

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：32714

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26330121

研究課題名(和文) 広帯域ストリームデータの安定伝送を支える協調連携型ネットワーク解析システム

研究課題名(英文) High-accuracy network measurement and analysis technology to support stable transmission of uncompressed ultra-high-definition live-streaming videos

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) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：ネットワークの広帯域化に伴い、8K/4K超高精細映像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。広帯域でリアルタイム性を持つストリームデータは、伝送状況の影響を非常に受けやすく、安定運用のためには輻輳等の原因箇所の特定が不可欠である。このため提案者は、低遅延で描画表示が可能なover 100Gbps対応の高精度ネットワークモニタ装置と複数装置の連携により問題箇所を特定するシステムを開発した。これを様々な8K/4K非圧縮広帯域映像伝送トライアルでの使用を通して、有効性を評価した。

研究成果の概要(英文)：The demand for high-bandwidth applications, which include video streaming services is increasing. To enable stable video streaming over networks with speeds of the order of several ten Gigabits per second (Gbps), we monitored transmission status in real time by using high-accuracy network measurement technology. For this purpose, we have developed a new network monitoring system called an 8K video traffic meter. The 8K video traffic meter monitors and analyzes several 10 Gbps lines simultaneously and depicts usage with a visual representation of the actual transmission status. During the Sapporo Snow Festival Verification Test Event hosted by NICT in February 2017, we used the 200 Gbps lines of JGN and SINET5 to store and distribute two synchronized uncompressed 8K (7680 × 4320 pixels) ultra-high-definition videos at network speeds of up to 107 Gbps. Through these experiments, we evaluated the performance of the proposed high-accuracy network measurement and analysis solution.

研究分野：情報ネットワーク

キーワード：ネットワークモニタ ネットワーク解析

1. 研究開始当初の背景

ネットワークの広帯域化に伴い、大容量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。例えばハイビジョンの4倍の画素数である4K映像やスーパーハイビジョン(SHV)など高画質な映像を扱うアプリケーションである。特にこれら高画質な映像を用いた遠隔地間でのやり取りを支援するアプリケーションは、社会活動の活性化に有効と考える。刻々と変化するネットワークにおいて、広帯域ストリームデータを常時安定して情報配信し、かつ即時性を保証するには、ネットワークや伝送状況の把握が重要である。また現在のネットワークの技術動向を概観してみると、SDN(Software Defined Network)技術が進展し、制御プレーンとデータプレーンに分離する事で、ユーザが望むネットワーク構成を仮想ネットワークとして柔軟に設定できる時代が来ており、今後は多段に仮想化されたネットワークの上での各プレーンの伝送状況の把握が必要となる。またOpenFlow技術のように、プログラマブルなネットワーク制御が可能になると設定ミスにより予期せぬ切断やヘッダ書き換えによるトラブルが起き、これを検出可能なシステムの需要が出てきている。

提案者は、連携機関との間で6.4Gbpsの帯域を必要とする4K非圧縮の広帯域ストリームデータを対象に高精度ネットワーク測定装置(PRESTA 10G)を接続し東阪区間の複数個所でいくつかのレイヤを調査しながら伝送実験を行っている。本装置は、汎用PCに最小限のハードウェアを付加したアーキテクチャでありながら、10Gbpsワイヤレートでのキャプチャおよびパケット生成が可能、また測定プラットフォームの標準化であるperfSONAR(PERformance Service Oriented Network monitoring Architecture)に準拠する特徴を持つ。通常の粒度では分からない映像送信装置のレートスケジューリングの不具合によるパケット落ちやスイッチの設定ミスによるパケットの揺らぎの発生などが観測できるメリットがある一方で、様々なレイヤの観測手順が煩雑、高精度故に集計データが巨大となり可視化に時間を要す、あるポスト解析の事例では該当のフローの同定だけで数時間を要した経験からネットワーク解析システムの全体アーキテクチャについて再考を考えた。

