筑波大学 情報学群 情報メディア創成学類

卒業研究論文

音声と位置情報の対応づけを利用した災害復旧時における情報入出力手法

高井啓

指導教員　志築文太郎　三末和男　田中二郎

2012年2月

概要

本研究では、地震や台風などの災害からの復旧時に情報の入出力を行うための手法を提案する。本研究では、携帯端末における入力速度と画面注視の問題点を解決するために音声を利用する。ユーザの操作を減らすために、入力はマイクに向かって音声を吹き込み、出力は音声が記録された位置に近づくと自動で行われる。その結果移動中であっても情報の入力、出力が可能となる。また、確認に時間が掛かるという音声情報の問題を解決するために、音声の入力に時間制限を設ける事を考えた。音声の入力の時間制限の長さを求めるために予備実験を行い、15 秒あれば必要な情報は入力出来るということが解った。実装したシステムを用いた実験の結果、問題点や、提案手法の有効性に関する知見を得た。

目 次

第 1 章　序論 **1**
1.1　背景 1
1.2　研究の目的 1
1.3　アプローチ 2
1.4　論文の構成 3

第 2 章　関連研究 **4**
2.1　情報技術を災害復旧時時に利用する研究 4
2.1.1　災害時における地域 SNS の活用：コミュニティの時系列推移に基づく分析 [1] 4
2.1.2　災害時孤立集落での利用を想定した地域内情報共有システム [3] . . . 5
2.1.3　大規模地震災害時における建物被害状況の遠隔判定システムの設計 [4] 5
2.1.4　災害時における県・市町村間被害情報共通システムの開発 [5] 5
2.2　音声に位置情報を付加する研究 5
2.2.1　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 [6] 5
2.2.2　視覚障害者用位置情報提供システムにおける案内情報提供方式 [7] . . 6
2.3　音声を利用することでアイズフリーのインタラクションを行う研究 6
2.3.1　AudioGPS: Spatial Audio Navigation with a Minimal Attention Interface [10] 6
2.3.2　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 [11] 6
2.3.3　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 [12] . 7
2.4　本研究の位置づけ 7

第 3 章　システム設計 **8**
3.1　音声のプロット 9
3.2　音声の長さ 9
3.2.1　録音時間を決定するための予備実験 9
3.2.2　結果 11
3.2.3　考察 11
3.3　音声の参照 11

第 4 章　実装 **12**

4.1 システム概要 12
4.1.1 ハードウェア 12
4.1.2 ソフトウェア 12
4.2 音声のプロット 12
4.2.1 データベースのスキーム 14
4.3 音声の参照 14
4.4 Hubeny の公式 14
4.5 外観 15

第 5 章 実験 **17**
5.1 結果 17

第 6 章 議論 **20**

第 7 章 結論と今後の課題 **22**

謝辞 **23**

参考文献 **24**

付 録 A 予備実験に利用した写真と書類 **26**

図目次

3.1 状態遷移図 8
3.2 グループ A の例 10
3.3 グループ B の例 10

4.1 実機の外観 13
4.2 情報を取得する範囲 14
4.3 製作したアプリケーションの実行画面 16

5.1 実行時に利用したルート 18

第1章　序論

我が国には、プレートの境目に位置することに起因する地震とそれに伴う津波、火山の噴火、さらに毎年訪れる台風やそれに伴って引き起こされる水害など数多くの災害が存在する。本研究では広範囲に被害をもたらす災害に関して、避難が完了した後に行われる復旧作業を想定し、その状況下に於いて行われる情報共有の為の入出力手法を示す。

1.1　背景

普及した携帯端末と、それが接続されているインターネットを利用して災害復旧時支援に役立てる研究が行われている。例えば、防災科学技術研究所の作成した e-コミュニティプラットフォームの中の e コミマップ[1]は、災害時にインターネットを利用して地図上の情報共有を行うことの出来るサービスである。また災害時に於ける SNS の利用についての研究もされており、地域 SNS については「災害時における地域 SNS の活用：コミュニティの時系列推移に基づく分析」 [1]、インターネットが災害時にどのように使われたかということに関しては、「東日本大震災における Twitter の利用傾向の分析」 [2] が行われている。

なお、災害復旧時のインフラストラクチャとしての情報共有システムとしては「災害時孤立集落での利用を想定した地域内情報共有システム」 [3] において、障害が多く発生する災害時でもデータの送受信が出来るプロトコルの提案が行われている。本研究では、携帯端末を利用したネットワーク回線が利用可能な状態を対象に研究を行う。

1.2　研究の目的

災害復旧時には [1] でも述べられているように様々な情報を共有する必要がある。実際に人がその場所に行って情報を集めて来なければならない場合も多い。そのように、屋外で情報を入出力する必要がある場合、携帯端末が利用される。しかし災害復旧時と言う状況下における携帯端末への情報の入出力には、未だ問題が多いと筆者は考える。

筆者は、東日本大震災の発生直後、自宅のあるつくば市内を自転車で回り、店舗の営業情報、交通状況を調べてウェブ上に情報をアップロードしたが、100 文字程度の情報の為に立ち止まり、携帯電話を取り出し文字を入力するという作業に時間を割く必要があった。このような現状の情報入出力に関する問題を以下に記す。

