

## Mass Data Reconstgruction on parallel system

宮崎大輝, 高丸尚教, 大石智彦

中部大学大学院工学研究科情報工学専攻

## 1. 序文

超臨場感コミュニケーションを実現するための基礎技術として注視領域を考慮した大容量データ縮訳表現手法について研究する。超臨場感コミュニケーションとは図 1 のように各拠点間の VR 装置をネットワークで結び、共通の仮想空間をリアルタイムで投影してコミュニケーションを取るものだが、以下の 2 点において課題が存在している。

1. 没入型の VR 装置に使用されるデータ量は大きく、ネットワークを用いて共有するのは難しい。代表的な例として、横浜の地球シミュレータでは一回の可視化でデータ量として数百 GB~数 TB を必要とする。また、データ量によっては共有先の VR 装置では可視化できない可能性がある。このため、解像度の低下等といった手法を用いて可視化に必要な性能を下げる必要がある。
2. 仮想空間上で被験者間がコミュニケーションを行う手段を確立する必要がある。仮想空間中において被験者の音声情報のみでコミュニケーションを取ることが難しく、また仮想的なレーザーポインタ等による物体の指定によるコミュニケーションでは広大な 3 次元空間内においては有効とは言えない。

このため、被験者間において各被験者の注視領域情報を共有する必要がある。各被験者がどの空間を見ているという注視領域情報を共有することによって初めて有効なコミュニケーションを行うことができる。

このため、データ量の縮小と被験者の注視領域の取得が必要となる。脳科学の研究結果から、人間の視覚認識特性は注視領域において高解像度・精彩であり、距離が離れるにつれて低解像度化し視野の最外縁部においてはベクトル情報のみが認識されることが分かっている。

この認識特性に合わせて全体を一度低解像度化して表示し、計測した被験者の注視領域を段階的に高解像度化することで被験者の視覚に対して違和感無く可視化する縮訳表現手法を開発する。

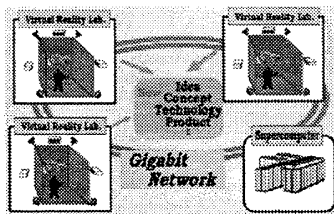


図 1: 超臨場感コミュニケーション概念図

## 2. 方法

開発初期段階の開発手法として没入型 VR 装置ではなく PC 上において注視領域を検出しその周辺領域に対する対話的な高解像度化を実装する。

## 2.1. 表現データ

実際の Visualization で使用することを前提としているため自然科学シミュレーションによって与えられた時間的な変化はしない 2~4 次精度の空間データを使用する。

## 2.2. 表現手法

表現手法は一般的には粒子表現と流体表現があるが、今回の表現手法である低解像度化から高解像度化の処理の結果を示すために流体表現手法を用いた。

また、流体表現手法においては等値面表現が一般的なため、Marching Cube 法を使用してこれを実装した。

## 2.3. 低解像度化・高解像度化フィルタ

低解像度化の際に使用するフィルタは物理シミュレーションで多く用いられている  $\frac{\sin(x)}{x}$  型フィルタを使用する。また、高解像度化には与えられた原データの精度を保持するとともに、圧縮時の逆変換となるように 3 次補間法である tricube 法を用いる。

## 2.4. 使用する可視化ツール

本研究で使用している VR ツールは、我々が以前から開発を行っている統合型 VR ツールで、開発言語に C 言語を、グラフィクスライブラリに OpenGL を使用して専用の VR 装置から一般の PC まで、幅広く使用できる汎用性を持った可視化支援ツールである。

特徴としてはプログラムの描画部分を定義するだけで誰でも目的物の可視化が行えるようになっており、複雑な OpenGL の空間の構成部分のプログラムが不要になっている。また、これによって統一的な対話型操作環境も提供する。

