

令和 4 年 6 月 22 日現在

機関番号：32714

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19H04102

研究課題名（和文）エッジとクラウドの連携によるリアルタイム映像処理基盤の実現

研究課題名（英文）Real-time video processing system based on edge and cloud computing

研究代表者

丸山 充（Maruyama, Mitsuru）

神奈川工科大学・情報学部・教授

研究者番号：60636489

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,400,000円

研究成果の概要（和文）：クラウドを用いた超高精細映像処理においては、扱うデータが大きい事やリソース競合により性能を保証する事が難しい。このため本研究では、端末とクラウドの間にエッジ部を導入する事で、クラウドの課題を克服し、8K非圧縮映像の大容量データを低遅延で処理可能とするアーキテクチャを提案する。エッジ部で100Gbpsクラスの映像処理機能をソフトウェアで実現するために、ソフトウェアルータ等で利用されているDPDK（Data Plane Development Kit）を映像向けに拡張したフレームワークを提案した。また処理連携にセグメントルーティングを導入する事で、映像処理向けのサービスチェイニングを実現した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ネットワークの広帯域化に伴い、高精細のストリームデータを扱うアプリケーションの普及が見込まれている。8K超高精細映像を扱うアプリケーションは放送分野・医療分野をはじめとして、様々な研究分野の可視化にも有効である。現在8K超高精細映像の製作はその映像サイズが莫大であるため、専用機を用いたローカルなシステムでしか行うことができないが、本提案環境を用いることで誰でもどこからでもネットワークを通して高精細映像の製作・配信が可能になる。本技術を発展させる事で、手持ちのPCをネットワークに接続するだけで、様々な分野で8K映像編集・配信が可能となる新たなメディア製作手法の確立に繋げる。

研究成果の概要（英文）： It is difficult to guarantee performance in ultra-high-definition (UHD) video processing based on cloud because of the large amount of data that necessitates management and resource contention. Therefore, this research proposes an architecture that overcomes the issues of the cloud by introducing an edge between the terminal and the cloud, thereby enabling processing of large amounts of uncompressed 8K UHD video data with low latency. To realize 100 Gbps-class video processing functions at the edge using software, a framework has been proposed that extends the data plane development kit (DPDK) that is used in software routers for video processing. Segment routing is also introduced for processing coordination to achieve service chaining for video processing.

研究分野：プロトコル処理

キーワード：8K超高精細映像処理 クラウドコンピューティング エッジコンピューティング 広帯域ネットワーク  
JGN SINETS

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 1 . 研究開始当初の背景

ネットワークの広帯域化に伴い、高精細のストリームデータを扱うアプリケーションの普及が見込まれている。ハイビジョンの16倍の画素数である8K超高精細映像を扱うアプリケーションは放送分野・医療分野をはじめとして、様々な研究分野の可視化にも有効である。

一方、普及が目覚ましいクラウドサービス(以後クラウド)を用いた8K映像アプリケーションの利用が期待されている。クラウドは、計算機ハードウェア上に構成した仮想計算機(VM: Virtual machine)群を時間単位で利用できるため、費用対効果が高い。しかしながら次の課題がある。1つが8K映像処理に用いる非圧縮フォーマットは扱うデータ量が大き(フル解像度8Kの60フレーム/sec仕様で48Gbps/ストリーム, 8Kデュアルグリーン: 8K-DG仕様で24Gbps/ストリーム)事である。このため、映像データを遠隔地に伝送したり、蓄積して編集したり、複数ストリームを用いて加工する運用には、ネットワーク帯域の確保に加えて、パケット処理性能、演算性能・蓄積配信性能の確保が必要である。また他の課題として、クラウド上のVMの処理オーバヘッドが大きい事、割り当て方法や他のユーザの使用状況によって性能が低下する事、さらにはリソース競合により予期せぬ性能低下が発生する事である。このため、クラウドのVMの潜在能力を引き出すためには、新たなアーキテクチャモデルが必要である。

## 2 . 研究の目的

本研究の目的は、映像処理アプリケーション向けにクラウドの計算機の演算・蓄積能力の有効活用を狙い、端末側と映像フレーム単位で同期動作するエッジ部の導入で、リアルタイム処理には不向きと言われたクラウドの課題を克服し、8K超高精細映像のような大容量データを低遅延で処理可能とするアーキテクチャモデルの提案である。

