

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：14201

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2023

課題番号：18K11316

研究課題名（和文）エッジ指向ビデオオンデマンドシステムによる無中断映像再生の実現

研究課題名（英文）Achieving Uninterrupted Video Playback by Edge-Oriented Video on Demand System

研究代表者

義久 智樹 (Yoshihisa, Tomoki)

滋賀大学・データサイエンス学系・教授

研究者番号：00402743

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：スマートフォンでYouTube動画の視聴中に再生が中断されることがあるように、現状のビデオオンデマンド配信では、再生端末の数が多くなると再生が中断される。既存研究では、再生される映像データをあらかじめ受信することが難しく、再生中断回数を十分に削減できなかった。本研究では、エッジコンピューティング環境を活用した新しいビデオオンデマンドシステム（エッジ指向ビデオオンデマンドシステム）を全体構想とし、再生中断のないビデオオンデマンド配信に取り組んだ。この目的を達成するために「フレームレート依存エッジ伝送」「嗜好ベースプリ受信」「再生受信状況適応型映像品質」という独自のコンテンツ管理技術を打ち出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで、再生中断のないビデオオンデマンド配信をエッジサーバを用いて実現することは、再生する映像データをあらかじめ受信しておく点が困難であり、莫大な記憶容量と通信帯域が必要で非現実的と考えられていた。本研究では、独自のコンテンツ管理技術を打ち出し、この困難を取り除いた。本研究の創造性は、エッジ指向ビデオオンデマンドシステムというこれまでになく全く新しいビデオオンデマンドシステムを誕生させる点にある。国際的に見ても先駆的な研究内容であり、大きなインパクトのある研究成果を達成した。

研究成果の概要（英文）：In current Video on Demand (VoD) services, playback interruptions occur as the number of playback devices increases, similar to how playback can be interrupted while watching YouTube videos on a smartphone. Existing research has struggled to adequately reduce the frequency of playback interruptions due to the difficulty in pre-receiving the video data being played. In this study, we propose a new VoD system utilizing edge computing environments, termed the Edge-Oriented Video on Demand System, aimed at achieving uninterrupted video playback. To achieve this objective, we introduce novel content management techniques: Frame Rate Dependent Edge Transmission, Preference-Based Pre-Reception, and Playback Reception Condition Adaptive Video Quality.

研究分野：情報科学、情報工学およびその関連分野

キーワード：ビデオオンデマンド エッジコンピューティング コンテンツ配信

## 1. 研究開始当初の背景

**YouTube** や **Cloud Video ( USTREAM の後継 )** といったインターネット放送では、視聴したいときに視聴したい映像を視聴するビデオオンデマンド配信が可能だが、再生端末が多い場合に再生が中断される問題がある。例えば、人気のある動画の視聴中に再生が中断されたり、再生ボタンをタップしても再生が始まらないことがある。視聴する映像が長時間前に決まっている場合には、その映像ファイルをあらかじめ再生端末にダウンロードして中断なく再生するダウンロード配信が可能だが、本研究では、ホームページで公開されている映像リストの中から視聴したい映像を選択して視聴するように、視聴する映像が直前に決められるビデオオンデマンド配信を対象サービスとしている。

一方、**Google Home** や **Amazon Echo** といったインターネットの末端に接続する家庭内計算機(エッジサーバ)が近年導入されている。長時間稼働するエッジサーバに全ての映像ファイルをダウンロードしておくことで、利用者はダウンロード時間を意識することなく映像を視聴できる。しかし、インターネット放送で提供されている映像の数は非常に多く、全ての映像ファイルをあらかじめダウンロードするには莫大な記憶容量と通信帯域が必要で非現実的である。実際に、**YouTube** の投稿動画は **10 億本以上**あり、**1 本 5 メガバイト**としても **5 ペタバイト**の記憶装置が必要になる。**YouTube** では **1 分に約 1200 本 ( 1 本 5 分の場合 )**の動画が投稿されており、遅れずにダウンロードするためには **800Mbps** もの通信帯域が必要になる[1]。

ビデオオンデマンド配信においてエッジサーバを用いることで、少記憶容量や狭通信帯域といったこれまでよりさらに過酷な状況において無中断映像再生を実現できる。しかし、エッジコンピューティング環境において再生する映像ファイルをあらかじめダウンロードすることが難しく、これまでにエッジサーバを用いて再生中断のないビデオオンデマンド配信を実現するための研究が行われていなかった。これらのことから、ビデオオンデマンド配信における中断のない映像再生(無中断映像再生)の実現は非常に困難な問題として捉えられ、冒頭に示した通り解決のための研究が近年世界中で活発に行われている。

[1] <https://youtube-jp.googleblog.com/2017/02/10.html>

## 2. 研究の目的

本研究では、エッジコンピューティング環境を活用したエッジ指向ビデオオンデマンドシステムによる無中断映像再生の実現を目的とする。エッジコンピューティング環境とは、インターネットの末端に接続された長時間稼働するエッジサーバを積極的に用いるコンピューティング環境である。再生端末がエッジサーバから映像データを受信することで、映像の配信サーバから受信する場合と比べて、配信サーバにかかる処理負荷および通信負荷を軽減できる(図1)。これまで、再生中断のないビデオオンデマンド配信をエッジサーバを用いて実現することは、再生する映像データをあらかじめ受信しておく点が困難であり、莫大な記憶容量と通信帯域が必要で非現実的と考えられていた。本研究では、「フレームレート依存エッジ伝送」「嗜好ベースプリ受信」「再生受信状況適応型映像品質」という独自のコンテンツ管理技術を打ち出し、この困難を取り除く。これらの技術により、エッジコンピューティング環境はビデオオンデマンド配信に適した環境へと進化する。本研究の位置づけを図2に示す。本研究の創造性は、エッジ指向ビデオオンデマンドシステムというこれまでになく全く新しいビデオオンデマンドシステムを誕生させる点にある。国際的に見ても先駆的な研究内容であり、大きなインパクトのある研究成果を期待できる。

