

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 Beyond 5G網におけるホログラフィ通信のための高効率圧縮伝送技術の研究開発
- ◆受託者 株式会社KDDI総合研究所、国立大学法人北海道大学、国立大学法人東海国立大学機構、学校法人関西大学
公立大学法人公立諏訪東京理科大学、株式会社クレセント
- ◆研究開発期間 令和4年度～令和7年度(4年間)
- ◆研究開発予算(契約額) 令和4年度から令和5年度までの総額903百万円(令和5年度 500百万円)

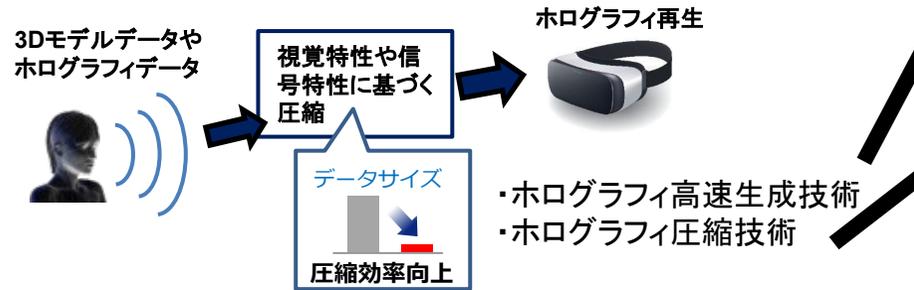
2. 研究開発の目標

電波の有効利用と、Beyond 5Gを特徴づける視聴体験創出に寄与するため、ホログラフィを含む高度マルチモーダル(五感のうち視覚・聴覚・触覚)の情報を高効率に通信するための圧縮伝送技術を確立する。アウトプット目標は次の通り。① ホログラフィ圧縮において、既存技術比で2023年度に2倍、2025年度に8倍の圧縮性能を達成し、Beyond 5G網を想定した1.5Gbps以下のビットレートで十分な品質を達成。② ホログラフィ伝送、マルチモーダル情報伝送、広域3Dデータ取得の技術をそれぞれ確立し、2025年度にホログラフィを含むマルチモーダル情報のEnd-to-End伝送を実現(世界初)

3-1. 研究開発の成果

①ホログラフィ圧縮技術

ユーザの視覚特性やホログラフィの信号特性の解析による新たなホログラフィデータ圧縮基盤の確立



※赤字は世界初または世界最高の項目

研究開発成果

研究開発成果:ホログラフィ高速生成技術(★)

- リアリスティックなホログラフィ生成は膨大な処理量を伴い、リアルタイム処理が困難
- 点群データを用いて連続的な運動視差や鏡面反射を表現できるリアリスティックなホログラフィデータ生成に成功(世界初)
 - 複数ユーザが同時視聴できる円筒型ホログラフィデータの生成に成功(世界初)

研究開発成果:ホログラフィ圧縮技術(★)

- Beyond 5G網においても現状の圧縮技術ではホログラフィデータの安定的な伝送は困難
- 3Dモデル圧縮技術の性能を従来技術比で1.5倍に向上(世界最高)
 - ホログラフィとライトフィールドの関係性やホログラフィデータの非局所的な類似性に着目し、従来技術比2倍のホログラフィデータ圧縮性能を実現(世界最高)
 - 円筒型ホログラフィデータに特化した従来技術比2倍のホログラフィ圧縮方式を考案

②高度マルチモーダル情報伝送技術

一対多通信を想定した、再生像品質やマルチモーダル連携を考慮した品質制御および同期伝送技術の確立



研究開発成果:ホログラフィ品質評価技術(★)

- 高品質かつ大型のホログラフィデータを肉眼で観察・評価する手段が存在しない
- タイリング転写方式による大型(10cm角)の高品質フルカラーホログラム(積層CGVH)の製作に成功(世界初)
- ※CGVH: computer-generated volume hologram

研究開発成果:ホログラフィ伝送技術

- ホログラフィの無線伝送を想定した検討が存在しない
- 実環境(有線LAN/無線LAN/ローカル5G、リンク速度1Gbps~100Gbps)下での非圧縮/既存の動画像圧縮技術を使用したホログラフィデータ伝送実験を実施

