



多クライアントによる多種モデル描画のための スケーラブルな並列レンダリング

奥村 直仁

naohito@img.cs.titech.ac.jp

東京工業大学 情報理工学院

齋藤 豪

suguru@c.titech.ac.jp

萌芽型共同研究
採択課題
EX20405

目的: 描画対象が多いシーンにおいて、多数の計算ノードが階層的に協調して描画を行うクラウドレンダリングのシステムの実用化へ向けての改善

背景

VR空間上でリアルタイムにコミュニケーションを行うゲームなど(図1,2)における画面描画をユーザのデバイスで処理すると描画コストの高いシーンでは性能が不足する場合がある。より低性能なユーザデバイスでも高品質な描画をリアルタイムで行うために、近年ではクラウド上のサーバが描画を行うクラウドレンダリングの技術が注目されている。

本研究では同じ空間に多数のアバターが存在するシーンの描画を想定し、先行研究である石井らが提案したクラウド上での階層的な描画手法を多クライアントの場合について拡張・改善することを試みる。

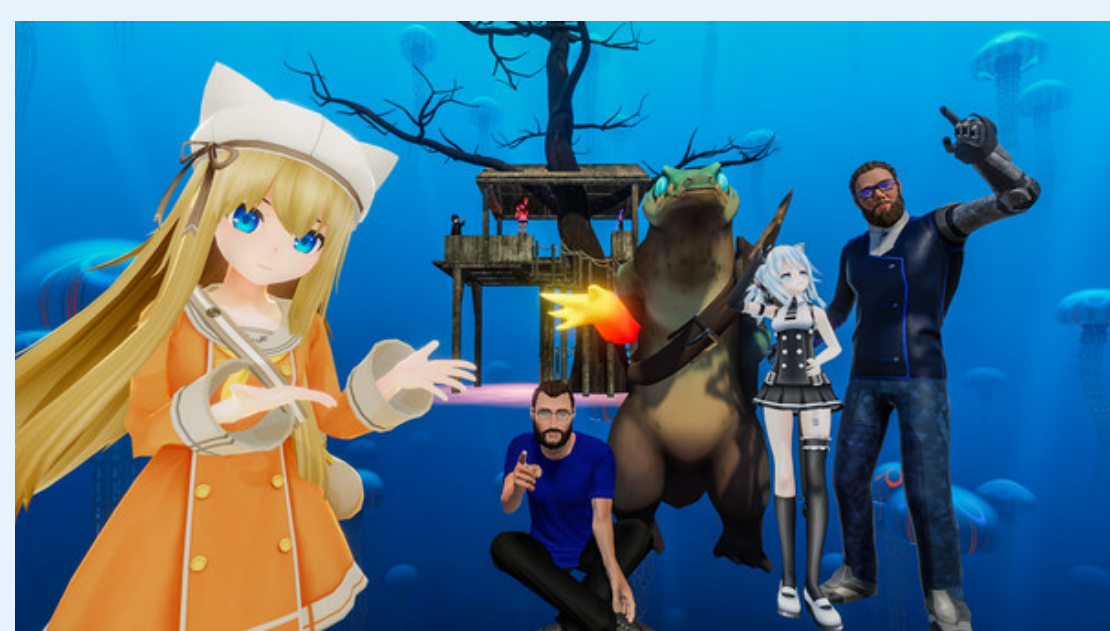


