

筑波大学大学院博士課程

システム情報工学研究科修士論文

非接触ICカードとスマートフォンによる
行動履歴の共有支援

道上 亮平

修士（工学）

（コンピュータサイエンス専攻）

指導教員 田中 二郎

2014年3月

概要

本研究では、ライフログの一種である行動履歴について、その作成と複数人での共有を支援する Mapping Activity Sharing システム (MAS システム) を提案し、その開発を行った。MAS システムは Android によるスマートフォンアプリケーションと交通系 IC カードによって行動履歴を作成するための情報を記録する。システム利用者は行動履歴記録のためにスマートフォンアプリケーションを起動し、MAS システムを扱っていない時と同様に日常生活を送ることで、自身の行動履歴を作成することが出来る。

システム利用者は作成された行動履歴を、行動履歴閲覧用の Web ページを通じて他者と共有することが可能である。この時、MAS システムは行動履歴の閲覧者に対して、時間による記録者の位置情報の推移を示す GPS ログと、記録者の行った行動を表す行動ログを地図上に表示したインタフェースを提供する。このインタフェースによって、閲覧者は記録者の行動履歴を時空間的に把握する事が出来る。

目次

第1章	はじめに	1
1.1	行動履歴について	1
1.1.1	行動履歴の共有について	1
1.1.2	現在の行動履歴共有の問題点	2
1.2	本研究の目的	2
1.3	本研究のアプローチ	2
1.4	本論文の構成	3
第2章	本システムが満たすべき要件	4
2.1	ハードウェア面での要件	4
2.1.1	情報の記録手法について	4
2.1.2	行動履歴の共有手法について	4
2.2	本システムの備えるべき機能	5
2.2.1	行動履歴情報記録機能	5
2.2.2	行動履歴共有機能	6
2.3	使用デバイスの選定	6
第3章	Mapping Activity Sharing システムの設計	8
3.1	システム構成	8
3.2	システム利用フロー	9
3.3	クライアントサイドアプリケーション	10
3.3.1	クライアントサイドアプリケーションの概要	10
	ホーム画面	10
	NFC Reader 画面	12
3.3.2	GPS ログの取得	14
3.3.3	行動ログの取得	14
3.4	サーバサイドアプリケーション	14
3.4.1	サーバサイドアプリケーションの概要	14
3.4.2	タイムライン状インタフェース	15
3.4.3	地図状インタフェース	16
3.5	利用シナリオ	16

第 4 章	Mapping Activity Sharing システムの実装	17
4.1	クライアントサイドアプリケーションの実装	17
4.1.1	ログデータ記録部	17
4.1.2	FeliCa カード読み取り部	18
4.1.3	ログデータ送信部	19
4.2	サーバサイドアプリケーションの実装	20
4.2.1	行動履歴の保存機能	20
4.2.2	行動ログの位置情報決定機能	20
	コメントならびに購買情報の行動ログに対する位置情報情報算出 . . .	21
	行動ログの時刻情報決定機能	21
4.2.3	行動履歴共有 Web ページの生成	22
第 5 章	関連研究	24
5.1	行動履歴の記録手法に関する研究	24
5.2	行動履歴の提示手法に関する研究	24
5.3	ライフログの共有に関する研究	25
第 6 章	結論	26
6.1	まとめ	26
6.2	今後の課題	26
	謝辞	27
	参考文献	28

図目次

2.1	Suica カード	6
3.1	MAS システムの構成図	8
3.2	システム利用フロー	9
3.3	クライアントサイドアプリケーションのホーム画面	11
3.4	文字列の入力	12
3.5	Save Message ボタンの押下	12
3.6	NFC Reader 画面	13
3.7	FeliCa 規格情報表示	13
3.8	交通系カード利用履歴表示	13
3.9	行動履歴共有画面のインタフェース	15
4.1	行動ログの地図上へのオーバーレイ表示	20
4.2	行動ログの位置情報の算出	21
4.3	行動ログの時刻情報の算出	22

表 目 次

4.1	GPS ログデータテーブル	18
4.2	行動ログデータテーブル	18
4.3	交通系 IC カードにおける 1 件の利用履歴のデータフォーマット	19

第1章 はじめに

1.1 行動履歴について

ライフログとは、人が生活の中で触れる情報や、周囲の環境の情報、ライフログを行う人自身などの情報の全て、または一部を電子データとして蓄積することである。このライフログの一つとして行動履歴が存在する。行動履歴とは、人の行動に着目したライフログであり、人が何らかの行動をした際の位置情報や、行動自体を説明するような情報のことである。

1.1.1 行動履歴の共有について

蓄積されたライフログの活用について、現在様々な取り組みがなされている。具体的には、蓄積された情報を振り返る事で記憶の想起を補助する、蓄積された情報からコンテンツを作成する、蓄積された情報を複数人で共有するといった事が挙げられる。本研究では、行動履歴の共有について考える。

人間が他者とのコミュニケーションにおいて、自分の過去の体験を共有することは一般的である。人々は過去の体験にまつわる感想を共有することにより、互いの親睦を深め、また、体験を通じて知り得た客観的な事実を伝えることによって、実用的な情報や技術を獲得する。この時、コミュニケーションを行うにあたって用いられる体験に関する情報は、人の記憶から想起されたり、本やメモ、または電子的な記憶デバイスより得られる。これらのコミュニケーションは、そのプラットフォームやコミュニケーションに参加する人数などのコンテキストが非常に多岐に渡る。さらに、本やブログ等の記録媒体を利用することにより、情報の発信と受信に時間の乖離があってもコミュニケーションを取る事が可能である。

しかし、体験に関連する記憶を忘れる事によって、体験の共有が困難となる状況が存在する。また、記憶の忘却を防ぐために本や電子デバイスに記録を行うことは、その情報量が増大したり、頻繁に情報を記録する場合に記録者に負担を強いる事となる。

そこで、我々は、行動履歴を一種の体験を記録する手法として利用し、その共有を支援することを考えた。行動履歴をは人の記憶と比較し、記録された時点で電子データであるというその特徴から、客観的な情報の記述に優れるという点や、忘却という生物的な制約にとらわれないという点で優れると考える。また、行動に関連する情報の記録を、記録者の保持するセンサや実世界で運用されている情報技術を用いたサービスの利用履歴等から得ることにより、記録に際しての負担を軽減出来ると考える。

1.1.2 現在の行動履歴共有の問題点

行動履歴の共有は、Foursquare[1] の様な位置情報共有サービス (チェックインサービス) によって行われる事が現在一般的である [2]。チェックインサービスはユーザが今どこに居るのかという情報を共有するサービスである。この様なサービスは情報共有までのプロセスが少ないため、ユーザの負担が少なく、即時性が高いのが特徴である。しかし、この様なチェックインサービスにおける行動履歴の共有は、待ち合わせなどのためのツールとして用いる事や、ユーザ自身の所属するコミュニティ上での意思表示、サービスがゲーム的要素として提供する報酬獲得等の目的のために行われる事が多いという報告がされている [3][4]。

また、チェックインサービスによる共有は、即時性が高いため、その情報に基づいたコミュニケーションが行われる機会が非常に限られている。さらに、共有される情報が限定的であるという点も問題であると考ええる。あるユーザの、ある時点での位置情報を共有することによるコミュニケーションが誘発される状況は少ないと考えられる。

1.2 本研究の目的

本研究は、複数人の間において、行動履歴の共有を支援するシステムの開発を目的とする。このシステムを通じた行動履歴の共有によって、他者との体験の共有というコミュニケーションに、ライフログの利点を活用する。従来の行動履歴共有手法と比較し、活発なコミュニケーションを誘発するために、より汎用的な価値を持つ情報の共有を行う。また、リアルタイムに限定されたコミュニケーションのみではなく、情報の発信と受信に時間的な乖離が存在する状況においてもコミュニケーションが成り立つ手法を用いる。

