

平成25年度 卒業論文

邦文題目

**TLIFESにおけるカメラ機能を使用した
散歩ナビゲーションシステムの提案**

英文題目

**Proposal of a Walk Navigation System using
Camera Functions in TLIFES**

情報工学科 渡邊研究室

(学籍番号: 100425167)

森 広将

提出日: 平成26年1月17日

名城大学理工学部

内容要旨

現在の日本では、高齢化が急速に進み、高齢者が普段の生活圏内の範囲において、不慮の事故や事件に巻き込まれる割合が急激に上昇している。その為、この問題を解決するための方法として、我々はスマートフォンのGPSや各種センサにより得られたデータより蓄積されたデータベースを利用する TLIFES (Total LIFE Support system) を提案している。[1] 本論文では現在の TLIFES には搭載されていない、危険箇所等を高齢者が回避し、事故や事件に巻き込まれる可能性を未然に防ぐようなサポートができるシステムについて着目し、そのシステムの機能提案を目指す。ユーザーが危険箇所や報告箇所をスマートフォン端末を使い写真を撮影し、管理サーバに投稿をする。管理サーバは投稿された写真に付加価値を付けたのち、データベース化をおこなう。ユーザーが目的地までのナビゲーションを管理サーバに要求した際、管理サーバはデータベースより必要な情報を提供する。また、ユーザー同士が投稿した写真情報は地図上でいつでも確認することができ、ナビゲーション機能を使用しなくとも、自身の周辺の状況確認をおこなうことができる。

目次

第1章	はじめに	2
第2章	既存技術とその課題	4
2.1	FixMyStreetJapan	4
2.2	ちばレポ	5
2.3	GoogleMap	5
第3章	TLIFES	7
3.1	TLIFESの全体像	7
3.2	TLIFESの対象者	9
3.3	TLIFESの現状	9
3.4	本論文におけるTLIFESの課題	11
第4章	提案方式	13
4.1	TLIFESにおけるカメラ機能を使用した散歩ナビゲーションシステムの概要	13
4.2	TLIFESにおけるカメラ機能を使用した散歩ナビゲーションシステムの機能提案	14
4.3	TLIFESにおけるカメラ機能を使用した散歩ナビゲーションシステムの処理	16
第5章	経路検索機能実装提案	18
5.1	地図情報取得に関して	18
5.2	経路探索方法について	20
5.3	評価	23
第6章	まとめ	26
	謝辞	27
	参考文献	28
	研究業績	29

第1章 はじめに

我が国での少子高齢化は加速の一步を辿り、一向にその衰えを見せない。65歳以上の高齢者が占める割合は2050年には実に2.5人に一人になると予想されている。更に少子高齢化だけではなく、核家族化も進行しており、全世帯の約20%以上がそれにあたる。[1]このような社会現象だけではなく、若者同士、地域同士の交流が薄れるばかりか、アパートやマンション等では、自分の隣に住んでいる人がどのような人が知らないまま生活をしている状況にも陥っている。このような状況から、高齢者の徘徊行動や孤独死、在宅介護の負担増加、運転事故の多発、危険な事件、事故の巻き込まれなどが深刻な社会問題となっている。そのため、高齢者がどこにいても見守ることができ、かつ地域の住人同士が交流し合えるシステムが求められている。この問題を解決するための方法として、我々はスマートフォンのGPSや各種センサにより得られたデータを蓄積したデータベースを利用するシステムTLIFES (Total LIFE Support system) を提案している。[2]

TLIFESは、スマートフォンを介して住民が情報を共有し、安心して生活できる社会を作るための支援システムである。TLIFESでは、個人のライフログ、災害発生時の避難サポート、地域コミュニティの活性化などに加え、弱者の見守りなどを実現することができる。現在では、TLIFESをさらに発展させるべく行動判定の見直しや、TLIFESを使用した脳トレーニング、高齢者の忘れ物防止策、写真を使用した危険遭遇の事前回避などのTLIFESの機能強化を中心に研究が行われている。本論文では、その中の写真を使用した危険遭遇の事前回避に着目する。ユーザーがスマートフォン端末とTLIFESを使用することで、現在地周辺の状況確認を行うことができる他に、現在地から目的地までの危険な箇所等を避けた経路を表示することで、不慮の事故などの回避し、怪我をする可能性を低下させる事を目指す。また、情報の共有方法を写真を使用することにより、地域間で危険箇所や注目箇所の報告をすることができ、地域交流の発展を促すことも併せて目指す。

危険箇所の事前回避の既存システムとして、札幌のダッピスタジオが提供しているアプリケーション「FixMyStreetJapan」[3]や千葉市が行っている検証「ちばレポ」[4]があり、危険箇所をスマートフォンを使い撮影し、位置情報と共に投稿しデータベース化する。自治体や他のユーザは問題箇所をデータベースより確認したのち自主的に解決を行う事を目的としている。しかし、これらのシステムは、あくまでも写真を使用して問題箇所の解決を想定しており、自身の周辺箇所の状況を把握しようとした際には、いくつかの手順を踏まねばならず、状況確認には適していない。

目的地までの経路表示の既存システムとして代表的なものは、Google社が提供する「GoogleMap」

[5]がある．出発地点から目的地までの距離や所要時間，道を曲がる回数などの多くの項目から「最適」と思われるルートを提示し，ナビゲーションを行う．また，途中地点や乗り物などの条件追加を行った場合においても，条件に合った最適と思われるルートを提示する．しかし，GoogleMapの経路表示方法のプログラムソースが開示されていないため，危険箇所を避けた経路や，複数の経路表示といった付加価値の設定ができず，汎用性が低い．

そこで，私はTLIFESの機能強化として，写真とナビゲーション機能を両立させることによりこれらの既存技術の問題点を解決する「TLIFESにおけるカメラ機能を使用した散歩ナビゲーションシステム」を提案している．TLIFESの情報をサーバに蓄積し，共有し合えるという点と，自身の位置情報と経路履歴を容易に確認できるという点を利用する．写真にいくつかのタグ情報を付随させ，サーバに蓄積をする．ユーザの画面上には自身が投稿した写真の他，他人が投稿した写真を含めた情報が画面で確認することができ，周辺の状況を把握することができる．また，目的地までの経路上に危険箇所などがある場合はその経路を除外し，安全だと思われる経路をいくつか表示する．これにより，怪我や事故に巻き込まれる可能性を減少させることができると想定される．

本論文では，TLIFESの機能強化としての提案内容を述べる．以下，2章で危険回避行動の為に既存システムの概要とその課題について述べ，3章でTLIFESの概要及び本論文の対象としているTLIFESの課題点について述べる．4章で提案方式，5章でナビゲーションシステムの実装提案を述べ，最後に6章でまとめる．

第2章 既存技術とその課題

カメラ機能を使用した危険箇所の解決のための既存技術と、ナビゲーションの既存技術の報告とその課題を記述する。

2.1 FixMyStreetJapan

スマートフォンのカメラ機能やデジタルカメラを使用して写真を使った危険箇所の報告を行い、地域で共有していくシステムとして、「FixMyStreetJapan」[3]が製品化されている。図 2.1 に FixMyStreetJapan の概要を示す。

