

令和 2 年 5 月 26 日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17H01739

研究課題名（和文）クリティカルサービスを提供可能なスマートコミュニティ基盤の研究

研究課題名（英文）Smart Community Information Platform for Providing Critical Services

研究代表者

西 宏章（NISHI, HIROAKI）

慶應義塾大学・理工学部（矢上）・教授

研究者番号：00365470

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,500,000円

研究成果の概要（和文）：スマートコミュニティ(SC)において既存情報インフラやサービスに影響を与えず極度制約問題を解決可能な情報通信インフラを構築し、従来の実施例ではなしえなかった新しいSCサービスを実装・評価することを目的とする。具体的には、1. 極度制約達成型インフラを構成するSC情報HWを含むプラットフォームの構築、2. その上で動作するSCオペレーティングシステムおよび、実際にサービスを提供する上で必要となる各種最適化手法の提案と実装、3. 実トラフィック評価や提案インフラによる地域実証評価、以上に取り組むことで、新しい地域情報インフラとスマートコミュニティのあり方を示す。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題は、SC向け情報インフラの基本アーキテクチャを学術的に定めつつ実際に構築する試みであり、未だ達成されていないインターネットを利用したクリティカルサービスの具現化を目指している。提案者は当該領域の先駆者であり、任命制のIEEE-SA Vision Project委員として関連必要技術のビジョンやマイルストーンを示し承認されるなど、その独創性に対し一定の評価を得ている。また、新学術領域「スマートコミュニティ・インフォマティクス」の創成や、将来の関連インフラ輸出による経済的発展にも貢献可能であるなど、本研究課題の意義は大きい。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to construct an information and communication infrastructure that can solve the problem with extreme constraints in a smart community (SC) without affecting the existing information infrastructure and services and to implement and evaluate new SC services that could not be provided in the previous embodiments. Specifically, we demonstrate a new type of regional information infrastructure and smart community by 1. constructing a platform including HW-based SC information infrastructure that can fulfill extreme constraints, 2. proposing and implementing the SC operating system that runs on the platform and various optimization methods that are necessary for providing actual services, and 3. evaluating regional demonstrations using the proposed infrastructure and real traffic.

研究分野：情報通信

キーワード：サービス構築基盤技術 スマートコミュニティ Internet of Things エッジコンピューティング クリティカルサービス ネットワークストリーム解析 サービスマイグレーション

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、研究者個人に帰属されます。

1. 研究開始当初の背景

高度情報化社会への流れは当時から今も継続している一方で、その基本となる情報処理システムは成熟期を迎え、結果として遅延やスループットと同等に、利用者の社会生活にもたらすメリットを問う時代が到来した。高度な利用者向けサービスを提供したいという要求が、クラウドの興隆、機械学習の進展、様々な情報取得と制御を達成する IoT といった、新しい分野を発展させる流れの源流となり、それらの基本的な目的は、「利用者におけるサービスの質の向上」を求めることであった。

このような状況の中、情報通信技術との融合による高効率化・高機能化を図ったスマートインフラを地域へ集中的に導入し、新たな地域サービスを展開するスマートコミュニティ(SC)が世界で注目されていた。本研究課題では、各種情報インフラを統合した SC に関する研究に従事し、関連する情報インフラやシステムの提案を行ってきた経緯から、スマートコミュニティ向け情報インフラの研究を遂行した結果として次の3つの成果を得た。まず、(1)IEEE 標準化委員会(IEEE-SA) Vision Project において、SC インフラの将来あるべき姿を提案し、当該委員会で承認され Vision Document が上梓された。これは、エッジコンピューティングと同様に、通信網自体がサービスに加わることができる仕組みについて述べている。次に、(2)サービス指向ルータと呼ぶ Deep Packet Inspection による TCP などネットワークストリーム解析と、その解析に基づく経路途中ストリーム処理機能を有したルータを構築した。さらに(3)そのルータを使い、ミリ秒、マイクロ秒オーダーの処理が要求される、事故点評定や系統安定制御などスマートグリッドアプリケーションを実装し、その性能評価を行った。このような背景にあっても、未だ「利用者におけるサービスの質の向上」を獲得するには解決しなければならない問題が存在した。これは、SC インフラが、基本的には既存情報通信技術の融合に留まっており、SC として期待されていたサービスを実現する上で求められる様々な要求事項に対して、結局従来技術の範疇でしか答えることができず、サービス提供におけるフラストレーションとなっていたという問題である。