主な機能としては、起動時の設定ファイルの読み込みによる初期動作設定 (単眼視・立体視の切替、フレーム描画間隔 (FPS) 等)、プログラム動作中のマウスによる自由な視点の操作、メニューを用いた操作の他、状態の保存/復元機能、操作を戻すことのできるログ機能や、ウィンドウ内を画像ファイルに出力することのできるスクリーンショット機能等が実装されている。ここで、状態の復元やログによる操作の巻戻し機能は、メニューとあわせて使うことで使用者の任意に選ぶことができる。

## 3. 縮訳表現手法の流れ

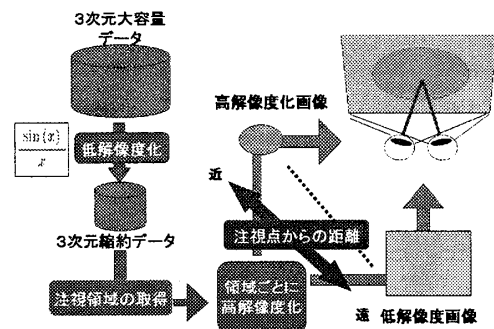


図 2: 縮訳表現手法の流れの概念図

図 2 は縮訳表現手法の流れの概念図である。縮訳表現の流れは以下ようになる。

1. 与えられたデータを  $\frac{\sin(x)}{x}$  フィルタを用いて低解像度化して容量を落とす。これを何回か繰り返して、再生環境の処理能力とメモリ量にて再生が可能となるまでデータ量を圧縮する
2. 可視化空間中から被験者の視線情報を取得して、3 次元空間中における注視領域を求める
3. 求めた注視領域からの距離に応じて仮想空間の領域を分割し、注視領域・注視領域付近・注視領域の外側等といったように注視領域からの距離に応じて段階的に tricube 法を用いて高解像度化をかける
4. 分割した領域を重なりあわないように合成して被験者に表示する

#### 4. 結果

##### 4.1. 低解像度化から高解像度化

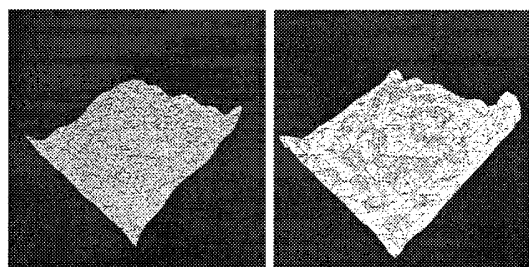
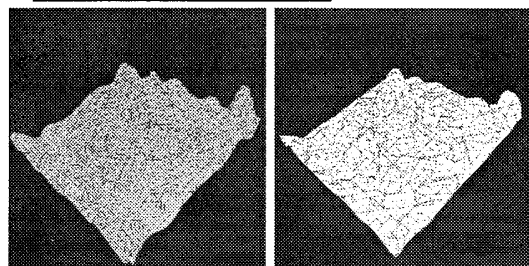


図 3: 低解像度化から高解像度化の結果

$\sin(\alpha)$  型フィルタを用いたローパスフィルタによる低解像度化から同様の特性関数を持つ tricube 法による高解像度化による結果を図 3 に示す。

固定した視点から原画像を低解像度化し再度高解像度化の処理を行っているが、高解像度化には 3 次補間法である ricube 法を用いているため、低解像度領域の端の領域からの高解像度化は行っていない。また、今回低解像度化は各方向に 2 分の 1 縮小した。

低解像度領域と高解像度領域を合成した画像は低解像度化によって平均化されてしまった高さ情報を高解像度化によってどの程度復元されたかを比較するために示しており、画像からは低解像度画像で山となっている部分や平面となっている部分に対して高解像度化による高さ情報の復元が行われたことを示している。

