

# 特定の時空間への進入時に 自動センシングするアプリケーションに関する研究

K18054 須崎翔太  
指導教員 梶克彦

## 1 はじめに

### 1.1 研究背景

近年、高機能センサを備えたスマートフォンが増加している。

クラウドセンシングは幅広いデータ収集かつセンシングコストを削減できるため、様々な研究で採用されている。

しかし、クラウドセンシングにはいくつかの課題があり、それを解決するために、我々は時空間フェンシングに基づくクラウドセンシングプラットフォーム「ラヴラス」を提案した。

本研究はラヴラスのモバイルアプリケーションに関する研究である。

### 1.2 クラウドセンシングの課題

依頼者側の課題として、専用システムのコスト、協力者に対するインセンティブのコスト、センシングの危険性、適切なセンサデータの確保が挙げられる。

専用システムのコストとして、サーバやアプリなどの専用システムの開発にかかるインニシャルコストやランニングコストが挙げられる。

センシングの危険性として、本来扱ってはいけない協力者のプライバシーを侵害するセンサデータを集めてしまったり、協力者にセンシングがプライバシーを侵害する危険性を説明しきれない可能性がある。

適切なセンサデータの確保として、クラウドセンシングで協力者から集めたセンサデータの質や量が依頼者の要求するレベルに達しない場合がある。

協力者側の課題として、センサデータの提供にはディスインセンティブ要素が多い点が挙げられる。

本プラットフォームが対象とする課題はクラウドセンシングで重要である、依頼者側の専用システムのコスト、センシングの危険性、協力者側のセンサデータ提供に対するディスインセンティブ要素である。

### 1.3 センシング端末の課題

クラウドセンシングに必要なセンサを搭載したセンシング端末にはいくつかの課題がある。

クラウドセンシングに専用のデータロガーを使用した場合の課題として、物理的コストが挙げられる。

クラウドセンシングにモバイルアプリケーションを使用した場合の課題として、協力者の物理的コストと心理的コストが挙げられる。

協力者の物理的コストとして、協力者がセンシングに協力する際の手間と、端末に負担がかかる点が挙げられる。

協力者がセンシングに協力する際の手間が多いと、協力者がセンシングに協力しない可能性がある。

センシングアプリが協力者の端末に負担をかける場合、協力者がセンシングに協力しなくなる可能性がある。

協力者への心理的負担として、第三者へのセンシング

データ提供に対する不安や個人情報悪用の心配などのプライバシー意識が挙げられる。

本研究が対象とする課題は、協力者がセンシングする際の手間と、アプリ端末のデータ通信量及び心理的コストである。

### 1.4 研究目的とアプローチ

本研究では協力者のディスインセンティブ要素の軽減を目的とし、ユーザのセンシングの協力かつ継続を促進する。

そのために協力者の発生しうる物理的及び心理的コストの軽減を行う。

センシングデータアップロードは Wi-Fi 下で行う。

心理的コスト面の課題：センシングデータ提供に対する不安は、依頼者の情報を提示して、センシング依頼に承諾してもらう。不安があればセンシング依頼に承諾した後でも拒否できる。未送信のセンシングデータは削除ができ、送信済みなら削除申請が出せる。