2. 研究の目的

従来の SC は既存の情報通信技術の融合に留まるため、SC 向けサービスの提供に必要なタイミングクリティカル、サイズクリティカル、プライバシークリティカルといった極度制約問題は解決できていなかった。SC インフラが提供するべき高品質で幅広いサービスを実現するには、このようなタイミングクリティカル問題の解決に限らず、個人情報扱う上でのプライバシークリティカル、大量のデータを扱う上でのサイズクリティカルといった様々な極度制約問題の解決が不可欠である。そのための機器インフラとしての SC プラットフォーム、その上で動作する SC オペレーティングシステム、そして新しい SC サービスの構築と実証が必要と考えるに至り、これを達成するのが本研究課題の目的である。

3. 研究の方法

本研究課題は、そのサービス構築において、特に浦和美園地区におけるアーバンデザインセンター美園(UDCMi)を対象とし、インターネット環境を提供する既存通信網に重畳した専用情報インフラを構築した上で、そのインフラを利用した、極度制約問題を含む住民情報サービスの提供と評価に取り組む。さいたま市および対象地域住民と共に、電力・水道・ガス・防犯・広告・医療・地域通貨・小売・交通など様々な住民情報・地域情報をローカルで統合し、新しい地域サービスを展開することが別途予定されており、さらに、本研究課題で構築したインフラを利用することでサービスの幅や質を改善することで、既存の SC 実施例では成し得なかった、より高度なサービスを提供する。

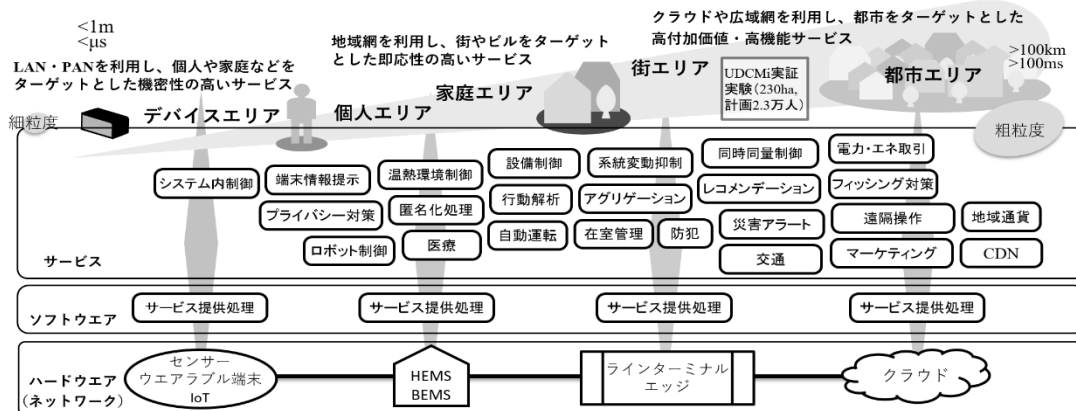


図1

図1は、その構築イメージと具体的なサービスをまとめて示している。SC サービスは様々想定できるが、図2のように遅延、ジッタ、データサイズ、プライバシー基準、通信量、対象地域などにおいて、各サービスが求め

る条件は異なる。例えば、デバイスに近いほど、低遅延でジッタが少なく、扱うデータサイズも小さく、プライバシー基準も緩く個人情報に近い情報にアクセス可能であり、通信量も少なく、対象地域が小さく限定される。このように、階層のどこに位置するかで提供できる条件が異なる。これを記したのが図2である。つまり、これらネットワーク階層と提供サービスのマッチングを取らなければサービスを適切に提供することができない。

