

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 5 月 21 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C)（特設分野研究）

研究期間：2017～2022

課題番号：17KT0154

研究課題名（和文）生きた信頼ネットワークの構築と地域情報共有への応用

研究課題名（英文）Constructing Living Trust Networks and Using Them to Share Local Information

研究代表者

木實 新一（Konomi, Shin'ichi）

九州大学・基幹教育院・教授

研究者番号：70234804

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：信頼ネットワークのモデルを拡張し、位置情報やセンサデータも利用して、人と空間・モノの親密性を扱うことができるようにした。そのうえで、実世界コンテキストに基づく信頼ネットワークを抽出し、情報や情報適用者を推薦するモデル・手法を開発した。また、提案手法に基づくプロトタイプの開発と実験を行った。実験結果を、生きた信頼ネットワークによる信頼管理を行う際に参照することのできる知見としてまとめた。提案手法を学習者への推薦に応用する可能性についても検討を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

生きた信頼ネットワークの実現は、国際的にも独自性の高い取り組みであり、理論・実践の両面で有意義な研究成果が得られた。フェイクニュース等が社会の大きな問題となりその解決策が求められるところであるが、本研究の成果は、実世界コンテキストのデータを駆使して、信頼できる情報や情報提供者を従来よりも容易に見つけることのできる環境の実現につながるものである。

研究成果の概要（英文）：The trust network model was extended to include location information and sensor data to handle intimacy between people, space, and objects. We then developed a model and method for extracting trust networks based on real-world context and recommending information and information providers. We also developed a prototype based on the proposed method and conducted experiments. The experimental results are summarized as findings that can be referred to when conducting trust management with living trust networks. The possibility of applying the proposed method to recommendation to learners was also discussed.

研究分野：ユビキタスコンピューティング

キーワード：信頼ネットワーク センシング 測位 推薦システム グラフニューラルネットワーク ソーシャルコンピューティング ユビキタスコンピューティング 地域情報

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、研究者個人に帰属します。

### 1. 研究開始当初の背景

携帯端末の普及により、現在位置や時刻などに基づいて情報を共有することのできるコンテクストアウェア型の情報サービスを多くの人々が利用するようになりつつある。しかし、一般に、情報が信頼できるものであるか否かを判定することは、それほど容易ではない。ある情報が信頼できるかどうかを判定することが必要な場合、その情報を作成した人や組織が信頼できるかどうかは重要な判断基準となる。そこで、インターネット上で不特定多数の者が情報交換や商品の売買を行うサービスなどでは、過去の実績やソーシャルネットワークなどに基づいて信頼性を判定する技術が利用されている。しかし、現地情報を共有するシステムの場合、インターネット上で利用されている従来手法をそのまま適用するだけでは、実世界空間のコンテクストを十分に考慮して適切に信頼性を判定することは難しい。

### 2. 研究の目的

本提案では、信頼ネットワーク(Trust Networks) に実世界コンテクストを表すノードを導入して柔軟なモデル化を行い、センサを用いてネットワークのノードとリンクを随時更新することにより、きめ細かく現地情報の信頼度を判定できる生きた信頼ネットワーク (Living Trust Networks) の確立につながる研究を行う。具体的にはまず、信頼ネットワークのモデルを拡張し、位置情報やセンサデータ等も利用して、人と空間・モノの親密性を扱うことができるようにする。また、コンテクストを絞り込んで複数の信頼ネットワークを抽出・管理することのできるモデルを開発する。更に、プロトタイプの開発と実験を行い、生きた信頼ネットワークの構築法に関して得られた知見をまとめる。

### 3. 研究の方法

実世界コンテクストに基づいた信頼ネットワークをセンサによって取得し、これを柔軟に処理・利用して、きめ細かく現地情報の信頼度を判定することのできる生きた信頼ネットワーク (Living Trust Networks) の技術を研究開発する。研究の方法は以下の通りである：