上記の背景のもとで、課題をまとめる。

- 広帯域ストリームデータを対象としたネットワークの障害切り分けでは、問題事象の申告を契機にオペレータが、仮想/論理ネットワークと物理ネットワークのマッピングを行い、該当箇所にネットワーク測定装置を接続する。その上でアプリケーションが使うプロトコルとポート番号等をオペレータが理解し、キャプチャフィルタの設定や監視プログラムを動かし、問題個所の切り分けを行っており

自動化についてはまだ未着手な部分が多い。

- 広帯域ストリームデータを対象としたリアルタイム状況の可視化は、数種類のレイヤの情報の取得は実現できているが、クライアントから全ての高精度ネットワーク測定装置にperfSONARに準拠したXML形式で問い合わせるため、伝送オーバーヘッドが大きく描画までに数分の時間を要する課題がある。
- 高精度ネットワーク測定装置で取得したフルキャプチャデータを使って、高精度の時刻情報を用いた詳細解析は機能的には実現できるが、大容量である上に、ファイル形式も汎用的なpcap形式で保存されているため、検索に多大な時間を要する課題がある。

2. 研究の目的

本研究では広帯域ストリームデータの伝送において、映像フレーム落ちや音声飛びの原因を引き起こすネットワークノードの自動絞り込み機能と、原因を高精度に究明するポスト解析機能を実現する。広帯域でリアルタイム性を持つストリームデータは、伝送状況の影響を非常に受けやすく、安定運用のためには輻輳等の原因箇所の特定が不可欠だが、原因箇所は刻々と変化するため、特定は困難であった。提案者が、高精度ネットワークモニタ装置を使って進めてきたシステム開発・実験をベースに本研究はこれを発展させ、高精度な分解能で多角的なレイヤ解析を行うパケット解析ノードが協調的に連携することで原因箇所の特定を行う協調連携アーキテクチャを提案する。

3. 研究の方法

本研究では、障害発生の問題箇所を自動的に絞り込む検査分析機能と詳細なパケットキャプチャ情報を基にポスト解析を行う機能を以下のように実現する。

(1) ノードの協調連携による検査分析の自動化方式

(2) 伝送状況を多面的に分析し、リアルタイムに可視化する機能

(3) 高精度時刻情報が付与されたキャプチャデータから該当フローを抽出し相関を取る事で、時間軸での原因追究を可能とするポスト解析機能

本研究は、産学官の連携実験で実際の広帯域映像伝送アプリケーションを使った実験で実証しながら進め、この機会を有効に利用し、実ユーザのニーズを確認しながら研究の方向性についてフィードバックを行いながら目標を見直す形とする。

4. 研究成果

平成26年度は、システム全体の機能連携に向けた基本検討とリアルタイム分析処理系の拡充を目指して、具体的なアプリケーション

ョンとして、over10Gbps の広帯域ストリームデータ伝送と、OpenFlow 等の SDN で制御されたネットワーク上での Gbps クラスのストリーム伝送における多面的な観測系を取り上げ、具体的な障害時の機能連携シナリオの作成を行い、システム化の検討を進めた。

(1) over10Gbps の広帯域ストリームデータアプリケーション

2014.2 の情報通信研究機構(NICT)の雪祭り実験イベントにおいて、8K 超高精細映像(24Gbps)を遠隔伝送・蓄積配信するトライアルに参加する機会を得て、over10Gbps 対応のトラヒックモニタが必要となり、(3)に示すプロトタイプ装置を用いて関連成果と共に対外発表した^[11,14,28]。

2015.2 の NICT の雪祭り実験^[42]では NICT の StarBED の複数台の CPU ノードを利用し 8K 仮想サーバ^[9]を世界に先駆けて構築し、マルチキャストで多地点に配信する取り組みを行い、トラヒックモニタで多面的なトラヒック監視を実現し、関連成果と共に報道発表に繋がった^[33]。

