

位置プライバシー問題の啓蒙のためのダミーによる 位置曖昧化手法の体験システムの実装

加藤 諒¹ 原 隆浩¹ 白川 真澄¹ 駒井 友香¹ 真嶋 温佳¹ 天方 大地¹ 大澤 純¹ 松尾 和哉¹
横山 正浩¹ 佐崎 悠¹ 中村 達哉¹ 水野 聖也¹ 西尾 章治郎¹

概要：近年注目を集めている位置情報サービスでは、サービス利用時にユーザの位置情報をサービスプロバイダへ送信する必要があるが、位置情報が第三者に流出することで、ユーザの個人情報が漏洩する可能性がある。このような、位置に関するプライバシーを保護するために、先行研究において、停止しながら移動するダミーの位置情報を生成するユーザ位置曖昧化手法を提案した。筆者らは、位置プライバシー問題の啓蒙、および、提案した位置曖昧化手法への理解の促進を目的として、実際に被験者が歩いた経路に対して、ダミーを生成し、その中から被験者の経路をゲーム形式で特定するシステムを実装した。本稿では、実装したシステムの概要について述べる。

1. はじめに

GPS 技術の発展に伴い、ユーザの位置に対応した情報を提供する位置情報サービスが展開されている。しかし、位置情報サービスを利用する際には、ユーザは自身の位置をサービスプロバイダへ通知する必要があり、この位置情報が流出することにより、ユーザの住居や勤務先、行動パターンなどの重要なプライバシーが第三者に把握される可能性が指摘されている。[1]

このようなユーザの位置情報 (位置プライバシー) の保護を目的とした研究の一つとして、ダミーの位置情報を用いたユーザの位置曖昧化手法がある。この手法では、ユーザが位置情報サービスを利用する際、同時に複数のダミーの位置情報も送信する。これにより、送信された位置情報のうち、ユーザの位置を一意に特定することが困難になり、ユーザの位置を曖昧化できる。筆者らは、ダミーを用いたユーザ位置曖昧化手法の研究を進めており、先行研究において、いくつかの場所を訪れながら移動するというユーザの行動を想定し、既知であるユーザの行動に基づいて、複数の場所を訪れながら移動するダミー生成手法を提案した。[2]

本稿では、位置プライバシー問題の啓蒙や、提案したダミーによる位置曖昧化手法の理解の促進を目的として、筆者らが実装した位置曖昧化の体験システムについて報告する。この体験システムでは、複数人からなるグループをいくつか構成し、各グループが大阪大学吹田キャンパス内を

実際に歩いた経路に対して、ダミーを生成する。そして、各グループに対して、他のグループとダミーの移動経路を同時に提示し、他のグループの実際の移動経路を推測させる。このようにして、複数のダミーから実際のユーザ (グループ) を識別することの困難さを実感してもらうことにより、ダミーを用いた位置曖昧化手法の効果を認識してもらい、その理解を深めることを目的とする。さらに、他のグループの移動経路を推測する過程において、訪問箇所の写真やコメント、移動経路の一部をヒントとして逐次提供することで、位置情報および移動経路が漏えいする要因について実感として理解してもらうことを目指す。この一連の体験学習により、位置プライバシー問題に対する理解が深まることを期待する。

次節では、体験システムの利用の流れと、実装したシステムの概要について述べる

2. 体験システム

筆者らは、位置プライバシーの侵害の危険性や、ダミーによる位置曖昧化手法の理解の促進を目的として、体験システムを実装した。以下では、2.1 節で体験システムを利用する際の一連の流れを説明し、2.2 節でシステムの仕様について述べる。

