

令和 2 年 6 月 8 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B) (特設分野研究)

研究期間：2016～2019

課題番号：16KT0105

研究課題名(和文) 多次元光センサー群によるネットワーク構造物の診断と強化

研究課題名(英文) Diagnosis and reinforcement of network structure by multi-dimensional optical sensors

研究代表者

森田 浩 (MORITA, HIROSHI)

大阪大学・情報科学研究科・教授

研究者番号：60210176

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,200,000円

研究成果の概要(和文)：ネットワーク構造物の診断と強化のための数理モデルに関しては、モデル低次元化、ネットワーク上の移動履歴の推定、ネットワーク構造の診断性能の解析、およびサンプリング法などに取り組んだ。また、複眼カメラによる小型マルチスペクトル計測器を試作し、自走式小型計測装置を構成した。汎用的な多次元光センサプラットフォームとしてエッジ端末を作製し、複数のエッジ端末とゲートウェイ装置間の信号伝送を効率的かつセキュアに実現する符号化光伝送技術を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

老朽化の進む社会インフラとしてのネットワーク構造物を強化するための数理モデルの開発と診断のための多次元光センサによるデータ計測を行った。汎用的な数理モデルをいくつか示すことができ、さらに、下水管を想定した水路による模擬実験を通して、開発した多次元光センサのプラットフォームとしてのエッジ端末との信号伝送の有効性を示すことができた。

研究成果の概要(英文)：Regarding the mathematical model for diagnosing and enforcing network structures, we have considered model reduction, estimation of movement history on the network, analysis of the diagnostic performance of network structure, and sampling method. In addition, we made a prototype of a small multispectral measuring instrument with a compound eye camera and constructed a self-driving small measuring device. We have developed an edge terminal as a general-purpose multi-dimensional optical sensor platform, and have developed an optical-coded transmission technology that enables efficient and secure signal transmission between multiple edge terminals and a gateway device.

研究分野：社会システム工学

キーワード：光センサ 分散協調 最適化

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

- (1) 社会インフラにはネットワーク構造をもつものが多いが、それらの多くは高度経済成長期に整備され、現在、急速に老朽化が進行している。そのため、これらの診断と強化は喫緊の課題となっている。たとえば、下水道管や道路網は巨大ネットワーク構造物の一つであるが、老朽化による道路陥没やトンネル崩落事故の危険性が高まることから、これら構造物の老朽化診断とその強化が必要である。現状、下水管の状態の診断には、目視、ファイバースコープ、自走式カメラ、通信機能のない浮流式カメラなどが用いられているが、トンネルや道路の状態の診断においても、予兆の段階で補修を実施するためには、高頻度に安価に道路状況を診断するシステムが望まれる。

- (2) 本研究計画は、これらの問題を、図1に示す小型・薄型の複眼カメラ TOMBO (Thin Observation Module by Bound Optics)により解決できるのではないかと着想したことに始まる。昆虫等に見られる複眼は、曲面状に配置された多数の微小レンズと視細胞の組合せから構成されており、軽量かつ広角をとらえることができる。TOMBO は、この複眼構造を模倣することで、光学系の厚みが数ミリオーダーの超薄型カメラ筐体を実現している。また小型であるだけでなく、被写体の3次元形状情報、高解像度画像を一つのデバイスで一度に取得でき、複数ある個眼レンズにそれぞれ別の光学素子を割り当てることによる多次元情報一括取得や広角イメージングなどの高機能化も可能である。

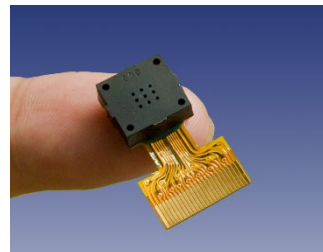


図1 TOMBO

- (3) TOMBO を備えたセンサ群を多数準備し、いろいろな場所に配置してネットワーク構造にそって移動させれば、多次元情報を大量に収集することができる。例えば、TOMBO を備えた浮流式センサを下水管に大量に流すことで下水管内の画像情報を取得し、下水管の三次元形状などを取得することにより診断が可能となる。また、道路網については、状態の悪い道路において、ドライバーが少しでもよい部分を走行するためハンドル操作を行うことを利用し、車載カメラの画像情報から修理の必要な道路を検出することにも TOMBO は利用可能である。これには、広視野 TOMBO の各個眼の時間差分を利用した対象の時間変化や移動検出を用いる。また、ドライバーのハンドル操作による個眼画像間で急峻な変化を検出し、その時のデータのみを取り出すことにより、効率よくデータを処理することも可能となる。
- (4) ネットワークを構成する人工構造物は下水管網と道路網だけではない。ネットワーク構造物に対するセンサ群を用いる診断と強化手法が実現でき、前段落の問題に対する完全な解答が得られるならば、上水道や河川網に設置された水門、ガス管網、電力網などさまざまなネットワーク型の人工構造物の診断と強化にも応用できる可能性がある。