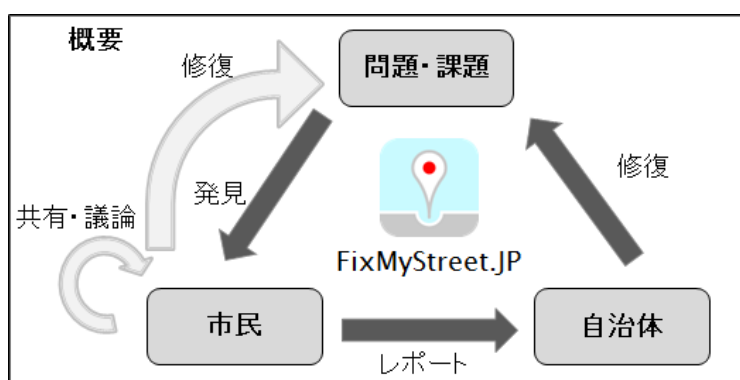


図 2.1 FixMyStreetJapan の概要

FixMyStreetJapan は危険箇所や問題箇所をそこに住んでいる地域住民がカメラ機能を持ったデバイスを使用し、写真を撮り、そこに3つのタグ情報といくつかのカテゴリ分類を施したのち、サーバに投稿する。投稿された写真は GoogleMap 上に反映され、FixMyStreetJapan に登録している人たちはいつでも閲覧をすることが可能である。問題箇所を閲覧した地域住民が自治体に自主的に連絡をする。連絡を受けた自治体は、問題箇所を確認したのち、解決を行い、問題箇所の写真情報を含め修正する。これにより、地域住民は自身の周辺の状況を把握することができ、危険回避につなげることができる。しかし、自身の周辺の危険箇所等を表示するまでに手順が必要である点や、危険箇所の修復などがすべて自治体の判断に寄る為、いつまでも放置された状態が続く可能性がある。また、ナビゲーション機能がないため、周辺の確認を都度しなくてはならない。そのため、単純操作で自身の周辺の状況が確認できるだけでなく、その状況が視覚的に一目でわかるシステムの開発が必要である。

2.2 ちばレポ

千葉市が ICT を活用した問題解決に取り組む仕組みの検証の一つ [4]。スマートフォンやパソコンから、市内の地域課題を写真つきレポートとして、web に投稿。市民から寄せられた様々な地域課題について検討を行う。仮想業務処理を基本としているため、現状では、まだ実践をおこなってはいない。図 2.2 にちばレポの概要を示す。



図 2.2 ちばレポの概要

FixMyStreetJapan と同様で、あくまでも写真を投稿して第三者に解決をしてもらうことを想定としているため、ユーザの操作性や、認識性は考慮されていない。そのため、ユーザの操作性、認識性を改善するとともに、写真機能を活用した、危険箇所報告手法の開発をが必要がある。

2.3 GoogleMap

Google 社の提供する機能の一つ [5]。GIS 分野のソフトサービスであり、その中の WebGIS にあたる。地図、航空写真、地形の 3 つの表示方式が用意され、各々で縮尺を調整し全世界を見ることができる。また、渋滞情報を含む交通状況の表示も可能である。また、ルート検索機能も実装されており、出発地、目的地の入力をすると、最適だと思われる最短経路の表示をすることもできる。図 2.3 にルート検索時における GoogleMap の表示画面を示す。

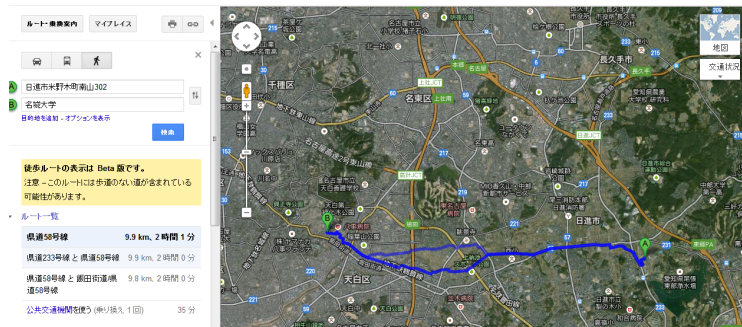


図 2.3 GoogleMap のルート検索画面

図 2.3 は、スタート地点 A とゴール地点 B を最短経路である青色の経路が表示されていることが確認できる。最短経路の他に、経路をクリックすれば、任意の箇所を通る経路を作成することも可能である。また、徒歩の他に車や電車などの移動手段の設定も行える。無料のアプリケーションである為、多くの人や企業がこの GoogleMap を利用している。しかし、経路探索においての探索手法や、表示方法などの公開はされていないため、GoogleMap のルート案内システム自体を改造することができないため、凡庸性に欠く。その為、危険回避のための経路探索手法などを考慮しようとした際は、GoogleMap を使用することができない。さらに、ユーザが様々な条件を入力しなくてはならないため、高齢者や障がい者などが操作することを想定していないことも課題である。したがって、ユーザにとって、最短経路だけでなく、状況に応じた最適な経路を複数提示することにより、ユーザが安全に目的地まで移動するためのシステムの開発が必要である。

第3章 TLIFES

3.1 TLIFES の全体像

図 3.1 に TLIFES の全体像を示す.

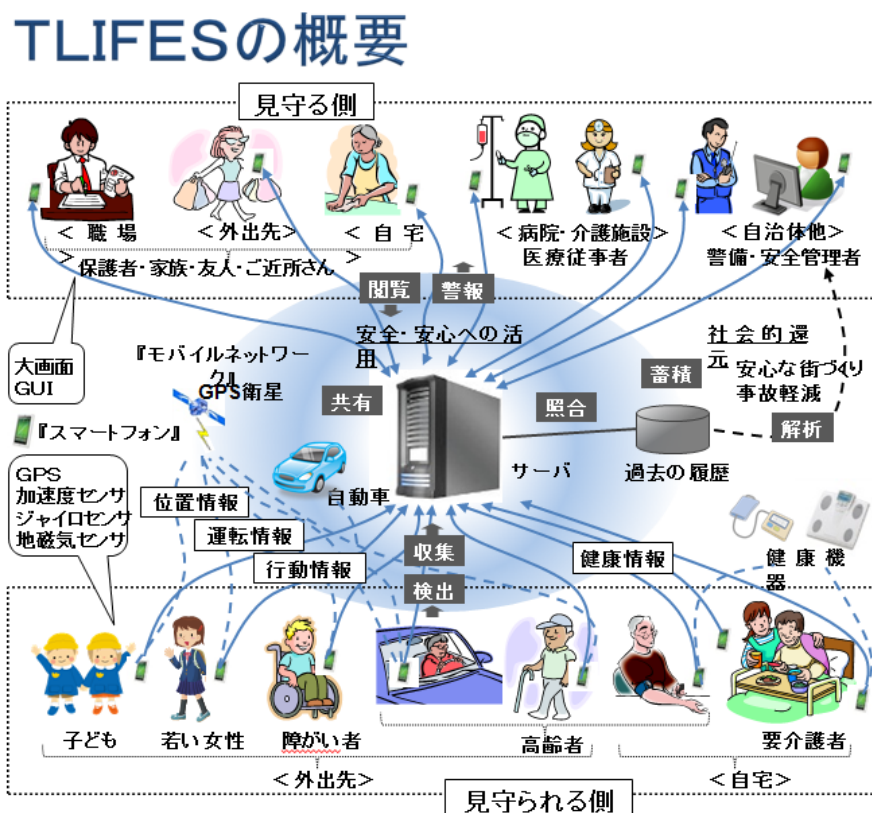


図 3.1 TLIFES の全体像

TLIFES は、スマートフォンの通信機能とセンサ機能を活用し、高齢者やその高齢者を見守る人にとどまらず、様々な人同士で情報を共有できるシステムである [2]。その為、TLIFES に関係している人全員が、スマートフォンを持っていることを前提としている。また、TLIFES ではスマートフォンに搭載されている様々なセンサ情報を利用する。センサ情報の取得にはスマートフォンに搭載されている GPS や加速度センサ、地磁気センサを用いる。これらのセンサ情報をインターネット上の TLIFES サーバに定期的送信を行い、データベースに蓄積する。蓄積された情報は、PC やスマートフォンで閲覧することができる。TLIFES サーバでは、過去の履歴から異常行動がないかをチェックしているため、異常が検出された場合は、

