




# エンゲージメントとインタラクション状態遷移 に基づく接客ロボットの半自律的制御手法の 確立

 情報処理学会・学会誌「情報処理」  
2021年8月15日 08:38



岩崎雅矢

(大阪大学大学院基礎工学研究科システム創成専攻 特任助教)



----- keyword -----

遠隔操作ロボット

フィールド実験

マルチモーダル会話分析

-----

**【背景】** 初心者ユーザの遠隔操作によるロボットでの接客は困難

**【問題】** 操作者にロボットの操作経験や知識が必要

**【貢献】** 初心者ユーザ向け接客ロボット遠隔操作システムの開発と有効性の検証

実店舗における接客ロボットは人による接客では実行不可能な部分を補える可能性があるという理由から、さまざまな店舗に配備されてきた。しかし、このような

ロボットでは、他人と社会的な相互作用が可能であると感じられる程度である社会的プレゼンスの弱さが原因で多くの場合人に無視されやすいということが問題になる。また、ロボットが自律的に実際の環境で起こるすべての出来事に適切に対応することは現在の技術では困難である。これらの問題は人がロボットを遠隔操作することによって解決可能であるが、操作者がロボット操作に関する経験やロボットの使用環境に関する知識を豊富に有している必要がある。そこで本研究では、そのような経験や知識のない初心者ユーザによる操作でも簡単にロボットの社会的プレゼンスの改善と訪問客の購買活動の促進ができるような接客ロボット遠隔操作システムを開発することを目的とした。

この目的達成のため、まずはロボットの社会的プレゼンスを改善し、人の注意を引きつけることができるロボットの行動について調査した。京都の商店街にある七味専門店にロボットを置き、訪問客と会話させ、言語情報だけでなく、視覚や聴覚など、複数のコミュニケーションチャンネルで知覚可能な非言語情報も合わせて行うマルチモーダル会話分析をする実験を行った。そして、そこで得られた知見が実験室の統制された環境でも有効であるかの検証と、人のロボットに対する主観的な印象の統計的な評価に関する実験を行った。これらの実験から明らかとなった結果として、人とロボットの相互作用において人の行動に対するロボットの知覚能力を示すことがロボットの発言に対する人のうなずきや返答を促すということが分かった。さらに、この知見に基づいて実店舗で用いることができる自動挨拶機能をデザインするため、訪問客のロボットへの注目の度合いを示すエンゲージメントという

概念を導入した。そして、リアルタイムにセンサによって取得される、客とロボットのアイコンタクトの有無、客とロボットの距離、客がロボット接近しているかどうかなどの訪問客の非言語情報からエンゲージメントの程度を推測することによってエンゲージメントが十分に高いタイミングでロボットが自動的に訪問客に挨拶する機能を開発し、実店舗におけるその有効性を示した。

次に、初心者ユーザによる操作でも訪問客の購買活動を促進できるようにするため、訪問客とロボットの相互作用の典型的な流れを状態遷移モデル化することによってロボットの操作を簡単化した。まず今回実験を行った店舗における典型的な接客の流れを複数の段階に分割し、各段階における訪問客とロボットの相互作用を状態として定義した。そしてそれぞれの状態において適切なロボットの行動を決定することで、初心者ユーザでも簡単に操作できるようにすることを可能にした。そして、このモデルに基づいた操作システムの実店舗での有効性を調査し、さらに当該操作システムを実際に初心者ユーザに使用してもらった実験を行った。その結果、実店舗における客-ロボット相互作用を状態遷移モデル化することによって初心者ユーザによる接客ロボットの遠隔操作でも訪問客の購買活動を促進させることが可能であるということを示した。



(2021年5月31日受付)

(2021年8月15日note公開)

---

**取得年月日：2021年3月**

**学位種別：博士（工学）**

**大学：大阪大学**

---

**推薦文：**（ヒューマンコンピュータインタラクション研究会）

本論文は、実店舗と実験室での実験から、接客ロボットの社会的プレゼンスを改善可能なロボットの振る舞いを明らかにし、客—ロボット相互作用の状態遷移モデル化によって初心者ユーザのロボット操作でも客の購買活動を促進できることを示した。本論文の内容は国内外の学会発表における受賞歴があることから推薦に値する。

### 岩崎雅矢（正会員）

**研究生活：**私は子供のころからアニメやSF映画に登場する未来に憧れ、そのような世界に登場するアイテムや世界観を実現することに携わりたいと思っていました。私の研究室では興味のあるテーマについて研究させてもらうことができました。そして、私の研究テーマは実際の店での接客ロボットの研究に決まりました。このような実証実験は非常に未来の世界観を身近に感じやすいものだったので、楽しみながら研究することができました。ところが、研究というものがどういうものかさえ知らない当時の自分にとっては、学術的な研究として成立させることは非常に困難でした。しかし、指導教員の先生などたくさんの人に助けられながら少しずつ研究を進めていくことができ、研究スキルを得ただけでなく人間としても成長できたと思います。これは自分が興味のある研究だったので乗り越えられたのだと思いま

す。これから博士課程に進む人や博士進学を考えている人もぜひ自分が楽しいと思える研究を見つけてほしいと思います。



## ハンドインタフェースのためのセンサの多用途化に関する研究

♡ 1



情報処理学会・学会誌「情報処理」  
2021年8月15日 08:39



高田峻介



(神戸市立工業高等専門学校 電子工学科 助教)



----- keyword -----

ヒューマンセンシング

ユーザインタフェース

HCI

-----

**【背景】** 自分に合ったインタフェースをDIYできる時代に

**【問題】** 容易にインタフェースに使えるセンシング手法の多様化が必要

**【貢献】** センサの役割を拡張し、多様性に寄与する5つの手法を開発

現代では、デスクトップやラップトップに設置するコンピュータ以外にも、スマ

ートフォンやウェアラブルデバイスのように外でも気軽に使えるものや、ドローンやロボットのように自律するものまでさまざまな形態・用途のコンピュータが使われるようになりました。ユーザがコンピュータを操作する際に、キーボードやマウス、タッチパネルといった入力インタフェースがよく用いられていますが、コンピュータの形態やユーザによって適したインタフェースの形態も異なります。3Dプリンタやマイコンボードが手軽に・安価に利用できるようになったため、キーボードをフルスクラッチでDIYする人も増えてきました。今後はさらに用途や自分の趣味に沿ったインタフェースをDIYする時代がくると思われます。