(2) SDN で制御されたネットワークにおける多面的な観測

2014.11 に米国で行われた SC14 展示会^[43]で複数の日米間の太平洋ラインを含めて 10 箇所程度を多面的に観測する系を作成し、1 秒程度の遅延で可視化し、1.5Gbps のハイビジョンを非圧縮で伝送する場合の障害箇所を明らかにした。またオペレータがその結果を使って OpenFlow 制御により使用するパスを切り替える実験を行い、公表した^[7,12,25]。

また、SDN で制御されたネットワークにおける観測結果を基に制御を行う応用研究として 4K 非圧縮 6.4Gbps のストリーム伝送を対象に、網トラヒックを観測し、帯域が不足した場合にパス制御により網内ノードの連携機能としてハイビジョンの 1.5Gbps へ圧縮するトランスコードを自動的に行うシステムを作成し、その結果を情処 DPS ワークショップ等^[10,13]等で発表した。

(3) over10Gbps のトラヒックモニタの開発

アプリケーションとして設定した over 10Gbps を分析可能なモニタ機材は、1)そもそも市販品があまりない、2)ジッタ等の影響を受けるためより低遅延のリアルタイム画像表示が必要、3)上位レイヤまで対応する解析ノード化には高速処理が必要、という課題があり、今回は、10Gbps のインタフェースを複数有しカード内に 36 個のコアを持つ市販の並列処理ボードを利用して、図 1 に示す 40Gbps のパケットキャプチャおよびリアルタイム可視化を行う「8K トラヒックメータ」を開発した。本装置の機能を発展させ、図 2 に示す 1 秒以内のパケットの伝送状況を詳細に解析して GUI(Graphic User Interface)で可視化する機能を付加した。キャプチャのタイムスタンプ精度を市販の測定器と比較する形で検証し、本研究のパケット解析ノードとして、開発を進める事とした。

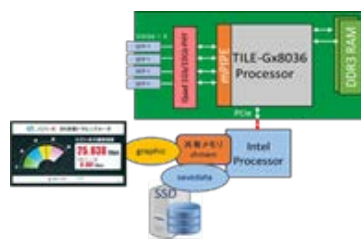


図 1 8K トラヒックメータのアーキテクチャ

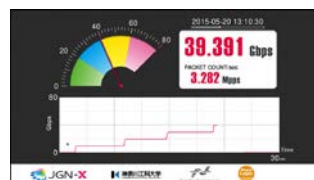


図 2 8K トラヒックメータリアルタイム測定

本装置は 2014.6 の Interop Tokyo 2014 展示会^[44]で動態展示した他、80Gbps のキャプチャ性能拡大版を 2015.2 の NICT の雪祭りイベント^[42]で実験利用した。

雪祭りイベントでは、StarBED 上の 8K 仮想サーバを用いた多地点配信を行う実験で、多面的なトラヒック監視に利用した他、1 フレーム程度の低遅延画像表示機能により、8K サーバ自身の並列送送のスケジューリングのバグの発見に繋がるなどの効用を確認し、成果の公表^[5,8,24]を進めた。

平成 27 年度は、ポスト解析のプロトタイプと並列処理手法について重点的に進めた。前年度進めた 8K 超高精細映像(24Gbps)を対象とした広帯域映像ストリーム伝送・蓄積配信技術について、内外から様々な反響^[23,26,27,29]があった他、開発した 8K トラヒックメータが、デバッグや評価データ収集用のツールとして利用され複数の研究成果^[1,4]の創出に繋がった。2015.6 の Interop Tokyo 2015^[41]の実験においては、NICT の StarBED を使ったマルチレート仮想サーバを実現したが、その際の伝送状況を可視化するために 8K トラヒックメータを利用し、Best of Show Award 「ShowNet デモンストラレーション部門 グランプリ、サイエンス部門 審査員特別賞」の受賞に繋がった。また、2015.11 の SC15^[40]や 2016.2 の NICT 雪まつり実験^[39]においても、本研究の 8K トラヒックメータのリアルタイム分析処理機能を利用した実験が行われ、関連成果と共に報道発表^[32]した他、評価実験を進めて公表^[3,21]した。

