

2022 年度 委託研究

課題 227

持続性の高い行動支援のための
次世代 IoT データ利活用技術の研究開発

研究計画書



1. 研究開発課題

『持続性の高い行動支援のための次世代 IoT データ利活用技術の研究開発』

2. 目的

センシングした実空間の事象をサイバー空間に投影し、最適な解決策を見出して実空間を駆動するサイバーフィジカルシステム（Cyber-Physical System：CPS）において、都市の環境を様々なセンサー等で稠密にモニタリングし安全・快適な移動や防災などに役立てる取組が進められている。今後、実空間に分散した人やモノが高度なネットワーク・Beyond 5G（B5G）/6G・でつながることで、さらに個々の人やモノの詳細な状況を随時把握し、最適な行動ナビゲーションを持続的かつタイムリーに行い行動変容を促すことにより、地域ぐるみで課題解決を図る“スマートで持続可能な社会”を実現することが期待されている。今日のサイバー空間上のデータ処理は、特定の IoT（Internet of Things）デバイスのデータを選択的に活用し、状況のモニタリングや意思決定支援のためのバッチ処理が中心であるが、B5G/6G 時代のサイバー空間では、バッチ処理に留まらず、行動支援の目的に合わせ、エッジ側で多種多様な IoT デバイスから大容量・低遅延・超多様なデータを横断的に収集し、個々の環境に適応した予測分析に基づく行動推薦の最適化をリアルタイム性高く行うための技術が求められる。

政府においては、「広く多様なデータを活用して新たな価値を創出するためには、「データ連携」とそれを「活用したサービスを提供」する基盤（プラットフォーム）の構築が鍵となる。」との方向性が示されている（「包括的データ戦略」）。また、総務省の「Beyond 5G 推進戦略」では、「膨大なデジタルデータを AI 等の活用により解析することにより、フィジカル空間の状況の把握が随時可能となるだけでなく、その情報を基にフィジカル空間における次の行動の判断を行うことが可能となる。」としている。

国立研究開発法人情報通信研究機構（以下「機構」という。）の第5期中長期計画「1. 重点研究開発分野の研究開発等（4）ユニバーサルコミュニケーション分野 ③スマートデータ利活用基盤技術」では、「実世界の様々な状況を随時把握し最適化された行動支援を行うことを目的として、（略）地域の環境問題を考慮した安全・快適な移動や健康的な生活等を支援するスマートサービスを自治体等に展開できるよう、その開発に必要なプラットフォームを構築し、その実証を行うことにより、技術の社会実装につなげていく。」としている。これを推進すべく、本委託研究は、B5G/6G 時代に想定される大容量・低遅延・超多様なデータストリームにも対応できる行動ナビゲーションサービスを実現することを目的に、B5G/6G 想定データストリームを対象に実空間の状況変化の把握や予測を継続的に行うための高性能 AI 技術を開発する。この AI 技術を行動ナビゲーションサービスに応用し、機構が整備を進めているデータ連携分析基盤 xData プラットフォーム及びサービスレイヤーテストベッド Data Centric Cloud Service（DCCS）を用いて¹、その応用の開発・検証を受託者と機構が共同で行う。また、様々な IoT データを活用した AI による予測分析の研究コミュニティによる研究開発を推進するために、本委託研究で開発した AI 技術を第三者に提供可能な形で公開する。本委託研究の終了後、その成果を、受託者自身が行動ナビゲーションサービスとして実現するとともに、機構が xData プラットフォーム/DCCS を通じて第三者に提供し新たなサービス

¹ xData プラットフォームの機能は DCCS に統合される予定

を開発・検証させることにより、本委託研究の成果の社会実装を推進する。

さらに、本委託研究の成果と自主研究の成果を組み合わせ、「NICT Beyond 5G/6G ホワイトペーパー」におけるサイバー空間アーキテクチャの参照実装として受託者と機構が共同して公開することにより、B5G/6G 時代の CPS の実現に貢献する。

