神奈川工科大学

先進技術研究所

研究報告

第 4 号

2024 年度

研究推進機構

目次

・エッジコンピューティングを用いた大容量通信処理プラットフォームの実用化

丸山 充，瀬林 克啓，岩田 一

別紙

エッジコンピューティングを用いた大容量通信処理プラットフォームの実用化

研究者名：丸山 充，瀬林 克啓，岩田 一

１．研究の目的

高精細映像の中で，ハイビジョンの 16 倍もの画素数を持つ 8K 超高精細映像を扱うアプリケーションは映像制作分野をはじめとして，映像を扱う様々な産業分野での可視化にも有用であるが,8K 超高精細映像を非圧縮のままリアルタイムで扱う事は over 10Gbps の伝送帯域が必要となるため，これまでネットワークリソースや装置の処理能力的に限定的な使用に留まっていた.

これに対し我々は広帯域ネットワークを利用したリアルタイム映像処理を目的に，ネットワーク機能の仮想化（NFV：Network Function Virtualization）の高速化手法として利用されている DPDK(Data Plane Development Kit)を映像処理の分野に応用して,10Gbps を超える映像ストリームデータをソフトウェアパケットスイッチに入力し,特定の CPU コアで映像処理を行った後に，リアルタイムでパケット出力が可能な DPDK フレームワークを開発し，①8K 非圧縮映像の伝送・蓄積配信技術，②DPDK を用いたリアルタイム高速映像処理技術と連携技術，③DPDK を用いたネットワーク高精度監視のシーズ技術を開発している.

その中で，本研究は，アンカー企業のミハル通信株式会社（以後，ミハル通信）と連携し，エッジやクラウド設備に適用可能なプラットフォーム技術に関する早期の実用化を目指すものである.

２．研究の必要性及び従来の研究

今後は，撮影・集音したメディアを遠隔地に表示・再生する単なるトランスペアレントの伝送だけでなく，伝送中にデータを演算処理し，その結果を相手側に伝える映像効果処理が多用されると考えられる．例えば，複数カメラからの映像を合成して，視線一致を行ったものに CG（Computer Graphics）を合成して，より分かり易い映像として受信側に届けるなどの処理である．この世界を実現するためには，エンドーエンド間の伝送速度の向上に加えて，網上に配置されたエッジコンピューティングやバックエンドに控えるクラウドの演算速度の向上や蓄積配信能力の向上および協調連携動作が必要となる．また，ユーザのポリシーを加味して臨場感の観点からトータルの遅延を抑えるために，全ての伝送・演算処理のステージでの低遅延化が重要となり，これをユーザが簡単に利用可能な環境が必要である.

他社の映像システム関連技術としては，Amazon Web Service の Elemental Link 等の

サービスで放送映像向けの編集システムがクラウド上で構築されはじめているが，まだSDI(1.5Gbps)や4K圧縮映像を対象としているものである．しかしながらこの分野は確実に市場に浸透してきているため，実現した技術をこの分野に提供できれば，より高精細な映像編集が可能になると考える．

３．期待される効果

本検討では，端末ーエッジークラウドを含めた「ネットワーク内コンピューティングの高速化技術」の実現を目指した以下の実用的な技術の開発を行う．

(1)　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

(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

本技術の実用化にあたっては，ミハル通信をアンカー会社として協力して進めており，本技術を用いた最初のステージとして安価なアプライアンス製品化ができないか検討している．

現在8KのIP伝送に関しては，SMPTE（Society of Motion Picture and Television Engineers）のST-2110の規格化や軽量の圧縮（intoPIX社のTICO）等との組み合わせでより低帯域で伝送可能な技術が出現しているので，ニーズの的確な把握により技術の出先について検討しながら開発を進める所存である．

４．研究の経過及び結果・評価

先進技術研究所では，実用化に向けた技術プロモーションを中心に進めるために，技術展示に力を入れている．

2024年度,JST CRONOSの委託研究に「広帯域インラインコンピューティングの実現」というテーマで,国立情報学研究所,琉球大学,ミハル通信株式会社と共に採択され,2024.10から委託研究が開始し，低遅延ネットワークを用いて，超高品質な素材を自在に編集し，リアルタイムで発信・共有できる環境や各種リモートイベントの高臨場感実現に向けたシステム開発の研究を進める事になったので，その委託研究の活動と連携して進める．