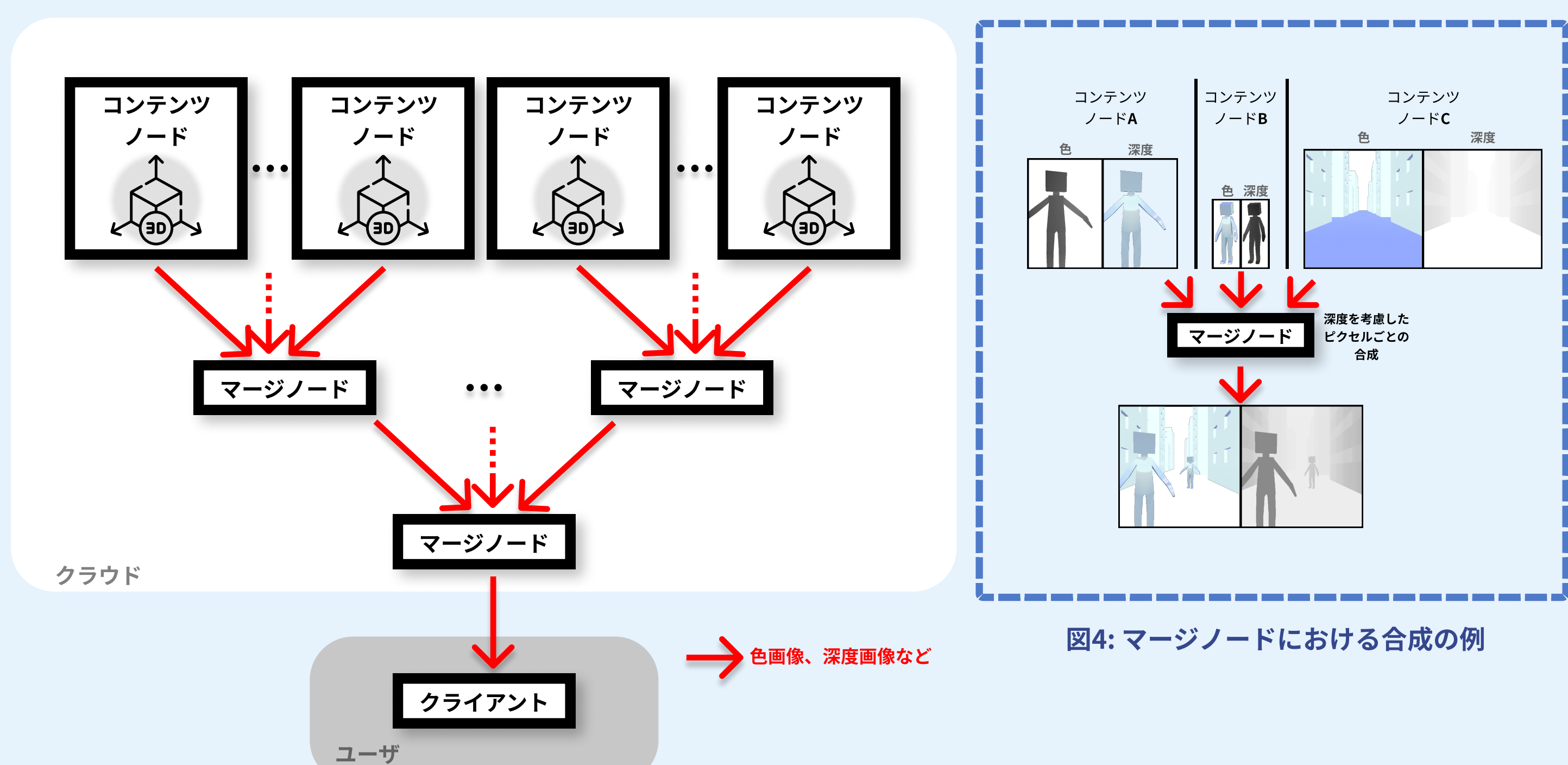
図1: 『VRChat』VR上で多人数がリアルタイムでコミュニケーションを行うゲームの例[1]



図2: 『Mozilla Hub』VR上で多人数がリアルタイムでコミュニケーションを行うソーシャルアプリ[2]

先行手法

石井らが提案した階層的な分散レンダリング手法[3]は、シーンの描画のために「コンテンツノード」「マージノード」の2種類の役割のいずれかを計算ノードに割り当て、それらが通信を介して協調して描画を行うものである。



コンテンツノードは、原則として一つのモデルの描画を行う計算ノードであり、クライアントのスクリーン情報を受信すると所有する3Dモデルについてのみの描画を行い、その色画像と深度情報を送信する。一方マージノードは、他のノードに描画を依頼して結果を合成する計算ノードであり、依頼したノードから描画結果としての色画像と深度画像を受信すると、それらを深度を考慮しながら合成する。このように多数の計算ノードを階層的に接続することで、ユーザが要求したシーンの分散描画ができる。