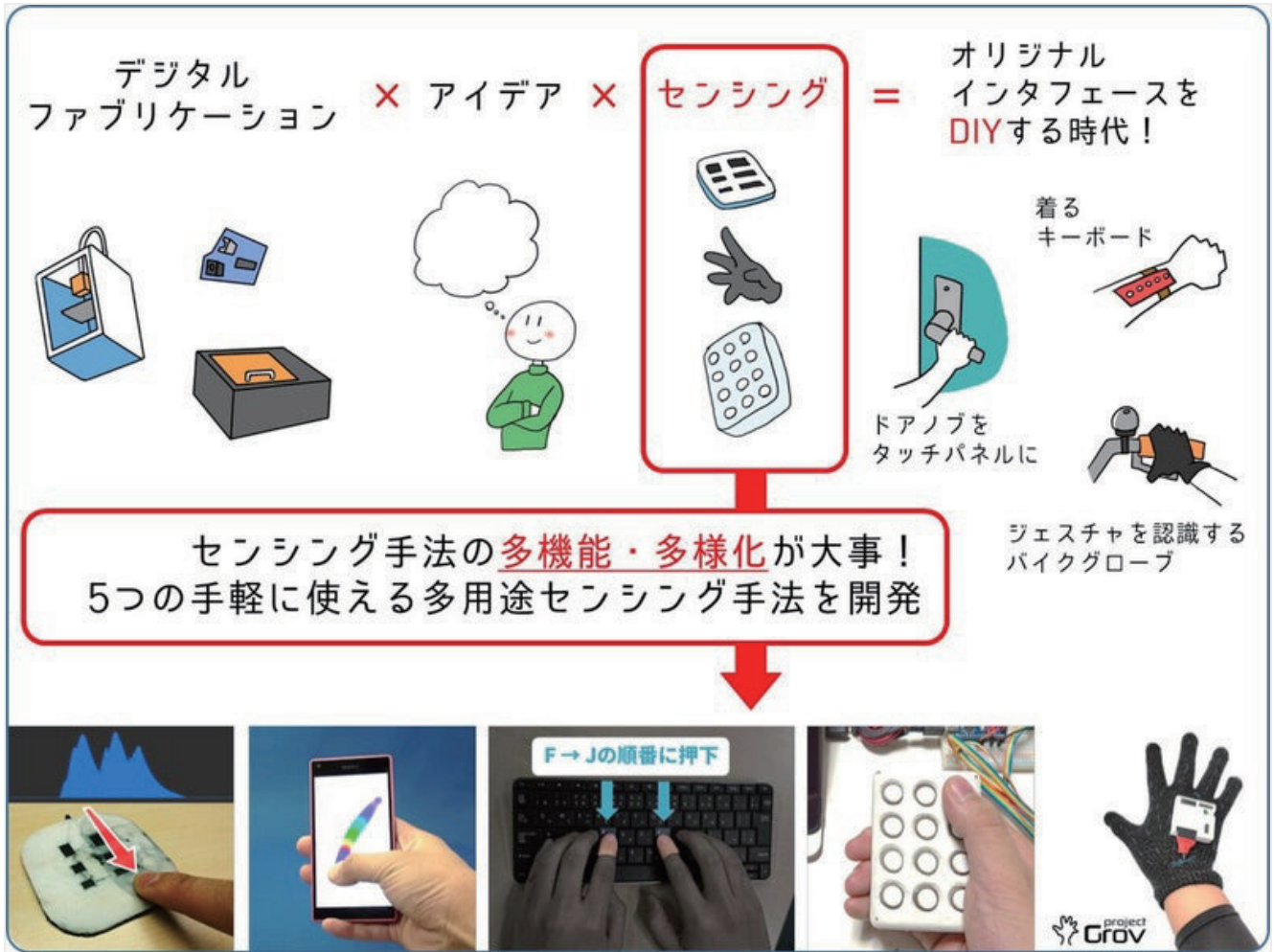
さて、これら入力インタフェースには、人の振る舞いを認識するためのセンサが組み込まれています。本研究では、このセンサの機能を拡張することにより、1粒で2度も3度もおいしい、多用途な入力インタフェースを設計する手法の開発を目指します。センサの機能を拡張するためには、組み込むセンサそのものの種類を増やす方法がありますが、DIYの難易度が上がってしまいます。また、同じセンサでもユーザの振る舞いによって異なるセンサ応答が見られる場合があります。そこでセンサ応答の処理方法を拡張することにより、同じセンサでさまざまな人の振る舞いをセンシングする手法を開発します。

センシング手法の設計にあたって、以下の2つの研究方針を設定しました。[研究方針1] 単一センサの用途を拡張もしくは多用途なセンサを開発することにより「省センサで多用途なセンシング」を開発する、[研究方針2] すでに広く知られ

ている入力方法に倣うことにより「省習熟コストなセンシング」を開発する。

本研究では、これらの研究方針に従ってハンドインタフェースのための省センサかつ多用途なセンシング手法を5通り開発しました。(1) 単一電極にてタッチおよびスワイプを判別可能な「MonoTouch」。(2) 防水端末のタッチパネルおよび内蔵の気圧センサを用いて押下圧力を取得できる「BaroTouch」。(3) 導電繊維編み込み手袋に電気信号を流した際の応答から、指の曲げ、指同士の接触ならびに把持物体認識を行う「GroV」。(4) 既存のQWERTY配列の物理キーボード上にて開始符号を用いることにより、文字入力操作、ポインティング操作、ジェスチャ操作を切り替えながら行う「FJKeyboard」。(5) フリック入力キーボード、マウス、ゲームコントローラとして利用可能な片手把持キーボードである「JoyKey」。

本研究の貢献は次のとおりです。(1) センシング手法を新たに5通り開発し、センシング多様化に寄与したこと、(2) センシング手法を用いたインタフェースを実装し、その妥当性を評価したこと、(3) センシング手法を開発した過程から得られた、開発に至るプロセスをまとめ、センサの多用途化のためのデザイン手法を示したこと。



■Webサイト

<https://rtakada.jp>

(2021年5月31日受付)

(2021年8月15日note公開)

---

**取得年月日：2021年3月**

**学位種別：博士（工学）**

**大学：筑波大学**

---

**推薦文：**（ヒューマンコンピュータインタラクション研究会）

推薦する博士論文は、タッチパネル、キーボード、データグローブ等の入力インタフェースを構築・拡張するためのセンシング手法についてまとめており、各センシング手法にセンサの特性や組み合わせ方に斬新なアイデアが含まれている。また、これらのセンシング手法はどれも容易かつ安価に利用できるものである。



**高田峻介（正会員）**

**研究生生活**：もともと漫画家になりたくて、漫画家として自分の軸を持ちたくて高専に進んで技術を一生懸命勉強したら、いつのまにかコンピュータを操作する方法に強く興味を持ち、あれよという間に博士課程に進んでいました。無事博士号をいただいた今、なんと不思議なことに母校の高専で教鞭をとる立場になりました。


博士課程は、じっくり自分自身と向き合う時間であり、あっという間に過ぎる時間であり、かつての自分じゃ想像できない夢のような体験をたくさんできる時間です。まわりから見るとフラフラしてる博士生活だったかもしれませんが、終わってみるとかけがえのない時間だったと思います。博士進学を考えている皆さんには研究はもちろん、それ以外にもできる限りいろんな人にとって・いろんな体験を試みることをおすすめします！

最後に6年間に渡りご指導・ご鞭撻いただいた志築文太郎教授、筑波大学IPLABの先生・メンバたちにこの場を借りて深くお礼申し上げます。



# Gamified Participatory Sensing for Sustainable Spatiotemporal Tourism Information Collection

♡ 1

 情報処理学会・学会誌「情報処理」  
2021年8月15日 08:40



邦訳：ゲーミフィケーションを用いた参加型センシングによる持続可能な時空間観

## 光情報収集

### 河中祥吾

( (株) サイバーエージェント データサイエンティスト )



----- keyword -----

**スマートシティ (Smart City)**

**参加型センシング (Participatory Sensing)**

**ゲーミフィケーション (Gamification)**

-----



**【背景】 スマートシティの実現における人間の感性的情報の収集必要性**

**【問題】 参加型センシングにおけるインセンティブ設計**

**【貢献】 効率的かつ持続可能な観光情報(都市環境情報)収集の実現可能性の検証**

スマートシティの重要な役割は、多様な分野から提供される都市環境情報を集約し、市民の生活の質を向上させることにある。

都市環境をより正確にセンシングするためには、行政や産業界が構築したインフラやセンサネットワーク群から得られる情報を、参加型センシングを用いて得られる人間の感性的な情報で補完・強化が必要不可欠である。しかし、日々それぞれの目的を持って活動している人々に、いかにしてセンシング行動への寄与を促すかが重要な課題となる。この問題を解決するためのインセンティブメカニズムとして、ゲームデザイン要素やゲームの原則をゲーム以外の物事に応用するゲーミフィケーションが注目されている。

本研究では、スマートシティ環境における重要なアプリケーションの1つである、スマートツーリズムに着目し、ゲーミフィケーションを用いた参加型センシングによる持続可能な時空間観光情報収集を実現するために、以下の2つの研究課題に取り組んだ。(1) 観光客の負担を考慮したゲーミフィケーションとセンシングタスクの設計、(2) 適切なタスク割り当てインタフェースと対話インタラクションの設計およびパーソナライゼーション。

課題（1）では、ゲーミフィケーション要素として、ミッション、ポイント、ランキング機能を導入した。ミッションには、特定の観光地で写真やレビューを明示的に投稿するチェックインミッションと、特定の観光地でセンサデータを収集するエリアミッションの2種類を設計した。加えて、ミッション達成時に得られるポイント付与方法が異なる3種類の報酬付与方法を設計した。それらを参加型センシングアプリとして実装を行い、33人の参加者を対象に観光実験を行い、ゲーミフィケーションデザインが観光情報収集の効率化や観光満足度に与える影響を調査した。その結果、観光満足度を考慮するとエリアミッションを採用すべきであり、スポットごとの情報需要度に応じて配点の重みを変更することで満足度を低下させることなくシステムが必要としている観光情報を効率的に収集できることが分かった。

課題（2）では、地図上にマーカで表示されるスポットをユーザが能動的に選択するマップ型インタフェース および ユーザの所在地に応じてアプリケーション内のエージェントキャラクターがスポット推薦を行いユーザが半受動的に選択を行うチャット型インタフェースの2種類を設計した。また、チャットベースのインタフェースでは、適切な対話文を明らかにするために、精巧さと直接的さの指標に基づいて4つの対話テンプレートを作成した。118人の参加者を対象に観光実験を行い、インタフェースが情報収集効率や観光満足度に与える影響を調査した。その結果、マップ型インタフェースでは収集データの絶対量が約1.4倍となるが、チャット型インタフェースでは、需要の高いスポット情報をより効率的に収集できた。また、チ