端末とクラウドの間に、フレーム単位(60フレーム/secで16.6ms)の同期制御が可能なエッジ部を設け、この粒度で端末側と同期を取った上で、クラウドのVM群の統括制御、複数ストリームの同期や待ち合わせ処理を行う。さらにVMやネットワークの性能低下の検出機構および端末側との遅延量調整機構と組み合わせたモデルを提案する。

アーキテクチャモデルの要求性能は、フル解像度8K映像のリアルタイム処理を目標と定め、実装可能な構成を明らかにする。このためエッジ部では、48Gbps/ストリームのデータ量を最低2つ扱うため、入力データ量が約100Gbpsを処理する目標設定を行った。

## 3 . 研究の方法

本アーキテクチャモデルの実現に向けて、次のような課題に取り組む。

- (1) エッジとクラウドが連携した高速パイプライン処理モデルおよび大容量蓄積モデル
- (2) VMおよびNWリソースの突発的な性能低下の検出手法
- (3) 端末部のアプリケーションとエッジ部間でのAPIインタフェース

## 4 . 研究成果

### [1]100Gbpsのストリームデータ処理能力を有するエッジ部が統括するクラウド分散処理モデルの確立

#### [1-1]エッジ部が統括するクラウド分散処理モデルの確立

具体的なエッジ処理モデルとして、様々な映像処理機能を想定し検討を進めた。また将来の仮想化基盤への展開を見据えて、ソフトウェアでの処理能力を定量評価した。本テーマでは数10Gbpsのストリームパケットの処理が必要なために、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の処理をソフトウェアで実現した。DPDKは、主にソフトウェアパケットルータやスイッチ、ロードバランサーなどのネットワーク装置用に高速パケットフォワード処理を行うためのものである。DPDKを使うと特定のCPUコアやネットワークインタフェースカード(NIC: Network Interface Card)を高速プロトコル処理のために占有する事が可能である。この機能を映像処理向けに拡張することで、通常のLinux上でのスレッド等のプログラミング手法と比較して極めて低いオーバヘッドで実行できる。また商用システムのクラウド設備がNFVへの対応のために、DPDKの枠組みをサポートしはじめているため、今後適用しやすいメリットがある。

具体的な動作はIPパケット化された映像ストリームデータを割り当てたNICからソフトウェアパケットスイッチ([3]で後述する)に入力し、特定のCPUコア群で映像処理を行った後に、リアルタイムでパケット出力する。この一連のパイプライン動作が容易にカスタマイズ可能なライブラリであるDPDKフレームワークを開発した。

これにより実装した1つのアプリケーションが複数の8Kライブ映像を切り替える映像スイッチング機能への応用である。具体的な動作はIPパケット化された映像ストリームデータを割り当てたNICからDPDKフレームワークを実行するソフトウェアパケットスイッチに入力し、特定のCPUコア群で映像処理を行った後に、リアルタイムでパケット出力する。この一連のパイプライン動作をDPDKフレームワークを用いて記述した。従来、広域マルチキャスト技術を

そのまま複数の映像ストリームを切り替えると、切り替え要求から切り替えまでに数 100ms から映像装置の同期外れに起因して数秒も待たされる課題があった。この課題に対し、本アプリケーションでは DPDK フレームワークを用いて図 1 に示すペイロード差し替え方式を図 2 の形で実装する事で高速な映像切り替えを実現した。本方式を、NICT の雪まつり実証実験(2019.2) で初めて可視化し、現在は DPDK フレームワークによる映像処理により、4 系統の 8K-DG(24Gbps/ストリーム)の切り替えや 2 系統のフル解像度 8K (48Gbps/ストリーム) の切り替えを 1 フレーム以内に実現するトータル 100Gbps の処理速度を実証した。本システムについて、学会発表 3 件および、展示会 3 件の発表を進めたところ、内外から DPDK の新しい応用分野として注目を浴びた。