3. 内容

これまで間欠的に発生していたセンシングデータが、B5G/6G 時代には連続的にデータストリームとして生成されると想定され、それら大容量・低遅延・超多様なデータストリームを用いることでリアルタイムな予測を実現し、車両や歩行者などの移動体に対する行動支援の高度化が可能になると考えられる。その際、連続生成されるストリームデータを中央サーバで集中処理する従来の方法では対応できないため、エッジでの分散処理が必要となる。本委託研究では、エッジ環境で収集される様々なデータストリームを継続的に学習しながら、異常発生時など突発的なデータストリームの変化に対し低遅延に予測モデルを適応可能にする AI 技術を開発する。特に、従来は困難であった事象の急変にもリアルタイムに即応できる特長を持った予測モデルを作成できるようにすることで、性能低下を防ぎつつ状況変化に即応した予測結果のデータストリームをリアルタイムに生成できるようにする。

異常気象や災害時の安全・快適な移動を支援するスマートサービスを対象に、都市の膨大な移動体情報や環境情報に関する実データストリーム、及び将来の B5G/6G 時代を想定し実データストリームを時空間内挿して生成する疑似データストリームを用いて、平時から異常発生時にわたり突発的な混雑や渋滞、通行障害などの移動リスクをリアルタイムに予測しながら、それらのリスクを回避できるよう移動を自己最適化する実験を行い、提案手法の有効性の評価検証を、機構が提供する xData プラットフォーム/DCCS 上で行う。

4. アウトプット目標

- a. 異常発生時の移動リスク予測を対象に、都市の膨大な移動体情報や環境情報に関するデータストリームに対して、連続的に学習・予測を行い、状況変化に即応した予測結果のデータストリームが数ミリ秒のオーダーで生成できることを示すこと。また、平時に加え異常発生時の不安定なデータストリームに対しても移動リスクを高精度に予測できるようにすべく、時空間データを扱う際に一般的に用いられる LSTM や GRU などの再帰型深層学習モデルに比べ、10%程度予測精度が向上することを示すこと。
- b. 上記の性能が確認された予測モデルを作成・実行するソフトウェアを作成すること。また、実データストリームを時空間内挿し B5G/6G 想定疑似データストリームを生成するソフトウェアを作成すること。さらに、このソフトウェアを用いて、都市の膨大な移動体情報や環境情報に関する実データストリームから B5G/6G 想定疑似データストリームを生成すること。
- c. 移動中に被るリスクを指定された許容範囲内に抑えるよう、リスク予測に基づき行動属性（経路や時間、滞留等）を随時調整しながら自己最適化を行うソフトウェアを xData プラットフォーム/DCCS 上で作成すること。

d. 論文がトップカンファレンスで採択されること。

5. アウトカム目標

本委託研究の成果を、CPS サービスを開発するための基本機能（サービスイネーブラー）として活用し、様々な社会課題の解決に役立てられるよう、以下のアウトカム目標を設定する。

- 2025年 本委託研究の成果を機構が xData プラットフォーム/DCCS のモジュールに組み込んで、第三者が予測モデルやアプリケーションの開発・検証に活用できるようにするとともに、受託者がこの上で開発した行動ナビゲーションソフトウェアを自らが主導する基盤に展開しサービスを実現する。また、これらを基に、B5G/6G サイバー空間アーキテクチャの機能要素とその利用の実装例（参照実装）を受託者と機構が共同で公開し、B5G/6G 時代の CPS の実現に貢献する。
- 2030年 B5G/6G IoT データを連携させた行動リスク予測と、リスクを考慮した行動を持続的に促すユーザ参加型の行動ナビゲーションを通じ、個人の混雑回避や公共交通利用を促進することで CO2 の削減に寄与する移動サービスや、個人の健康行動をサポートすることで医療費削減に寄与する健康サービス等を、スマートシティ等と連携し実現する。

6. 採択件数、研究開発期間及び研究開発予算等

採択件数 : 1 件

研究開発期間: 2022 年度（契約締結日）から 2024 年度

研究開発予算: 各年度、総額 40 百万円（税込）を上限とする。

（提案の予算額の調整を行った上で採択する提案を決定する場合がある。）

研究開発体制: 単独の提案も可能であるが、産学官連携等による複数の実施主体からなる体制とすることを推奨する。その際、社会実装を考慮した体制とすること。

7. 提案に当たっての留意点

- 具体的目標に関しては、定量的に提案書に記載すること。
- 「11. 成果の公開」に基づき公開するデータセット以外にも、本委託研究の遂行過程で得られる研究データがあれば、広くオープンにするのが望ましい。公開できると想定する研究データの有無と、有る場合には公開計画（例：公開するデータの種類、公開先、公開方法）を提案書に記載すること。
- 実施体制については、本研究開発の目的に則した実施体制を構築することとし、それぞれの役割を明記すること。
- 研究開発成果の情報発信を積極的に行うこと。