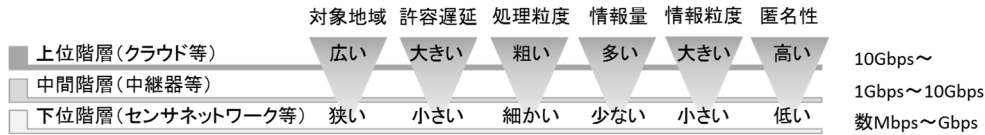


図2

このマッチングを適切に行うこと、すなわち**サービスポジションの初期最適化**、そして、サービスや利用形態の変化によりサービスポジションを柔軟かつ動的に変更すること、すなわち**サービスマイグレーションによる動的最適化**、さらに、あるサービスポジションに限定したサービス提供では不十分である場合、複数の異なる場所に処理を分割し連結して適切に処理すること、すなわち**サービスパイプラインにおけるリソース割り当てやスケジューリングの最適化**が必要となる。これらは丁度、アプリケーションソフトウェアに対するオペレーティングシステム(OS)の一部機能に類似していることから、SC情報オペレーティングシステム(SCOS)と呼ぶ。

サービスポジションを変更するためには、通常 IP アドレスを適切に変更しなければならない。これには、新たなプロトコル設計が伴う。しかしながら、例えば超小型であり、非力なプロセッサ・限られた消費電力・僅かなプログラムサイズで動作する IoT デバイスに、新たなプロトコルを追加することは避けるべきである。また、既存の IoT デバイスやサービスも恩恵を受ける対象とするべきである。どのような IoT デバイスやサービスでも利用できるようにするため、既に構築済みであった TCP 等ストリームをネットワーク経路途中のルータで再構築し、SSL も考慮しつつ DPI を行った後、必要な処理を適宜行う技術を応用した。つまり、IoT デバイスは従来通り最終目的地、例えばクラウドに向けて固定的に情報を送信し、ネットワーク経路途中で DPI により適切なサービスポジションでインターセプトして処理することで解決を図った。このような情報通信プラットフォームを SC 情報プラットフォーム(以下 SCIP)と呼ぶ。

これら、SCOS と SCIP の相互連携により従来困難であった SC サービスを適切に提供する基本技術を確立すること、さらに、UDCMi で実サービス提供を伴う実証実験を行い、その効果を確認すること、20Gbps の集約時ネットワーク処理スループットを達成することが本研究課題の目標である。本研究は平成 29 年度より令和元年度まで実施された。

4. 研究成果

まず、SCIP、SCOS の基本実装を行った。SCIP について、その基本ハードウェアは、スイッチやルータ、サーバなど、あらゆる場所におけるアプリケーションの低遅延実行が必要となる。そこで、当時登場した各種ハードウェアアクセラレータを統合させることで達成した。具体的には、DPDK を用いた低遅延高スループットパケット・ストリーム解析、HyperScan を用いた PCRE に基づく正規表現文字列抽出、Intel Quick Assist Technology による低遅延高スループット圧縮展開・SSL 等の暗号復号化、Intel Xeon プロセッサにおけるマルチコア処理を用いた。単純なアクセラレータ融合ではなく、提案者らが開発したネットワークストリームコンテキストスイッチ処理アーキテクチャにすべて対応させることで、当時で世界最高スループット・ストリーム数に相当する 10Gbps800 万ストリーム DPI 同時処理をルータ上で実現した。このスループットは、ハードウェアアクセラレータとして Intel Xeon Phi Knights Landing の環境を用いて達成した。なお、特に本研究では、効率の良いハッシュ関数による負荷分散、各ストリーム処理のコアへの割り当て(Wokercore)および、パケット入出力処理プロセスの独立とコア割り当て(Tx, Rxcore)、利用されなくなったストリームの処理を待ち続けているエントリを処理するガベージコレクションプロセスの割り当て(Garbage Collecting Core)といった割り当て手法の技術開発を行った。処理スループット拡大のため、DPDK によるパケット受信コア、ロードバランシングコア、HyperScan を用いたストリーム処理コア、フォワードコア、DPDK によるパケット送信コアへと処理を分割し、各処理のコア数を最適化する手法を提案、実装した。この手法によりトラフィックパターンに応じたコア配置最適化が可能となり、当該スループットの達成となった。マルチコアプロセッサを用いたストリーム独立割り当て並列処理は、処理スループット拡大に大きく寄与する。そこで、Intel Xeon Phi(Knights Landing)を用いた、多並列ストリーム処理の考え方をさらに発展させた。ストリーム処理は独立性が高く、かつ条件分岐の多い処理であるため、GPGPU よりもマルチコアの方がプラットフォームとして適する。最終的には、上記割り当てにおいて、さらに上位アプリケーションの動作や、文字列探索における正規表現マップのキャッシュを考慮した割り当て最適化技術についても提案し、サービス提供を行いつつ、最終的には 40Gbps に迫るスル