2. 研究の目的

- (1) 本研究計画では、ロバストなネットワーク構造物を実現するためのシステム構築論の創出とその物理実装による原理確認を目標とする。そのため、具体的な適用対象を定めた研究を通して、ネットワーク構造物の診断と強化のためにはどのようなツールが必要かの知見を得る。それを用いてさらに、一般的なフレームワークを構築することが狙いである。
- (2) アプリケーションとしては、はじめに下水管などを定め、ネットワーク構造物の診断と強化に特化した数理モデルを構築する。また、漂流するセンサ群の漂流モデルを作成し、数値シミュレーションや実機試験を通してモデルを検証する。そして、モデルより、診断に必要な光情報が何であるかを判断し、センサの仕様を策定し、センサを開発・製作する。安価なセンサを製作するためにはどこまでをハードウェアとして実装するかの切り分けが重要であるのでその点についても明らかにする。また、これらセンサのデータにはノイズ・データ欠損が含まれているため、それらに対処可能な診断アルゴリズムを開発し、製作したセンサデータから得られた実データを用いてアルゴリズムの検証を行う。
- (3) 数理的な見地からは、センサが移動することに着目した診断と強化のための理論構築を試みている点に特色がある。また、通常、センサの仕様は与えられるものであり設計パラメータではないが、本研究計画では光計測を専門とする研究者らが加わっており、センサの仕様も含めて最適な診断システムの構築を試みている点に特徴がある。一方、光計測の分野においては、本システムは汎用デバイスをベースに用いようとしているものであるが、センサの仕様は経験などをもとに決めるのではなく、数理的なモデルに基づいてセンサの仕様を最適化

するという試みが新しい点である。

- (4) この高性能なセンサの性能を最大限に発揮させるため、どのような診断システムを構築すればよいかを明らかにする。下水管網や道路網などに代表される診断対象自体がネットワークを構成するネットワーク構造物を対象に、移動するセンサ群を用いて異常診断と強化をおこなうためのシステム構築論を創出する。

3. 研究の方法

- (1) 本研究では、ロバストなネットワーク構造物を実現するためのシステム構築論の創出とその物理実装による原理確認をおこなうことを目的として、以下の点に基づいて研究を進めた。

- ① センサが収集した情報をどのように処理して診断を行うか
- ② ネットワーク構造の特徴をとらえ、より少ないセンサ群で診断を行うためには、どこにどれだけセンサを流すべきか
- ③ ネットワークが時間の経過とともに変化した場合にどう対処するか
- ④ ネットワーク構造物の診断と強化のためのモデルを構築する
- ⑤ 実際にセンサを製作し原理確認を行う

- (2) 本研究では、図2に示すA班、B班、C班による体制を構築し、各班のループを回すことで、ネットワーク構造物の診断・強化の効果を最大化させる。また、一つのテーマに対して多方面から取り組むため、一部が計画通り進まない場合であっても研究を進めることが可能である。定例の研究打ち合わせと進捗報告を行い、常に連携を取りつつ進めた。

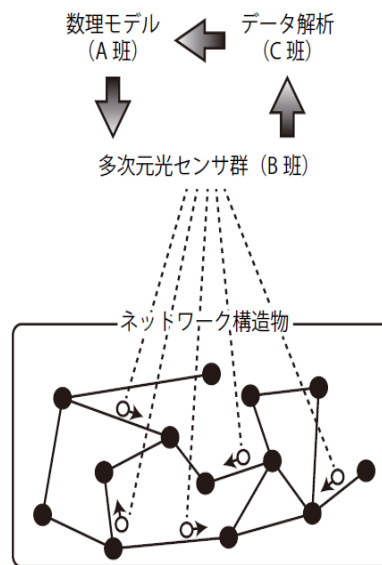


図2 研究体制

- (3) A班では、ロバストなネットワーク構造物を実現するために、動的システム理論、ロバスト制御理論、グラフ理論、最適化理論などの数理科学的アプローチにより、ネットワーク構造物の診断と強化の数理モデルを構築して定式化し、ネットワーク構造と観測・診断性能の関係の解析や、ロバスト性をもつネットワーク構造の設計などの基礎理論構築に取り組む。対象を非侵襲・非接触・高速に計測できる光によるセンシングを前提とし、これらを踏まえたネットワーク構造物の診断に必要なとされるセンサの仕様を決定する。また、数理モデルの高精度化、高機能化を進める。