8. 運営管理

- 機構と受託者の連携を図るため、代表提案者は、プロジェクトオフィサーの指示に基づき定期的に連絡調整会議を開催すること。

- 複数の機関が共同で受託する場合には、代表提案者が受託者間の連携等の運営管理を行い、受託者間調整会議を定期的を開催すること。
- 社会情勢や研究環境の変化等、必要に応じて、プロジェクトオフィサーが研究計画書を変更する場合があるので、留意すること。

9. 評価

- 機構は、2023 年度に中間評価を実施する。本評価結果により、当該年度で本委託研究を終了する場合がある。
- 機構は、2024 年度に終了評価を実施する。また、機構は、本委託研究終了後に成果展開等状況調査を行い、追跡評価を行う場合がある。
- 機構は、上記以外にも本委託研究の進捗状況等を踏まえて、臨時にヒアリングを実施することがある。

10. 成果の社会実装等に向けた取組

- 本委託研究の成果を用いて、受託者が xData プラットフォーム/DCCS 上で開発した行動ナビゲーションソフトウェアをもとに、自らが主導する基盤でサービスを実現することにより、社会実装を推進すること。提案に当たっては、提案者による成果の展開・普及の計画を、1. 機構の計画への寄与、2. 提案者独自の研究開発成果の展開・普及に向けた取組の双方について、提案書に記載すること。
- 「11. 成果の公開」に記載されている内容以外にも、本委託研究で得られた成果のオープン化（例えば、成果発表やそれに留まらずコミュニティ先導のための国際ワークショップや国内特別セッション主催、展示、標準化等）を行う等、成果の社会実装等に向けて必要な取組を行うこと。

11. 成果の公開

- 様々な IoT データを活用した AI による予測分析の研究コミュニティの研究開発をオープンイノベーション的手法で推進することは重要である。そのため、「4. アウトプット目標」の b、c で作成したソフトウェア及び生成したデータセット（データストリーム）のうち、受託者と機構で協議し、合意した範囲にあるものについては公開することとする。提案にあたって予めこの成果の公開について同意すること。
 - ソフトウェアについては、受託者が MIT ライセンス（当該ソフトウェアの複製を取得するすべての人に対し、ソフトウェアを無制限に扱うことを無償で許可するもの。これには、ソフトウェアの複製を使用、複写、変更、結合、掲載、頒布、サブライセンス、及び／又は販売する権利、及びソフトウェアを提供する相手に同じことを許可する権利も無制限に含まれる。）に基づいてオープンソース公開するものとする。
 - データセットについては、受託者あるいは機構が公開するものとする。当該データセットの利用条件等については、別途協議する。

12. プロジェクトオフィサー

所属：統合ビッグデータ研究センター

氏名：是津 耕司

参考

- 「包括的データ戦略」（「デジタル社会の実現に向けた重点計画」別紙）令和3年6月18日閣議決定
<https://www.digital.go.jp/news/ZlptjPro/>
- 総務省「Beyond 5G 推進戦略」令和2年6月30日
https://www.soumu.go.jp/main_content/000696613.pdf
- 国立研究開発法人情報通信研究機構 第5期中長期目標および第5期中長期計画
<https://www.nict.go.jp/about/plan.html>
- 「xData プラットフォーム」
<https://www.xdata.nict.jp/>
- 「Beyond 5G 時代のサービス創成のためのテストベッド NICT Data Centric Cloud Service (DCCS) への取組」情報通信研究機構研究報告 Vol.67 No.2, pp.39-43 (2021)
https://www.nict.go.jp/publication/shuppan/kihou-journal/houkoku67-2_HTML/2021X-04-01-01.pdf
- 「NICT Beyond 5G/6G ホワイトペーパー2.0版」令和4年3月
https://beyond5g.nict.go.jp/images/download/NICT_B5G6G_WhitePaperJP_v2_0.pdf