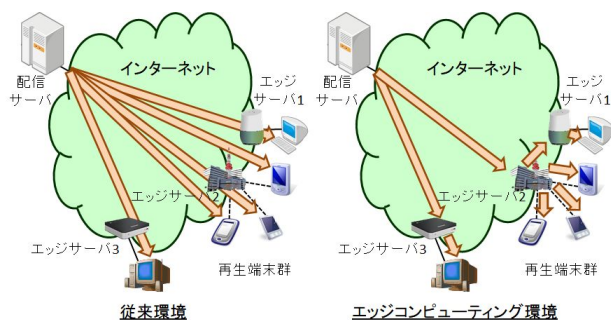


図1: エッジコンピューティング環境

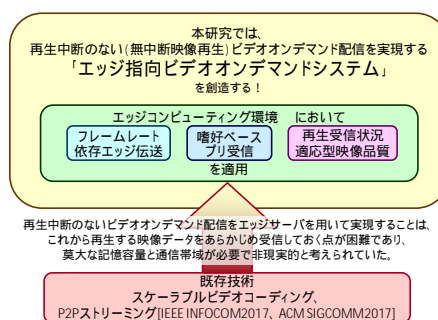


図2: 本研究の位置づけ

### 3. 研究の方法

本研究では、エッジ指向ビデオオンデマンドシステムにおける映像データの配信手法を、配信技術を提案してシミュレーションおよび実機評価を行うことで、無中断映像再生を実現できるまで明らかにする。エッジ指向ビデオオンデマンドシステムでは、エッジサーバは、接続されている再生端末が映像を再生している間（再生フェーズ）や再生前（待機フェーズ）に、複数の映像ファイルの一部のデータを配信サーバや他のエッジサーバから受信して保存する。利用者が視聴したい映像の再生を再生端末に指示すると、再生端末は再生する映像データをエッジサーバから受信する。エッジサーバが映像データを保持していない場合には配信サーバから受信する。本研究では、以下の項目に分けて研究を効率よく進める。

#### (1) 再生フェーズおよび待機フェーズにおける映像配信技術

配信サーバの通信量を削減することで、配信サーバはエッジサーバや再生端末に映像データを短時間で送信できる。このため、再生端末は高確率で再生開始時刻までに映像データを受信でき、再生中断回数を削減できる。しかし、エッジ指向ビデオオンデマンド配信という全体構想自体が新しく、これまでに配信サーバの通信量を効果的に削減する技術がなかった。そこで本研究では、フレームレート依存エッジ伝送を提案する。

ビデオオンデマンド配信では、タブレットやノートパソコンといった再生端末の処理能力に応じて同じ映像でも異なるフレームレート（1秒あたりの画像の数）で再生することが一般的であり、エッジサーバは再生端末の処理能力に適したフレームレートの映像データを再生フェーズや待機フェーズで受信する。スケーラブルビデオコーディングを用いることで一つの符号化された映像ファイルから複数のフレームレートの映像を復号できる。フレームレート依存エッジ伝送では、エッジサーバが配信サーバからだけでなく他のエッジサーバから映像データを受信することで配信サーバの通信量を削減する。例えば図3では、エッジサーバE<sub>1</sub>、E<sub>2</sub>、E<sub>3</sub>はそれぞれ15、10、5fpsで同じ映像データを受信している。上部の表は、各エッジサーバがフレームを受信する時刻を示している。単純に配信サーバSがE<sub>1</sub>~E<sub>3</sub>に映像データを送信する（左の伝送木）と、合計30fpsの通信量になる。この場合、表の矢印に示す通り、E<sub>2</sub>が時刻0と200で受信するフレームはE<sub>1</sub>も受信するためE<sub>1</sub>から受信でき、E<sub>3</sub>はE<sub>2</sub>から受信できる。結果E<sub>1</sub>からE<sub>2</sub>に1秒間に5フレーム、E<sub>2</sub>からE<sub>3</sub>に1秒間に5フレーム伝送することで配信サーバの通信量が20fpsになり単純伝送に比べて削減できる（右の伝送木）。一方で、エッジサーバの通信量が増加するため、エッジサーバが通信する他のエッジサーバや再生端末の数を考慮して伝送木を作成する点が学術的に非常に難しい。

#### (2) 待機フェーズにおける映像配信技術

待機フェーズにおいて、利用者が視聴する可能性が高い映像のデータをエッジサーバが配信サーバからあらかじめ受信することで、再生フェーズにおける配信サーバの通信量を削減して再生中断回数を削減できる。そこで本研究では、嗜好ベースプリ受信を提案する。ビデオオンデマンド配信では、利用者は映像の更新通知を受け取るためにチャンネルなどの興味のある映像ジャンルをシステムに登録しておくことが多い。嗜好ベースプリ受信では、エッジサーバは、利用者の登録チャンネルや過去に視聴した映像を基に嗜好に合った映像を抽出して優先的に受信する。エッジサーバの記憶容量と映像の再生確率に応じて各映像ファイルで一部保存するデータサイズを算出する点が難しい。

#### (3) 再生フェーズにおける映像配信技術

再生フェーズにおいて、再生端末の再生中断回数や再生位置といった映像再生状況と、エッジサーバの受信済みデータサイズや映像数といった映像データ受信状況に、映像品質を適応させることで再生中断回数を削減できる。しかし、これらに適した映像品質を決定する点が学術的に難しく、これまでに再生状況と受信状況に応じて映像品質を決定する技術がなかった。そこで本研究では、再生受信状況適応型映像品質を提案する。本研究では、長時間稼働により得られるエッジサーバの適応性を人工知能技術により分析してこの困難を取り除く。

時刻[ミリ秒]	0	67	100	133	200	...
配信サーバ	○	○	○	○	○	...
エッジサーバ1(15fps)	○	○	○	○	○	...
エッジサーバ2(10fps)	○		○		○	...
エッジサーバ3(5fps)	○				○	...

