

修士論文 2008 年度 (平成 20 年)

プローブ情報システムを用いた感覚距離測定に関する研究

慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科
中村 友一

プローブ情報システムを用いた感覚距離測定に関する研究

インターネットの登場により、地図等の位置情報を示したコンテンツは大きく変化した。従来は、個人で作成した地図は自分が所属するコミュニティないだけで流用されていた。インターネット上で位置情報や地図を容易に利用できるようになったため、コミュニティに限らず広く公開されることが多くなった。容易にコンテンツを公開することが可能となり、これらのコンテンツにアクセスするための手法として、位置情報や地図を含むコンテンツを検索するためのサービスが多数展開され、確立されたためである。

しかし、これらの位置情報や地図を利用した検索サービスは、利用者が定めた、ある基点を中心とし、その基点から半径数キロといった物理的な距離に基づいた検索エリア内でのみ検索を行う。そのため、物理的に少しだけ距離が離れてしまっているがために、検索エリア内に含まれず、結果として利用者が欲しいと考えている情報が出力されないという問題がある。また、利用者が普段あまり利用することのない場所の情報も多数表示されてしまうため、利用者にとって不必要な情報が多数表示されてしまうという問題も挙げられる。

本研究の目的は、ある基点を中心とした時に、物理的な距離にとらわれず、基点周辺で利用者が普段よく訪れる場所を優先的に結果に含める検索を可能にするため、人間の感覚で計測された感覚距離をパラメータとして導き出す手法の確立である。パラメータを形成するために、自動車から得られるプローブ情報を利用し、一般的なデータと利用者別のカスタマイズされたデータを作成した。本論文では、その作成されたデータに位置情報と利用者情報を与えることで感覚距離を導き出すシステムの構築を行った。

本手法の有効性を示すために、プロトタイプ的设计を行い、実装した。その結果、プローブ情報によって作成されたデータに位置情報と利用者情報を与えることで感覚距離を導き出すことが可能となった。本システムによって算出された感覚距離を検索サービスなどのパラメータとして用いることで、物理的な距離にとらわれず、利用者が普段よく利用している場所に対応した検索の実現が期待される。

Keywords :

1. Web サービス, 2. 感覚距離, 3. プローブ情報システム, 4. インターネット

慶應義塾大学 政策・メディア研究科
中村 友一

A study of sensational distance measurement utilizing Probe Vehicle System

Location-based contents, such as maps, have changed drastically due to the advent of the Internet. Formerly, such contents were used and shared only within a private community. However, the Internet enabled the usage and sharing of location-based information in a wide-open community. This is due to the deployment and establishment of multiple search engines and services, which handles location-based information.

However, these conventional search engines browse through an area based on physical distance designated by the user. Therefore, the user may not get the desired results if the targeted information is physically distant. Also, the results may include information that is outside the user's area of activity.

The goal of this research is to build a search parameter that enables a search engine to browse an area and return results within the user's area of activity, regardless of physical distance. This paper focuses on the design and implementation of a system that calculates a "sensational distance" based on human emotions. The sensational distance is based on the probe information from automobiles. The information is then combined and processed with location-based data and user information. The result of this calculation is applied as a sensational distance.

To prove the effectiveness of this system, a prototype was designed and implemented. As a result, it is now possible to calculate the sensational distance, based on the probe information from automobiles, location-based data and user information. The realization of a search engine that browses through the area that the user often uses, regardless of physical distance, is now expected, using the sensational distance as a search parameter.

Keywords :

1. Web Service, 2. Sensational Distance, 3. Probe Vehicle System, 4. Internet

Keio University , Graduate School of Media and Governance

Yuichi Nakamura

目次

第1章 序論	1
1.1 背景	1
1.2 本研究の目的	2
1.3 本論文の構成	3
第2章 位置情報、地図を利用した検索サービス	4
2.1 インターネット上での位置情報や地図の利用のされ方	4
2.2 位置情報や地図を利用したサービス	4
2.2.1 検索サービス	5
2.2.2 情報公開・提供サービス	5
2.2.3 ナビゲーションサービス	7
2.3 まとめ	8
第3章 現状の問題点	9
3.1 物理的な距離に基づいた検索	9
3.2 検索結果の出力	9
3.3 既存の検索サービスと要求事項の比較	10
3.4 まとめ	12
第4章 アプローチ	13
4.1 感覚距離	13
4.1.1 感覚距離の定義	13
4.1.2 感覚距離を感じる要素	13
4.2 感覚距離を作成する移動体	15
4.3 感覚距離とプローブ情報システム	15
4.3.1 プローブ情報システム	15
4.3.2 プローブ情報システムで取得, 利用するデータ	17
4.4 感覚距離の数値化	18
4.4.1 感覚距離算出手法	18
4.4.2 感覚距離と経路	19
4.5 まとめ	19
第5章 設計	21
5.1 設計概要	21
5.2 動作概要	21
5.2.1 プローブ情報取得部	21

5.2.2	平均値データ作成部	22
5.2.3	利用者別重み付け作成部	23
5.2.4	感覚距離算出部	26
5.3	システムへの API	26
5.4	まとめ	26
第 6 章	実装	28
6.1	実装環境	28
6.2	実装概要	29
6.2.1	プローブ情報取得機能	29
6.2.2	平均値データ作成機能	29
6.2.3	利用者別重み付け作成機能	31
6.2.4	感覚距離算出機能	32
6.3	実車実験環境	33
6.4	まとめ	33
第 7 章	評価と考察	35
7.1	評価項目	35
7.2	感覚距離の有用性	35
7.3	式の妥当性	36
7.3.1	算出結果による感覚距離エリア	36
7.3.2	ヒアリングとの比較	37
7.4	システムの有効性の検証	39
7.5	まとめ	40
第 8 章	結論	43
8.1	まとめ	43
8.2	今後の課題	44

目 次

1.1	従来のサービスでの検索エリア	2
1.2	検索エリアの遷移	3
2.1	位置情報を利用した検索サービス	6
2.2	情報公開・提供サービス	7
2.3	ナビゲーションサービス	8
3.1	共通の検索結果	10
4.1	感覚距離のイメージ	14
4.2	自動車内ネットワーク	17
4.3	アプリケーション例	18
4.4	感覚距離と経路	20
5.1	設計概要	22
5.2	プローブ情報取得フローチャート	23
5.3	本実装で用いる GPS デバイスを利用した軌跡情報	24
5.4	平均値データ作成フローチャート	25
5.5	利用者別重み付け作成フローチャート	25
5.6	感覚距離算出フローチャート	26
5.7	システムへの API	27
6.1	プローブ情報取得データ例	29
6.2	住所変換の流れ	30
6.3	作成された平均値データ	31
6.4	UserCSV ファイル例	32
6.5	感覚距離算出コマンドと出力例	32
6.6	感覚距離算出式	33
7.1	感覚距離エリア (User-A)	37
7.2	感覚距離エリア (User-B)	38
7.3	感覚距離エリア (User-C)	39
7.4	物理的な距離関係	40
7.5	ヒアリング結果	41
7.6	ヒアリング結果と算出された感覚距離の対比	42

表 目 次

3.1	既存サービスと機能要件の比較	11
5.1	プローブ情報によって作成されるデータ構造	23
5.2	利用者全体の平均値データベースの構造	24
6.1	プローブ情報取得機能の実装環境	28
6.2	データ受信側の実装環境	28
6.3	実車実験概要	34
7.1	利用者別感覚距離出力結果	36
7.2	利用者別合致率	39

第1章 序論

本章では、本論文の背景、目的を整理し、本論文の構成を示す。

1.1 背景

近年、IEEE802.11a [1]/b [2]/g [3] に代表されるように、無線を利用したインターネットへの接続が整備されはじめている。インターネットへの接続が整備されはじめたことで、携帯電話やPDAのような小型化、軽量化された計算機も以前に比べ、普及したといえる。このように、無線での接続が整備されたことで、今では場所を問わず、移動しながらインターネットに接続することが非常に容易になったといえる。また、これらの計算機の中で最も利用されている携帯電話 [4] は、Global Positioning System（以後、GPS）をはじめとする様々なデバイスが縮小化され、搭載されている。携帯電話は、前述にあるデバイスと共にインターネットに接続することで、様々な機能やサービスを利用することが可能になった。

2007年4月以降に発売されている第3世代(3G)携帯電話には、GPSの搭載が義務付けられている [5]。3Gの携帯電話にGPSが搭載されたことで、携帯端末からでも利用可能な位置情報や地図を利用した情報検索サービスやナビゲーションサービスが展開されている。例えば、Google Maps [6] では、携帯端末でも手軽に扱う事が出来るようなインタフェースで提供されている。また、Yahoo!地図情報 [7]、Microsoft の Live Search Maps [8] など多数のサービスがインターネット上で展開されている。これは、インターネットの登場により地図が「三次元化」されたり、「リアルタイム化」されるようになったことによるものと言える。このようなサービス以外にも、今までは個人で作成した地図をコミュニティ内だけで共有されていたものが、インターネット上のWeb ページとして提供されるようになった。また、カーナビゲーションシステムのように、これらの情報をシームレスに利用することも可能になったといえる。

以上のことから、インターネットに接続出来る端末から位置情報や、地図を利用した検索サービスを手軽に利用することが可能になったといえる。これらの位置情報や地図を利用した検索サービスのほとんどは、ある地点の情報を検索する場合、まず、利用者が調べたい場所の地名や住所などの位置情報の入力を行う。これにより、情報を検索する基点の設定を行う。そして、基点から半径数キロで条件に合った検索結果が導き出される。このように、現在の地図や位置情報を利用した検索サービスでは、物理的な距離に基づいた検索を行っている。図 1.1 は実際に Google Maps を用いて検索を行った結果である。図 1.1 に示すように、検索結果は円で囲まれた中に含まれている。この場合、利用者にとってあまり必要のない情報が出力されることがある。例えば、慶應大学湘南藤沢キャンパス (SFC) を基点として周辺の情報検索を行った場合、SFC の学生の多くは寒川町方面 (図 1.1 に示されている北西側) には行くことが少ないため、あまり寒川町方面の情報を必要としていない。逆に、湘南台や辻堂、藤沢方面 (図 1.1 に示されている南東側) をよく利用するため、そちら側の情報がより細部にわたった検索結果として表示されることを SFC の学生は望んでいると考えられる。

1.2. 本研究の目的

しかし、図 1.1 の検索結果に示すように、実際に欲しいと感じている藤沢や辻堂方面の情報は、物理的な距離が離れており、検索エリア内に含まれていないため、利用者が望んでいる情報を結果として出力することが出来ないという問題が挙げられる。

このように、従来の検索サービスでは物理的な距離に基づいて検索が行われている。そのため、設定した基点から物理的に距離が離れてしまっていると、検索エリア内に含まれず、結果として情報が出力されなくなるという問題点がある。また、前述しているように、利用者にとって不必要な情報を多数表示してしまうといった問題も挙げられる。



図 1.1: 従来のサービスでの検索エリア

1.2 本研究の目的

本研究の目的は、ある基点を中心とした時に、物理的な距離にとらわれず、基点周辺で利用者が過去に多く訪れた場所を優先的に結果に含まれる検索を可能にするため、人間の感覚で計測された感覚距離をパラメータとして導き出す手法の確立である。図 1.2 に、検索サービスにおいて本論文で提案する感覚距離を仮のパラメータとして用いた場合の検索結果イメージを示す。従来の位置情報を利用した検索サービスの検索エリアは、図 1.2 の左側に示すようにある地点を基点とし円形になる。本研究で提案する手法によって、図 1.2 の右側に示すような、利用者によって形の異なる検索エリアに変更されることが期待される。

このようなシステムを構築するための手法として、本論文では人間の感覚に基づいた距離感を検索のパラメータとして与える手法は提案する。ここで述べる人間の感覚で計測された距離とは、

「ある人にとって、感覚的に近い、感覚的に遠いと感じる距離」のことを示す。例えば、ある目的地まで電車で移動する際に、乗り換えの回数が多ければ、目的地は遠く感じられる。これとは対照的に、同じ目的地まで乗り換えの回数が少なければ、目的地は近く感じられる。このような人間の感覚で計測された距離のことを、本論文内では**感覚距離**という。

本論文では、位置情報と利用者情報を与えることで感覚距離を導き出すシステムの構築を行うことに焦点をあてる。

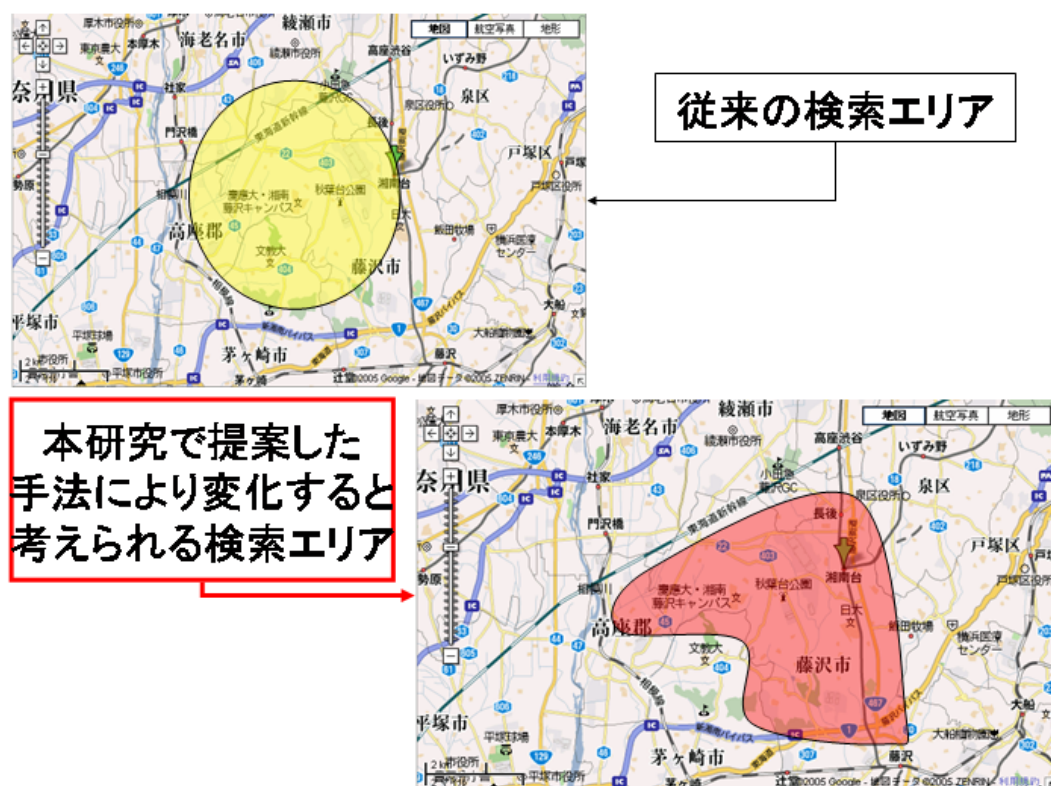


図 1.2: 検索エリアの遷移

1.3 本論文の構成

本論文の構成を以下に示す。

まず、第 2 章では、位置情報を利用した検索サービスの現状について述べる。次に、第 3 章では、第 2 章で述べた現状における問題点を明らかにし、本研究における要求事項を述べる。第 4 章では、第 3 章で明らかにした問題点を解決する本手法の提案を行う。第 5 章では、第 4 章で提案した本手法を実現するための設計について述べる。第 6 章では、第 5 章で述べた設計を基に、本研究で実装したシステムについて説明を行う。第 7 章では、実験から取得したデータを基に、本提案手法が有効であるか評価を行う。最後に、第 8 章で本研究のまとめと今後の課題について述べる。

第2章 位置情報、地図を利用した検索サービス

本章では、インターネット上での位置情報や地図の利用のされ方を述べ、その位置情報や地図を利用したインターネット上で展開されているサービスの現状について述べる。

2.1 インターネット上での位置情報や地図の利用のされ方

第1章でも述べたように、近年、Google Maps や Yahoo!地図情報などに代表される位置情報や地図を利用した検索サービスが多数展開されている。また、そのような検索サービスだけでなく、ちず窓 [9] や地図日記 2 [10] のような、大きな一つの地図の上で位置情報を指定し、自分が書いた日記の内容やその場所で撮影した写真などを公開させるようなサービスなども多数展開されてきている。このように、現在では位置情報や地図をインターネット上で利用することが非常に容易なこととなっている。

これらの位置情報や地図が含まれたコンテンツは、数年前までは主に測量会社などが提供をするのが一般的であった。位置情報や地図をインターネット上で提供する場合、住所のような文字情報だけであれば、提供する各コンテンツ内に書き込むだけでよかったが、地図を作成する場合は作成するコストなどが高くなっていたためである。