このような状況を踏まえて、平成 27 年度の目標であるポスト解析のプロトタイプと並列化手法についても、当初の目標を上回る over10Gbps の広帯域映像ストリームを対象にした多地点のポスト解析に取り組む事とした。この具体的な解析例として図 3 に示すような広域網を使って 8K/4K マルチレート仮想サーバの同期配信性能やマルチキャストネットワーク制御の処理時間を多地点で明らかにして研究会^[6]で公表した他、ポ

スト解析に必要な処理量についての評価 [17,22]を進めた。

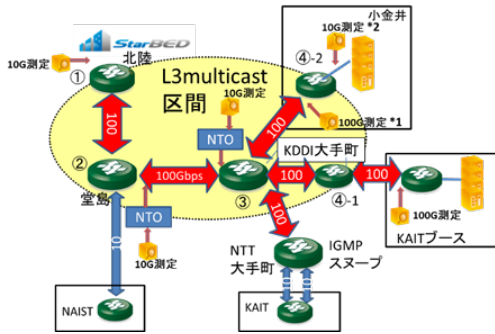


図 3 100G ネットワークにおける多地点測定実験
また障害時の検査分析の自動化に向けて、任意の回線を動的に選択してキャプチャデータを解析ノードに集約する手段として、市販スイッチのタッピング集約機能を利用したプロトタイプを作成を新たに進めた。

平成 28 年度は、最終年度としてシステム化を図り、8K 超高精細映像を題材として、以下のように実現した。

(1) ノードの協調連携による検査分析の自動化

上位レイヤの解析機能として、RTP(Realtime Transport Protocol) パケットのリアルタイム解析機能を実装し、シーケンス番号の異常検出などを障害報告条件として指定できるようにした他、複数の測定装置で収集した障害情報を汎用ログ収集システム (fluentd) の枠組みを使って集約する事で、障害発生区間の特定を行う機能を図 4 に示す形で実装した。

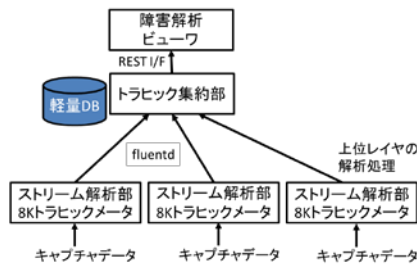


図 4 協調連携による検査分析の自動化

(2) 伝送状況の多面的な分析とリアルタイム可視化機能

8K 超高精細映像を扱う事により over 100Gbps の回線容量を並列に同時解析する必要性が生じた。このような多地点の高速パケットキャプチャ機構を実現するために、図 5 に示すように市販の汎用スイッチのタッピングデータの集約機能を用いて、任意の複数回線のキャプチャデータからヘッダ情報を抽出し、これを特定ポートに集約し、一括で処理するモニタ機能を再設計した。集約部では、一括で解析処理を行う必要があるため、高速処理性能が要求されるが、このために、Intel DPDK を使って解析処理に CPU の特定コアを占有させる事により、over 100Gbps のキャプチャ・分析性能を達成した他、トラ

ヒック表示・障害表示の GUI リアルタイム可視化を実現した。本システムを 2017 NICT 雪まつり実験^[35]の over100Gbps 伝送実験において利用し、有効性を検証した。関連成果と共に、報道発表^[30]を進めた。