1.3 本研究のアプローチ

本研究は、スマートフォンにより GPS ログデータを蓄積し、そのデータと FeliCa[5] カードのデータを Google Maps JavaScript API v3[6] が提供する地図上で行動履歴として表現し、これをシステム利用者間で共有するというアプローチを示す。FeliCa カードは現在運用されている様々なサービスにおいて、個人の認証や購買行動時の決済等に用いられ、またその情報をカード内の記録領域に保存する。我々は、FeliCa が用いられる時に記録される情報が、その時の利用者の行動を客観的に表す点に注目した。また、時間による位置情報の遷移の課程を地図上で表示する手法は、単一の位置情報を共有する手法に比べて閲覧者の興味を引く事が報告されている [7]。さらに、行動履歴の作成のための情報記録に際して、システム利用者の負担を考慮した情報記録手法を検討する。

1.4 本論文の構成

本論文は、始めに第2章で、研究の目的に対して提案システムの満たすべき要件や実装する機能の指針等を明らかとする。次に、第3章で提案する行動履歴記録・共有のためのシステムであるMASシステムの具体的な設計やその使用法について述べる。第4章では、第3章にて設計を行った、MASシステムの実装をどの様に行ったかを説明する。第5章では本研究の関連研究について分析を行う。第5章では本研究についてのまとめを行い、今後の課題を述べる。

第2章 本システムが満たすべき要件

本システムは、システム利用者の行動履歴を作成し、それを複数のシステム利用者間で共有するためのシステムである。本章では、本システムが満たすべきハードウェア面での要件と、本システムが備えるべき機能について説明する。

2.1 ハードウェア面での要件

2.1.1 情報の記録手法について

情報の記録については、システム利用者が明示的に情報を記録する手法と、システム利用者が身に付けるセンサー類によって周辺環境の情報を自動的に継続して記録する手法が存在する。情報の明示的な記録は、システム利用者がセンサー類を用いずとも情報を記録することが出来る、文章形式のような柔軟な記録が可能といった利点が存在する。しかし、情報の記録を頻繁に、または大量に行う必要がある場合には、その度にシステム利用者に何らかの操作を要求するため、心理的、物理的な負担が大きい。情報の自動的な記録は、情報の記録に際しての操作が明示的な記録に比べ少なくなり、逐一情報を記録しようとすることによるシステム利用者の精神的負担は少なくなる。しかし、多種多様な情報をつぶさに記録しようとした場合、記録デバイスが大型化する必要が発生し、システム利用者の物理的な負担は増大する。1.1.1 節にて挙げた行動履歴の共有についての問題点として、共有される情報量が少ない事が考えられる。Foursquare[1] に代表される、位置情報を用いたチェックインを共有するシステムでは、共有される情報はシステム利用者の位置情報と、明示的に記述された短いコメントのみとなっている。本研究ではこの点を解決するために、情報を自動的に記録する手法を取り入れる。また、行動履歴を記述するための情報を、多数の特殊なデバイスを用いて自動的に記録することは、システム利用者への負担が大きく、屋内外を行き来するといった日常的な環境での利用を想定する本研究では適当でないと考えられる。よって、本研究で扱う情報の記録は、携帯しての日常行動が容易にである程度の大きさのデバイスによって行われ、そのデバイスは行動履歴を記述するためのセンサを備える必要が有る。

2.1.2 行動履歴の共有手法について

複数のシステム利用者がそれぞれ記録した行動履歴を共有するための手法として、大画面ディスプレイやテーブルトップディスプレイ、プロジェクターのような、大きい画面表示領

域を用い、その場に居合わせたシステム利用者間で閲覧する手法 [9] と、各利用者がそれぞれ保持する情報端末を用いて閲覧する手法が考えられる。本研究では、各システム利用者が行動履歴を閲覧したい任意の状況でシステムを利用できるメリットを踏まえ、各システム利用者の保持する情報端末を用いて閲覧する手法を使用する。

2.2 本システムの備えるべき機能

提案システムの備えるべき機能について以下に説明する。

2.2.1 行動履歴情報記録機能

我々は、行動履歴を作成するために、システム利用者の移動履歴の情報と、システム利用者の行動を記述する情報が必要であると考え。以降、これらを GPS ログ、行動ログと呼ぶこととする。行動履歴情報記録機能ではこれらの情報を携帯情報端末に記録する。

GPS ログ

GPS ログは、行動履歴記録中の、時間によるシステム利用者の実世界上での位置の推移である。これは、行動履歴記録中に記録される、一定時間毎の GPS センサ情報の集合によって表される。

行動ログ

行動ログは、行動履歴記録中にシステム利用者の周辺、またはシステム利用者自身に起きた何らかのイベントを説明するための情報である。この情報はテキスト形式によって保存される。行動ログは、システム利用者の任意記述によるコメントと、FeliCa チップにより取得された情報によって作られる。

FeliCa[5] は、Sony が開発、提供している近距離無線通信 (Near Field Communication) IC チップ技術である。FeliCa チップは非電源の無線通信機能と、数キロバイトのデータ保存領域を持つ。現在 FeliCa は、Suica、PASMO 等の公共交通機関の乗車カードや、Edy 等の電子マネーの決済カード、また、社員証や学生証の勤怠管理システム等に用いられているため、これらのカードに内蔵され使用されている。また、Android をはじめとする携帯情報端末等にもチップが内蔵されている。図 2.1 は FeliCa 採用の交通系 IC カード規格の一つである、Suica のカードである。

FeliCa チップを利用するシステムは、そのデータ保存領域にシステムの利用履歴等が保存される事が多い。例として、交通カードでは乗降車履歴、電子マネーカードでは購買履歴等の情報が保存される。

本研究では、これらの FeliCa 利用システム内でチップ内に保存される各種サービスの利用履歴を行動履歴を構成する情報として用いる。これは、システム利用者が FeliCa 技術を採用



図 2.1: Suica カード

した各種のサービスを日常的に利用し、それによって蓄積される情報を行動履歴として用いることで、システム利用者のログの保存に掛かるコストを少なくする事を目的とする。

2.2.2 行動履歴共有機能

行動履歴共有機能は、2.2.1 節によって作成された行動履歴を、複数人のシステム利用者で共有する機能である。2.1.2 節の要件に基づき、行動履歴は Web ページとして作成し、それを閲覧したい各システム利用者の任意の情報端末の Web ブラウザで表示することにより共有を行う。

この Web ページは、GPS ログと行動ログを表示する地図状の領域と、行動ログの一覧を表示するタイムライン状の領域より成り立つ。Aizawa ら [8] は、地図状にプロットされたシステム利用者の移動履歴は、行動履歴の想起について重要な役割を持つと報告している。また、Hiyama ら [9] は、大画面上での行動履歴の共有において、被験者らが地図上にプロットされた情報に基づきコミュニケーションを活発に行っていた事を報告している。

2.3 使用デバイスの選定

2.1 節で挙げられた要件を満たし、2.2 節で説明した各機能を実現するため、本システムにおいて使用するデバイスを以下の様に選定した。

スマートフォン

スマートフォンは、行動履歴情報記録機能のために用いられ、GPS センサによる一定時間毎の GPS ログの記録と、FeliCa チップの読み取り、また文字入力による行動ログ記録のために用いられる。