##### 4.2. 対話的な高解像度化

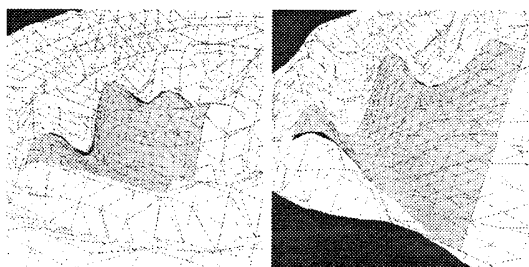


図 4: 対話的な高解像度化

図 4 に示すように、可視化中の仮想空間から注視領域を求め、その周辺領域に対し対話的に高解像度化を行う手法を実装した。

図では注視領域に対し周囲 7 ボクセルに対し高解像度化処理を行っているが、高解像度化を行う範囲は任意に設定することができる。また、多段階の高解像度化も既に実装済みである。

対話的に高解像度化を行うためにはリアルタイム性が重要であり、視線の移動に対し遅延無く処理を行えることが重要であるが、領域の分割とアルゴリズムの最適化によってリアルタイムな高解像度化処理を実現した。

##### 4.3. 特異点復元による精度保持

元データの中に図 5 に示す複数物体の境界が存在する場合、低解像度化処理の段階でナイキスト周波数の限界によ

り物体の境界が消失してしまい、高解像度化しても正しい再現が得られないことがある。

その例を図 6 に示す。図 6 の元データは XYZ の方向ベクトルが 1-1-1 方向に 2 つの球が接近しており、その最近接部分において 2 つの球の境界が存在するボクセルが存在する。これを低解像度化した場合 2 つの球の境界がつかなくなってしまい、高解像度化を行っても境界は復元されない。そのため、元領域においてこのような境界が存在するボクセルデータをあらかじめ保管しておき、高解像度化の際に復元することによって正しく再現させる。

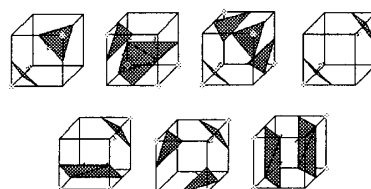


図 5: 境界面パターン

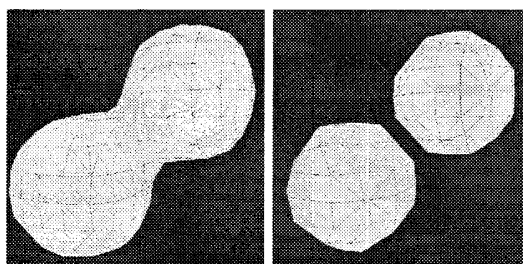
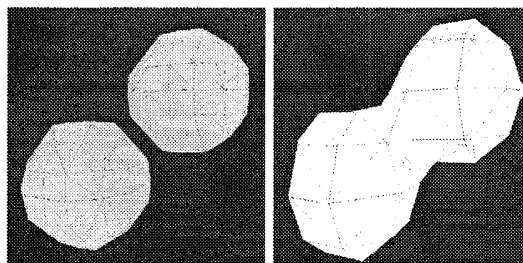


図 6: 特異点の復元結果

#### 5. まとめ

超臨場感コミュニケーションを実現するために低解像度から高解像度化データのレンディング手法について研究を行っている。

低解像度化を行った上で被験者が見ている部分のみを高解像度化することで可視化に必要なリソースを削減するとともに、解像度変更による精度低下を特異点の復元によって解決している。

また、並列化することによって一般の PC で可視化できる限界である数 G バイトのデータ領域をリアルタイムで可視化することが可能となった。

このため、次の段階として数十 G バイト～T バイトのデータの可視化を行う予定である。

#### 参考文献

- [1] 宮崎大輝, 高丸尚教, 大石智彦: 注視空間を考慮した 3 次元大容量データの縮訳表現 情報処理学会第 69 回全国大会
- [2] 宮崎大輝, 高丸尚教, 大石智彦: 注視空間を考慮した 3 次元大容量データの縮訳表現 インタラクシオン 2007
- [3] 宮崎大輝, 高丸尚教, 大石智彦: 超臨場感コミュニケーション実現のための大容量データ縮訳表現技法 平成 19 年度電気関係学会東海支部連合大会