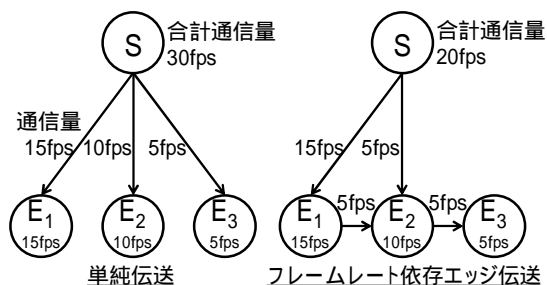


図3：フレームレート依存エッジ伝送の例



#### 4. 研究成果

最終的に、提案するコンテンツ管理技術を搭載したビデオオンデマンドシステムを開発し、実証実験を行った。また、提案技術をインターネット配信に適用した。それぞれの成果について以下に説明する。

##### (1) エッジ志向ビデオオンデマンドシステムの実証実験

###### ・システムの開発

開発した配信ソフトウェアのスクリーンショットを図4(上)に示す。スクリーンショットの左側は配信に関する設定を行う部分である。**UDP** パケットを送信するためのサーバアドレスやポート番号、マルチキャストアドレスを指定できる。映像ファイルの場所やセグメントの数も指定できる。スクリーンショットの右側は評価実験を行うために、各パラメータを自動的に変更する範囲を指定する部分である。また、開発した受信ソフトウェアのスクリーンショットを図4(下)に示す。スクリーンショットの左側は受信に関する設定を行う部分である。中央にあるのは動作確認のためのログ出力部分である。右側は放送帯域や遅延、エラー率といった受信に関する情報を表示する部分である。映像ファイル構成として **HLS** を用いた。実証実験に用いたハードウェアの写真を図5に示す。

###### ・性能評価

再生待ち時間の評価結果を図6に示す。**Actual** が実計測結果、**Simulation** がシミュレーション結果である。**Simple** は既存手法、**IBPB** はフレームレート依存エッジ伝送および再生受信状況適応型映像品質を備えた提案技術を示す。横軸がセグメント数、縦軸が平均再生待ち時間である。まず、セグメント数が増えるほど平均再生待ち時間が短くなるのが分かる。これは、セグメント数が増えるほど最初のセグメントのデータサイズが小さくなって受信にかかる時間が短くなるためである。一方で、セグメント数が増えるほどその短縮量は小さくなる傾向にあるのが分かる。これは、セグメントのデータサイズがセグメント数に反比例して小さくなるためである。既存手法の平均再生待ち時間は **6.45 [s]**、提案技術の平均再生待ち時間は **1.01 [s]** となり、最大で **84%**短縮できることが分かる。

さらに、ドラマをよく視聴する再生端末に対して映像の前半をあらかじめ受信する嗜好ベースプリ受信を用いた場合の再生待ち時間を図7に示す。このグラフより、前半セグメント群を多く放送するほど平均再生待ち時間が短くなる傾向にあることが分かる。これは、前半セグメント群が頻りに配信され、再生端末が初めのセグメントを受信できる機会が増加するためである。

