

研究報告書

「多様なIoTデバイスを用いたコンテキスト認識に基づく次世代ナッジの創出」

研究期間：2020年4月～2022年3月
研究者番号：50246
研究者：中村 優吾

1. 研究のねらい

近年、人々を強制することなく、望ましい選択肢や行動に導く仕組みとして、ナッジが注目を集めている。ナッジ理論は行動経済学の分野を中心として体系化が進められてきており、健康・医療分野における生活習慣の改善から、教育、マーケティング、省エネルギー化にいたるまで様々な分野での応用が期待されている。しかしながら、世の中に導入されている既存のナッジの多くは、特定の状況下での静的な情報提示やワンパターンな介入にとどまっているため、効果が一時的であり持続しにくいという問題を抱えている。

そこで、本研究では、ACT-I 標準フェーズで研究開発を進めてきた多様なIoTデバイスを用いたコンテキスト認識技術と行動経済学で培われたナッジ理論を融合することによって、上記の問題の解決を目指す。具体的には、ユーザの生活環境に存在する多様なIoTデバイスを相互に連携・連動させながら、「現在、作業中なのか休憩中なのか?」、「今日、どれくらい活動したのか?」といった対象者の細かな行動コンテキストを認識し、その認識結果に応じて、適切なタイミング、適切な情報量、適切な手段で連続的に介入することで、継続的な効果を発揮する次世代ナッジの創出を目指す。

加速フェーズ研究期間では、図1に示すように、IoTセンサを用いたコンテキスト認識技術とナッジ理論を統合した次世代ナッジのコンセプトと設計空間を整理するとともに、健康行動変容を一つのテーマに掲げつつ、日常生活空間に溶け込むIoTデバイスを活用した斬新かつユニークなナッジシステムの設計開発を進める。そして、それぞれのシステムが人々にもたらす行動変容効果を調査する。また、複数のIoTナッジを時間的・空間的に連携・連動させながら、連鎖的な行動変容を促すための仕組みについても検討を進める。

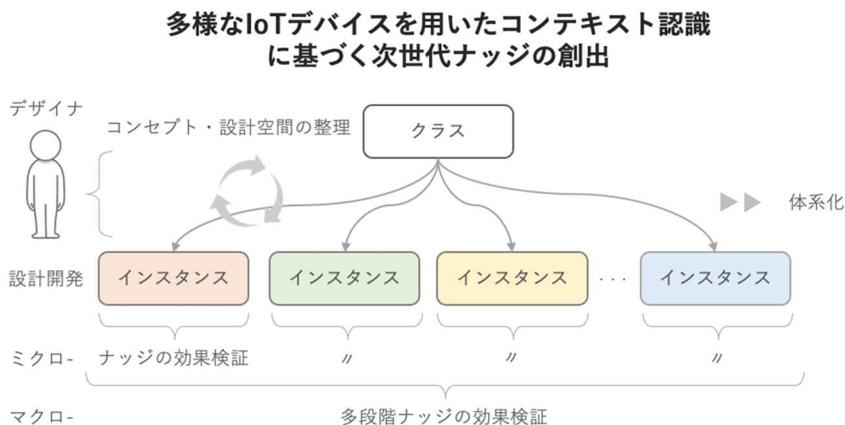


図1. 研究課題の概要

2. 研究成果

(1)概要

本研究では、IoT センサを用いたコンテキスト認識技術とナッジ理論を統合した次世代ナッジを実現するべく、IoT データ駆動ナッジ (IoT ナッジ) モデルの概念化を進めた。この研究内容に関する成果は、ユビキタスコンピューティング領域のトップカンファレンスである ACM UbiComp2021 にて、Best Poster Honorable Mention Award (上位 3 件) を受賞している。

次に、コロナ禍で求められる健康行動変容シナリオ (免疫力を高める食行動や衛生行動の促進、運動増進など) を対象として、IoT ナッジモデルを具現化するユニークな応用システムアイデア出しとプロトタイピングを行った。その中で、新規性や有用性が見込まれた案である「eat2pic」に関して、発明の権利化を進めるとともに、提案システムの行動変容効果に関する洞察を得るためのユーザスタディを実施し、学会発表を行なった。eat2pic 以外にも、有用性が見込まれたアイデアに関して、システムの設計開発および評価実験を進め、学会発表を行なった。これらの成果は、1 件の優秀論文賞 (上位 2 件: IPSJ インタラクシオン 2021) と 1 件の Best Demo Award (上位 1 件: IEEE PerCom2021) の受賞を果たした。また、アウトリーチ活動の一環として、国内外の展示会 (CES2020, イノベーションストリーム KANSAI2020, Maker Faire Kyoto 2021 など) で研究成果の発表を行なった。メディア掲載実績としては、1 件のテレビ出演 (NHK 奈良) と、2 件の WEB メディアの記事 (電波新聞, IT media news) という成果が得られた。

