

## 1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 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
- ◆副題 次世代マルチモーダルIoTデータによる行動ナビゲーションを想定した、事象変化に即応可能な時空間行動リスク予測・最適化技術の研究開発
- ◆受託者 株式会社KDDI総合研究所
- ◆研究開発期間 令和4年度～令和6年度(3年間)
- ◆研究開発予算(契約額) 令和4年度から令和5年度までの総額80百万円(令和5年度40百万円)

## 2. 研究開発の目標

突発的な異常発生時にも即応可能な行動ナビゲーションサービス実現のための要素技術開発を行う。具体的には、疑似生成した数ミリ秒オーダーの次世代マルチモーダルIoTデータを利用し、令和6年度までに、異常気象などによる混雑などの行動リスク予測を従来の再帰型深層学習手法に比べ予測精度10%以上の向上、また予測結果を交換・協調しながら全体最適と個別適応を両立したリスク回避により、総旅行時間\*を10%以上低減させる

※ある2地点間の移動に要する時間の対象者全員の総和であり、交通渋滞等により増大する

## 3. 研究開発の成果

## 研究開発項目1-1:時空間行動リスク予測技術

**研究開発目標** 令和4年度に考案した時空間行動リスク手法の拡張・改良。異常事象における混雑度予測精度が従来手法と比較して5件以上改善すること。



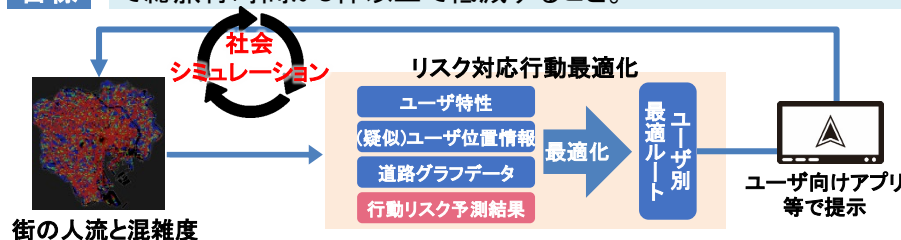
## 研究開発項目1-1:時空間行動リスク予測技術

事象変化に即応可能かつ細かい粒度の予測、モデル学習時間の短縮化が課題。

- 本研究開発では、粗い粒度の予測結果を再帰的に活用し、予測が難しい細かい粒度に対しても予測精度を向上させる手法「Mu2ReST」を改良した「拡張Mu2ReST」を考案。東京都23区での台風や交通渋滞、電車遅延、イベント(プロ野球、大相撲)など事象変化時の混雑度予測において、合計22件の事例で**最新手法よりも高性能に予測**(平均して予測精度17.5%改善)できることを確認。
- 事象変化時に直近のデータで予測モデルを更新することで精度改善が期待できるが、更新のトリガーを異常検知とした場合、事象変化発生後に予測モデル更新がスタートするため、事象変化直後～予測モデル更新完了の間の精度低下が避けられないことを把握。今後、事象変化予測を更新のトリガーとする改善や更新のためのモデル学習時間の短縮化などに取り組む。

## 研究開発項目1-2:リスク対応行動最適化技術

**研究開発目標** 令和4年度に考案した疑似データストリーム生成、並びに行動最適化アルゴリズムの拡張・改良。行動最適化しない場合と比較して総旅行時間が5件以上で低減すること。



## 研究開発項目1-2:リスク対応行動最適化技術

より行動リスクを低減するためには、交通手段の切替えやユーザ特性などを考慮した最適化が必要。

- リスク対応行動最適化で考慮するユーザ特性(最適化指示に従う/従わない)を拡張。各要素技術を組合わせた行動最適化システム(左図)を用い、東京都23区の台風などを対象にしたシミュレーションを通し、行動最適化しない場合と比較して合計5件の事例で**総旅行時間の低減**(平均して1.6%低減)を確認。さらなる低減に向け、交通手段の切替(自動車、徒歩)やユーザ特性(移動嗜好)などの拡張に取り組む。
- また、疑似データストリーム生成において、入力となるユーザデータ(許諾あり実データ)は空間的に疎な場合があり、各ユーザデータの単純な時空間内挿では実際の人流や交通流を再現(生成)できない場合があることを確認。解決に向けて、画像分野の超解像モデルを応用しデータ数が不十分な場合でも細粒度の人口分布を生成する手法を考案した。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
1 (1)	0 (0)	0 (0)	6 (4)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

- (1)これまで以上のマルチモーダルデータに対応可能な時空間行動リスク予測(\*1)  
 受託者保有の単種多変量のデータを扱う時空間予測手法Mu2ReST(\*3)を、Early Fusionにより多種多変量を扱えるように拡張したFusion-Mu2ReSTを考案。  
 行動リスクの一つである交通渋滞長の予測を対象とし、人口動態と降水量をマルチモーダルデータとして使用。1~12時間先まで1時間おきの予測において精度が向上(12時間平均予測誤差RMSE: Mu2ReST197.5→Fusion-Mu2ReST193.5に低減)することを確認し、提案手法の有効性を示した。
- (2)画像分野の超解像モデルを応用し、データ数が不十分な場合でも細粒度人口分布を生成(\*2)  
 都市部などデータが十分存在するケースで粗粒度/細粒度人口分布のペアを学習することで、データ数が不十分な場合においても粗粒度人口分布から細粒度人口分布を復元する。  
 提案手法で生成した細粒度人口分布の方が正解データと高い相関係数(解像度2倍:従来手法0.61/提案手法0.76、解像度16倍:従来手法0.25、提案手法0.45)となることを確認し、提案手法の有効性を示した。

\*1: H. Q. Ung et al., "Towards Multimodal Spatio-Temporal Transformer-based Models for Traffic Congestion Prediction," The 4th workshop on Intelligent Cross-Data Analysis and Retrieval (ICDAR 2023).  
 \*2: N. Takeda et al., "Fine-Grained Urban Population Distribution Estimation Using Image Super-Resolution Model with Rich Auxiliary Information," 2023 IEEE International Conference on Big Data (IEEE BigData 2023).  
 \*3: H. Niu et al., "Mu2ReST: Multi-resolution Recursive Spatio-Temporal Transformer for Long-Term Prediction," in Proc. of Adv. Knowl. Disco. Data Mining, Chengdu, 2022.

5. 今後の研究開発計画

令和5年度までに考案・開発した各要素技術のアルゴリズム拡張、および改良を進める。  
 具体的には、各要素技術を組み合わせて開発する行動最適化システムについて、複数の場所・条件での評価実験を継続して行い、令和6年度末までに合計30件以上の事例で本研究開発における時空間行動リスク予測手法が従来手法の予測性能を10%以上向上すること、および、予測結果に基づくリスク対応行動最適化により、総旅行時間や総渋滞道路長などの行動リスク指標が10%以上低減することを目指す。  
 さらに、本研究開発を通じて作成したソフトウェア及びデータセットは、情報通信研究機構が提供するxDataプラットフォーム/DCCS (Data Centric Cloud Service)へ実装、格納し、公開することを予定している。