[1] http://ecom-plat.jp/index.php?gid=10457

入力速度の問題

現状の携帯端末への入力は殆どがタッチパネル上のソフトウェアキーボードか、物理キーボードによって行われる。 しかしながら、携帯端末上ではキーの大きさが制限され、入力には時間がかかる。 関連研究の「大規模地震災害時における建物被害状況の遠隔判定システムの設計」 [4] で言及されている通り、災害復旧時には短時間に多くの情報を入力する必要がある。特に災害時には情報収集の為に様々な場所に移動するケースも多く、タイピングしやすい大きさの物理キーボード等を持ち歩く事は難しい。

画面注視に関わる問題

現状の携帯端末は、画面を介して情報の入出力を行う形式が主流である。画面を注視しなければならないため、運転中や移動中の操作や情報の取得が難しい。例えば車の運転中に携帯情報端末を使用することは推奨されていない。また徒歩に於いても、移動中に画面を見る為には、視線を前方から逸らさなければならず、歩きながら操作することは難しい。新しい情報が届いたかどうかを判断するためには画面を見なければならず、情報の取得が遅れる問題点もある。

これらの問題は十分に時間のある場合ならば特に問題にならないものではあるが、情報を多く入出力しなければならない災害復旧時という状況ではユーザに負担を強いる。本研究ではこれらの問題を解決するために、音声を情報の入力と出力に利用することを提案する。

1.3 アプローチ

音声は、画面を用いないインタラクションを実現する手法として非常に有効である。そのために、本研究では文字での入出力の代わりに音声を用いるシステムを考える。このことにより、以下の問題が解決できる。

入力速度の改善

音声を用いることで、入力速度を改善することができる。携帯端末に置ける文字の入力速度は慣れにより大きく異なり、普段使い慣れていない人は入力に時間がかかってしまう。文字入力に比べて音声の入力速度にそれほど個人差は無い。

画面を注視しないシステム設計

音声を利用する上で、画面を注視しない、アイズフリーのシステムを構築することができる。この事により、移動中、作業中でも利用出来るという効果が生まれる。画面を注視しなくても良いので移動中の情報交換として利用することもできる。例えば、高速道路に於けるハイウェイラジオの利用は、音声を用いた情報の出力と言える。

しかしながら、音声は最後まで聞かなければ全体が把握出来ないと言う問題点を持つ。10 分の音声ならば、10 分聞かなければ全体を把握できない。そこで本研究ではその問題点を解

決するために、音声の長さを強制的に決める手法を提案する。この手法については 3 章で詳しく述べる

1.4 論文の構成

本論文の構成を以下に述べる。2 章では音声に位置情報を紐付ける関連研究と音声による画面を利用しないインタラクションについての研究と、本研究の位置づけを述べる。3 章では、この研究で作成したシステムの設計を述べる。4 章では、その実装について述べる。5 章では実際にこのシステムを使った実験について述べ、6 章でこのシステムの議論を行い、7 章でまとめる。

第2章　関連研究

本章では、本研究に関連する研究を示す。本研究では災害復旧時を想定していることから、災害復旧時の為の研究を、音声と位置情報を紐付けて使用するので、音声に位置情報を付加する研究を、音声を利用してアイズフリーのインタラクションを行うので、音声とアイズフリーのインタラクションについて述べられている研究を、それぞれ述べる。また本研究の位置づけも記す。

2.1　情報技術を災害復旧時時に利用する研究

情報技術を災害復旧時に利用する研究について記す。情報技術を利用して災害復旧時の支援を行う研究から、SNS を利用した研究、情報共有システムを製作した研究、遠隔地からの支援システムを設計した研究、被害情報の共有を目指した研究について取り上げる。

2.1.1　災害時における地域 SNS の活用：コミュニティの時系列推移に基づく分析 [1]

この研究は兵庫県佐用町で運用されている地域 SNS「さよっち」に関して SNS の分析を行ったものである。著者らは日記とそれに書きこまれたコメントで形成されたコメントネットワークに基づき、コミュニティの抽出を行っている。SNS からのコミュニティ抽出に関しては、ユーザ間のフレンド関係からの抽出方法が行われているが、地域 SNS のような小規模な SNS では、ユーザ間の動的な変化が起こりにくく、よってコメントネットワークに注目したコミュニティ抽出を選択したと著者らは述べている。抽出したコミュニティは、コミュニティ内でよく発言されている言葉でラベリングを行う。これにより、どのようなコミュニティが生まれ、続いていったかということを把握することができる。著者らはこの手法を用いて、「さよっち」の三年分のデータを分析した。水害という災害が起こった時期に合わせ、災害に関係するコミュニティが新たに発生し、人々が SNS を利用して災害時における情報交換を行なっていることを確認することができたと著者らは述べている。また、災害時に置ける情報交換だけでなく、災害復興に対する行政の対応など、災害自体が終わった後もコミュニティが存続していくことも著者らは示している。著者らはこの手法を SNS の分析に応用し、SNS 運営の為の指針や、地域 SNS の活性化に活用できると主張している。

2.1.2　災害時孤立集落での利用を想定した地域内情報共有システム [3]