(1) 信頼ネットワークのモデルを拡張し、位置情報やセンサデータも利用して、人と空間・モノの親密性を扱うことができるようにする。そのうえで、実世界コンテクストに基づく信頼ネットワークを複数抽出し、情報や情報適用者を推薦するモデル・手法を開発する。

(2) 提案手法に基づくプロトタイプの開発と実験を行う。実験結果を、生きた信頼ネットワークによる信頼管理を行う際に参照することのできる知見としてまとめ、国際会議等の論文として発表・公開する。

### 4. 研究成果

(1) 信頼ネットワークを拡張するためのコンテクスト情報取得手法の開発を行った。具体的には、まず、スマートフォンのセンサおよび通知を用いた効率的な情報取得手法 (Konomi & Sasao, 2018) を提案した。また、屋内外で高精度の位置情報を取得することのできる環境を実現するために、アクティブ RFID タグを用いた位置情報取得環境を試作するとともに (利根 & 木實, 2021)、スマートフォンセンシングによるランドマーク (位置の目印) 推定と歩行者デッドレコニング (Pedestrian Dead Reckoning: PDR) を統合した屋内測位モデルを開発した (Gao & Konomi, 2022)。更に、ユーザに適切な情報や情報提供者を推薦するために、Twitter の投稿データ (テキストおよび画像) に基づくソーシャルセンシングを活用する手法を提案した (Lu, Taniguchi & Konomi, 2021)。

(2) 人と空間・モノの親密性を考慮して実世界情報からネットワークデータを抽出する手順の開発を行った (Konomi et al., 2023; Hu & Konomi, 2021)。各種センサが生成するデータを利用してネットワーク構造を導出するプロセスは、センシングとデータ処理の 2 つのステップで構成される。

まず、センシングステップでは、様々な種類のセンサから生データを収集し前処理を行う。前処理においては、異なる種類のセンサが生成するデータの信頼性を高め、またデータの異質性への対処を行う。

次に、データ処理ステップでは、各種アルゴリズムやルールを用いてネットワーク構造を導出する。導出したネットワーク構造の一部を、社会的信頼ネットワークのプロキシとして使用することができる。ネットワークデータは、センサが新しいデータを生成し続ける中で、リアルタイム、定期的、あるいはオンデマンドで遅延的に更新することができる。このようにして生成されたネットワークデータを生きた信頼ネットワーク (Living Trust Networks: LTN) と呼ぶ。

LTN を導出するには、生データをまずアクターリレーションと呼ばれる形式に変換し、次にアクターリレーションから基本的なグラフ構造を求め、最終的に LTN へと変換する。この一連の変

換過程において、人と空間・モノの親密性を考慮してグラフ構造を求めることや、同じデータセットから異なるネットワークデータを生成することが可能である。

(3) 生きた信頼ネットワーク (Living Trust Networks: LTN)を考慮して、ユーザに適切な情報および情報提供者を推薦する手法の開発を行った (Konomi et al., 2023; Hu & Konomi, 2021)。この手法は、インタラクション、位置情報、社会的近接性に基づくメトリクスを用いて推薦を行うことができる。インタラクションに基づくメトリクスとは、ユーザとアイテムのインタラクションの履歴を定量化したものであり、位置情報に基づくメトリクスとは、位置ラベル、2D/3D 空間のポイント、Geohash 等により位置のコンテキストを表現したものである。社会的近接性に基づくメトリクスは、オンラインソーシャルネットワークおよび物理空間における近接性に基づいて定義される。システムはこれらのメトリクスを自動的に統合して適切な情報提供者を推薦する。図1に Android OS 上のプロトタイプのスクリンショットを示す。ユーザは図1(c)のグラフィカルユーザインターフェース(GUI)を用いてパラメータを変更し、推薦結果をコントロールすることもできる。

