

平成25年度

筑波大学情報学群情報科学類

卒業研究論文

題目

位置情報を利用した携帯端末への音声情報配信

主専攻 ソフトウェアサイエンス主専攻

著者 河越 嵩介

指導教員 田中 二郎 志築 文太郎 高橋 伸 三末 和男

要 旨

近年インターネットにアクセスできる端末の普及により、状況を問わず大勢の人々が簡単に情報を得ることができるようになった。従来の情報の取得方法は、主にインターネット上での取得と実世界からのアクセスの2点に大別することができる。しかし、これらは主に明確な目的を持っている人が利用する 경우가ほとんどである。明確な目的を持っている人は、キーワード検索を利用して絞り込み作業を行うが、明確な目的を持っていない人にはその絞り込み作業を行う明確な目的やモチベーションがない。明確な目的を持っていない人に対して有効な、携帯端末向けの情報の配信の仕方にモバイル広告というものがある、しかし、これは端末を支持して画面を確認しなければならないので、広告を見る人は行動を制限され、またその画面占有率の高さに嫌悪感を示す人も少なくない。そこで本研究では、これらの問題点を改善し、明確な目的を持っていない人を対象とした情報配信を目的とする。これに基づき、情報の配信の仕方として、位置情報を利用して携帯端末を通じたイヤホンから音声を再生させるシステムを開発した。音声を利用することで、画面を注視しないアイズフリーのシステムを構築できる。この結果、利用者は能動的な情報の取捨選択を強いられることもなく、同時に行動を制限されることも、阻害されることもなくシステムを利用することが可能になる。利用者は本システムを起動して屋外を歩くことで、ストリーミング再生された音声を聞くことができる。また利用者には価値の高い適切な情報を配信するために、利用者の位置情報と配信エリアとの状態を3種類（ある1つのエリアの中にいるとき・2つ以上のエリアの中にいるとき・どのエリアの中にもいないとき）に場合分けし、それぞれについて異なる処理を行った。本論文内でその処理について述べる。

目次

第 1 章	序論	1
1.1	情報の取得	1
1.2	情報の価値と位置情報	1
1.3	本論文の構成	2
第 2 章	本研究の目的とアプローチ	3
2.1	情報を取得する人のモデル	3
2.1.1	明確な目的を持っている	3
2.1.2	明確な目的を持っていない	3
2.2	モバイル広告	4
2.3	本研究の目的	4
2.4	本研究のアプローチ	4
第 3 章	情報配信システム	6
3.1	システム概要	6
3.2	システム利用の流れ	6
3.3	配信する音声情報	6
3.4	配信エリア	6
3.4.1	ある 1 つのエリアの中にいるとき	7
3.4.2	2 つ以上のエリアの中にいるとき	7
3.4.3	どのエリアの中にもいないとき	8
3.5	想定する利用シナリオ	9
第 4 章	プロトタイプシステムの実装	10
4.1	開発環境	10
4.2	携帯端末の実装	10
4.2.1	アプリケーションインタフェース	10
4.2.2	位置情報の取得	13
4.2.3	進行方向の方位の取得	13
4.3	Hubeny の公式	14
4.4	線分と円の交差判定	14
4.5	緯度経度-平面直角平面座標変換	16
4.6	10 進数を 60 進数に変換	16

第 5 章	関連研究とサービス	18
5.1	位置情報を用いて情報を提供する研究	18
5.2	音声に位置情報を対応づける研究	18
5.3	音声を利用してアイズフリーなシステムを構築する研究	19
5.4	本研究の位置づけ	19
第 6 章	まとめと今後の課題	20
	謝辞	21
	参考文献	22

目 次

3.1	システム利用の流れ	7
3.2	中心地に近づくとき	8
3.3	中心地から離れるとき	8
3.4	エリアの重畳部分の境界線	8
3.5	どのエリアの中にもいないとき	9
4.1	1つのエリアの中にいるときの画面例	11
4.2	2つ以上のエリアの中にいるときの画面例	11
4.3	フローチャート図	12

第1章 序論

1.1 情報の取得

近年、携帯端末の普及により状況を問わず大勢の人々が、場所や時間に左右されず簡単にインターネットに接続することができるようになってきている。また GPS を始めとした携帯端末に搭載される様々なセンサを利用して、利用者の位置や状態に適したサービスを提供する様々なアプリケーションが普及してきている。携帯端末の所持者は、これらを利用することで簡単に情報を得ることができるようになった。

従来の情報の取得方法は、主にインターネット上での取得と実世界からのアクセスの2点に大別することができる。インターネット上での取得としては、検索エンジンの利用や Web 広告からの取得が挙げられる。一方実世界からのアクセスとしては、QR (Quick Response) コードや携帯端末を用いた拡張現実 (Augmented Reality) の利用による取得が挙げられる。

これらは主に利用者が明確な目的を持って利用する場合がほとんどである。しかし不意な空き時間を有効に使いたいときや無計画で出歩いているときなど利用者が明確な目的を持っていない場合、これらの取得法は必ずしも適していない。

そのため、本研究では明確な目的を持っていない人への情報の配信の仕方を考える。

1.2 情報の価値と位置情報

同じ情報でも、その情報を受け取る側の位置でその情報の価値が変わることがある。例えば、遠く離れた街にあるお店のタイムセールなどの情報は、その近辺に住む人にとってこそ有効な情報である。何故なら、そのお店が余程希少価値の高い商品を取り扱っている場合等でなければ、そのお店には近辺に住む人しか行かないからである。また行く予定のない隣の件の交通情報などもそうである。行く予定のある人にとっては今後の予定を立てる際に有効に働くが、そうでない人にとってはあまり価値がない。

このように情報の内容と情報を受け取った位置があまりに離れていると、受け取った側はその情報を即座に生かすことができない可能性が十分に考えられる。逆に、情報の内容と情報を受け取った位置が近ければ近いほど、受け取った側はその情報を即座に利用することができる。