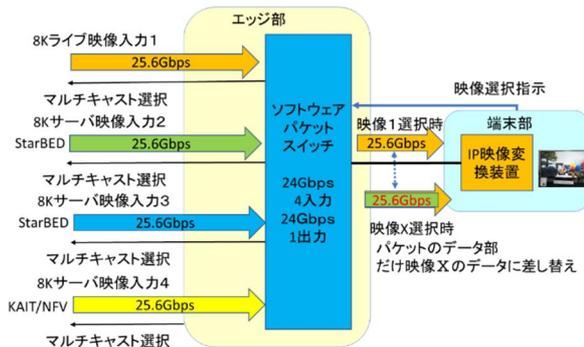


図 1 ペイロード差し替え方式による映像スイッチング機能の実現

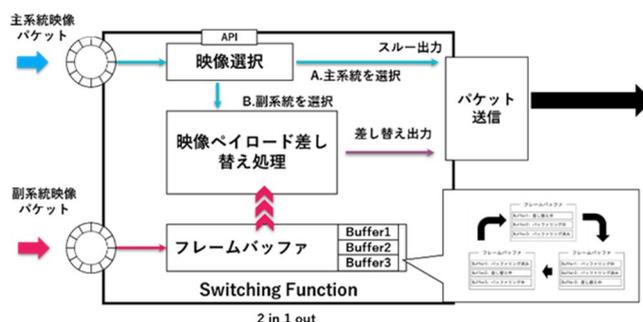


図 2 ペイロード差し替え方式の DPDK による実装

### [1-2]複数の映像処理機能のサービスチェインニングの実現

様々な映像処理機能を自在に連携して実際の映像ワークフローを構成するためには、クラウドとエッジで複数の映像処理機能を自在に連動させる仕組みが必要となる。そこでこれらの相互接続網の実現のためにセグメントルーティングの一つである、SRv6 (Segment Routing IPv6) を用いたサービスチェインニングを導入することで、ネットワーク上の映像処理機能をリアルタイムに相互接続・連動させ、必要に応じてそれらの組み合わせを切り替えることができる映像処理向けシステムを構築した。

まず研究室でのミニマム構成で実験を進めた。これは、映像処理機能の中で遅延補正処理を SRv6 対応とし、SRv6 ルータとの組み合わせによるプロトタイプシステムを作成し、25.6Gbps の非圧縮 8K-DG 映像に対応可能な性能を確認した。次に、映像スイッチング機能を図 3 のように SRv6 対応の映像処理機能に改造し、2021.2 に実施された NICT の高精細映像伝送実験において、東阪ネットワークを用いた実網で検証を実施した。

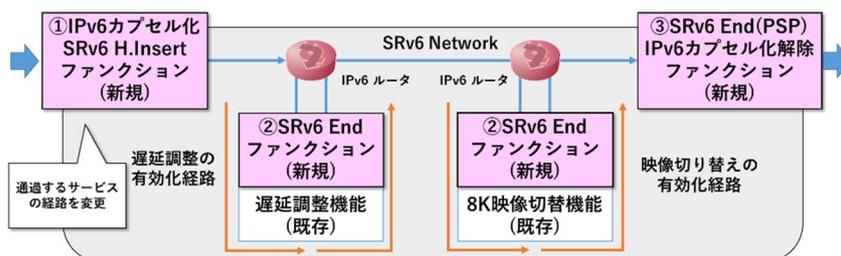


図 3 SRv6 を用いた映像処理機能連携

本実証実験は、NICT, NII をはじめとする複数の関係組織との共同で、札幌 - 東京 - 大阪間の 100Gbps 広帯域国内回線を用いて、各地の 8K 非圧縮映像ソースを 3 ストリーム (76.8Gbps) 用いて実験を進めた。新規開発した SRv6 相互結合網は、NTT 堂島 (大阪), KDDI 大手町, NTT

大手町の3箇所で分散構成し、SRv6 相互結合網内には、(A)遅延補正用の映像処理機能と(B)映像切り替え用の映像処理機能を設置した。入力された映像ソースに応じて、映像処理機能を自在に組み合わせて映像処理を行い、受信拠点では、端末の要求に従い複数の映像ソースを1映像フレーム(16ms)以内に無瞬断で切り替えて編集を行う実験を成功させた。このように生放送での映像切り替えを模擬したワークフローをデモンストレーションし、放送業者の方に有効性を評価して頂いた。また、学会発表を行い、これまでSRv6関係者も扱っていなかったような広帯域アプリケーションという事で様々な反響にもつながった。

