

# リモート技術を用いた多画面表示システムの性能調査

発表者： 1511179 前田諒磨

指導教員： 成見 哲

## 1 はじめに

近年、GPUを用いた汎用計算(GPGPU)が普及、発展し大規模データによるシミュレーションが可能になっている。また計算の高速化に伴い、リアルタイムでの高精細シミュレーションの可視化も可能となっている。これにより、シミュレーションが膨大なデータ量を持ち、それらの可視化もより複雑で巨大になっている。それらの全貌を人間が直感的に理解する上で、より高解像度で巨大なディスプレイでの可視化が必要となってきた。大規模高精細ディスプレイの実現例として、駅のデジタルサイネージなどで利用されているタイルドディスプレイがある。複数の小さなディスプレイを格子状に並べることで、1つのディスプレイとして利用し、大規模高精細ディスプレイを実現する技術である。

本研究では高精細なシミュレーションをリモートのGPUを用いながら複数ディスプレイに表示する。そこで、用いるリモート技術について、複数画面の対応、転送性能の調査を行った。

## 2 研究目的と方針

既存のリモート技術を用いてリアルタイムシミュレーションを可視化した場合に、複数画面への対応状況や映像遅延などの性能の調査を行う。調査結果より、使用目的に応じたシステム提案を目的とする。

## 3 利用した既存技術

本研究で利用したシミュレーションプログラム、リモート技術について述べる。

### 3.1 clarlet

GPU向けプログラミングモデルCUDAと、様々な環境で動作可能な描画ライブラリOpenGLを利用して計算、表示を行う分子動力学シミュレーション。clarletでは粒子数、各原子のポリゴン数、温度、1フレーム間の計算回数、を変更することができ、またその時のプログラム内時間、温度、計算速度、フレームレートをGUIに表示している。

### 3.2 SAGE2

SAGE2(Scalable Amplified Group Environment)[1]は米国シカゴのイリノイ大学 Electronic Visualization Laboratory(EVL)が開発したミドルウェアである[3]。OSに関わりなくChromeブラウザが動作する環境全てで動作し、比較的容易に遠隔地の高精細大規模タイルドディスプレイへ、デスクトップやアプリケーションウィンドウを共有可能である。

### 3.3 VNC

VNC(Virtual Networking Computing)とはRFBプロトコルを用いて画面を送信して操作権を与えるリモートデスクトップアプリケーションである。RFBとは画像データを扱うプロトコルである。VNCはX Window SystemにおけるXサーバーをVNCサーバーとし、VNCサーバーでアプリケーションをレンダリングし、デスクトップをキャプチャし画像圧縮、接続されているVNCviewerに画像を転送することで、リモートでのデスクトップ操作が可能としている(図1)。

本研究ではTurboVNCを利用することにした。VNCではサーバー側に存在するVNCserverで画像を圧縮しクライアント側に送信しているが、VNCのボトルネックとなる画像圧縮をTurboVNCは他のソフトウェアより高速で行う。マルチスクリーンにも対応しており、本実験での目的に使用することが可能である。また、本実験では使用しなかったが圧縮する画像の品質レベルを簡単に変化させることができる[2]。

### 3.4 VirtualGL

VirtualGLとはリモートでのアプリケーションの実行を可能とするシステムにおいて、アプリケーションのレンダリングをサーバー上の別のXサーバーにリダイレクトし、レンダリングされた画像をキャプチャ、圧縮してアプリケーションを実行しているXサーバーに送る技術である。VNCと組み合わせた場合、通常ソフトウェアレンダリングであるが、VirtualGLを用いるとハードウェアレンダリングを可能とする(図1)。

## 4 測定方法と結果

本研究ではSAGE2,VNC,VirtualGL+VNCについての性能調査を行った。社内ネットワークのような限定された

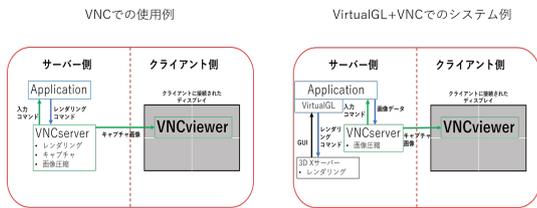


図 1: VNC,VirtualGL+VNC でのフレームレートの測定結果

表 1: SAGE2 での遅延時間とフレームレートの計測結果

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| 平均遅延時間 [s]               | 0.127 |
| フレームレート [frame/s]        | 13    |
| 4画面表示でのフレームレート [frame/s] | 10.5  |