よって本研究では、情報を受け取る側との距離が近い内容の情報を扱う。

1.3 本論文の構成

本論文は本章を含め 6 章で構成されている。第 2 章では現状の問題点を述べ、本研究の目的とアプローチについて述べる。第 3 章では本研究で開発したシステムの概要について述べ、第 4 章ではプロトタイプシステムの実装について述べる。そして、第 5 章では関連研究について述べた後、最後の第 6 章で本研究の結論と今後の課題を述べる。

第2章 本研究の目的とアプローチ

本章では、本研究の対象者を明確にし、その後本研究の目的とアプローチについて述べる。

2.1 情報を取得する人のモデル

情報を取得する人のモデルについて、人が明確な目的を持っている場合と持っていない場合とに分けて、それぞれについて特徴をみていく。

2.1.1 明確な目的を持っている

明確な目的を持っている人の例を考える。例えば、ある人が“イカ墨パスタ”を食べたいとすると、その人は検索エンジンを利用して絞り込み検索を行う。この際用いられる検索ワードは、“イカ墨パスタ”である。この結果得られる情報としては、“イカ墨パスタのレシピ”、“イカ墨パスタを提供しているお店”などが挙げられる。これらの情報を手に入れたその人は、“イカ墨パスタのレシピ”を元に自分でイカ墨パスタを作るか、または“イカ墨パスタを提供しているお店”を元にそのお店に行くかして、イカ墨パスタを食べることができる。

このようにして明確な目的を持っている人は、その目的に関するキーワードを元に絞り込み検索を利用することでそのキーワードに関する情報をいくつか取得する。その後、その複数の情報の中から自分の目的に適った情報を利用して目的を達成することができる。

2.1.2 明確な目的を持っていない

明確な目的を持っていない人の例を考える。例えば、勘違いなどで不意な空き時間が発生したり、無計画に出歩いているときなどには、何かがしたいと思うことがある。しかし、明確な目的を持っていない人には絞り込み作業を行う基準となる明確な目的やモチベーションが存在しないため、キーワードの入力による絞り込み検索を行うことは難しい。

明確な目的を持っていない人にも潜在的な欲求は存在するが、潜在的な欲求はその人自身が意識出来ていないこともあり、自ら明示的に表現することは難しい。しかし、誰かの行動や発言につられて、自分の中に眠っていた潜在的な欲求が表面化することがある。例えば、テレビで誰かが美味しそうに食事をしている場面を見て、自分も食欲が湧いてきたりする。また誰かが病院に行くと話していることを聞いて、自分も病院に行く必要があることを思い出したりする。

そこで、そういった潜在的な欲求を満たすため、明確な目的を持っていない人へ価値の高い情報を配信する。価値の高い情報の1つとして、受信者がいる場所と関連が高い情報があり、そのような情報

であれば情報を受け取った側が即座に利用できる可能性が高い。例えば、隣の県で営業しているレストランの情報を配信されたとしても、即座にその場所へ行くことは難しい。しかし、現在地から 500m 程の場所の情報であれば、即座にその場所へ行くことができる。

このように不意な空き時間が発生したり、無計画に出歩いているときに、明確な目的を持っていない人に対して価値の高い情報を配信する有用性はある。

2.2 モバイル広告

明確な目的を持っていない人に対して有効な、携帯端末向けの情報の配信の仕方にモバイル広告というものがある。モバイル広告とは携帯端末向けに配信されるインターネット広告のことをいう。モバイル広告は、パソコン向けのインターネット広告よりも効果が高いとされる。これは、携帯端末のディスプレイが小さく画面の中で広告の占める割合が大きくなることや、常に持ち歩くためであると考えられている。

モバイル広告の形態としては、検索エンジンの検索結果画面に表示される検索エンジン連動型広告（PPC 広告）や、ポータルサイトやブログなどに掲載されるバナー広告、成果報酬型のアフィリエイト広告、メール広告など、PC 向けインターネット広告と同様の形態が利用できるものが多い。一方で、ユーザーの位置情報を測位して広告を配信する、位置連動型広告など、モバイルの特性を活かした広告もある。

2.3 本研究の目的

既存システムでのほとんどが、利用者によるなんらかの絞り込み作業を必要としているが、明確な目的を持っていない人には絞り込み作業を行う基準となる明確な目的やモチベーションが存在しない。検索エンジンを利用したキーワード検索はその顕著な例であるが、明確な目的を持っていない利用者によるキーワードの入力は難しい。また絞り込みによる能動的な情報の取捨選択は利用者に疲労感を与えることが明らかにされている [2]。元々明確な目的やモチベーションが存在しない利用者さらに疲労感を与えてしまうと、利用者システムを利用してもらうことそのものが難しくなる。

モバイル広告といった携帯端末向けの広告は明確な目的を持っていない人に対して有効な面もあるが、端末を支持して画面を確認しなければならないため、移動中での利用には適していないし、利用者は行動を制限される。さらにその画面の占有率の高さに嫌悪感を示す人も少なくない。

本研究ではこれらの問題点を改善し、明確な目的を持っていない人を対象とした情報配信を目的とする。

2.4 本研究のアプローチ

2.3 で述べた問題点を解決するために本研究では、位置情報を利用して、携帯端末を通じたイヤホンから音声を再生して情報を配信することを提案する。携帯端末は位置情報を取得するセンサを備えているので位置情報を取得するのに適している。利用者の位置情報に基づいた価値の高い情報を利用者

に配信することで、利用者の潜在的な欲求を満たす。

音声を利用することで、画面を注視しないアイズフリーのシステムを構築できる。この結果、利用者は能動的な情報の取捨選択を強いられることもなく、同時に行動を制限されることも、阻害されることもなくシステムを利用することが可能になる。音声の再生についてはストリーミング再生を採用し、情報を配信するエリアの切り替え・拡張を施す手法を提案する。