チャット型インタフェースでは、観光よりもミッションを優先する傾向が顕著に見られた。さらに、チャット型インタフェースでの対話文においては、精巧さの指標に有意差があり、より精巧な文章が好まれていた。最後に、いくつかのパーソナリティ特性と、センシングへの貢献度やインタフェースの好みとの間に相関関係があることが分かった。



(2021年5月30日受付)

(2021年8月15日note公開)

---

**取得年月日：2021年3月**

**学位種別：博士（工学）**

**大学：奈良先端科学技術大学院大学**

---

**推薦文：**（モバイルコンピューティングと新社会システム研究会）

河中君は、観光ナビ等に利用する「観光情報」を幅広く集めるため、実際の観光客から情報を提供してもらった「参加型センシング」を研究しています。博士論文では、人が情報を提供したくなる動機づけとは何か？という観点で、ゲーミフィケーション・インタラクションデザインという2つの方法を提案し有効性を検証しています。

**河中祥吾**

**研究生活**：参加型センシングという概念自体は奈良先端大のオープンキャンパスで初めて知り、人が介在する情報システムに興味を持ち大学院および所属研究室を決めました。その後、修士から参加型センシングに関連した研究を進めるなかで、特に“情報介入によって人の行動にどのような影響を与えるのか”，というところに興味を持ち、心理学や行動経済学の要素を取り入れた学際的な研究を博士課程から取り組みました。仮設設定からアプリケーション実装、実験準備・実施、論文執筆・発表まで、研究成果を世の中に発表するまでさまざまな工程がある中で、自分自身の得意・不得意な所を発見しつつ、研究室の先生方やメンバとさまざまな議論を交わし、協力して成長しながら研究生活を送ることができました。また、博士課程では、研究留学や学外でのアウトリーチ活動などこれまで味わうことのなかった人生経験をたくさんさせてもらえる期間でもありました。博士課程は研究的な側面での経験はもちろんですが、研究以外にも起業や学外活動などさまざまな挑戦ができる機会でもあると思います。

最後に、大学院5年間研究のご指導を始め、留学などさまざまな経験の機会を与えてくださった安本慶一先生をはじめ、ユビキタスコンピューティングシステム研究室の先生方、メンバに深く感謝いたします。



# A Study on Spatial Crowdsensing for Augmenting Smart Cities

♡ 1



情報処理学会・学会誌「情報処理」  
2021年8月15日 08:42



邦訳：スマートシティ実現に向けたクラウドセンシングによる空間情報の収集に関する研究

## 天野辰哉

(大阪大学大学院情報科学研究科 特任助教 (常勤))



----- keyword -----

スマートシティ

クラウドセンシング

Wi-Fi

位置推定

-----

**【背景】** スマートシティにおいてクラウドセンシングによるデータ収集は重要

**【問題】** データ収集時の協力者負担が大きい

**【貢献】** 電波状況収集における協力者に能動的タスクを要求しないクラウドセンシング

都市部への人口集中による交通渋滞や大気汚染の深刻化などの背景を受けて、ICT技術を活用して都市全体を管理することで持続可能な都市の開発と維持を目指すスマートシティへの期待が高まっています。スマートシティ実現のためには、都市内の空気状況、Wi-Fiや5Gなどの電波の状態、さらに人々の密状況・混雑度合いといったさまざまな環境情報を効率的に収集することが重要です。環境情報の収集を目的としてカメラなどの固定設置型センサが現在でも幅広く利用されていますが、都市の広い範囲にわたって情報を収集するには大量のセンサ設置が必要であり、空間的に都市のすべての領域を固定型センサでカバーすることは現実的ではありません。固定センサ補完するアプローチとして、人々の持つスマートフォンを高機能なセンサとみなして環境情報を収集する「クラウドセンシング」に注目が集まっています。クラウドセンシングによる情報収集では、協力してくれる人々のモビリティや知性を活用することで、固定型センサよりも優れた時空間的カバレッジや複雑な状況報告が可能であり、また協力者を増やしたり減らしたりすることで容易に観測範囲や密度のスケールをコントロールできます。

しかし、クラウドセンシングにはデータ収集の際に協力者に多くの作業・労力を

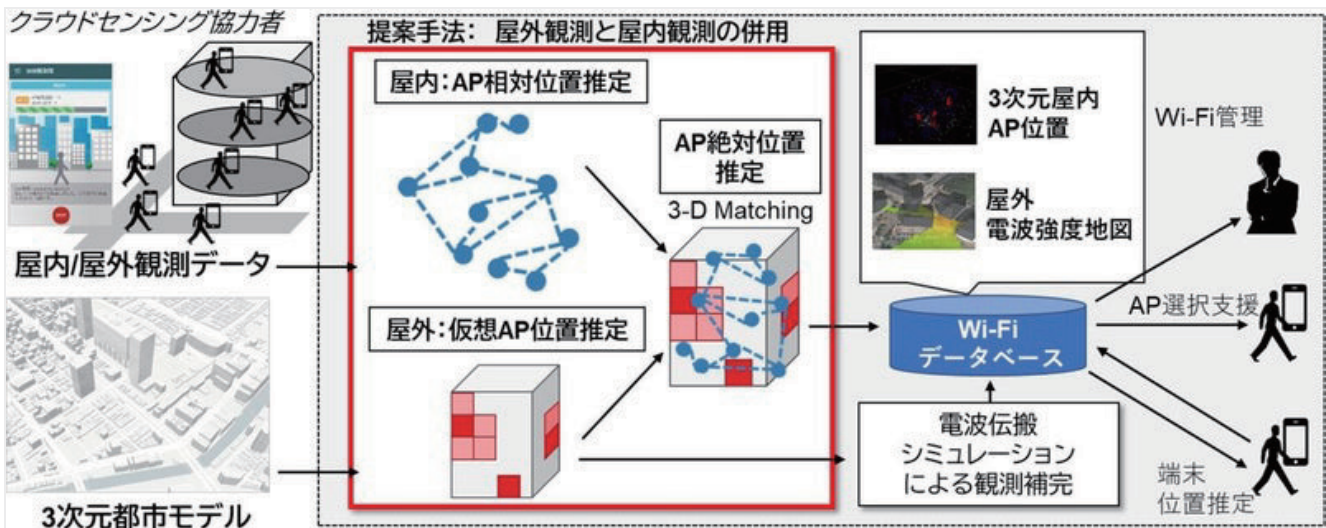


強いという課題があります。これに対して私は博士課程において、主にクラウドセンシングによるWi-Fi電波状況やアクセスポイント（AP）位置情報の収集の事例を通して、都市空間のモニタリングにおけるユーザ介入の排除した「ゼロエフォートセンシング」の実現に取り組みました。

まず、最初の課題として、クラウドセンシングによって得られる空間的に偏りのある限られた数のWi-Fi観測サンプルから補完された高密度なデータを構築する手法を開発しました。これは3次元の都市モデルと電波伝搬シミュレーションを組み合わせることによって、未観測地点の推定値も含まれる屋外のWi-Fi電波強度地図を効率的に生成するものです。このような技術によって実際にクラウドセンシングで協力者に観測データを収集してもらう必要がある地点数を削減することができます。

第二の課題として、屋内での手動での観測位置の入力を必要としない屋内APの位置推定手法に取り組みました。提案手法では、位置情報のない屋内のWi-Fi観測データから多次元尺度構成法により屋内APの相対的な位置関係を推定し、この相対的なAP位置と、GPS位置情報のある屋外の観測から推定された大体のAP位置の組み合わせによって、屋内APの3次元絶対位置を推定するものです。AP位置推定に必要なすべてのデータをバックグラウンドで収集可能となるため、クラウドセンシングによる観測データ収集時の協力者の能動的なタスク実行負担をなくすことができます。

このほかにもクラウドセンシングによって収集されたデータとVirtual Reality (VR) を用いた仮想環境の再現システムや, Augmented Reality (AR) ユーザによる空間情報センシングを想定したユーザ識別手法を提案しました. これらの取り組みは将来のスマートシティ実現を想定した自動化されたクラウドセンシングによる広域の空間情報の効率的な収集に繋がるものと考えています.



