

# 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

近年、高性能センサを備えたスマートフォンが増加し、豊富なセンサが利用できるようになっている。そのスマートフォンのセンシング能力を活かす試みとして、クラウドセンシングがある。クラウドセンシングは幅広いデータを収集でき、センシングコストを削減できるため、研究や調査などで採用されている。研究として、雑踏音や歩行動作をセンシングして混雑状況をリアルタイムで推定する研究 [1] や、取得した音圧データを基に騒音レベルを共有する研究 [2] など多くある。

クラウドセンシングの課題として、専用システムの開発コスト、センシングによるプライバシーの侵害、適切なセンサデータの確保、協力者のモチベーション維持などが挙げられる。我々は、この課題の内、専用システムの開発コスト、センシングによるプライバシーの侵害、協力者のモチベーション維持を解決する為に、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「ラヴラス」を提案した。

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、データロガーの確保や配布、回収するコストがかかる。クラウドセンシングにモバイルアプリ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、協力者の負担と、端末の負担が挙げられる。協力者への心理的コストとして、第三者へのセンサ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、協力者の負担と、アプリ端末のデータ通信量及び心理的コストである。

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。物理的コストの軽減として、協力者の操作を最小限にし、センサデータアップロードは Wi-Fi 下で行う。心理的コストの軽減として、協力者がクラウドセンシングの内容に納得し、協力すると判断した場合のみセンシングを行う。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され、協力者は自身のセンサデータの削除及び削除申請ができる。

既存研究として、ゲーミフィケーションを用いて協力者のセンシングへの協力意欲を向上させ、モチベーションを保つクラウドセンシングプラットフォーム [3] がある。我々の研究は、協力者のディスインセンティブ要素を軽減し、利用継続を促す。そのため、依頼者はインセンティブコストが発生せず、協力者は安心してクラウドセンシングに参加できる。

## 2 ラヴラス

本章ではまず時空間フェンシングの概念を定義し、次にラヴラスの全体図について述べる。最後にラヴラスのモバイルアプリの要求仕様を述べる。

### 2.1 時空間フェンシング

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、時空間に依存しない範囲を定義できない点が挙げられる。例えば、空間に依存しない移動する電車内や、時間に依存しない降雨時などは適さない。

### 2.2 ラヴラス

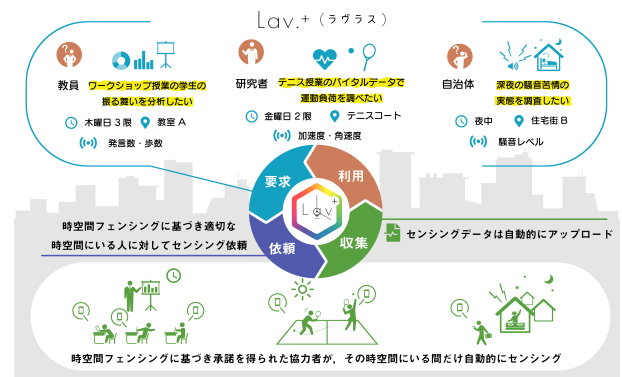


図 1: ラヴラスの流れ

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、2.1 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空間にいる場合のみ通知が送られる。協力者がセンシング依頼に承諾するとセンシングして、その後センサデータをアップロードする。

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仮定する。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、加速度センサと設定できる。

## 2.3 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。センシングプロジェクトをダウンロードする時、端末の通信量とデータ容量を圧迫しない為に、協力者が参加する可能性があるセンシングプロジェクトのみダウンロードする必要がある。また、協力者の物理的コストを軽減させるために、協力者への通知と協力者自身の操作を最小限に抑えたり、端末のデータ通信量を圧迫しない必要がある。協力者の心理的コストを軽減するために、協力者はすでに承諾したセンシングプロジェクトにも拒否ができたり、既にアップロードしたセンサデータに削除申請が出せる必要がある。

様々なクラウドセンシングに対応する為、多くのセンサに対応する必要がある。また、アップロードされるセンサデータは協力者のプライバシーを侵害しない為に、匿名化及び抽象化する必要がある。

## 3 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

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ホアプリとして Android アプリを作成した。本アプリは 2.3 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。



図 2: 時空間への進入時に自動センシングするアプリ

### 3.1 時空間フェンシングの実装

ジオフェンスには緯度経度を使用した。また、ジオフェンシングが複雑な矩形である場合に対応する為、ジオフェンシングの内外判定にポリゴンの内外判定アルゴリズムを使用した。

また、確実に時空間に進入した場合のみセンシングする、時空間に進入する可能性が高い協力者にセンシング依頼通知を発行するなど、様々なシチュエーションに対応するため、時空間の拡大と縮小が可能なマージンを実装した。また、ジオフェンシングが複雑な矩形である場合に対応する為、協力者の位置情報にマージンを設けた。

本アプリは協力者が時空間に進入しているかの判定のため、一定時間毎に位置情報と現在時刻を取得する。この時、マージンを含め、時空間ともに進入していた場合、時空間へ進入したと判定する。

## 3.2 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協力者に発行する。その為、時空間を広げるようにマージンを取り、その時空間へ進入した場合センシングプロジェクトに参加する可能性が高いと判断し、通知を発行する。

協力者がセンシング依頼通知をタップすると、センシング依頼画面が立ち上がり、依頼者の名前や使用するセンサ、時空間が提示される。提示された情報に協力者が納得した場合、センシング承諾ボタンを押すだけでクラウドセンシングに協力できる。

## 3.3 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。確実に協力者の時空間への進入、退出を判定するため、進入時は時空間を狭くするマージン、退出時は時空間を広くするマージンを取る。

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は抽象化した。

## 4 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。まず、時空間フェンシングの動作検証として、時空間を 9 時から 16 時 20 分の愛知工業大学と設定し、時空間に進入した。結果、時空間フェンシングはマージンを含め適切な動作を確認できた。

次にユースケースを想定した動作検証をする。まず、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い人がいたと仮定する。時空間を歩行者の多い 8 時 30 分から 16 時 50 分の愛知工業大学と設定し、使用するセンサを線形加速度と GPS とした。結果、集めたセンサデータから移動速度と歩幅推定などができた。次に、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られているか測定しようとしたと仮定する。時空間を滞在者の多い 8 時 30 分から 16 時 50 分の研究室と設定し、使用するセンサを音センサとした。結果、集めたセンサデータから時間帯ごとの賑やかさが推定できた。

## 5 今後の課題

今後の課題として、今回実装に至らなかったラヴラスのモバイルアプリに必要な機能の実装が挙げられる。また、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などが挙げられる。

## 参考文献

- [1] 西村 他. スマートフォンを活用した屋内環境における混雑センシング, 情報処理学会論文誌, Vol. 55, No. 12, pp. 2511-2523, (2014).

- [2] 岩井 他. コミュニティによるスマートフォンを利用した騒音センシングシステムの構築, 情報科学技術フォーラム講演論文集, Vol. 10, No. 4, pp. 293-294, (2011).
- [3] 松田 他. 多様なユースケースに対応可能なユーザ参加型モバイルセンシング基盤の実装と評価, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO) シンポジウム論文集, Vol. 2016, pp. 1042-1050, (2016).