第3章 情報配信システム

本章では、本研究で提案する情報配信システムについて述べる。

3.1 システム概要

本システムは、スマートフォン上で動作可能なアプリケーションであり、イヤホンを装着した状態で屋外での歩行中の利用を想定している。配信される情報はそれぞれ固有のエリアを持っており、利用者がそのエリアの中に侵入すると、該当する音声再生が再生され聞くことができる。

3.2 システム利用の流れ

利用者は本システムを起動し、移動することでイヤホンを通じて再生された音声を聞くことができる。システム利用の流れを図 3.1 に示す。

3.3 配信する音声情報

本システムで扱う音声はストリーミング方式を用いている。音声の長さについては1分以内を想定している。これはある情報を伝えるためにはそれなりの時間が必要であり、なおかつ利用者が移動中に聴き終わられる長さにする必要があるためである。

再生される音声情報の例としては、店の宣伝・イベントの告知等が挙げられる。

3.4 配信エリア

本システムでは配信される情報はそれぞれ固有のエリアを持っている。エリアの形は円形であり、半径は100m程を想定している。また円の中心地には配信される情報の配信元を想定している。例えば、再生される音声情報が店の宣伝であれば、エリアの円の中心地はその店となる。

利用者にとって適切な情報を配信するために、利用者の位置情報と配信エリアとの状態を3種類（ある1つのエリアの中にいるとき・2つ以上のエリアの中にいるとき・どのエリアの中にもいないとき）に場合分けした。利用者がエリアの中にあるかどうかは、携帯端末の位置情報と配信エリアの中央座標を比較し、その距離が配信エリアの半径より小さい場合、エリアの中にあると判断している。位置情報の取得は、2秒経過し、かつ利用者が3m移動した場合に行われる。次に、利用者の位置情報と配信エリアとの3種類の状態について説明する。

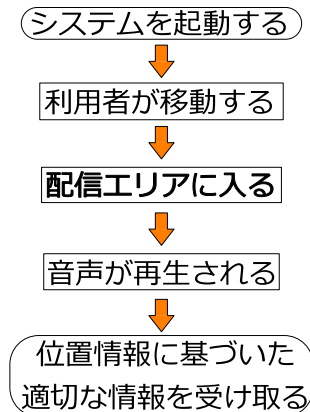


図 3.1: システム利用の流れ

3.4.1 ある1つのエリアの中にいるとき

利用者がある1つのエリアの中にいるとき、そのエリアの音声は自動でストリーミング再生される。利用者がいるエリアの中心座標から離れていく場合、徐々に音量を小さくさせてフェードアウトさせる。利用者が離れた後でエリアの中心座標に近づく場合は、音量を元に戻す。利用者がエリアから外に出ると、音声が停止する。

利用者がエリアの中心座標から離れていくかどうかの判断は、利用者とエリアの中心座標との距離を用いて行っている。取得した利用者とエリアの中心座標との距離が、前回取得したものより大きくなっていけば、利用者がエリアの中心座標から離れていくと判断している（図 3.2、図 3.3 を参照）。図 3.1、図 3.2 における小さな白い点と黒い点は、それぞれ利用者が過去にいた位置と現在いる位置を表している。またそれらの円と中心座標間の矢印に関しては、

利用者が配信エリアの中心座標に近づくまでは、利用者に確実に音声情報を配信したいので音量の変更は行わない。一方で、利用者が中心座標から離れていくときに徐々に音量を小さくさせてフェードアウトさせるのは、利用者がそのエリアの音声情報に興味が無ければそれが聞こえなくなるようなシステムの方が適切であり、また仮に興味があるならばこうすることでエリアの中心座標から離れていることを利用者に伝えることができる。

3.4.2 2つ以上のエリアの中にいるとき

2つ以上のエリアの中にいるとき、利用者の現在位置とエリアの中心座標の距離が最も近いエリアの音声は自動でストリーミング再生される。ただしそのエリアの再生範囲は 3.3.1 の場合とは異なり、それぞれのエリアが重畳している部分の境界線は、各エリアの中心座標からの等距離の直線となる（図 3.4 参照）。またエリアの中心座標から離れていく場合は 3.4.1 同様に、徐々に音量を小さくさせてフェードアウトさせる。利用者がエリアから外に出ると、音声が停止する。

街中で店が多数立ち並ぶような環境下では、配信エリアの重畳が発生する可能性は非常に高い。し

中心地に近づくとき

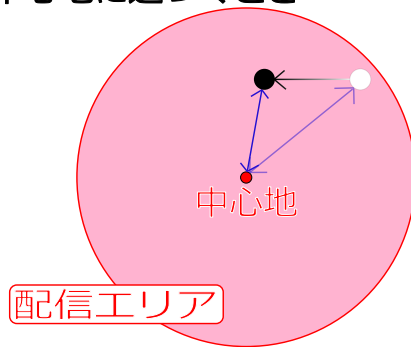


図 3.2: 中心地に近づくとき

中心地から離れるとき

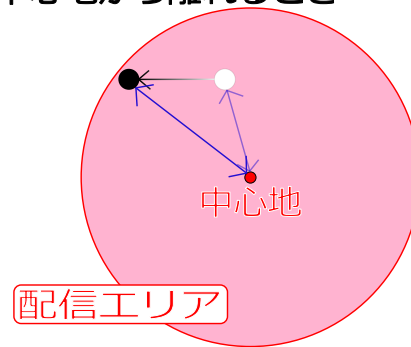


図 3.3: 中心地から離れるとき

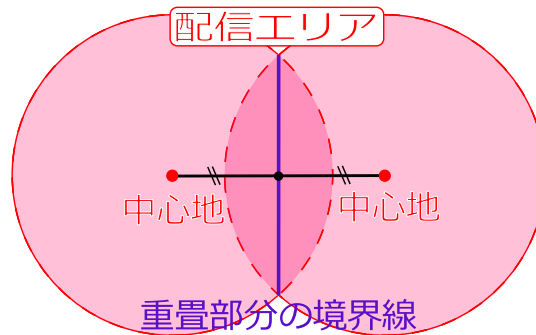


図 3.4: エリアの重畳部分の境界線

かしくのようにエリアの重畳部分の境界線を設定すれば、複数の配信エリアの中から利用者は現在地に一番近い適切な音声情報を取得することができる。

3.4.3 どのエリアの中にもいないとき

どの配信エリアの中にもいないとき、原則として音声は再生されない。ただし、利用者が移動中である場合には、一定時間後に利用者の存在する場所を推定し、そこが配信エリアの中であった場合、音声は自動でストリーミング再生される。もし一定時間後に利用者の存在する場所が2つ以上の配信エリアの中だった場合は、3.4.2と同様に、利用者の現在位置とエリアの中心座標の距離が最も近いエリアの音声再生される。エリアの重畳部分の境界線についても同様で、各エリアの中心座標からの等距離の直線となる。また一定時間後に利用者の存在する場所がエリアの中にいるときは音量の変更は行われない。

