

## 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 高臨場感通信環境実現のための広帯域・低遅延リアルタイム配信処理プラットフォームの研究開発
- ◆受託者 学校法人幾徳学園, 学校法人大同学園, 国立大学法人琉球大学, ミハル通信株式会社
- ◆研究開発期間 令和3年度～令和5年度 (3年間)
- ◆研究開発予算 (契約額) 令和3年度から令和5年度までの総額145百万円 (令和5年度30百万円)

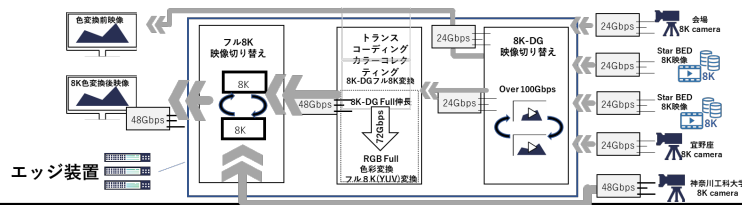
## 2. 研究開発の目標

ネットワークを介した映像配信需要の高まりを受けて、今後実現予定の高周波数帯Beyond 5 G端末の広帯域・低遅延データ転送機能と、網上のエッジコンピューティングやクラウドなど様々なコンピューティングリソースを協調連携させた高臨場感通信環境を研究開発し、誰もが8K高精細映像をはじめとする10Gbpsを超える高精細映像を使った高臨場感通信ができる環境を実現する。具体的には、サブTbpsの高精細映像処理が可能な低遅延大容量通信処理プラットフォーム技術、高臨場感通信のための多地点間低遅延配信技術を開発する。

## 3. 研究開発の成果

### 研究開発項目1 サブTbpsの高精細映像処理が可能な低遅延大容量通信処理プラットフォーム技術の実現

DPDKプラットフォームを用いた映像処理機能(Virtual Video handling Functions:VVF)の開発を進め、SINET6の相模原DC(データセンター)内の400Gbps×2本のネットワークに接続されたエッジ装置で、映像切り替えVVFで768Gbps,VVF連携システムにおいてIP入出力トータルで358Gbpsを100ms以内に処理できる事を実証。



### 研究開発項目1-a) エッジ部とクラウド部が連携した低遅延大容量処理アーキテクチャの検討

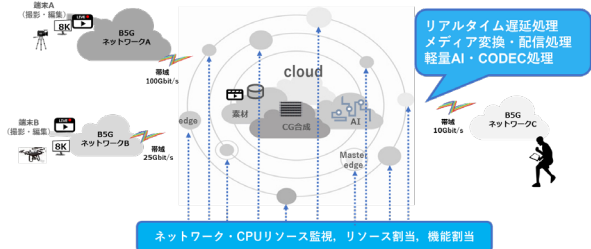
- VVFアーキテクチャにより、over 400Gbpsの処理能力を確認し、8K非圧縮映像を対象にバッファ操作のみで実現した4入力映像スイッチング、遅延補正機能を確認。コンテンツ加工を伴うものとして、SIMD命令を併用して8K非圧縮映像変換を行うトランスコードとカラーコレクション、映像抽出、キャプション画像重畳の各機能のリアルタイム処理を実現。
- セグメントルーティング(SRv6)の導入により、VVF間での映像処理連携動作が可能な事を実証し、NTT-C社とIETF SPRING-WGの標準化の提案に繋がる研究開発実績に繋がった。

### 研究開発項目1-b) エッジ部における低遅延大容量処理プラットフォームの実装技術の検討とアプリケーション評価

- VVFとして、8K-DG(24Gbps)×2の映像スイッチング機能、8K-DGからフル解像度8K(48Gbps)へのトランスコードおよびカラーコレクション機能、フル解像度8K×2の映像スイッチング機能を実装し、それぞれ2フレーム以内で動作する事を確認。
- 8K映像入力から出力までのトータル遅延改善に取り組み、1フレーム16.7msの低遅延化を実現した他、多チャンネルイマーシブ音声伝送により高臨場感を検証。

### 研究開発項目2 多地点間での高臨場感通信を実現する低遅延配信技術の実現

クライアントの通信環境に応じて、映像品質を動的に変えることが可能なエッジ・クラウド多地点配信システムの構成法について提案。



### 研究開発項目2-a) 多地点間低遅延映像配信処理システムの検討

- 複数の映像クライアントに対して、それぞれのネットワーク状況や映像再生環境に応じて、動的にかつ効率よく映像の品質を変換し、かつ、途切れなく映像を配信するためのシステムアーキテクチャ、ソフトウェア実装法を提案(国際会議発表)。
- B5G網特性および項目2-b)の成果の活用を考慮したリアルタイム映像配信法を提案。映像配信のためのエッジシステム用ソフトウェアを試作し、項目1-a)のシステムとの総合実験により、上記提案方式を実証。