今年度，CRONOS委託研究の基でDPDKプラットフォームを用いた映像処理機能（Virtual Video processing Function ：VVF)を今年度新DPDK対応にするなどのブラッシュアップを行い，SINET6の相模原DC（データセンター）内のコロケーションラックを拡張して，本格的な800Gbpsネットワークのエッジ装置に搭載して,技術展示が可能となった.また,NTTコミュニケーションズのメンバーが，客員研究員として加わり，分散したファンクションをインラインで低遅延で動的に連携するためにSRv6サービスチェイニングの新規方式提案（SRv6 End.AN）をIETFのSPRING-WGの場での提案がはじまった．これと連携する形で，先進研での技術展示の場では，SRv6 サービスファンクションを適用しこれを遠隔制御する実験を実施する事で，性能および有効性を実証し，市場開拓に繋げた．

2024年度に進めた主な，技術展示について示す．

(1) Interop Tokyo 2024：SRv6 を用いた 8K 広帯域映像処理サービスチェイニング技術

Interop Tokyo 2024 では，2024 年度まで進めていた NICT 委託研究(B５G シーズ指向)が終了し，これまでの成果を展示した．新規提案の End.AN に関連して，SRv6 を用いて映像配信中にサービスチェインを動的に変更するトライアルを行った．この様子を可視化するために，新規作成した 8K キャプション挿入機能を持つ VVF の挿抜を行った．図 4.1 に構成図，図 4.2 に当日の展示模様を示す．

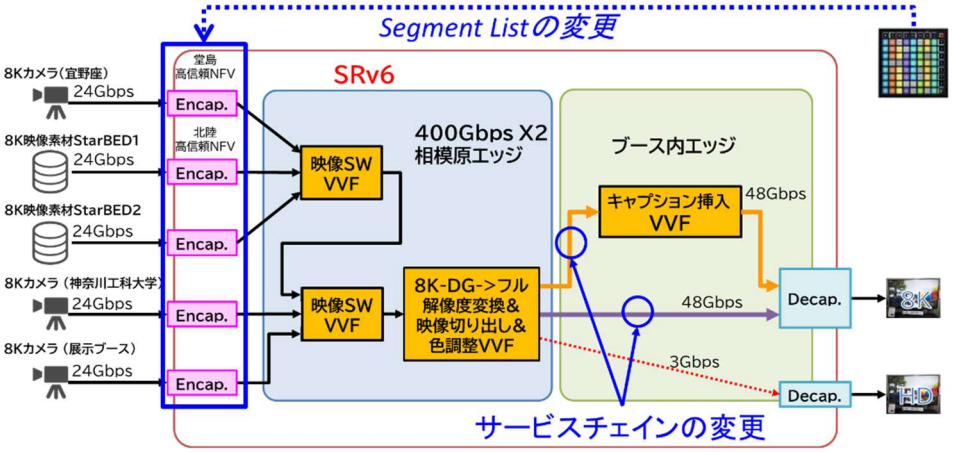

図 4.1　Interop Tokyo 2024 の構成図

図 4.2 Interop Tokyo 2024 の展示模様

また，開発したキャプション挿入 VVF の動作模様を図 4.3 に示す．８K映像の任意の位置にビットマップや文字列を挿入したり，簡易ながらも自由にマークする機能がある．

図 4.3 キャプション挿入ＶＶＦの動作模様

⑵名護さくら祭り実証実験

2025.2 に行われた名護さくら祭り実証検証の場では，SRv6 のコントロールプレーンの制御を使った 8K 映像処理ワークフロー実験を図 4.4 のように実施した．