### [1-3]トランスコード機能の実現

映像処理機能として、市中で使われる2種類の非圧縮8K映像(8Kデュアルグリーン8K-DG:24Gbpsおよびフル解像度8K:48Gbps)の映像フォーマット変換を行うトランスコード機能を実現させた。入出力映像サイズが大きいため、様々な並列処理化を検討した結果、SIMD並列命令群(AVX512)を使って複数コアで並列化する事による高速化が可能である事を示した。また、IP入出力処理にこれまで提案してきたDPDKのフレームワークを併用する事で、図4に示す構成で毎秒60フレームの非圧縮8K映像を対象にリアルタイム映像変換処理を実現する事に成功した。各映像処理機能は、ソフトウェアのみで実現されており、必要なコアを割り当て並列処理可能である。

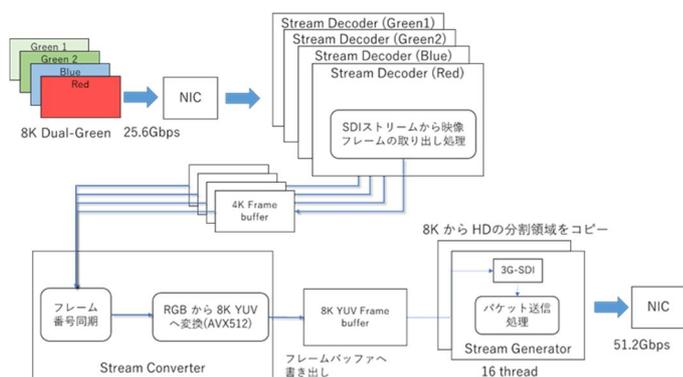


図4 トランスコード機能の処理概略

提案アーキテクチャによるリアルタイム映像処理ワークフローの例として、8K-DGリアルタイム映像スイッチング機能、トランスコード機能、フル解像度8K映像スイッチング機能を連携させて端末に送出するプロトタイプを作成した。2022年2月のNICT主催の超高精細映像遠隔配信実験2022において、札幌8Kカメラ、沖縄8Kカメラ、クラウドに構築した2つの8K映像サーバなど多地点からの8K映像を用いて、端末で製作作業をしている製作者の要求に従って無瞬断に切り替えると同時に、切り替え後の8K映像をフォーマットの変換を1フレーム以内で無劣化で提供した。本システムの詳細については、国際会議に投稿中である。

### [1-4]クラウド部の高速化技術の検討

従来から着手していたクラウド内での4K非圧縮映像を題材にした映像合成処理について、モデルを一般化する事で、高精度な性能シミュレーションを行う手法を確立して、情処論文誌を含む学会発表2件に繋げた。これを利用して、8K映像の高度な処理に向けて、「映像データのフレームの分割とエリア分割によるロードバランス機構」の提案に繋げていく。

また、クラウドの高速化技術として、Linuxで広く使われているハイパーバイザーであるKVM(Kernel-based Virtual Machine)で構成された複数VMを用いた8K-DG非圧縮映像サーバを実現し、学会発表に繋げた。本検討の中で、KVMで構成したVMでover Gbpsの処理性能を安定的に引き出すためには、SR-IOV(Single Root I/O Virtualization)やCPU pinningのように一般的に知られた高速化の手法の適用効果だけでは不十分で、仮想OS種類やコア数やメモリ容量の割り当てにかなり実装ノウハウが必要である事を明らかにした。このシステムをNIIのNFV北海道、NFV東京に分散構築したサーバからマルチキャストでの8K映像送信を行い、神奈川工科大学に設置したDPDKベースのソフトウェアルータKamueeおよび伝送装置で受信する系を作成し検証している。8K映像サーバは、札幌6VM(18Gbps)と東京2VM(6Gbps)を連携して使う事で、トータル24Gbpsを達成している。

### [2]高精度リソース監視方式の確立

大容量のストリームデータの安定伝送や処理確認のために、ネットワーク状況の高精度なりソース監視が必要となり、リアルタイム性に優れた100Gbpsの処理能力を持つネットワークモニタ表示装置をDPDKベースで開発している他、マルチレーン伝送される非圧縮8K映像ストリームの高速リアルタイム解析を行うストリームモニタ機能を開発した。本検討では複数ストリームに対応したモニタ機構として、24Gbpsや48Gbpsの8K非圧縮映像等の広帯域ストリームの振舞をリアルタイム観測するシステムを図5のように実装して評価している。本システム