ーブットの獲得を達成した。

このような処理スループット増大が必要である一方で、特に IoT への適用を考えれば、より小型・低消費電力なシステムも不可欠である。また、5万円程度で入手可能なマイクロ PC でも Intel Core i7 および Intel NIC を搭載するベアボーンシステムが登場してきたため、Intel QAT 部をソフトウェアで記述した 1Gbps 程度のスループットに対応するシステムを構築した。さらには、DPDK の代わりに Linux Kernel を利用した通常のソケット通信、HyperScan の代わりにハッシュメモリを統合した Failure 遷移付き Aho Corasick 文字列探索、Intel QAT の代わりに特別な改変を施した OpenSSL など、全てソフトウェアで記述した Intel アーキテクチャ非依存システムも構築した。これにより、IoT 領域の統合も可能となった。

サーバ用途、IoT 用途に加えて、より多様なサービスに対応するため、NetFPGA の Reference Router 機能の利用や、Zynq などプロセッシングユニットを搭載した FPGA への実装により、交換能力の強化や、情報の取得から初動を行うまでの処理遅延の低減、電力利用効率の向上を達成するシステムの構築も行った。特に、FPGA の部分再構成を含めた透明なハードウェアプロセスマイグレーションを世界で初めて本研究において達成した。また、3つのストリーム管理モデルを提案し、特にストリームコンシステンシモデルでは、マイグレーションに伴う待機遅延を実質ゼロとすることを可能とした。

また、新たに柔軟なアプリケーションやサービスの提供を、より高いスループットで達成とする SCOS を構築した。

SCOS について、評価可能な環境を早期に構築するため、また、より汎用的に利用できる環境とするため、Docker を用いることとした。上位サービスの基本はデータ処理でありデバイスの仮想化は必要とならず、仮想マシン環境ではなく、軽量な Docker の利用で十分である。複数の Docker コンテナを通信経路途中で実行させ、開発した専用 API を用いることで、これらコンテナに対し、本研究成果として解析済みネットワークストリームへのアクセス手段を提供した。サービスプロセスは解析済 TCP ストリームを直接利用できるため、内包するセンサデータや制御信号などを扱うことができる。この API では特にその情報へのアクセス手法の規定と実装を行った。また、基本実装として、本研究において、固定的に処理可能な部位についてその仕様策定と実装を行った。つまり、サービスプロセスのマイグレーションはまずは想定せず、実行場所を固定した場合での提供環境を構築した。なお、固定的とはいえ、実際にどのロケーションで処理するべきかは、別途決定しなければならない。このサービス配置において評価軸の決定は特に重要である。この軸は本研究において次のように定めた。サービス提供者はサービスプロパティとしてサービス配置の初期値としてソルトを与えるが、これには決定性および非決定性プロパティがある。決定性サービスプロパティは固定の階層へのデプロイが決定する。非決定性サービスプロパティについて SOM の入力として前処理を行い k-NN によってクラス分類を行うことで、システム修正やプロセス再配置のコスト削減を狙う。想定環境は、通信遅延・対象地域を決定するサービスプロパティ、データ通信量・24時間稼働の有無・計算量・月間アップデート回数を非決定的サービスプロパティとして評価した。結果、ラウンドロビンで配置した場合に対して、集約性を 50%から 70%程度向上できることから、再配置に伴うコストの低減が可能であることを示した。また、これらを実験可能な、Shuttle 製ベアボーンを用いた評価用環境を構築し、運用した。