(2021年6月7日受付)

(2021年8月15日note公開)

取得年月日：2021年3月

学位種別：博士（情報科学）

大学：大阪大学

---

**推薦文：**（モバイルコンピューティングとパーベイシブシステム研究会）

都市の空間情報の収集方法としてクラウドセンシングが注目されていますが、観測の空間的な偏りや協力ユーザの負担などの課題が存在します。本論文では、都市環境におけるWi-Fi電波やアクセスポイント位置情報の収集に際してこれらの問題を解決する手法を提案しており、大きな実用性を持つ論文として推薦します。

**天野辰哉**（正会員）

**研究生活：**小学生のころ、将来の夢を聞かれたときには「プログラマ」と「発明家」の2つを答えていた記憶があります。今回取得した博士（情報科学）は想像していた夢のスタート地点にあるものではないかとの文章を書くにあたってふと気が付き感慨深いものがあります。

博士課程では「クラウドセンシングと都市モデルを活用した3次元Wi-Fiデータベース構築」というテーマを中心に、興味のあるARやVRを取り込みつつ研究を進め

ました。最近では国土交通省が「Project PLATAU」としてデジタルツイン基盤としてオープンな日本の都市モデルを公開するなど、自身の研究の応用先が広がりつつあると感じています。今後も博士課程での研究を通じて得られた空間データ収集に関する知見をもとに研究を継続していきたいと思います。

最後に、学部4年生から博士課程に渡って長い間ご指導いただいた東野輝夫先生、山口弘純先生ならびに多大なご支援いただきました研究室の皆様に、この場を借りてお礼申し上げます。



# Application of Textile Pressure Sensor Contacting Body Surface to Support Pressure Ulcer Preventive Care

♡ 1

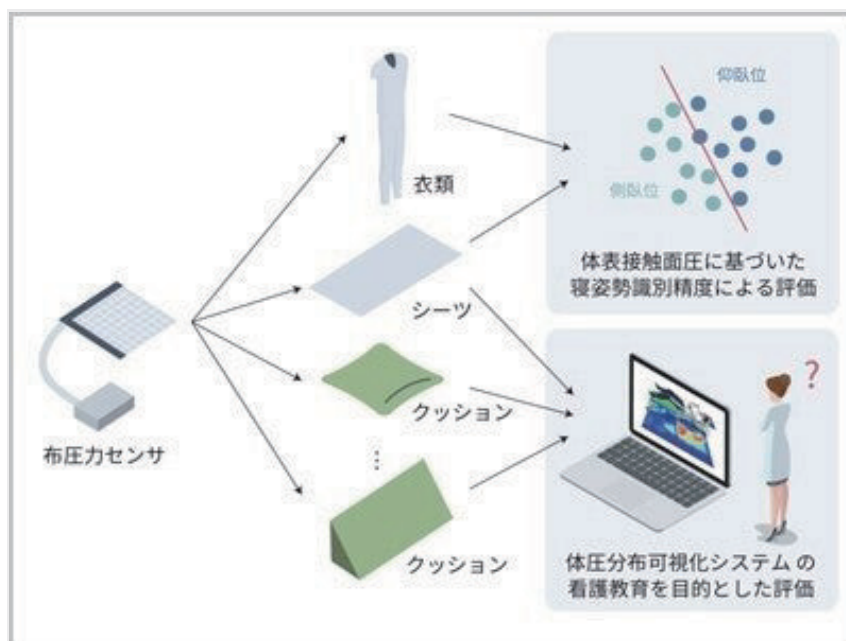
 情報処理学会・学会誌「情報処理」  
2021年8月15日 08:44



邦訳：体表接触面圧に基づいた褥瘡予防ケア支援のための布圧力センサ応用

## 小野瀬 良佑

(名古屋大学情報学研究科 研究員)



----- keyword -----

布センサ

IoT

機械学習

-----

**【背景】 体圧計測手法が未確立****【問題】 体圧計測手法の確立と褥瘡予防ケア支援応用****【貢献】 布圧力センサを用いた体圧計測手法の応用可能性を提示**

筆者は体表面にかかる圧力の計測手法確立に取り組んでいる。カメラ画像などの外部の環境から圧力を推定する手法も考えられるが、計測対象が物体の陰に隠れた場合などに本アプローチは有効に働かない。一方、体表面にかかる圧力を体表面に近い位置で計測するアプローチは、既存の圧力センサの制約から部分的な圧力計測にとどまっており、また、十分な応用研究もなされてこなかった。

体表面にかかる圧力計測手法の確立により貢献が期待できる課題として、褥瘡予防ケア支援がある。褥瘡は皮膚に長時間圧力がかかることにより生じる病変であり、一般的には床ずれと呼ばれている。寝返りのうてない患者の就寝時に発症することが多い。一度発症すると、治療に時間がかかるために、予防が重要である。予防のために、体表面にかかる圧力の管理が重要であるとされる。そのため、一定時間ごとに就寝姿勢を変換するケア（体位変換）や、クッションを下に敷いて身体にかかる圧力を分散するケア（体圧分散ケア）が介護で一般的に行われている。先行研究でも、褥瘡予防を目的としてベッド面の圧力から就寝姿勢を推定して褥瘡発生リスクを監視したり、ベッド面の圧力可視化により体圧分散ケアを速習化したりする手法が検討されてきた。しかし、実際の現場では体圧分散用のクッションが併用されるために、ベッド面の圧力のみでは人体表面に加わる圧力を適切に計測できな

かった。

そこで博士課程の研究では、褥瘡予防ケア支援に応用することを目的として、体表面の圧力を計測する手法の確立を目指した。榎堀らが提案した布圧力センサを用いて、体表接触面圧が計測できる衣類を構築すること、ならびに、クッションの表面付近に布圧力センサを配置することで、課題の解決を試みた。榎堀らが提案した布圧力センサは一枚布構成であり、通常の布と同様に加工容易性や通気性に優れており、本用途に好適である。しかし、当該センサを衣類として縫製したりクッションに組み込んだりする研究や、それらを活用した研究はなされておらず、本研究により初めて達成された。布圧力センサを利用した体圧分散ケア支援への応用可能性を探究するために、次の2つの課題を設定し、提案センサを評価した。

- 布圧力センサを用いた衣類型圧力センサの開発と、体表圧の圧力に基づいた寝姿勢識別精度による評価
- 布圧力センサを用いて拡張した体圧分散クッションを含む体圧分布可視化システムの開発と、看護教育を目的とした評価

これまでになかった体表面の圧力を計測可能なデバイスを提案し、2つの課題による評価を通して、体圧分散クッションを利用する環境下においても、体表接触面圧に基づいた褥瘡予防ケアへの応用可能性が明らかになった。なお、博論のより詳細な内容は、[YouTube上にて公開している概要動画](#)や、[機関リポジトリにてオープン](#)



ンアクセスとなっている博士論文も参照されたい.

博士課程の研究テーマでは褥瘡予防ケア支援に焦点をあてた応用にとどまったが、任意の布製品に圧力センサ機能を組み込み、センシングした結果を活用する手法の確立は、他分野への応用も期待できる。現職では、衣類型圧力センサと機械学習を用いて、認知症患者の無自覚な打撲を検出する研究に取り組んでいる。これは本研究の応用の一例であるが、介護分野にとどまらない活用を目指していきたい。