ところが、前述にあるコンテンツの提供者として、近年は個人や大小様々なコミュニティなどが台頭してきている。これは、第2.1節冒頭に挙げているサービスや、地図提供者が公開しているAPIの登場により、地図提供者にアプローチをすることなく、地図を作成・利用することが可能となったためである。これに伴い、地図を利用するコストが低下したため、個人やコミュニティなどでも気軽に位置情報や地図を利用したコンテンツを提供することが可能となった。

このように、誰もが文字情報だけでなく、地図のように動的に変化するものを利用し、手軽にコンテンツを提供することが可能となったのには World-Wide Web(Web) の変化があったからだといえる。現在、Web2.0 [11] と呼ばれる動的な世界がインターネット上では展開されている。Web2.0の世界になったことで、サーバやコンテンツがシームレスに連動し、動的な世界を作り上げることが可能となった。逆に、Web1.0の時代では、スタティックなHTMLで書かれていたため、静的な世界であった。そのため、コンテンツの更新も頻繁には行われず、現在のような動的に変更する地図を作成・利用することが困難であったと考えられる。

以上のことから、Webの世界が静的から動的に変化したことによって、情報提供者は文字情報だけでなく、地図などをより効果的に利用することが可能になったといえる。

2.2 位置情報や地図を利用したサービス

これまでに述べたように、現在のインターネット上では、誰でも気軽に位置情報や地図の含まれたコンテンツを提供することが可能となり、それに対してアクセスをするためのサービスや手法も確立され始めている。

インターネット上で展開されている位置情報を利用したサービスは、大きく分けて検索サービス、情報公開サービス、ナビゲーションサービスの 3 つに分類することが出来る。

本節では、分類した 3 つの位置情報や地図を利用したサービスの現状について述べる。

2.2.1 検索サービス

まず、検索サービスについて述べる。図 2.1 にサービスの利用例を示す。ここまでも何度か取り上げているように位置情報や地図を利用した検索サービスの代表例として、Google Maps, Yahoo! 地図情報, Live Search Maps などといった様々なサービスが挙げられる。これらの各サービスは、それぞれの方針を持って開発が進められている。例えば、Google Maps であれば「使いやすい」、「探しやすい」検索サービスをテーマに開発が行われている。また既に多くの利用者がいるように Google Maps API [12] として、誰もが無料で利用できるように、API を公開している。

Yahoo! 地図情報では、位置情報や地図が含まれたコンテンツに限ってはいない。インターネットサービスで扱う情報が Web2.0 になり、静的なテキストから動的なコンテンツに変化したことで、Yahoo! で取り扱っている位置情報や地図以外のコンテンツとの連携をうまくさせるというテーマで開発が行われている。このように、各サービスによって様々なアプローチが取られており、現在もより詳細な情報が検索可能になったり、利用者にとって容易に利用可能なサービスを提供する手法を検討している。

また、移動時に位置情報や地図が含まれたコンテンツを検索するためのサービスも展開されはじめている。現在、携帯電話で位置情報や地図が含まれたコンテンツを扱うサービスの代表例としてあげられるのが、NTT Docomo の i エリア [13] である。基地局を基に位置情報を判定し、その場所の周辺情報や天気情報など様々な情報を提供するサービスである。また、i エリアで用いられている手法とは異なる手法として、GPS を利用して携帯端末の現在地を調べ、その現在地を基に周辺の情報を検索するといったサービスなども展開されている。

以上のように、携帯端末からも位置情報や地図を用いて検索するサービスが展開されはじめている。即ち、これはインターネットに接続するほとんど全ての端末から位置情報を利用した検索サービスが利用可能になった。

2.2.2 情報公開・提供サービス

次に情報公開・提供サービスについて述べる。この情報公開・提供サービスとは、地図提供者が大きな地図を用意し、それに対して地図利用者が、ある特定の場所に対する情報を登録し、その場所に対する情報を広く公開していくサービスのことを示す。

第 2.1 節でも述べたように、Web2.0 の世界になったことで、住所などの文字情報に限らず、地図を利用してコンテンツを提供していくことが非常に容易になった。これにより、インターネット上で Weblog を利用し、日記やある場所に対する情報を公開する人が多くなった。この日記として公開された情報を広く他の人にも伝えるサービスとして、情報公開・提供サービスが用いられている。

これらのサービス利用者は、地図提供サイトに行き、提供された地図の上から場所を指定する。指定した場所に対して、利用者が別途公開している Weblog のアドレスを埋め込むことで、地図上に Weblog へのリンクが貼られる。それに対し、Weblog には縮小化された地図が貼られ、地図提供サイトへのリンクが貼られる。このように双方向から行き来可能になっているため、ある Weblog



図 2.1: 位置情報を利用した検索サービス

を見た時に、その周辺にある情報を更に調べることが可能となる。これらの情報公開・提供サービスとして挙げられるのが、ちず窓や地図日記などである。図 2.2 に本サービスの利用イメージを示す。

このような地図提供サービス以外にも、個人やコミュニティ規模で地図を展開できるようなオープンソースの地図として MapServer [14] なども挙げられる。MapServer は様々な地図フォーマットデータに対応しているため、コミュニティや個人にとって利用しやすい地図データを用い、地図を作成することが可能である。このように自由度の高い地図を独自に公開することで、より個人やコミュニティに密着した地図を提供することが可能となっている。

また、これらとは別に携帯端末向けに位置情報を利用した情報提供サービスなどが展開されはじめている。例えば、電車の自動改札と定期券を利用したグーパス [15] というサービスが挙げられる。事前に携帯電話のメールアドレスと定期券を登録しておくことで、自動改札を通ると携帯電話に情報が送信されてくるというサービスである。

携帯端末として他に利用されるものが、ワンセグ放送である。ワンセグ放送を利用しながら、同時に位置情報コンテンツを扱うといった取り組みが行われている。従来はワンセグ放送を見ながら、位置情報コンテンツを利用することが出来なかったが、Map.One [16] という取り組みにより番組を見ながら位置情報コンテンツを扱うことが可能となった。これは Broadcast Markup Language(BML) という XML ベースのデータ放送向けページ記述言語を利用することで、放送を見ながら位置情報コンテンツを扱うことが可能となった。

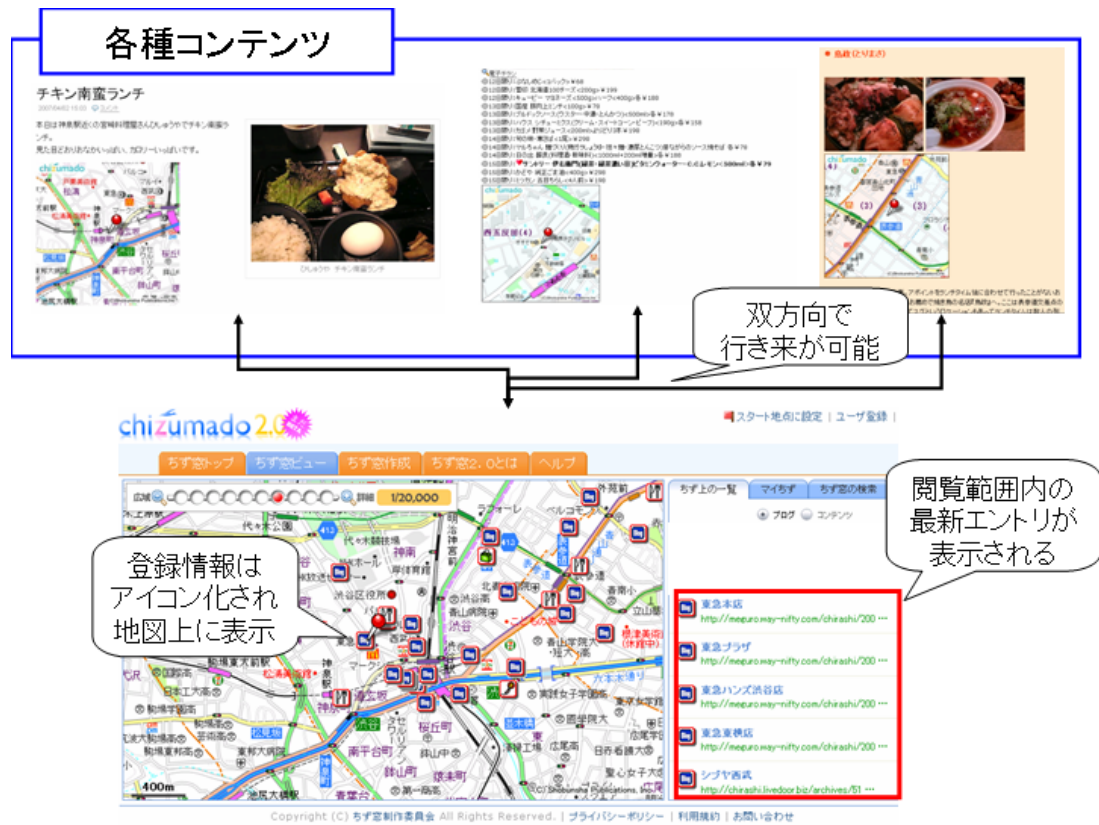


図 2.2: 情報公開・提供サービス

2.2.3 ナビゲーションサービス

最後にナビゲーションサービスについて述べる。図 2.3 にサービスの利用例を示す。インターネット上で公開されている位置情報や地図が含まれたコンテンツは、ある場所に対して移動する際に利用されることが多いと言える。ナビゲーションサービスは、このようにある場所までの移動方法を提案する際に、位置情報や地図を利用している。代表的な例として、駅探 [17] などが挙げられる。駅探では、出発地と目的地を設定することで、そこまでの移動方法を提案する。出発地や目的地の周辺情報だけでなく、移動方法として提案された経由地点の周辺情報も地図を利用してナビゲーションすることが可能となっている。

このようにナビゲーションサービスは、ある場所からある場所に対しての移動手法の提案を行う。そのため、ナビゲーションサービスは移動中に利用されることが必然的に多くなる。例えば、自動車のような移動体にはカーナビゲーションシステムが搭載され、ドライバーに対して地図が提供される。第 1 章でも述べたように、携帯電話にも GPS をつけることが義務化されたことによって、携帯電話などの携帯端末は今後、さらに位置情報や地図が含まれたコンテンツとの関わりが深くなると考えられる。

携帯電話から利用可能なナビゲーションサービスの代表例として、NTT DoCoMo のいまどこサーチ [18]、au では EZ ナビウォーク [19] などがサービスとして提供されている。PHS でも同様のサービスが存在している。PHS は GPS を利用せず、基地局を利用してサービス利用者の位置情報を把握するという手法がとられている。そのため、GPS では取得しづらい場所や取得するこ

2.3. まとめ

とが出来ない場所 (建物内や地下鉄のホームなど) でも高品位な位置検索サービスが利用可能となる。このように携帯端末からでも利用可能なナビゲーションサービスは、今後も増加すると考えられる。

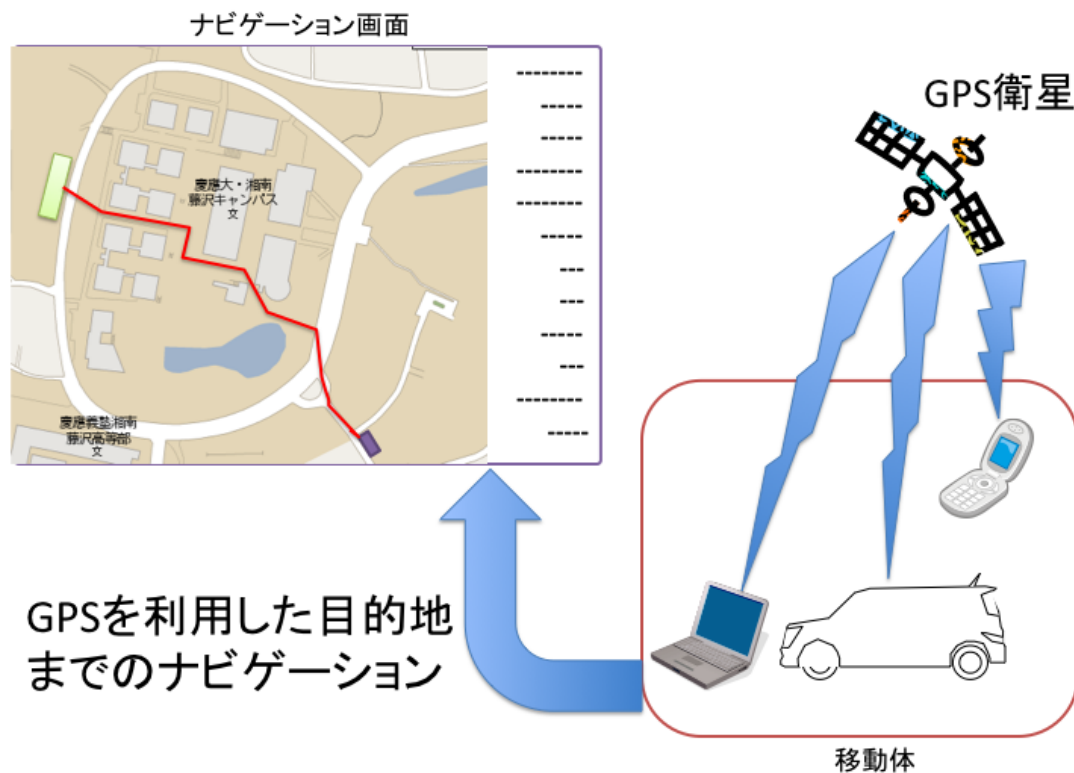


図 2.3: ナビゲーションサービス

2.3 まとめ

本章では、まず、インターネット上で位置情報や地図を手軽に扱うことが可能となった背景を述べた。位置情報や地図を利用した検索サービスや、MapServer のようなオープンソースの地図公開手法、地図 API が多数公開されたことにより、個人やコミュニティでも手軽に扱うことが可能となったということがわかった。

次に、その位置情報や地図を利用したサービスは具体的にどのようなものがあるのかを述べた。これらのサービスは大きくわけて、検索サービスと情報公開・提供サービス、ナビゲーションサービスの3つに分けられることがわかった。大別された3種のサービス全てにおいて共通の事として、位置情報を利用したサービスは固定端末から利用するだけでなく、携帯電話や定期券などの移動時に利用される端末に対しても既に対応を始めていることがわかった。

本論文では、この内の**検索サービスに焦点を当てて研究を進めていく**。

次章では、既存の位置情報を利用した検索サービスにおける問題点を挙げ、本研究の要求事項をまとめる。

第3章 現状の問題点

本論文では、第2章で述べた位置情報や地図を利用した検索サービスについて、現状の問題を明らかにし、要求事項を述べる。

3.1 物理的な距離に基づいた検索

既存の位置情報や地図を利用した検索サービスでは、サービス利用者が調べたいと考えている地点情報を地名や住所などの文字情報で位置情報を入力し、基点を定めることから始まる。基点を決めた後、周辺で探している店舗情報やキーワードなどを入力することで、その基点を中心として半径数キロを検索のエリアとして、検索条件に合った検索結果が導き出されるようになっている。図1.1にも示したが、既存の位置情報や地図を利用した検索サービスのほとんどは、物理的な距離に基づき検索エリアを指定し、そのエリアから条件に沿うものを表示させるようになっている。

以上のように、既存の検索サービスの問題の1つとして挙げられるのが、この物理的な距離に基づいた検索である。地図を検索サービスのツールとして利用していることから、基本的な概念として物理的な距離を用いることは間違いではない。しかし、物理的な距離だけで検索を行う場合、利用者が望んでいる検索結果が、その物理的な距離に含まれていない場合、出力されなくなってしまうという問題がある。

例えば、SFC に自動車で通学している学生がSFC を基点として、近隣のラーメン屋を探したとする。SFC の学生は最寄り駅である湘南台駅近辺の検索結果が出力されることが望ましいと考えているが、普段よく利用している藤沢駅や辻堂駅の情報や、所用時間が同じ程度で到着すると茅ヶ崎駅や大和駅周辺の情報が出力されると尚良いと言える。

しかし、既存の位置情報や地図を利用した検索サービスでは、5キロ程度といったように、物理的な距離による検索しか行うことが出来ない。そのため、湘南台駅周辺の情報は出力されるが、藤沢や辻堂、茅ヶ崎、大和などの基点から物理的な距離が5キロ以上離れてしまった場所は周辺情報として出力されることが一切ない。その代わりとして、検索エリアに含まれている普段はまったく行くことがない寒川や社家方面の情報が多数出力されることがあるが、普段から訪れることが少ないため、情報の優先度としては低い情報として扱われてしまうという現状がある。

このように物理的な距離に基づいた検索を行ってしまった場合、検索エリア内の情報しか検索結果として出力できないといった問題と、利用者にとって普段良く利用している場所の情報が出力されず、あまり利用しない近隣の情報が出力されてしまうという2つの問題が挙げられる。