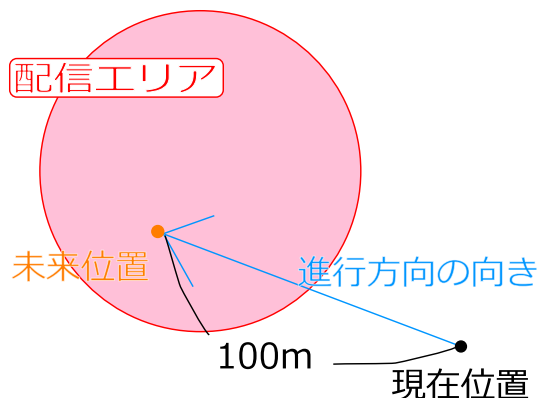


図 3.5: どのエリアの中にもいないとき

今回は利用者の位置座標から利用者の進行方向へ 100m 離れた座標を、一定時間後に利用者が存在する場所として推定している（図 3.6 参照）。こうすることで、利用者は気になった音声情報があれば真っ直ぐ進行するだけでその音声を聴き続けることができ、止まってもその情報が配信されるエリアに入っていくことができる。

また、エリアの半径を大きくした場合と比較すると、単にエリアの半径を大きくしただけではエリアから遠く離れたところでも利用者の位置から遠すぎる関係のない音声情報が再生され続けることになる。一方で本システムの手法では、エリアの拡張は利用者の方向に対してのみ適用される。こうすることで現在いる配信エリアから離れていくときは比較的スムーズに離れることが可能になり、遠すぎる関係のない音声情報が再生されることはない。

3.5 想定する利用シナリオ

帰宅途中の A さんは本システムを起動して携帯端末をポケットにしまい、イヤホンを装着する。配信エリアに侵入した歩行中の A さんの耳に、ある音声流れる。その音声の内容は、A さんの今いる場所から近いところにあるスーパーマーケットのタイムセールについての情報だった。丁度今日の夕飯についてノープランだった A さんは、意気揚々とスーパーマーケットに向かうのであった。

第4章 プロトタイプシステムの実装

本章では、提案した情報配信システムのプロトタイプシステムの実装について述べる。

4.1 開発環境

本システムは、モバイル端末を用いて実装を行った。モバイル端末として Android 端末である Galaxy Note を使用した。そして、Android SDK¹ を用いて、Android4.0.3 以上で動作する Android アプリケーションとして実装した。プログラミング言語は、モバイル端末と計算機の双方において Java を用いた。その際に、統合開発環境として eclipse² を使用した。位置情報の取得に Android 端末の GPS を用い、得られた座標から Hubeny の公式を用いて実世界距離を算出した。また、外部 API として Google Maps Android API v2³ を利用している。Google Maps Android API v2 は Google マップの表示に利用している。また緯度経度を平面直角平面座標に変換するために株式会社ジャスミンソフトが提供しているオープンソースである、緯度経度-平面直角座標変換クラスライブラリ [3] を利用している。

4.2 携帯端末の実装

4.2.1 アプリケーションインタフェース

本研究ではアイズフリーなインタラクションを行うため、アプリケーションインタフェースはメイン画面のみから構成される。

メイン画面

メイン画面を図 4.1 と図 4.2 に示す。メイン画面には GoogleMap と利用者の現在位置の緯度経度が表示される。また GoogleMap 上にはピンクの円とピンが配置されている。ピンクの円は配信エリアを表わし、ピンは配信エリアの中心座標に打たれている。利用者がエリアに侵入すると、エリアの枠が赤く縁どられる。「2 つ以上のエリアの中にいるとき」は、利用者の現在位置とエリアの中心座標の距離が最も近いエリアの枠ぶちが赤く縁どられる。「どのエリアの中のものにもいないとき」は、エリアには何も行われない。