予め登録されたメールアドレスに対し，アラームメールを配信する．これにより，緊急時においても迅速な対応が可能となっている．

また，TLIFES の用途としては以下の通りとなっている．詳細は図 3.2 に示す．

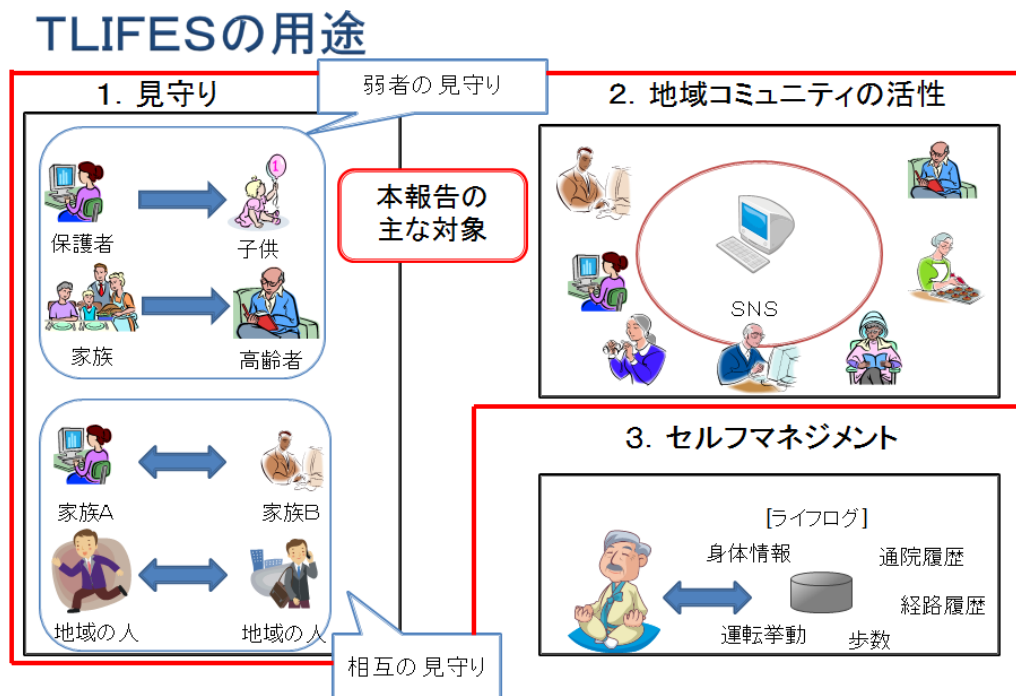


図 3.2 TLIFES の用途

(1) 見守り

親や家族が子供や高齢者に対して行う一方通行な見守りと，友人同士，地域住民同士，家族同士の相互間の 2 種類の見守りとして利用する．対象者の異常行動（徘徊行動，体調不良など）において迅速な対応をとることを可能としている．

(2) 地域コミュニティの活性化 SNS（ソーシャルネットワークサービス）として利用する．

自身の撮影した写真情報や，ゲームなどの情報を友人や家族，地域の人と共有することができる．それにより新たな町の発見や，地域間交流の活性化を目的とする．

(3) セルフマネジメント

個人のライフログとして，血圧や体重，写真等の記録をすることができるため，個人の情報を管理することができる．

尚，本論文の対象は上記 4 つのうち，特に見守り機能及び地域コミュニティの活性化を対象としている．

3.2 TLIFESの対象者

TLIFESの対象者は、子供（～12歳程度）、自分自身（12～65歳程度）、元気な高齢者、障がい者など（～70歳程度）、後期高齢者（75歳程度～、介護が必要な高齢者も含む）等が想定され、対象者により様々な用途が可能である。

1. 子供
子供の登下校や外出時の見守りとして使用する。
2. 自分自身
自身のライフログやSNS（写真情報等）として利用する
3. 元気な高齢者、障がい者など
外出先や運転時、自宅内にいる際の見守り、ライフログ、TLIFESを使用したナビゲーションとして利用する。
4. 後期高齢者
後期高齢者の常時見守りとして利用する。特に、現在社会問題となっている、徘徊行動の早期検出を中心として利用する。

3.3 TLIFESの現状

TLIFESで収集する主な情報を図3.3に示す。



図 3.3 TLIFESで収集する主な情報

1. 位置経路履歴

スマートフォンに搭載されている GPS センサにより、対象者が現在どの位置に滞在しているかを表示する。また、現在及び過去の経路も表示する。これにより、本人の通常行動範囲や、状況を把握することができる。

2. 移動・運転履歴

自身の運転情報などを収集する。これにより、自身の運転情報を確認し、事故の防止などに役立てることができる。

3. 宅内情報

電力や室内照度、室内の見守りに関する情報を収集する。これにより、屋内にいるときの状態を確認することができる。

4. アルバム

スマートフォンのカメラ機能を使用して、写真情報のデータベース化を行う。これにより、地域間交流に役立てることができる。

5. アプリ成績

脳トレアプリなどを通して、本人のアプリケーションのゲーム情報を収集する。アルバム情報と同じく、地域間交流に役立てることができる。

6. 血圧・体重履歴

血圧、体重情報を収集する。これにより、自身のライフログで使用することができる。

7. 異常行動

見守り対象者が普段の経路範囲と異なる範囲を行動している際、通知する。

8. 行動履歴

TLIFES を利用しているユーザの 24 時間単位での行動情報を取得する。

9. 歩数履歴

TLIFES ユーザの歩数情報を収集する。

上記を含め、現在 TLIFES で実現している機能としては以下の通りとなる。

1. 経路履歴，歩数履歴，行動履歴の閲覧。
2. 日付の指定，期間の指定が可能。
3. メール通知（アラームメール，お知らせメール，定期配信メール）。
4. サーバ側で行動範囲の学習，行動範囲外に移動したときにアラーム検知。
5. 情報公開相手の設定，相手ごとの公開内容の設定。

6. 血圧計，体重計の測定．

尚，本論文の対象は，経路例歴，行動履歴の表示方法の改善を目的としている．

3.4 本論文における TLIFES の課題

本論文における TLIFES の課題を図 3.4，図 3.5 に示す．



図 3.4 TLIFES の経路履歴確認画面

図 3.4 は現在の TLIFES の経路履歴確認画面である．また確認画面は，見守り対象者が塩釜口駅より名城大学まで歩行をしていると仮定する．見守り対象者又は自身の経路履歴を歩数と共に確認することができる．画面上のピンは，スマートフォンの GPS センサを使用して，位置情報を取得した箇所である．見守り対象者の経路履歴を確認する事ができるが，対象者の経路が安全な経路を通過していたかどうか判別しにくく，細い道路や，急な坂道，工事現場などを通行していた場合，事故や怪我につながってしまう可能性がある．しかし，画面上では道路状況まで把握することができないため，事前に注意箇所などが判明していれば，対象者がその箇所近辺に近づいた際に注意喚起をすることにより，事故や怪我を回避することが可能である．