3.2 検索結果の出力

既存の検索サービスの問題点としてもう1つ挙げられるのが、共通の検索結果が得られてしまうことである。現在、誰もが気軽に位置情報や地図を使った検索サービスを利用するため、特に

3.3. 既存の検索サービスと要求事項の比較

個人の特典等を行わず、万人共通の検索結果が表示されるようになっている。

ここで、まったく条件の異なる2人に同じ検索対象を与え、同じ検索サービスを利用して、ある位置の周辺情報を検索してもらったとする。利用者Aは普段からSFCに来ており、移動手段は自動車を利用している。利用者Bは普段SFCには一切来ず、移動手段は電車を利用している。図3.1に検索してもらった時の検索結果を示す。このように、利用者はまったく条件が異なっているにもかかわらず、ほとんど同じ検索結果が出てきてしまう。



- **利用者A**
 - 藤沢市遠藤5322を検索
 - 周辺のラーメン屋を検索
 - SFCによく来る人
 - 移動手段は自動車





- **利用者B**
 - 湘南台を検索した後に、SFCまで地図を動かし、SFCを中心
 - 周辺のラーメン屋を検索
 - SFCにあまり来ない人
 - 移動手段は電車



図 3.1: 共通の検索結果

今後の位置情報や地図を利用した検索サービスは、個人の条件によって検索の結果が変わってくるべきである。利用者がある場所を検索した際に、近隣に良く行く場所があれば、検索結果として、そのコンテンツや場所に対して重みをつけることで、検索結果が変わると考えている。

このような理由から、利用者によって検索結果が変わることが、今後の検索サービスでは望ましいと考えているため、共通の検索結果が出てくることを問題の1つとして本論文では取り上げる。

3.3 既存の検索サービスと要求事項の比較

本節では、前述している既存の位置情報や地図を利用した検索サービスの問題点から考えられる要求事項をまとめる。

- 物理的な距離のみに基づかない検索

第3.1節では、既存の検索サービスが、物理的な距離にのみ基づいた検索が行われていることを問題点として挙げた。この問題点から、物理的な距離のみに基づかない検索を行えることが要求として挙げられる。

- 利用者に即した検索結果

第3.2節では、利用者の条件が異なっていたとしても同様の検索結果が出力されることを問題点として挙げた。前述にもあるように、利用者の条件やよく訪れる場所などがわかっていると仮定した時、その利用者が良く訪れる場所の情報を優先的に出力するなど、利用者によって異なる検索結果が出力されるべきだと考えている。そのため、この問題点から、利用者ごとに異なる検索結果の出力を行えることが要求として挙げられる。

- 不要な出力結果数の減少

第3.1節で挙げた問題点のうち、もう1つが不要な情報が検索結果として多数出力されてしまうということである。この問題点から、不要な情報の出力数が減少することが要求として挙げられる。これは前述にある利用者に即した検索結果を出力することが可能になれば、出力する検索結果の数を変更しない限り、同時に優先度の低い出力結果が減少すると考えられる。

以上の要求事項を基に、表3.1に既存の検索サービスと本論文で提案するシステムとを要求事項と比較したものを示す。

比較対象として、利用者が多いGoogle Maps, Yahoo!地図情報, Live Search Mapsの3つを挙げた。既存の各サービスは全て共通して物理的な距離のみを利用して検索エリアを展開し、その出力結果として利用者を問わず共通の検索結果を導き出す。それと同時に、共通の検索結果が出力されるため、利用者が良く利用する場所に対し、優先的に結果を出力することが出来ない。

それに対し、本論文で提案するシステムは物理的な距離のみにとらわれない事と、各利用者の良く訪れる場所を判別することで利用者ごとに異なる検索結果を導き出せるという利点がある。また、利用者の良く訪れる場所を判別することで優先的に結果を出力することが期待されるため、あまり利用しない検索結果の出力を抑制することが出来ると考えられる。

表 3.1: 既存サービスと機能要件の比較

	検索エリア	検索結果の出力	出力結果の数
Google Maps	物理的な距離のみ	利用者を問わず共通の検索結果	不要なものも多数
Yahoo!地図情報	物理的な距離のみ	利用者を問わず共通の検索結果	町名以上の周辺検索が不可能なため、判定不能
Live Search Maps	物理的な距離のみ	利用者を問わず共通の検索結果	不要なものも多数
本論文で提案するシステム	物理的な距離のみにとらわれない	利用者のよく行く場所を判別し、利用者ごとに異なる検索結果	不要なものが既存の検索サービスよりは少なくなる

3.4 まとめ

本章では、既存の位置情報や地図を利用した検索サービスにおける問題点を明確にし、整理した。問題は大きく分けて、**物理的な距離のみによる検索と利用者を問わず、同様の検索結果の出力**、以上2つであることがわかった。このことから、考えられる要求事項として、物理的な距離のみに依存しない検索手法と利用者それぞれに対する検索結果の表示する必要があることがわかった。

次章では、前述した2つの要求事項を満たし、この問題点を解決するためのアプローチを提案する。

第4章 アプローチ

本章では、第3章で挙げた問題点から導き出された要求事項を満たすためのアプローチを提案する。

4.1 感覚距離

第3章で述べたように、既存の位置情報や地図を利用した検索サービスの問題点から導き出された要求事項は、物理的な距離のみにとらわれない検索と、利用者ごとに異なる検索結果を表示させることである。これらの要求事項を満たすために、本論文では、人間の持つ感覚距離を検索のパラメータとして渡すことで、2つの問題点を解決する。

4.1.1 感覚距離の定義

まず、感覚距離の定義を行う。感覚距離とは、「ある人にとって、感覚的に近い、感覚的に遠いと感じる距離」のことを示す。例えば、ある目的地まで電車で移動する際に、乗り換えの回数が多ければ、目的地は遠く感じられる。これとは対照的に、同じ目的地まで乗り換えの回数が少なければ、目的地は近く感じられる。このような人間の感覚で計測された距離のことを、本論文内では感覚距離という。

感覚距離のイメージを図4.1に示す。図4.1の各ユーザは、湘南台駅近隣にいと仮定する。普段から湘南台駅から横浜に移動するユーザAやユーザCにとっては横浜駅は非常に近いと感覚的に感じている。しかし、普段から利用することがないユーザBやユーザDにとっては、横浜が感覚的に遠く感じられる。

また、ユーザAとユーザCのように近いと考えていても、普段から横浜より遠くへ移動している場合であれば、ユーザCよりも横浜は近いと感じるといったように個人ごとの感じる感覚距離は異なる。

このように、いる場所が同様の場所であってもユーザ個人によって感覚距離は異なる。

4.1.2 感覚距離を感じる要素

次に、感覚距離を感じる要素について述べる。感覚距離を感じる要素は、目的地までの移動手段によって異なるといえる。遠距離ならば、電車を利用する場合、自動車を利用する場合によって異なる。また、近距離ならば、徒歩で目的地まで向かう場合、自転車を利用する場合のように、移動手段によって感覚距離が変化してくるといえる。このように感覚距離とは、個人個人が利用する移動手段によって感覚が異なってくる。本節では、目的地まで近いと感じる要素や、遠いと感じたりするような感覚距離の要素を列挙し、それについて考察する。

一般的に感覚距離が感じられると考えられる要素の例をいくつか列挙する。

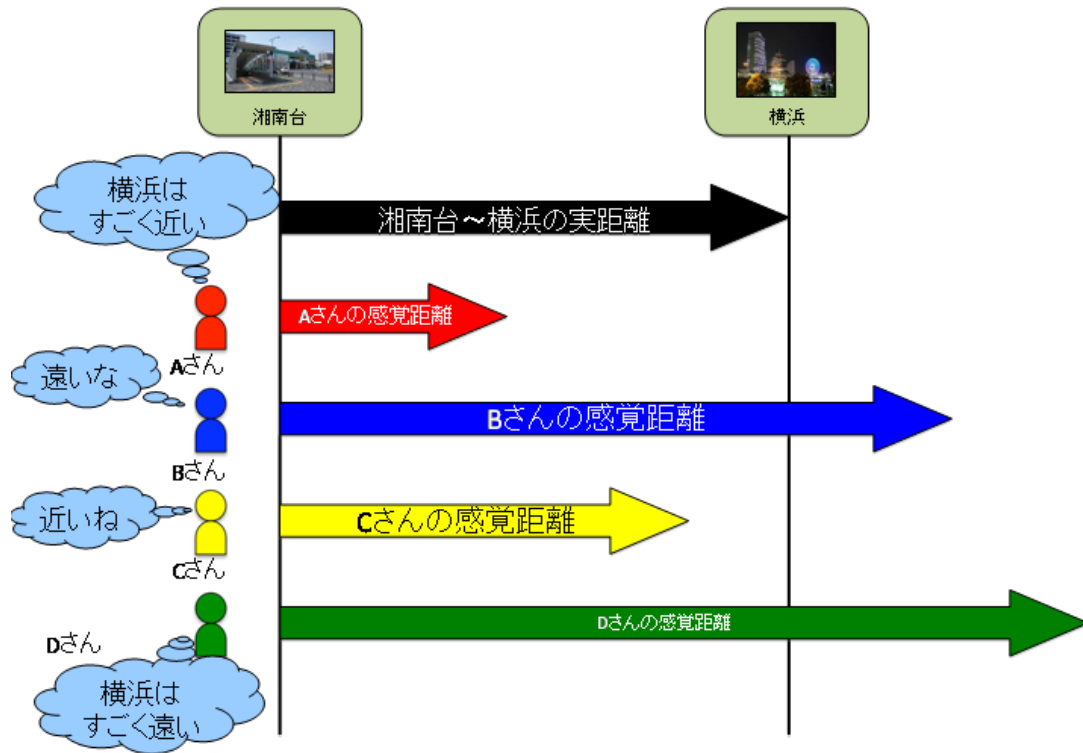


図 4.1: 感覚距離のイメージ

- 利用頻度による感覚距離の要素

目的地を設定した後に、目的地までの経路を決定する。この時、感覚距離を感じる要素が存在する。普段からよく通っている経路の場合、風景を見慣れていることや、事前に経験していることから感覚的に近いと感じられる。これとは逆に、普段あまり利用しない経路の場合、事前の経験がほとんど無いため、感覚的には遠く感じてしまう。

このように、道路の利用率によって、感覚距離を感じる要素が生じる。

- 趣向による感覚距離の要素

電車などを利用した場合、同じ目的地までの経路は複数存在する。これらの経路には、目的地まで早く到着するが、乗り換えの回数が多いという経路や、時間は少しかかるが乗り換え回数が少ない経路も存在する。この時、時間はかかるが乗り換え回数が少ない方が感覚的には近く感じる。これに対し、乗り換え回数が多くなると、感覚的には遠いと感じてしまう。

このように、乗降回数が多くなればなるほど、感覚的には遠いという要素が生じる。

- 視野から得られる感覚距離の要素

例えば、道路の幅にも感覚距離を感じる要素が含まれている。目的地までいく際に広い道を利用した場合、感覚的には近く感じると思われる。これは周りが広いため、気持ちよく歩いたり、走ったりすることが可能となる。そのため、移動していても距離を感じないと考えられる。

これに対し、目的地まで移動する際に狭い道を利用した場合、感覚的には遠く感じられる。狭い道は圧迫感があったり、入り組んでいることが多いため、感覚的には遠く感じられる。このように、視野から得られる情報にも感覚距離を感じる要素が生じているといえる。

- 停止回数による感覚距離の要素

道路を利用する移動手段の場合、目的地に向かうまでの間にどの程度止まるかによって感覚距離が変化してくる。信号や、渋滞などにつかまらず、止まった回数が少ない状態で目的地に到着した場合、感覚的に近く感じると考えられる。

それに対し、止まった回数が多くなった場合、感覚的には遠く感じると考えられる。

このように、移動時に止まることは感覚距離を感じるための要素が生じているといえる。

前述したもの以外に、目的地までにかかった時間や、その時の天気などによっても感覚距離を感じるがあると考えられる。このように、感覚距離を感じる要素は様々な場所、情報、感覚から生じるといえる。つまり、移動手段を問わず、感覚距離を感じる要素はいたるところに存在するということがわかった。

これらの感覚距離を感じる要素における共通項は、ユーザが通過する経路の特徴によって変化するということがいえる。

4.2 感覚距離を作成する移動体

第4.1.2節で述べたように、感覚距離を感じる要素は様々な場所に存在している。普段と異なる移動手段で目的地へ移動するだけでも、普段と異なる感覚距離を感じるがあると考えられる。このように、感覚距離は非常に身近なものである。

本論文では、様々な移動手段の中から自動車を利用して感覚距離の作成を行う。自動車を利用する理由は、移動体からデータを取得するためのプラットフォームが構築されており、容易に移動体自身の情報を取得することが可能なためである。移動体の自動車から取得できる情報や情報の取得手法については、第4.3.1節で詳しく述べる。

4.3 感覚距離とプローブ情報システム

本手法は、感覚距離を検索のパラメータとして導入することで、本論文内で列挙した問題の解決を行う。前節でも述べているように、本手法では、感覚距離を取得する移動体として自動車を利用する。そして、自動車からのデータ取得手法として、本手法ではプローブ情報システムを用いる。

本節では、プローブ情報システムの概要を述べると共に、実際に感覚距離を導き出す際にプローブ情報システムを用いて取得するデータについて述べ、感覚距離とプローブ情報システムの関係について述べる。

4.3.1 プローブ情報システム

まず、プローブ情報システムについて述べる。自動車内には様々なセンサや計算機が搭載されている。これらは自動車内のネットワークで接続されており、自動車の制御などを行っている。プ

ローブ情報システムとは、自動車をインターネットに接続させ、接続された自動車内のネットワークに搭載されている多数の計算機やセンサから情報をリアルタイムに取得し、取得した情報を様々なサービスで活用させるためのシステムである。このように、プローブ情報システムを利用して自動車から取得することが出来る情報を、プローブ情報という。

WIDE プロジェクト [20] のインターネット自動車ワーキンググループ [21] では、本システムを利用することで、自動車のスピードや位置情報、Antilock Brake System(ABS) などの様々な情報を自動車間で交換し、交通事故などの交通事情を解決することを目指している。

インターネット自動車

前述にもあるように、自動車内のネットワークには計算機やセンサが多数存在している。インターネット自動車では、これらの自動車ネットワーク内にある計算機がインターネットに接続され、自動車から生成される情報を別の自動車と共有することが可能となる。運転者同士が各自自動車から生成された情報を別の自動車と交換、共有することで、現在よりも安全で快適な交通を実現する。

また、移動しながらでも通信が途切れることが無いように、インターネット自動車では、Network Mobility(NEMO) が利用されている。計算機群を移動しながら通信させ続けるためには、NEMO が必要不可欠である。これを実現するために、インターネット自動車には車載ルータが設置されている。

図 4.2 に自動車内ネットワークの例を示す。自動車内ネットワークに置かれている計算機は、各種センサと車載ルータなどが挙げられる。各種センサは、位置情報や速度情報、ワイパの動作情報など、基本的な自動車の状態を取得することが可能である。センサ以外ではインターネットとの接続性を持たせるための NEMO 機能が搭載された車載ルータや、インターネットとの接続性を持たないビデオカメラやカーナビゲーションシステムなどが搭載されている。

プローブ情報システムを利用したアプリケーション

インターネット自動車では、移動しながらでも通信が途切れることが無いように、NEMO が利用されている。このため、メールやブラウザを利用したウェブページの閲覧に代表される通常のインターネット接続で利用することが可能なアプリケーションは利用することが出来る。これらは自動車側から、インターネットに対し接続を行うことで動作するアプリケーションである。

逆に、インターネット側から自動車に対して接続するためのアプリケーションの例を挙げる。ビデオカメラや各種センサに対して接続を行うとする。ビデオカメラに接続すれば、自動車からの映像や道路状況などを取得することが可能となる。各種センサに接続すれば、自動車内に設置されたセンサの情報を参照することが可能となる。それらのセンサ情報を交換、共有することで、交通事故や交通渋滞などの問題を解消することが可能となる。

図 4.3 にプローブ情報システムを利用したアプリケーション例をいくつか示す。例えば、ワイパのセンサ情報を取得することが出来れば、リアルタイムな降雨情報を作成することが可能となる。また、ABS が効いたポイントと位置情報を利用し、統計処理を行えば、危険な道路を事故が起こる前に特定することも可能となる。これ以外にも、速度やブレーキ情報、カメラの情報から、リアルタイムな渋滞情報を作成することなどが可能となる。