- (4) B班では、ネットワークを流動的に移動する光センサの設計および物理実装をおこなう。物理量から特徴量への変換過程におけるデバイスによる処理と数値化後のアルゴリズムによる処理の適切な分担を設計することを考え、センサの筐体サイズや消費電力の最小化と、計測データ中に含有される診断に必要な特徴量の最大化を両立する。特に、診断の高精度化のために三次元の空間情報、時間、波長等の多次元光情報が求められることが予想される。複眼光学系や点像分布変調光学系はこのような多次元情報を多重化して取得できるため、診断に必要なとされる設計パラメータをこれらの光学系に落とし込み、ネットワーク構造物診断用光センサの開発を進める。

- (5) C班では、効率的なデータ解析手法を開発する。現実のネットワーク構造を有する人工物の診断・強化システムにおいては、多次元光センサから得られる計測データには、物理的な制約、環境の変化、センサ固有のノイズ、データ欠損など、さまざまな不確実性が想定される。このような状況のもとで、最大限に性能を発揮できるセンサを開発するには、実際に得られる計測データに付随するさまざまな不確実性を前提としたデータ解析法は必須である。そのためのより効率的なデータ解析法の開発を目指す。さらに、データ解析の立場から、このシステムの数理モデルへ知見をフィードバックすることによって、より目的に適した固有のセンサを設計するための指針を与えることを目的とし、現代社会におけるさまざまな人工物の維持と強化のための診断やモニタリングのシステムにおける目的を指向したシステム構築論の構築をはかる。

4. 研究成果

- (1) 貧弱なセンサ群から得られる断片情報を統合して、各センサに診断対象のネットワーク構造物の状態を推定するための推定器を考えた。各推定器が通信により推定値を情報交換可能という問題設定を考え、通信間隔がほぼ零と見なせるほど短い場合について、推定器がシステム全体の状態を推定可能な条件を導出した。また、通信間隔が長すぎて推定ができない場合や情報交換のタイミングが動的に変更可能である場合についても考察した。さらに、センサ自体が貧弱であり、センサ信号に欠落が生じるような場合についても、全状態が推定できるための条件を与えた。
- (2) 動的システムの基本的な性能指標である H_2 性能と H_∞ 性能に着目し、大規模なネットワーク構造物の結合構造を保持する低次元化手法を与えた。通常、動的システムのモデル低次元化は単一の性能指標を不自然に大きくしないという意味で保存するが、ここでは二つの性能指標を保存しつつ、ネットワークシステムの結合構造という物理制約を保存する低次元化手法を与えた。結合構造を保存することで、得られた低次元化モデルを用いて故障診断などを行う場合にも有用である。
- (3) 推定対象のネットワーク化システムにおけるセンサの空間配置を与えるため、全体利得が最大となるエージェント間の資源割当を決定する問題として、センサ被覆問題を考えた。各センサがネットワーク構造物内を自律的に動くことができる場合に、分散的にセンサ配置を決定できるよう、各モバイルセンサの行動指針として効用関数を設計した。シャープレイ値を利用する効用関数はセンサ数が増大するにつれ計算コストが問題であったが、計算手数がモバイルセンサ数に比例する効用関数の設計法を与えた。各モバイルセンサがもつ情報が十分にリッチな場合など、いくつかの場合についてシャープレイ値を用いる場合と同様の性質を持つことを明らかにした。

- (4) 多次元光センサとして、 3×3 構成による複眼カメラによる小型マルチスペクトル計測器を試作し、モバイルバッテリーと Raspberry Pi を使用して自走式小型計測装置を構成した。コンクリート U 字溝を利用した下水管模擬環境による計測を実施し、異常の数値化として Canny 法に基づくエッジ密度の有効性を確認した。開発システムの広視野化をめざし、台形プリズムによる方法と凸面ミラーによる方法を検討し、最大視野角の点で、下水道環境では後者の方がより適していることを示した。
(図 3)