図 3.5 TLIFES の現在位置確認画面

図 3.5 は現在の TLIFES の現在位置確認画面である。また、確認画面は、ユーザが現在位置（ピン）から目的地（赤の枠）まで徒歩で歩行すると仮定する。TLIFES ユーザは現在自身のいる位置をリアルタイムで確認することができる。しかし現在位置と周辺の地図情報しか確認することができないため、目的地までの経路が複数想定される場合、通常であれば最短経路が一番短時間で目的地まで行くことができるか、その経路が工事中や、道路の陥没等が生じていた場合、怪我や事故につながってしまう。こちらに関しても、やはり、事前に危険箇所が判明していれば、自身でそのような箇所を避けることができ、さらに安全な複数の経路が表示できれば、知らない町においても安心して歩行することができる。本論文では、既存技術及び、TLIFES の上記課題を解決すべく、提案していく。

第4章 提案方式

本章では、TLIFES におけるカメラ機能を使用した散歩ナビゲーションシステムについて記述する。

4.1 TLIFES におけるカメラ機能を使用した散歩ナビゲーションシステムの概要

図 4.1 に、カメラ機能を使用した散歩ナビゲーションシステムの概要を示す。

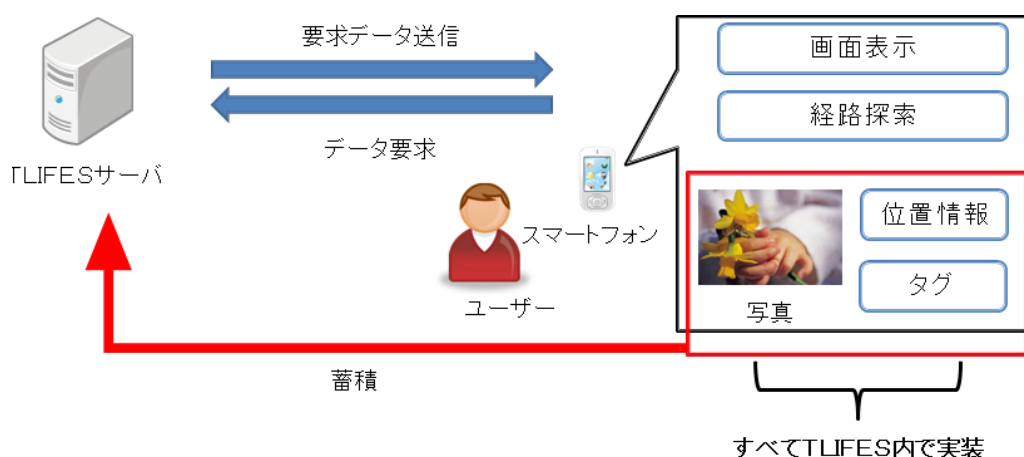


図 4.1 TLIFES におけるカメラ機能を使用した散歩ナビゲーションシステムの概要

本方式では、TLIFES ユーザが写真をアップロードする際に、いくつかタグ情報及び位置情報を写真に付与する。タグ情報には危険物や注意箇所の情報を含む他、景観の良い場所や推薦できる場所の情報を含むことができる。その写真情報を TLIFES サーバに蓄積し、データベース化を行う。TLIFES ユーザが目的地までの経路検索を行った際、目的地までの経路上に、危険箇所や注意箇所などがある場合は、その箇所を避けた安全な経路の候補をいくつかユーザに提供する。これにより、地域全体としての見守り機能を強化を可能とする。また、その他のタグ情報から、普段の散歩経路以外の推奨経路を表示する。これにより自身の住んでいる町の新しい発見や、地域交流の活性化を促進する。以上より、写真を使用することにより、自身の周辺状況を視覚的に確認することにより、危険の事前回避及び、写真のタグ情報を利用した利用者の目的地までの安全な経路案内を実現する。

4.2 節で各機能の提案，4.3 節で提案システムの全体の処理の流れ，5 章でナビゲーションシステムの実装提案を行う．その他の機能については，今後の検討課題である．

4.2 TLIFES におけるカメラ機能を使用した散歩ナビゲーションシステムの機能提案

本提案内容の機能提案としては，以下の通りである．本提案内容の基本モジュール構成を図 4.2 に示す．

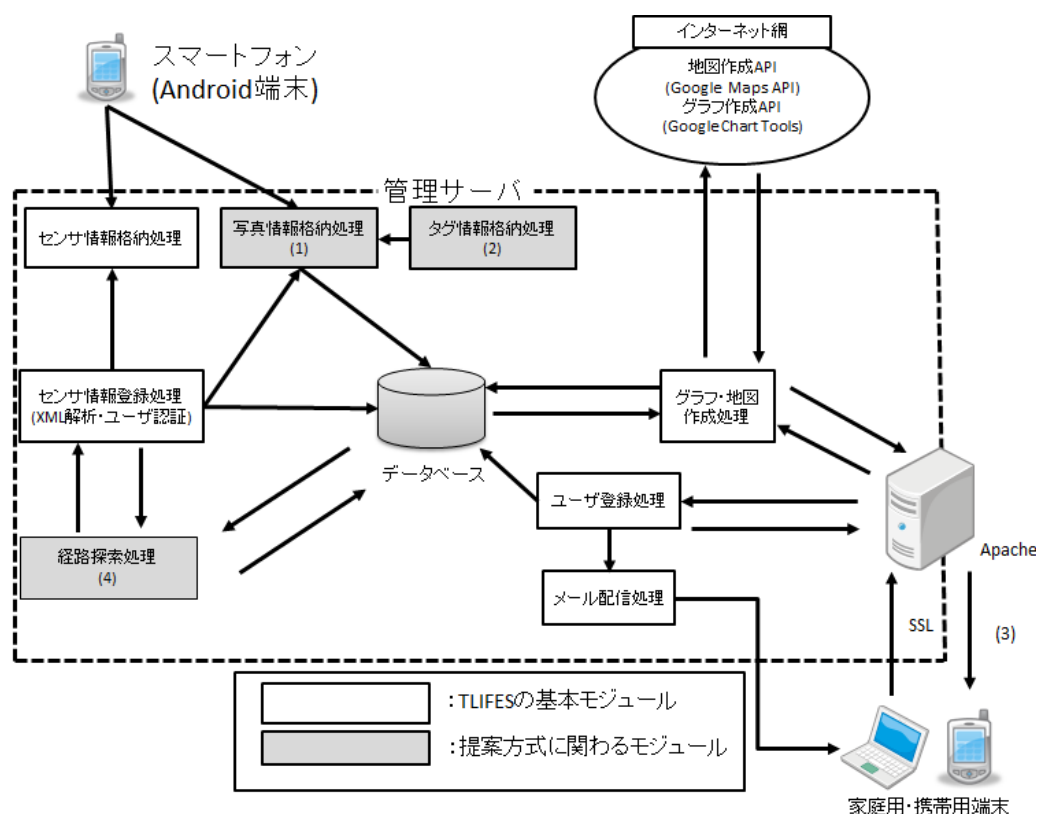


図 4.2 TLIFES におけるカメラ機能を使用した散歩ナビゲーションシステムのモジュール構成図

(1) 写真情報格納処理

TLIFES サーバに写真を投稿する機能．ユーザはスマートフォンのカメラ機能を使用して，撮影を行い，TLIFES 画面を通して投稿する．

(2) タグ情報格納処理

TLIFES サーバに写真を投稿する際，その写真の属性を定めるために付ける情報．タグは，危険箇所を報告するためのものと，その他の景観や注目ポイントなどを報告するために使用する．タグはいくつかのカテゴリに分類し，それぞれに識別情報を付与