これらの条件を満たす為に、Android 端末を使用デバイスとして決定した。Android は多くの端末で GPS を扱うことができ、また、Android 2. 3. 3 以降より、FeliCa を含む NFC を扱うための Android NFC API を提供している。

さらに、2.1.2 節で述べた通り、本システムの行動履歴の共有は任意の情報端末により行う。このため、スマートフォンは記録デバイスとしてだけでなく、他のシステム利用者の行動履歴を閲覧するためのデバイスとしても用いることが出来ると考えられる。

交通系 FeliCa カード

行動ログの記録のため、交通系 FeliCa カードを用いる。これは、行動履歴作成のためにスマートフォンで読み取る時以外は、日常的に使用する。

Web サーバ

行動履歴を Web ページとして各システム利用者間で共有するため、それぞれの利用者の行動履歴を保存し、配信するために、Web サーバを用いる。

第3章 Mapping Activity Sharing システムの設計

本章では、行動履歴記録・共有のためのシステムである、Mapping Activity Sharing システム (MAS システム) の設計について説明する。

3.1 システム構成

本研究で提案する MAS システムの概要図を図 3.1 に示す。MAS システムはサーバ・クライアントモデルで構成される。

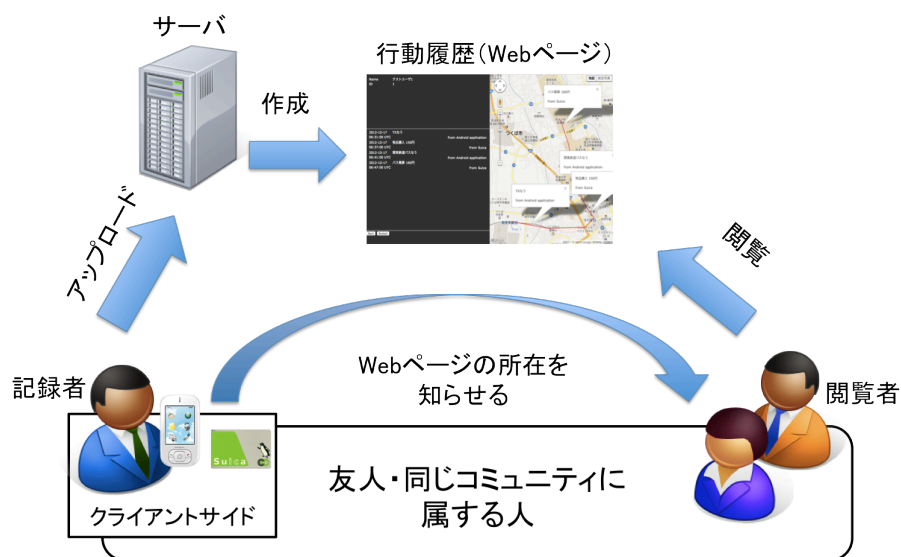


図 3.1: MAS システムの構成図

クライアントサイドは、システム利用者の持つ携帯情報端末のアプリケーションによる GPS ログデータの蓄積と、携帯情報端末と FeliCa カードとのインタラクションによる FeliCa カード内の行動ログデータの読み取りを行い、それらのデータをサーバにアップロードする機能を持つ。

サーバサイドはアップロードされたログデータを成形し、データベースに格納を行う。また、ログデータから行動履歴共有ページを作成し、システム利用者に提示する。

システム利用者はサーバサイドアプリケーションによって作成される Web ページを共有をすることによって、行動履歴の共有を行う事が出来る。

3.2 システム利用フロー

システム利用者が、システムを利用する意思決定を行い、システムを利用終了するまでのシステム利用時のフローチャートを図 3.2 に示す。

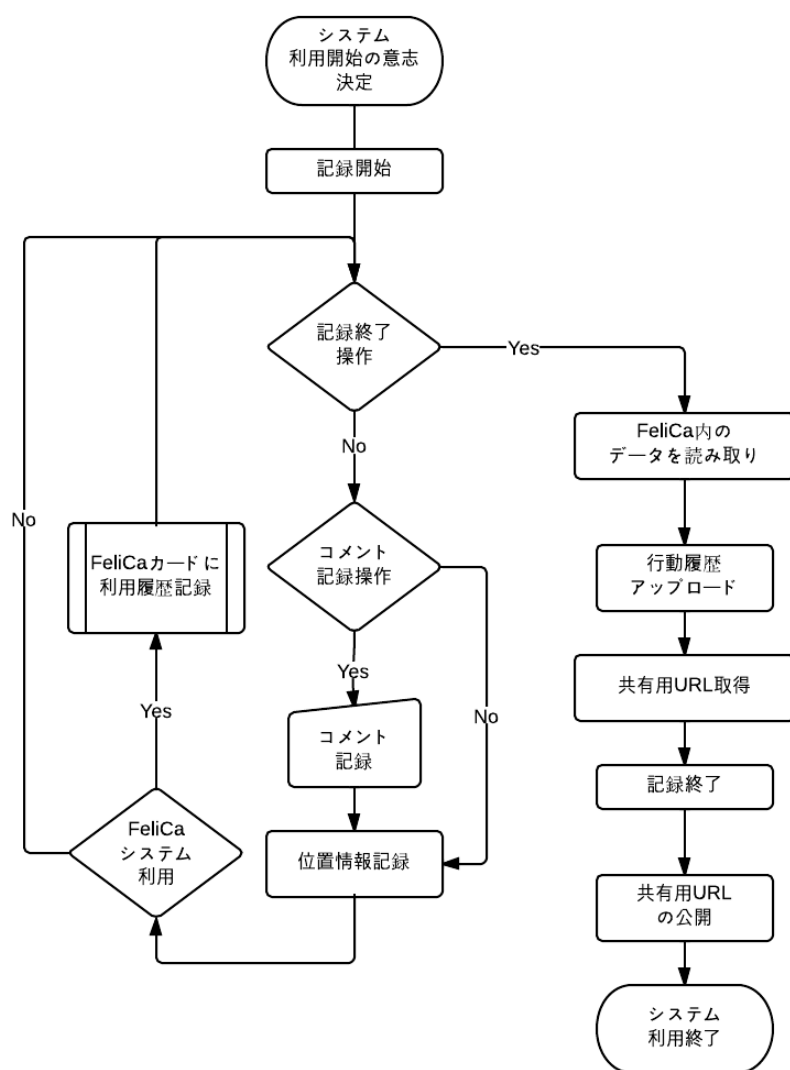


図 3.2: システム利用フロー

システム利用者は、通勤・通学や特定のイベント中における行動、旅行など、行動履歴を作成したい任意の状況において、行動履歴の記録を開始する。

行動履歴の記録中、携帯情報端末のアプリケーションは一定時間毎に GPS ログデータを自動で記録する。

さらに、交通系 FeliCa カードを通常通りに使用することによって、公共交通機関の利用履歴や、自動販売機・コンビニエンスストア等での電子マネーの利用履歴といった行動ログが自動で蓄積される。また、システム利用者が行動履歴記録中に抱いた感想や、行動履歴の共有に際して共有する相手に伝えたいアノテーション等を、自由記述の文章によって保存する。この文章の記録は携帯情報端末の文字入力によって行う。

これらのログデータの連続的記録によって、行動履歴を作成する。そして、目的地への到達、イベントの終了等の、システム利用者が行動履歴を区切りたいと思う任意のタイミングで記録を終了する。この時、各ログデータの中で、携帯情報端末に保存されていない FeliCa カードの行動ログデータを取り出すために、携帯情報端末と FeliCa カードでタッチインタラクションを行う。

こうして、システム利用者の行動履歴を記述する全てのデータを携帯情報端末に集約する。そして、行動履歴を Web サーバにアップロードし、その行動履歴の共有 Web ページの URL を、共有を行いたい利用者間で共有する。