この先行手法の利点は、より大量の3Dモデルの描画を行う場合においても、ノードの階層とマージノードの数を調節することでより多くのモデルのリアルタイム描画が可能になることや、各ノードの描画コストが見積もりやすく適切な性能の計算ノードを割り当てやすくなるために計算資源の効果的な利用が期待できることである。

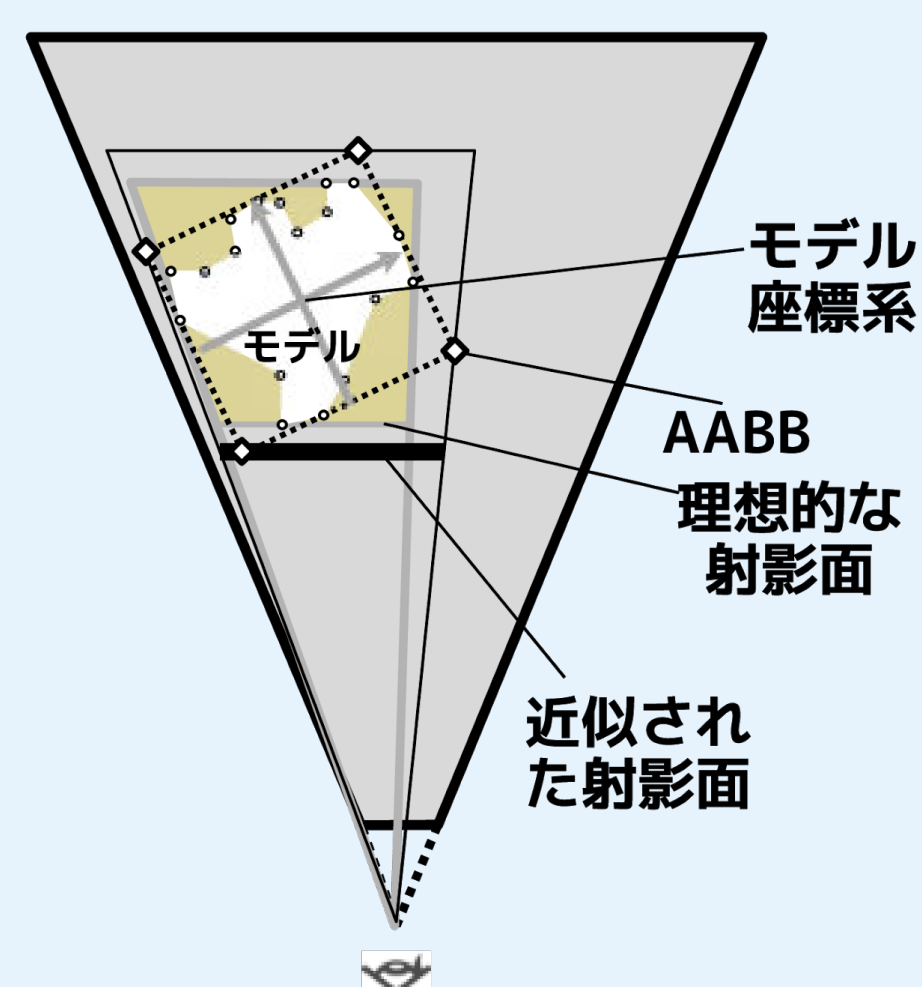


図5: 描画領域の削減[3]

石井らの手法では、通信を介して受け渡されるデータ容量を削減するために、描画を担当するモデルが存在する範囲をAABB(軸平行バウンディングボックス)を用いて近似し、描画範囲がより狭くなるように処理されている。図4において、コンテンツノードが出力する描画のサイズがそれぞれ異なるのはそのためである。