する。画面表示の際は、その識別情報に基づき、視覚的にその写真がどのようなカテゴリであるかを判別することができる。また、タグ情報だけでは不十分な情報は、コメントを付けることにより情報不足を解消する。

(3) 画面表示機能

画面表示についての詳細を図 4.3 に示す。



図 4.3 TLIFES の画面表示案

自身及びその他の TLIFES ユーザが投稿した写真情報をタグ情報と共に、地図上で確認することができる。

表示される写真情報はユーザの公開設定により選択することができる。ピンの色はタグ情報に合致したもので反映する。また、ピンをタップすると、タグ情報のついたサムネイルを表示することができ、再度タップをすることにより、詳細情報を閲覧することができる。これにより、自身の周囲の状況を視覚的に確認することができるため、危険回避を行うことができる。

(4) 経路探索処理

経路検索機能についての概要図を図 4.4 に示す。



図 4.4 TLIFES の画面表示案

ユーザが目的地をいくつかの検索条件を元に指定した際、その検索条件及び、写真情報からいくつかの経路を提示する。これにより、最短経路内に危険箇所がある場合は、その経路を避けた安全な経路を表示する。また、複数提示をすることで、ユーザのその日の体調や気分により、より安全な経路を歩行することができる。さらに、町の注目ポイントや人気ポイントを通過するような経路を表示することにより、自身の住んでいる町の新しい発見につながり、地域交流の活性化を促す可能性も見込める。

4.3 TLIFES におけるカメラ機能を使用した散歩ナビゲーションシステムの処理

図 4.5 に、提案システムの処理の流れを示す。以下に示す番号は図 4.5 の番号に対応している。

(1) 公開情報設定

撮影した写真を TLIFES サーバにアップロードする際、情報によっては、公開範囲を選択する必要がある。そのため、ユーザ自身で第三者に対して公開するかどうかの設定を行う。

(2) タグコメントの入力

これらの写真を第三者に公開する場合は、タグ、コメント情報をユーザが任意で付与する。タグ情報に関しては、いくつかのカテゴリ毎に分類されており、ユーザがその中から任意に選択を行うことができる。コメントに関しては、ユーザがタグ情報以外

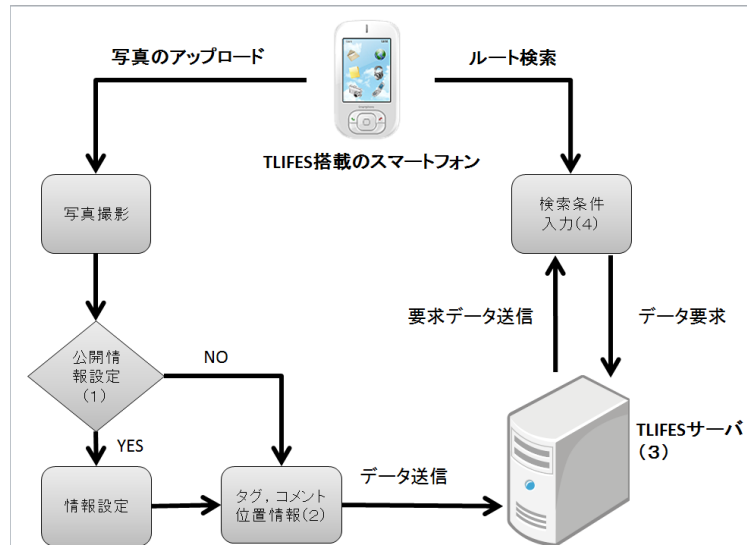


図 4.5 TLIFES におけるカメラ機能を使用した散歩ナビゲーションシステムの処理

で付与する必要があると判断した情報をテキスト、ボイスなどで入力を行う。位置情報に関しては、TLIFES サーバ側が自動的に付与する。

(3) 写真情報のデータベース化

TLIFES サーバは、ユーザから受け取った写真情報のデータベース化を行う。ユーザからルート検索の要求が行われた際、TLIFES サーバはデータベースから必要な情報を提供する。

(4) ルート検索条件の入力

TLIFES ユーザが自身のスマートフォン端末上で行きたい目的地を指定すると、その目的地までの経路をユーザに提供される。経路探索法としては、GoogleMAP と国土交通省の提供する数値図 2500 を利用し、ダイクストラ法や、A スター法等のアルゴリズムを組み合わせた方式で実現できる見込みである [5]。

第5章 経路検索機能実装提案

本章では、本提案内容のうち、経路検索機能についての実装提案を記述する。

5.1 地図情報取得に関して

現在の TLIFES では地図の表示は GoogleMap を利用している。GoogleMap は Google 社の提供するアプリケーションの一つである。経路と距離をを提示する方法も提供されているが、GoogleMapsAPI の提供する道路は行動に限られ、建物の構内情報や、公道以外の道路などは考慮されていない。また、数多い経路のなかから最短経路を求める方法が開示されていないため、道路に通行不能箇所が生じ、迂回ルートが分からない。そのため、怪我や事故などにつながる可能性がある。正確な地図情報を取得し、適正な経路案内をするための方法として、国土地理院の発行している数値図 2500[6] と GoogleMap を併用した手法 [7] と、OpenStreetMap[8] と Scenargie[9] を利用した手法を紹介する。

5.1.1 GoogleMap と数値図 2500 を用いた手法

5.1.1.1 概要

GoogleMap と数値図 2500 を活用した災害時最短非難経路提示システムの開発 [7] より、GoogleMap と数値図 2500 を対応させる手法を紹介する。GoogleMap での地図情報は画像情報であるため、国土地理院の発行する数値図 2500[6] のデータを利用する。数値図 2500 は空間データ基盤であり、近年各分野で利用が進んでいる地理情報システム (GIS) を構築する際のもっとも基本的かつ骨格的な項目についてデータ化したものである。地方自治体の作成した縮尺 2,500 分の 1 都市計画基図に書かれている情報のうち、行政界、道路中心線、鉄道線・駅、公園等場地、内水面、基準点、公共建物をベクトル形式で数値化したもの。図 5.1 に詳細を示す。

これにより、GoogleMap ではカバーしていない詳細な地図の情報を個別に管理することができる。また、最短経路に関してはダイクストラ法を使用して算出している。また、危険箇所等がある経路を除外した状態で探索を行えば、その箇所を回避した経路を表示することが可能である。