(2)詳細

研究テーマ A:「IoT データ駆動ナッジングの概念化」

研究テーマ A では、対象者の細かな行動コンテキストを認識し、その認識結果に応じて、適切なタイミング、適切な情報量、適切な手段で情報提示することで、継続的な効果を発揮する次世代ナッジを具現化するべく、そのメタコンセプトとして IoT データ駆動ナッジ (IoT ナッジ) モデルの概念化を進めた。図 2 に、IoT ナッジモデルの概念図を示す。

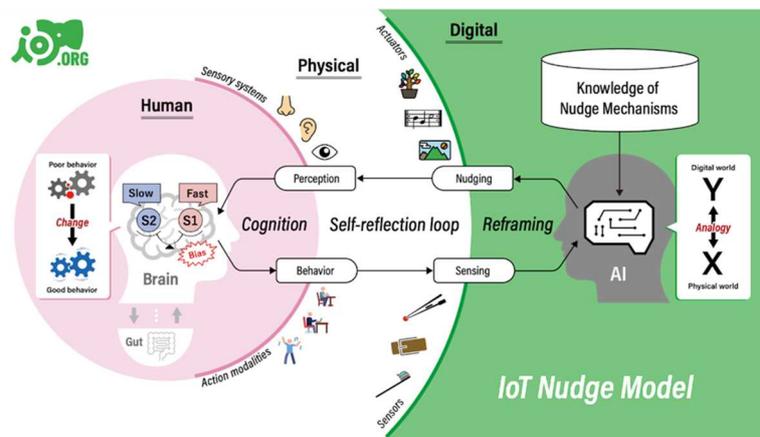


図 2. IoT ナッジモデルの概要

IoT ナッジモデルでは、私たちの日々の生活行動が環境に溶け込む身の回りの IoT デバイスに反映され、その IoT デバイスの遊び心のある表現の変化が一つ一つの行動に対する内省や気づきをもたらし、ゆっくりと時間をかけて生活習慣をより良い方向へと後押しするという好循環の確立を目指している。この好循環を確立するべく、IoT ナッジは、(1) 日用品を模した IoT センサによる行動のセンシング、(2) アナロジーに基づいて行動コンテキスト X を異なるコンテキスト Y に変換するコンテキスト・リフレーミング、(3) 日常的なオブジェクトを模した IoT アクチュエータによる行動のナッジングという 3 つのプロセスで構成される。本研究では、IoT ナッジを具現化するべく、日常生活における健康行動変容シナリオを題材として、eat2pic, fit2plant, brush2music の 3 つのプロトタイプシステムをデザインした(図 3)。

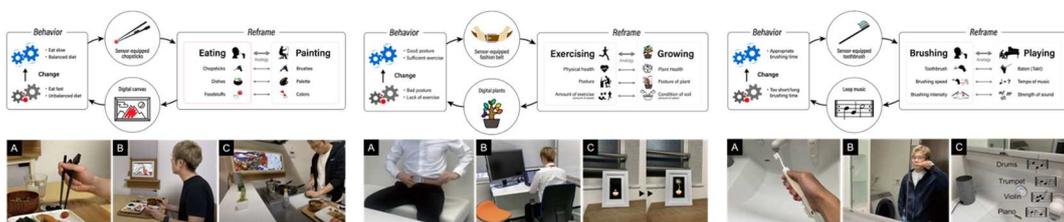


図 3. IoT ナッジシステム的具体例 (eat2pic, fit2plant, brush2music)

それぞれ、「eat2pic」は、IoT 箸とデジタルキャンバスで構成されており、ユーザの「食べる」という行動を観測し、それをデジタル絵画の「色塗り」にリフレーミングすることで、ユーザの食習慣における色バランスの意識を高め、健康的な食生活を後押しする IoT ナッジである。「fit2plant」は、IoT ベルトとデジタル観葉植物で構成されており、ユーザの日々の行動で消費される「エネルギー量」を、観葉植物の「養分」にリフレーミングすることで、植物がしおれる・枯れるといった状態の変化から自身の猫背や運動不足という状況に対する気づきを与え、運動増進を後押しする IoT ナッジである。「brush2music」は、IoT 歯ブラシとスマートスピーカーで構成されており、歯ブラシを指揮棒バトンと見立て、ユーザの「歯磨き」という行動を、音楽の「指揮」にリフレーミングし、程よい強さでまんべんなく磨くことを後押しする IoT ナッジである。

研究テーマ A に関する内容は、ユビキタスコンピューティング領域のトップカンファレンスである ACM UbiComp2021 にて、Best Poster Honorable Mention Award (上位 3 件) を受賞している。