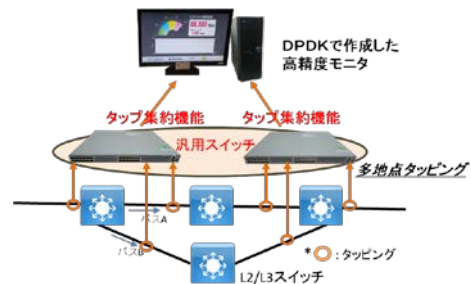


図 5 over100G ネットワークモニタの実現

(3) 高精度時刻情報に基づくポスト解析機能

上記の可視化システムにおいて、過去の任意の時間からのデータを独自データ形式で格納し、リアルタイムで可視化する機能を付与し、キャプチャ地点毎の障害前後のトラヒックの状況を可視化する事で、処理オーバヘッドを少なく問題点の追究を可能とした。

上記のシステム化と並行して、様々なアプリケーション実験に本システムを利用し、評価を進めた。2016.5 の SINET5 開通式^[38]では、一ツ橋講堂と沖縄科学技術大学院大学 (OIST)間の 8K 映像伝送をリアルタイム監視、2016.6 の Interop Tokyo 2016^[37]では、商用 IX (Internet exchange) 経由での 8K 映像伝送実験を行い、多地点での監視に利用した。また、2016.11 の SC16^[36]においては、8K の CG(Computer Graphics)映像伝送^[2]を海外との間で実施し、その時の 100Gbps 太平洋ネットワーク区間の監視に利用した。他の成果と共に報道発表^[31]に繋げた。これらのアプリケーションへの適用例を研究会等^[19,20]の場で、発表した。また、広帯域映像伝送と高速ファイル伝送の共存状況の解析^[15]、SDN 実験への応用^[16,18]などの様々な実験に利用できる測定・解析システムになった。

本研究の目的は、(1)ノードの協調連携による検査分析の自動化方式、(2)伝送状況を多面的に分析しリアルタイムに可視化する機能、(3)高精度時刻情報が付与されたキャプチャデータから該当フローを抽出し相関を取る事で、時間軸での原因追究を可能とするポスト解析機能の検討である。本研究は、8K 超高精細映像の広帯域映像伝送をアプリケーションとして適用し、産学官の連携実験の場で有効性を確認しながら進めた為、当初の目標速度 (overGbps) を遙かに上回る、100Gbps クラスの広帯域映像ストリームを対象とした研究に発展した。

各項目について、進捗を整理する。

(1)については、多地点で映像伝送プロトコルとして RTP の解析 (レイヤ 7) からパケット伝送特性 (レイヤ 2) を解析実行し、障害情報を集約する事でどの障害発生区間を可

視化するシステムを実現した。

(2)については、over100Gbpsの分析・可視化機能を実現するために、市販の汎用スイッチのタッピングデータの集約機能を用いて、任意の複数回線で並列に実行されるキャプチャデータからヘッダ情報を抽出し、これを特定ポートに集約し、一括で処理するモニタ機能を再設計した。集約部では、一括での高速解析処理を実現するために、Intel DPDK(Data Plane Development Kit)を使うことで、1フレーム遅延程度のover 100Gbpsのキャプチャ・分析性能を達成した他、トラヒック表示・障害表示のGUIリアルタイム可視化を実現した。

(3)については、over100Gbpsのポスト解析を行うために、障害発生時の時点の過去の任意の時間からのデータをリアルタイムで可視化する機能を付与し、キャプチャ地点毎の障害前後のトラヒックの状況を可視化する事で、高速性を保ったまま問題点の追究ができるプロトタイプ作成を作成した。

現在、本研究で提案した事項および様々な実験から得られた評価結果をまとめており、これを早期に学会で公表する予定である。

最後に、先日行われた Interop Tokyo 2017^[34]において、商用ISP網の伝送監視に、本システムのモニタ・解析機能が利用され、Best of Show Award「ShowNet デモンストラーション部門 審査員特別賞」の受賞に繋がった事を付記する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 14 件)