提案手法

先行手法において残された課題には、提案された分散レンダリング手法が複数のクライアントがリアルタイムに描画を要求する場合にも拡張できることが指摘されているにも関わらず、その評価と最適化が行われていないことが挙げられる。

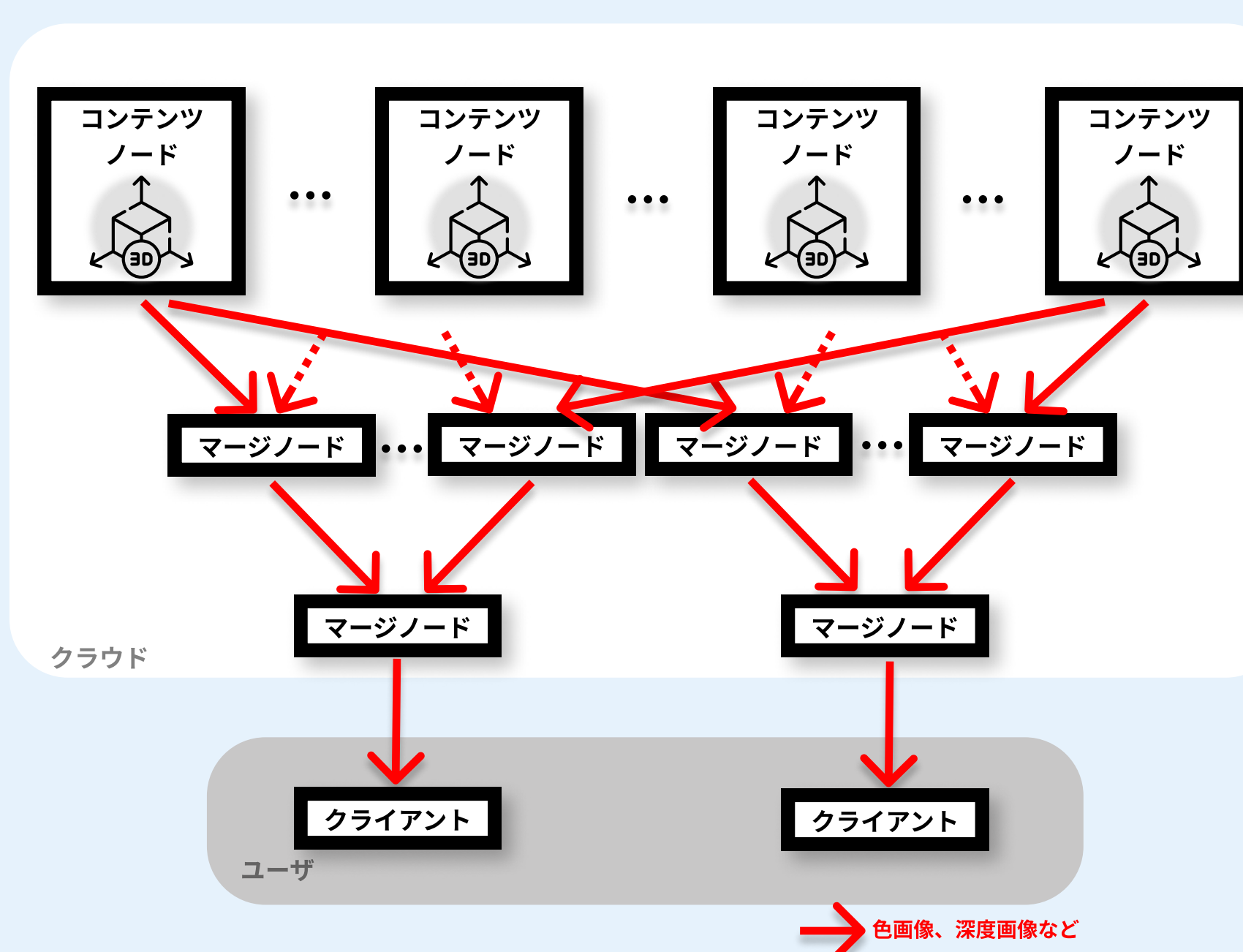


図6は、複数のクライアントがマージノードを共有せず、コンテンツノードのみを共有する場合のアーキテクチャである。異なるクライアントからの描画要求は異なる視点・シーンが前提となるため、全体の描画コストは増加する。この場合、特定のノードへの描画負荷・通信負荷が高まることが予想され、ボトルネックとなる処理段階の最適化を行うことが本課題の目的となる。