2.データ項目

パッケージ名	地物名	幾何形状	主な属性	備考
行政	行政区界	アーク	種別(都府県、都市・特別区 等)	
	行政区区域	ポリゴン	種別(市区町村、大字・町丁目)、行政コード、名称	
	街区界	アーク		一部地域についてのみ取得
	街区区域	ポリゴン	行政コード、名称、街区符号	一部地域についてのみ取得
交通施設	鉄道	アーク	名称	
	駅	アーク	名称	
	道路線	アーク	名称	道路中心線を取得。道路節点との接続情報を保持しているため、道路ネットワークの構成が可能。
	道路節点	ポイント		
場地	場境界	アーク	種別(鉄道敷、都市公園、学校敷地 等)	
	場区域	ポリゴン	種別(鉄道敷、都市公園、学校敷地 等)、名称	
水部	水部界	アーク	種別(水涯線、海岸線 等)	
	水部区域	ポリゴン	種別(水涯線、海岸線 等)、名称	
建物	公共建物界	アーク		一部地域についてのみ取得
	公共建物区域	ポリゴン	種別(郵便局、警察署、学校、博物館、図書館 等)、名称	一部地域についてのみ取得
基準点	三角点	ポイント	点コード、点名、等級種別(一等三角点、二等三角点、電子基準点 等)、地図コード、経緯度、標高	
管理	図葉情報		系番号、使用承認、図歴	
	閉合界	アーク	種別(座標系界、都府県界、その他)	ポリゴンを閉じるための便宜上のアーク
	連結	アーク	対象区域	中抜きがあるポリゴンを連結するためのアーク

図 5.1 国土地理院数値図 2500 データ項目一覧

5.1.1.2 GoogleMap と数値図 2500 の対応方法

数値図 2500 は XY 軸を基にする平面直角座標系が用いられ、緯度経度を dms 形式で表現している。それに対し、GoogleMap では、グリニッジ子午線と赤道の交点を原点として、極座標系（標高 h 、経度 θ 、緯度 φ ）の緯度経度を degree 形式で表現している。その為、平面直角座標系（緯度 X 、経度 Y ）を極座標系（緯度 φ 、経度 θ ）へと変換する必要がある。図 5.2 にその為の手法を示す。

$$\varphi = \varphi_0 - \frac{1}{2} \frac{1}{N_1^2} \tan \varphi_1 (1 + \eta_1^2) \left(\frac{y}{m_0} \right)^2 + \dots$$

$$\theta = \theta_0 + \frac{1}{N_1 \cos \varphi_1} \left(\frac{y}{m_0} \right) - \dots$$

図 5.2 数値図 2500 から GoogleMap への対応式

φ_0 は座標系原点の緯度、 θ_0 は座標系原点の経度、とする。 φ_1 は道路点 1 の経度、 m_0 は座標系原点の縮尺係数、 N_1 は卯酉線曲率半径、 e は第二離心率である。これにより、GoogleMap と数値図 2500 を対応づけすることが可能となる。

5.1.2 OpenStreetMap と Scenargie を用いた手法

5.1.2.1 概要

Scenargie[9] は、OpenStreetMap[8] を利用することにより、危険箇所を回避するためのシミュレーションを行っている。危険箇所を回避するための最短経路の手法として、A*アルゴリズムを使用している。A*アルゴリズムは、推定値に基づいてなるべく目的地に近くなるような順序を優先的に検索できるように、ダイクストラ法の検索手順を一般化した経路探索手法である。また 5.1.1 節と同じように、危険箇所等がある経路を除外した状態で探索を行えば、その箇所を回避した経路を表示することが可能である。

5.1.2.2 OpenStreetMap

OpenStreetMap[8] は道路地図などの地理情報データを誰でも利用できるように、フリーの地理情報データを作成することを目的としたプロジェクトである。自由に使用できると思っている地図の多くに実は法的・技術的な問題があるため、利用者が更新することを前提とした地図提供ソフトである。OpenStreetMap はノード、ウェイ、リレーションと呼ばれる基本要素を使用し、地図を構成している。また、地図上の道路や建物の詳細定義がなされている他、様々なソースコードが公開されているため、開発がしやすいことが特徴である。

5.1.2.3 Scenargie

Space-Time Engineering (STE) が、Scenargie とよばれるモデリング&シミュレーション (M & S) のフレームワークと OpenStreetMap を使用した、危険箇所回避のシミュレーションを提供している。Scenargie は、大規模かつ複雑なシステムを対象に、並列離散事象シミュレーション技術などを駆使することにより、エンドエンド間のシステム性能を評価することを実現している。

5.2 経路探索方法について

5.1.1 節及び、5.1.2 節で使用している、ダイクストラ法、A*アルゴリズムの手法を使用すると、危険箇所を回避した最短経路案内ができることが判明した。下記にそれぞれの手法について、紹介を行う。

5.2.1 ダイクストラ法

5.2.1.1 概要

ダイクストラ法 [10] は、グラフ上の 2 頂点間の最短経路を効率的に求めるアルゴリズムであり、1959 年にエドガーダイクストラによって考案された。応用範囲は広く、OSPF など

のインターネットルーティングプロトコルやカーナビゲーションシステムの経路探索や鉄道の経路案内においても利用される。

5.2.1.2 アルゴリズム

ダイクストラ法を用いた経路探索アルゴリズムは下記の通りである。この方法により、任意の地点から、目的地までの最短経路を算出することができる。危険箇所や避難箇所を回避した経路を表示するためには、その接点を除外した状態で、再度探索をかける必要がある。

定義

- (1) m : 全接続点数
- (2) N : 最短経路が確定している点 i の集合 $\{\dots, m\}$
- (3) U : 始点 S から終着点までの未確定の点 j の集合 $\{1, 2, \dots\}$
- (4) a_i : 各接続点の前の接続点を表す配列
- (5) d_{ij} : 各接続点の距離

手順 1 初期状態は $N=0, U=1, 2, \dots, m, a_0=0, a_j = \dots, p_j=0$ (但し, $j=1, 2, \dots, m$)

手順 2 i に隣接するすべての接続点 j において, $a_j > a_i + d_{ij}$ $d_{ij} < \dots$ であれば $a_j = a_i + d_{ij}$, $p_j = i$ とする。

手順 3 $\min a_j = a_0$ (但し, $j_0 \in U$) となる j_0 を求める。

手順 4 j_0 を U から取り除き, N に加える。 $U=0$ なら終了。終わらなければ $i=j_0$ において手順 2 にもどる。

以上の手順を踏まえると、地図上における経路案内をすることができることが判明した。

5.2.2 A*アルゴリズム

5.2.2.1 概要

A*アルゴリズム [11] は、各頂点 n からゴールまでの距離の推定値を知っていた場合に対して、最短経路問題を効率的に解くアルゴリズムである。ただし、推定値は実際の距離と同じであるか、それより小さくなくてはならない。したがって、地図上の道路に沿って歩いた時の最短経路を求めたい場合、直線距離を推定値として用いることができる。A*アルゴリズムは、ダイクストラ法を推定値付きの場合に一般化したものであり、ダイクストラ法を推定値が小さいものから順に探索できるように改良したものである。このアルゴリズムに関しては、CPU の使用率や、メモリの使用率などの、計算負荷が高いことも特徴である。