本研究では、応用性のある現実的な初期実装として、OpenFlow を利用した解決法を構築した。OpenFlow では OpenFlow コントローラにより集中的にフローが管理される。OpenFlow プロトコルの拡張可能部位を利用して、経路途中のどこで処理するべきかをコントローラが集中的に与える手法を検討、実装した。この時、SCOP として、コンテンツへのアクセス傾向に基づき、ルーティングを考慮してユーザとコンテンツ間のトラフィック負荷の合計が最小となる位置へコンテンツの再配置を行う手法を提案し実装した。各回線の帯域幅及び通信量からコンテンツの総回線占有時間および、コンテンツサイズやアクセスの write/read 比率をコスト関数の入力として再配置判断頻度や複数配置の決定を行う。さらに、この手法を OpenFlow 上で構築することで、ネットワーク構成の動的な管理を行うこととした。関連する情報交換プロトコルと共に、提案内容を OpenFlow シミュレータ Trema 上に実装し、Mininet を用いて評価した。適用したトポロジ、アクセスパターンにおいて、ユーザ分布の変化に対応しつつ総回線占有時間を約 4 割削減するとともに、アクセスの write/read 比率に従ってサービス配置位置や個数を動的に変更することで、総回線占有時間の削減が可能であることを示した。さらに、サービス移動コストを考慮することで、サービスマイグレーションコストや削減コストも含めたサービス移動判断が可能であることを示した。評価においては、実際に保有しているトラフィックを用い、実際に取得したセンサデータと想定サービスを勘案したユーザパターン・サービス提供場所の推定に基づく評価を行った。次に、Docker を用いた実行環境を別途完成させたため、これを応用し本研究におけるサービスアプリケーションを実行可能とした。これにより基本機能の達成とし、次のステージ、すなわち、サービスマイグレーションによる最適化の実現へと移行した。どのサービスプロセスをいつ起動し、どこで実行し、いつ終了させるべきか、すなわちサービスポジションの動的最適化が必要となる。また、サービスの質や対象が変化し、サービスポジションを移動したほうがよいと判断される場合に、実際にプロセスを移動させるサービスマイグレーションの仕組みが必要である。さらに、異なるサービスポジションで処理を連携させた方がよい場合や、情報統合や匿名化などの観点から、異なるネットワーク階層を横断して処理を行う方がよい場合は、複数の Docker で

構築されたプロセスをネットワーク階層間で連携動作させるサービスパイプラインの構築が必要である。これら、サービスポジション・マイグレーション・パイプラインに関わるプロトコル開発、実装を別途行ったが、本研究ではこの実装を元に、先に示した実際に明確な指標に基づくプロセス配置評価を行った。

SCIP と SCOS の融合として、IntelQAT 統合とマルチコア対応、鍵交換プロトコルを実装した。クラウドと連携し、現在行っている SSL 通信における暗号カギをエッジやフォグと共有することで途中でのストリーム処理を可能とする。その時、大量のストリーム処理を、同時かつ、並列で裁くために QAT をマルチコア環境下で利用する。QAT の同期モード、非同期モードについてパフォーマンス評価を行った。ソフトウェア処理に対し、同期モードではソフトウェアが 1.2Gbps に対して 0.5Gbps 程度となったが、非同期モードでは 5.8Gbps を達成した。さらに、処理遅延についてもソフトウェアでは 1.1ms であったのに対して、同期モードでは 0.43ms、非同期モードでは 0.7ms と短縮された。SCOS の基本機能の一つが SCIP によって加速化できることが示された。

最後に実証実験について、データの種類やサービスの種類に見合う多様な匿名化技術、匿名化データへの透かし技術、匿名化情報共有技術などを構築し、SCOS の基本機能として提供した。

まず、街区交通衝突回避サービスというタイミングクリティカルに關係する実証を行った。通学中児童や登録自転車、協力企業により提供される電気自動車に設置された BLE 端末などの発するビーコン信号を用いた当該街区における交差点侵入検知および衝突検知・回避サービスの構築に必要な知見を得た。危険判定や衝突回避指令の低遅延化により、より安全性が高まる。また、電力供給均等化の評価も行った。街区に設置された太陽光発電パネルは、良好な発電条件時に売電が進み系統電圧が上昇する。この時、付随するパワーコンディショナーは系統電圧が「ある値」以下となるように ON/OFF や発電量、無効電力量の制御を行う。PCS 毎に「ある値」が微妙に異なるため、結果として売電チャンスやメリットの差を生じ、契約住戸間で不公平が発生する。これを防ぐには、売電量を随時チェックし制御することが有効である。この制御はアンシラリーサービスと同等の電力安定供給義務で定められた十数ミリ秒で行うことが望ましく、クラウドを利用すると間に合わない。提案インフラにより、これらの制御が可能であることが示された。すなわち、タイミングクリティカルへの対応が行われた。