3.3 クライアントサイドアプリケーション

3.3.1 クライアントサイドアプリケーションの概要

クライアントサイドは Android アプリケーションとして設計した。

ホーム画面

図 3.6 がアプリケーションのホーム画面のビューである。

ホーム画面は、4つのボタンと1つのテキストボックスから構成されている。以下にこれらのコンポーネントの操作について説明する。

- Start GPS Logger ボタン

画面最上部に Start GPS Logger ボタンが存在する。Start GPS Logger ボタンは、行動履歴の記録を開始する際に押下される。押下されると、「GPS 記録開始」というメッセージが画面下部にダイアログで表示される。同一システム利用者がある時点において、2つ以上の行動履歴を同時に作成することは混乱を招くと考えられる。このため、一度ボタンが押下されると、行動履歴の取得が終了されるまで、再度 Start GPS Logger ボタンへの操作を行えないようにする。



図 3.3: クライアントサイドアプリケーションのホーム画面

- Read FeliCa Card ボタン

Read FeliCa Card ボタンは、行動履歴の記録を終了させる Stop Logger ボタンの後に操作する。Read FeliCa Card ボタンが押下されると、後述の NFC Reader 画面に画面遷移を行う。ただし、Read FeliCa Card ボタンを押下した時点で、行動履歴の記録を継続している状態か、最新の行動履歴に FeliCa カードの行動ログが紐付けされている状態の場合は、画面遷移を行わない。

- Stop Logger ボタン

Stop Logger ボタンは、Start GPS Logger ボタンが操作された後に、システム利用者が行動履歴の記録を終了したい際に操作される。Stop Logger ボタンが押下されると、画面下部に「GPS 記録終了」とメッセージを表示し、GPS ログの自動取得を終了する。また、Start GPS Logger ボタンが押下されてから現在までの間に記録された GPS ログと行動ログを、一つの行動履歴として関連付けるというデータの処理を行う。

- テキストボックス

テキストボックスは、システム利用者が任意の文字列を、行動ログとして記録する際に操作する。初期状態では、「アクティビティとして残したいメッセージをタイプしてください」という文字列が入力されている。記録したい文字列を標準の入力インタフェースを用いてこのテキストボックス内に入力し、Save Message ボタンを操作する。

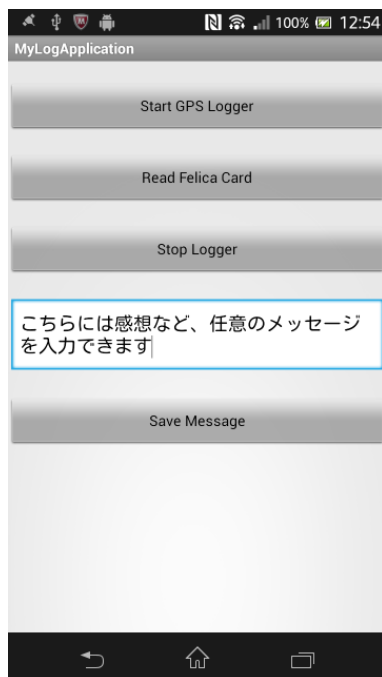


図 3.4: 文字列の入力



図 3.5: Save Message ボタンの押下

- Save Message ボタン

Save Message ボタンが押下されると、現在テキストボックスに入力されている文字列を、行動ログとして携帯情報端末内のデータベースに記録する。この際、「次の発言を保存：(任意の文字列)」と画面下部にダイアログで表示し、テキストボックス内のメッセージを初期状態にする。

NFC Reader 画面

Read FeliCa Card ボタンが押下されると、図 3.6 の NFC Reader 画面が表示される。

NFC Reader 画面は、中央に情報表示のためのスペースと、下部に「再読み込み」、「利用履歴」と書かれた 2 つのボタンコンポーネントが存在する。

中央の表示が「NFC タグをかざしてください」となっている状態で、FeliCa カードを Android 端末の FeliCa 読み取り部に近づけると、図 3.7 の様な表示となる。

これは、FeliCa カード固有の情報や、FeliCa 対応規格毎に定められているシステムコードなどの表示である。

この時、読み取る対象のカードが交通系 IC カードであれば、右下の利用履歴ボタンを押下する事で図 3.8 の様に交通系 IC カードの利用履歴が表示される。利用履歴ボタンが押下されたタイミングで、端末のデータベースに保存されている最新の行動履歴の行動ログに、FeliCa



図 3.6: NFC Reader 画面

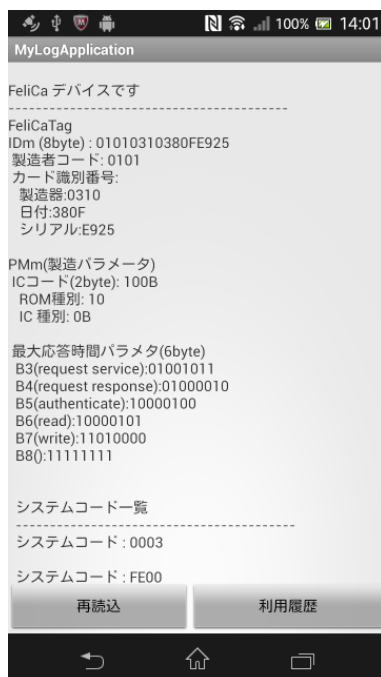


図 3.7: FeliCa 規格情報表示

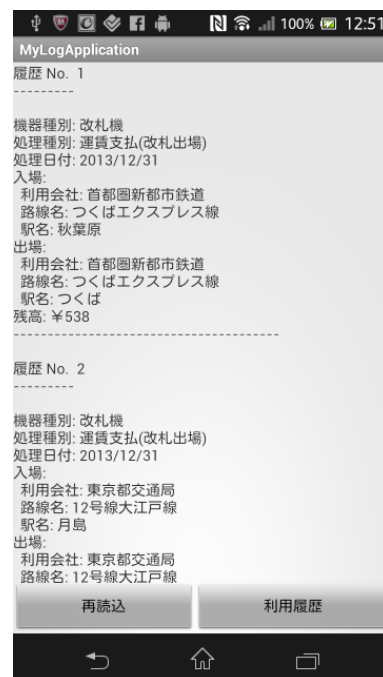


図 3.8: 交通系カード利用履歴表示

カード内の情報を追加する。また、同時に Web サーバへの行動履歴のアップロードを行う。

3.3.2 GPS ログの取得

GPS ログの取得は、Android 端末に搭載されている GPS センサによって行う。3.3.1 節で説明した通り、アプリケーションを起動し、Start GPS Logger ボタンを押下すると、Android 端末の GPS センサよりデータ取得を開始する。

1 つの GPS ログデータは、記録時刻、経度情報、緯度情報の 3 つの情報のデータセットとして扱われる。行動履歴の記録開始から終了までの間に記録された全ての GPS ログデータが、一度に記録される行動履歴の GPS ログとして扱われ、Web サーバへアップロードされる。

GPS ログの取得は、バックグラウンドで行われ、行動履歴の記録終了までアプリケーションをアクティブにせずとも GPS 情報を記録を継続することが出来る。

GPS ログは、電池消費を抑えるため、3 分に 1 度の間隔で取得される。これは、GPS センサによるバッテリーの消費を抑えるためである。

3.3.3 行動ログの取得

行動ログは、交通系 IC カードの情報と、ホーム画面のテキストボックスより入力されたシステム利用者の任意のコメントとして記録される。

交通系 IC カードは、通常、システムと関係なく利用される。カードの内部の情報は、3.3.1 節で説明した、NFC Reader 画面での読み取りが行われるときに同期される。