5.2.2.2 アルゴリズム

A*アルゴリズムを用いた経路探索アルゴリズムは下記の通りである。

前提条件として、最短経路のコストを $f(n)$ 、スタートノードから n までの最小コストを $g(n)$ 、 n からゴールノードまでの最小値を $h(n)$ と置き、 $f(n)=g(n)+h(n)$ とする。実際には、 $g(n)$ 及び、 $h(n)$ は計算の過程で求まる為、予め置き換えることはできない。その為、 $f(n)$ 自体を推定値 $f^*(n)$ に置き換え、 $f^*(n)=g^*(n)+h^*(n)$ とする。これにより、 $g^*(n)$ を探索の過程で推定値を求めていくことができる。 $h^*(n)$ には適当な推定値を与え、 $g^*(n)$ を探索しながら経路を求めていくことができる。

また、このアルゴリズムは、 $h^*(n)$ が $n, 0 \leq h^*(n) \leq h(n)$ を満たすとき、求まる経路がスタートからゴールまでの最短経路であることが保証されている。これにより、もし各ノード間の最小のコストが既知であるとするならば、 $h^*(n)$ をその最小コストを返す定数にすれば与えられた経路の状態に関係なく最短経路を求めることが可能である。よって、経路上に障害物などがある場合は、ダイクストラ法と比較すると、より効率の良い経路を算出しやすくなる。

アルゴリズムの流れとしては以下の通りである。

定義

- (1) G:ゴールノード
- (2) S:スタートノード
- (3) O:計算中のノードを格納しておくためのリスト
- (4) C:計算済みのノードを格納しておくためのリスト
- (5) n:任意のノード
- (6) m:任意のノードに隣接している全てのノード
- (7) $cost(n, m)$:ノード n からノード m へ移動するときのコスト

手順 1 S を O に追加する。この時、 $g^*(S)=0$ 、 $f^*(S)=h^*(S)$ となり、C は空である。

手順 2 O が空である時は、探索は失敗とする。

手順 3 O に格納されているノードの内、最小の $f^*(n)$ をもつノード n を取り出す。

手順 4 $n=G$ であれば、探索を終了とする。それ以外の場合は n を C に移行する。

手順 5 $f^*(m)=g^*(n)+h^*(m)+cost(n, m)$ を計算する。 m の状態に応じ、以下の操作を行う。

手順 5-1 $m \rightarrow O$ $m \rightarrow C$ である時、 $f^*(m)=f^*(m)$ として、O に追加。また、 m の親を n に変更。

手順 5-2 $m = O$ であるとき, $f'(m) < f^*(m)$ であれば, $f^*(m)=f'(m)$ に置き換える. また, m の親を n に変更.

手順 5-3 $m = C$ であるとき, $f'(m) < f^*(m)$ であれば, $f^*(m)=f'(m)$ として, m を O に移動する. また, m の親を n に変更.

手順 6 手順 3 以降を繰り返す.

手順 7 探索終了後, G から親を順次辿ると, S から G までの最短経路が求められる.

以上により, A^* アルゴリズムを使用することで, 地図上における経路案内ができることが判明した.

5.3 評価

GoogleMap と数値図 2500, OpenStreetMap と Scenargie をそれぞれ TLIFES に組み込んだモジュール構成図を図 5.3, 図 5.4 に示す. また, 実装をするに当たり, 既存システム二つの比較を行う.

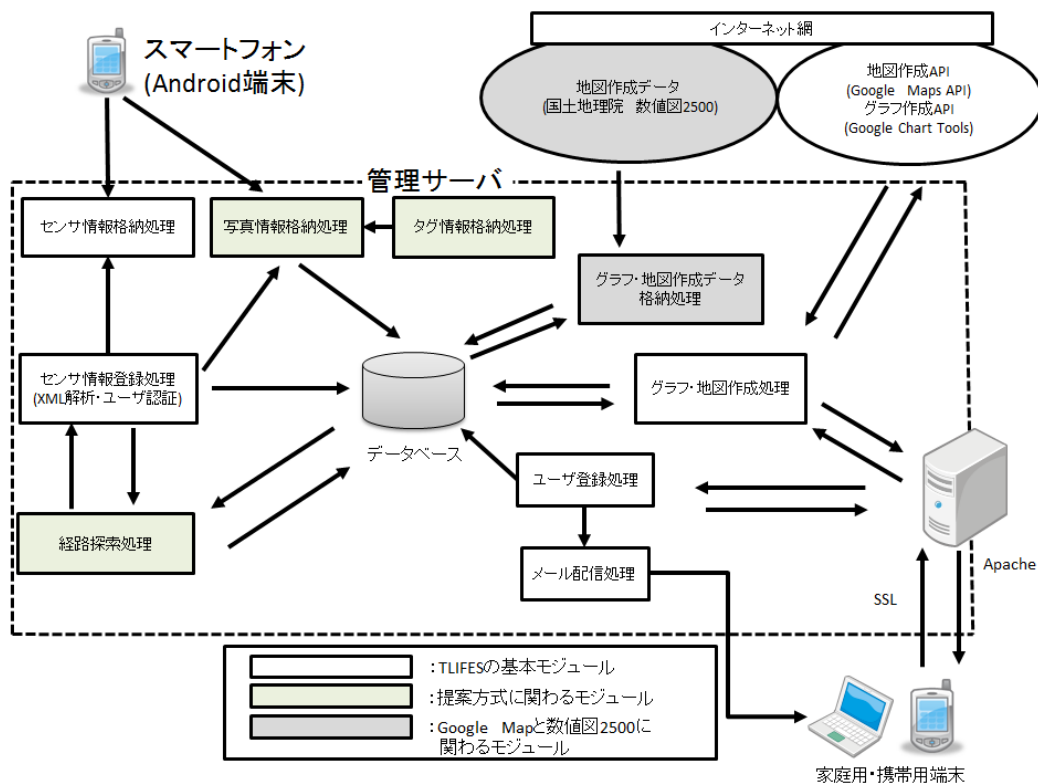


図 5.3 数値図 2500 と GoogleMap を TLIFES に組み込んだモジュール構成図

5.1.1 節で示した通り, 数値図 2500 と Google Map を対応させるためには, 数値図 2500 側のデータを Google Map 側へと変換を行う必要がある. したがって, 図 5.3 で示した通り, 管

理サーバ内に変換用のグラフ・地図作成データの変換を行うための格納処理を設ける．そこで変換を行ったのち、データベースに情報を蓄積をする．その後、家庭用・携帯用端末からの呼び出しに応じて、Google Map から呼び出した情報を合わせ、グラフ・地図作成処理を行う．これにより、サーバ内での変換及び、処理を可能とする．GoogleMap の情報をそのまま使えるため、処理が比較的容易ではあるが、数値図 2500 のデータを変換する必要がある為、その箇所での処理に時間がかかる場合がある．