このように、プローブ情報システムによって取得されたデータを利用することで様々なアプリケーションを立ち上げることが可能となる。

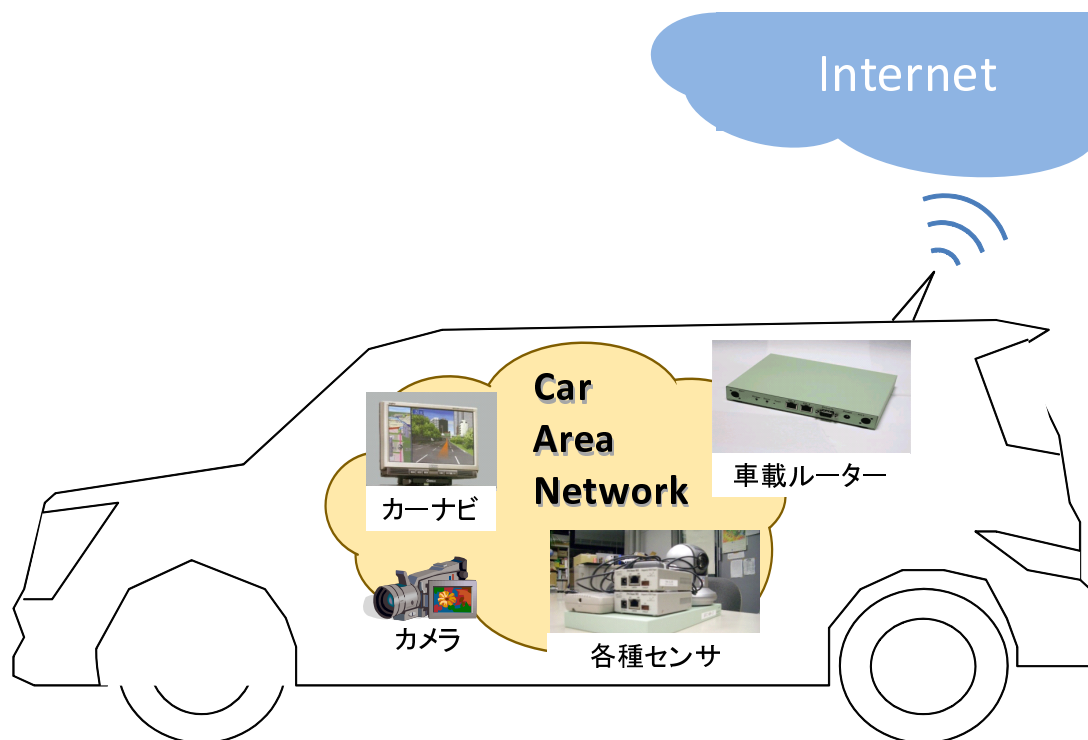


図 4.2: 自動車内ネットワーク

4.3.2 プローブ情報システムで取得, 利用するデータ

本節では, 本論文で提案するシステムにおいて, プローブ情報システムで取得・利用するデータについて述べる. 感覚距離を作り出す要素として, 本論文では, プローブ情報システムを利用し, 自動車から以下の5つの情報を取得する.

- 始点・終点情報
走行開始時の位置情報と, 走行終了時の位置情報を取得する.
- 走行距離
走行開始時から走行終了時までに走行した距離を計測する.
- 走行時間
走行開始時から走行終了時までの時間を計測する.
- 発進・停止の回数
走行開始時から走行終了時までに, 渋滞や信号などによって停止した後に発進した回数を計測する.
- 目的地までの経験
走行開始時の位置情報と, 走行終了時の位置情報から判断をする.

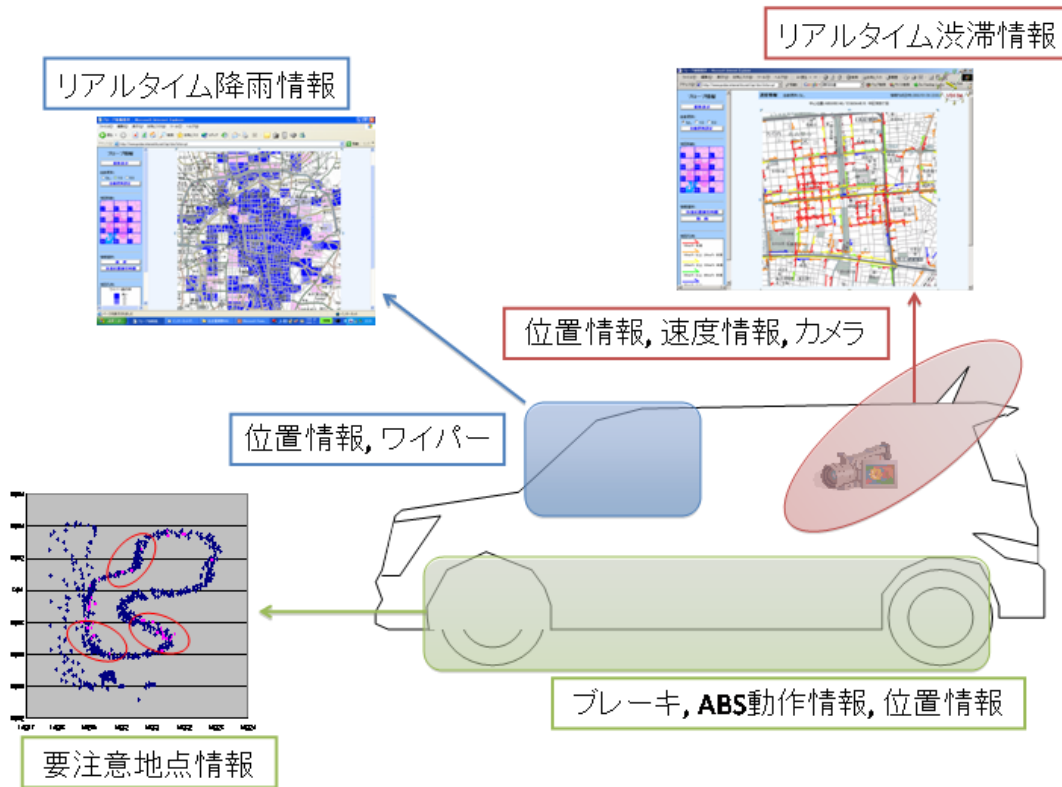


図 4.3: アプリケーション例

4.4 感覚距離の数値化

本手法では、感覚距離を導き出すために、プローブ情報システムで取得したデータを利用する。具体的に扱うデータについては第 4.3.2 節で述べた 5 種類のデータを利用する。

本研究では、感覚距離をパラメータとして与えるため、取得されたデータから感覚距離を数値化し、パラメータとして扱う。本修士論文の焦点は、感覚距離を算出することである。本節では、感覚距離を算出する手法について述べるとともに、感覚距離と経路の関係について述べる。

4.4.1 感覚距離算出手法

プローブ情報システムから取得したデータを基に、感覚距離を表す関数を以下に示し、説明を行う。Probe Vehicle System は一般化されたプローブ情報システムのデータ、UserPriority は利用者別の重み付け、log-experience は 2 地点間の道路経験値、D は感覚距離を示している。本論文では、感覚距離を算出するパラメータとして、プローブ情報システムで取得したデータ、及び取得したデータから導き出された利用者ごとの重み付け及び道路経験値を利用する。ここで述べている利用者ごとの重み付けとは、プローブ情報システムで取得されたデータの内、走行時間、走行距離、発進・停止回数の 3 つの項目に対する重み付けを走行データから導き出したものである。詳しくは、第 5.2.3 節で述べる。

$$f(\text{ProbeVehicleSystem}, \text{UserPriority}, \log - \text{experience}) \rightarrow D$$

本論文では、プローブ情報システムで取得した距離や時間などを平均化することで、ある場所までにかかった距離などの情報を一般的な値として算出しているが、この値は走行した時間帯や天気、利用者の身体的状況や精神的状況などによって変化すると考えられる。これらの天気や時間、利用者の状態といったパラメータは将来的に取り入れていきたいと考えている。したがって、本論文では、第4.3.2節で挙げた項目のみを扱うこととする。

4.4.2 感覚距離と経路

本節では感覚距離と経路の関係について述べる。第4.4.1節では、感覚距離をプローブ情報システムで取得した情報と、個人の重み付け、2地点間の道路経験値という3つの要素から導き出す手法を提案した。これにより、基点から目的地までのダイレクトな感覚距離を算出することが可能となる。

前述の手法とは別の手法として、目的地までの経路を細かく区切り、区切った区間ごとに感覚距離を算出していき、算出された感覚距離を足していくという手法も考えられる。この手法の場合、細かく経路を分断することによって、利用者が通過した経路に属性を持たせることなどが可能になる。そのため、現在提案している手法よりも、パラメータとして道路の属性情報などを増やすことが可能になり、よりリアルな感覚距離を算出することが出来る。しかし、単純に足し合わせていくだけでは感覚距離として扱うことが出来ないという可能性がある。

図4.4に一例を示す。ある利用者にとって、湘南台から戸塚までは感覚的に近いと感じられている。そして、戸塚から横浜までも同じように感覚的に近いと感じられている。さらに、湘南台から横浜も感覚的に近いと感じているとする。この時、本論文で提案している手法を用いた場合、湘南台から横浜の感覚距離は近いという値が出ると考えられる。

それに対し、細かく経路を分断する手法を取った場合、湘南台から戸塚、戸塚から横浜といった部分の感覚距離は近いという結果が出力されたとする。しかし、単純に足し合わせてしまった場合、算出された値が利用者にとって感覚的に遠いとする感覚距離になってしまう可能性がある。このため、単純に足し合わせるだけでは感覚距離として利用することが困難であると考えられる。

したがって本論文では、目的地までの感覚距離をダイレクトに出す手法を利用する。

しかし、細かく経路を分断することで、経路の属性を利用することが可能になり、よりリアルな感覚距離を導き出すことが出来るといったメリットがある。そのため、単純な足し算ではなく、算出する手法を検討することで、将来的には細かく経路を分断して利用するといった手法を検討する必要があると考えられる。

4.5 まとめ

本章では、第3章で述べた問題点を解決するための手法について述べた。本論文では、問題を解決する手法として人間の持つ感覚距離を数値化して利用する手法を提案した。感覚距離とは、ある場所からある場所までの直接的な距離を人間の感覚で計測された距離のことを示す。感覚距離を数値化するために、本論文では、プローブ情報システムを用いてデータの取得を行う。取得された利用者のデータから、目的地までの一般的なプローブ情報を導き出し、導き出されたプローブ情報と利用者ごとの重み付けから、目的地までの感覚距離を算出する。

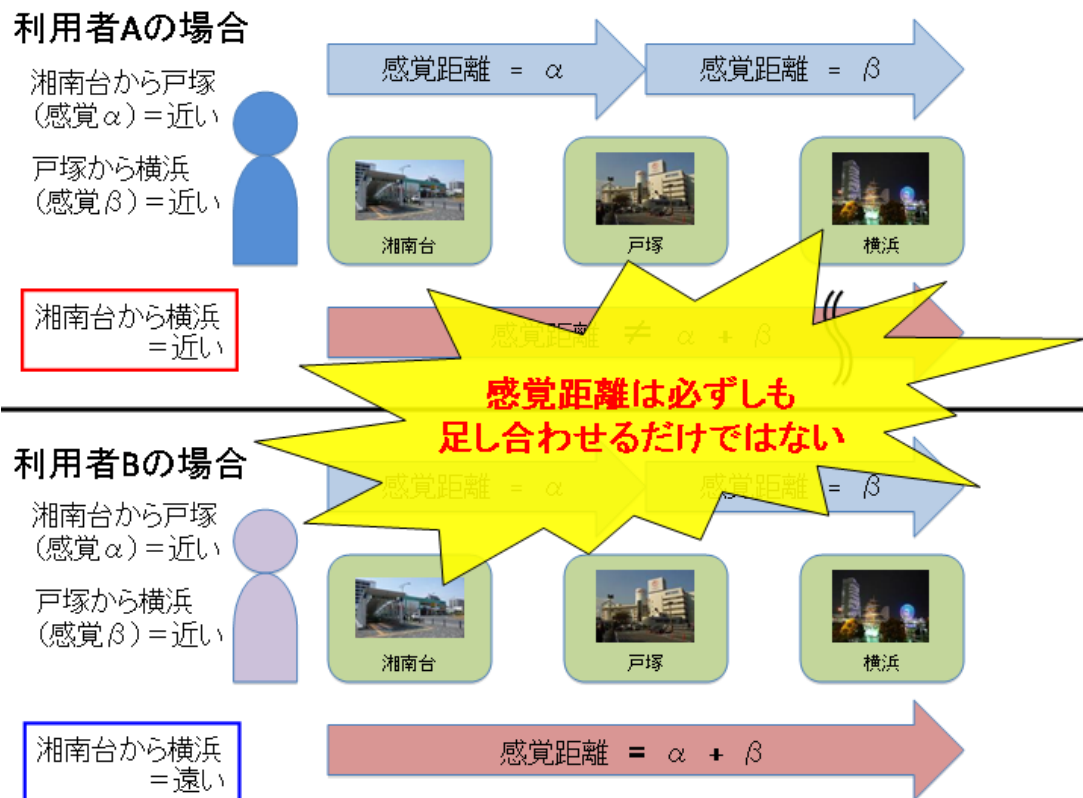


図 4.4: 感覚距離と経路

第5章 設計

第4章ではプローブ情報システムを利用して感覚距離を導き出す手法を提案した。本章では、第4章で提案した手法を実現するためのシステム設計について述べる。

5.1 設計概要

図5.1に本システムの設計概要を示す。本システムは、大別して自動車部とデータ受信側に分けられる。自動車側は、プローブ情報を取得し、データ受信側に渡すための1つのファイルを作り上げる。それに対し、データ受信側では、受信したファイルを基に、感覚距離を算出する際に利用される利用者全体のプローブ情報の平均値データの作成、及び利用者別の重み付けの作成を行う。プローブ情報のデータは作成された後に、データベースへ格納される。これらのデータを利用し、システム利用者から出発地、目的地、利用者のIDが入力されることで、出発地から目的地までの感覚距離が算出される。

次節では、本システムの設計を細かく分け、各部分の動作概要を述べる。

5.2 動作概要

本システムは大きく分けてプローブ情報取得部、利用者別重み付け作成部分、利用者全体の平均値データ作成部分、感覚距離算出部分の4つのシステムに分けられる。本節では各部の動作概要について説明を行う。

5.2.1 プローブ情報取得部

まず、プローブ情報取得部分について説明する。図5.2にプローブ情報取得システムの流れを示す。第4.3.2節でも示したように、本論文で扱うプローブ情報は、走行距離、走行時間、発進・停止の回数、及び、目的地までの経路を情報として扱う。本論文では、これらのデータを取得するために、GPS デバイスを使用し、データの収集を行う。以前 GPS デバイスを利用して行った実験の際に作成した軌跡情報を図5.3に示す。

自動車がエンジンをかけた後に GPS は位置情報を取得する。GPS は1秒毎に位置情報の取得を行い、その際に日付、時間のデータも同時に取得を行う。1秒間に取得した位置情報、日付、時間の情報を1つのエントリとして扱い、これらのエントリは、1つのファイルに記入されていく。ファイルには Comma Separated Values(CSV) 形式で記入されていく。この作業を自動車のエンジンが切れるまで繰り返し、エンジンが切れた場所でファイルへの記入を中止する。この時、作成されるファイルを Probe-log ファイルとする。