IoT ではトリリオンセンサと称されるように、大量のデバイスが生活に浸透する。これら大量のデバイスが生成する小さなパケットが、ネットワーク階層の上位やクラウドに集中し、輻輳を引き起こすことが予想される。そこで、ネットワーク中継点での処理による輻輳の回避が模索されている。別途実装された 1 対 n マイグレーションによる負荷分散に対し、これを統合的に管理する API を SCOS の基本機能として実装し、これを利用した GUI システムを構築した。その効果としての情報集中回避効果を確認した。ネットワーク階層を用いた情報蓄積の最適化手法の提案と評価も行った。これにより、サイズクリティカルへの対応が行われた。

SCOS を用いた情報管理手法についても提案を行った。例えばテロが起きた場合、集会や人混みを避けることが望ましい。同様に情報においてもクラウドなどか所に集結されれば、情報漏えい時の被害の拡大は避けられない。そこで、情報を生成した地域に分散させ、匿名化した情報を中央で集める対策が想定できる。実際、情報を生成した場所付近で当該情報を最も必要とすると考えられ、ローカルでの個人情報管理は理に適った方法といえる。個人情報を扱う必要のあるサービスは、SCOS 上で該当するローカルエリアで関連アプリケーションプロセスを実行すればよい。このような考え方に基づく情報管理の仕組みを構築した。

この知見をもとに、SCIP を別途ソフトバンクおよびサイバー工房が実装し運用されているさいたま市の情報銀行システムと連携し、活動量計・体組成計・位置情報・購買情報といった情報を登録、アクセス可能とした。このシステムは次の新しい機構および特徴を持つ。

まず、匿名情報管理として、情報登録の際、システムの入り口で、SCIP による SCOS 連携を利用した自動匿名化を可能とした。情報銀行に情報が届く前に匿名化されるため、情報銀行を利用するアプリや情報銀行管理システムはオリジナルの情報を入手できない。さらに、SCOS により情報銀行から SCIP を介して依頼を受けたノードにより情報が匿名化できる。また、その匿名化についても、位置情報に関して AutoEncoder を利用した Latent 空間での位置情報表現を行い、この空間において匿名化することで、人間のデータに対する感覚、例えば、地図情報では、経路や人口密集・過疎地域といった観点を表現した匿名化を追加で実現した。さらに家庭においても匿名下で住宅性能を推定し、グリーンニューディール政策に基づく改修対象家屋認定の選別や、優良住戸認定への選別を行う仕組みを構築した。