中山間地域の集落は、災害時に孤立する可能性が高い。その為に、著者らは中山間地域向けの地域内情報システムを提案した。タッチパネルとノートパソコンで構成された機器同士を、アドホックモードの無線 LAN で接続する仕組みになっており、情報伝送には DTN と P2P モデルを利用している。著者らは大学内で実験を行い、提案したシステムが高い耐障害性を持つことを示している。

2.1.3　大規模地震災害時における建物被害状況の遠隔判定システムの設計 [4]

この研究に於いて、著者は災害が起こった後の建物の被害状況の判定に注目している。災害後の支援は建物の被害状況によって変わる。しかし、大規模な災害後は調査する建物数が膨大であるために、自治体が動かせる人数だけでは建物をすべて判断することが難しいと著者は指摘している。また、経験の浅い人間が認定を行うことによるミスなども同様に指摘している。そこで、著者はサーバ上にアップロードされた写真を専門家が遠隔地から確認して被害状況の認定を行うサービスを提案し、プロトタイプの実装を行っている。

2.1.4　災害時における県・市町村間被害情報共通システムの開発 [5]

県と市町村で共有できるデータベースを作成し、情報共有を行う研究である。ウェブサイトを利用することによって、安価で簡易なシステムを目指し開発を行なっている。著者は論文内で避難所情報の共有について触れており、災害に関わる行政の対応の面からも、被災地には迅速な情報共有が求められているということを述べている。

2.2　音声に位置情報を付加する研究

音声に位置情報を付加する研究について述べる。音声と位置情報を結びつけ、その場に行くことで再生が行えるようにしたことで、エンターテイメントとしての拡張現実に応用する研究と、視覚障害者向けのナビゲーションを行う研究の 2 つについて述べる。

2.2.1　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 [6]

この研究は、Twitter に書きこまれた書き込みの中から、現在地に近い部分の位置情報を持つ書き込みを探し出し、それを合成音声による読み上げシステムを利用して読み上げることによって、現実世界に音声を拡張提示することができるシステムを実装している。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。

2.2.2　視覚障害者用位置情報提供システムにおける案内情報提供方式 [7]

この研究は、GPS とその地点に対応付けられた音声情報を利用することで、視覚障害者の為の情報を提供する。ユーザの周りにあるランドマーク（手がかり）の方向を音声で提示する事によってユーザにインタラクションを行う。ランドマークの知名度やユーザーの好み等により、ランドマーク重要度を算出し、その結果に基づいて道案内の基準とするランドマークを求めている。著者らは視覚障害者向けに音声と GPS の組み合わせを用いたユーザ支援研究を長年に渡り行なっており [8] [9]、この研究に関して、著者らはユーザの頭の中の地図情報と、現実の地図情報をできるだけ一致させる為にランドマークを利用する方法を設計したと述べている。

2.3　音声を利用することでアイズフリーのインタラクションを行う研究

音声をアイズフリーのインタラクションに応用した研究を記す。盲人向けに道案内のインタラクションを行う研究と、ガイドブックに音を聞くことが出来る機能を付加した研究、また楽曲の再生の形式を変えることで、ユーザに対するナビゲーションを行う研究の 3 つを紹介する。

2.3.1　AudioGPS: Spatial Audio Navigation with a Minimal Attention Interface [10]

GPS を用いたオーディオインタースである。盲人用の研究であり、左右の耳の差を利用して音の方向が解るようになっている。但し論文が執筆された時には電子コンパスが普及していなかったために、GPS の移動方向から方角を算出している。音声が聞けるわけではなく、設定した目的地に向かって音によるナビゲーションが行われる。この研究に於けるナビゲーションは、ガイガーカウンターの様に音の間隔を利用することによって、目的地に近づいているかどうかをユーザに提示する。すなわち、目的地に近づけば近づくほど、音の感覚が短くなる。また、ユーザは前と後ろの区別を音色によって判別できる。実装はラップトップ PC で行い、背中に背負って利用される。ヘッドトラッカーと電子コンパスのモジュールを組み込んで精度を上げるという展望も書かれてはいたが、論文の時点では実装はされていなかった。

2.3.2　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 [11]

ガイドブックを丸めて耳に当てると、その方向に関連する音が聞こえるシステムである。GPS と地磁気コンパスを利用して位置を取得している。提示する音はツイッターの書き込みを利用して作成している。例えば、寺という書き込みが多い方向にガイドブックを向けると、お寺の鐘の音が聞こえる。 音を聞くためには、ガイドブックを丸めるという動作を用いており、観光地を捜すために、ガイドブックを様々な方向に向けると、距離と反響の大きさに応じて大きさが変化した音を聞くことが出来る「宝探しモード」という機能も付いている。

2.3.3　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 [12]

この研究で著者は、ユーザの動作を妨げないインタラクションとして、楽曲が聞こえてくる方向を変えることでユーザを誘導するというシステムを製作している。Android 端末を利用して実装されており、GPS センサから現在位置を取得、目的地までのルートにそってユーザを誘導する。著者はこれにより、画面を確認するために立ち止まらなくても良いシステムを実装できたと述べている。