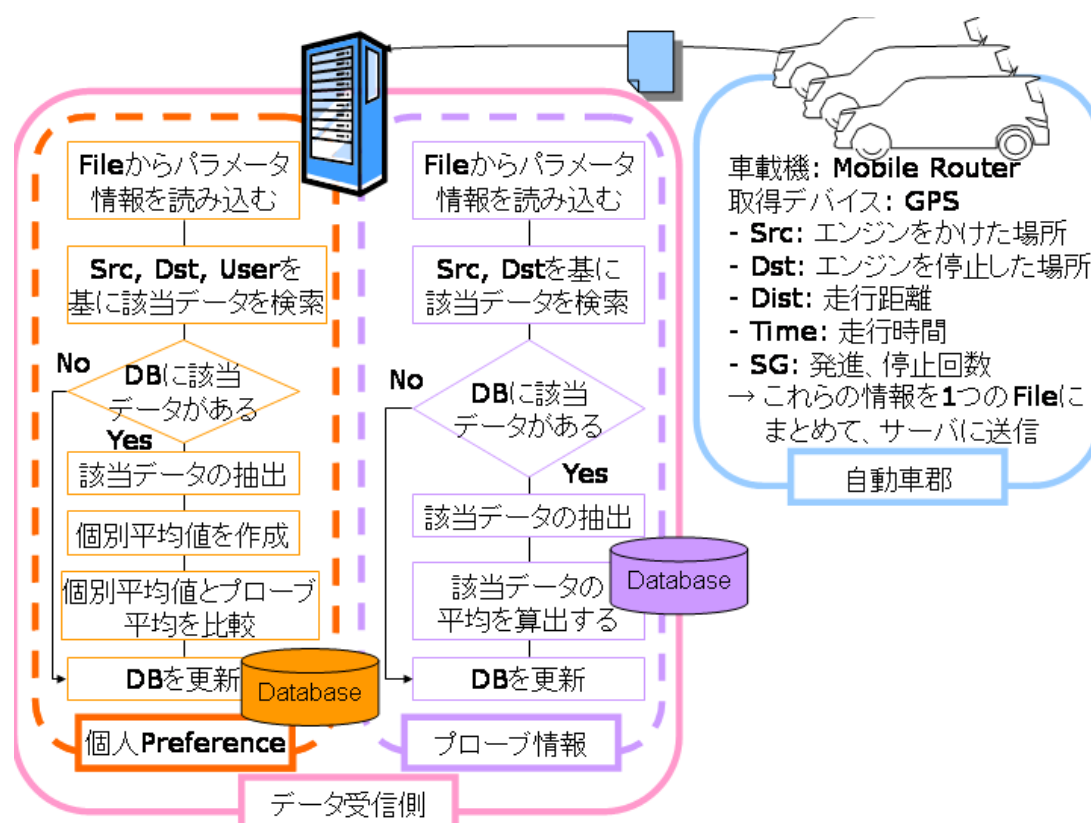


図 5.1: 設計概要

5.2.2 平均値データ作成部

次に、感覚距離を算出する式で用いる利用者全体の平均化されたデータを作成する部分について説明する。図 5.4 にデータ作成の流れを示す最初に、プローブ情報取得部で作成されたファイルの最初のエントリと最後のエントリから出発地と目的地の情報を取得する。出発地や目的地は、位置情報を基に住所の番地表現に変換される。位置情報から住所表記に変換する方法は、位置情報と住所表記が1つのエントリになっているデータベースから最も近いものを選択する。これにより、2地点間が決定される。また、2地点間が決定された後、先ほどと同様に、最初のエントリと最後のエントリから2地点間の走行時間を取得する。走行時間は分単位で表される。

次に、各エントリの位置情報をもとに2地点間の距離を算出する。2地点間の距離の単位はキロメートルで表される。2地点間の距離が算出された後、各エントリの位置情報と時間情報から発進・停止の回数を算出する。発進・停止回数は事前に算出している走行距離と、時間情報を利用する。利用者が運転する車が、X秒間完全に停止し、移動出来なかった場合にカウントが1増えるようになっている。

ここまで述べてきた住所変換された出発地・目的地情報、走行時間、走行距離、発進・停止の回数と誰が運転したデータなのかを1つのエントリとして、ファイルに書き込む。ここまで作成したファイルの形式を表 5.1 に示す。このファイルは表 5.1 の形式に則り、CSV形式で保存される。

最後に、住所変換された位置情報を基に同様の2地点間のデータがあるかどうかを調べる。同

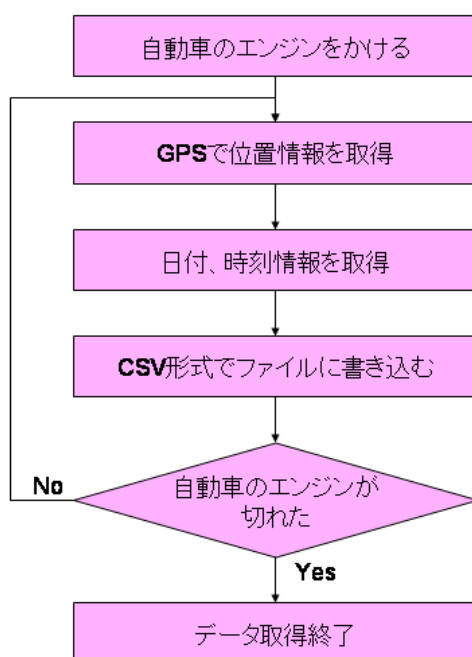


図 5.2: プローブ情報取得フローチャート

表 5.1: プローブ情報によって作成されるデータ構造

src (出発地)	dst (目的地)	dist (走行距離)	time (走行時間)	sg(停車・ 発進回数)	user(走行 ユーザ名)
藤沢市遠藤…	藤沢市湘南台…	4.5	20	15	sonata

様のデータがある場合、それまでにデータベースに蓄積されたデータと、その時作成されたファイルに書かれたデータから、利用者全体の2地点間の平均値を新たに算出する。同様のデータがない場合は、新しく2地点間のデータが作成される。表5.2にデータベースの構造を示す。データベースには2地点の情報を基に、2地点間の利用者全体の平均値データが蓄積されている。

5.2.3 利用者別重み付け作成部

次に、利用者別重み付け作成部分を説明する。図5.5に重み付け作成の流れを示す。利用者別重み付けは、プローブ情報を利用して作成する平均値データと同様に、取得したプローブ情報から作成を行う。平均値データを作成する際に、取得したプローブ情報から住所変換された位置情報、走行時間、走行距離、発進・停止の回数と誰が運転したデータというデータを1つのエントリとしてファイルに書き込んだ。利用者別重み付け作成も平均値データと同様に、このファイルに書き込まれたデータを利用して導き出す。

第5.2.2章では、利用者全体の平均値データを作成したが、本節では利用者別の平均値データを作成する。作成手法は住所変換された位置情報と、エントリ作成者情報を基に、そのエントリ作成

5.2. 動作概要

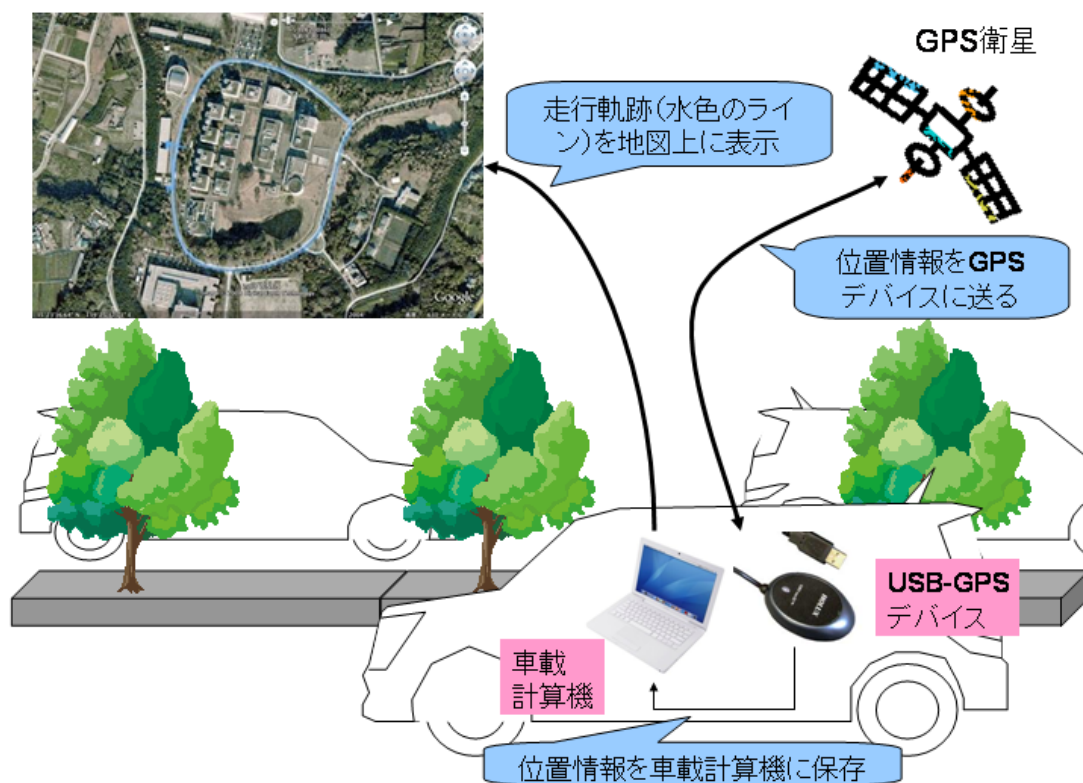


図 5.3: 本実装で用いる GPS デバイスを利用した軌跡情報

表 5.2: 利用者全体の平均値データベースの構造

src (出発地)	dst (目的地)	dist (走行距離)	time (走行時間)	sg(停車・ 発進回数)	count(2 地点 間のデータ総数)
藤沢市遠藤…	藤沢市湘南台…	4.5	20	15	20
藤沢市遠藤…	藤沢市石川…	4.3	15	10	13
藤沢市湘南台…	藤沢市遠藤…	4.4	18	14	18
藤沢市遠藤…	藤沢市辻堂神台…	7.7	21	20	7
藤沢市辻堂神台…	藤沢市湘南台…	8.1	21	21	5
藤沢市遠藤…	藤沢市藤沢…	10.9	28	26	10
…	…	…	…	…	…

者のエントリの中で、同様の 2 地点間のデータがあるかどうかを調べる。データがある場合、データベースに蓄積されたデータと、その時作成されたファイルのデータから、利用者にとっての 2 地点間の平均値を算出する。データが無い場合は、新しく 2 地点間のエントリが作成される。

これにより、利用者別の平均値データが算出された。本論文では、利用者全体の平均値と利用者別の平均値を比較することで、利用者別の重み付けを作成する。

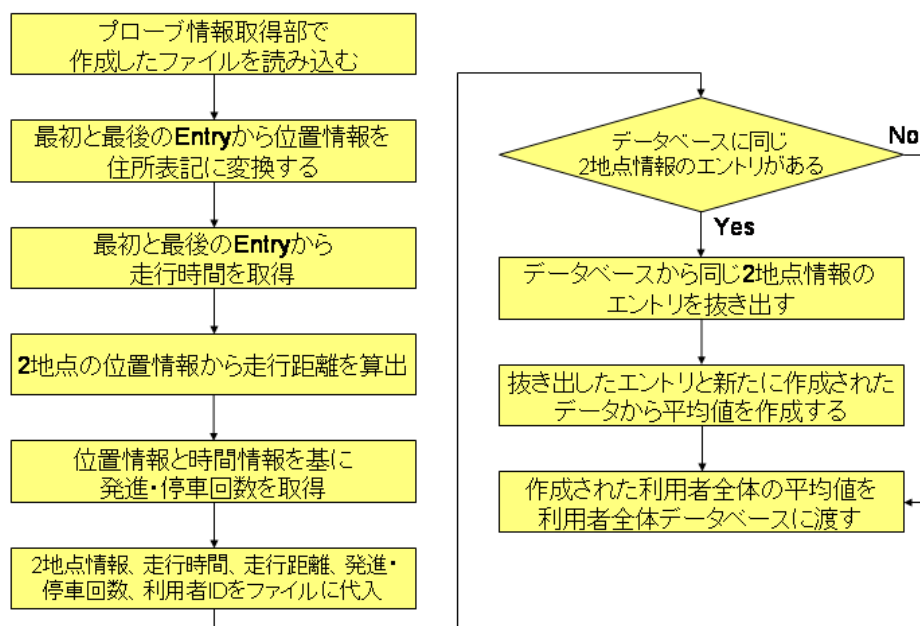


図 5.4: 平均値データ作成フローチャート

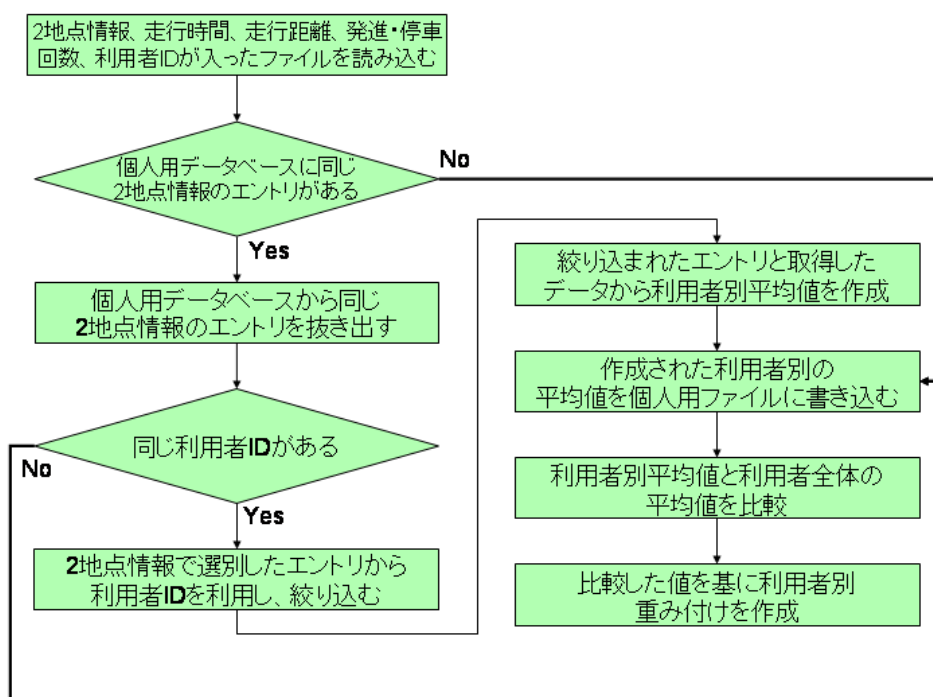


図 5.5: 利用者別重み付け作成フローチャート

5.2.4 感覚距離算出部

最後に、感覚距離算出部分を説明する。図 5.6 に感覚距離を算出するまでの流れを示す。感覚距離算出部分については第 5.3 章で詳しく述べる。

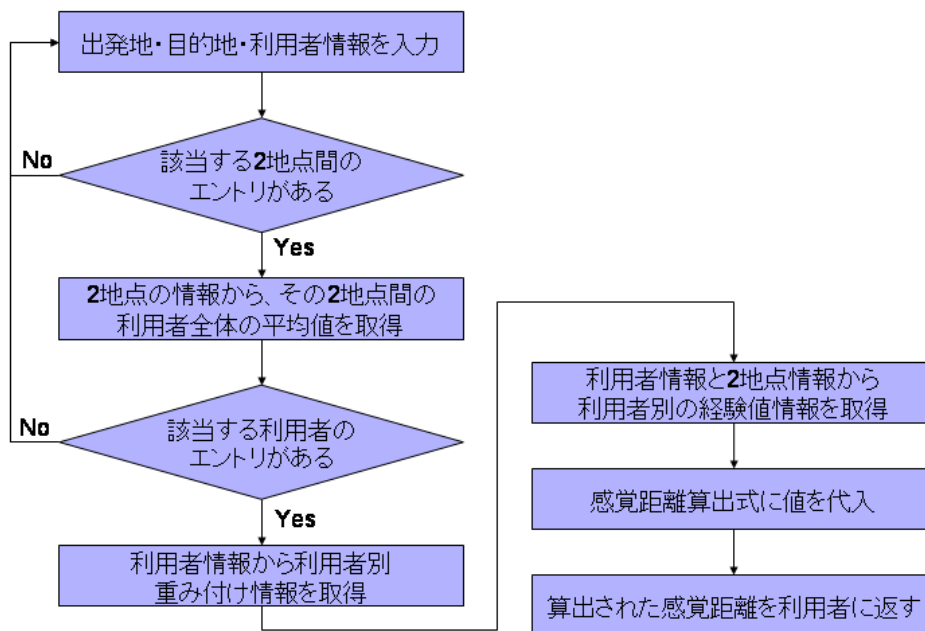


図 5.6: 感覚距離算出フローチャート

5.3 システムへの API

図 5.7 にシステムへの API を示す。本論文の焦点は、感覚距離を算出することである。本システムの API は第 5.2.4 節で述べたように、感覚距離を算出する。システム利用者は、出発地と目的地の情報、及び利用者の ID をデータ解析を行っているサーバに対して渡す。まず、渡された利用者の ID から利用者別の重み付け情報を引き出す。また、出発地、目的地の情報から、システム利用者が出発地から目的地まで何度訪れたことがあるかという目的地までの経験値の情報を引き出す。

次に、渡された出発地と目的地の情報を基に、プローブ情報で作成した 2 地点間の平均値を引き出す。これにより計算された値は、システム利用者に返され、利用者にとっての出発地から目的地までの感覚距離が算出される。

5.4 まとめ

本章では、第 4 章で提案した感覚距離算出手法を実現するための設計について述べた。本システムはプローブ情報取得部、平均値データ作成部、利用者別重み付け作成部、感覚距離算出部の 4 つに大別される。次章では、本章の設計を基に、本システムの実装について述べる。