2.1 体験システム利用の流れ

図 1 は、被験者が体験システムを利用する流れと、システムの機能を示す。被験者はまず、複数のグループに分かれ、大阪大学吹田キャンパス内を散策する。散策の際、コ

¹ 大阪大学大学院情報科学研究科マルチメディア工学専攻

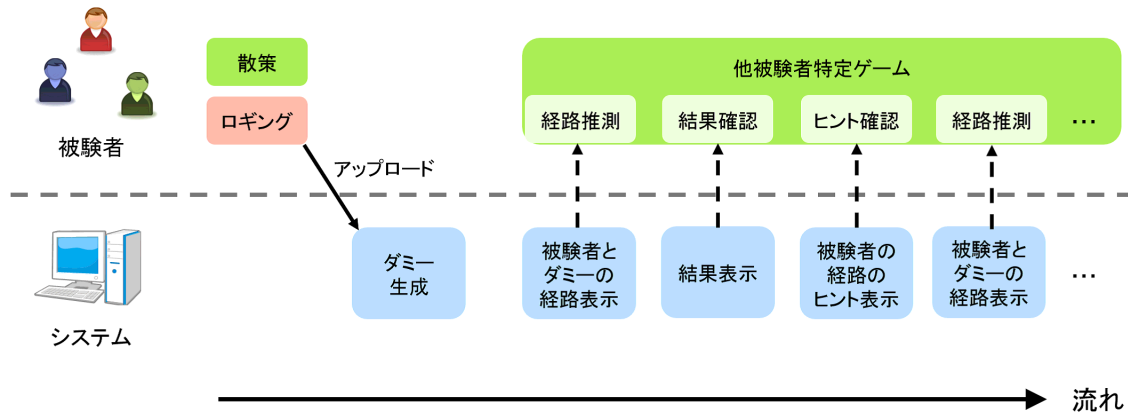


図 1 体験システム利用の流れ

コンビニエンスストアや、図書館といった、場所に訪問することを想定し、各グループは予め設定された複数の訪問場所の中から、いくつかの場所で停止しながら移動するプランを事前に作成し、それに基づいて実際に散策してもらう。散策の際には、スマートフォンやタブレットといった、モバイルデバイスを所持し、モバイルデバイスによって、各グループの行動(移動経路)をロギングする。散策の後には、ロギングした経路をシステムへとアップロードし、システムは、アップロードされたロギングデータを基にダミーを生成する。その後、他のグループの特定ゲームに移る。

特定ゲームは、経路推測フェーズ、結果確認フェーズ、ヒント確認フェーズに分かれる。経路推測フェーズでは、他グループと複数のダミーの移動経路を同時に見て、そのグループの実際の移動経路を推測する。この際の解答形式は、対象となるグループの訪問場所を訪問順に示すというものである。結果確認フェーズでは、解答した他のグループの訪問場所がどの程度正解に近いのか、および、他のグループから自身の訪問場所がどの程度推測されているかを確認する。ヒント確認フェーズでは、他グループの移動経路を推測する上でヒントとなる情報を参照する。経路推測フェーズ、結果確認フェーズ、ヒント確認フェーズを1ターンとして、このターンを複数回繰り返す。

ゲーム終了時は、結果確認フェーズにおいて、各グループの実際の移動経路と、各グループの最終解答を確認する。

2.2 システム仕様

本節では、システムの仕様について説明する。各グループの経路のロギングには、Google playにおいて提供されている、GeoTracker^{*1}を利用した。自身の位置情報を常時通知することで、近くの店舗のクーポンを得るといったサービスを利用する状況を想定し、ロギング間隔は1秒とした。

^{*1} GeoTracker - GPS tracker
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ilyabogdanovich.geotracker>