##### (2) インターネット配信への適用

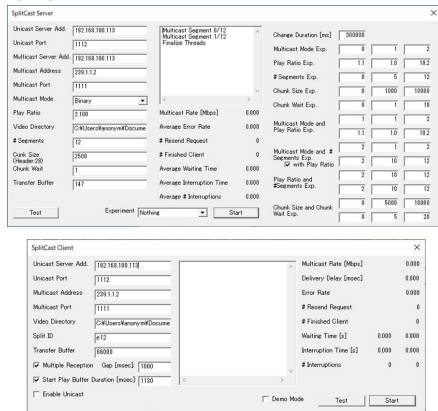


図4：開発したソフトのスクリーンショット

図5：事象実験に用いたハードウェア

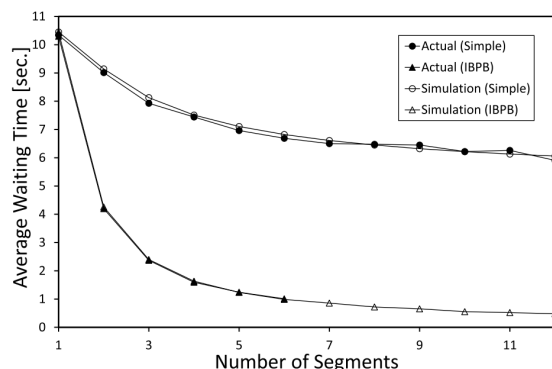


図6 既存手法および提案手法の平均待ち時間

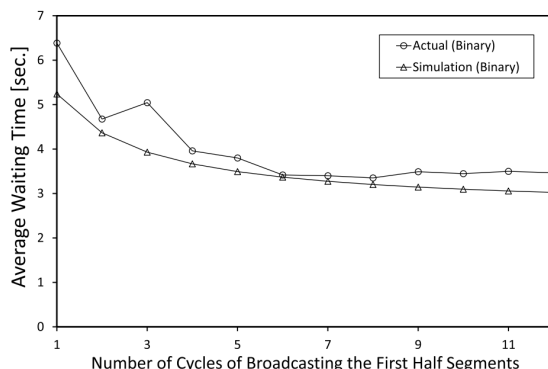


図7：嗜好ベースプリ受信の効果

・システムの開発

研究代表者らは、前の研究において同世界放送システムを実装している。同世界放送では、すべての参加者が同じ世界に存在するかのように見せるために様々な処理が考えられる。まず、必須の処理として合成元となる映像の背景除去を行う。また、ユーザ側での任意の操作として自身の映像の表示位置、サイズ、回転、重なり順の調整を可能とした。重なり順は、複数の映像が同じ位置に表示されることになる場合に、どの映像が前面または背面に表示されるのかを表す。図 8 に実装した同世界放送システムのスクリーンショットを示す。講義室の風景を背景に設定し、参加者が椅子に座っている様子を再現した例となっている。前述のユーザ側での各操作は、画面右側のパネルで行える。映像の合成方法については、図 9 (a) に示すような、特定のノードのみに映像を集めて合成処理をする「集中合成」と、図 9 (b) に示すような、提案手法である「分散合成」の 2 種類を実装した。分散合成としては、様々な収集木が考えられるが、本実装ではシンプルな構成としてデージーチェーン、2 分木および 4 分木を用いたフレームレート依存エッジ伝送の 3 パターンを実装した。これらの合成方法の違いによって、映像の合成処理にかかる時間の比較を LAN 環境や情報通信研究機構のテストベッド JOSE を利用した環境で行った。その結果、合成する映像数（同世界放送の参加人数）が多くなるほど、フレームレート依存エッジ伝送により処理を分散させることでより短時間で同世界映像を生成できることが確認できた。

・性能評価

図 10 は非遮蔽のシナリオにおける計算時間の結果を示している。横軸はノード数、縦軸は計算時間である。また、縦軸は対数目盛となっている。全探索はつねに最適な収集木を構築できる一方で、8 ノードの時点で 1,000 秒以上の計算時間を要しており、他の手法に比べて非常に長い時間がかかっている。同世界放送においてこのように計算時間が長くなると、ユーザは収集木構築が完了するまで長時間待つ必要があり実用的ではない。よって、全探索は現実的な解法とは考えられず、本研究ではこれ以降測定の対象外とした。

図 11 は更新率を示している。収集木の構築にかかる計算時間については、提案手法が最も長く 50 ノードで約 0.3 秒となっている。集中型とデージーチェーンについては、ほぼ 0 秒となっている。しかし、ノードの増減がなければ収集木は一度構築するのみであり、大きな影響はないと考える。計算時間は更新率については、提案手法はノード数が 48 を超えるとデージーチェーンに劣るものの、それ以外では他の手法よりも良い結果を示している。これは、非遮蔽シナリオでは、遮蔽グラフでは集中型と同じ収集木しか構築できないものの、孤立ノードをうまく処理した結果集中型よりも優れた収集木を構築できているためである。