は、各パケットを上位レイヤの RTP まで解析する事で、ストリームの遅延差、パケット落ち、順序逆転等の情報を詳細に解析するものであり DPDK フレームワークを用いて実装した。ストリーモニタは映像パケットの解析結果を受信タイムスタンプ情報と共にフローとして保持し、パケットロスやパケット間ギャップ等を集計する。さらに、図 6 に示すストリーモニタ用の GUI でフロー情報を統計情報と共に可視化し、非圧縮 8K 映像ストリームの伝送品質のリアルタイム監視を可能にした。

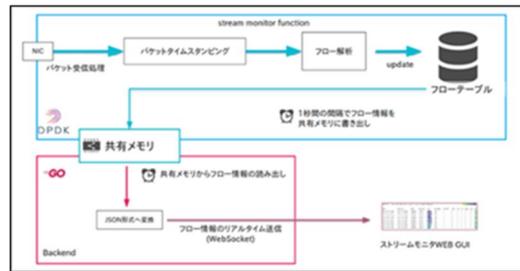


図 5 ストリーモニタの構成

Port	IP	Flow ID	Source	Destination	Source	Destination	Start	End	Count	LossRate	Drop	Drop Rate								
1	10.10.10.1	1	10.10.10.100	10.10.10.100	10.10.10.100	10.10.10.100	1000000000	1000000000	1000000000	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
1	10.10.10.1	2	10.10.10.100	10.10.10.100	10.10.10.100	10.10.10.100	1000000000	1000000000	1000000000	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
1	10.10.10.1	3	10.10.10.100	10.10.10.100	10.10.10.100	10.10.10.100	1000000000	1000000000	1000000000	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
1	10.10.10.1	4	10.10.10.100	10.10.10.100	10.10.10.100	10.10.10.100	1000000000	1000000000	1000000000	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
1	10.10.10.1	5	10.10.10.100	10.10.10.100	10.10.10.100	10.10.10.100	1000000000	1000000000	1000000000	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
1	10.10.10.1	6	10.10.10.100	10.10.10.100	10.10.10.100	10.10.10.100	1000000000	1000000000	1000000000	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
1	10.10.10.1	7	10.10.10.100	10.10.10.100	10.10.10.100	10.10.10.100	1000000000	1000000000	1000000000	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
1	10.10.10.1	8	10.10.10.100	10.10.10.100	10.10.10.100	10.10.10.100	1000000000	1000000000	1000000000	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
1	10.10.10.1	9	10.10.10.100	10.10.10.100	10.10.10.100	10.10.10.100	1000000000	1000000000	1000000000	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
1	10.10.10.1	10	10.10.10.100	10.10.10.100	10.10.10.100	10.10.10.100	1000000000	1000000000	1000000000	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00

図 6 ストリーモニタの GUI 表示

本システムを用いて、DPDK で作成した映像処理機能のパイプライン処理能力が満足しているかの性能検証に用いた他、クラウドの VM で構成した 8K 映像サーバの各 VM のプロトコル送出性能の低下をリアルタイムで監視する事も可能である。様々な実証実験において、異常状態を監視するツールとして連携研究者から高く評価された。

また、回線からのキャプチャデータをハードウェアベースで分割し、複数のノードで並列処理を行う事で、100Gbps を超えるキャプチャ性能を目指した並列モニタシステムの検討を行い、プロトタイプについて基本評価を行い、国際会議の場で発表を行った。

### [3]API を考慮したソフトウェアパケットスイッチの設計

ソフトウェアパケットスイッチは、クラウドやエッジに配置し、映像パケットのプロトコル処理と、様々な DPDK フレームワークを用いて記述された映像処理を実行する機構である。図 7 に示すように、基本パケットプロトコル処理のためのパケットの送受信やカプセル化や、前述の様々な映像リアルタイム処理を個別の独立したファンクションとして実装し、ファンクション間のパケットの受け渡しはリングバッファを介して行う設計としている。実行時に動作させるファンクション間の接続情報やコア割り当て情報はコンフィグレーションによって定義可能である。また、REST API を介して、外部のコントローラから実行中の動作変更を可能にすることで、処理内容を制御可能な構成として設計した。