次に、技術標準化への応用に関して、当該 SCIP はスマート農業や工場といった応用の道を切り開いた。農業圏は、花卉園芸の生育情報を XML で表現し、XPath、Xquery を用いて総合的な収穫・育成予測を行うシステムを構築し、SCOS により SCIP 上のノード、つまりエッジ実装可能とした。農場においても、取得される様々なデータを直接公開することなくネットワーク途中で高度な処理を行うことが可能となった。同様にスマート工場では、大型冷凍機の圧縮機故障検知システムを構築し、同様にエッジ実装可能とした。工場の運行や商品管理状況などプライベートな情報を含むが、エッジにより匿名化され、異常の発生のみ伝える仕組みが構築できる。これらの内容は IEEE-SA の CoS 認定を受けており今後標準化を本格化させる。これら、構築したシステム上でのサービスの実装をもって本研究の完成を見ることができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Rajitha Tennekoon, Janaka Wijekoon, and Hiroaki Nishi	4. 巻 6
2. 論文標題 On the Effectiveness of IP-Routable Entire-Packet Encryption Service over Public Networks	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Access (Open Access Journal)	6. 最初と最後の頁 73170-73179
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2018.2882390	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 Masahiro Yoshida, Tomoya Imanishi, Hiroaki Nishi	4. 巻 Vol.139 No.3
2. 論文標題 Feature Extraction and Resident Number Prediction Method using Power Consumption Data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電気学会論文誌C(電子・情報・システム部門誌)	6. 最初と最後の頁 227-236
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejeiss.139.227	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 Yusuke Nakajo, Jayati Athavale, Minami Yoda, Yogendra Joshi, Hiroaki Nishi	4. 巻 Vol. 141 No. 3
2. 論文標題 Dynamic load balancing using actual workload traces based on center processing unit temperatures	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ASME Journal of Electronic Packaging	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) https://doi.org/10.1115/1.4044262	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 該当する
1. 著者名 Yuichi Nakamura, Sota Sawaguchi and Hiroaki Nishi	4. 巻 12(S1)
2. 論文標題 Implementation and Evaluation of an FPGA-based Network Data Anonymizer	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering	6. 最初と最後の頁 S134-S140
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/tee.22426	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 Yuichi Nakamura, Yoshimichi Nakatsuka, and Hiroaki Nishi	4. 巻 Volume E100.D (2017) Issue 8
2. 論文標題 Novel Method to Watermark Anonymized Data for Data Publishing	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 1671-1679
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2016ICP0015	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 西 宏章	4. 巻 31
2. 論文標題 スマートコミュニティとは何か : 実証例から見る社会問題解決策としての可能性	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Human and Environmental Symbiosis, 環境共生	6. 最初と最後の頁 3-12
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 Yuichi Nakamura, Keiya Harada, Hiroaki Nishi	4. 巻 Volume 4, Issue 1
2. 論文標題 A privacy-preserving sharing method of electricity usage using self-organizing map	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of ICT Express	6. 最初と最後の頁 24-29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.icte.2018.01.004	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30件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 25件)