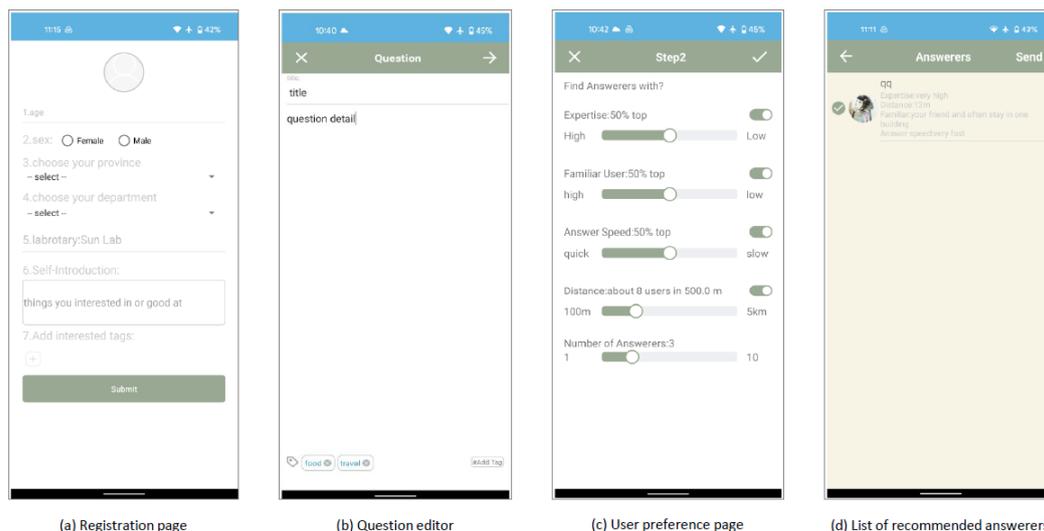


図1：情報提供者を推薦する機能のプロトタイプ

(4) 推薦アルゴリズムの改良を行った。具体的には、ネットワークデータと親和性の高いグラフニューラルネットワーク (Graph Neural Networks: GNN)を用いて、推薦の高精度化に取り組んだ (Konomi et al., 2023; Chen et al., 2022; Yang et al., 2022)。我々の提案する推薦モデルの概要を図2に示す。このモデルはユーザモデリング (左側) とアイテムモデリング (右側) の2部構成となっており、前者はアイテム集約とソーシャル集約、後者はユーザ集約と関係集約によるモデル化を行う。このため、既存の手法よりもアイテム間の関係 (例えば位置情報や近接性など) を丁寧に扱うことができるという特徴を持っている。

(5) 提案手法に基づくプロトタイプを開発し、大学キャンパス内で生じた情報ニーズに対して、関連する情報や情報提供者を推薦する実験を行った (Konomi et al., 2023; Hu & Konomi, 2021)。その結果、情報提供者の専門知識だけでなく質問者と情報提供者の社会的近接性を考慮することが重要であることなどを整理することができた。また、提案手法を学習者への推薦に応用する可能性についても検討を行った (Ma et al., 2019, 2020; Chen et al., 2022)。