2.4　本研究の位置づけ

本研究は、音声を情報の入出力に利用することで、情報の入出力を改善する。災害復旧時に於ける被災者同士、もしくは行政との情報のやりとりの研究は行われているが、情報の入出力の部分に於いては研究が行われていない。また、音声をアイズフリーのインタラクションに用いる研究も多く行われているが、災害時を想定した研究は殆ど行われていない。本研究は、音声の「入力しやすさ」「出力しやすさ」に焦点を当て、災害復旧時のための情報入出力手法を提案する。

第3章　システム設計

本章では、本研究のシステムについて、音声を位置情報に対応付ける為の手法、また音声の参照方法について述べる。本研究は携帯端末を対象としている。システムの全体図を図 3.1 に示す。

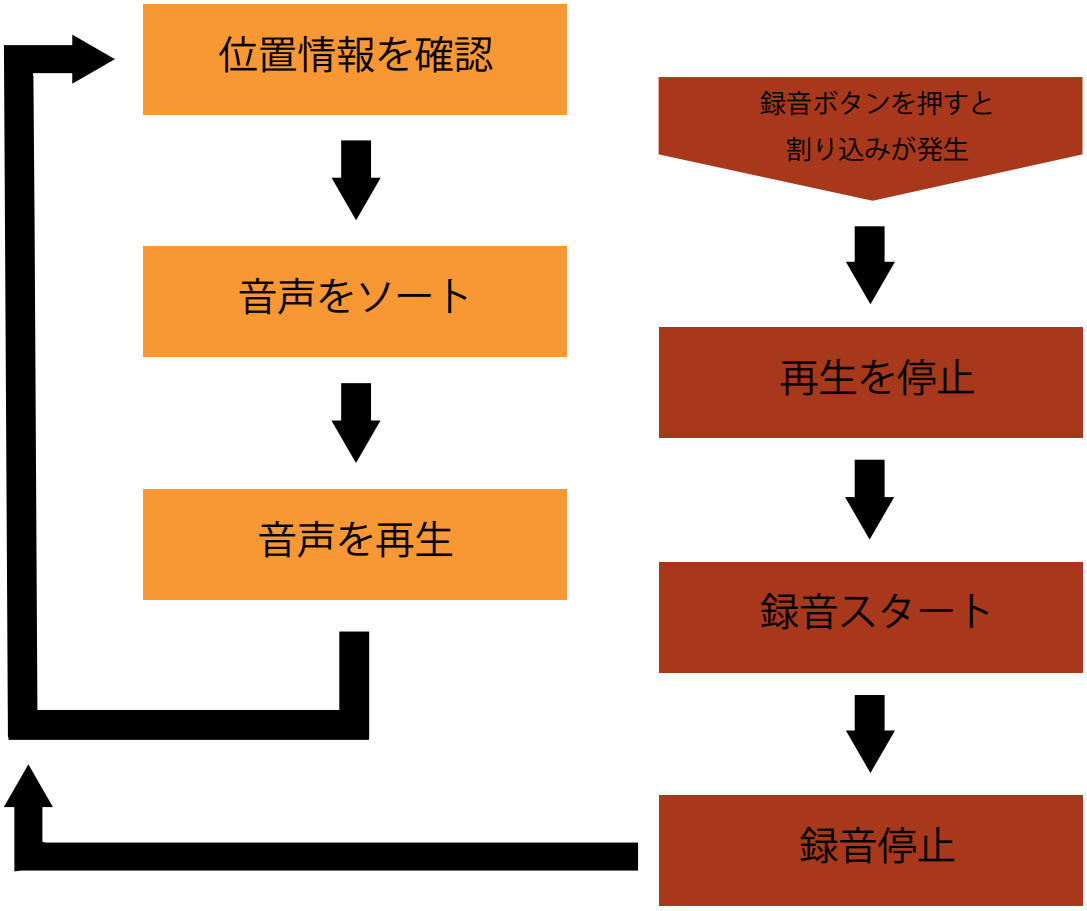

図 3.1: 状態遷移図

3.1　音声のプロット

本研究では、災害復旧時のための情報入出力手法を提案する。またユーザの画面注視を極力減らすインタラクションを目指す。携帯端末は自動的に GPS 情報を取得しており、携帯端末をタップすると音声と位置情報を対応付けて保存することができる。

3.2　音声の長さ

本研究では録音できる音の長さを一定とした。これは音声は最後まで聞かないと、その音声が持つ情報の内容を完全に理解することが出来ないと言う問題があるからである。そのため、ある程度短い時間に区切ることで、冗長な部分が無い、簡潔な情報が集まると考えた。我々は音声の長さを 15 秒とした。以降、この音声の長さを録音時間と呼ぶことにする。録音時間は以下の予備実験により決定された。

3.2.1　録音時間を決定するための予備実験

実験は以下のように行った。

1. 2 つのグループに分けられた写真を、どのような場面で撮られたのかを説明しながら見せる。グループごとに異なった指示を与える。
2. 写真を良く見て、短く簡潔に口頭で説明してもらう。
3. IC レコーダーを用いてその音声を録音し、説明に掛かった時間を計測する。