フローチャートを図 4.3 に示す。

¹<http://developer.android.com/sdk/index.html>

²<http://www.eclipse.org/>

³<https://developers.google.com/maps/documentation/android/>



図 4.1: 1つのエリアの中にいるときの画面例

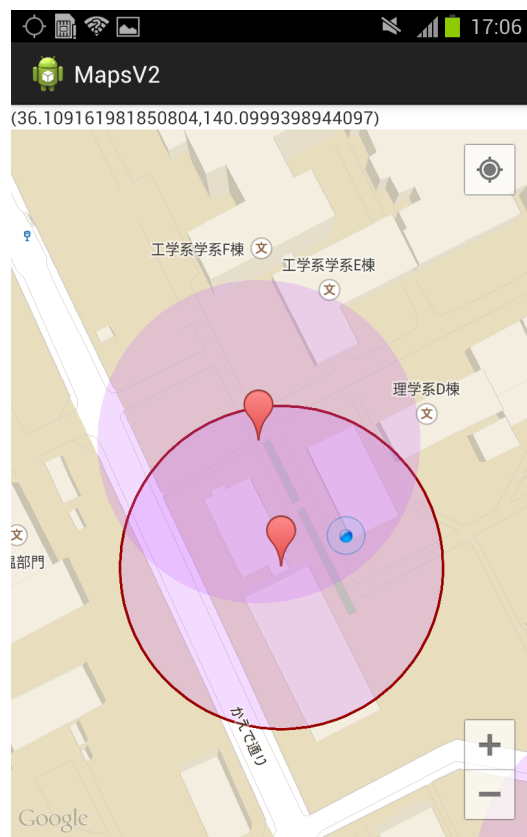


図 4.2: 2つ以上のエリアの中にいるときの画面例

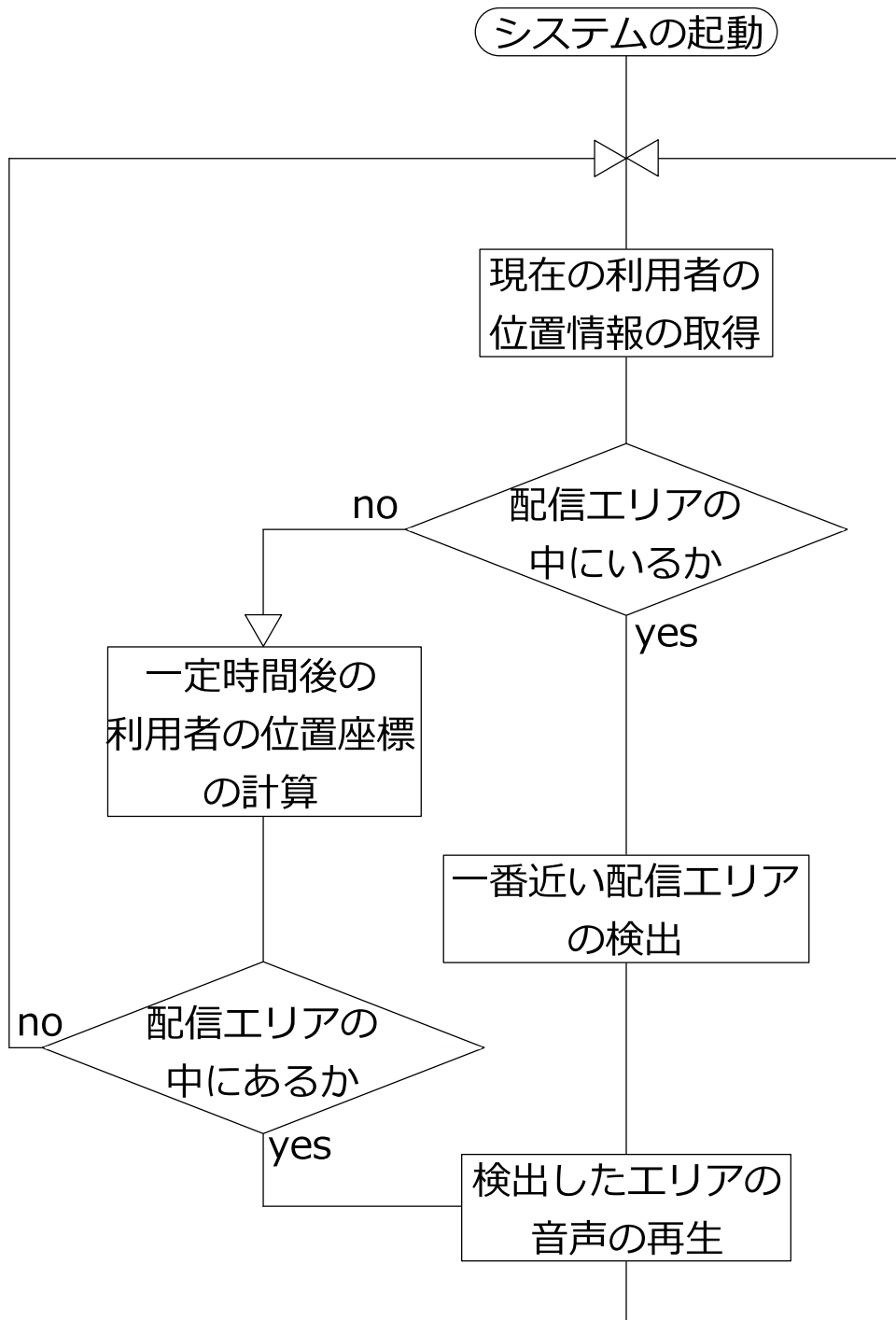


図 4.3: フローチャート図
12

表 4.1: location クラスの基本プロパティ

データの種類	データ型	取得メソッド	確認メソッド	備考
緯度	double	Location.getLatitude()		世界測地系 (WGS84)
経度	double	Location.getLongitude()		世界測地系 (WGS84)
精度	float	Location.getAccuracy()	hasAccuracy()	単位 m
高度	double	Location.getAltitude()	hasAltitude()	単位 m
時間	long	Location.getTime()		UTC 時刻
速度	float	Location.getSpeed()	hasSpeed()	単位 m/s
方位	float	Location.getBearing()	hasBearing()	北を 0 として時計回りに増加

表 4.2: 精度のレベル

名前	精度
ACCURACY_LOW	おおよそ 500m 以上の精度
ACCURACY_MEDIUM	おおよそ 100m から 500m の間の精度
ACCURACY_HIGH	おおよそ 100m 以内の精度

4.2.2 位置情報の取得

位置情報の取得には Android から提供されている location パッケージを用いた。この location パッケージで提供されている location クラスの基本プロパティを表 4.1 に記す。location クラスはのアップデートのタイミング、requestLocationUpdatesString provider, long minTime, float minDistance, LocationListener listener) メソッドを呼び出す際に代入する minTime と minDistance であり、それらはそれぞれ位置情報を取得する最小時間と最小距離を定める。ただしこれらの値は最小なので、必ずその間隔で取得されるわけではない。本システムでは、minTime を 2 秒、minDistance を 3m とした。

location クラスで取得できる位置情報の精度には ACCURACY_COARSE と ACCURACY_FINE の 2 種類が用意されているが、本システムではより高精度である ACCURACY_FINE を採用している。何故なら本システムではエリアの境界やエリアの拡張の算出に正確な座標が要求されるからである。