- [1] Hiroyuki Kimiyama, Mitsuru Maruyama, Masayuki Kobayashi, Masao Sakai, Satria Mandala, "An UHD Video Handling System Using a Scalable Server over an IP Network", International Journal of Advanced Media and Communication, InderScience publishers, 2017 Vol. 7 No. 1, pp.1-19.(査読有)
- [2] 小島一成, 河合栄治, 大槻英樹, 小林和真, 漆谷重雄, 山田博司, 栗本崇, 君山博之, 岩田一, 丸山 充, "多地点 MOCAP ストリーミングによる 8K リアルタイム CG 非圧縮伝送", 信学会 NS 研究会, NS2016-219, pp.355-358, 2017.3.3.
- [3] 丸山 充, 君山博之, 大槻英樹, 小林和真, 林丈樹, 瀬戸山勝義, "8K/4K 広帯域ストリームデータの安定伝送を支える高精度ネットワークモニタ技術", 信学技報, vol. 115, no. 496, CQ2015-139, pp. 177-182, 2016.3.8.
- [4] 君山博之, 北村匡彦, 小島一成, 丸山 充, 藤井竜也, "大容量計算のための複数クラウドを使った動的並列分散処理フレームワークの提案," 第 24 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, DPSWS2016, 情報処理学会, pp.126-136, 2016.10.20.(査読有)
- [5] 丸山 充, 塩川茂樹, 清原良三, 小島一成, 井家 敦, 岩田 一, 高取祐介, "8K 映像コンテンツを自在にハンドリング可能なストリーミングクラウド環境の実現に向けて," IT を活用した教育シンポジウム 2015

講演論文集 第 10 巻, 神奈川工科大学, ISSN 1881-6061, pp.86-89, 2016.3.5.

- [6] 丸山 充, 君山博之, 大槻英樹, 小林和真, 河野隆, 林丈樹, 瀬戸山勝義, 岩田一, "JGN-X の 100Gbps 広域ネットワークおよび StarBED3 を用いた非圧縮 8K/4K 超高精細映像素材のマルチレート同期配信実験," 信学会 IA 研究会/ADVNET, IA2015-33, pp.19-24, 東京大学, 2015.10.19.
- [7] Hiroyuki Kimiyama, Masahiko Kitamura, Mitsuru Maruyama, Tatsuya Fujii "High-resolution Video Transmission Network System Using Dynamic SDN," APCC2015, Vol.21, pp.338-342, 2015.10.15.(査読有)
- [8] 丸山 充, 君山博之, 油谷 暁, 垣内正年, 大槻英樹, 小林和真, 河野隆, 林丈樹, 小林正之, 田中篤史, 佐野道則, 小島一成, 岩田一, "非圧縮 8K 超高精細映像素材を用いた over 10Gbps IP マルチキャスト伝送とクラウド上での蓄積配信・加工処理の実現," 信学会 NS 研究会, NS2015-21, pp.39-44, 東京大学, 2015.5.21.
- [9] H. Kimiyama, M. Maruyama, M. Kobayashi, and M. Sakai, "Uncompressed 8K-Video System Using High-Speed Video Server System Over IP Network," Proc. of 2015 Asia Pacific Conference on Multimedia and Broadcasting, Vol.1, pp. 99-105, 2015.4.23.(査読有)
- [10] 岩崎 祐也, 丸山 充, 樋口 駿, "広帯域ストリーム伝送を実現する動的なアプリケーションネットワーク制御方式の提案," IT を活用した教育シンポジウム 2014 講演論文集 第 9 巻, 神奈川工科大学, ISSN 1881-6061, pp.87-90, 2015.3.5.
- [11] 丸山 充, 上平員丈, 井上哲理, 塩川茂樹, 田中 博, 清原良三, 谷中一寿, 中津原克己, 小島一成, 井家 敦, 岩田 一, 高取祐介, "ストリーミングクラウド環境の実現に向けた 8K 超高精細映像素材の非圧縮伝送・蓄積配信実験," IT を活用した教育シンポジウム 2014 講演論文集 第 9 巻, 神奈川工科大学, ISSN 1881-6061, pp.83-86, 2015.3.5.
- [12] 北村 匡彦, 君山 博之, 藤井 竜也, 丸山 充, "広域 L2/L3 網を使った仮想ネットワーク構成法の提案," 信学技報, vol. 114, no. 477, NS2014-211, pp. 197-202, 2015 年 3 月.
- [13] 岩崎祐也, 丸山 充, "広帯域ストリーム伝送を実現する動的なアプリケーションネットワーク制御方式の提案," 情報マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, Vol.2014, No.5, ISSN 1892-0840, pp.217-223, 2014. (査読有)
- [14] 丸山 充, 君山 博之, 油谷 暁, 垣内 正年, 大槻英樹, 小林 和真, 酒井 昌男, 小林 正之, 佐野 道則, 井家 敦, "広帯域 IP 網を用いた 8K 超高精細映像素材の非圧縮伝送・蓄積配信の実現," 信学技報, vol. 114, no. 28, NS2014-34, pp. 57-62, 2014.5.16.