与えた指示は以下の通りである。

- グループ A（6 枚）

  貴方は、災害の後、買い物の為に街に出ました。後から買い物に来る友達に説明するつもりで、物資の数等、店頭の状況を説明して下さい。

- グループ B（5 枚）

  貴方は、災害の後、周囲の状況を確認するために街に出ました。役場の職員に被害状況を説明するつもりで、被害状況を報告して下さい。

グループ A とグループ B に使われた写真の例をそれぞれ図 3.2、3.3 に示す。図 3.2 は東日本大震災の後のスーパーマーケットの米売り場の様子を、図 3.3 は東日本大震災の後の道路の状況をそれぞれ示している。利用した全ての写真、実験同意書、また実験の時に与えた指示の台本を付録に添付した。

図 3.2: グループ A の例

図 3.3: グループ B の例

3.2.2　結果

被験者数 7 名に実験を行った結果、グループ A の説明に要した時間の平均は 8.191(秒)、標準偏差は 4.537 であった。グループ B の説明に要した時間の平均は 9.943(秒)、標準偏差は 6.261 であった。全体の平均は 8.987(秒)、標準偏差は 5.495 であった。

3.2.3　考察

グループ A とグループ B の違いは 2 種類のタスクの違いにより生まれたものだと考えられる。グループ A は、物資の数と品揃えなどある程度報告するものが決まっているが、グループ B は被験者自身が自分で考えて報告しなければならないからである。この実験結果より、平均値に標準偏差をプラスした値を利用し、録音時間を 15 秒とした。

3.3　音声の参照

音声の再生は自動で行われる。GPS 情報は定期的に更新され、その度にデータベースのデータから記録された音声と現時点までの距離を算出する。その後距離順に音声をソートし、順番に再生する。一度に再生するのは音声再生数に従い、今回の場合 4 件である。10 キロ以上離れた音声は再生しない。

第4章　実装

システム概要を記す。

4.1　システム概要

実装にはアンドロイド端末を利用した。GPS 機能を利用し、位置情報を取得。データベースから音声情報とそれに付属する位置情報を参照。Hubeny の公式を用いて距離を導き出し、ソートをしている。

4.1.1　ハードウェア

型番	android xperia SO-01c
メモリ	RAM 512MB　ROM 1GB
プロセッサ	MSM8255 1GHz
タッチパネル	静電式
GPS	有り
Bluetooth	有り（Version2.1+EDR）

実機の外観は図 4.1 に記す。

4.1.2　ソフトウェア

アンドロイドのバージョン	android 2.3.3
DBMS	SQLite

4.2　音声のプロット

音声の録音には画面タップを用いる。画面をタップすると、録音が開始される。録音時間は 15 秒で固定である。録音データは録音ボタンを押した瞬間の年＋月＋日＋時間＋分＋秒を名前として SD カード上のフォルダに保存される。

音声のプロットには GPS を利用している。GPS で得た座標（緯度経度の情報）と音声データを、データベースのレコードに保存している。

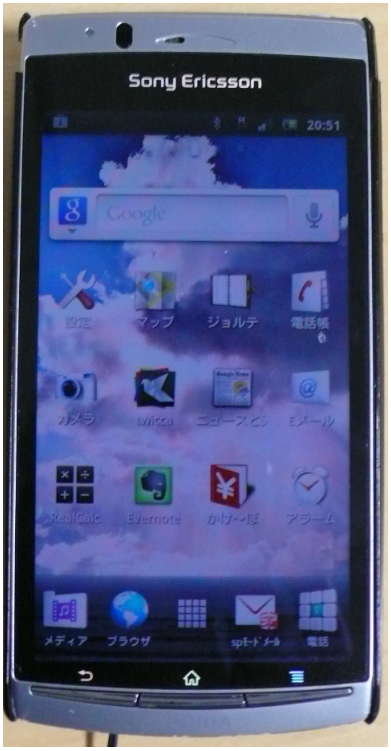
Sony Ericsson
20:51
Google
設定
マップ
ジョルテ
電話帳
カメラ
twitter
ニュース と ウ
Eメール
RealCalc
Evernote
かけ～ほ
アラーム
メディア
ブラウザ
spﾓｰﾄﾞﾒｰﾙ
電話

図 4.1: 実機の外観

4.2.1 データベースのスキーム

データベースのスキームを記す。

id	INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT	インデックス
androidID	TEXT NOT NULL	アンドロイド ID
time	INTEGER	記録した時間（ファイル名も兼ねる）
latitude	REAL	緯度
longitude	REAL	経度

4.3 音声の参照

音声の参照は以下の様に行われる。再生、録音時以外に GPS 情報が更新されると、データベースより、現在地の緯度± 0.1 度の値を取得する。この値は地球上で約 10km に相当する。情報を取得する範囲について図 4.2 に記す。

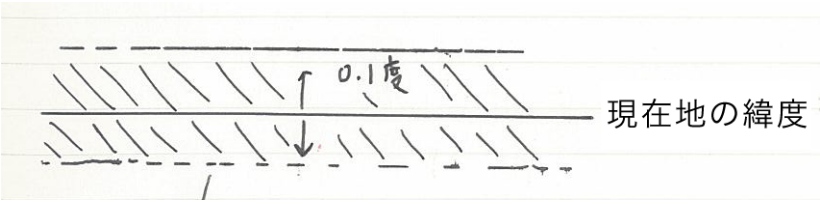

図 4.2: 情報を取得する範囲

日本の最北端は北緯 20 度 25 分 31 秒（択捉島を含む）から北緯 45 度 33 分 28 秒であるので、その差は 25.1325 度になり、よって、この段階で日本全体を南北に 251 のブロックに分けることになる。このように分けた理由は、距離の計算の前段階で、ある程度データ数を絞りこむ為である。