コンテンツノードのみを共有するアーキテクチャでは、コンテンツノードへの負荷が増加する。この負荷を軽減する方針として、同じシーン上で近い視点をもつクライアントがあるとき、遠方のモデルを担当するコンテンツノードにおいて描画結果を保持しておき使い回すことを提案する。

TSUBAME上での検証

石井らの手法において描画領域の削減処理(図5)が行われており、これが合成を行うマージノードへの負荷をどのように変化させるのかについて既存のフレームワークを用いてこの追試を行った。

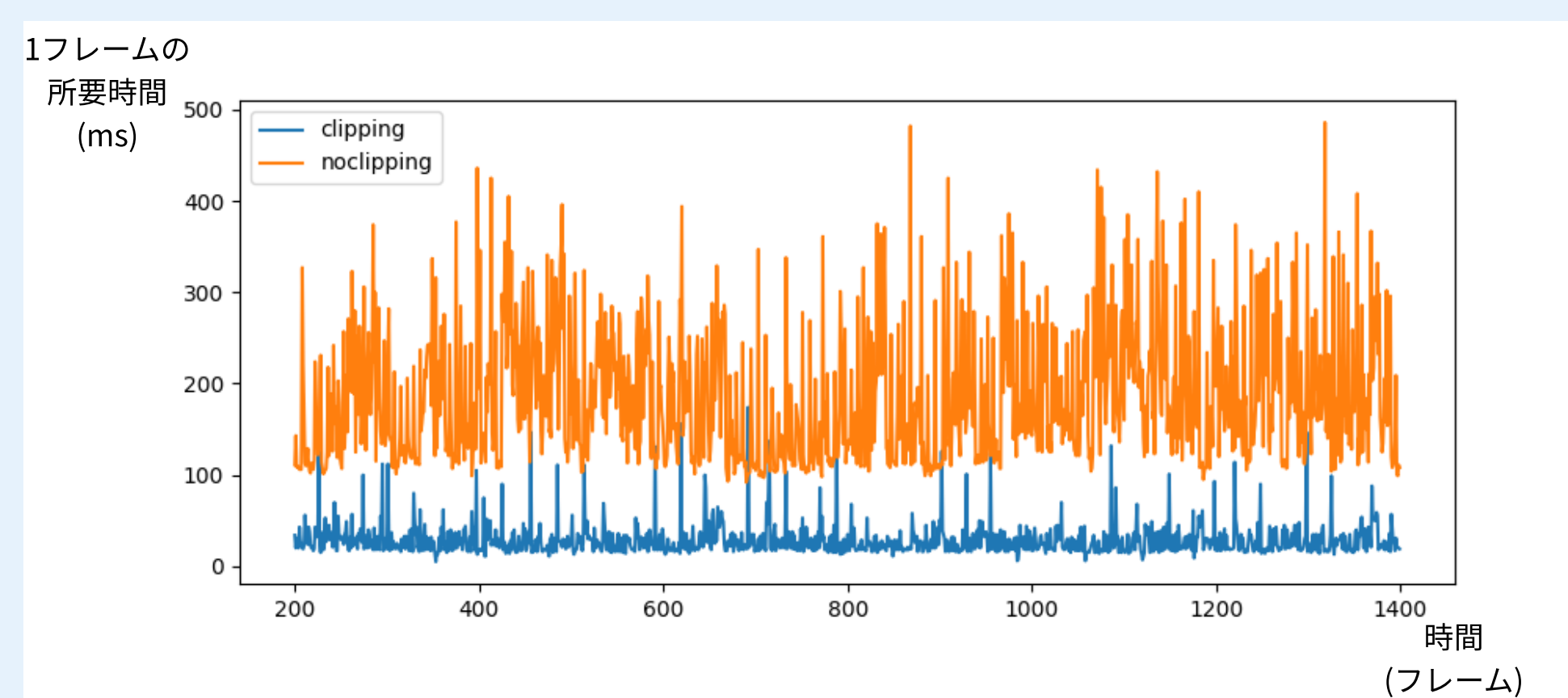


図7: マージノードのレンダリングに要する時間
(橙: 描画領域の削減なし, 青: 描画領域の削減あり)

