

先端科学技術研究科 修士論文要旨

所属研究室 (主指導教員)	ユビキタスコンピューティングシステム (安本 慶一 (教授))		
学籍番号	2111016	提出日	令和 5年 1月 20日
学生氏名	石丸 大稀		
論文題目	実空間の人や動物とのリアルな遠隔コミュニケーションを実現するユーザ体感品質を考慮した点群ストリーミングシステムの設計と評価		
要旨			
<p>近年、メタバースやデジタルツインへの注目が高まっており、現実世界の空間を仮想空間に取り込み観光分野等に応用する試みがなされている。しかし、現実空間は膨大かつ複雑なため、仮想空間へのプロジェクションは困難な課題である。現実空間のデジタル化に適した表現形式として、シンプルかつ汎用性の高い点群映像が期待されている。現実空間を点群映像として仮想空間にストリーミングし、3Dでの再構成を行うことで、遠隔ユーザに対して臨場感のある空間共有が実現できる。しかし、点群データはサイズが大きく、ネットワークや計算資源に制限のある環境では、リアルタイムでのストリーミングが困難という問題がある。この問題に対し、現実空間から人間のみの点群を取得・送信することで、送信データ量を削減する研究がある。本研究では、ユーザの体感品質(QoE: Quality of Experience)を維持しつつ、低い帯域幅消費で点群のリアルタイムストリーミング・3D再構成を行う手法を提案する。提案システムでは、人間や動物の身体部位には激しく動く部分とそうでない部分があることに着目し、それぞれに対して、体感品質をできるだけ下げないような解像度とフレームレートを設定しストリーミングすることで、使用帯域幅を利用可能帯域幅以下に減らすといったQoS制御を行う。現実空間の人や動物の点群を4G/5G通信(上り帯域17~39Mbps)を介して仮想空間にストリーミングするシナリオを想定し、システムの検討・実装を行った。評価実験では、システムが出力する点群の品質がユーザのQoEに与える影響を調査するため、15人の被験者に対して、提案手法および5種類の比較手法(身体部位の分割なしに、全体の解像度を10%から100%(オリジナル)まで、フレームレートを15FPSから2FPSまで5段階で変更したもの)を用いてストリーミングされた点群を3D再構成した映像の主観評価を、滑らかさ・解像度・総合品質の3項目のMOS (Mean Opinion Score)を算出することで行った。結果、提案手法のMOSは、総合評価で2.8、なめらかさ3.7、解像度2.7となり、総合評価では比較対象の5手法のうち3手法に対して有意($p < 0.01$)に優れていることが確認され、提案手法と同程度であると評された残る2手法に対しても、滑らかさまたは解像度において有意に優れていることが確認された。また提案手法を用いて、点群ストリーミングに必要な帯域幅をGbpsレベルからおよそ20Mbpsにまで削減できたことから、4G/5G通信下でリアルタイム点群ストリーミングが実現可能であることを示した。</p>			