また、協力者のプライバシーの侵害を防ぐために、本アプリでアップロードされるセンサデータ等はすべて匿名化及び抽象化する。

### 1.5 論文構成

## 2 関連研究

### 2.1 クラウドセンシングに関する研究

幅広いデータ収集かつセンシングコストを削減できるクラウドセンシングを利用している研究はいくつかある。

これらの研究ではクラウドセンシングシステムの開発などには大きなコストがかかると考えられる。

### 2.2 クラウドセンシングプラットフォームに関する研究

実際に運用を行っているクラウドセンシングプラットフォームとして、Ohmage や AWARE などがある。

クラウドセンシングは協力者の確保が非常に重要であるため、様々な方法でモチベーションを向上・維持させる必要がある。

本研究ではディスインセンティブ要素を軽減する。

### 2.3 センシング端末に関する研究

クラウドセンシングのセンシング端末として様々な端末が使用されている。

例えば、スマートフォンが使用されている。

スマートフォンのクラウドセンシングは協力者がそのクラウドセンシングに対応したアプリケーションをそれぞれインストールする必要がある。

スマートフォンを使用しない例として、市販の環境センサや、専用に開発されたものがある。

スマートフォンを使用せず、市販の環境センサや、専用に開発したものは、長時間のセンシングや大規模なセンシ

ングが可能であるが、イニシャルコストとランニングコストがかかる。

### 3 時空間フェンシングに基づいたクラウドセンシングプラットフォーム

本章ではまず時空間フェンシングの概念を定義し、次に時空間フェンシングに基づくクラウドセンシングプラットフォームの全体図について述べる。

本クラウドセンシングプラットフォーム「ラヴラス」の命名は、”a view of Laplace’s demon”「ラプラスの魔の視界」から来ている。

#### 3.1 時空間フェンシングの定義

時空間フェンシングは「ジオフェンシングに時間要素を追加し拡張したフェンシング手法」として定義する。

時空間フェンシングのメリットとして、センシングする範囲が認識しやすい点が挙げられる。

依頼者はクラウドセンシングの範囲を定義しやすく、協力者はセンシングされる範囲を適切に認識した上でセンシング依頼に承諾、拒否できる。

時空間フェンシングのデメリットとして、時間と空間に依存しないクラウドセンシングに適さない点である。

#### 3.2 時空間フェンシングに基づくクラウドセンシングプラットフォーム

ラヴラスの一連の流れは「Web アプリでセンシングプロジェクトの定義」、「時空間フェンシング」、「センシング依頼の承諾」、「自動的にセンシング」、「Wi-Fi 環境下で自動的にアップロード」、「データ利用」の順で行う。

依頼者はプロジェクト管理 Web アプリにて、センシング依頼の内容を細かく定義し、センシングプロジェクトを作成する。

スマホアプリ側ではセンシングプロジェクトに応じて、3.1 節の定義をもとに時空間フェンシングを行い、協力者が指定された時間帯かつエリアにいる場合のみ通知が送られる。

本プラットフォームは時空間を適切に設定でき、無意識化でセンシングするクラウドセンシングのみ使用できる。

例えば遊園地の経営企業が遊園地の入場者の動向を知るために移動履歴をセンシングしようとしたとする。その場合、時間は遊園地の開園時間から閉園時間、空間は遊園地内、必要なセンサデータは位置情報と設定できる。

### 4 特定の時空間への進入時に自動センシングするアプリケーション

#### 4.1 ラヴラスのモバイルアプリケーションの要求仕様

ラヴラスのモバイルアプリケーションはセンシングプロジェクトダウンロード、時空間フェンシング、センシング依頼の承諾、自動的にセンシング、Wi-Fi 環境下で自動的にアップロードの順で行う。

協力者が本アプリを起動、もしくは起動してから一定時間毎にサーバからセンシングプロジェクトをダウンロードする。

協力者の物理的コストを減少させるために、協力者へ通知と協力者自身の操作を最小限に抑える、

センシングが終わった後、Wi-Fi に接続している時に自動でアップロードされる。

協力者はすでにセンシングに承諾したセンシングプロジェクトにもセンシング拒否ができる。

クラウドセンシングプラットフォームとして、多くのセンサに対応する必要がある。

#### 4.2 時空間への進入時に自動センシングするアプリケーションの実装

依頼者の制作したセンシングプロジェクトに対応したセンシングをするスマートフォンアプリケーションとして Android アプリを作成した。

本アプリは 4.1 章で述べた内、時空間フェンシング、センシング依頼の承諾、自動的にセンシングのみ実装した。

##### 4.2.1 時空間フェンシングの実装

時空間に進入しているかの判定のため、一定間毎に位置情報と現在時刻を取得する。

複雑な矩形に対応するためにポリゴンの内外判定アルゴリズムを使用する。

確実に時空間に進入している場合のみセンシングするためにエリアマージンを設けた。

##### 4.2.2 センシング依頼通知の実装

協力者へのセンシング依頼通知を減らすために、センシング依頼通知はセンシングプロジェクトに参加する可能性が高い場合のみ通知を発行する。

協力者が納得してセンシングに協力できるようにセンシング依頼画面で、使用するセンサや時空間を提示する。

##### 4.2.3 自動センシングの実装

協力者が時空間に進入し、センシング依頼に承諾している場合、バックグラウンドで自動でセンシングされる。

クラウドセンシングプラットフォームとして多くのセンサと自由な周波数に対応し、プライバシーを侵害するセンサデータがセンシングされないようにする。

### 5 動作検証

本研究の動作検証は特定の時空間に進入時のみセンシングできているか、プラットフォームとして複数のユースケースを想定して適切にセンシングできているかの2つを行う。

#### 5.1 時空間フェンシングの動作検証

#### 5.2 ユースケースを想定した動作検証

天候によって所要時間が変化する地図アプリを作成した人がいたとする。

研究室の管理者が、研究室内でどれだけコミュニケーションが取れているか測定しようとしたとする。

## 6 おわりに

### 6.1 まとめ

本稿ではクラウドセンシングでの協力者のディスインセンティブ要素を軽減した。

動作検証では時空間フェンシングが適切に行えているか、実際のユースケースを想定して適切にセンシングできているか検証した、

結果、時空間フェンシングが適切に行えており、実際のユースケースでの適切な動作が確認できた。

### 6.2 今後の課題

今後の課題として、今回実装に至らなかった時空間フェンシングに基づくクラウドセンシングプラットフォームにおけるモバイルアプリケーションに必要な機能の実装が挙げられる。

時空間フェンシングに GPS を使用しているので GPS の精度が落ちる屋内で動作が不安定になる点。