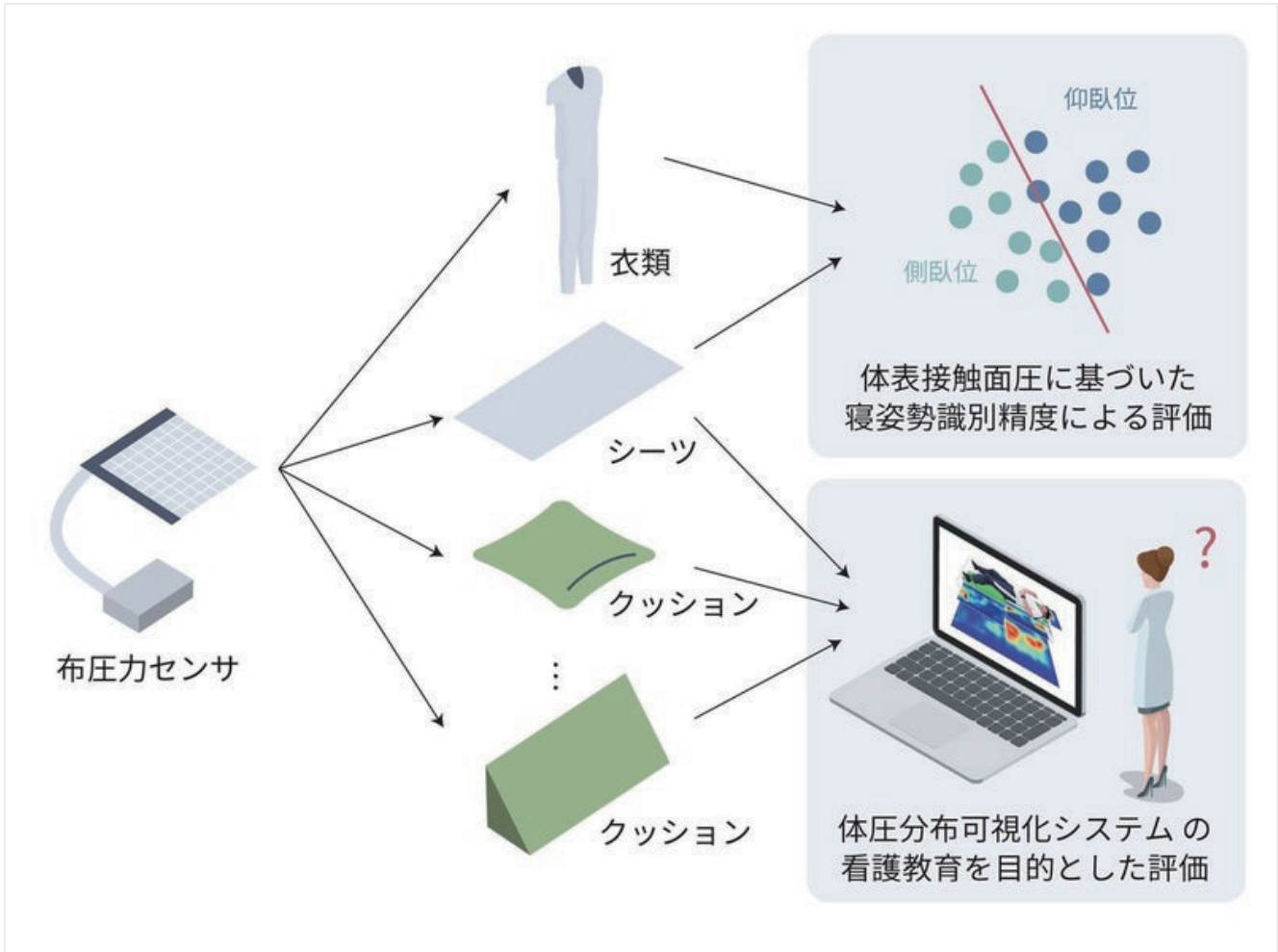
### ■Webサイト／動画／アプリなどのURL

Ph.D. Thesis Abstract: Application of Textile Pressure Sensor :

[https://youtu.be/zv9kMYRPB\\_A](https://youtu.be/zv9kMYRPB_A)

名古屋大学学術機関リポジトリ :

<https://nagoya.repo.nii.ac.jp/records/2000261#.YN1YFhP7SUK>



(2021年6月10日受付)

(2021年8月15日note公開)

---

取得年月日：2021年3月

学位種別：博士（情報学）

大学：名古屋大学

---

**推薦文：**（ユビキタスコンピューティングシステム研究会）

織り構造でセンサ機能を担保するユニークな布センサで、服や介護支援機器を作り、吃緊の課題である看護労力削減・看護師の迅速育成に取り組んだ研究です。当該センサは、織機から出てきた段階で、密にセンサ点を保持し、薄く、量産可能です。普段使いの服が、すべてセンサ布で作られる未来への新たな一歩となる研究です。


**小野瀬 良佑（正会員）**

**研究生活：**元々手を動かして何かを作るのが好きで、所属研究室が布圧力センサという先進的で魅力的なデバイスを扱っていたということもあり、本研究テーマを選択しました。一からセンサを作って応用研究を以て評価することは、バグの原因がはっきりしているプログラミングと違って一筋縄ではいかないことが多く、センサの不具合に対処したり、センサの改良方法を模索したりする日々でした。しかしながら、研究テーマを通して、できるようになったことが格段に増えたことを実感しており、身につけた技術を人の役に立てるように活かしていきたいです。

最後に研究をご指導くださった間瀬健二教授, 榎堀優講師をはじめ, お世話になった方々にこの場を借りて深くお礼申し上げます。また, 博士課程を通して, さまざまな議論や挑戦の機会を与えてくださった博士課程リーディングプログラム実世界データ循環学リーダー人材養成プログラムのメンターの方々, 共に切磋琢磨した履修生たちに感謝します。



# TenSense - A Family of Wireless Sensor Nodes Dedicated for Remote Unattended Structural Health Monitoring of Bolted Joints

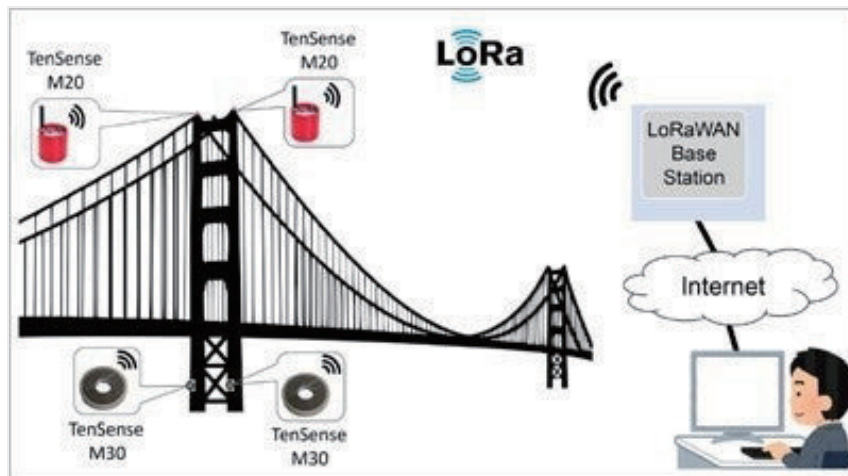
 情報処理学会・学会誌「情報処理」  
2021年8月15日 08:46



邦訳：TenSense：ボルト接合部の締結力遠隔監視のための無線センサノード

## Michail Sidorov

(豊橋技術科学大学 研究員)



----- keyword -----

IoT

締結力モニタリング

LPWAN

-----

**【背景】** ボルトの締結力低下による事故等の発生および点検コストの増大

**【問題】** 構造物・車両等におけるボルト締結力の安全モニタリングおよび予測

**【貢献】** 学際的な知見に基づいた実用的なIoTデバイス設計および安全モニタリングシステム構築

ボルトとナットを用いた部品や部材の締結は、大型の建物や機械、乗り物などさまざまな場所で行われています。しかし、ボルトの緩みや経年劣化による切断などによってこの締結力が損なわれ、締結されていた物の落下などの事故が生じる場合があります。このような事故は時に、重大な事故となる事も少なくありません。

このような事故を防ぐため、現在は、定期的な点検を行ってボルトに緩みがないか確認する作業が行われます。しかし、現状の方法では、熟練した技術者が1つ1つ目視や打音検査を行って調べており、機械の場合にはそのたびに動作を停止させたり、橋などの場合には足場を組んで橋の上部や裏側のボルトを検査するなど、非常にコストがかかるものとなっています。また、定量的なデータとして記録することも困難でした。ボルトにセンサ（歪みゲージ）を埋め込む方法や、超音波を使ってボルトにかかる力を定量的に測る方法もありますが、これらの方法はボルトに穴を開けるなどの加工をする必要があり、基本的には実験のための用途にとどまるもので、実用的に現場で用いるのは困難でした。さらに、現状のこれらのセンサは外部に計測用の装置を設置する必要やそのための電源設備を敷設する必要があり、手軽に用いられない、といった欠点もありました。

そこで本研究では、ボルトの締結力のセンシングを行ってそのデータを遠隔に通信することが可能であり、かつ、手軽に用いることが可能なセンサデバイスの実現を目標とし、そのようなデバイス（TenSense）の開発を行いました。ボルトや座金に加工を施さないことに留意し、既存のボルトと座金の下にセンサを組み込んだ座金（以下、「センサ座金」）を挿入して計測を行うこととしました。

本研究では、大型（M30以上）のボルトを対象とした場合、ならびに、中型（M20～M30程度）のボルトを対象とした場合それぞれについて設計を行いました。大型のボルトを対象としたTenSenseでは、センサ座金自体に放射状の壁を設置し、センサ座金内部にセンサ（歪みゲージ）だけでなく、アンプ、マイコン、無線モジュール、電池を同梱するようにしました。アンテナは座金内部に設置してしまうと金属に囲まれ感度が低下してしまうため、独自設計を行い、センサ座金外周部の樹脂サイドカバー内に配置するようにしました。中型のボルトを対象とした設計では、センサ座金内にはセンサのみを配置し、その他のモジュールや電池等はボルトに対するキャップ内に収納する形としました。