4.2.3 進行方向の方位の取得

進行方向の方位の取得には位置情報の取得と同様に、Android から提供されている location パッケージを用いた。location クラスで取得できる進行方向の方位 Location.getBearing の精度には ACCURACY_LOW, ACCURACY_MEDIUM, ACCURACY_HIGH の 3 種類 (表 4.2) が用意されているが、本システムではより高精度である ACCURACY_HIGH を採用している。理由については位置情報の取得に高精度を用いた理由と同じである。

4.3 Hubeny の公式

Hubeny の公式は、地球上の 2 地点の緯度経度から 2 地点間の距離を計算することができる。今回の実装ではこの公式を利用し、2 地点間の距離を算出した。公式を以下に示す。

$$d = \sqrt{(d_y M)^2 + (d_x N \cos \mu_y)^2} \quad (4.1)$$

$$d_y = y_1 - y_2 \quad (4.2)$$

$$d_x = x_1 - x_2 \quad (4.3)$$

$$\mu_y = \frac{y_1 + y_2}{2} \quad (4.4)$$

$$M = \text{sqrt}(1 - e^2 \sin^2 \mu_y) \quad (4.5)$$

$$N = \frac{a}{W} \quad (4.6)$$

$$e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}} \quad (4.7)$$

d・・・距離

x_1, y_1 ・・・地点 1 の緯度、経度

x_2, y_2 ・・・地点 2 の緯度、経度

a = 6378137・・・地球の長半径 (m)

b = 6356752.314245・・・地球の短半径 (m)

$e^2 = 0.00669437999019758$ ・・・第一離心率

a, b, e^2 の定数については WGS84 (GPS) を利用している。

4.4 線分と円の交差判定

線分と円の交差判定は、3.4.3 どのエリアの中にもいないときで、利用者の進行方向先にある配信エリアを検出するために用いている。利用者が現在いる位置を P、一定時間後にいる位置を Q とし、配信エリアの中心座標を O としたとき、線分 PQ と円 O の交差判定は以下のように行われる。

PQO をそれぞれ $P(px, py)$, $Q(qx, qy)$, $O(ox, oy)$ とし、円 O の半径を r とすると

1. 点 P が点 Q が円に含まれるとき、交差している。
2. 1 以外のときは次の (a), (b) を両方満たすとき、交差している。

(a) 円の中心点 O から線分 PQ に垂線 OH を下ろし、その長さが r 以下である。

(b) 角 PQO と角 QPO がともに鋭角である。

以下に上記の各条件判断に用いた数式を記述する。

1. 点 P か点 Q が円に含まれる

$$PO \leq r \text{ or } QO \leq r$$

2. (a) 垂線 OH の長さが r 以下である

$$A = qy - py \quad (4.8)$$

$$B = px - qx \quad (4.9)$$

$$C = py * qx - px * qy \quad (4.10)$$

とすると、

$$Ax + By + C = 0 \quad (4.11)$$

この直線と点 O との距離 d は

$$d = \text{abs}(A * ox + B * oy + C) / \text{sqrt}(A^2 + B^2) \quad (4.12)$$

で表わされるので、

$$d \leq r$$

2. (b) 角 PQO と角 QPO がともに鋭角である

これを満たすには、PQ ベクトルと PO ベクトルの内積が 0 より大きい、かつ、QP ベクトルと QO ベクトルの内積が 0 より大きければよい。すなわち

$$(q - p) * (-p) > 0 \quad (4.13)$$

$$(p - q) * (-q) > 0 \quad (4.14)$$

とあらわされ、さらに

$$(qx - px)(ox - px) + (qy - py)(oy - py) > 0 \quad (4.15)$$

$$(px - qx)(ox - qx) + (py - qy)(oy - qy) > 0 \quad (4.16)$$

となる。

4.5 緯度経度-平面直角平面座標変換

緯度経度のままでは「線分と円の交差判定」が行えない。何故なら、経線は赤道を離れるほど間隔が狭くなり、緯線は地球を回転楕円体で近似する必要があるため、同じ1度間隔であっても緯度によって距離が異なるので、平面上の直角座標と同じように扱うことはできない。またどのような地図投影法も、回転楕円体面状の物体を、角度や距離の関係を歪めることなく平面に投影することはできない。

しかし、歪みが一定限度に収まるように狭い範囲でだけ投影を行うことで、その範囲内だけで用いることができる平面上の直角座標系が定められる。日本国内では国土交通省が19範囲に定めている。この範囲にはそれぞれ1から19の数字が振られており、それらは平面直角座標系番号と呼ばれる[4]。表4.3に平面直角座標系を示す。

本システムでは緯度経度を平面直角座標に変換する手段として、株式会社ジャスミンソフトが提供しているオープンソースである、緯度経度-平面直角座標変換クラスライブラリを利用している。このクラスライブラリを使用するために与える引数として、緯度経度の他に平面直角座標系番号も要求される。本システムの開発を行った県である茨城県の平面直角座標系番号はIXである。

4.6 10進数を60進数に変換

緯度経度-平面直角座標変換クラスライブラリを利用するためには緯度経度を60進数（度分秒）で表す必要がある。locationクラスで得られる位置座標は10進数で表されるので、その値を60進数に変換した。その処理を以下に示す。