絞り込んだ情報から、現時点との距離を導き出す Hubeny の公式を用いて現時点までの距離を算出し、データベースから取得した情報とあわせて、音声をソートするために作成したクラスの配列に格納する。格納した後は、array クラスのメソッドを利用して距離順にソートが行われ、順番に再生される。再生時に 10 キロ以上離れている音声は再生しない。再生する音声の数は一度に最大 4 件としている。以降、本研究ではこれを再生音整数と呼ぶ。これは音声データが大量に存在する場合に、再生がいつまでも終わらないという状況を避けるためである。録音時間は 15 秒なので、一度に再生される音声の合計時間は一分間である。

4.4 Hubeny の公式

Hubeny の公式は地球上の 2 点の間の距離を計算することができる公式である。今回の実装ではこの公式を利用し、距離を算出した。以下 4.1 に公式を、公式中の変数については 4.2 に記す。

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

$$d_y = y_1 - y_2 \tag{4.2}$$

$$d_x = x_1 - x_2 \tag{4.3}$$

$$\mu_y = \frac{y_1 + y_2}{2} \tag{4.4}$$

$$M = \frac{a(1 - e^2)}{W^3} \tag{4.5}$$

$$N = \frac{a}{W} \tag{4.6}$$

$$W = \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \mu_y} \tag{4.7}$$

$$e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}} \tag{4.8}$$

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
$b = \frac{1}{298.257222101}$……扁平率
a,b の定数については、世界測地系（測地成果 2000）を利用した値を利用している。世界測地系に関しては以下を参照。[1]

4.5 外観

アプリケーションの外観を、図 4.3 に示す。ユーザが画面を見なくても操作できるように、大きなボタンを一つ配置している。

[1] http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/algorithm/ellipse/ellipse.htm

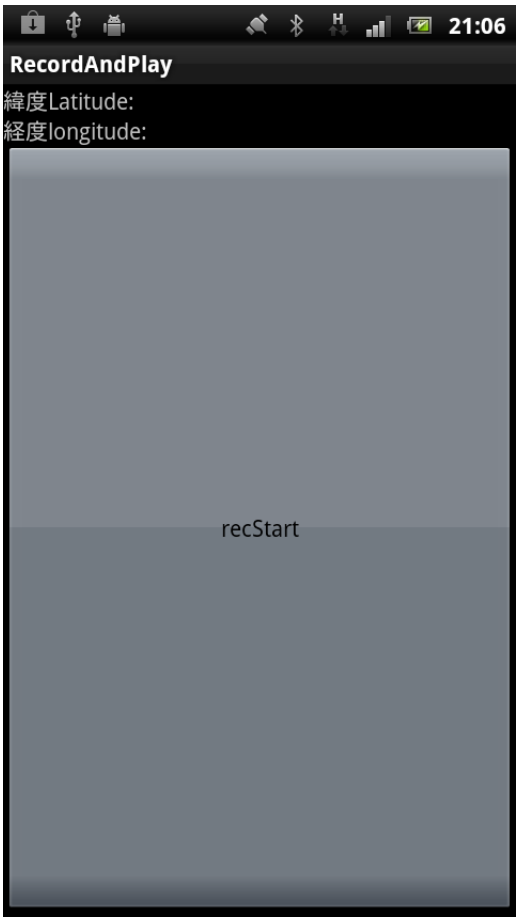

図 4.3: 製作したアプリケーションの実行画面

第5章　実験

製作したシステムが実際に利用できるかどうか、音声の録音時間を固定する手法に問題はないか、画面を介せずに情報の入出力を行えるかどうか、を確かめる為に大学構内でシステムを起動し動作実験を行った。

大学構内の様子を吹き込むと、音声情報が記録され、その後再生が行われる。システムの開発時に於いて、研究室で大量にテストデータを吹き込んだ為に、研究室の周りには大量のテストデータが対応付けられていた。その為、出発した当初はテストデータが再生された。その後、大学の中心部に移動しながら音声の吹きこみを行った所、吹き込む位置が近いものから順に再生が行われた。

次に、より広範囲で実験を行うために、自転車で大学を一周し、数百メートルおきに停車して周囲の状況を録音し、二周目に音声がどのように再生されるかを調べた。図5.1に自転車で移動したルートを示す。

5.1　結果

実験の結果、以下のような問題や発見があった。

1. 数十メートルほどの距離で、音声の順番が入れ替わることがあった。より近い位置で記録した音声が、それよりも遠くで記録した音声より後に再生されることがあった。

2. 再生音整数を4件に設定すると言う形式をとったが、同じ場所に音声が集中していると少しの差で再生される順番が代わり判別しにくい。また情報を取りのがすこともあった。