図 3 複眼マルチスペクトル計測器
と下水管模擬環境

- (5) 汎用的な多次元光センサプラットフォームとして、小型コンピュータ Raspberry Pi に CMOS カメラを搭載したエッジ端末を製作した。ネットワーク構造をもつ模擬流路 (図 4) に対して、流速計測は背景差分法を用いた流量計測実験を行った。模擬流路における分岐・合流点に複数台のエッジ端末を設置し、それぞれの箇所での流速計測を実施した。さらに、IoT 環境を想定して、複数のエッジ端末とゲートウェイ装置間の信号伝送を効率的かつセキュアに実現する符号化光伝送技術を開発し (図 5)、その有効性を確認した。

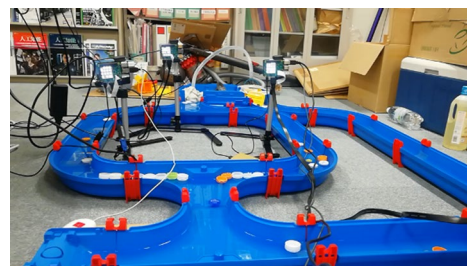


図 4 流速計測エッジ端末と模擬流路

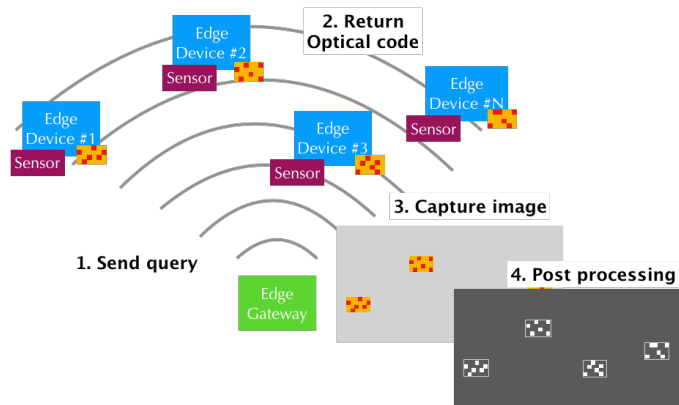


図5 符号化光伝送技術によるエッジ端末からの信号収集

- (6) 定点観測データから人の移動履歴を推定するモデルや鉄道ネットワークにおける混雑状況を緩和するための人流コントロールのためのモデルの開発を行った。また、ガウス過程回帰における探索の効率化を図るサンプリング法に対して、ネットワーク上に限定するためのモデルや複数のサンプル点を同時に選択する方法などを考察した。さらに、サポートベクトル回帰による予測モデルやノンパラメトリックフロンティア推定モデルなどの開発も行った。
- (7) Herded Gibbs 法は、Bornnらによって提案された Gibbs サンプリングを決定論的に行うアルゴリズムである。少ないサンプル数で精度の良い期待値推定が行える一方で、サンプル数が増えたときの推定にバイアスが存在することも知られている。このアルゴリズムにおける「重みの共有」がバイアスの原因であることを指摘し、Herded Gibbs 法の精度について解析したほか、バイアスが小さくなる改良アルゴリズムを提案した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Tanida Jun	4. 巻 57
2. 論文標題 Computational imaging demands a redefinition of optical computing	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 09SA01 ~ 09SA01
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/JJAP.57.09SA01	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 Hatanaka Toshiharu, Wada Takayuki, Fujisaki Yasumasa	4. 巻 31
2. 論文標題 Distributed Cooperative Full-State Observers with Tunable Information Exchange Interval for Discrete-time Linear Systems	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Transactions of the Institute of Systems, Control and Information Engineers	6. 最初と最後の頁 377 ~ 383
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5687/iscie.31.377	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 SAKAI Yuichiro, WADA Takayuki, FUJISAKI Yasumasa	4. 巻 54
2. 論文標題 Model Reduction of Interconnected Linear Systems via Generalized Mixed H_2 Balanced Realizations	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Transactions of the Society of Instrument and Control Engineers	6. 最初と最後の頁 821 ~ 826
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.9746/sicetr.54.821	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 Yamashita Hiroshi, Suzuki Hideyuki	4. 巻 29
2. 論文標題 Convergence analysis of herded-Gibbs-type sampling algorithms: effects of weight sharing	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Statistics and Computing	6. 最初と最後の頁 1035 ~ 1053
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11222-019-09852-6	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 Md Ahmed, Hiroshi Morita	4. 巻 10
2. 論文標題 An Analysis of Housing Structures' Earthquake Vulnerability in Two Parts of Dhaka City	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 1106 ~ 1106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/su10041106	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 Horisaki Ryoichi, Takagi Ryosuke, Tanida Jun	4. 巻 56
2. 論文標題 Learning-based focusing through scattering media	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Applied Optics	6. 最初と最後の頁 4358 ~ 4358
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/AO.56.004358	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 Horisaki Ryoichi, Kojima Taichi, Matsushima Kyoji, Tanida Jun	4. 巻 56
2. 論文標題 Subpixel reconstruction for single-shot phase imaging with coded diffraction	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Applied Optics	6. 最初と最後の頁 7642 ~ 7642
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/AO.56.007642	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 Horisaki Ryoichi, Takagi Ryosuke, Tanida Jun	4. 巻 56
2. 論文標題 Learning-based single-shot superresolution in diffractive imaging	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Applied Optics	6. 最初と最後の頁 8896 ~ 8896
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/AO.56.008896	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 Zhao Yu, Morita Hiroshi, Maruyama Yukihiro	4. 巻 89
2. 論文標題 The measurement of productive performance with consideration for allocative efficiency	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Omega	6. 最初と最後の頁 21 ~ 39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.omega.2018.09.012	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 Yuichiro Sakai, Takayuki Wada, Yasumasa Fujisaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Mixed H2/H Balanced Truncations for Discrete Time Linear Systems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 12th Asian Control Conference	6. 最初と最後の頁 301 ~ 306
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 -