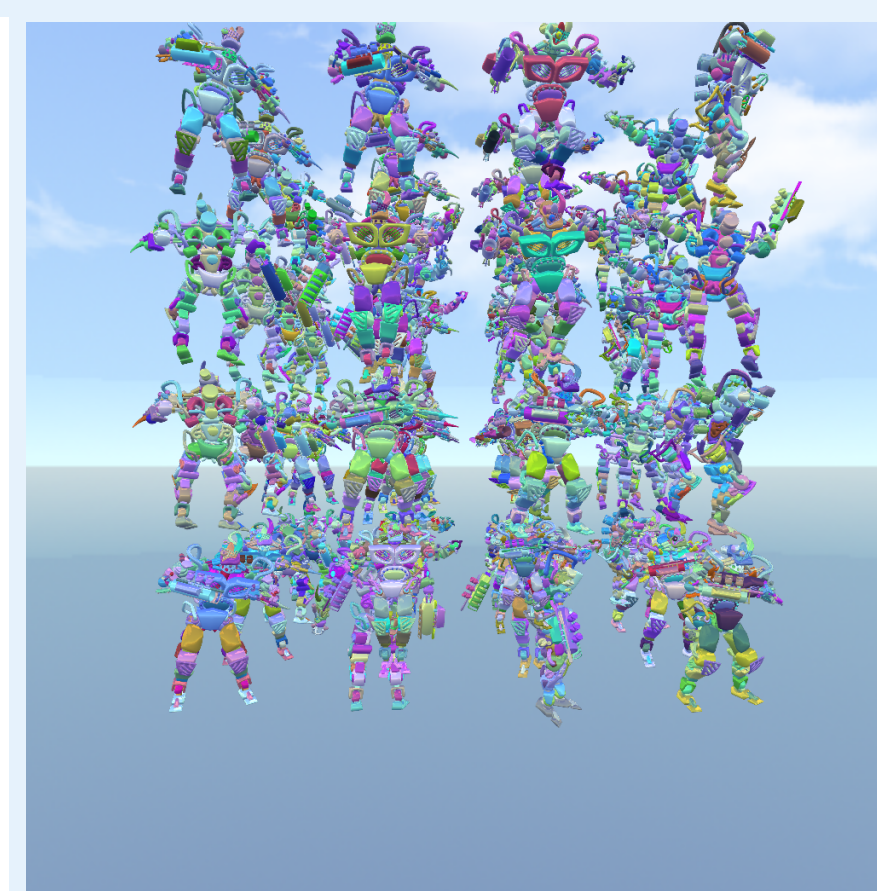


図8: 描画を行った
64モデルが同時に存在するシーン

図7はコンテンツノード64個、マージ4個、クライアント1個の場合において、あるマージノードの1フレームの所要時間(ms)をグラフにしたものである。本調査では、描画領域の削減処理を行った場合においてより高速である結果が得られ、これは石井ら[3]の報告と一貫している。

今後の展望として、マージノードにおける負荷を動的に反映させ描画に1フレームの所要時間が高まった場合に担当するコンテンツの合成を変化させるシステムの構築へと活かすことが考えられる。

参考文献

- [1]VRChat on Steam, <https://store.steampowered.com/app/438100/VRChat/>
- [2]Mozilla Hubs, <https://hubs.mozilla.com/#/>
- [3]石井 翔, 齋藤 豪, 多種モデルの描画に特化したスケーラブルな複数ノードによる並列レンダリングの台数効果の検証, 12C-04, 情報処理学会第82回全国大会, 2 pages (2020)