大型・中型の設計ともに、解析シミュレーションによってセンサ座金がボルトの締結力を問題なく伝達可能であること（このセンサを挿入したことによるボルトの締結力低下が起こらないこと）、および、ボルトの締結力によって適切な範囲の歪みが生じること（歪みゲージにより締結力を測定可能であること）を確認していま



す。また、それぞれ実際の回路を作成して動作させ、最大2%程度の誤差で締結力が計測可能であること、800m以上の通信距離が確保できることなどを確認しています。また、消費電力を見積りから、それぞれ5年以上の動作が見込めることを確認しています。



(2021年6月1日受付)

(2021年8月15日note公開)

取得年月日：2020年9月

学位種別：博士（工学）

大学：豊橋技術科学大学

---

**推薦文：**（ユビキタスコンピューティングシステム研究会）

本論文は部材の接合等に用いられるボルトの締結力を遠隔監視するシステム TenSenseの設計・実装・評価についてまとめたものである。追加座金内にセンサ等を組み込むことでボルトへの加工を伴わずに必要な機能を実現しており、力学的な検証や回路・アンテナ等の設計、電源寿命の議論などIoT事例としてきわめて有益な議論がなされている。



## Michail Sidorov

**研究生活**：私は大学の教員になりたいと思っており、そのため博士号を取得しました。修士を取得して以来大学で働いていましたが、そのステップアップとして博士へ進学しました。博士課程での研究テーマは学際的な内容で、同じ大学の土木を専門とするメンバや企業との共同研究でした。実用的なデバイスをゼロからデザインできたことは大変興味深かったです。


博士での研究活動の中で、同じような研究をしている方々と協調するのはとても重要だということに気が付きました。協調し、議論することによって、新しいアイデアを生み出すことができます。また、研究をはじめるときにその対象についてすべてのことを知ることは不可能ですが、知識不足のために研究が進まなくなってしまったときにはその分野の専門家に助けを求め、できるだけ早く対応することが重要だと思いました。

困難も多いですが、博士課程は、さまざまな興味深い機会や貴重な経験をすることが出来るユニークな旅だと思います。



# Motivational Techniques that Aid Drivers to Choose Unselfish Routes

♡ 1

 情報処理学会・学会誌「情報処理」  
2021年8月15日 08:47



邦訳：運転者が利他的な経路を選ぶことの動機付けを支援する技術

# Briane Paul V. Samson

(デ・ラ・サール大学 コンピュータ科学部 助教授)



----- keyword -----

自動車運転

ナビゲーションシステム

利他的行動

動機付け

-----

**【背景】** カーナビが提案する最短経路を多くの運転者が選ぶことによる交通渋滞

**【問題】** 一部の運転者に非利己的な経路を選んでもらう仕組みの解明

**【貢献】** 個人の状況や性格に応じて利他的行動を促す対話型カーナビの提案

カーナビの普及により、多くの車が提示された最適経路を選び、そのことでかえって交通渋滞が起きてしまう問題が深刻になっている。都市での渋滞を減らすには、一部の車にはあえて少し遠回りの経路で走ってもらうことを促すような次世代カーナビの実現が求められる。本博士論文では、運転者ごとの急ぎ具合や提案された道への慣れ等に応じて「ちょっと遠回り」な経路を選んでもらうことを促す対話技術の研究開発を紹介する。

本研究はまず、現在の一般的なカーナビゲーションシステムを利用する際の運転者の行動観察から始めた。すると、運転者は必ずしも提示された最短経路をいつでも選ぶわけではないことが確認された。システムから提示された経路を運転者が選択するか否かは、提示された経路が慣れた道かどうか、そして、そのときの急ぎ具合に大きく依存することが分かった。その結果に基づき、運転者の性格、経路への慣れ、そのときの状況（目的地へ向かう目的等）に応じて、利他的な経路を選択してもらうための動機付けデザインを試みた。

具体的には、運転を始める前の複数経路を提示するシステムと、運転中に音声で経路案内するシステムを試作し、その効果をシミュレーション実験した。運転前の複数経路提示システムでは、利他的経路（少し遠回りな経路）を選ぶことによる渋滞緩和への貢献や、利用者自身の慣れた道の割合の表示の仕方がどのように利用者の判断に影響を与えるかを調べた。その結果は、利用者の性格に関係することが窺える結果となった。

運転中の音声ガイドシステムは、最適経路、慣れ親しんだ経路、混雑回避のための迂回経路の3種類の経路を推薦する3つの音声エージェントを用意し、彼らが運転者の前で会話することで、間接的に運転者の利他的経路選択を促すものである。このシステムの特徴は、複数の選択肢を展示して利用者自身に選択権を委ねること、それら選択肢各々の観点の違いをエージェント間のおしゃべりというカジュアルな表現で運転中の利用者に提示することである。

本論文が扱うのは何気ない人間の心理であり、運転中の状況や運転者の性格などさまざまなことに依存する。したがって、単純に複数手法を比較して明確な差が出る分かりやすい結果が得られるような内容ではなく、無意識の行動による定量的変化、行動変化のパターン分類、そしてその背景にある理由の聞き取りといったさまざまな角度での分析が重要である。本研究で確認された知見（慣れ親しんだ道は選ばれやすい、他者への貢献が読み取りやすい情報提示が効果的である、といったこと）そのものは結果的には単純な内容であるが、実際の自動車内の観察、オンライン実験、運転シミュレータによる実験といった複数の実験プラットフォームの実装、複数の被験者実験の統計的分析を通して、身近な市民科学的トピックを対象とした研究手法を確立した貢献は大きい。



■Webサイト/動画/アプリなどのURL

<https://brianesamson.com/>

(2021年6月17日受付)

(2021年8月15日note公開)

取得年月日：2020年9月

学位種別：博士（システム情報科学）

大学：公立はこだて未来大学



推薦文：（ユビキタスコンピューティングシステム研究会）

都市での渋滞を減らすには、一部の運転手にはあえて少し遠回りなルートで走ってもらうことを促すような次世代カーナビの実現が求められています。本博士論文では、運転者ごとの急ぎ具合や提案された道への慣れ等に応じて「ちょっと遠回り」なルートを選んでもらうことを促す対話技術の研究開発を紹介しています。

### Briane Paul V. Samson

**研究生活**：私の博士論文のテーマは、ドライブナビゲーション利用者の「動機づけ」をデザインすることです。私自身が毎日のように経験しているフィリピンの交通事情の悪さがこの研究テーマの動機になっています。私の目標は、運転者の利他的な行動を促す新しいナビゲーションシステムを実現することです。角康之研究室に所属したことで、自分の研究テーマを自由に定義でき、HCIの分野にどっぷり浸かることができたのは大きなメリットでした。そのことで私の専門知識は大きく成長しました。博士課程において一番苦勞したのは、さまざまなHCI研究方法論を独学で学ぶことでした。授業がないため、自分の学習プランに自信が持てませんでした。

た。しかし、私の指導教員はとても親しみやすく、自分の進路を決めるために貴重な指導をしてくださいました。これから博士課程に進む皆さんは、自分の進むべき道が分からなくても気を落とさないでください。迷ったときには、指導教員に相談することを恐れないでください。彼らはあなたが成功するために存在するのですから。しかし、彼らに頼りすぎないことも忘れてはいけません。特に留学生の場合は、研究室外の人たちとのつながりも見つけることが重要だと思います。



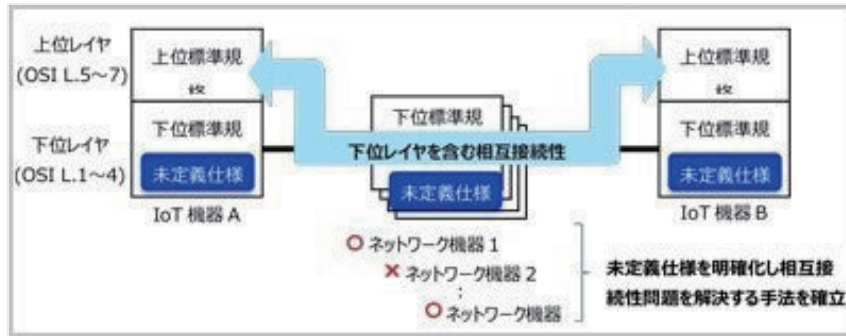
# スマートホームにおけるIoT機器の相互接続性 向上の研究

 情報処理学会・学会誌「情報処理」  
2021年8月15日 08:48



**濱本望絵**

(パナソニック (株) 主幹技師)