〔学会発表〕(計 15 件)

- [15] 佐々木 渉, 丸山 充, 山中顕次郎, 漆谷重雄, 栗本崇, 山田博司, 君山博之, "広帯域映像伝送システムにおけるストリームとファイル転送の共有制御", 信学会 2017 総合大会, B-6-88, 2017.3.25.
- [16] 岩崎祐也, 鈴木健太, 樋口 駿, 丸山 充, "広帯域ストリーム伝送を実現する動的なアプリケーション

- ンネットワーク制御方式の提案”, 信学会 2017 総合大会, B-6-53, 2017.3.24.
- [17] 渡部慎也, 丸山 充, “クラウドを用いた大容量キャプチャデータの並列分散処理に関する研究,” 神奈川工科大学 IT を活用した教育研究シンポジウム 2016, 第 11 巻, ISSN 2432-0285, Vol. 11, pp.69-72, 2017.3.8.
- [18] 鈴木健太, 樋口駿, 岩崎祐也, 丸山 充, “OpenFlow による広帯域映像スイッチング処理の最適化,” 神奈川工科大学 IT を活用した教育研究シンポジウム 2016, 第 11 巻, ISSN 2432-0285, Vol. 11, pp.73-76, 2017.3.8.
- [19] 丸山 充, “超高精細映像を自在にハンドリング可能な次世代コンテンツ制作環境の実現,” KAIT シンポジウム 2016, pp.81-91, 神奈川工科大学, 2016.12.10.
- [20] 丸山 充, 君山博之, 大槻英樹, 小林和真, 漆谷重雄, 山田博司, 栗本崇, 小島一成, 岩田一, “100Gbps 広域ネットワークを用いた非圧縮 8K 超高精細映像の配信実験の取り組み”, 広帯域ネットワーク利用に関するワークショップ (ADVNET2016). Oct.(2016).
- [21] Hideki Otsuki, Mitsuru Maruyama, Hiroyuki Kimiyama, “Uncompressed 8K live video transmission over 100G IP network with real-time encryption,” APAN42, Network Engineering Workshop, 100G links and the technologies session, 2016.8.4.(招待講演)
- [22] 乙部一真, 丸山 充, 林 丈樹, 瀬戸山勝義, 君山博之, “高精度 NW モニタを用いた解析実例と並列解析ツールの提案,” 信学会 2016 総合大会, 情報システムソサエティポスター, ISS-P-20, 2016.3.15.
- [23] 丸山 充, “8K 超高精細の映像伝送とその未来,” 中国総合通信局, 最先端 ICT 利活用セミナー, KKR 広島ホテル, 2015.12.9.(招待講演)
- [24] Hideki Otsuki, Eiji Kawai, Mitsuru Maruyama, Kazumasa Kobayashi, Masanori Goto, Shinji Shimojo, “Ultra-high-speed multi-casting of uncompressed 8K video streams at “Sapporo Snow Festival 2015,” TNC2015 Conference, Poster session-06, 2015.6.15.
- [25] 君山博之, 丸山 充, “Dynamic SDN for Application”, APAN-JP NOC 報告, KDDI 大手町ビル, 2015.2.20.(招待講演)
- [26] 丸山 充, “8K/4K 映像素材の非圧縮伝送・蓄積配信実験,” Internet Week 2014/ D2 IP Meeting 2014: パネルディスカッション, 富士ソフトアキバプラザ, 2014.11.21.(招待講演)
- [27] 丸山 充, 君山博之, “8K 非圧縮映像の IP 長距離伝送,” IMC TOKYO 2014, 幕張メッセ, 2014.6.12. (招待講演)
- [28] Eiji Kawai, Tomoaki Takata, Mitsuru Maruyama, Kazumasa Kobayashi, Shinji Shimojo, Akira Yutani, “Ultra-high-speed transmission of uncompressed 8K streaming video of Sapporo Snow Festival 2014,” TNC2014 Conference, Poster session-01, 2014.5.21.
- [29] 丸山 充, “100Gbps 回線を用いた 8K/4K 映像素材の非圧縮伝送・蓄積配信実験,” 情報通信機構第