〔学会発表〕 計32件 (うち招待講演 9件 / うち国際学会 18件)

1. 発表者名 Jun Tanida
2. 発表標題 Novel imaging based on mathematical tools: from compressive imaging to machine-learning sensing/imaging
3. 学会等名 Optics and Photonics Congress 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazuki Furukawa, Takayuki Wada, and Yasumasa Fujisaki
2. 発表標題 Distributed Full-State Observers with Intermittent Communication for Continuous Time Linear Systems
3. 学会等名 SICE Annual Conference 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Toshiharu Hatanaka, Takayuki Wada, and Yasumasa Fujisaki
2. 発表標題 Distributed Cooperative Full-State Observers for Discrete-time Linear Systems with Missing Data
3. 学会等名 The 50th International Symposium on Stochastic Systems Theory and Its Applications (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Aito Yasuda, Hiroshi Morita
2. 発表標題 Electric Business Modeling for Optimal Design of Isolated Power Systems
3. 学会等名 INFORMS Annual Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中阪真明, 白坂将, 鈴木秀幸
2. 発表標題 深層強化学習を用いた結合振動子系の劣駆動制御
3. 学会等名 電子情報通信学会 非線形問題研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 瀬川成基、谷田 純
2. 発表標題 複眼カメラ TOMBO による構造物検査の検討
3. 学会等名 日本光学会 情報フォトンクス研究グループ 第17回関西学生研究論文講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古川 和樹, 和田 孝之, 藤崎 泰正
2. 発表標題 線形連続時間システムに対する事象駆動型分散協調全状態オブザーバ
3. 学会等名 第6回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 酒井裕一朗、和田孝之、藤崎泰正
2. 発表標題 離散時間システムに対する混合H2/H _∞ 平衡打ち切り法について
3. 学会等名 第60回自動制御連合講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Naoya Uematsu, Shunji Umetani, Hiroshi Morita
2. 発表標題 An Integer Programming Model of Route Assignment Problem for Reducing Traffic Congestion in Urban Area
3. 学会等名 INFORMS Annual Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Jun Tanida, Hirotsugu Akiyama, Keiichiro Kagawa, Chizuko Ogata, Makoto Umeda
2. 発表標題 A stick-shaped multi-aperture camera for intra-oral diagnosis
3. 学会等名 Computational Imaging II (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Jun Tanida
2. 発表標題 Computational imaging toward redefinition of optical computing
3. 学会等名 International Symposium on Imaging, Sensing, and Optical Memory 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Jun Tanida and Ryoichi Horisaki
2. 発表標題 Data-centric method for object observation through scattering media
3. 学会等名 Third International Conference on Photonics Solutions (ICPS2017) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ryoichi Horisaki
2. 発表標題 Computational holographic imaging through random diffraction
3. 学会等名 Biomedical Imaging and Sensing Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ryoichi Horisaki
2. 発表標題 Computational holography with random diffraction
3. 学会等名 The 2017 International Conference on Optical Instrument and Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ryoichi Horisaki
2. 発表標題 A personal tour of computational imaging
3. 学会等名 Seminario Ciencia de Imágenes e Inteligencia Computacional, Nuevos Sistemas, Aplicacionesy Desafíos en la era Big Data (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高木 良輔, 堀崎 遼一, 谷田 純
2. 発表標題 散乱媒質中への機械学習を用いたフォーカシング
3. 学会等名 Optics & Photonics Japan 2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ryosuke Takagi, Ryoichi Horisaki, and Jun Tanida