5. まとめ

本研究では、再生中断のないビデオオンデマンド配信に取り組み「フレームレート依存エッジ伝送」「嗜好ベースプリ受信」「再生受信状況適応型映像品質」を打ち出した。



図 8：開発したソフトのスクリーンショット

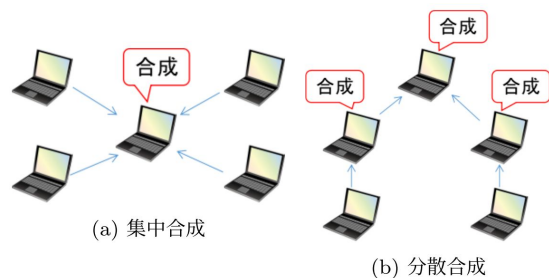


図 9：集中合成と分散合成

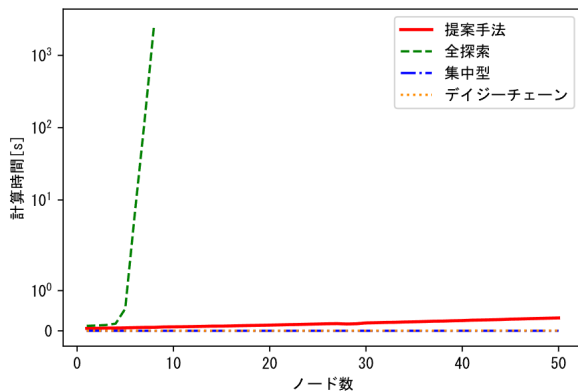


図 10：適切なエッジ伝送の処理にかかる時間

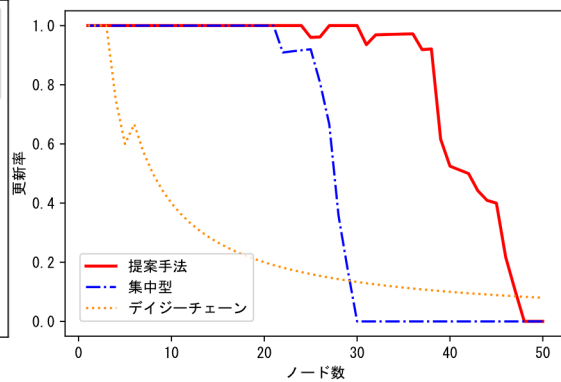


図 11：各手法の映像更新率

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 牧田航輝、川上朋也、松本哲、義久智樹、寺西裕一	4. 巻 Vol. 64、No. 2
2. 論文標題 同世界放送：映像の収集と合成をともなう分散型インターネットライブ放送利用統計を見	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 499-510
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20729/00224262	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Kawakami Tomoya、Yoshihisa Tomoki、Teranishi Yuuichi	4. 巻 12
2. 論文標題 A Sensor Data Stream Collection Scheme Considering Phase Differences for Load Balancing	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Mobile Computing and Multimedia Communications	6. 最初と最後の頁 75～89
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 松本哲、義久智樹、下條真司	4. 巻 10, 1
2. 論文標題 再生中断時間短縮のための無線放送型ビデオオンデマンドシステム	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌デジタルコンテンツ（DCON）	6. 最初と最後の頁 28～38
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 Kawakami Tomoya、Yoshihisa Tomoki、Teranishi Yuuichi	4. 巻 12
2. 論文標題 A Sensor Data Stream Collection Scheme Considering Phase Differences for Load Balancing	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Mobile Computing and Multimedia Communications	6. 最初と最後の頁 1～15
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4018/IJMCMC.20210401.oa1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Yoshihisa Tomoki、Hara Takahiro	4. 巻 Early Access
2. 論文標題 A Low-Load Distributed Stream Processing System for Continuous Conjunctive Normal Form Queries	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Cloud Computing	6. 最初と最後の頁 1~13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TCC.2020.3034340	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 Yukonhiatou Chaxiong、Yoshihisa Tomoki、Kawakami Tomoya、Teranishi Yuuichi、Shimojo Shinji	4. 巻 27
2. 論文標題 A Method to Reduce Transaction Time for Real-time IoT Applications	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Information Processing	6. 最初と最後の頁 701~710
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2197/ipsjjip.27.701	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 Satoru Matsumoto、Yoshimasa Ishi、Tomoki Yoshihisa、Tomoya Kawakami、Yuuichi Teranishi	4. 巻 11
2. 論文標題 A Distributed Internet Live Broadcasting System for Multi-Viewpoint Videos	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Internatioinal Journal of Informatics Society (IJIS)	6. 最初と最後の頁 117~124
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 Yukonhiatou Chaxiong、Yoshihisa Tomoki、Kawakami Tomoya、Teranishi Yuuichi、Shimojo Shinji	4. 巻 11
2. 論文標題 A fast stream transaction system for real-time IoT applications	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Internet of Things	6. 最初と最後の頁 100182~100182
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.iot.2020.100182	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ei Khaing Win, Tomoki Yoshihisa, Yoshimasa Ishi, Tomoya Kawakami, Yuuichi Teranishi, Shinji Shimojo	4. 巻 Vol. 59, No. 9
2. 論文標題 Lightweight and Secure Certificateless Multi-receiver Encryption based on ECC	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2197/ipsj.26.612	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Tomoya Kawakami, Tomoki Yoshihisa, Yuuichi Teranishi	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 A P2P Sensor Data Stream Delivery System that Guarantees the Specified Reachability under Churn Situations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 印刷中
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計64件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 35件)