3. 既に通り過ぎた地点の音声を再び再生することがあった。

4. 録音時間が足りなくなると言う問題点は無かったが、録音時間が余ることもあった。

5. 10キロ以内の音声を近い順に4件まで再生する形式だが、10キロという範囲が広いために、音声数が少ないために同じ音が何回も再生された。

6. ソートを行うにあたって距離に注目しているが、時間には注目していない。状況が変わった場合に、情報を上書きするとすることを考えれば、古い情報と新しい情報を判別できる方法が必要である。

7. 見た光景をそのまま報告できるのは楽だった。例えば「車が3台あって、色は赤と黒と緑で〜」という情報を入力する場合でも、見た光景をそのまま話せばよい。携帯端末の

図 5.1: 実行時に利用したルート

画面を利用したインタラクションでは、視線が画面に奪われるために周囲の状況を確認して入力をするまでに時間がかかる。

8. ポケットに携帯端末を戻す際に指が画面上のボタンに触れてしまい、録音が始まってしまったことがあった。

第6章　議論

実験の結果を元に、その原因、さらに解決方法を示す。

1. GPS の精度は高くなく、10m 程度ずれる。また実験に利用した大学内は建物が多く、建物の影になってしまうと電波を受信しづらくなることがある。近い距離にある音声をソートする時、順番が入れ替わってしまったのはそのためだと考えられる。しかし記録した時の GPS の値に問題があったのか、再生する時の GPS の値に問題があったのかは解らない。この問題の解決方法としては、ある一定以上値が近い位置情報は距離ではなく、他の基準でソートすることを考えている。現在考えているのは時間軸に従ってソートを行い、新しいものを優先的に再生する手法である。

2. 音声が集中している所では、1 で述べた様に、時間軸を利用したソートを行って解決することを考えている。またある一定以上音声が集中している場合は再生音整数を変えてより多くの件数の音声を再生できるようにする、または一度再生した音は優先度を下げるなどの手法を考えている。

3. 既に通りすぎた地点の音声情報であっても、近ければ再生が行われる。この問題を解決するために、進行方向を識別し、進行方向の情報の優先度を高くする手法を考えた。また今回は図 5.1 にあるように、大学会館の北に位置する部分で途中で道同士が近くなっている部分が存在した。この場所では道路一本向こうの情報も再生されてしまった。ルートを判別して、道沿いの情報を取得したい。

4. 録音時間の問題については、一定時間以上音声の入力がないと自動で録音を停止するという解決策を考えた。また、再生時に空白部分をカットすると言う手法でも対応は可能である。

5. 音声を取得する範囲である 10 キロと言う数値は、近くに音がない場合は、遠くでも良いので音を再生するという機能の上限値である数値だが、この範囲の広さの為に、全く関係ない場所の音が再生されるなどの問題点が起こった。距離に寄って音の再生の仕方を変えると言う手法を提案したい。すなわち、遠くの音ほど小さく、近くの音ほど大きく再生する。また、徒歩や自転車での 10 キロは長いが、車での 10 キロは 20 分もあれば直ぐに移動できてしまう。移動手段（移動速度）による場合分けが必要である。

6. 古い情報と新しい情報をどのように判別するかという問題であるが、この判別の為に、再生時に音声をその古さに応じて劣化させるという手法を考えている。これによって

ユーザが情報の新旧の区別をできるようになると考えているが、音の大小と混同しない方法が必要である。

7. 見た光景をそのまま話せば情報がプロット出来るという利点を活かすために、ヘッドセットを利用し、携帯端末を手にもつ必要も無くすことを考えている。

8. 画面タップではなく、ジェスチャや物理ボタンを使用することで誤動作を防ぎたい。ヘッドセットのボタン、あるいはジェスチャ等で録音の開始を判別するように設計すれば、解決できると考える。

第7章　結論と今後の課題

音声と位置情報を利用して、画面を注視しない情報の入出力システムを製作した。実際に利用してみて、情報の入力と出力が画面を見ずに行える事を確認した。また音声の録音時間を固定する手法について確認し、解決すべき課題は見つかったが、手法自体は問題がないことを発見した。

また実験により幾つかの課題が浮かび上がった。将来的にはサーバと連携し、プロットした情報をシステムを利用して、ユーザ同士で情報を共有できるシステムに応用することを考えている。

謝辞

本論文の執筆にあたり、研究室の皆様から様々なアドバイスを頂きました。特に指導教員である田中二郎先生、三末和男先生、高橋伸先生にはゼミ等を通して様々なご指導を頂きました。また、志築文太郎先生には論文の構成、添削、実験手法に関しての相談など多岐にわたってきめ細かいご指導を頂きました。心より感謝申し上げます。インタラクティブプログラミングラボの皆様からはゼミなどで貴重なご意見を頂きました。特に WAVE チームの先輩方にはプログラムの実装に関する事、論文の構成方法等、ゼミや研究室での対話を通して様々なアドバイスを頂きました。また予備実験に協力してくれた被験者の方々、論文の細かい点について意見を交換し合った研究室の同期の方々に心よりお礼申し上げます。

参考文献

[1] 小川 祐樹, 山本 仁志, 和崎 宏, 後藤 真太郎. 災害時における地域 SNS の活用 : コミュニティの時系列推移に基づく分析. 日本社会情報学会学会誌, Vol.23, pp.45-56, 2011-09-30.