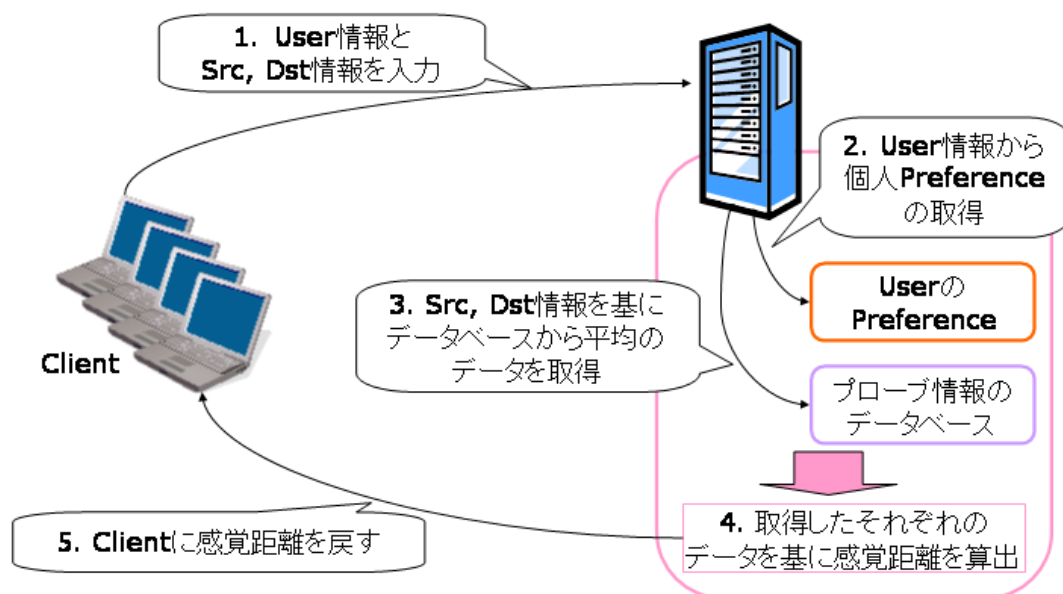


図 5.7: システムへの API

第6章 実装

本章では，第5章で述べた設計を基に実装したシステムについて述べる．

6.1 実装環境

まず，本論文の実装環境を述べる．第5章で述べたように，本論文で提案するシステムはプローブ情報取得部，平均値データ作成部，利用者別優先順位作成部，感覚距離作成部の4つに大別される．大別された4つの機能は実装環境が異なるため，本節では，各機能の実装環境を整理する．

- プローブ情報取得機能

プローブ情報取得機能は，車内に計算機を持ち込み，その計算機にUSBのGPSデバイスを取り付け，情報の取得を行った．表6.1にプローブ情報取得機能で利用した実装環境を示す．

表 6.1: プローブ情報取得機能の実装環境

OS	Mac OS X Version 10.5.3
CPU	Core Duo 2.16GHz
Memory	2GBytes
プログラミング言語	C 言語 (gcc4.0.1)
使用デバイス	USB 高感度 GPS HOLUX GR-213

- 平均値データ作成機能

平均値データ作成機能，利用者別重み付け作成機能，感覚距離算出機能は図5.1に示すデータ受信側に機能が存在する．これらの機能が存在するデータ受信側の実装環境を表6.2示す．

表 6.2: データ受信側の実装環境

OS	FreeBSD6.3-STABLE
CPU	Xeon 3.20GHz
Memory	2GBytes
プログラム言語	Ruby(1.8.5)

- 利用者別重み付け作成機能

利用者別重み付け作成機能が実装されている環境を表6.2に示す．前述にもあるように，平均値データ作成機能や感覚距離算出機能と同じ環境に実装されている．

- 感覚距離算出機能

感覚距離算出機能が実装されている環境を表 6.2 に示す。こちらも同様に、平均値データ作成機能、利用者別重み付け作成機能と同じ環境に実装されている。

6.2 実装概要

本節では、本論文で提案する感覚距離を算出するためのシステムを構成している 4 つの機能の実装概要について述べる。

6.2.1 プローブ情報取得機能

まず、プローブ情報取得モジュールについて述べる。プローブ情報取得モジュールは、第 6.1 節でも述べたように、USB-GPS デバイスを利用して位置情報、日付、時刻情報の取得を行っている。本実装では、最初に USB-GPS デバイスに対して、アクセスを行い、デバイスが存在するかどうかを確認する。

次に、USB-GPS デバイスを利用し、現在の位置情報を取得する。位置情報を取得すると同時に、tm 構造体を利用し、日付情報、時刻情報を取得する。位置情報、日付情報、時刻情報は 1 秒感覚で取得が行われ、取得されたと同時に CSV ファイルに書き出される。これらの一連の流れは、起動した後、命令があるまで動作し続け、動作を止める命令が出たタイミングで動作を止める。

本機能の実装により取得したデータの例を図 6.1 に示す。取得されたデータは、緯度、経度、日付、時刻の順番でデータが並んでおり、このデータの順番で CSV ファイルに蓄積されていく。

```
35.391068,139.424842,20080621,121735
35.391197,139.424860,20080621,121736
35.391317,139.424880,20080621,121737
35.391435,139.424895,20080621,121738
35.391548,139.424912,20080621,121739
35.391657,139.424927,20080621,121740
35.391758,139.424943,20080621,121741
35.391853,139.424960,20080621,121742
35.391942,139.424978,20080621,121743
35.392030,139.424995,20080621,121744
```

図 6.1: プローブ情報取得データ例

6.2.2 平均値データ作成機能

次に、平均値データ作成機能について述べる。平均値データを作成するに当たって、住所変換モジュール、プローブ情報分析モジュール、情報一般化モジュールの実装を行った。本節では各モジュールを説明する。

住所変換モジュール

住所変換モジュールでは、緯度、経度情報から住所情報への変換が行われている。位置情報から住所表記への変換は、逆ジオコーディングサービス [22] を利用することで解決している。逆ジオコーディングサービスでは、緯度、経度情報を渡すことで、XML 形式で住所情報が返される。返された XML をパースし、該当情報 (pname, mname, section, homenumber) の文字列を取得し、変数に入れて返す。図 6.2 に一連の流れを示す。



図 6.2: 住所変換の流れ

逆ジオコーディングサービスは国土交通省が提供している国土数値情報および街区レベル位置参照情報を利用しているため、変換する際の信頼性も保証できると考えられる。

プローブ情報分析モジュール

プローブ情報分析モジュールでは、プローブ情報取得モジュールによって作成された Probe-log ファイルから走行距離、走行時間及び、発進・停止回数を導き出す。

まず、走行距離について述べる。走行距離は Probe-log ファイル内に書かれている位置情報から作成される。1 秒ごとに位置情報が取得されるため、本実装では、1 秒ごとの距離をメートル単位で算出した。算出された 1 秒単位の距離を Probe-log ファイルの最後に書かれているエントリまで足し合わせ、それを 1000 で割ることで、キロメートル単位で走行距離の出力を行った。

次に、走行時間について述べる。走行時間は第 5.2.2 節でも述べたように、Probe-log ファイルの最後のエントリから最初のエントリを引くことで算出を行った。本実装では、秒単位ではなく、分単位で走行時間のデータを扱うため、取得したデータを 60 で割り、分単位のデータの出力を行う。

最後に、発進・停止回数について述べる。こちらも Probe-log ファイルから取得する。前述にもあるように、Probe-log ファイルは 1 秒ごとに位置情報が取得されている。そのため、走行距離は 1 秒ごとに距離を取得した。この時、利用者が運転している自動車が完全に停止し、4 秒間走行した距離が 0 だった場合、発進・停止回数を増やすという実装を行った。これらの実行結果は、CSV 形式でファイルに書き出される。

情報一般化モジュール

情報一般化モジュールでは、プローブ情報分析モジュールで取得したデータから、平均化された一般的なプローブ情報の値を作成する。この情報が蓄積されている CSV ファイルを ProbeCSV ファイルと呼ぶ。

プローブ情報解析モジュールによって作成されたファイルと、ProbeCSV ファイルを比較し、一般的なプローブ情報の値を導き出す。情報一般化モジュールでは、新たにエントリをする 2 地点間の文字列情報を利用し、ProbeCSV ファイル内に同様の 2 地点間のエントリがあるのかを判断する。同様の文字列がある場合、ProbeCSV ファイルから、その時点での走行距離や走行時間等の情報を抜き出し、新たな平均値を作成する。ない場合は、新しいエントリがそのまま ProbeCSV ファイルに蓄積され、平均値データが作成される。

このように情報一般化モジュールでは、位置情報を基に 2 地点間の同一エントリがないかどうかを調べ、平均値のデータ作成を行う。本モジュールによって作成した ProbeCSV ファイルの例を図 6.3 に示す。図 6.3 に示すように出発地、目的地、走行距離、走行時間、発進・停止回数、利用者全ての総エントリ数の順番に CSV 形式で保存されている。

```
src, dst, dist, time, stop and go, count
神奈川県藤沢市遠藤 5322, 神奈川県藤沢市遠藤 4373, 0.973397661, 3.083333333, 0, 1
神奈川県藤沢市遠藤 5546, 神奈川県藤沢市打戻 3597, 0.417576653, 1.525, 0, 2
神奈川県藤沢市遠藤 804, 神奈川県藤沢市打戻 3597, 2.710734129, 6.033333333, 1, 1
神奈川県藤沢市湘南台一丁目 11, 神奈川県藤沢市石川六丁目 2, 3.105623565, 7.916666667, 3, 1
神奈川県藤沢市石川六丁目 2, 神奈川県藤沢市打戻 3597, 3.135430978, 7.1625, 2, 4
神奈川県藤沢市打戻 3597, 神奈川県藤沢市遠藤 4375, 1.174996166, 5.716666667, 12.5, 2
神奈川県藤沢市打戻 3597, 神奈川県藤沢市遠藤 5546, 0.40543601, 1.225, 0, 2
神奈川県藤沢市打戻 3597, 神奈川県藤沢市湘南台一丁目 6・7・11, 5.688791662, 13.69444444, 6, 3
```

図 6.3: 作成された平均値データ

6.2.3 利用者別重み付け作成機能

次に、利用者別重み付け作成機能について述べる。利用者別重み付け作成モジュールを作成するに当たり、本実装では、情報一般化モジュールを作成する際に作成したファイルを利用する。前述した情報一般化モジュールの場合、プローブ情報から利用者全体の平均値データの作成が行われる。情報一般化モジュールと同様に、利用者別重み付け作成モジュールも利用者別の平均値が算出される。

6.2. 実装概要

情報一般化モジュールで作成された利用者全体の平均値と利用者別重み付け作成モジュールで作成された利用者別の平均値を比較し、重み付けを作成する。具体的には利用者全体の平均値から利用者別の平均値を引き、その値が正であれば重み付けを上げる。本手法により、利用者が運転する際に何を考慮して運転しているのかを知ることが可能となる。このように、利用者の走行履歴と利用者全体の走行履歴を比較することで、利用者の重み付けを判定した。この利用者別の優先順位が書かれたファイルを UserCSV ファイルと言う。図 6.4 に本モジュールを利用して作成された UserCSV ファイル例を示す。

情報一般化モジュールで作成されるファイルと同様に、本モジュールで作成されるファイルも CSV 形式で出力される。この CSV ファイルには出発地、目的地、走行距離、走行時間、発進・停止回数、利用者別の総エントリ数、利用者の ID が保存されている。

```
src, dst, dist, time, stop & go, userCount, userID
神奈川県藤沢市辻堂神台一丁目 1, 神奈川県藤沢市打戻 3597, 6.715771144, 13.43333333, 3, 1, sonata
神奈川県藤沢市遠藤 4373, 神奈川県藤沢市遠藤 5464, 1.26869536890867, 6.43333333333333, 10, 1, haeena
神奈川県藤沢市打戻 3597, 神奈川県藤沢市石川 4617, 4.39023965435411, 8.58333333333333, 4, 1, macchan
神奈川県藤沢市打戻 3597, 神奈川県藤沢市石川 635, 4.587439048, 10.12083333, 2.75, 4, sonata
神奈川県藤沢市石川六丁目 2, 神奈川県藤沢市打戻 3597, 3.135430978, 7.1625, 2, 4, sonata
神奈川県藤沢市打戻 3597, 神奈川県藤沢市遠藤 4375, 1.174996166, 5.716666667, 12.5, 2, sonata
```

図 6.4: UserCSV ファイル例

6.2.4 感覚距離算出機能

最後に感覚距離算出機能について述べる。感覚距離測定モジュールは、これまでに作成されてきた ProbeCSV ファイルと Usrcsv ファイルを利用し感覚距離を算出するためのモジュールである。

図 6.5 に感覚距離を算出するためのコマンドと、そのコマンドによって出力された例を示す。利用者はコマンドに対して、出発地情報、目的地情報、利用者情報の順番で引数を渡す。

まず、出発地情報、目的地情報の 2 点から、ProbeCSV ファイルにアクセスする。引数で指定された 2 地点の情報に該当するものがあれば、ProbeCSV ファイルから該当するデータを読み込み、図 6.6 の式に値を代入する。次に、引数として渡している利用者情報から Usrcsv ファイル内で該当するものを探し、該当する個人の重み付けを読み込み、同様に図 6.6 の式に値を代入する。

```
感覚距離算出コマンド
./kankaku.rb 藤沢市遠藤 5322 藤沢市湘南台 sonata
感覚距離出力
32.8
```

図 6.5: 感覚距離算出コマンドと出力例

図 6.6 の左上に示されているプローブ情報システムのデータは、走行開始時と走行終了時の位置情報を基にデータの作成が行われる。走行開始時と走行終了時の位置情報から該当する各利用者のデータを取得し、それらのデータを平均化することで、目的地までの一般的な値を決定する。本論文では、平均化された値をプローブ情報システムで取得したデータとして利用する。プロー

$$D_i = \frac{(d \quad t \quad n) \begin{bmatrix} P_d \\ P_t \\ P_n \end{bmatrix}}{ex}$$

ProbeCSVに
収められて
いるデータ
UserCSVに
収められて
いるデータ

- D_i : 感覚距離(i は利用者)
- d : 2地点間の平均走行距離(利用者全体)
- t : 2地点間の平均走行時間(利用者全体)
- n : 2地点間の平均停止・発進回数(利用者全体)
- P_d : 走行距離の重み付け(利用者別)
- P_t : 走行時間の重み付け(利用者別)
- P_n : 停止・発進回数の重み付け(利用者別)
- ex : 2地点間の移動経験値(利用者別)

図 6.6: 感覚距離算出式

ブ情報システムで取得したデータと利用者ごとの重み付けが決められた後、行列の積によって値が求められる。このように、平均化した一般的な値と、利用者によって変化する重み付けを掛けることで、利用者によって異なった値が算出される。本論文では、その算出された値を目的地まで何度訪れたことがあるかという目的地までの経験値で割ることで、感覚距離を算出する。

6.3 実車実験環境

本システムのデータを収集するために、実車実験を行った。表 6.3 に実験概要を示す。表 6.1 に示したように、車載計算機は MacBook を利用した。被験者には車載計算機を持って自動車に乗り込んでもらい、エンジンをかけると同時に、プローブ情報取得機能を動作させる。目的地を定め、目的地まで被験者の思うように移動してもらい、目的地までのデータを取得した。取得されたデータを基に、利用者別 2 地点間の感覚距離を導き出した。

6.4 まとめ

本章では、第 6.1 節で 4 つの機能の実装環境について整理した。次に、第 6.2 節で、各機能の概要を述べると共に実装の説明を行った。本機能の実装により、感覚距離を算出することが可能となった。

表 6.3: 実車実験概要

車載計算機	MacBook
実験期間	6 月 19 日から 7 月 21 日
被験者数	3 人
総エントリ数	100

次章では，本システムによって出力された感覚距離の評価を行うと共に，式の妥当性について述べる．

第7章 評価と考察

本章では、第6章までを基に、既存手法と本論文で提案した手法の評価を行う。まず、本論文での評価項目について述べる。次に評価項目に則ってシステムの評価を行う。

7.1 評価項目

本研究の目的は、物理的な距離にとらわれず、利用者が普段よく利用する場所に対応した検索を行うことである。本論文の焦点は、人間の持つ感覚距離をプローブ情報システムを利用し、感覚距離を算出することで問題の解決を目指す。本章では、提案した本システムが目的を満たすか検証を行う。本システムを評価する項目を以下に挙げる。

- 感覚距離の有用性

まず、本論文で提案した感覚距離の有用性を示す。感覚距離の定義を再確認し、本論文で用いている感覚距離がどのようなものかを示す。その上で、感覚距離を利用することの有用性を提示する。

- 式の妥当性

感覚距離の有効性を示した上で、本論文で提案した式の妥当性を示す。式の妥当性を表すために、複数の利用者の感覚距離データを提示する。複数の利用者にデータを提示してもらうことで、利用者によって異なるデータが得られたことを示す。また、得られたデータをもとに感覚距離エリアの提示も行う。