18回テストベッドネットワーク推進ワーキンググループ会合, ソラシティカンファレンスセンター, 2014.5.16. (招待講演)

〔図書〕(計0件)
〔産業財産権〕
○出願状況 (計0件)
○取得状況 (計0件)

〔その他〕
プレスリリース

- [30] 「神奈川工科大学が 8K 超高精細ライブ非圧縮映像とリアルタイムに生成した 8K CG 映像を用いて 100Gbps 超の大容量の遠隔配信実験に成功」神奈川工科大 (大学プレスセンター) ,2017.2.3.
- [31] 「神奈川工科大学が日米の複数拠点のモーションキャプチャデータから 8K 超高精細 CG 映像のリアルタイムレンダリング処理を行い, 非圧縮のままリアルタイム遠隔配信する実験に成功」神奈川工科大 (大学プレスセンター) ,2016.12.6.
- [32] 「神奈川工科大学が 100Gbps 回線で直結し, フルハイビジョンの 16 倍の「8K 超高精細映像素材」を非圧縮のまま暗号化配信する実験に成功」神奈川工科大(大学プレスセンター), 2016.2.5.
- [33] 「神奈川工科大学がフルハイビジョンの 16 倍の「8K 超高精細映像素材」を, 非圧縮のままストリーム型ビックデータとしてクラウド上で編集加工し, ネットワーク配信する実験に成功」神奈川工科大(大学プレスセンター) 2015.2.5.

展示会出展・共同実験実施

- [34] Interop Tokyo 2017 (2017.6.7-9 幕張メッセ: 神奈川工科大ブース)
- [35] 2017 さっぽろ雪まつり NICT 実験 (2017.2 札幌, グランフロント大阪)
- [36] SC16(2016.11 米国ソルトレイクシティ:NICT ブース)
- [37] Interop Tokyo 2016 (2016.6.8-10 幕張メッセ: 神奈川工科大ブース)
- [38] SINET5 開通式・NII オープンフォーラム (2016.5.25-27 一ツ橋講堂)
- [39] 2016 雪まつり NICT 実験 (2016.2 札幌, グランフロント大阪, 沖縄)
- [40] SC15(2015.16-19 米国オースティン:NICT ブース)
- [41] Interop Tokyo 2015 (2015.6.10-12 幕張メッセ 神奈川工科大ブース)
- [42] 2015 雪まつり NICT 実験 (2015.2 札幌, グランフロント大阪)
- [43] SC14(2014.11.17-20 ニューオリンズ:NICT ブース)
- [44] Interop Tokyo 2014(2014.6.11-13 幕張メッセ:NICT ブース)

6. 研究組織

- (1) 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
- (2) 研究分担者
- (3) 連携研究者
- (4) 研究協力者