SINET6 の相模原 DC に構築した 400Gbps×2 本の処理帯域を持つエッジ装置を使い，SRv6 のコントローラ制御により，複数の異なる遅延を持つ伝送路を切り替えると共に，使用した伝送路に応じたキャプション挿入を行う映像処理(VVF)を連携して実験した．(図 4.5) 映像ソースとしては，宜野座からのロボットアームを撮影した 8K カメラ映像および神奈川工科大学の屋外に設置した 8K カメラ映像をローカル 5G 経由で伝送した映像を用いた．来場者には伝送路の遅延によって，ロボットアームの操作の困難さを体感していただいた．

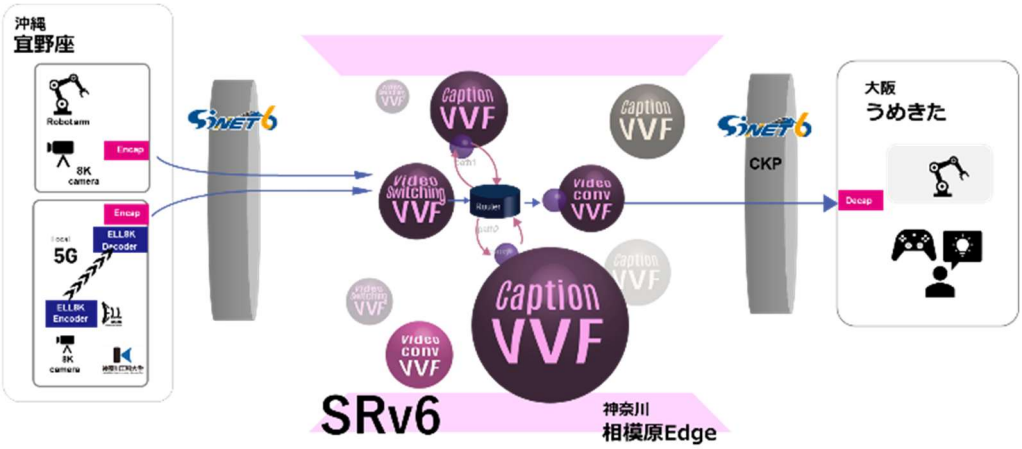

図 4.4 SRv6 を用いた 8K 映像処理ワークフロー

図 4.5 うめきた会場での映像表示

また，今後のインラインコンピューティングの応用例として図 4.6 に示す 8K メタバース空間を用いた高臨場感配信実験を行った．従来メタバースでの楽曲演奏は，空間の中央に設置されたスピーカからモノラルやステレオで行われているため，3D 映像と比較し臨場感に乏しかった．このため，エッジ上で音源をサラウンド化した上で，多地点配信し，端末側でメタバース空間の音源と統合する事で，臨場感に優れた音源を提供することができる．今回のデモでは，メタバース空間の視聴に 8K ヘッドマウントディスプレイを用い，音源の再生にスピーカをフレーム上に立体配置したミハル通信のサウンドヤード(図 4.7)を使って高臨場感を実現した．このような立体音響変換処理もインラインコンピューティングの効果的な応用例として今後検討していく．