- システムの有効性の検証

本システムの有効性を検証するために、本システムを導入したサービスの利用イメージや、利用方法の検討を行う。

7.2 感覚距離の有用性

本節では、感覚距離の有用性を示す。本論文で挙げた問題を解決する手法として、本論文では人間の持つ感覚距離を用いて解決する手法を提案した。本論文で述べている感覚距離とは、ある場所からある場所までの直接的な距離を、人間の感覚で計測された距離のことを示す。

本システムを利用して、利用者別の感覚距離を出力した結果を表7.1に示す。表7.1に示すように、各利用者によって値が異なっている。表7.1の7から13番目に示す藤沢市打戻3597を基点とした時、利用者Aにとって表7.1の10番目に示すイトーヨーカドー湘南台店に移動するのは、表7.1の8番目に示す湘南台駅まで移動するのと大差がないと感じているという結果が見えた。基点からイトーヨーカドー湘南台店までは3km弱なのに対し、湘南台駅までは5km弱と約1.5倍の物

7.3. 式の妥当性

理的な距離の差はあるが、感覚距離としては差がないと言える。これは、この利用者が普段よく利用しているといったことなどから感覚距離的に近いと感じているからだと考えられる。このように、普段よく利用する道路といった情報から検索のエリアを物理的な距離にとらわれずに広げることが可能になると考えられる。そのため、感覚距離を利用することは非常に有用なことであると言える。

表 7.1: 利用者別感覚距離出力結果

	src(出発地)	dst(目的地)	User-A	User-B	User-C
1	神奈川県藤沢市 湘南台二丁目 14	神奈川県藤沢市 打戻 3597	10.74351233	28.61107399	36.89161099
2	神奈川県藤沢市 湘南台六丁目 34	神奈川県藤沢市 遠藤 4375	14.42882162	23.26528648	36.63959639
3	神奈川県藤沢市 石川 4617	神奈川県藤沢市 打戻 3597	31.13705698	27.22411396	17.33891881
4	神奈川県藤沢市 石川 635	神奈川県藤沢市 石川 635	10.18313574	34.80258589	19.49048108
5	神奈川県藤沢市 石川二丁目 1	神奈川県藤沢市 打戻 3597	11.57851348	18.01405393	31.73774756
6	神奈川県藤沢市 石川六丁目 2	神奈川県藤沢市 打戻 3597	4.692086196	19.43336196	25.73129293
7	神奈川県藤沢市 打戻 3597	神奈川県藤沢市 遠藤 5546	0.951812003	2.03587202	3.66630803
8	神奈川県藤沢市 打戻 3597	神奈川県藤沢市 湘南台二丁目 14	5.649514134	19.44611307	33.46083627
9	神奈川県藤沢市 打戻 3597	神奈川県藤沢市 石川 635	5.965290154	24.96956821	35.23490787
10	神奈川県藤沢市 打戻 3597	神奈川県藤沢市 石川六丁目 2	6.415374399	21.77299519	26.91782611
11	神奈川県藤沢市 打戻 3597	神奈川県藤沢市 湘南台一丁目 7	12.76942014	43.07202776	50.45526387
12	神奈川県藤沢市 打戻 3597	神奈川県藤沢市 大庭 5455	21.41853527	35.2741411	41.31121165
13	神奈川県藤沢市 打戻 3597	神奈川県藤沢市 辻堂神台一丁目 1	32.01295964	54.20183856	61.61109118

7.3 式の妥当性

7.3.1 算出結果による感覚距離エリア

第 7.2 節で述べたように、感覚距離を利用することで、利用者ごとに異なった検索エリアを容易に展開することが可能になる。本論文では、プローブ情報システムを利用することで、感覚距離

を算出するためのシステムを提案した。本節では、図 6.6 に示した式の妥当性を検証する。

図 6.6 の式に則って、実装を行い、自動車を利用して複数の利用者からデータを取得した。取得したデータを整理し、プローブ情報から作成された利用者全体の平均値と利用者別の重み付けを導き出した。図 6.6 の式に示すように、本論文で提案した式は、プローブ情報から取得することが出来た値の平均値をとることで、一般的な値を作成した。それに対し、個人の優先情報を掛け合わせることで、利用者独自の感覚距離を算出することを可能とした。

前節に述べている表 7.1 に示されたデータを基に、藤沢市打戻 3597 を基点とした感覚距離のエリアを示す図を利用者別に用意した（図 7.1, 7.2, 7.3）。このように、各利用者によって大きく異なる感覚距離エリアが作成された。これは、利用者自身のよく行く場所に対応する事が出来たといえる。このように、利用者ごとによってエリアが異なるということは、物理的な距離や時間というパラメータ以外にも感覚距離というパラメータを利用する有効性を示すことが出来たといえる。

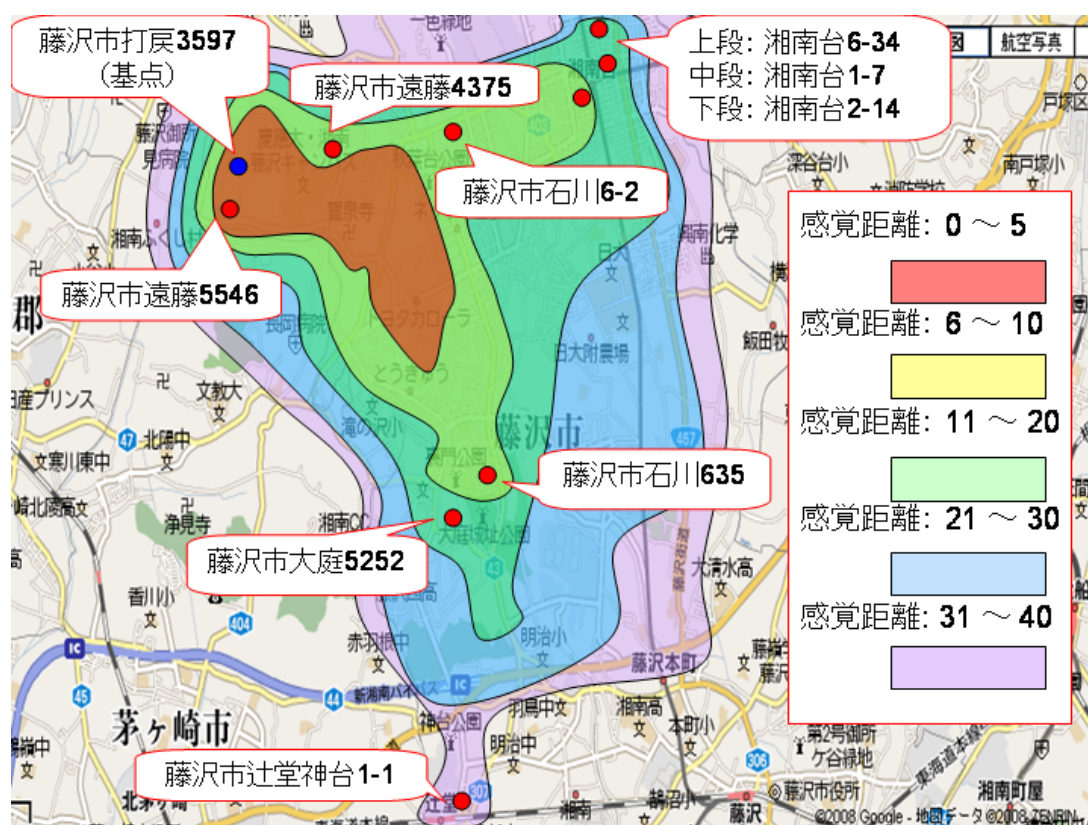


図 7.1: 感覚距離エリア (User-A)

7.3.2 ヒアリングとの比較

本システムの評価手法として、本システムで算出された感覚距離と利用者が既に持ち合わせている感覚距離との比較を行った。比較方法は基点を定め、基点から A 地点と基点から B 地点どちらが近く感じるかを利用者別に調査した。本論文では、基点を SFC に定め、以降の説明を行う。まず、図 7.4 に物理的な距離関係を示す。本論文のアプローチとして感覚距離を利用しているが、

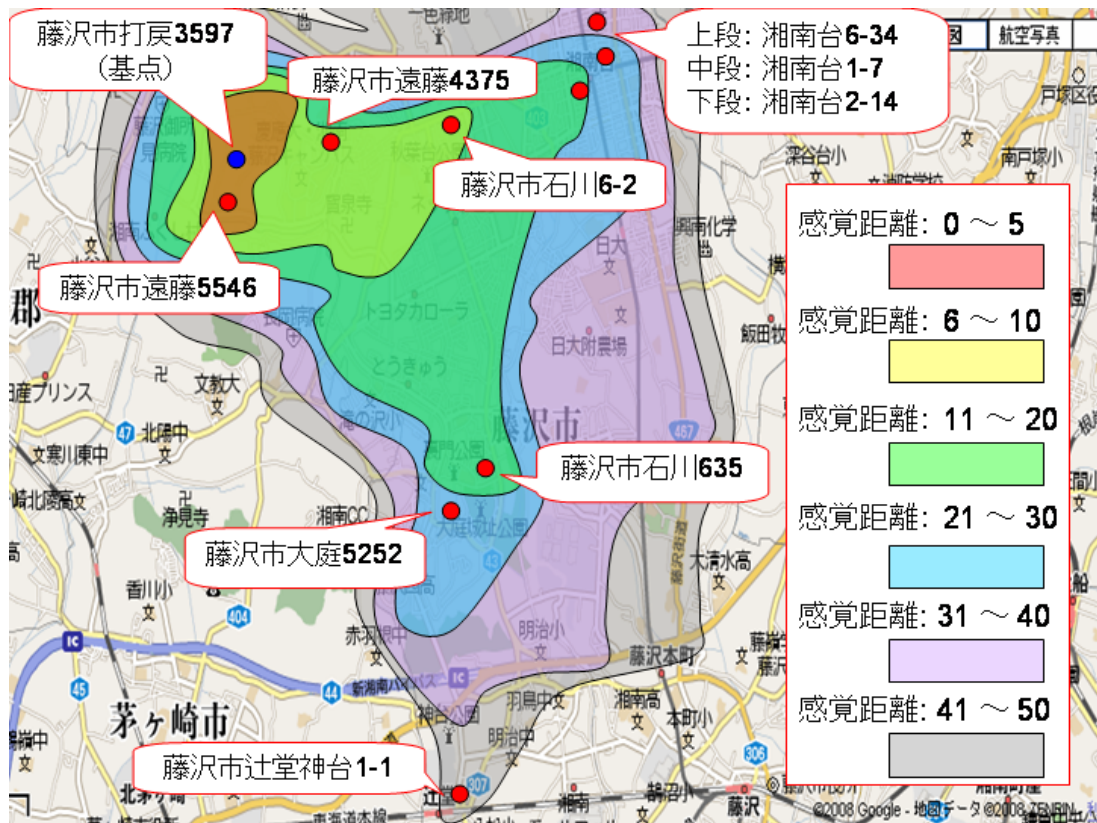


図 7.2: 感覚距離エリア (User-B)

仮に感覚距離が存在しない場合、図 7.4 に示すように、目的地 A から I が、基点からの物理的な距離に近い順番に並んでいれば全てが○になることは確実である。

次に、図 7.5 に利用者別にヒアリングした結果を示す。図 7.4 とは異なり、全てが○になることはなく、物理的な距離が遠かったとしても、感覚的には近いと感じる場所があることや、距離が離れていたとしても同じ位の距離だと感じる可能性があるということを図 7.5 から読み取ることが出来る。このことから、図 7.5 に示すように、利用者はそれぞれ異なった感覚距離を持っていることが分かった。

次に、図 7.6 にヒアリング結果と本システムによって算出された感覚距離の対比を示す。図 7.6 の上図で太枠に囲まれている部分が、利用者ヒアリング時に物理的な距離と感覚距離に差が生まれた部分である。図 7.6 の下図が本システムによって導き出された感覚距離で作成された表で、太枠に囲まれた部分が上図のヒアリング結果と合致した部分である。図 7.6 に示すように、本システムで導き出した感覚距離と利用者へのヒアリング結果のほとんどが合致できたと言える。

最後に、図 7.6 を基に、利用者ごとの合致率を導き出し、考察を行う。表 7.2 は、利用者ごとの総エン트리数が 50 の時、100 の時の合致率を示したものである。エン트리数は User-A が一番多く、User-B が一番少ない、User-C がその間ぐらいとなっている。

各利用者において、総エン트리数が 50 の時と 100 の時ではエン트리数が増加している。利用者ごとのエン트리数が増加した結果、全ての利用者において合致率が向上するということが明らかになった。このことから、個人におけるデータのエン트리数が増えると合致率が向上するという傾向が見られた。

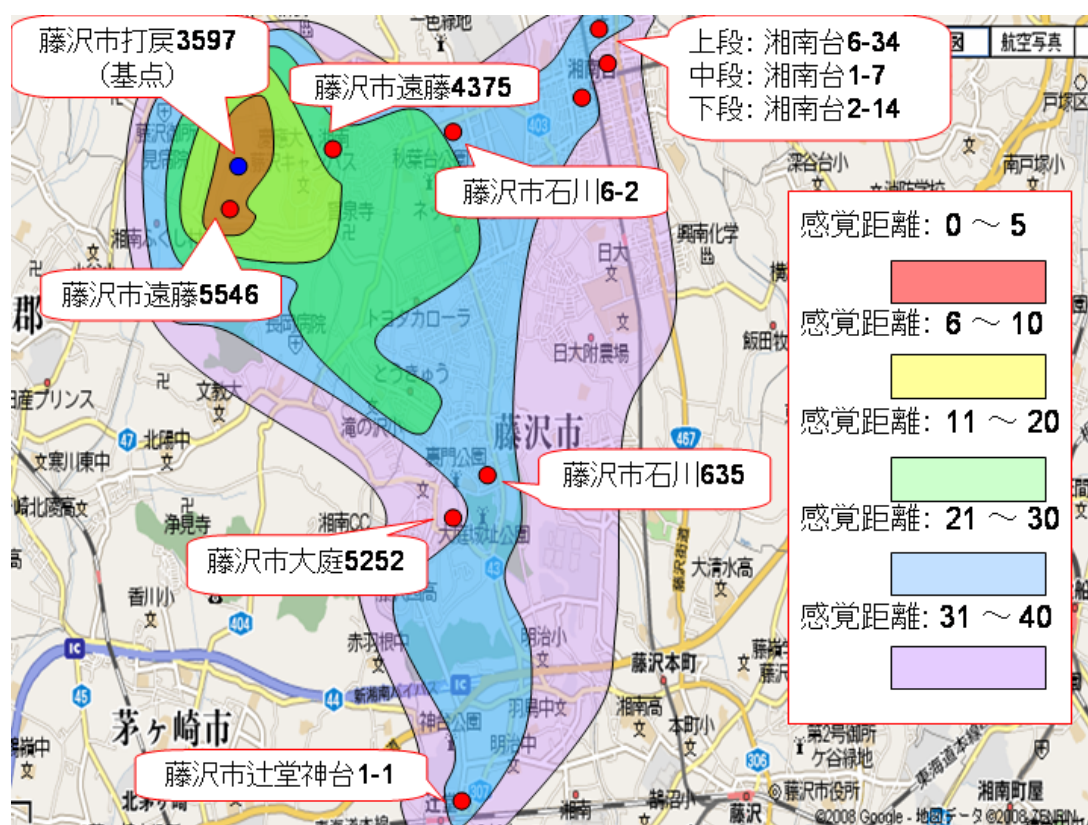


図 7.3: 感覚距離エリア (User-C)

表 7.2: 利用者別合致率

	50(総エントリ数)	100(総エントリ数)
User-A	82.15%	94.44%
User-B	59.34%	61.11%
User-C	75.0%	80.56%

本実験はSFC周辺で行い、SFCに通う学生に行ってもらった。その結果、実験以前の移動経験が長いこと、経験回数の反映が想定と異なることが原因で、ヒアリング結果と算出結果の間に乖離が出来るということも分かった。また、本論文で提案した手法は、プローブ情報から2地点間の移動に関するデータを一般化して利用している。そのため、積極的な参加者の行動履歴が一般化されたデータ集合に強く影響されるということもわかった。以上2点は、今後の展開として、検討すべきだといえる。

7.4 システムの有効性の検証

本節では、システムの有効性の検証を行う。本システムを実装したことで、プローブ情報から2地点間の一般的な平均値のデータや、利用者の運転履歴とプローブ情報から作成された平均値