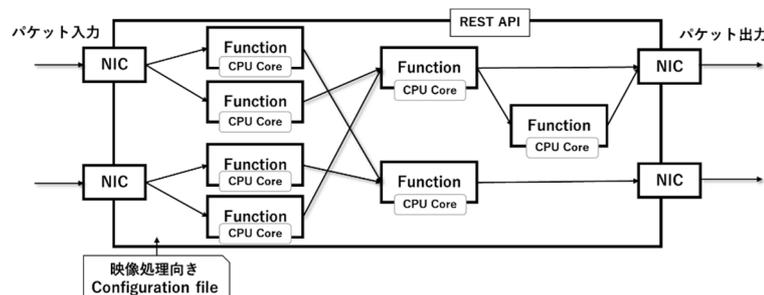


図 7 ソフトウェアパケットスイッチ

### 謝辞

本研究は、マイルストーン毎に実証実験を進めながら、性能検証を行うと共に様々な方からの意見をいただきながら進めた。実証実験の際にお世話になっている、JGN を運営する NICT 総合テストベッド研究開発推進センターテストベッド連携企画室、テストベッド研究開発運用室の関係者の皆様および、SINET5 を運営する NII 学術ネットワーク研究開発センターおよび学術基盤課 SINET 利用推進室の皆様へ深謝する。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 丸山 充, 瀬林克啓, 君山 博之, 青木 弘太, 小島 一成, 漆谷 重雄, 栗本 崇, 河合 栄治, 大槻 英樹, 小林 和真	4. 巻 121
2. 論文標題 招待講演 エッジとクラウドの連携による8K超高精細映像処理システムの実現	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 信学会, 信学技報, no. 421, CQ2021-121	6. 最初と最後の頁 118-123
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 青木弘太, 丸山 充, 瀬林克啓, 石岡朋紘, 伊藤悠真, 君山博之	4. 巻 121
2. 論文標題 広域SRv6網を用いた超高精細映像処理のサービスチェイニングの実現	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 信学技報, no. 171, NS2021-67	6. 最初と最後の頁 55-60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 君山博之, 丸山 充, 小島一成, 藤井竜也	4. 巻 61
2. 論文標題 複数クラウドを使った大容量リアルタイム並列分散処理フレームワークの提案	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 1922-1935
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Hideki Otsuki, Eiji Kawai, Katsuyoshi Setoyama, Hiroyuki Kimiyama, Katsuhiro Sebayashi, Mitsuru Maruyama	4. 巻 1570666905
2. 論文標題 Parallel Monitoring Architecture for 100Gbps and Beyond Optical Ethernet	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The 35th International Conference on Information Networking (ICIN2021), Theory for Networking, Cloud and Virtualization	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 丸山 充, 瀬林 克啓, 岩田 一, 小島 一成, 君山 博之	4. 巻 BI-7-5
2. 論文標題 テストベッドを用いた8K超高精細映像処理システムの実現	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 2020年信学会ソサエティ大会, 通信講演論文集2	6. 最初と最後の頁 SS73-74
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 石岡朋紘, 瀬林克啓, 樋口駿, 丸山充, 青木弘太, 碓井悟, 藤原達弥	4. 巻 120
2. 論文標題 SRv6を用いた大容量リアルタイムサービスチェイニングの実現	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 信学技報, IA2020-15	6. 最初と最後の頁 7-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 君山博之, 丸山 充, 小島一成, 藤井竜也	4. 巻 27
2. 論文標題 複数クラウドを使った大容量リアルタイム並列分散処理フレームワークの提案と評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 情報処理学会, 第27回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, DPSWS2019	6. 最初と最後の頁 187-194
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 君山博之, 丸山 充, 小島 一成, 藤井 竜也	4. 巻 2019
2. 論文標題 複数クラウドを用いた大容量リアルタイム並列分散処理システムとその性能評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 情報処理学会, DICOM02019シンポジウム	6. 最初と最後の頁 1181-1189
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 池田哲也, 瀬林克啓, 青木弘太, 丸山 充, 君山博之, 高橋 宏和, 栗本崇, 漆谷重雄, 河野 隆	4. 巻 119
2. 論文標題 KVM上の仮想マシンを用いた8K映像ストリームサーバの実現	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 信学技報, vol. 119, no. 460, NS2019-224	6. 最初と最後の頁 259-264
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 青木弘太, 丸山 充, 瀬林克啓, 君山博之, 高橋 宏和, 大槻英樹, 漆谷重雄	4. 巻 119
2. 論文標題 ネットワークエッジ部における8K超高精細映像処理の実現	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 信学技報, vol. 119, no. 460, NS2019-223	6. 最初と最後の頁 253-258
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 青木弘太, 丸山 充, 瀬林克啓, 君山博之, 河野 隆, 高橋 宏和	4. 巻 119
2. 論文標題 ソフトウェアパケットスイッチを用いた8K超高精細映像の切り替え処理の実現	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 信学技報, vol. 119, no. 5, NS2019-7	6. 最初と最後の頁 37-42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 丸山 充, 瀬林克啓, 君山 博之, 青木 弘太, 小島 一成, 漆谷 重雄, 栗本 崇, 河合 栄治, 大槻 英樹, 小林 和真
2. 発表標題 エッジとクラウドの連携による8K超高精細映像処理システムの取り組みとB5G時代に向けた今後の展望
3. 学会等名 先端ネットワーク利用に関するワークショップ「ADVNET2021」, オンライン開催 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤悠真, 青木弘太, 樋口 駿, 瀬林克啓, 丸山 充
2. 発表標題 映像の安定配信を目指した動的なトラフィックモニタリングの検討
3. 学会等名 信学会 2022総合大会, 情報システムソサエティ特別企画 ジュニア&学生ポスターセッション予稿集, ISS-P-042
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岩崎昂大, 瀬林克啓, 丸山 充, 小原 泰弘, 栗本 崇, 漆谷 重雄
2. 発表標題 NFVによる大容量映像配信システムの高度化の提案
3. 学会等名 信学会2022年総合大会, B-7-6, オンライン
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 瀬林 克啓, 丸山 充, 岩田 一, 小島 一成, 小林 和真, 大槻英樹, 漆谷重雄, 栗本崇, 小原泰弘, 佐野道則, 君山博之
2. 発表標題 100Gbps広域テストベッドを用いた非圧縮8K超高精細映像リアルタイムエッジ処理実験の取り組み
3. 学会等名 先端ネットワーク利用に関するワークショップ「ADVNET2020」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 瀬林 克啓, 丸山 充, 岩田 一, 青木 弘太, 君山 博之, 小林 和真, 河合 栄治, 漆谷 重雄
2. 発表標題 100Gbps広域テストベッドを用いた非圧縮8K超高精細映像リアルタイム処理実験の取り組み
3. 学会等名 先端ネットワーク利用に関するワークショップ「ADVNET2019」, 東京大学 武田ホール, 2019.10.4.
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