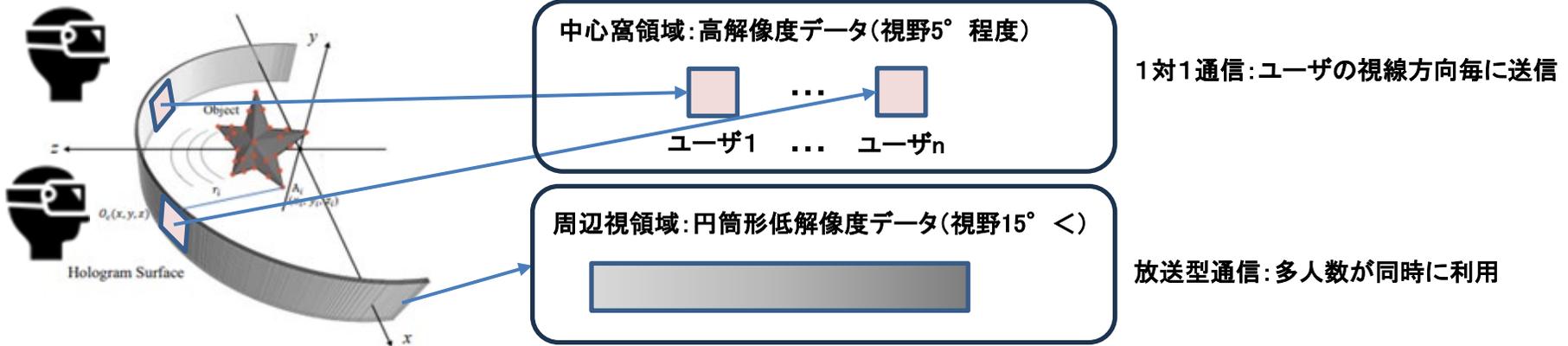
研究開発成果:マルチモーダル情報提示技術(★)

- ホログラフィと併用することでより豊かな体験を実現する3Dモデル取得・聴覚・触覚提示技術についての検討がなされていない
- 手首の誘導を実現する道具内蔵型の力触覚提示装置のプロトタイプシステムの開発完了(世界初)
 - キャリブレーション誤差10mm以下の直径4.5m×高さ3mの準広域の収録システムを実現

3-2. 主要な研究開発成果の詳細(p.1★印)

(1) ホログラフィ高速生成技術: 複数ユーザが同時視聴できる円筒型ホログラフィデータの生成に成功(世界初)

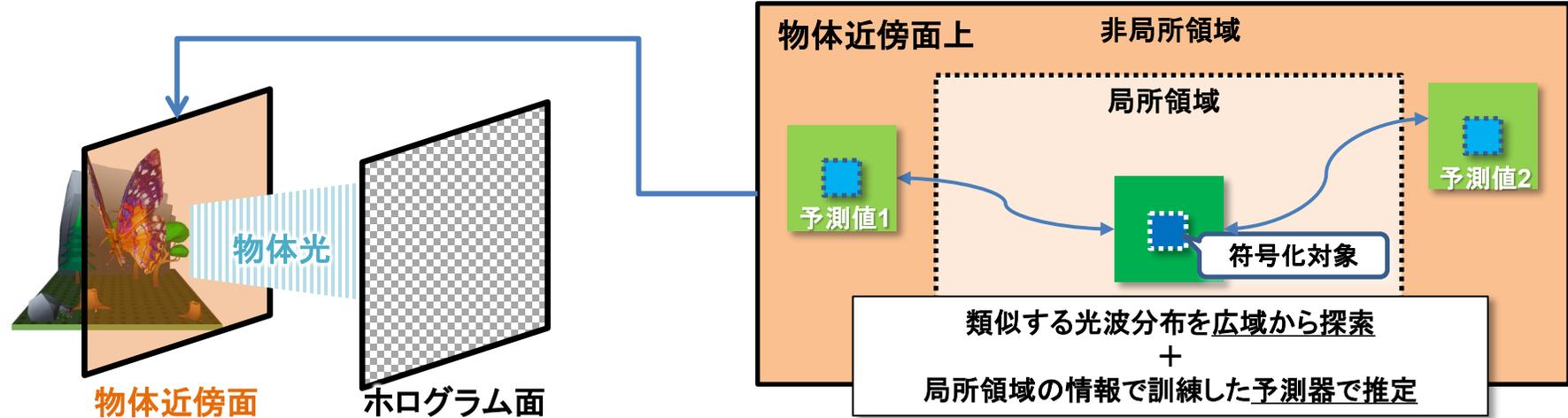
- 電波有効利用に繋がる一対多のホログラフィ通信の実現に向けて、複数のユーザによる同時視聴を想定した円筒型ホログラフィデータの生成に成功(世界初)
- 更に、視覚特性※を用いることで、従来比圧縮性能2倍、処理速度3倍の円筒型ホログラフィデータの計算方式を確立



※ 人間の視覚は注視している領域(中心窩領域(約5°))では高解像度で、周辺視領域は解像度が低い

(2) ホログラフィ圧縮技術: ホログラフィとライトフィールドの関係性やホログラフィデータの非局所的な類似性に着目し、従来技術比2倍のホログラフィデータ圧縮性能を実現(世界最高)

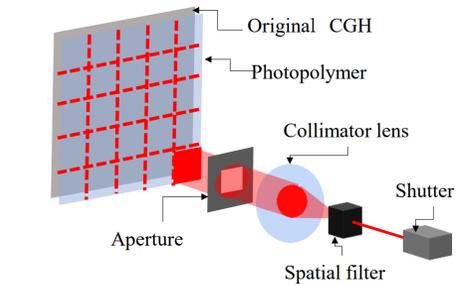
- ホログラフィとライトフィールドの関係性に着目し、物体光を物体近傍面に伝搬することで近傍画素の相関を向上
- 非局所的な類似性の探索に加え、近傍画素の相関に基づく適応予測を併用することで、従来技術比2倍のホログラフィデータ圧縮を実現