範囲での利用を考えることにしたため、研究室内の小規模なネットワーク内での条件での調査を行った。

SAGE2ではWebストップウォッチをサーバーとクライアント両方に表示し、両画面を同時に動画で撮影し遅延時間、フレームレートを測定した。結果を表1に載せる。

一方VNC,VirtualGL+VNCではclarletのターミナルとGUI上に表示したプログラム内時間を同時に動画で撮影し遅延時間、フレームレートを計測した。またフレームレートにおいて、計算量(clarletでは粒子数)を変化させて計測した。遅延時間の結果を表2、フレームレートの結果を図2に載せる。

## 5 まとめ

本研究で得られた結果として、遅延時間は最大となったSAGE2で約0.12[s]であった。遅延時間においては実際の使用を考えた際どの技術も気にならないものとなっていると言える。フレームレートの結果においては、計算量にかかわらずVNCが最も高い性能を示している。またVirtualGLを使用した場合とVNCのみと比べてフレームレートが大きく劣っている。これは、本研究で利用したclarletプログラムがCUDAによって常にGPUでのシミュレーションの計算を行っているため、レンダリングをVirtualGLによってハードウェアレンダリングを行っても、ソフトウェアレンダリングより時間がかかってしまうからと考えられる。上記通り実際の環境では違った結果が出る可能性が存在する。その場合をどのような結果となるか測定するべきであった。

表 2: VNC,VirtualGL+VNC での遅延時間の測定結果

|               |            |
|---------------|------------|
|               | 平均遅延時間 [s] |
| VNC           | 0.0483     |
| VirtualGL+VNC | 0.0710     |

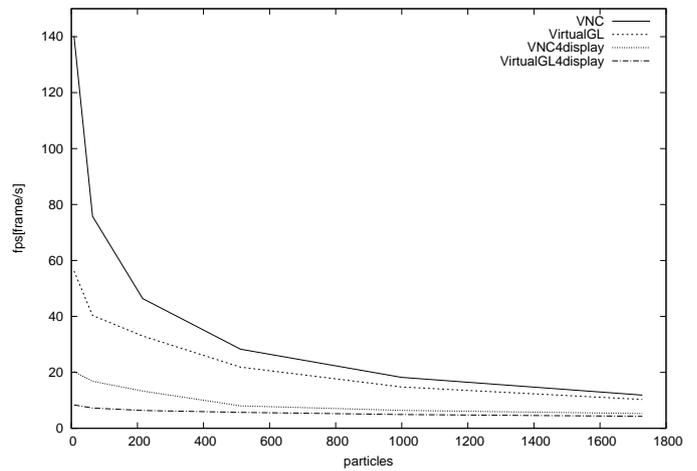


図 2: VNC,VirtualGL+VNC でのフレームレートの測定結果

## 5.1 システム提案例

簡単なシステムの提案例をいくつか考える。

1. 遅延が1フレームあたり50[msec]以内で実行可能  
→VNCが最適となる。本研究内で唯一平均遅延時間が50[msec]以内となっている
2. 4画面表示でフレームレートをできるだけ出したい  
→VNCが最適となる。4画面表示に対応し、フレームレートは最も高い。しかし、サーバーのスペックに対し計算量が大きい場合SAGE2でも変わらないフレームレートとなる。
3. FullHDディスプレイ24台への表示  
→SAGE2が最適となる。SAGE2ではChromeが動くなら画面はいくらでも拡張可能。

## 参考文献

- [1] SAGE2, <http://sage2.sagecommons.org/>
- [2] Faiz Abidi, Nicholas Polys, Srijith Rajamohan, Lance Arsenault and Ayat Mohammed (2018) "REMOTE HIGH PERFORMANCE VISUALIZATION OF BIG DATA FOR IMMERSIVE SCIENCE" Society for Modeling & Simulation International (SCS)
- [3] 谷 成雄, 大城 信康, 河野 真治, "VNCを用いた講義用画面共有システムの設計・開発"(2012), 研究報告システムソフトウェアとオペレーティング・システム(OS), 2012-OS-121, 19号, pp.1-5