与えられた緯度または経度の値を x とすると、求める度分秒の値 abc は以下のように求められる。

$$\text{(度)} a = \text{int}(x) \tag{4.17}$$

$$\text{(分)} b = \text{int}((x - a) * 60) \tag{4.18}$$

$$\text{(秒)} c = \text{int}(((x - a) * 60 - b) * 60 * 1000) / 1000 \tag{4.19}$$

表 4.3: 平面直角座標系

系番号	座標系原点の経緯度		適用区域
	経度 (東経)	緯度 (北緯)	
I	129 度 30 分 0 秒 0000	33 度 0 分 0 秒 0000	長崎県 鹿児島県のうち北方北緯 32 度南方北緯 27 度西方東経 128 度 18 分東方東経 130 度を境界線とする区域内 (奄美群島は東経 130 度 13 分までを含む) にあるすべての島, 小島, 環礁及び岩礁
II	131 度 0 分 0 秒 0000	33 度 0 分 0 秒 0000	福岡県 佐賀県 熊本県 大分県 宮崎県 鹿児島県 (I 系に規定する区域を除く)
III	132 度 10 分 0 秒 0000	36 度 0 分 0 秒 0000	山口県 島根県 広島県
IV	133 度 30 分 0 秒 0000	33 度 0 分 0 秒 0000	香川県 愛媛県 徳島県 高知県
V	134 度 20 分 0 秒 0000	36 度 0 分 0 秒 0000	兵庫県 鳥取県 岡山県
VI	136 度 0 分 0 秒 0000	36 度 0 分 0 秒 0000	京都府 大阪府 福井県 滋賀県 三重県 奈良県 和歌山県
VII	137 度 10 分 0 秒 0000	36 度 0 分 0 秒 0000	石川県 富山県 岐阜県 愛知県
VIII	138 度 30 分 0 秒 0000	36 度 0 分 0 秒 0000	新潟県 長野県 山梨県 静岡県
IX	139 度 50 分 0 秒 0000	36 度 0 分 0 秒 0000	東京都 (XIV 系, XVIII 系及び XIX 系に規定する区域を除く) 福島県 栃木県 茨城県 埼玉県 千葉県 群馬県 神奈川県
X	140 度 50 分 0 秒 0000	40 度 0 分 0 秒 0000	青森県 秋田県 山形県 岩手県 宮城県
XI	140 度 15 分 0 秒 0000	44 度 0 分 0 秒 0000	小樽市 函館市 伊達市 北斗市 北海道後志総合振興局の所管区域 北海道胆振総合振興局の所管区域のうち豊浦町、壮瞥町及び洞爺湖町 北海道渡島総合振興局の所管区域 北海道檜山振興局の所管区域
XII	142 度 15 分 0 秒 0000	44 度 0 分 0 秒 0000	北海道 (XI 系及び XIII 系に規定する区域を除く)
XIII	144 度 15 分 0 秒 0000	44 度 0 分 0 秒 0000	北見市 帯広市 釧路市 網走市 根室市 北海道オホーツク総合振興局の所管区域のうち美幌町、津別町、斜里町、清里町、小清水町、訓子府町、置戸町 佐呂間町及び大空町 北海道十勝総合振興局の所管区域
XIV	142 度 0 分 0 秒 0000	26 度 0 分 0 秒 0000	東京都のうち北緯 28 度から南であり、かつ東経 140 度 30 分から東であり東経 143 度から西である区域 北海道釧路総合振興局の所管区域 北海道根室振興局の所管区域
XV	127 度 30 分 0 秒 0000	26 度 0 分 0 秒 0000	沖縄県のうち東経 126 度から東であり、かつ東経 130 度から西である区域
XVI	124 度 0 分 0 秒 0000	26 度 0 分 0 秒 0000	沖縄県のうち東経 126 度から西である区域
XVII	131 度 0 分 0 秒 0000	26 度 0 分 0 秒 0000	沖縄県のうち東経 130 度から東である区域
XVIII	136 度 0 分 0 秒 0000	20 度 0 分 0 秒 0000	東京都のうち北緯 28 度から南であり、かつ東経 140 度 30 分から西である区域
XIX	154 度 0 分 0 秒 0000	26 度 0 分 0 秒 0000	東京都のうち北緯 28 度から南であり、かつ東経 143 度から東である区域

第5章 関連研究とサービス

本章では、位置情報を用いて情報を提供する研究、音声に位置情報に対応づける研究、音声を利用してアイズフリーなシステムを構築する研究について述べる。その後、本研究の位置づけについて述べる。

5.1 位置情報を用いて情報を提供する研究

森下らの研究 [5] では、携帯端末により時空間限定でアクセス可能な仮想オブジェクト SpaceTag を提案した。SpaceTag は特定の場所、特定の時間でのみアクセス可能な文字、画像、音声、プログラムなどの任意のオブジェクトである。位置センサと通信機能を備えたモバイル携帯端末を持って街を歩くユーザは、周囲にある SpaceTag を見つけることができ、また自分のいる場所にのみ SpaceTag を作成することができる。

徳田らの研究 [6] では、明確な目的を持っていないユーザを対象とした発見指向型のナビゲーションシステムを提案した。待ち時間を基に様々なジャンルの候補地の画像を携帯端末の画面に提示し、ユーザをナビゲーションする。

篠田らの研究 [7] では、協調フィルタリング手法を適用し、推薦の対象となるユーザと類似の行動パターンを持つ他のユーザの行動履歴を参照することで、ユーザが行ったことのない場所でも効果的な推薦を行い、潜在的に興味のある場所の推薦を行う行動ナビゲーション手法を提案した。

5.2 音声に位置情報に対応づける研究

西村らの研究 [8] では、適切な位置で適切な方向に端末を向けるだけでインタラクティブに音声情報を取得する無電源小型情報端末 CoBIT を用いた情報支援システムを提案した。音声情報とエネルギーを伝える光を CoBIT 照射することで、CoBIT 内の太陽電池に直結したイヤホンで音を聞くことができる。また、CoBIT の表面に反射シードを張り付けることで、赤外光投光カメラを用いれば CoBIT の位置やおよその方向を容易に推定できる。

吉江らの研究 [9] では、GPS と twitter を用いた聴覚による拡張現実感を体感できる情報提供システム twiwave を提案した。利用者は現在地周辺で過去に Twitter に投稿された情報音声で聴きながら公共スペース内を移動することができる。著者は観光やイベント、広告などでの利用を考えていると述べている。