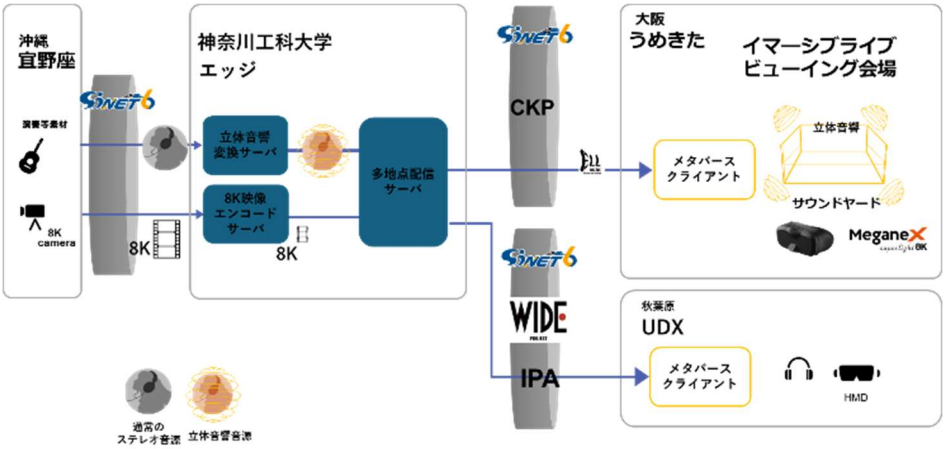

図 4.6 8K メタバース空間の立体音響多地点配信

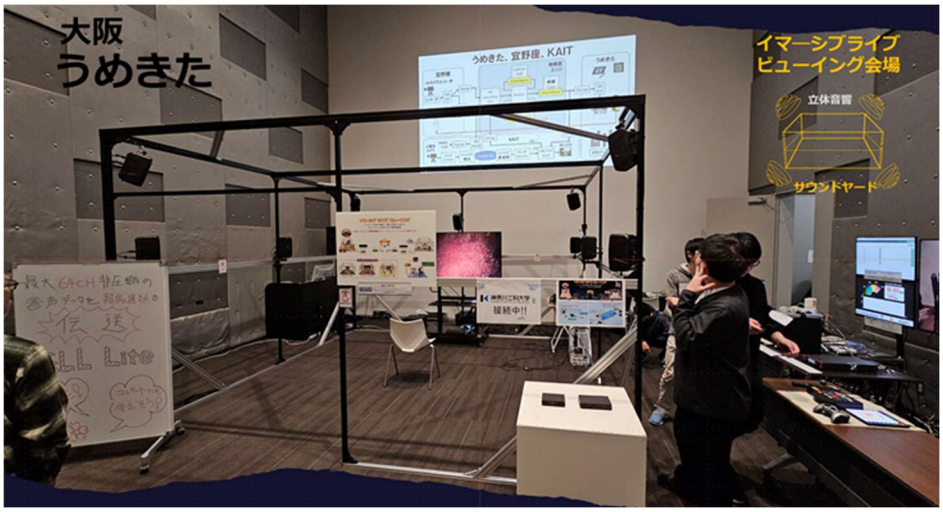

図 4.7 うめきた会場でのサウンドヤード

５．今後の計画

アンカー会社のミハル通信と連携し，VVF プラットフォームは，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ができないかの検討を行う．また，低遅延・高臨場感伝送についても連携して検討を進めていく．

CRONOS 委託研究の中で，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そうであるので，IETF の標準化と連携して，基本機能を OSS 展開する事を考える．

またネットワークモニタリング機能に関しても，様々な部署から使わせて欲しいという要望があるので，併せて基本機能の OSS 展開を早急に考える．

６．研究成果の発表

[1] 丸山 充，瀬林克啓，岩田 一，君山 博之，仲地 孝之，加藤 康久，“[招待講演] 広帯域・低遅延リアルタイム配信処理プラットフォームを用いた 8K 超高精細映像処理システム，” 信学技報，vol. 124，no. 11，PN2024-5，pp. 25-30，2024.4.23.

[2] 工藤 聖央，竹中 誠人，丸山 充，″メタバース空間内における多チャンネル音源配信システムの提案″,第 52 回画像電子学会 年次大会，[S6]学生セッション６[VR 構築・影響評価].，S6-1，長崎大学，2024 年 8 月.

[3] 瀬林 克啓，丸山 充，岩田 一，樋口 駿，小原 泰弘，君山 博之，仲地 孝之，加藤 康久，望月 要人，三島 航，深川 祐太，漆谷 重雄，栗本 崇，田邊 泰盛，大槻 英樹，小林 和真 “SRv6 を用いた低遅延リアルタイム配信処理プラットフォーム，” 先端ネットワーク利用に関するワークショップ「ADVNET2024」，ADVNET2024 実行委員会，国立情報学研究所，2024.10.4.
https://www.sinet.ad.jp/static/6c8a8375fe564e0c1ebf54c64aa27b39/11-advnet2024_kanagawa-it_sebayashi.pdf

[4] 丸山 充, 瀬林克啓, 岩田一, 栗本崇, 仲地孝之, 加藤康久,“広帯域インラインコンピューティングの実現,” 2025 年電子情報通信学会総合大会, BK-2 次世代サイバーインフラの実現に向けたチャレンジ, BK-2-05, 2025.3.27.