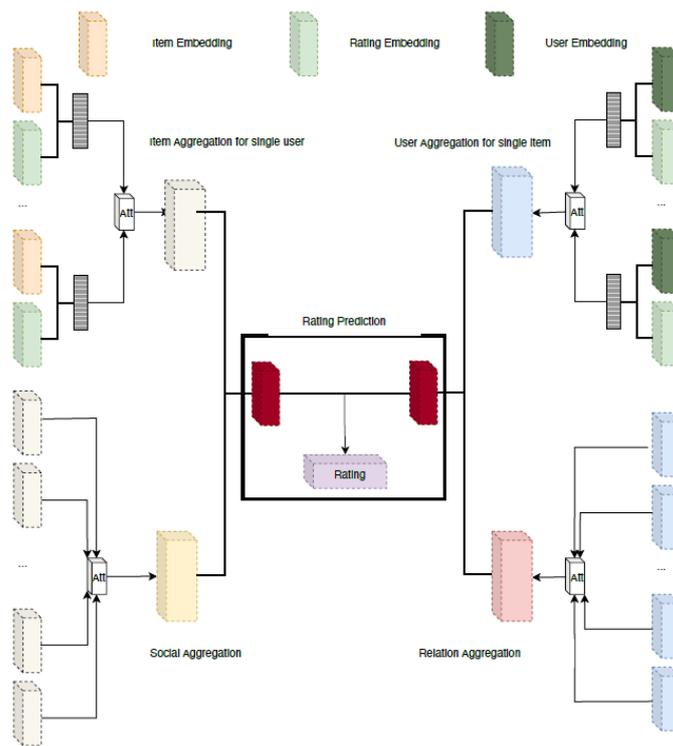


図2：GNNに基づく推薦モデルの概要

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Shin'ichi Konomi, Xiangyuan Hu, Yu Chen, Tianyuan Yang, Baofeng Ren, Chengzuo Yao	4. 巻 (to appear)
2. 論文標題 Leveraging Living Trust Networks for Socially-aware Recommendations	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of the 15th International Conference on Cross-Cultural Design (CCD 2023), Held as Part of HCI International 2023, Springer	6. 最初と最後の頁 (to appear)
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 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 Chen Jiadong, Konomi Shin'ichi	4. 巻 LNCS 13312
2. 論文標題 Utilization of XR Technology in Distance Collaborative Learning: A Systematic Review	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 14th International Conference on Cross-Cultural Design (CCD 2022)	6. 最初と最後の頁 14 ~ 29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-06047-2_2	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 Liu Yiming, Konomi Shin'ichi	4. 巻 LNCS 13326
2. 論文標題 WiHead: WiFi-Based Head-Pose Estimation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 10th International Conference on Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions (DAPI 2022)	6. 最初と最後の頁 69 ~ 86
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-05431-0_5	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 Gao Lulu, Konomi Shin'ichi	4. 巻 LNCS 13326
2. 論文標題 Mapless Indoor Navigation Based on Landmarks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 10th International Conference on Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions (DAPI 2022)	6. 最初と最後の頁 53 ~ 68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-05431-0_4	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 Gao Lulu, Konomi Shin'ichi	4. 巻 13326
2. 論文標題 Mapless Indoor Navigation Based on Landmarks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 10th International Conference on Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions (DAPI 2022)	6. 最初と最後の頁 53 ~ 68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-05431-0_4	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 Liu Yiming, Konomi Shin'ichi	4. 巻 13326
2. 論文標題 WiHead: WiFi-Based Head-Pose Estimation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 10th International Conference on Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions (DAPI 2022)	6. 最初と最後の頁 69 ~ 86
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-05431-0_5	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 Chen Jiadong, Konomi Shin'ichi	4. 巻 13312
2. 論文標題 Utilization of XR Technology in Distance Collaborative Learning: A Systematic Review	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 14th International Conference on Cross-Cultural Design (CCD 2022)	6. 最初と最後の頁 14 ~ 29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-06047-2_2	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 Shin'ichi Konomi, Xiangyuan Hu, Yu Chen, Tianyuan Yang, Baofeng Ren, Chengzuo Yao	4. 巻 -
2. 論文標題 Leveraging Living Trust Networks for Socially-aware Recommendations	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of the 15th International Conference on Cross-Cultural Design (CCD 2023), Held as Part of HCI International 2023, Springer (to appear)	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) なし	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 Lu Yuhong, Taniguchi Yuta, Konomi Shin'ichi	4. 巻 LNCS 12773
2. 論文標題 Generating Travel Recommendations for Older Adults Based on Their Social Media Activities	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 13th International Conference on Cross-Cultural Design (CCD 2021)	6. 最初と最後の頁 44 ~ 55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-77080-8_5	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 Hu Xiangyuan, Konomi Shin'ichi	4. 巻 1498 CCIS
2. 論文標題 QFami: An Integrated Environment for Recommending Answerers on Campus	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 23rd HCI International Conference, HCII 2021	6. 最初と最後の頁 119 ~ 125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-90176-9_17	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 Yuhong Lu, Yuta Taniguchi, Shin'ichi Konomi	4. 巻 LNCS
2. 論文標題 Generating Travel Recommendations for Older Adults Based on Their Social Media Activities	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 13th International Conference on Cross-Cultural Design (CCD 2021)	6. 最初と最後の頁 in press
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 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 Shin'ichi Konomi and Tomoyo Sasao	4. 巻 LNCS 10921
2. 論文標題 Designing a Mobile Behavior Sampling Tool for Spatial Analytics	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions - Sixth International Conference DAPI 2018, Held as Part of HCI International 2018, Las Vegas, Lecture Notes in Computer Science, Springer.	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-91125-0	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 -