5.3 音声を利用してアイズフリーなシステムを構築する研究

Simon らの研究 [10] では、何か他のことに取り組んでいる最中にロケーションタスクを行えるオーディオインタフェース AudioGPS を提案した。このシステムは視覚障害者の要求を満たすデザインであり、そういったものでは一般的に音声を用いられるが、AudioGPS では用いていない。位置や距離の情報をオーディオマッピングしていいて、目的地に近づけば近づくほど音の間隔が短くなり、目的地の方向から音が聴こえてくる。

山野らの研究 [11] では、ユーザを束縛しないナビゲーションシステムとして、音楽鑑賞とナビゲーションを組み合わせたアプリケーションを提案した。音楽鑑賞しているユーザの再生している楽曲へ方向情報を付加し、進むべき方向から楽曲が聞こえるように信号処理を施すことで、ナビゲーションの支援を行った。

内山らの研究 [12] では、身体感覚に従った「散歩のような街歩き」を支援するガイドブックシステム「ほんね」を提案した。紙媒体のガイドブックに幾つかの電子機器を装着することでもともののガイドブックの機能に加えて、現在の人の関心を Twitter から取得し人気のスポットを音で提示するシステムである。

5.4 本研究の位置づけ

本研究では、利用者の位置情報に基づいて音声を配信する。単に位置情報と音声を結びつけた研究は行われているが、配信エリアと利用者の状況を細かく場合分けすることについての研究は行われていない。本研究では、利用者がアイズフリーでインタラクションを行えるよう、配信エリアと利用者の状況を細かく場合分けする手法を提案した。

第6章 まとめと今後の課題

本研究では、明確な目的を持っていない人を対象とした情報配信システムのプロトタイプを開発した。情報配信の仕方として、位置情報を利用して携帯端末を通じたイヤホンから音声を再生して情報を配信することを提案した。利用者の位置情報に基づいた価値の高い情報を利用者に配信することで、利用者の潜在的な欲求を満たすことができる。音声を利用することで、画面を注視しないアイズフリーのシステムを構築できる。この結果、利用者は能動的な情報の取捨選択を強いられることもなく、同時に行動を制限されることも、阻害されることもなくシステムを利用することが可能になる。音声の再生についてはストリーミング再生を採用し、利用者に価値の高い適切な情報を配信するために、利用者の位置情報と配信エリアとの状態を3種類（ある1つのエリアの中にいるとき・2つ以上のエリアの中にいるとき・どのエリアの中にもいないとき）に場合分けし、それぞれについて異なる処理を行った。

今後は利用者の位置情報のみでなく、時間情報にも着目して更なる配信エリアの場合分けを行っていきたい。またクライアント側のみでなく、サーバ・データベース等の実装も完了させたい。さらに、被験者実験を行い、得られたフィードバックをシステムに反映させていきたい。

謝辞

本論文を執筆するにあたって、指導教員である田中二郎先生をはじめ、三末和男先生、高橋伸先生、志築文太郎先生および嵯峨先生にはゼミや面談を通して、また客員教授である NEC ビッグロブ (株) の神場知成先生には面談やメールを通して丁寧なご指導と貴重なご意見を頂きました。心より深く感謝申し上げます。また、インタラクティブプログラミング研究室の皆様には、研究生活全体にわたって数多くのご指摘やご意見を頂きました。厚く御礼申し上げます。特に、上級生の方々には議論の機会を快く設けていただき、その中で数々の発見と研究テーマの深まりがあったことについて感謝の念を禁じえません。大変ありがとうございました。

参考文献

- [1] 金子郁容. ネットワーキングへの招待. 中央公論社, 1986
- [2] Kathleen D. Vohs, Roy F. Baumeister, Brandon J. Schmeichel, Jean M. Twenge, Noelle M. Nelson and Dianne M. Tice. Making choices impairs subsequent self-control: A limited-resource account of decision making, self-regulation, and active initiative. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol.94(5), 2008-05.
- [3] 株式会社ジャスミンソフト. <http://www.jasminesoft.co.jp/product/scalc.html>. 2014-01-24.
- [4] 平面直角座標系. <http://www.gsi.go.jp/LAW/heimencho.html>. 2014-01-24.
- [5] 森下健, 中尾恵, 垂水浩幸, 上林弥彦. 時空間限定オブジェクトシステム SpaceTag : プロトタイプシステムの設計と実装. *情報処理学会論文誌* 41(10), 2689-2697, 2000-10-15.
- [6] 徳田英隼, 伊藤昌毅, 高汐一紀, 徳田英幸. ぶらりナビ : 潜在的欲求を引き出す発見志向型ナビゲーションシステムの構築. *情報処理学会シンポジウム論文集*, 6(1):485-488, 2006-07-05.
- [7] 篠田裕之, 竹内亨, 寺西裕一, 春本要, 下條真司. *情報処理学会研究報告*. 2007(91), 87-92, 2007-09-20
- [8] 西村拓一, 伊藤日出男, 中村嘉志, 山本吉伸, 中島秀之. 位置に基づくインタラクティブ情報支援のための無電源小型情報端末. *情報処理学会論文誌*. 44(11), 2659-2669, 2003-11.
- [9] 吉江真, 大石彰誠, 尼岡利崇. twiwave 汎地球測位システムと社会的ネットワークサービスを連携させた実空間上音声重畳による聴覚型拡張現実感システム. *情報処理学会研究報告*. vol. 2010-HCI-138 No. 5, 2010-05-14.
- [10] Simon Holland , David R. Morse and Henrik Gedenryd. Audio GPS: Spatial Audio in a Minimal Attention Interface. in *3rd International Workshop on HCI with Mobile Devices*, pp. 28-33, 2001.
- [11] 山野真吾, 濱條貴光, 樋口啓太. 楽曲への方向情報付加によるモバイルナビゲーションシステム. 第19回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ(WISS 2011) 論文集, pp.198-199, 2011-12-01.
- [12] 内山琢海, 川本公章, 羽田亜美, 米谷健吾. 周辺スポットのリアルタイム情報を音で提示するガイドブックの開発. 第19回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ(WISS 2011) 論文集, pp. 123-125, 2011-12-01.