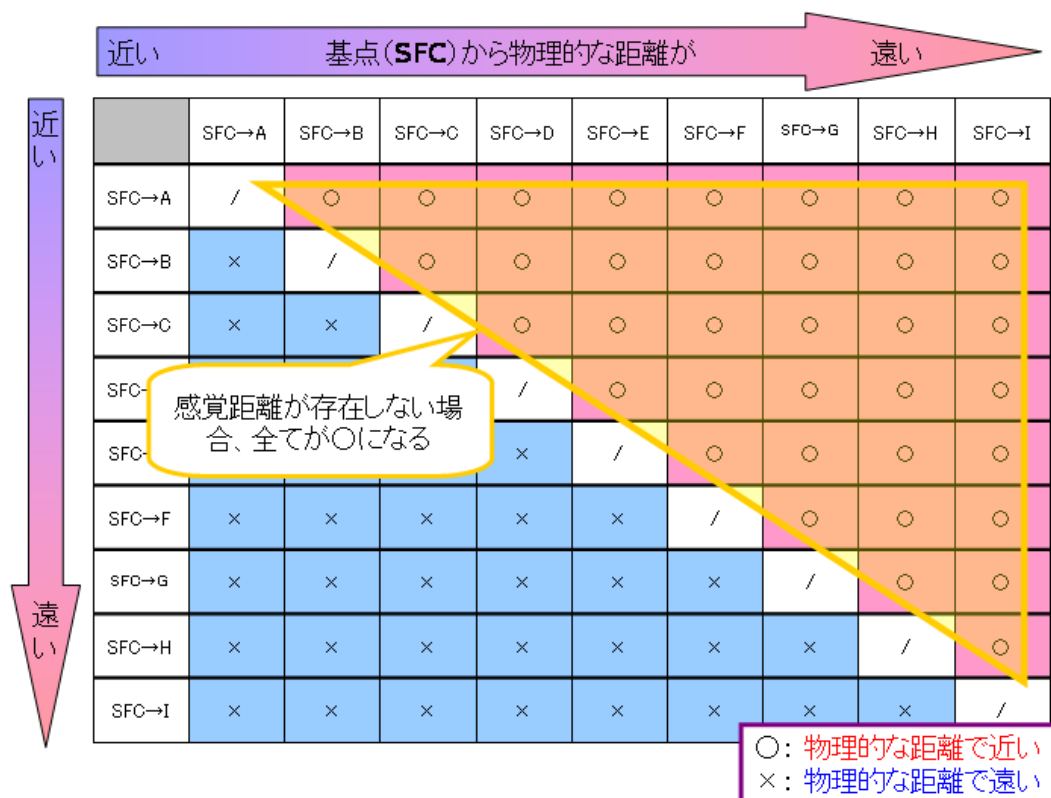


図 7.4: 物理的な距離関係

データを比較し、利用者の運転時の特徴を知ることが可能となった。また、それらの情報を利用して、感覚距離を算出することが可能となった。

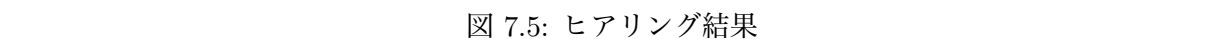
第3.3節で述べていた不要な出力結果数の減少についてだが、本論文内では、感覚距離を算出するところまで実装を行ったため、出力結果数については評価を行うことが出来なかった。

本システムによって導きだされた感覚距離は、第2章でも挙げているような検索サービスのパラメータとして利用することを目的としている。しかし、検索サービス以外でも、感覚距離を用いたサービスを行うことが可能となる。例えば、カーナビに本システムを組みこむことで、現在地から感覚距離いくつかの範囲といった形で指定することで、目的地までのナビゲーションサービスを行うことも可能となる。

このように、本システムを利用し、感覚距離を様々なサービスで運用することで、利用者個人に則ったサービスを容易に行うことが可能となると考えられる。

7.5 まとめ

本章では、感覚距離の有用性を示し、その上で式の妥当性を示した。一般的な値と利用者別の値を利用することで、利用者にとってカスタマイズされた値が出力され、利用者ごとによって異なる値が出力される。そのため、本論文で提案している感覚距離を算出する式は妥当であるといえる。



以上のことから，本章では，本論文で提案した感覚距離算出システムの有効性を示すことが出来たと考えられる．次章は，本論文のまとめと今後の展望について述べる．

・ヒアリング結果

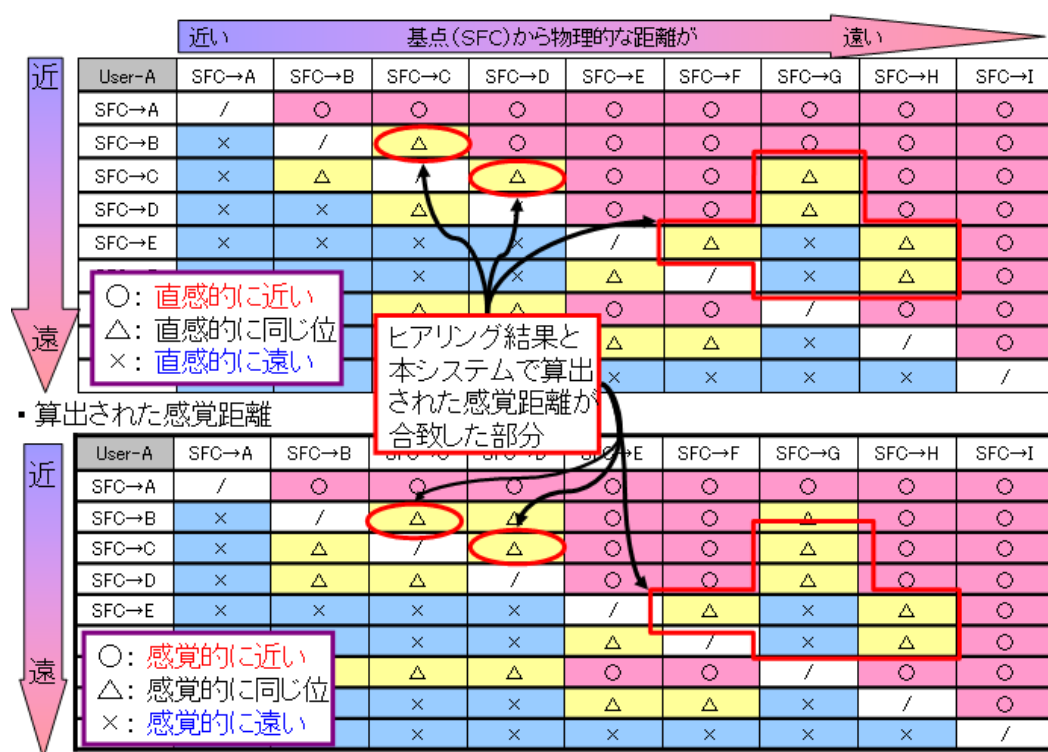


図 7.6: ヒアリング結果と算出された感覚距離の対比

第8章 結論

本章では、本論文のまとめと今後の課題について述べる。

8.1 まとめ

本論文では、既存の位置情報や地図を使ったサービスにおける問題点について、感覚距離をパラメータとして利用するというアプローチから解決を図った。そして、本研究によって、プローブ情報システムを利用し、自動車から取得した情報から感覚距離を算出することが可能となった。

既存の位置情報や地図を使ったサービスが抱える問題は大きく分けて2つの問題に分けることが出来る。1つは物理的な距離にのみ基づいて検索が行われる事である。ある基点を中心とし、そこから半径数キロという物理的な距離のみが考慮された検索しか行うことが出来ない。そのため、検索範囲内に少しでも物理的な距離が足りない場合は、検索結果として出力されることはほとんど無く、利用者が望む結果を導き出せない可能性がある。

もう1つの問題として、サービス利用者がよく訪れる場所を考慮する事が出来ず、万人に共通の検索結果が導き出されるということである。また、それに伴い不要な情報も多数出力されるという問題がある。今後、様々なサービスは利用者個人にとってよく訪れる場所の結果が優先的に導き出されるようになっていたり、サービス利用者自身によってカスタマイズされた結果が出る事が望ましいと考えられる。しかし、現状のサービスではカスタマイズされたりすることなく、同じ検索ワードを利用した場合は全て同じ結果が導き出されてしまう。

これらの問題に対し、本研究はプローブ情報システムを用い、自動車から取得した情報から感覚距離を導き出す手法を提案し、設計、実装、評価を行った。感覚距離は、自動車から取得した移動距離・移動時間・停止回数のデータを元に作成される利用者全体の2地点間の平均値情報と、その平均値情報に対応する利用者別の重み付け、利用者別道路経験値から作成した。

本手法により、感覚距離が算出可能になったことで、検索などの様々なサービスのパラメータの1つとして感覚距離を利用することが可能になった。これに伴い、本システムによって算出された感覚距離をパラメータの1つとして利用することで、利用者にとって異なる検索エリアを提供することが出来ることを確認した。つまり、各利用者別の検索結果を表示することが可能になったと考えられる。

更に、感覚距離をカーナビなどのナビゲーションサービスにパラメータとして利用することで、将来的には、普段よく運転する場所を通って帰るといったナビゲーションサービスを展開させることが可能となると考えられる。それ以外にも人間の生体情報を同時に利用して、ドライバーにとって疲れないルートの検索を行うことが期待される。

以上のように、検索サービスだけに限らず、様々なサービスに感覚距離を導入することで、より利用者にカスタマイズされたサービスの展開が可能になると期待される。

8.2 今後の課題

今後の課題として、算出された感覚距離を利用したアプリケーションの作成、実用性の検討、セキュリティへの対応などが挙げられる。本システムにより、もとめられた感覚距離を利用する方法は多数存在すると考えられる。そのため、本システムで提案した感覚距離をパラメータとしたサービスの展開やアプリケーションの作成を行う必要があるといえる。

また、本論文ではある2地点間を直接的に結んでおり、その間の距離をプローブ情報システムを利用して算出したものを感覚距離とした。本文中にも示したが、将来的には2地点間の距離を細かく区分けることで、より詳細な経路情報を各場所に対して割り振ることで、より詳細に感覚距離を算出することが可能になると考えられる。そのため、今後の課題として、2地点間を直接的に結ぶだけでなく、細かく区分けされた状態のより詳細な感覚距離を算出する手法を検討することも課題だといえる。

謝辞

本論文の作成にあたり、御指導いただきました慶應義塾大学環境情報学部教授 村井純博士，同大学環境情報学部教授 中村修博士，同大学環境情報学部准教授 植原啓介博士に深く感謝いたします。

本論文にとどまらず，研究のご指導をいただいた慶應義塾大学環境情報学部准教授 楠本博之博士，同大学環境情報学部専任講師 重近範行博士，同大学環境情報学部専任講師 Rodney D. Van Meter 博士に感謝致します。

また，本論文の全般をととして，ご指導と助言をいただきました，慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科准教授 朝枝仁博士，Toyota ITC Senior Researcher 兼同大学大学院政策・メディア研究科講師 湧川隆次博士，同大学大学院 政策・メディア研究科助教 佐藤雅明氏，クウジット株式会社 三屋光史朗博士，ソニー・エリクソン・モバイルコミュニケーションズ株式会社ならびに同大学大学院政策・メディア研究科博士課程 杉本信太氏，同大学大学院政策・メディア研究科博士課程 岡田耕司氏，に感謝いたします。

何度も研究発表の場を設けていただいた，新ロケーションプラットフォームワーキンググループのメンバーの方々に感謝致します。

日々研究の指導と共にご飯友達としてご助力いただいた同大学大学院政策・メディア研究科博士課程 石原知洋氏，同大学大学院政策・メディア研究科博士課程 海崎良氏，同大学大学院政策・メディア研究科博士課程 堀場勝広氏，同大学大学院政策・メディア研究科博士課程 久松剛氏，同大学大学院政策・メディア研究科博士課程 工藤紀篤氏，同大学大学院政策・メディア研究科博士課程 松園和久氏，に監視致します。

いつも研究を助けていただいた同大学大学院理工学研究科 寺内大起氏，同大学環境情報学部 六田佳祐氏，同大学総合政策学部 中里恵氏，同大学総合政策学部 永山翔太氏，同大学環境情報学部 波多野敏明氏，同大学環境情報学部 鶴飼佑氏，同大学環境情報学部 澤田暖氏に感謝します。

同じ時期に本論文を書いて，互いの論文を参考にし不備を指摘しあった同期の友人松谷健史氏，遠峰隆史氏，中井彦一郎氏，に感謝致します。

また，一時的に同じ時期に本論文を書き，先立って修了していった水谷正慶氏，Achmad Basuki 氏，大薮勇輝氏，荳阪浩輔氏，徳田英隼氏に深く感謝致します。

本論文の作成にあたって御協力していただいた WIDE プロジェクト インターネット自動車ワーキンググループの皆様，igeoid ワーキンググループの皆様，慶應義塾大学 徳田・村井・楠本・中村・高汐・重近・バンミーター・植原・三次・中澤合同研究室の皆様，に感謝致します。

とくに，週1回のミーティングにおいて本論文を書くに当たっての相談を聞いていただき，適切なアドバイスを与えて下さったインターネット自動車研究グループの皆様に感謝致します。

ストレス解消の場としてステージを提供してくれた元ロック研究会の部員の皆様に感謝します。元ロック研究会に入っていて良かったと今では心からそう思います。中でも，一緒にバンドを組んでライブをやってくれたメンバーには感謝の気持ちで一杯です。

そして，本修士論文を書く上で良質の音楽を提供してくれた全てのアーティストに感謝します。

8.2. 今後の課題

とくに、僕の青春時代を支えてくれた X JAPAN のメンバーには深く感謝します。2007 年 10 月に復活が決まり、怒濤の復活劇を飾った 3 月の東京ドーム 3Days, ゴールデンウィークに行われた hide memorial summit 2Days, 新たに書き上げられた曲「I.V.」, 「Without You」, これら全てが無ければ、この修士論文を書き上げることは出来なかったと言えます。ネオヴィジュアル系ベーシスト, HEATH. 縁の下の力持ち, ギターの PATA. 天国から見守ってくれているギターの hide. サポートギターとして hide 亡き後を引き継いでいる SUGIZO. ボーカリストとして永遠のあこがれ, Toshi, そして我らが大将, ドラムの YOSHIKI. 改めて X JAPAN のメンバー, そして運命共同体と言われている X JAPAN の FUN に感謝します。

最後に、常に支え続けてくれている家族・親戚一同に深く感謝致します。

以上を持って、謝辞と致します。

参考文献

- [1] IEEE Std 802.11a 1999. *Supplement to IEEE standard for information technology - telecommunications and information exchange between systems - local and metropolitan area networks - specific requirements. Part 11: wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY)*. Institute of Electrical and Electronic Engineers, Inc., New York, NY, 1999.
- [2] IEEE Std 802.11b 1999. *Supplement to 802.11-1999, Wireless LAN MAC and PHY specifications: Higher speed Physical Layer (PHY) extension in the 2.4 GHz band*. Institute of Electrical and Electronic Engineers, Inc., New York, NY, 1999.
- [3] IEEE Std 802.11g 2003. *IEEE 802.11g-2003 IEEE Standard for Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications - Amendment 4: Further Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band*. Institute of Electrical and Electronic Engineers, Inc., New York, NY, 2003.
- [4] 総務省 情報通信政策局. 平成 18 年通信利用動向調査報告書 世帯編, April 2008. http://www.johotsusintokei.soumu.go.jp/statistics/pdf/HR200700_001.pdf.
- [5] 総務省. 事業用電気通信設備規則, November 2007. <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S60/S60F04001000030.html>.
- [6] Google maps, July 2008. <http://maps.google.com>.
- [7] Yahoo!地図情報, July 2008. <http://map.yahoo.co.jp>.
- [8] Live search maps, July 2008. <http://maps.live.com/>.
- [9] ちず窓 2.0 β , July 2008. <http://chizumado.jp/>.
- [10] 地図日記 2, July 2008. <http://chizunikki.com/>.
- [11] O'reilly – what is web2.0, July 2008. <http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>.
- [12] Google maps api, July 2008. <http://code.google.com/apis/maps/>.
- [13] i エリア, July 2008. <http://www.nttdocomo.co.jp/service/location/iarea/>.
- [14] Mapserver, January 2008. <http://mapserver.gis.umn.edu/>.

- [15] グーパス, July 2008. <http://www.goopas.jp/>.
- [16] Map.one, July 2008. http://blog.mapion.co.jp/release/2006/11/061122_6981.html.
- [17] 駅探, July 2008. <http://ekitan.com/>.
- [18] イマドコサーチ, July 2008. <http://www.nttdocomo.co.jp/service/location/imadoco/>.
- [19] Ez ナビウォーク, July 2008. http://www.au.kddi.com/ezweb/service/ez_naviwalk/.
- [20] WIDE project, July 2008. <http://www.wide.ad.jp/>.
- [21] InternetCAR project, July 2008. <http://www.icar.wide.ad.jp/>.
- [22] 逆ジオコーディングサービス / refits lab., July 2008. <http://refits.cgk.affrc.go.jp/tsrv/jp/rgeocode.html>.