1. 発表者名 Yasuhiro Tsuboki, Tomoya Kawakami, Satoru Matsumoto, Tomoki Yoshihisa, Yuuichi Teranishi
2. 発表標題 A Real-Time Background Replacement Method Based on Estimated Depth for AR Applications
3. 学会等名 IEEE Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Koki Makida, Tomoya Kawakami, Satoru Matsumoto, Tomoki Yoshihisa, Yuuichi Teranishi
2. 発表標題 A Tree Construction Method for Distributed Video Collection and Composition on the Same World Broadcasting System
3. 学会等名 IEEE Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC) (国際学会)
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 坪木良宏、川上朋也、松本哲、義久智樹、寺西裕一
2. 発表標題 背景置換処理のオフローディングによるARシステムの実装評価
3. 学会等名 情報処理学会マルチメディア，分散，協調とモバイル (DICOMO) シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 牧田航輝、川上朋也、松本哲、義久智樹、寺西裕一
2. 発表標題 同世界放送システムのための遺伝的アプローチによる映像収集木構築手法の検討
3. 学会等名 情報処理学会マルチメディア，分散，協調とモバイル (DICOMO) シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小林靖明、川上朋也、松本哲、義久智樹、寺西裕一
2. 発表標題 空間情報処理のオフローディングによるリアルタイムAR積雪可視化システムの検討
3. 学会等名 情報処理学会マルチメディア，分散，協調とモバイル (DICOMO) シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yasuaki Kobayashi、Tomoya Kawakami、Satoru Matsumoto、Tomoki Yoshihisa、Yuuichi Teranishi
2. 発表標題 A Real-Time AR Visualization System of Snow-Covered Situations
3. 学会等名 IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ei Khaing Win、Tomoki Yoshihisa
2. 発表標題 A Similarity-Based Sensor Data Recovery Scheme
3. 学会等名 IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kaku Minowa、Tomoki Yoshihisa
2. 発表標題 Pre-cache Methods for Accomodating More Clients in Edge-Assisted Video-on-Demand Systems
3. 学会等名 International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 坪木良宏、川上朋也、松本哲、義久智樹、寺西裕一
2. 発表標題 推定深度に基づく動的背景置換によるAR仮想空間システムの実装
3. 学会等名 情報処理学会マルチメディアと分散処理ワークショップ (DPSWS)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小林靖明、川上朋也、松本哲、義久智樹、寺西裕一
2. 発表標題 空間情報処理のオフローディングによるリアルタイムAR積雪可視化システムの実装
3. 学会等名 情報処理学会マルチメディアと分散処理ワークショップ (DPSWS)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 青木総樹、川上朋也、松本哲、義久智樹、寺西裕一
2. 発表標題 地理的オーバレイネットワークを用いた可視領域に基づくメタパスオブジェクト管理手法の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会技報 (IA2022-49)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 箕輪格、義久智樹、矢野英人、甲斐尚人
2. 発表標題 深層学習によるリズムキープ指標を用いたストリートダンス評価システムの検討
3. 学会等名 電子情報通信学会技報 (IA2022-54)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Koki Makida, Tomoya Kawakami, Satoru Matsumoto, Tomoki Yoshihisa, Yuuichi Teranishi
2. 発表標題 A Tree Construction Method with a Genetic Algorithm for the Same World Broadcasting System
3. 学会等名 電子情報通信学会技報 (IA2022-71)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yasuhiro Tsuboki, Tomoya Kawakami, Satoru Matsumoto, Tomoki Yoshihisa, Yuuichi Teranishi
2. 発表標題 Implementation of an AR Virtual Space System with Dynamic Background Replacement Based on Estimated Depth
3. 学会等名 電子情報通信学会技報 (IA2022-74)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 牧田航輝、川上朋也、松本哲、義久智樹、寺西裕一
2. 発表標題 同世界放送システムにおける遺伝的アプローチによる映像収集木構築アルゴリズムの提案
3. 学会等名 情報処理学会研究報告マルチメディア通信と分散処理
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小林靖明、川上朋也、松本哲、義久智樹、寺西裕一
2. 発表標題 エッジコンピューティング環境におけるリアルタイムAR積雪可視化システムのための空間情報処理の軽量化手法
3. 学会等名 情報処理学会研究報告マルチメディア通信と分散処理
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Satoru Matsumoto, Tomoki Yoshihisa, Shinji Shimojo
2. 発表標題 A Data Scheduling Method for Video-on-Demand Systems on Radio Broadcasting Environments
3. 学会等名 IEEE Computer Software and Applications Conference (COMPSAC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Koki Makida, Tomoya Kawakami, Satoru Matsumoto, Tomoki Yoshihisa, Yuuichi Teranishi, Shinji Shimojo
2. 発表標題 Same World Broadcasting: An Internet Broadcasting System for Real-Time Distributed Video Compositions
3. 学会等名 IEEE Computer Software and Applications Conference (COMPSAC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yasuaki Kobayashi, Tomoya Kawakami, Satoru Matsumoto, Tomoki Yoshihisa, Yuuichi Teranishi, Shinji Shimojo
2. 発表標題 How Do Avatar Appearances Affect Communication from Others?
3. 学会等名 IEEE Computer Software and Applications Conference (COMPSAC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松本哲、義久智樹、川上朋也、寺西裕一
2. 発表標題 ライブカメラ映像を対象としたプライバシー指向映像管理方式の提案
3. 学会等名 情報処理学会シンポジウムシリーズ マルチメディア 分散 協調とモバイルシンポジウム (DICO2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小林靖明、川上朋也、松本哲、義久智樹、寺西裕一、下條真司
2. 発表標題 コミュニケーション円滑化のためのアバター選択支援手法の検討
3. 学会等名 情報処理学会シンポジウムシリーズ マルチメディア 分散 協調とモバイルシンポジウム (DICO2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 牧田航輝、川上朋也、松本哲、義久智樹、寺西裕一、下條真司
2. 発表標題 同世界放送：リアルタイム映像の収集と合成を伴う分散型インターネットライブ放送システム
3. 学会等名 情報処理学会シンポジウムシリーズ マルチメディア 分散 協調とモバイルシンポジウム (DICO2021)
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 Tomoki Yoshihisa
2. 発表標題 A Design and Development of a Near Video-on-Demand Systems
3. 学会等名 International Workshop on Advances in Data Engineering and Mobile Computing (DEMoC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Satoru Matsumoto、Tomoki Yoshihisa
2. 発表標題 An Efficient Large-Scale Video-on-Demand System on Edge Computing Environments
3. 学会等名 International Workshop on Informatics (IWIN 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomoki Yoshihisa
2. 発表標題 A Video Pre-Caching Scheme Based on Power Consumption on Edge Computing Environments
3. 学会等名 IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ei Khaing Win、Tomoki Yoshihisa
2. 発表標題 Prediction-Based Churn Resilient Hybrid Sensor Data Recovery Scheme
3. 学会等名 IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomoki Yoshihisa