1 つの行動ログは、乗降した駅の名称といった、行動の内容を表すコンテキスト、コンテキストが取得された情報ソース、行動ログの記録時刻の 3 つのデータから成る。

3.4 サーバサイドアプリケーション

3.4.1 サーバサイドアプリケーションの概要

サーバサイドは Ruby on Rails[13] を用いた Web アプリケーションとして設計した。Ruby on Rails は MVC(Model View Controller) アーキテクチャに基づく Web アプリケーションフレームワークである。使用した Ruby on Rails のバージョンは 3.2.8 である。

サーバサイドはクライアントサイドから送信された GPS ログデータと行動ログデータをデータベースに格納する。この際、FeliCa カードから読み取った行動ログの中で、経度緯度情報を持たないログに対して、経度緯度情報の推定を行う。これは、各アクティビティが発生した時刻に対して、直前と直後の GPS ログの経度緯度情報より算出する事によって実現する。

共有の際には、共有履歴を記録したシステム利用者が、閲覧用の Web ページの URL を共有履歴を閲覧したいシステム利用者のグループに知らせる。サーバサイドではアクセスされ

た行動履歴の URL に基いて、その行動履歴の各ログデータをマッシュアップし、行動履歴閲覧用 Web ページを作成する。

図 3.9 が MASS システムにより作成される行動履歴表示 Web ページである。

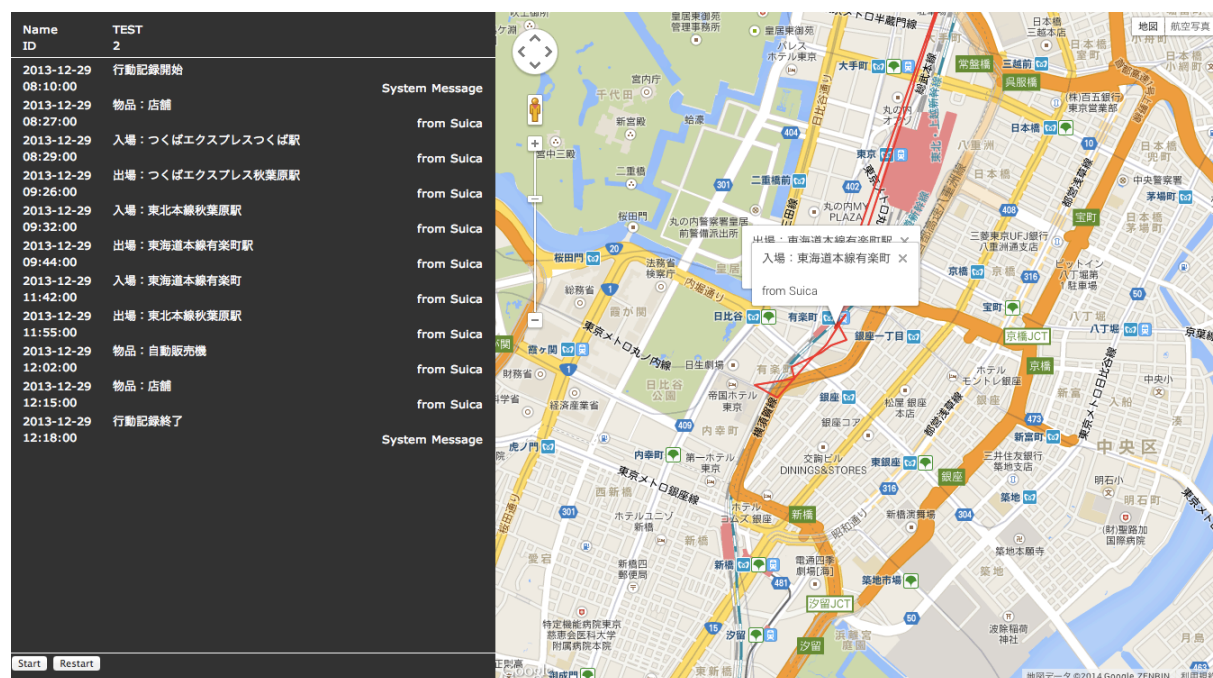


図 3.9: 行動履歴共有画面のインタフェース

3.4.2 タイムライン状インタフェース

図 3.9 左側が行動履歴内における行動ログの一覧表示部である。行動ログ閲覧部は、内部でさらに 3 つ領域に区切られている。

上部の領域は、ユーザ情報表示領域である。ユーザの名前と ID の情報が表示される。

中央の領域にはそれぞれの行動ログについて、その記録された時間、内容、そして記録されたソースが表示されている。

下部の領域は、GPS ログ閲覧部の操作コンポーネントが 2 つ配置されている。このコンポーネントはそれぞれ、Start / Stop ボタンと、Restart ボタンである。これらのコンポーネントを操作することによって、地図状インタフェースを GPS ログの推移に合わせてスライドさせることが可能である。

3.4.3 地図状インタフェース

図 3.9 右側が地図状インタフェースである。このインタフェースは Google Maps Javascript API V3 によって描画されている。

地図状インタフェース上には、GPS ログの時間による推移が赤い実線で描画されている。また、行動ログの記録されている時間と対応する箇所に吹き出しがオーバーレイされている。これにより、実世界の時空間情報を合わせた行動ログの表示を行っている。

3.3.3 節で説明した、GPS ログに基づく画面のスライドの速度は、行動履歴記録中の速度に対応している。このため、歩いた区間と電車で移動した区間の移動速度の差などを、地図状インタフェース上にて感覚的に知ることが可能である。

これらの描画、スライド機能以外は通常の Google Maps のインタフェースと同様の操作で地図を閲覧することが可能である。

3.5 利用シナリオ

システムの具体的な使用方法として、次の様な利用シナリオを想定している。

ある時、旅行好きな A という人物が、北海道への旅行に行くことを決めた。そこで、具体的な旅行計画について考え始めた時に、旅行好きな人の集うコミュニティに所属する B という知人が、昨年北海道旅行に行きその行動履歴を Web ページ上で公開していたことを思い出した。

A は B の行動履歴を参考にするため、B と Web ページ上の行動履歴を閲覧しながら、B のお勧めの移動ルートや観光スポットについてコミュニケーションを行った。また、B にとって評価の低かった観光スポットをルートから外す等し、その時間で B が行かなかった場所に行くなど、具体的な旅行計画を作成していった。

それから北海道旅行に出発した A は、自身も北海道旅行中の行動履歴を記録した。旅行を終えた A は行動履歴を前述のコミュニティのメンバー同士で共有し、B と違う感想を抱いたスポットや、B が行けなかった場所での発見についてなど、作成した行動履歴にまつわる様々な情報について、活発なコミュニケーションが行われた。

第4章 Mapping Activity Sharing システムの実装

本章では、第3章にて設計した MAS システムを、どのような実装で実現したかを説明する。

4.1 クライアントサイドアプリケーションの実装

クライアントサイドアプリケーションを、その内部の機能で分割すると、ログデータ記録部、FeliCa カード読み取り部、ログデータ送信部の3つの機能と、それら呼び出すためのユーザインタフェース部に分けられる。

4.1.1 ログデータ記録部

ログデータ記録部は、GPS ログデータの取得部と、行動ログデータの成形部、そしてデータベースの3つの要素から成る。

- GPS ログデータ取得部

GPS ログデータの取得は、Fused Location Provider を用いる。Android は位置情報を提供する方法として、GPS、Wi-Fi、基地局測位、そして位置情報と加速度センサのマッシュアップによる4つの手法を提示している。Fused Location Provider はこれらの方法から得られるそれぞれの経度・緯度情報のうち、アプリケーションに提供するデータを精度が良いものにシームレスに切り替える技術である。MAS システムでは、Android のアプリケーションで、バックグラウンドプロセスを継続して実行する Service を使い、3分に1度 Fused Location Provider に位置情報の更新をリクエストする様に実装した。