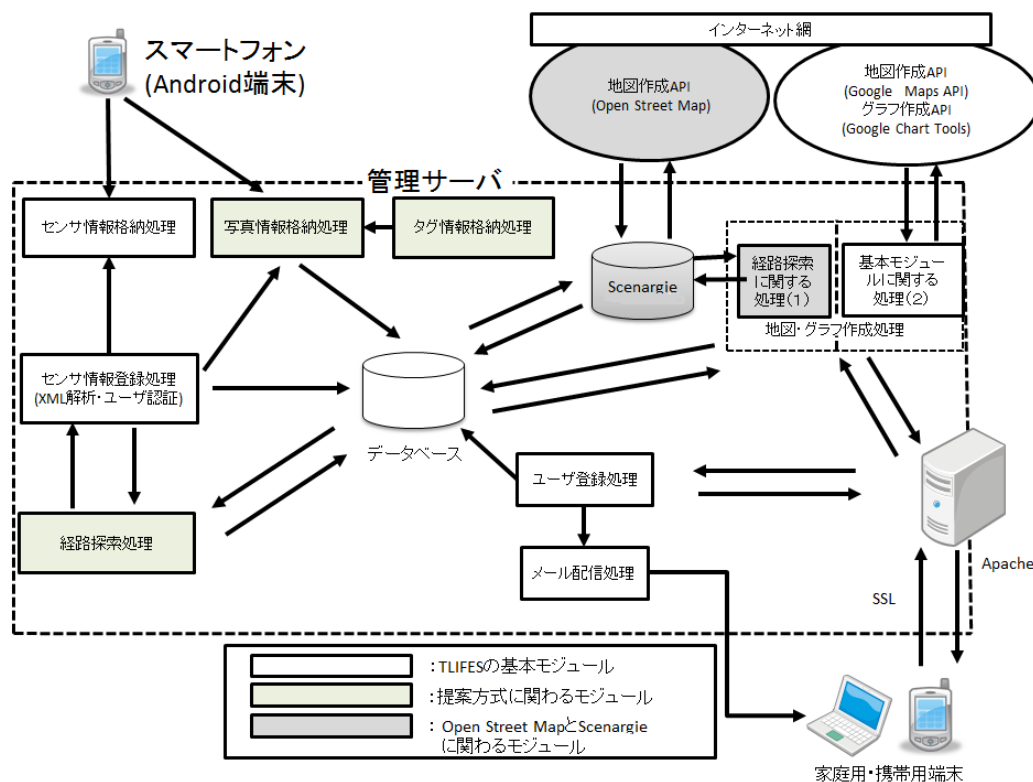


図 5.4 Open Street Map と Scenargie を TLIFES に組み込んだモジュール構成図

5.2.1 節で示した通り、OpenStreetMap と Scenargie 自体の構成はすでに構築されている。しかし、TLIFES で使用している GoogleMap との関連性がないため、そのままモジュール内に組み込むことを想定すると、図 5.4 の示す通りとなる。データベースに蓄積されている情報と、OpenStreetMap のデータ情報を Scenargie にてシミュレーションする。その後、経路探索に関する処理要求が端末側からされた場合は、地図・グラフ作成処理の中の (1) を、通常の地図や現在位置の呼び出しは、グラフ・地図作成処理の中の (2) をそれぞれ処理として実行する。したがって、表示される地図の画面は、通常使用時と、ナビゲーション時では異なる画面となる。処理自体はすでに確立されているため、容易ではあるが、使用する地図情報が 2 種類必要であるため、情報の混濁や誤作動などが想定される。

	GoogleMap と数値図 2500	OpenStreetMap と Scenargie	TLIFES
地図	GoogleMap	OpenStreetMap	GoogleMap
想定端末	スマートフォン	PC	スマートフォン
属性情報	数値図 2500	OpenStreetMap	GoogleMapsAPI
探索法	ダイクストラ法	A*アルゴリズム	
端末処理負荷	低	高	低

表 5.1 既存システムの比較

表 5.1 に示す通り，GoogleMap と数値図 2500 を組み合わせたものの方が，現状の TLIFES と相関性が高いことが分かる．しかし，GoogleMap の地図情報と数値図 2500 をプログラムにより対応付けさせる必要があり，その点においての実装難易度は簡単ではないことが容易に想定される．また，数値図 2500 の情報が更新されるたびに，新たに対応付けする必要があり，実装後の保守・運用に関しても，労力がかかることが想定される．OpenStreetMap と Scenargie を組み合わせたものは，TLIFES との相関性があまりないことが分かるが，オープンソースが公開されているものを，使用する点と，正確な情報が判明していなくとも，距離を推定する A*アルゴリズムを使用することにより，応用性に富む．反面，A*アルゴリズムは端末処理に関しての負荷がかかる為，スマートフォン上で実装できるかが問題となる．また，使用している地図が TLIFES とは異なる為，ナビゲーションを行う際は，別の画面へ推移するなどの対処をする必要がある．

以上より，経路検索機能の実装に関して今後は，実際にこれら 2 つの方式の実装及び評価をするとともに，他の手法も検討していく必要がある．

第6章 まとめ

本論文では、TLIFEにおけるカメラ機能を使用した散歩ナビゲーションシステムの提案をした。TLIFESの機能の一つである、見守りに着目し、TLIFESユーザが危険な個所を回避し、より安全に外出時の行動ができるようサポートとなるシステムの実現を目指した。システム全体の構成を提案し、カメラ機能と経路探索の2つを合わせることで、有用性を確認した。また、そのうちの経路探索機能においての実装提案の手法を紹介した。今後はそれらの方針を元に、実装及び検証実験を行う必要がある。また、実装後 TLIFES ユーザに実際に使用してもらい、評価を行う必要がある。

謝辞

本研究を進めるにあたり，多大なる御指導と御教授を賜りました，渡邊晃教授に心より感謝いたします．

本研究を進めるにあたり，多大なる御指導と御教授を賜りました，山本修身教授，柳田康幸教授，山田宗男准教授，小中英嗣准教授，川澄未来子准教授，旭健作助教，鈴木秀和助教に心より感謝いたします．

本研究を進めるにあたり，有益な御助言や御討論を賜りました，渡邊研究室，鈴木研究室，TLIFES グループの皆様心より感謝いたします．とりわけ，本研究テーマである TLIFES グループにて深い議論をして頂いた，渡邊研究室の金澤晃宏氏，王静氏，山田凌大氏，鈴木研究室の伴拓実氏，河北晋吾氏，川澄研究室の加藤哲氏，加藤正晃氏に心より感謝いたします．

最後に，研究を進めていく中，いつも暖かく支えていただいた家族の皆様心より感謝いたします．

参考文献

- [1] 厚生労働省, 各種統計調査: http://www.mhlw.go.jp/toukei_hakusho/toukei/index.html.
- [2] 大野雄基, 他: TLIFES を利用した徘徊行動検出方式の提案と実装, 情報処理学会論文誌コンシューマ・デバイス&システム, Vol.3, No.3, pp.1-10, Jul.2013 .
- [3] FixMyStreetJapan: <https://www.fixmystreet.jp>
- [4] ちばレポ: <http://chibarepo.cloudapp.net/>
- [5] Google Map: <https://maps.google.co.jp/>
- [6] 国土交通省国土地理院数値図 2500: <http://www.gsi.go.jp/geoinfo/dmap/dm2500sdf/>
- [7] 渡邊博之, 他: GoogleMap と数値図 2500 を活用した災害時最短経路提示システムの開発, 情報処理学会研究報告, vol.2011-ITS-45, No.3, Jun, 2011, College of Engineering, Nihon University
- [8] OpenStreetMap: <http://www.openstreetmap.org/>
- [9] SPACE-TIME ENGINEERING Scenargie: <http://www.spacetime-eng.com/jp/labSimulator.html>
- [10] Dijkstra, E.W: A note on two problems in connexion with graphs, In Numerische Mathematik.
- [11] Hart, P.E.; Nilsson, N.J.; Raphael, B. (1968): "A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths" IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics SSC4 (2), pp.100107.

研究業績

学術論文

なし

研究会・大会等

なし