----- keyword -----

スマートホーム

IoT

マルチキャスト

-----

**【背景】** ホームネットワークの多様化とIoTの発展

**【問題】** 未定義仕様に対する各機器メーカーの実装差異が引き起こす相互接続性問題

**【貢献】** IoT機器の相互接続性向上に貢献

さまざまなメーカーのルータ・中継機・IoT機器の組合せで構成されるスマートホームにおいて、IoT機器の相互接続性に関する市場問題が多数報告されている。市場問題の中でも、相互接続手順の第1段階であるマルチキャスト通信を利用した機器発見フェーズにおける相互接続性問題が重要であることに着目し

「CFM (Combination Failure in Multicast communication) 問題」として分類・定義した。下位レイヤ (OSI Layer1~4) の標準規格には未定義仕様が多々あ

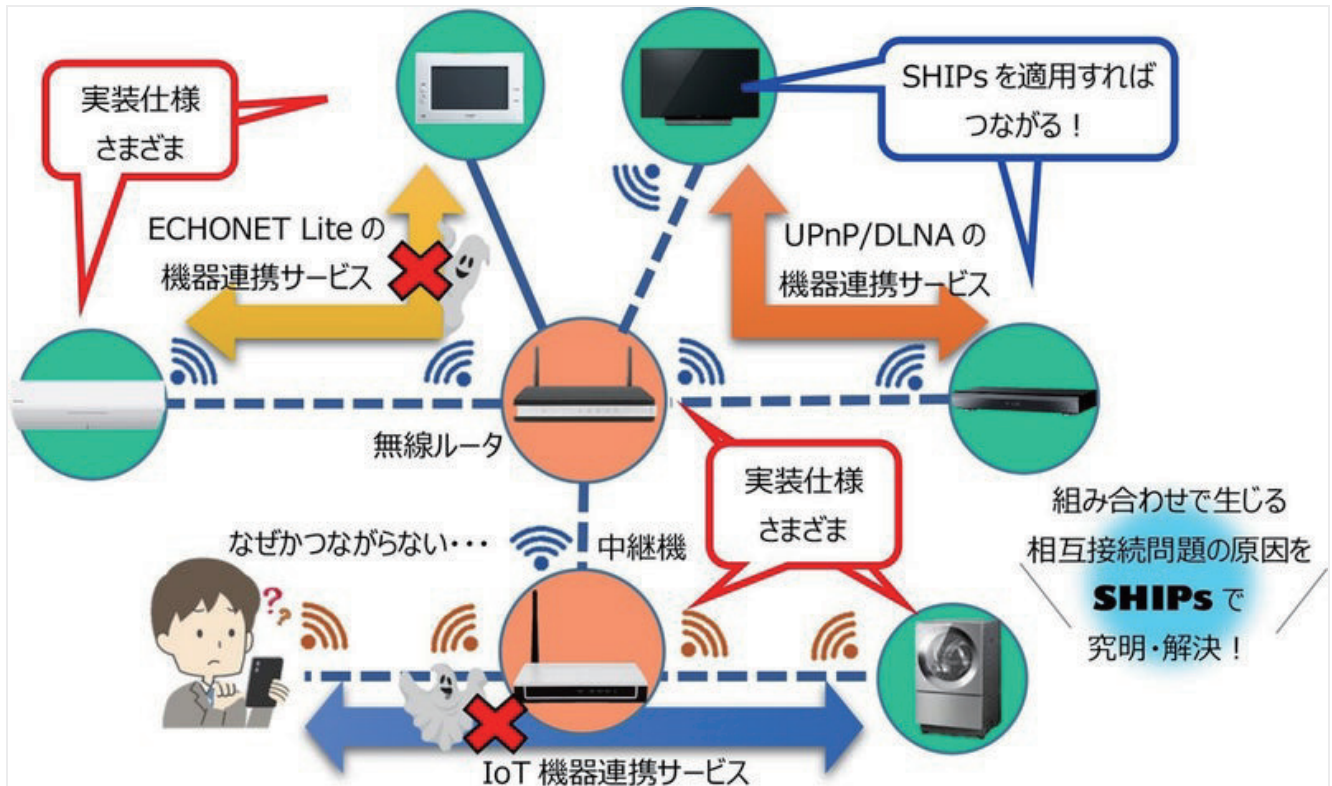
り、開発者の解釈により実装差異が出ることが相互接続性問題の原因となると考え、CFM問題を引き起こす未定義仕様を明確化する一連の手順を「スマートホームにおけるIoT機器の相互接続性向上手順（SHIPs：Smart Home Interconnectable Procedures）」として定義した。そしてSHIPsによりCFM問題を解決する下記3つの取り組みを行った。

1つ目に、ECHONET Lite [1] のCFM問題に取り組み、市場シェア上位150機種（計81.57%）のルータの実装仕様を調査し、ルータが機器の存在確認なく管理テーブルからエントリを削除することがCFM問題を引き起こすことを解明した。そして、機器からECHONET Liteのマルチキャストグループに対するIGMP Join [2] を定期送信することによりルータの管理テーブルを確実に維持できる手法を考案した。その結果、評価対象149機種（市場シェア81.55%）のルータにおけるECHONET Lite機器の相互接続性を向上させた。

2つ目に、UPnP [3] / DLNA [4] のCFM問題に取り組み、上記と同等のルータの実装仕様を調査し、ECHONET LiteとUPnP/DLNAでCFM問題を引き起こすルータの実装仕様に差異があることを明確化した。またECHONET Liteと同等の手法によりルータの管理テーブルを確実に維持できることを確認した。その結果、評価対象全150機種（市場シェア81.57%）のルータにおけるUPnP/DLNA機器の相互接続性を向上させた。

3つ目に、中継機配下のIoT機器のCFM問題に取り組み、市場シェア上位90機種（計79.1%）のルータの中継機能を調査し、IEEE802.11i [5] の規格で定められたブロードキャスト／マルチキャスト通信用のGTK（Group Temporal Key）更新に関する実装差異が機器間のGTK不一致を発生させCFM問題を引き起こすことを究明した。そしてDHCPを利用して定期的にルータからGTKで暗号化されたパケットを受信しその復号可否により機器単体で中継機のGTK更新を検知しGTK不一致状態から復旧する手法を考案した。その結果、市場シェア約6.1%（販売累計台数91万台相当）の中継機におけるCFM問題を解決できた。

手順化したSHIPsを適用して考案した上記手法がエコーネットコンソーシアムの規格書 [6] へ採択されたことで、コンソーシアム会員約250社で活用可能となり、業界全体（約3,300万台の市場機器）の相互接続性向上に貢献した。



## 参考文献

- [1] エコーネットコンソーシアム：ECHONET Lite規格 Ver.1.12 第2部,  
[https://echonet.jp/wp/wp-content/uploads/pdf/General/Standard/design\\_guideline/ECHONET-Lite%20System%20Design%20Guidelines\\_2nd%20edition.pdf](https://echonet.jp/wp/wp-content/uploads/pdf/General/Standard/design_guideline/ECHONET-Lite%20System%20Design%20Guidelines_2nd%20edition.pdf)
- [2] IETF PROPOSED STANDARD RFC 2236, Internet Group Management Protocol, Version 2, IETF,  
<https://www.ietf.org/rfc/rfc2236.txt>
- [3] UPnP (Universal Plug and Play)

<https://openconnectivity.org/developer/specifications/upnp-resources/upnp>

[4] DLNA (Digital Living Network Alliance) Guidelines,

<https://spirespark.com/dlna/guidelines>

[5] IEEE Std 802.11i,

<https://ieeexplore.ieee.org/document/1318903>

[6] ECHONET Liteシステム設計指針 第2

版 : [https://echonet.jp/el\\_design\\_guide\\_2nd/](https://echonet.jp/el_design_guide_2nd/)

(2021年5月26日受付)

(2021年8月15日note公開)

---

**取得年月日 : 2021年3月**

**学位種別 : 博士 (工学)**

**大学 : 神奈川工科大学**

---

**推薦文 :** (コンシューマ・デバイス&システム研究会)

さまざまなルータや中継機の組合せで構成されるスマートホームにおいて、IoT機器の雑然と存在する相互接続性問題を引き起こす未定義仕様を明確化するための



SHIPs手順を定義し定量的に判断可能とした。これらは製品150万台に搭載され、ECHONET Lite規格に採択され、業界全体約3,300万台の機器の相互接続性向上へ貢献した。

### 濱本望絵（正会員）

**研究生活：**松下電器産業（株）（現、パナソニック（株））に入社以来、ホームネットワークに関する研究開発、およびIoT機器の相互接続性向上の取り組みに従事してきました。製品の発売前に徹底的に相互接続性問題を洗い出して市場問題を未然防止する取り組みを通じて、当社のお客様には貢献できているのではないかと考える一方で、企業の垣根を越えて社会全体に貢献したいという思いを抱くようになりました。これまでの知見を世の中の開発者の方に周知するため、学会にて論文発表をした際に一色正男先生よりお声がけいただいたことがきっかけで、博士課程へのチャレンジを決めました。博士課程の3年間、仕事と研究に加え家事と2児の育児をこなすのはとても大変でしたが、論文発表や標準化を通じて目標としていた社会貢献活動の第一歩は踏み出せたと思います。ご指導くださった一色正男先生ならびに各先生方、博士課程入学の機会を与えていただきましたパナソニック（株）、そして支えてくれた家族に深く感謝いたします。今後もより一層社会貢献できるよう

精進していきたいと思います.