1. 発表者名 Tomomu Iwai, Yuta Ohno, Akira Niwa, Yuichi Nakamura, Hiroaki Nishi
2. 発表標題 A Self-Organizing Map Using Classification Method for Services on Multi-Layer Computing Environments
3. 学会等名 Workshop on Smart City based on Ambient Intelligence (SCAI 2018), 論文番号SCAI2018_S3-3 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Soichiro Shohata, Yuichi Nakamura, Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Implementation of Hardware for Accelerating Anonymization Transparent to the Network
3. 学会等名 Workshop on Smart City based on Ambient Intelligence (SCAI 2018), 論文番号SCAI2018_S3-3 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuiko Sakuma, Yusuke Nakajo, Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Building Thermal Performance Assessments Using Simple Sensors for the Green New Deal in Japan
3. 学会等名 The 27th IEEE International Symposium on Industrial Electronics ISIE 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masahiro Yoshida, Sofia Kleisarchaki, Levent Gurgen, Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Indoor Occupancy Estimation via Location-Aware HMM: An IoT Approach
3. 学会等名 The Seventh IEEE WoWMoM Workshop on the Internet of Things: Smart Objects and Services, IoT-SoS 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Minato Omori, Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Request Distribution for Heterogeneous Database Server Clusters with Processing Time Estimation
3. 学会等名 IEEE 16TH INTERNATIONAL CONFERENCE OF INDUSTRIAL INFORMATICS INDIN2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Keiya Harada, Yuta Ohno, Yuichi Nakamura, Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Anonymization method based on sparse coding for power usage data
3. 学会等名 IEEE 16TH INTERNATIONAL CONFERENCE OF INDUSTRIAL INFORMATICS INDIN2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shun Kinoshita, Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Task Allocating Service-oriented Network for Smart Community Applications
3. 学会等名 IEEE 16TH INTERNATIONAL CONFERENCE OF INDUSTRIAL INFORMATICS INDIN2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yusuke Nakajo, Jayati Athavale, Minami Yoda, Yogendra Joshi, Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Improving Energy Efficiency in Data Centers by Controlling Task Distribution and Cooling
3. 学会等名 International Technical Conference and Exhibition on Packaging and Integration of Electronic and Photonic Microsystems (InterPACK) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kanami Yuyama, Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Proposal of Feature Value Selection Method for Time-Critical Learning
3. 学会等名 IEEE 23rd International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Taichi Nakamura, Hiroaki Nishi
2. 発表標題 TMk-anonymity: Perturbation-based Data Anonymization Method for Improving effectiveness of Secondary Use
3. 学会等名 The 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomomu Iwai, Yuta Ohno, Akira Niwa, Yuichi Nakamura, Keiya Sakai, Kanae Matusi, Hiroaki Nishi.
2. 発表標題 Self-Organizing Map Using Classification Method for Services in Multilayer Computing Environment
3. 学会等名 The 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Soichiro Shohata, Yuichi Nakamura, Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Hardware for Accelerating Anonymization Transparent to Network
3. 学会等名 The Sixth International Symposium on Computing and Networking(CANDAR) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shanaka P. Abeywardhana, Janaka Wijekoon, Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Optimized Service Function Path Selection for IoT Devices Using Virtual Network Function Performance Data
3. 学会等名 The 33rd International Conference on Information Networking (ICOIN 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoya Imanishi, Masahiro Yoshida, Janaka Wijekoon, Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Time-series decomposition of power demand data to extract uncertain features
3. 学会等名 IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masahiro Yoshida, Tomoya Imanishi, Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Feature Extraction and Background Information Detection Method using Power Demand
3. 学会等名 IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tatsuki Miura, Janaka L. Wijekoon, Shanaka Prageeth, and Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Novel Infrastructure with Common API using Docker for Scaling the Degree of Platforms for Smart Community Services
3. 学会等名 IEEE 15th International Conference Industrial Informatics ,INDIN 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yusuke Nakajo, Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Temperature-based Request Distribution For Effective CRAC and Equipment Life-cycle Extension
3. 学会等名 the ASME 2017 International Technical Conference and Exhibition on Packaging and Integration of Electronic and Photonic Microsystems INTERPACK2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yusuke Nakajo, Tomomichi Noguchi, Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Efficient energy utilization based on task distribution and cooling airflow management in a data center
3. 学会等名 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, IECON 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuta Ohno, Tomomu Iwai, Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Blind Watermarking Method for Anonymized Data
3. 学会等名 Fifth International Symposium on Computing and Networking (CANDAR 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Akira Niwa, Hiroaki Nishi
2. 発表標題 An Information platform for smart communities realizing data usage authentication and secure data sharing
3. 学会等名 Fifth International Symposium on Computing and Networking (CANDAR 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Information and Communication Platform for Providing Smart Community Services - System Implementation and Use Case in Saitama City
3. 学会等名 the 19th International Conference on Industrial Technology (ICIT2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tadanori Matsui, Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Time Slotted Channel Hopping Scheduling Based on the Energy Consumption of Wireless Sensor Networks
3. 学会等名 the 15th International Workshop on Advanced Motion Control(IEEE AMC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 湯山要海, 吉田将大, 服部一裕, 村並広章, 田中基雅, 西宏章
2. 発表標題 糖類の晶析データを用いた特徴量の重要度を決定する手法の提案と評価
3. 学会等名 電気学会情報システム研究会「知識抽出技術と情報システム、その他一般」
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大野雄太, 仁和瞭, 西宏章
2. 発表標題 スマートコミュニティにおける二次利用のためのBlind電子透かし手法の提案と検討
3. 学会等名 デザインガイア2017 -VLSI設計の新しい大地-, 電子情報通信学会 ディベンダブルコンピューティング研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西宏章
2. 発表標題 社会インフラを支えるネットワークシステムとスマートサービス
3. 学会等名 株式会社日立製作所第198回最新技術セミナー【IoT活用の条件とは】社会インフラを支えるデジタルソリューションとIoT
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Saitama Smart Town: Smart Community Information Platform for Providing Future Town Services
3. 学会等名 Global City Teams Challenge EXPO (GCTC 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西宏章
2. 発表標題 スマートシティ・スマートコミュニティにおけるIoTとエッジプラットフォーム
3. 学会等名 第1回エッジプラットフォームコンソーシアム (EPFC) シンポジウム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Launching the Smart Cities Concept
3. 学会等名 Brokerage Event 2017- Smarter Region Devoted to the issue of Intelligent technologies for citizens of the Moravian-Silesian Region- (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西宏章
2. 発表標題 スマートコミュニティにおける情報通信プラットフォーム
3. 学会等名 電気学会スマートファシリティ研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Smart community from the perspective of IoT/Fog
3. 学会等名 CEA IoT研究会 (国際学会)
4. 発表年 2017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
--	---------------------------	-----------------------	----