2. 発表標題 An Efficient Machine Learning System for Connected Vehicles
3. 学会等名 International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing (3PGCIC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazuki Miyagoshi, Yuuichi Teranishi, Tomoya Kawakami, Tomoki Yoshihisa, and Shinji Shimojo
2. 発表標題 Proposal of a Logical Sensor Architecture using WoT-Based Edge Microservices
3. 学会等名 IEEE International Workshop on Advanced IoT Computing (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Chaxiong Yukonhiatou, 川上朋也, 義久智樹, 寺西裕一, 下條真司
2. 発表標題 An Implementation of PQI-based Surveillance Systems Changing Transaction Intervals Cyclically
3. 学会等名 情報処理学会シンポジウムシリーズ マルチメディア 分散 協調とモバイルシンポジウム (D1COMO)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮越一稀, 寺西裕一, 川上朋也, 義久智樹, 下條真司
2. 発表標題 WoTに基づくエッジマイクロサービスを用いた論理センサーアーキテクチャに関する一検討
3. 学会等名 情報処理学会シンポジウムシリーズ マルチメディア 分散 協調とモバイルシンポジウム (D1COMO)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松本哲, 義久智樹, 川上朋也, 寺西裕一
2. 発表標題 グラフ表現型画像処理プログラミングを用いたクラウド分散型インターネットライブ配信システム
3. 学会等名 情報処理学会シンポジウムシリーズ マルチメディア 分散 協調とモバイルシンポジウム (DICO MO)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomoki Yoshihisa, Yusuke Gotoh, and Akimitsu Kanzaki
2. 発表標題 A Continuous Media Data Broadcasting Model for Orbiting Base Stations
3. 学会等名 International Workshop on Advances in Data Engineering and Mobile Computing (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomoki Yoshihisa, Satoru Matsumoto, Tomoya Kawakami, and Yuuichi Teranishi
2. 発表標題 A Frame Rates Stabilization Scheme for Cloud Distributed Live Video Processing Systems
3. 学会等名 IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ei Khaing Win, Tomoki Yoshihisa
2. 発表標題 Rate Adaptive P2P Stream Merging for Hybrid Sensor Data Recovery
3. 学会等名 IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomoki Yoshihisa
2. 発表標題 A Simply Implementable Architecture for Broadcast Communication Environments
3. 学会等名 International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing (3PGCIC) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomoya Kawakami, Tomoki Yoshihisa, Yuuichi Teranishi
2. 発表標題 A Waiting Time Determination Method to Merge Data on Distributed Sensor Data Stream Collection
3. 学会等名 International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing (3PGCIC) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 牧田航輝, 川上朋也, 松本哲, 義久智樹, 寺西裕一, 下條真司
2. 発表標題 リアルタイム映像の収集と合成を伴う同世界放送システムの検討
3. 学会等名 マルチメディア通信と分散処理ワークショップ (DPSWS)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林靖明, 川上朋也, 松本哲, 義久智樹, 寺西裕一, 下條真司
2. 発表標題 アバターの外見が他者からのコミュニケーションへ与える影響の分析
3. 学会等名 マルチメディア通信と分散処理ワークショップ (DPSWS)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松本哲, 義久智樹, 川上朋也, 寺西裕一
2. 発表標題 V-High帯を用いた放送型ビデオオンデマンドシステムの評価実験
3. 学会等名 情報処理学会研究報告 (デジタルコンテンツクリエーション研究会2020-DCC-27)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Chaxiong Yukonhiatou, Tomoki Yoshihisa, Tomoya Kawakami, Yuuichi Teranishi, Shinji Shimojo
2. 発表標題 A Dynamic Intervals Determination Method Based on Transaction Rates for Real-time IoTApplications
3. 学会等名 Proc. IEEE International Workshop on Architecture, Design, Deployment and Management of Networks & Applications (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoki Yoshihisa, Satoru Matsumoto, Tomoya Kawakami, Yuuichi Teranishi
2. 発表標題 Trust-oriented Live Video Distribution Architecture
3. 学会等名 Proc. IEEE Computer Software and Applications Conference (COMPSAC'19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoki Yoshihisa, Yusuke Gotoh, Akimitsu Kanzaki
2. 発表標題 A Continuous Media Data Broadcasting Model for Base Stations Moving Straight
3. 学会等名 Proc. International Workshop on Advances in Data Engineering and Mobile Computing (DEMoC'19) (国際学会)
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 Tomoki Yoshihisa, Satoru Matsumoto, Tomoya Kawakami, and Yuuichi Teranishi
2. 発表標題 A Video Processing System to Stabilize Frame Rates on Trust-oriented Internet Live Video Distributions
3. 学会等名 Proc. International Workshop on Informatics (IWIN'19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Chaxiong Yukonhiatou, Tomoki Yoshihisa, Tomoya Kawakami, Yuuichi Teranishi, Shinji Shimojo
2. 発表標題 A Performance Evaluation of Object Detections by Progressive Quality Improvement Approach
3. 学会等名 Proc. of IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE'19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ei Khaing Win, Tomoki Yoshihisa
2. 発表標題 Efficient Hybrid Sensor Data Recovery Scheme
3. 学会等名 Proc. of IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE'19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Satoru Matsumoto, Tomoki Yoshihisa, Tomoya Kawakami, Yuuichi Teranishi
2. 発表標題 A Rule Design for Trust-Oriented Internet Live Video Distribution Systems
3. 学会等名 Proc. International Workshop on Streaming Media Delivery and Management Systems (SMDMS'19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Satoru Matsumoto, Kenji Ohira, Tomoki Yoshihisa
2. 発表標題 A Mathematical Analysis of 2-Tiered Hybrid Broadcasting Environments
3. 学会等名 Proc. International Workshop on Streaming Media Delivery and Management Systems (SMDMS'19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Dong Ling, Shuuichirou Murata, Ying-Feng Hsu, Tomoki Yoshihisa, Morito Matsuoka
2. 発表標題 Division-based Video Data Access Method for Hot/Cold Tiered Storage Systems
3. 学会等名 情報処理学会シンポジウムシリーズ マルチメディア 分散 協調とモバイルシンポジウム (DICO'19) 論文集