- 行動ログデータ成形部

行動ログデータの成形部は、行動ログをデータベースに格納する前に、適切な形にデータを成形する機能を持つ。行動ログデータは、3.3.1 節で説明した通り、行動ログのコンテキスト、情報ソース、記録された時刻の3つのデータを持つ。システム利用者の任意記述による行動ログについては、テキストボックスに入力された文字列がコンテキストであり、情報ソースに「From Android Application」の文字列、時刻に Save Message ボタンが押下された時刻を入力する。交通系 IC カードの利用履歴については、コンテキ

ストが駅への入出場記録、物品購入記録、チャージ記録など多岐に渡る。このため、読み取った利用履歴データからコンテキストとして適切なものを抜き出す必要が有る。

また、日付情報については、物品購入記録以外は日付までの精度でしか時刻が記録されていない。さらに、経度・緯度情報もクライアントサイド側の行動ログには含まれない。このため、入退場記録等の行動ログの時刻データについては、サーバ側で測位を行う。詳しくは後述する。

- データベース

データベースは、SQLite[10]を利用する。SQLite はリレーショナル・データベース管理システムであり、Android に標準で付属している。Android は各アプリケーション毎に SQLite によるデータベースを作成すること可能となっている。本システムでは行動履歴テーブル、GPS ログデータテーブル、行動ログテーブルをそれぞれ作成し、携帯情報端末側でのログデータを管理する。下表 4.1 に携帯情報端末側での GPS ログデータテーブル、表 4.2 行動ログデータテーブルのスキーマを示す。

表 4.1: GPS ログデータテーブル

カラム名	データ説明	データ型
id	プライマリーキー	INTEGER(整数型)
activity_set_num	行動履歴番号	INTEGER(整数型)
longitude	経度	REAL(浮動小数点型)
latitude	緯度	REAL(浮動小数点型)
time	時刻	TEXT(datetime 形式文字列)

表 4.2: 行動ログデータテーブル

カラム名	データ説明	データ型
id	プライマリーキー	INTEGER(整数型)
activity_set_num	行動履歴番号	INTEGER(整数型)
source	行動ログの取得元	TEXT(文字列)
context	行動ログの内容	TEXT(文字列)
time	時刻	TEXT(datetime 形式文字列)

4.1.2 FeliCa カード読み取り部

FeliCa カードの記録読み取りには、Android 2.3 から提供される NFC API を利用した、nfc-felica-lib[11]を利用している。NFC API は、NFC タグのプロテクトされていない領域へのデータの読み書きを提供する API であり、nfc-felica-lib は交通系 IC 規格の FeliCa カードのデータ

アクセスを提供するライブラリである。また、交通系 IC カードのメモリ領域に、利用履歴として格納されているサイバネ駅データコードの対応データベースも `nfc-felica-lib` と共に提供されている。

交通系 IC カードは、1 件の利用履歴を 16 バイトのデータとして FeliCa チップのデータ保存領域に保存する。蓄積されるデータのフォーマットを表 4.3 に示す。これは SOURCEFORGE.JP¹ の FeliCa Library プロジェクトにより公開されている情報²を参考にした。

表 4.3: 交通系 IC カードにおける 1 件の利用履歴のデータフォーマット

先頭からのバイト数	データ内容
0	端末種
1	処理
4-5	日付
6	入線区 (物品購入の場合時刻)
7	入駅順 (物品購入の場合時刻)
8	出線区
9	出駅順
10-11	残高
12-14	連番
15	リージョン

`nfc-felica-lib` では、NFC API を用いて FeliCa カードにアクセスし、利用履歴の各バイトに格納されているデータコードに対応する情報をデータベースから参照し、出力する機能を提供する。

`nfc-felica-lib` により出力された情報は、行動ログデータ成形部に渡され、成形された後にデータベースに保存される。

4.1.3 ログデータ送信部

ログデータ送信部は、3.3.1 節で説明した様に、NFC Reader 画面の利用履歴ボタンが押下された時に呼び出される。この時、端末のデータベースに保存されている行動履歴の中で、サーバ側にアップロードされていない行動履歴を探す。その行動履歴に含まれている GPS ログデータと行動ログデータを JSON オブジェクトに変換し、サーバサイドアプリケーションのデータアップロードを行う URL に POST する。

ここまでに説明した実装によって、クライアントサイドアプリケーションではログの記録から送信までを行っている。

¹<http://sourceforge.jp>

²<http://sourceforge.jp/projects/felicalib/wiki/suica>

4.2 サーバサイドアプリケーションの実装

サーバサイドアプリケーションでは、行動履歴をデータベースへ保存する機能と、アクセスされた URL に応じて、行動履歴閲覧用 Web ページを作成する機能がある。

4.2.1 行動履歴の保存機能

行動履歴の保存機能は、ユーザから JSON オブジェクトとして POST された行動履歴を、適切な形に成形し、サーバ側のデータベースへ保存する機能である。

サーバ側のデータベースも、クライアントサイド側と同じく、SQLite を使用している。

4.2.2 行動ログの位置情報決定機能

行動履歴共有用 Web ページでは、図 4.1 地図上のインタフェースに、行動ログを吹き出しとしてオーバーレイ表示している。

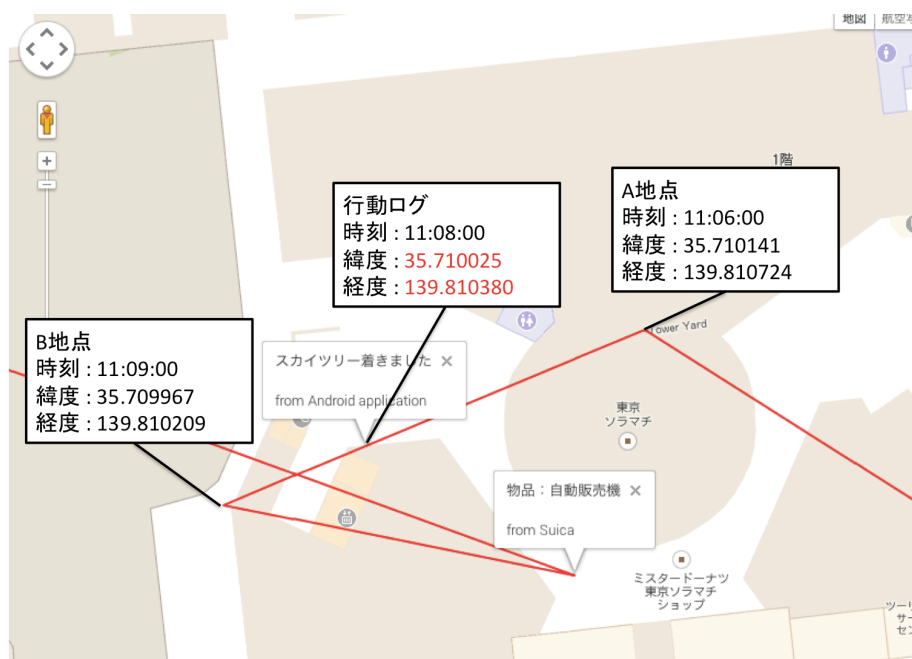


図 4.1: 行動ログの地図上へのオーバーレイ表示

しかし、クライアントサイドからアップロードされた行動ログは、経度・緯度情報が記録されていないものや、経度・緯度情報に加えて、時刻情報が日付程度の精度しか無い場合がある。

