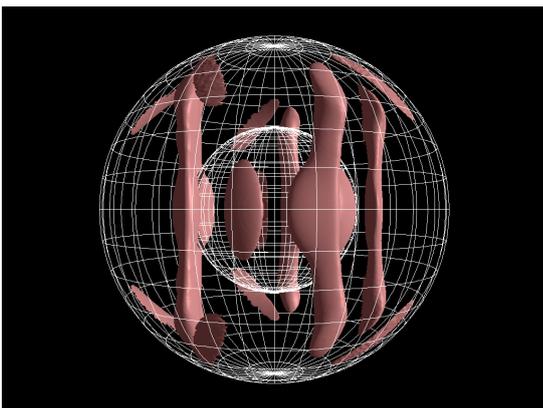


Fig. 3: Isosurface is used with frmae representing the borders of the data.