

愛知工業大学情報科学部情報科学科  
コンピュータシステム専攻

令和3年度 卒業論文

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

2022年2月

研究者 K18054 須崎翔太

指導教員 梶克彦 准教授

# 目次

<b>第1章</b>	<b>はじめに</b>	<b>3</b>
1.1	研究背景	3
1.2	クラウドセンシングの課題	3
1.3	センシング端末の課題	3
1.4	研究目的	3
1.5	論文構成	4
<b>第2章</b>	<b>関連研究</b>	<b>5</b>
2.1	クラウドセンシングに関する研究	5
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	5
2.3	センシング端末に関する研究	5
<b>第3章</b>	<b>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</b>	<b>6</b>
3.1	時空間フェンシングの定義	6
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	6
3.2.1	ラヴラスの利用規約方針	6
<b>第4章</b>	<b>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</b>	<b>7</b>
4.1	ラヴラスのモバイルアプリケーションの要求仕様	7
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	7
4.2.1	時空間フェンシングの実装	7
4.2.2	センシング依頼通知の実装	7
4.2.3	自動センシングの実装	7
<b>第5章</b>	<b>動作検証</b>	<b>8</b>
5.1	時空間フェンシングの動作検証	8
5.2	ユースケースを想定した動作検証	8
	<b>謝辞</b>	<b>9</b>

# 第1章 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、サーバやアプリなどの専用システムの開発にかかるイニシャルコストやランニングコストが挙げられる。また、依頼者の知識不足により、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。クラウドセンシングで協力者から集めたデータのクオリティ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。本研究が対象とする課題はクラウドセンシングで重要である、依頼者側のサーバやアプリなどの専用システムの開発にかかるイニシャルコストやランニングコスト、依頼者の知識不足により発生する、危険なセンサデータの収集、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。協力者は複数のクラウドセンシングに協力すると協力した分だけ専用のアプリケーションをインストールしなくてはならない。協力者のアプリケーション内での操作やアプリケーションを使用する際のデータ通信量などの負担が多いと、協力者はアプリケーションを放置または削除してしまう。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により協力者獲得は容易ではない。

## 1.4 研究目的

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す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

## 第2章 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。

## 第3章 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「Lavlus」(以下、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、時間とエリアで境界を区切ると依頼者は様々なシチュエーションを指定したクラウドセンシングが可能となる。協力者のクラウドセンシングに対するプライバシー障壁は、時空間フェンシングによる時間と空間の制限で軽減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。

## 第4章 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。協力者が時空間に進入した場合、通知が発行され、センシング依頼画面が立ち上がる。センシング依頼に承諾した場合、時空間に進入している間、バックグラウンドで自動でセンシングされる。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ために 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を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。ジオフェンシングの境界付近かつ、位置情報が不安定になると進入、退出の判定を繰り返してしまう。これを防ぐためにマージンを設けた。

#### 4.2.2 センシング依頼通知の実装

協力者が時空間に進入するとセンシング依頼の通知が発行される。協力者が安心してセンシングに協力できるように

#### 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た。

## 第 5 章 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に変化する地図アプリを作成したい人がいたとする。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。



## 謝辞

本研究を進めるにあたり，多くの御指導，御鞭撻を賜りました梶克彦准教授に深く感謝致します．  
最後に，日頃から熱心に討論，助言してくださいました梶研究室のみなさんに深く感謝致します．