[2] 宮部 真衣, 荒牧 英治, 三浦 麻子. 東日本大震災における Twitter の利用傾向の分析. 情報処理学会研究報告. GN, [グループウェアとネットワークサービス], Vol.2011, No.17, pp.1-7, 2011-09-08.

[3] 塚田 晃司, 野崎浩平. 災害時孤立集落での利用を想定した地域内情報共有システム. 情報処理学会論文誌, Vol.51, No.1, pp.14-24, 2010-01-15.

[4] 藤生 慎. 大規模地震災害時における建物被害認定の遠隔判定システムの設計. 情報学研究 : 学環 : 東京大学大学院情報学環紀要, Vol.81, pp.71-85, 2011-10-17.

[5] 瀧本 浩一, 吉久 誠二, 三浦 房紀. 36 災害時における県・市町村間被害情報共有システムの開発. 地域安全学会梗概集, No.17, pp.123-124, 2005-11.

[6] 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. HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告 = IPSJ SIG technical reports, Vol.138, pp.1-4, 2010-05-14.

[7] 小西 孝史, 前田 義信, 田野 英一, 牧野 秀夫. 視覚障害者用位置情報提供システムにおける案内情報提供方式. 電子情報通信学会技術研究報告. WIT, 福祉情報工学, Vol.108, No.170, pp.25-30,2008-07-20.

[8] 牧野 秀夫, 渡辺 浩亘, 石井 郁夫. 視覚障害者のための電話交信型 GPS 位置案内装置. 映像情報メディア学会技術報告, Vol.21, No.48, pp.15-19, 1997-09-18.

[9] 田野 英一, 牧野 秀夫, 前田 義信, パークス ドナルド N. GPS を用いた視覚障害者用屋外位置案内装置 : FM-DGPS による測位精度の向上. 電子情報通信学会技術研究報告. MBE, ME とバイオサイバネティックス, Vol.99, No.82, pp.35-40, 1999-05-21.

[10] Simon Holland , David R. Morse , 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] 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.

[12] 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.

付 録A　予備実験に利用した写真と書類

付録を以下に添付する。1 枚目と 2 枚目に実験に使った写真を載せる。1 枚目がグループ A、2 枚目がグループ B になっている。写真の下に記述された番号は被験者に提示した順である。3 枚目は被験者に渡した実験同意書と実験の説明を兼ねたもの。4 枚目は被験者に説明するための台詞をまとめた台本である。

グループA

1

2

3

4

5

6

グループB

1

2

3

4

5

音声による状況の説明に関するデータ収集のお願い

この度は、実験にご協力頂き誠にありがとうございます。
本実験ではMP3レコーダーを用いて、音声による状況説明を行なって頂きます。

実験方法：

今から、２つのグループに分けられた幾つかの写真を見せます。
写真を見せる前には口頭でどのような場面で撮影された写真なのかを説明します。

その写真をよく見て、以下の指示に従って**短く簡潔に**口頭で説明して下さい。

グループA（６枚）
貴方は、災害の後、買い物の為に街に出ました。後から買い物に来る友達に説明するつもりで、物資の数等、店頭の状況を説明して下さい。

グループB（５枚）
貴方は、災害の後、周囲の状況を確認するために街に出ました。役場の職員に被害状況を説明するつもりで、被害状況を報告して下さい。

データの取扱に関して
本実験において得られた入力データ及び録画された動画は実験の分析、論文、学内外の発表において使用する可能性があります。その際は個人が特定できないように処理します。

実験に関して、上記内容を理解、同意した上で実験に参加して頂ける場合には下部の署名欄に署名をお願い致します。

西暦　　年　　月　　日

所属＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿署名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

説明者：所属　情報学群　情報メディア創成学類　署名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

実験の流れ

Aグループから

これから実験を開始します。今から簡単な説明と共に写真を見せますから、その内容について簡潔にまとめて吹きこんでください。皆さんに使っていただくシステムは位置情報を自動的に記録するシステムのなので場所の情報は必要ありません。

それではAグループの写真を見せます。
貴方は、災害の後、買い物の為に街に出ました。後から買い物に来る友達に説明するつもりで、物資の数等、店頭の状況を説明して下さい。

１……貴方はカップラーメンコーナーに向かいました。
２……貴方はティッシュペーパーやトイレットペーパーのコーナーに向かいました
３……貴方はお米コーナーに向かいました。
４……貴方は麺類のコーナーへ向かいました
５……貴方は生鮮食品コーナーへ向かいました
６……貴方は店を出て、違う店舗に行きました。店の中には入れず、お一人様一点限りというルールで外で販売が行われています。

ありがとうございました。

次にBグループの写真を見せます。
貴方は、災害の後、周囲の状況を確認するために街に出ました。役場の職員に被害状況を説明するつもりで、被害状況を報告してください。

１……貴方はこのような光景に出会いました。
２……貴方はこのような光景に出会いました。
３……貴方はこのような光景に出会いました。
４……貴方はこのような光景に出会いました。
５……最後に大学の研究棟に戻ると、貴方はこのような光景に出会いました。研究棟から液体が滴り落ち、下にあった自転車がこのように凍りついています。

ありがとうございました。これで完了です。