研究テーマ B: 「eat2pic: 健康的な食生活を後押しする IoT ナッジ」

研究テーマ B では、研究テーマ A で検討したシステムの中で、新規性や有用性が見込まれる案である「eat2pic」に焦点を絞り、発明の権利化を進めるとともに、提案システムの行動変容効果を検証するためのユーザスタディを実施した。eat2pic のシステム概要図およびユースケースシナリオを図 4, 5 に示す。

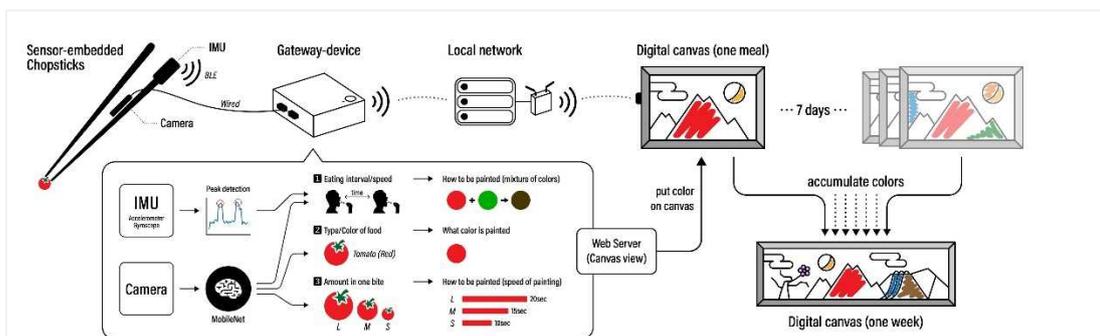


図 4. eat2pic のシステム概要図



図 5. eat2pic のユースケースシナリオ

eat2pic は、IoT 箸とそれぞれ 1 食分および 1 週間分の食習慣を反映する 2 つのデジタルキャンバスで構成されたシステムである。eat2pic では、一般的に普及しているスマートフォンを活用した食事管理アプリとは異なり、箸の先端にある小型カメラと箸に装着された IMU センサから得られる信号をマルチモーダルに解析することによって、これまで得られなかったユーザが一口ごとに何の食材をどのくらいの速度で食べたかというコンテキストを認識することが可能となっている。eat2pic の食べるという行動を色塗りにリフレーミングする仕掛けは、食生活における色バランスの意識を高めることが健康的な食生活を送るための直感的な方法として役立つという栄養学上の知見に基づいている。食生活は、食べるだけでなく、日常生活のふとしたタイミングで自身の食生活を振り返ることが可能な情報をユーザに提示し、個人の意識の中で健康的な食生活に対する存在感を高める仕掛けが必要である。そこで、図 5 に示すように、eat2pic では、1 回の食事行動を反映する小さなキャンバスと 1 週間の食生活を反映する大きなキャンバスの 2 つで多段階的にフィードバックする設計を採用した。eat2pic の評価実験では、IoT 箸が一口ごとの摂取タイミング、種類、食べ物の量を高い精度で認識することを確認し、キャンバスを用いたそれぞれのフィードバックが、早食いの改善や色バランスの良い食事メニューの選択という行動を後押しするナッジとして機能する可能性が示唆された。

研究テーマ B に関して、1 件の特許出願、国内最大級のインタラクション系の学会である IPSJ インタラクション 2021 にて優秀論文賞受賞 (上位 2 件)、ユビキタスコンピューティング領域のトップカンファレンスである IEEE PerCom2021 にて、Best Demo Award 受賞という成果を得ている。

3. 今後の展開

「eat2pic」に関して、現在進行中である長期的な実証実験の評価結果を統合し、国際ジャーナル化を進める予定である。また、人々の健康増進を後押しするという観点では、健常者だけでなく何らかの疾患を有する患者も受容可能なシステムを構築することが求められる。そのため、病院やデイケアセンター等と協力しつつ、より健康行動変容の必要性が高い人々を対象とした検証についても並行して進めていく予定である。一方、現在までに検討してきた応用システムは、ミクロな視点から個人の生活を対象とした行動変容シナリオの検討にとどまっている。そのため、マクロな視点から実社会を巻き込んだ行動変容シナリオを検討するとともに、数百人規模の実証実験を実施し、IoT ナッジが人々に与える行動変容効果について長期的な視点で研究を進める予定である。