3-2. 主要な研究開発成果の詳細(p.1★印)

(3)ホログラフィ品質評価技術:タイリング転写方式による大型(10cm角)の高品質フルカラーホログラム(積層CGVH)の製作に成功(世界初)

- ホログラフィ圧縮技術やホログラフィ伝送技術の品質評価にあたり、ホログラフィデータの品質を肉眼で観察・評価可能な大型の静止画高解像度フルカラーホログラムの製作に成功
- これにより、ホログラフィデータの圧縮や伝送による主観品質への影響を肉眼で観察・評価することを可能にした。今後、研究開発項目1-a, 1-b, 1-c, 2-a, 2-bを中心に、性能評価・実証実験で活用する



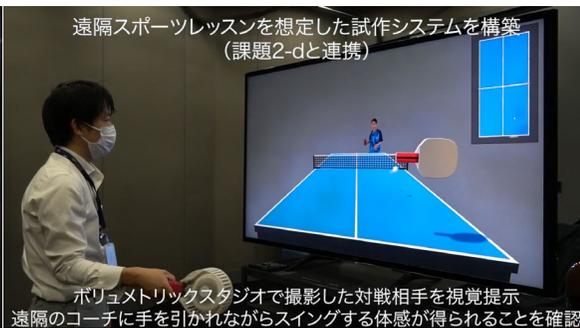
タイリングによるCGH大型化の概要



高解像度フルカラー積層CGVHの光学再生像

(4)マルチモーダル情報提示技術:手首の誘導を実現する道具内蔵型の力触覚提示装置のプロトタイプシステムの開発完了(世界初)

- ジャイロ効果を活用し、ユーザの手に対して回転トルクを提示する非接地型かつ小型・薄型の力触覚提示装置のプロトタイプシステムを開発した(右図)
- これにより、スポーツ用具や楽器等の道具への力触覚提示機構の内蔵を可能とし、スポーツや芸術、教育などの多様なユースケースにおいて、ホログラフィや立体音響に加え、道具を介した自然な力触覚を提示することを可能にした



4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
27 (21)	1 (1)	3 (3)	63 (62)	29 (29)	5 (5)	6 (6)	6 (5)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

(1) 目標を大きく上回る査読付収録論文の発表

その他研究発表に含まれる査読付き収録論文発表に関して、今年度目標11件に対して21件の発表を行い、目標を大きく上回る成果を達成した。内訳は研究開発項目1(ホログラフィ圧縮技術)で14件、研究開発項目2(高度マルチモーダル情報伝送)で7件であり、双方の研究開発項目にて、難関国際会議を中心とした多数の論文採録を果たしている。これらの研究成果は、本研究の先進性を裏付けるものである。

(2) 目標を大きく上回る国際標準化提案の実施

国際標準化提案の件数に関して、今年度の目標4件に対して29件の提案を行い、目標を大きく上回る成果を達成した。内訳は、ITU-T SG16/MPEG/JVETといった映像符号化に関する国際標準化団体において、3Dモデル圧縮のバックボーンとなるビデオベース圧縮技術や、ホログラフィデータ圧縮技術のユースケースおよび規格化に関する提案を計16件実施した。その成果のひとつとして、ホログラフィ圧縮伝送のユースケース文書を出力している。また、広帯域網とTV関連の国際標準化団体であるITU-T SG9において、ケーブルテレビ網におけるホログラフィ伝送の要求条件に関する提案を計13件行い、勧告化の作業開始について合意に至った。本成果は昨年度策定した標準化戦略に則ったものであり、ホログラフィ通信の社会実装に向けた国際的な基盤構築につながるものである。

5. 今後の研究開発計画

最終目標①の圧縮性能8倍の達成に向け、2024年度はホログラフィ圧縮技術のさらなる性能向上に取り組み、2023年度末の従来方式比2倍から、従来方式比5倍性能を向上させる。また、最終目標②の高度マルチモーダル情報伝送の達成に向け、提案圧縮方式を用いたホログラフィ伝送技術や、ホログラフィ映像品質の評価技術を確立する。2024年度目標の達成に向け、研究開発項目1においては、ホログラフィーライトフィールド間の関係性の考慮や空間変換方式の洗練化に取り組む。研究開発項目2においては、研究開発項目1のホログラム生成技術やホログラフィ圧縮技術を伝送システムに実装・評価すると共に、結像再生シミュレーションで視点やピント位置の移動を含めた品質評価を実現し、有用性を確認する。以上に加えて、受託者間の密な相互連携による一層の研究加速化も計画している。具体的には、ホログラフィ品質評価技術による圧縮アルゴリズム洗練化、リアルタイムホログラム計算技術によるホログラフィ伝送システムの高度化、ホログラフィ圧縮伝送システムの共有によるマルチモーダル伝送システム開発の加速化などを通じて、よりハイレベルな研究成果を創出する計画である。2025年度には提案するホログラフィ圧縮技術によるリアルタイム伝送を実現し、さらには高度マルチモーダル情報の伝送を実現(ともに世界初の事例)することにより、Beyond 5G関連技術において、世界における日本の優位性確保につなげる。