関連プレスリリース ・「神奈川工科大学が、複数の映像処理エッジを連携させた8K非圧縮ライブ映像のネットワーク製作・配信実験に成功」神奈川工科大（大学プレスセンター），2022.3.29, <a href="https://www.u-presscenter.jp/article/post-47891.html">https://www.u-presscenter.jp/article/post-47891.html</a> ・「神奈川工科大学が、世界に先駆けてクラウドやエッジを自在に連携させる8K非圧縮ライブ映像編集実験に成功」神奈川工科大（大学プレスセンター），2021.2.17, <a href="https://www.u-presscenter.jp/article/post-45301.html">https://www.u-presscenter.jp/article/post-45301.html</a>
---

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	君山 博之 (Kimiya Hiroyuki) (10757644)	大同大学・情報学部・教授  (33907)	
研究分担者	瀬林 克啓 (Sebayashi Katsuhiro) (90762394)	神奈川工科大学・情報学部・特任教授  (32714)	
研究分担者	小島 一成 (Kojima Kazuya) (50360251)	近畿大学・産業理工学部・准教授  (34419)	
研究分担者	漆谷 重雄 (Urushidani Shigeo) (70442522)	国立情報学研究所・アーキテクチャ科学研究系・教授  (62615)	
研究分担者	栗本 崇 (Kurimoto Takeshi) (80768185)	国立情報学研究所・アーキテクチャ科学研究系・准教授  (62615)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	河合 栄治  (Kwai Eiji)  (40362842)	国立研究開発法人情報通信研究機構・総合テストベッド研究開発推進センター・上席研究員    (82636)	
研究分担者	大槻 英樹  (Otsuki Hideki)  (80358861)	国立研究開発法人情報通信研究機構・ネットワーク研究所・プランニングマネージャー    (82636)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関