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 愛甲善之助, 義久智樹, 原隆浩
2. 発表標題 社会センサデータ生成・共有基盤におけるデータ生成時間短縮のための社会センサ実行時刻決定手法
3. 学会等名 情報処理学会シンポジウムシリーズ マルチメディア 分散 協調とモバイルシンポジウム (DICO'19) 論文集
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Chaxiong Yukonhiatou, Tomoki Yoshihisa, Tomoya Kawakami, Yuuichi Teranishi, Shinji Shimojo
2. 発表標題 An Implementation of Video Surveillance Systems with Progressive Quality Improvement Approach
3. 学会等名 情報処理学会シンポジウムシリーズ マルチメディア 分散 協調とモバイルシンポジウム (DICO'19) 論文集
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Chaxiong Yukonhiatou, Tomoki Yoshihisa, Tomoya Kawakami, Yuuichi Teranishi, Shinji Shimojo
2. 発表標題 An Implementation of Surveillance Systems with Dynamic Transaction Intervals under PQI Approach
3. 学会等名 情報処理学会研究報告 (マルチメディア通信と分散処理2019-DPS-181)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松本哲, 義久智樹, 川上朋也, 寺西裕一
2. 発表標題 トラスト指向インターネットライブ放送におけるフレームレート安定化方式
3. 学会等名 情報処理学会研究報告 (デジタルコンテンツクリエーション研究会2020-DCC-24)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松本哲, 石芳正, 義久智樹, 川上朋也, 寺西裕一
2. 発表標題 全天球カメラを用いたクラウド分散型インターネットライブ放送システムの評価
3. 学会等名 情報処理学会シンポジウムシリーズ マルチメディア 分散 協調とモバイルシンポジウム (DICOMO'18)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Chaxiong Yukonhiatou, Tomoki Yoshihisa, Tomoya Kawakami, Yoshimasa Ishi, Yuuichi Teranishi, Shinji Shimojo
2. 発表標題 A Scheme to Improve Stream Data Analysis Frequency for Real-time IoT Applications
3. 学会等名 情報処理学会シンポジウムシリーズ マルチメディア 分散 協調とモバイルシンポジウム (DICOMO'18)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Zennosuke Aiko, Keisuke Nakashima, Tomoki Yoshihisa, Takahiro Hara
2. 発表標題 A Social Sensor Visualization System for a Platform to Generate and Share Social Sensor Data Yuuichi Teranishi
3. 学会等名 IEEE International Conference on Computers, Software & Applications (COMPSAC'18) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoki Yoshihisa, Yusuke Gotoh, Akimitsu Kanzaki
2. 発表標題 A System to Select Reception Channel by Machine Learning in Hybrid Broadcasting Environments
3. 学会等名 International Workshop on Advances in Data Engineering and Mobile Computing (DEMoC'17) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Satoru Matsumoto, Tomoki Yoshihisa, Tomoya Kawakami, Yuuichi Teranishi
2. 発表標題 A Distributed Multi-Viewpoint Internet Live Broadcasting System with Video Effects
3. 学会等名 International Workshop on Informatics (IWIN'18) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoki Yoshihisa, Tomoya Kawakami, Yuuichi Teranishi, Shinji Shimojo
2. 発表標題 A System to Restrict Regions of Image Processing by Laser Range Scanners
3. 学会等名 IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE'18) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Satoru Matsumoto, Tomoki Yoshihisa, Tomoya Kawakami, Yuuichi Teranishi
2. 発表標題 A Design of Hierarchical ECA Rules for Distributed Multi-Viewpoint Internet Live Broadcasting Systems
3. 学会等名 International Workshop on Streaming Media Delivery and Management Systems (SMDMS'18) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoki Yoshihisa
2. 発表標題 An Evaluation on Virtual Bandwidth for Video Streaming Delivery in Hybrid Broadcasting Environments
3. 学会等名 International Workshop on Streaming Media Delivery and Management Systems (SMDMS'18) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 義久智樹
2. 発表標題 放送型配信を基本とする計算環境の一提案
3. 学会等名 マルチメディア通信と分散処理ワークショップ (DPSWS2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本哲, 義久智樹, 川上朋也, 寺西裕一
2. 発表標題 放送通信融合環境における映像再生中断時間削減のための通信帯域割当手法
3. 学会等名 情報処理学会研究報告 (デジタルコンテンツクリエーション研究会2019-DCC-21)
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 Chaxiong Yukonhiatou, Tomoki Yoshihisa, Tomoya Kawakami, Yuuichi Teranishi, Shinji Shimojo
2. 発表標題 A Scheme to Improve Stream Transaction Rates for Real-time IoT Applications
3. 学会等名 International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA'19) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Satoru Matsumoto, Tomoki Yoshihisa
2. 発表標題 A Video Data Distribution Method for Flexible Bandwidth Allocation in Hybrid Broadcasting Environments
3. 学会等名 International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA'19) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 Leonard Barolli, Makoto Takizawa, Tomoki Yoshihisa, Flora Amato, Chuan-Yu Chang	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 342
3. 書名 Advances on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing	

1. 著者名 Leonard Barolli, Makoto Takizawa, Tomoki Yoshihisa, Flora Amato, Makoto Ikeda	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 442
3. 書名 Advances on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing	

1. 著者名 Kawakami Tomoya、Yoshihisa Tomoki、Teranishi Yuuichi	4. 発行年 2019年
2. 出版社 CRC Press, Taylor and Francis	5. 総ページ数 29
3. 書名 Large-Scale Distributed Stream Data Collection Schemes, Data Science: Theory, Analysis, and Applications (DSTAA 2019)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

義久智樹のホームページ <a href="https://yoshihisa-lab.ds.shiga-u.ac.jp/">https://yoshihisa-lab.ds.shiga-u.ac.jp/</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
---------------------------	-----------------------	----

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2件

国際研究集会 International Workshop on Streaming Media Delivery and Management Systems	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 International Workshop on Streaming Media Delivery and Management Systems	開催年 2018年～2018年

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
---------	---------