4. 自己評価

＜研究目的の達成状況＞

対象者の細かな行動コンテキストを認識し、その認識結果に応じて、適切なタイミング、適切な情報量、適切な手段で情報提示することで、継続的な効果を発揮する次世代ナッジの創出という挑戦的な研究目標に対して、IoT ナッジという概念モデルを導き出し、そのコンセプトを具現化する複数のプロトタイプを構築した。また、社会的インパクトが見込める要素技術に関して特許出願（1件）を行い、IoT ナッジのクラスとインスタンスに対してそれぞれ国内外の学会での受賞（3件）という成果を挙げることができた。以上より、一定以上の目標を達成することができたと考えられる。

＜研究の進め方＞

コロナ禍の影響により、実証実験の計画が後ろ倒しになるなどいくつかの課題はあったものの、領域会議やサイトビジットでの研究議論を通じて軌道修正を行い、研究を滞りなく進めることができた。また、研究予算執行に関しては、適切かつ有効に執行することができた。

＜研究成果の科学技術及び学術・産業・社会・文化への波及効果＞

本研究の成果が、ユビキタスコンピューティング領域のトップカンファレンスである ACM Ubicomp および IEEE PerCom のそれぞれでの受賞を果たしていることから、IoT ナッジという概念とそれを具現化するシステムのそれぞれで学術的に高い注目を集めたといえる。また、本研究で生まれた要素技術のさらなる応用を探究する取り組みとして、リハビリテーション学や栄養学の先生方との共同研究が始まっており、IoT ナッジの異分野にまたがる波及効果が期待できる。

＜研究課題の独創性・挑戦性＞

本研究課題は、行動経済学の分野で活発に議論されてきたナッジ理論とユビキタスコンピューティング領域において、提案者がこれまで研究開発を進めてきた多様な IoT デバイスとそれらを用いたコンテキスト認識技術を駆使して、これまでにない斬新かつユニークな次世代ナッジの実現を目指す独創的な試みである。また、本研究提案は、日常生活に溶け込む一つの IoT ナッジをきっかけとして、連鎖的な健康行動の誘発を試みる、言わば、行動変容におけるバタフライ・エフェクト現象の実現を目指す取り組みであることから、高い挑戦性を備えている。

5. 主な研究成果リスト

(1)論文(原著論文)発表

1. Yugo Nakamura, Yuki Matsuda: IoT Nudge: IoT Data-driven Nudging for Health Behavior Change, Adjunct Proceedings of the 2021 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2021 ACM International Symposium on Wearable Computers, pp. 51–53, 2021.
2. Rei Nakaoka, Yugo Nakamura, Yuki Matsuda, Shinya Misaki and Keiichi Yasumoto: eat2pic: Food-tech Design as a Healthy Nudge with Smart Chopsticks and Canvas, 2021 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops and other Affiliated Events (PerCom Workshops), pp. 389–391, 2021.
3. Sopicha Stirapongsasuti, Kundjanasith Thonglek, Shinya Misaki, Yugo Nakamura, Keiichi Yasumoto: INSHA: Intelligent Nudging System for Hand Hygiene Awareness, Proceedings of the 21st ACM International Conference on Intelligent Virtual Agents, pp. 183–190, 2021.
4. Yuji Kanamitsu, Koki Tachibana, Yugo Nakamura, Yuki Matsuda, Hirohiko Suwa, Keiichi Yasumoto: Using Interaction as Nudge to Increase Installation Rate of COVID-19 Contact-Confirming Application, Adjunct Proceedings of the 2021 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2021 ACM International Symposium on Wearable Computers, pp. 36–37, 2021.
5. Sopicha Stirapongsasuti, Kundjanasith Thonglek, Shinya Misaki, Bunyapon Usawalertkamol, Yugo Nakamura, Keiichi Yasumoto: A nudge-based smart system for hand hygiene promotion in private organizations, Proceedings of the 18th Conference on Embedded Networked Sensor Systems, pp. 743–744, 2020.

(2)特許出願

研究期間累積件数:1 件

発 明 者: 中村 優吾, 松田 裕貴, 中岡 黎, 安本 慶一

発 明 の 名 称 : カトラリー型情報収集装置、情報収集提示システム、方法及びプログラム

出 願 人: 奈良先端科学技術大学院大学

出 願 日: 2020/12/18

出 願 番 号: 特願 2020-210842

(3)その他の成果(主要な学会発表、受賞、著作物、プレスリリース等)

<国内学会発表>

- ・中岡黎, 中村優吾, 松田裕貴, 三崎慎也, 安本慶一: eat2pic: 食事と描画の相互作用を用いた健康的な食生活を促すナッジシステム, 第 25 回一般社団法人情報処理学会シンポジウム(インタラクシオン 2021), pp.1–10, オンライン, 2021 年 3 月.

<受賞>

- ・ACM Ubicomp 2021 Best Poster Honorable Mention Award
- ・IEEE PerCom 2021 Best Demo Award
- ・IPSJ インタラクシオン 2021 優秀論文賞