**▲ 新型コロナウイルスに関する内容の可能性のある記事です。**

新型コロナウイルス感染症については、必ず1次情報として厚生労働省や首相官邸のウェブサイトなど公的機関で発表されている発生状況やQ&A、相談窓口の情報もご確認ください。またコロナワクチンに関する情報は首相官邸のウェブサイトをご確認ください。※非常時のため、すべての関連記事に本注意書きを一時的に出しています。



## ユーザの状況および特性に基づく行動変容に関する研究

♡ 1

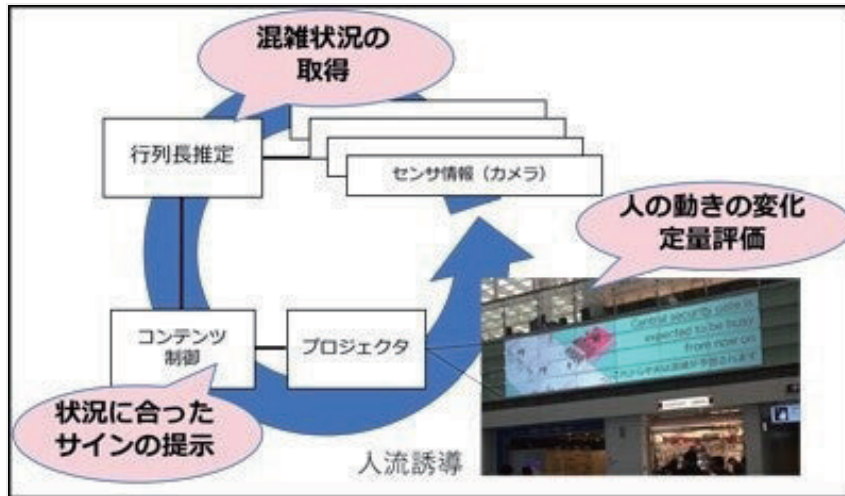


情報処理学会・学会誌「情報処理」  
2021年8月15日 08:49



# 市川裕介

(日本電信電話 (株) 主任研究員)



----- keyword -----

行動データ

情報提示

人流誘導

-----

**【背景】** 多様なデバイスから収集したデータの活用が拡大

**【問題】** 誘導効果の実フィールドでの定量的な検証データがない

**【貢献】** 空港での実証実験を通じて誘導案内効果を定量的に計測

本研究は、多種多様なデバイス・サービスから収集されるデータを活用し、人の状況を捉え、状況に応じた情報提示を通じて人の行動変化を誘引するための技術について提案し、社会実装を通じて定量的に評価を行うものである。本研究では、交通ターミナルにおける人流誘導に取り組んだ。

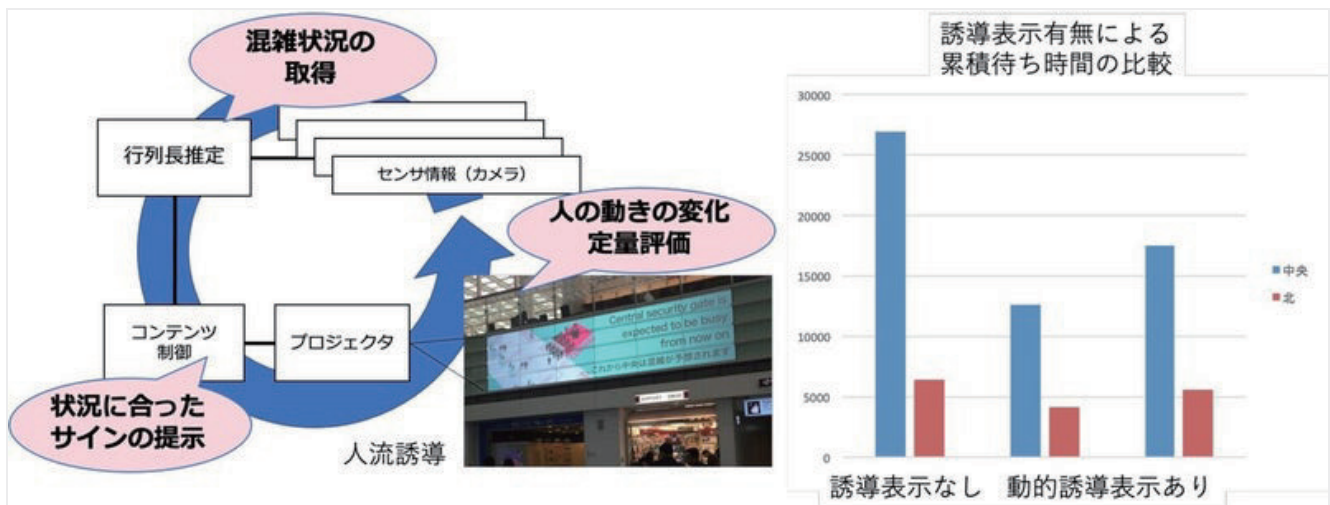
空港等の公共交通機関では、安全面、および近年では感染症対策の観点から混雑解消が喫緊の課題となっている。センサーデータから交通ターミナルなどの施設利用者の状況を捉え、状況に応じた情報提供を通じて利用者を誘導する技術への期待は高い。一方で、行動データを分析し、状況に応じた情報提示を通じて人の行動変化を起こすことを目的とした既存の研究は、個人を対象にするものがほとんどで、群衆に対してはどのような情報提示が有効であるか、定量的に評価した研究発表はなかった。

そこで、本研究では、情報提供装置として、プロジェクタを用いて状況に応じて動的に案内を切り替える動的案内サイン「プロジェクションサイン」を実装し、カメラから収集して計測した混雑状況に基づき動的に誘導案内を変化させ、群衆誘導の実験を行った。実験の結果、多様な年代、国籍、言語の集団に対して、どのような情報内容、表現様式が、誘目性、理解性、行動変容性において有効なデザインであるか評価を行った。

また、混雑情報提供による誘導の有無、デザインの違いなど条件を変え、長時間

の誘導効果測定を実施した結果、混雑の偏りを平準化する効果について、定量的な効果の測定を実現し、5%の平準化効果が得られることを実証した。定量的な効果を明らかにすることは、誘導効果の比較対象となるベースラインとして今後の研究の発展に寄与することが期待できる。

本研究では、交通ターミナル内の2つの経路を持つ限定的な空間を対象とした実験にとどまっている。広域かつ、多数の経路を持つ空間を対象とした人流の最適化を行うことへのニーズは高く、今後はより複雑な経路への適用へ研究を展開する必要がある。



(2021年5月31日受付)

(2021年8月15日note公開)

---

**取得年月日：2020年9月**

**学位種別：博士（情報学）**

**大学：静岡大学**

---

**推薦文：**（コンシューマ・デバイス&システム研究会）

本研究は、行動データの解析によって把握したユーザの状況および特性を利用して、効果的にユーザの行動変容を引き起こす方法論をまとめたものである。案内誘導システムやマーケティング分析の概念に行動データ解析により把握した状況や特性に基づく行動変容を引き起こす仕組みを組み込んだサービスデザインを提案ならびに評価しており、今後のコンシューマ向けシステムやサービスに求められる方向性の1つとして興味深いものである。

**市川裕介（正会員）**

**研究生活：**社会人博士課程も大詰めという時期に、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）のパンデミックが起こり、世界中が大変な状況になりました。私自

身も会社業務が大変な影響を受け、その立て直しに大変な時期となりました。一方で、コロナ禍に伴い在宅勤務中心の働き方となったことで、本来は通勤や出張、通学の移動時間として消えていった時間が、丸ごと博士論文作成の時間として活用でき、それが博士課程修了の追い風になりました。どんな事態が起ころうとも、前向きに捉え活用することの重要性を学んだ博士課程でもありました。