そこで、これらの行動ログについて、その経度・緯度情報や時刻情報を、記録されているデータから計算して測位する必要がある。

行動ログのなかで、経度・緯度情報が無く、時刻情報について保持するコメント・購買情報に関して、以下の様な計算を行い、位置情報を決定する。



まず、位置情報を算出したい行動ログについて、時間軸で見てその前後にある GPS ログデータを参照する。その 2 つの GPS ログデータの内、時刻情報で見て、古い時刻に登録されている GPS ログデータの位置情報を A 点、新しいものを B 点とする。こうして決定される 2 点 A、B は、その直線上に行動ログが発生した大まかな位置情報を含む。対象となる行動ログの時刻情報から、その行動ログに対応する位置情報を算出する。

行動ログの時刻情報決定機能

サイバネ駅データベースは、交通系 FeliCa カードで駅を識別するために用いられる、サイバネ駅データコードと、その駅の位置情報の対応がデータベース化されている。

21

その点に対応する時刻を入退場・チャージが行われた時間とする。

また、行動ログの位置情報決定、時刻情報決定は、時間的に古く記録されたログから順に算出を行うため、往路と復路で同じ駅を利用した場合などにおいても、時間軸上での順番の矛盾は発生しない。

図 4.3 に行動ログの時刻情報算出方法の例を示す。

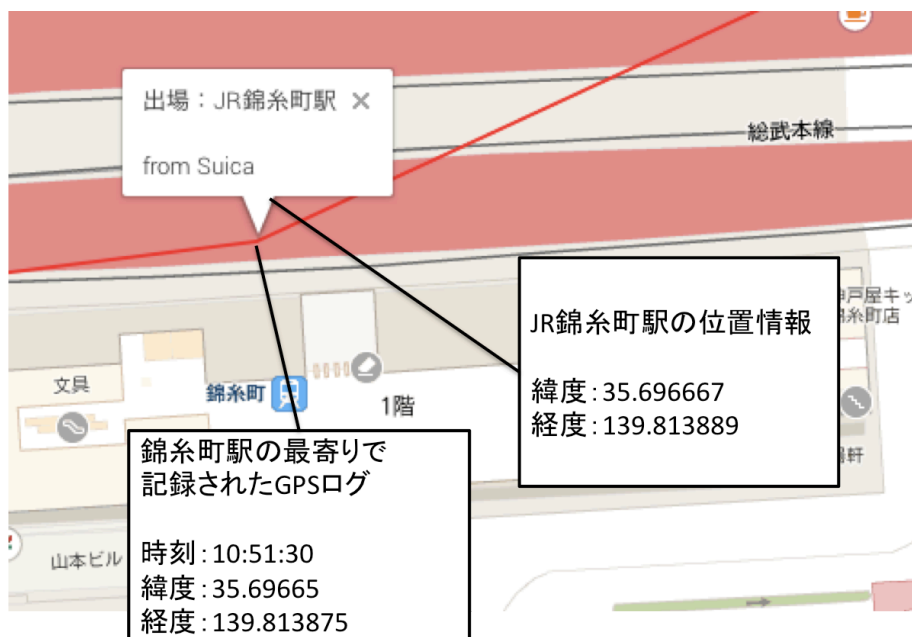


図 4.3: 行動ログの時刻情報の算出

4.2.3 行動履歴共有 Web ページの生成

行動履歴閲覧 Web ページは、システム利用者がアクセスした行動履歴の URL に対して、動的に生成される。これは、文章埋め込み Ruby スクリプト、eRuby の Ruby による実装である、ERB[12] によって実装した。

eRuby は任意のテキストファイルに Ruby のスクリプトを埋め込む書式であり、ERB はアプリケーションのなかで eRuby の記述を実行することが出来る。サーバのデータベースにデータが存在する、行動履歴の閲覧ページへのアクセスがあると、Web ページの View として ERB で書かれた html ファイルが提供される。この html ファイルでは、指定された行動履歴に含まれる GPS ログと行動ログをデータベースから eRuby によって取得し、タイムライン状インタフェースにテキスト形式で行動ログを書き込む。さらに、GPS ログと行動ログは Google Map API v3 で実線の描画やオーバーレイ表示を行うために、ERB で記述された html 内で実行される JavaScript に変数として渡される。

この JavaScript によって行動履歴共有 Web ページ内の Start ボタンや Stop ボタンを操作した際に、GPS ログの時系列による移動履歴にそった画面のスライドを実現している。

第5章 関連研究

本章では、ライフログに関する研究の中で、本研究に関連するものについて述べる。

5.1 行動履歴の記録手法に関する研究

Aizawa ら [8] は、システム利用者の行動に関するあらゆるデータを蓄積するために、脳波センサ、GPS センサ、ジャイロセンサ、加速度センサといったセンサ類、ウェアラブルカメラとマイクによるマルチメディアデータ、閲覧・編集した電子ファイル、送受信した電子メール、そしてユーザが任意のタイミングで入力可能な文字列からなるアノテーションといった膨大な情報を記録・蓄積し、これらのデータを効果的に検索するシステムを開発した。この様な手法は、大量のデータを互いに関連付ける事によって、リッチな行動履歴を記述することが可能であるが、巨大なデバイスを常に身につけることによるユーザの物理的な負担は非常に大きい。

Zhou ら [14] は、スマートフォンのセンサ類の情報と、システム利用者の現在の状態を蓄積し、それらの関係を機械学習によって分類するシステムを作成した。システム利用者は、自分の現在の状態が予め用意された 16 の状態の中でどれに当てはまるかを選択する。この 16 の状態は、Kahneman ら [15] の定義する、人が日常生活において最も楽しいと感じる 16 の状態である。システムが学習を終えると、システム利用者はスマートフォンを携帯したまま日常生活を送ることによって、時間の経過によって先の 16 の状態がどの様に変遷していったかを記録し、閲覧することが出来る。これは、システム運用に当たり、システム利用者に課せられる物理的な負担は少ないが、利用に先立ってシステムに学習をさせる必要が有る。

5.2 行動履歴の提示手法に関する研究

行動履歴を、その要素となる情報を地図上に示すことによってユーザに提示する研究がある。Frignani ら [16] は、被験者に被験者自身の行動計画を予定させた上で、ポータブル GPS センサを身につけて行動させ、その日の終りに記録された GPS データを地図上にプロットしたインタフェースを見せながら、行動履歴について質問をするという実験を行った。この実験によって、Frignani らは GPS データを用いた調査は、他の手法と比べて、被験者の行動履歴の想起を促す事を報告している。また、先に述べた Aizawa らは、文献 [8] において、地図に示されたシステム利用者の移動履歴が、行動履歴の想起について重要な役割を果たすという、同様の報告をしている。

また、行動履歴を、地図状表示と他の表示を併用しユーザに提示する手法も存在する。Rennert ら [17] は、社交不安障害を持つ患者のための行動履歴想起システム FaceIt を開発した。このシステムは、患者の GPS データ、心拍数の推移、音声や画像を自動記録する。記録された情報に基づき、患者が日常生活の中で不安を感じた場所や、その時の心拍数、周辺の環境を行動履歴として提示する。この時、地図状のインタフェースに加え、心拍数のグラフや画像データを同時に提示する。