[学会発表] 計11件(うち招待講演 0件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 Tianyuan Yang, Yu Chen, Baofeng Ren, Chengzuo Yao, Feike Xu, Shin'ichi Konomi
2. 発表標題 Cost-efficiency Analysis in Deep Relation-Enhanced Graph Attention Networks for Social Recommender Systems
3. 学会等名 情報処理学会第85回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yu Chen, Tianyuan Yang, Baofeng Ren, Chengzuo Yao, Feike Xu, Shin'ichi Konomi
2. 発表標題 DREANRec: Deep Relation Enhanced Attention Networks for Social Recommendation
3. 学会等名 情報処理学会第85回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yu Chen, Tianyuan Yang, Baofeng Ren, Chengzuo Yao, Feike Xu, Shin'ichi Konomi
2. 発表標題 DREANRec: Deep Relation Enhanced Attention Networks for Social Recommendation
3. 学会等名 情報処理学会第85回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tianyuan Yang, Yu Chen, Baofeng Ren, Chengzuo Yao, Feike Xu, Shin'ichi Konomi
2. 発表標題 Cost-efficiency Analysis in Deep Relation-Enhanced Graph Attention Networks for Social Recommender Systems
3. 学会等名 情報処理学会第85回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Anyu Cai, Shin'ichi Konomi
2. 発表標題 DemiRec: Dynamic Evolutionary Multi-Interest Network for Sequential Recommendation
3. 学会等名 IEICE SIG DE / IPSJ SIG DBS Technical Report
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 利根龍二, 木實新一
2. 発表標題 ライフログの収集・分析によるモノを無くしやすい状況の推定
3. 学会等名 WISS 2021(ポスター発表)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 陸 昱宏, 谷口 雄太, 木實 新一
2. 発表標題 SNSにおけるテキストおよび画像として表現された潜在的興味に基づく高齢者向けの観光推薦手法の提案
3. 学会等名 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Boxuan Ma, Min Lu, Yuta Taniguchi, Shin'ichi Konomi
2. 発表標題 Exploring the Design Space for Explainable Course Recommendation Systems in University Environments
3. 学会等名 Proceedings of XLA'20 - 1st International Workshop on Explainable Learning Analytics as part of the Companion Proceedings 10th International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK20) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuhong Lu, Min Lu, Yuta Taniguchi, Shin'ichi Konomi
2. 発表標題 Preliminary Analysis of Tweets to Predict Suicide Risks
3. 学会等名 Proceedings of the 72nd Joint Conference of Electrical, Electronics and Information Engineers in Kyushu
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Boxuan Ma, Yuta Taniguchi, Shin'ichi Konomi
2. 発表標題 Design a Course Recommendation System Based on Association Rule for Hybrid Learning Environments
3. 学会等名 2019 Hinokuni - Land of Fire Information Processing Symposium
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shiman Cui, Yuta Taniguchi, Shin'ichi Konomi
2. 発表標題 Data-Driven Feedback for Students Based on Word Clouds
3. 学会等名 Joint Conference of Electrical, Electronics and Information Engineers in Kyushu
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1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
研究 分担者	笹尾 知世  (Sasao Tomoyo)  (60789733)	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・特任助教    (12601)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------