### 研究開発項目2-b) 軽量AIと秘匿技術を組み合わせたセキュアなシームレス映像符号化・伝送技術の検討

- 8K超高精細映像について、新しいセキュアなシームレス映像符号化・伝送技術のコンセプトを提案(国際会議ITC-CSCC2022 Keynote Speech)。
- 上記コンセプトを具現化し、JPEG XS互換「スクランブル映像の軽量圧縮符号化」と「ロスレス階層符号化」を考案(国際会議 IEEE WSCE2023 Best Presentation Award受賞)。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

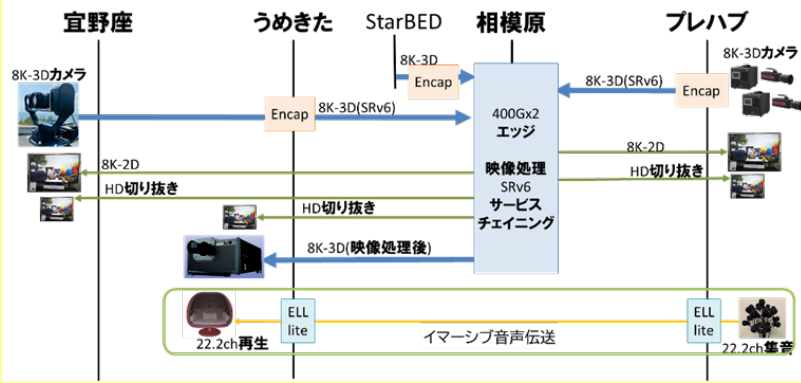
国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
1 (0)	0 (0)	0 (0)	30 (12)	1 (1)	11 (4)	10 (3)	4 (2)

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

- VVFを相模原DCの400Gbps × 2回線のエッジ装置に搭載し8K非圧縮映像編集システムと低遅延圧縮伝送(ELL8K)を組み合わせ、Interop TokyoやNICT雪まつり実験で実験展示を実施。高臨場感実現技術として、8K-3D映像処理とイマーシブ音声伝送の実験を実施。
- 米国SC23のNRE(Network Research Exhibition)に採択され、米国展示会場からエッジのリモート操作実験を実施。
- 連携研究者のNTTコムとSRv6インラインサービスファンクショニング方式(End.AN)を具体化し、IETFのSPRING-WGで標準化提案に繋がった。
- 低遅延圧縮伝送(ELL8K)は、様々な実証実験を通して製品化(2023.3)に繋がった。
- 複数のクライアントに対して、クライアントのNW環境や映像再生環境に合った映像品質を動的に選択し、途切れのない映像配信を実現するための、リソース利用効率の高いシステムアーキテクチャと実装方式を提案し、原理確認を実施。
- セキュアなシームレス映像符号化・伝送技術について、軽量で動作するJPEG XS 互換「スクランブル映像のロスレス階層符号化」は国際会議IEEE WSCE2023にてBest Presentation Awardを受賞。

アプリケーション実験として、テストベッドを使用した実験展示を通して性能および有効性を実証し、市場開拓に繋がった。

- SRv6サービスファンクションを適用し複数のエッジ装置を用いたアプリケーション実験を実施。
- 2023.6 Interop Tokyo 2023(会場までSRv6延伸)
- 2023.11 SC23(米国会場までSRv6延伸)
- 8K-3D映像処理と22.2ch音声伝送による高臨場感アプリケーション実験を実施。
- 2024.2 NICT雪まつり実験2024



5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

- SRv6 End.ANに関してIETF SPRING-WGにおける標準化の継続、VVFプラットフォームがSRv6 End.ANの実装参照例として展開できるため、IETFの標準化活動と連携して、基本機能のOSS展開を計画。
- VVFプラットフォームの1部は、ニーズがありそうなものを中心にPCに組み込んだアプライアンス製品化の検討を行う。
- エッジ等でのネットワークサービス化については、連携先のNTTコミュニケーションズを中心にISPやASPの展開と共に事業化の検討を進める。
- セキュアなJPEG-XS機能の実装を進め、ミハル通信の映像伝送装置での実用化を目指す。