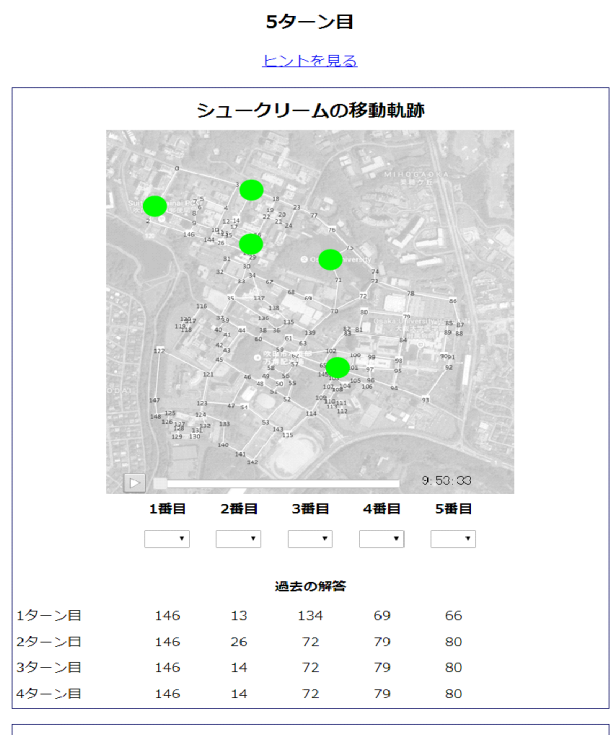


図 2 被験者とダミーの経路表示画面

ダミーの生成は先行研究において提案した手法 [2] を採用した。この手法では、ユーザと同様に、いくつかの場所で停止しながら移動するダミーを生成する。手法の詳細については、本稿では省略する。

図 2 は、他のグループとダミーの経路表示のスクリーンショットである。大阪大学吹田キャンパスのマップ上に、ある時刻の他グループとダミーの位置が表示される。ボタンやスライダを利用して時間を進めることで、他グループとダミーの位置が変化し、それぞれの移動経路を確認することが可能である。また、各グループの移動経路を推測し、解答を入力する項目を、各グループの訪問した場所の個数分表示する。

図 3 は、経路推測の結果を表示したスクリーンショットである。他のグループからの各グループに対する解答(推

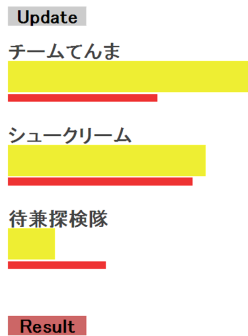


図 3 結果表示画面



図 4 被験者の経路のヒント表示画面

測された移動経路) と、正解経路 (実際の移動経路) との一致度から、そのグループの移動経路がどの程度正しく推測されたかを、黄色のバーの長さで表現する。正しく推測されているほど、黄色のバーが短くなる。また、各グループが他グループの移動経路をどの程度正しく推測できたかを、赤色のバーの長さで表現する。正しく推測しているほど、赤色のバーが長くなる。さらに、ゲーム終了時には、各グループの正解の移動経路と、各グループが最後に解答した移動経路を表示する。

図 4 は、各グループに経路に関するヒントを表示したスクリーンショットである。ヒントは、ユーザが誤って SNS 上に位置が推測できる写真を投稿した状況を想定して、他グループが訪問した場所の写真とした。さらに、ユーザが移動していた経路を、偶然目撃された状況を想定して、他グループが移動した経路の一部も、ヒントとして採用した。

3. おわりに

本稿では、位置プライバシーに関する問題の啓蒙と、ダミーを用いた位置曖昧化手法の理解の促進を目的として、筆者らが実装した位置曖昧化手法の体験システムについて報告した。本システムでは、被験者が実際に歩いた経路に対してダミーを生成することで、位置曖昧化手法が有効に動作することを実感してもらうとともに、他の被験者の移動経路を推測することで、位置情報が漏えいした際に生じるプライバシーの問題について、実体験として学習することができる。

今後は、より現実性に則したヒントを追加することや、新たなダミー生成手法に適用することなどを検討している。

4. 謝辞

本研究の一部は、マイクロソフトリサーチアジアの研究助成によるものである。

本システムの一部には、静岡大学 横山昌平氏より提供していただいた、マップマッチングのアルゴリズム*2を利用した。

ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] A. R. Beresford and F. Stajano: Location privacy in pervasive computing, *In Proc. Pervasive Computing*, pp. 46—55, 2003.
- [2] R. Kato, M. Iwata, T. Hara, A. Suzuki, Y. Arase, X. Xie, and S. Nishio: A dummy-based anonymization method based on user trajectory with pauses, *In Proc. GIS*, pp. 249–258, 2012.

*2 <http://lab.yokoyama.ac/files/MapMatching.zip>