5.3 ライフログの共有に関する研究

ライフログの共有についての研究がなされている。Hiyama ら [9] は、メディアアート作品に人々が参加するための手法として、人々の個人的な記録を活用することが有効であるかどうかを検証するため、交通系 IC カードの乗車記録をプロジェクターに投影し、その場にいる人々の間で共有するシステムを開発した。システムを公共施設で一般公開したところ、システム利用者が提示された情報に基いて他者と積極的にコミュニケーションを行っていた事が報告されている。本研究では、メディアアートとしてではなく、体験の共有というコミュニケーションのために交通系 IC カードからの情報を含む行動履歴を作成し、その共有を支援する。

Numa ら [18] は、学術会議という限定されたコンテキストの中で、会場内のシステム利用者に配布された RFID タグ付名札カードと、会場内の入室管理端末やキオスク端末間で行われたアクションを記録し、記録された情報から Weblog のドラフトを作成するというシステムを開発した。このシステムを実際の学術会議の会場で運用した結果、Weblog を通じての参加者同士でのコミュニケーションにより、情報獲得や記憶の想起を促す効果があったということが報告されている。本研究は、日常生活という、一般的な環境における行動履歴を取り扱うという点において異なる。

Tokunaga ら [19] は、日常生活の購買行動によって得たレシートを光学文字認識 (OCR) により読み取り、その購買情報を専用の SNS 上にアップロードし、情報の蓄積・共有が行えるシステムを開発した。システムの評価実験の結果では、システム利用者らは購買情報を他者と共有することに少なからず興味を持ったと報告されている。本研究とは、日常生活の中で自然に蓄積される情報を他者と共有するという点で共通する。また、本研究では、専用の SNS 上のみではなく、多様なプラットフォーム上で情報共有の支援を行う。これにより、システム利用者が共有を行いたいと望む人々と、従来通りのコミュニケーションプラットフォームを利用した情報共有が可能であり、共有の機会が増加させる事が出来ると考えられる。

第6章 結論

6.1 まとめ

本研究では、ライフログの中でも、人の行動について着目した行動履歴を記録し、またそれを複数人で共有することを支援する Mapping Activity Sharing システム (MAS システム) を提案し、その開発を行った。MAS システムは Android スマートフォンと交通系 IC カードによって行動履歴を作成するための情報を記録する。システム利用者はスマートフォンのアプリケーションを起動し、MAS システムを扱っていない時と同様に日常生活を送ることで、自身の行動履歴を作成することが出来る。

システム利用者は作成された行動履歴を、行動履歴閲覧用の Web ページを通じて他者と共有することが可能である。この時、MAS システムは行動履歴の閲覧者に対して、Google Maps API JavaScript v3 を用いて描画される地図状の閲覧インタフェースを提供する。このインタフェースは、時間による記録者の位置情報の推移を示す GPS ログと、記録者の行った行動を表す行動ログを地図上で表示し、閲覧者は記録者の行動履歴を時空間的に把握する事が出来る。

6.2 今後の課題

現在、MAS システムでは行動履歴の共有を行う部分までを対象としているが、これを通じたコミュニケーションの支援についても取り扱うことを考えている。また、作成された行動履歴について、他のシステム利用者の行動履歴をリンクさせたり、多数の行動履歴を重畳して表示するといった行動履歴の利用方法も検討している。また、MAS システムの評価を行い、評価に基いてシステムの改善を行いたい。

謝辞

本論文の執筆に当たって、田中二郎先生、三末和男先生、志築文太郎先生、高橋伸先生、Simona Vasilache 先生、嵯峨智先生には丁寧なご指導と貴重なご意見を頂きました。心より感謝致します。

田中研究室のメンバーの皆様には、研究活動に際して、多くの助力、助言を頂きました。また、研究活動以外においても交流を通し、大変お世話になりました。ここにお礼を申し上げます。特に同じチームの塚田裕太氏には、忙しい中、貴重な時間を割いてアドバイスをして頂きました。ありがとうございました。

最後に、これまで支援を頂いた家族、友人に深く感謝致します。ありがとうございました。

参考文献

- [1] Foursquare : <https://foursquare.com>
- [2] Frank Bentley and Crysta Metcalf. Location and activity sharing in everyday mobile communication. In Proc. of CHI EA '08, pp. 2453-2462, 2008
- [3] Karen Tang, Jialiu Lin, Jason Hong, Daniel Siewiorek, and Norman Sadeh. Rethinking location sharing: exploring the implications of social-driven vs. purpose-driven location sharing. In Proc. of Ubicomp '10. pp. 85-94, 2010
- [4] Henriette Cramer, Mattias Rost, and Lars Erik Holmquist. Performing a Check-in: Emerging Practices, Norms and 'Conflicts' in Location-Sharing Using Foursquare. In Proc. of MobileHCI '11, pp. 57-66, 2011
- [5] FeliCa : <http://www.sony.co.jp/Products/felica>
- [6] Google Maps JavaScript API v3 : <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/>
- [7] 長田伊織, 吉野孝. ライフログ収集システムにおける閲覧者向け情報提供手法の評価 (情報セキュリティ, ライフログ活用技術, ライフインテリジェンス, オフィス情報システム, 一般). 電子情報通信学会技術研究報告. ISEC, 情報セキュリティ, 110(281), pp. 87-94, 2010.
- [8] Kiyoharu Aizawa, Datchakorn Tancharoen, Shinya Kawasaki, and Toshihiko Yamasaki. Efficient retrieval of life log based on context and content. In Proc. of the 1st ACM workshop on Continuous archival and retrieval of personal experiences, pp. 22-31, 2004
- [9] Atsushi Hiyama, Kotaro Hashimoto, Tomohiro Tanikawa, and Michitaka Hirose. Study on Public User Interface. Lecture Notes in Computer Science Volume 4558, pp. 518-525, 2007.
- [10] SQLite : <http://www.sqlite.org>
- [11] nfc-felica-lib : <http://code.google.com/p/nfc-felica/>
- [12] ERB : <http://www2a.biglobe.ne.jp/seki/ruby/erb.html>
- [13] Ruby on Rails : <http://rubyonrails.org>

- [14] Lijuan Marissa Zhou, Cathal Gurrin, and Zhengwei Qiu. ZhiWo: activity tagging and recognition system for personal lifelogs. In Proc. of the 3rd ACM conference on International conference on multimedia retrieval (ICMR '13), pp. 321 - 322, 2013.
- [15] Daniel Kahneman, Alan Krueger, David Schkade, Norbert Schwarz, Arthur Stone. A survey method for characterizing daily life experience: The day reconstruction method. Science, 306(5702), pp. 1776-1780, 2004.
- [16] Frignani Martina Z, Auld Joshua, Mohammadian Abolfazl, Williams Chad, Nelson Peter. Urban Travel Route and Activity Choice Survey: Internet-Based Prompted-Recall Activity Travel Survey Using Global Positioning System Data. Transportation research record (2183), pp. 19-28, 2010.
- [17] Rennert Kara, Evangelos Karapanos. Faceit: supporting reflection upon social anxiety events with lifelogging. In Proc of the CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, pp. 457-462, 2013.
- [18] Kosuke Numa, Hideaki Takeda, Takuichi Nishimura, Yutaka Matsuo, Masahiro Hamasaki, Noriyuki Fujimura, Keisuke Ishida, Satoshi Fujiyoshi, Kazuya Sakamoto, Hiroshi Nagata, Osamu Nakagawa, and Eiji Shinbori. Context-aware Weblog to Enhance Communication among Participants in a Conference. In Proc. of WEBIST2006, pp. 400-407, 2006.
- [19] Seiki Tokunaga, Shinsuke Matsumoto, and Masahide Nakamura. Receiptlog: A consumer-oriented lifelog service for storing and reviewing daily receipts. In Proc of IEICE Technical Report, Vol. 111 of SS2011-5, pp. 23-28, Seoul, KOREA, 2011.