2. 発表標題 Object recognition through a multi-mode fiber based on machine learning
3. 学会等名 The 7th Korea-Japan Workshop on Digital Holography and Information Photonics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takeshi Uchitane, Chenting Zhou and Toshiharu Hatanaka
2. 発表標題 Evolutionary design of experiments to find significant effects for natural disaster prevention
3. 学会等名 5th International Workshop on Advanced Computational Intelligence and Intelligent In-formatics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Chenting Zhou、内種岳詞、畠中利治
2. 発表標題 進化的実験計画法における初期個体の生成方法が実験数に与える影響調査
3. 学会等名 システム・情報部門学術講演会2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 酒井裕一朗、和田孝之、藤崎泰正
2. 発表標題 混合H2/H 平衡実現によるフィードバック構造を保存するモデル低次元化
3. 学会等名 第4回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 内種岳詞、周晨亭、畠中利治
2. 発表標題 進化的実験計画法によって獲得されたデータの妥当性検証
3. 学会等名 第12回進化計算学会研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 肖恒、畠中利治
2. 発表標題 PSO-FA ハイブリッドによる関数最適化に関する検討
3. 学会等名 第12回進化計算学会研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岩崎悟, 畠中利治
2. 発表標題 探索エージェントの拡散モデルによる分布推定アルゴリズム
3. 学会等名 パーティクルフィルタ研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 平山紗羅, 安藤正樹, 蓮池隆, 梅谷俊治
2. 発表標題 定点観測データに基づく人の移動履歴の推定
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安藤正樹, 平山紗羅, 蓮池隆, 梅谷俊治
2. 発表標題 都市圏における地点間観測数制限下での人の移動履歴の推定
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Jun Tanida, Karin Tsuchida
2. 発表標題 Digital computational imaging based on digital encoding and an application to real-space sensing for internet of things
3. 学会等名 Information Photonics 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jun Tanida
2. 発表標題 Application of optical digital computing to functional extension of computational imaging
3. 学会等名 OSK-OSA-OSJ Joint Symposia (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tetsuya Nakanishi, Keiichiro Kagawa, Tasuo Masaki, Jun Tanida
2. 発表標題 Development of a Mobile TOMBO System for Multi-spectral Imaging
3. 学会等名 4th International Conference on Photonics Solutions (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 真壁あゆみ, 和田孝之, 藤崎泰正
2. 発表標題 凸な資源割当問題に対する情報交換不要なマルチエージェントシステムの設計
3. 学会等名 第7回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 真壁あゆみ, 和田孝之, 藤崎泰正
2. 発表標題 分散厚生ゲームにおける限界貢献度に基づく効用関数の設計
3. 学会等名 第63回システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ku Ishida, Hiroshi Morita
2. 発表標題 Forecasting with Periodic Autoregressive Model and Support Vector Regression
3. 学会等名 INFORMS Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takayuki Wada, Ayumi Makabe, Yasumasa Fujisaki
2. 発表標題 Simple Utility Design for Welfare Games under Global Information
3. 学会等名 IFAC World Congress 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	谷田 純 (TANIDA JUN) (00183070)	大阪大学・情報科学研究科・教授 (14401)	
研究分担者	藤崎 泰正 (FUJISAKI YASUMASA) (30238555)	大阪大学・情報科学研究科・教授 (14401)	
研究分担者	鈴木 秀幸 (SUZUKI HIDEYUKI) (60334257)	大阪大学・情報科学研究科・教授 (14401)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	和田 孝之 (WADA TAKAYUKI)		
研究協力者	小倉 裕介 (OGURA YUSUKE)		
研究協力者	畠中 利治 (HATANAKA TOSHIHARU)		
研究協力者	堀崎 遼一 (HORISAKI RYOICHI)		
研究協力者	西村 隆宏 (NISHIMURA TAKAHIRO)		
研究協力者	梅谷 俊治 (UMETANI SHUNJI)		