



図Ⅱ.4-5 測位データログ 3

以上のように実験コースは特性の異なる3つのコースを含んでおり、それぞれGPSを用いた歩行支援システムとしては最難関の条件となる。本研究では、あえてこの最難関コースを実験コースとして選び、複数のセンサによる統合処理でいかに最難関コースを克服できるかを研究課題とした。

◆ 実験方法

● 実証実験

- ・研究者が被験者となり実験コースを試作器を装着して歩く。
- ・同時に端末の挙動と案内情報をモニタする。
- ・別の研究者がサーバと各センサの挙動をモニタする。
- ・ビデオカメラで歩行の様子を撮影する。
- ・ICレコーダで被験者のコメントを録音する。
- ・すべてのセンサ情報をログに保存する。

● モニタ実験

- ・コースの説明等必要な手順を踏んで、視覚障害者の被験者に実験コースを試作器を装着して歩いてもらう。
- ・実験ごとに実験責任者が実験を監督し、実験

に同行する。

- ・安全確認のための補助員を2名配置する。
- ・ビデオカメラで歩行の様子を撮影する。
- ・ICレコーダで被験者のコメントを録音する。
- ・すべてのセンサ情報をログに保存する。

◆ 実験の日程と目的

センサ統合とユーザインタフェースの性能評価のための実証実験と統合モニタ実験を下記のように実施した。

- 2月20日(土) 実証実験1回目 実験コース3回歩行 目的:各センサの結合テスト
- 2月26日(金) 実証実験2回目 実験コース2回歩行 目的:各センサの結合テスト
- 3月6日(土) 統合モニタ実験1回目 実験コース3回歩行 目的:被験者によるモニタ実験
- 3月12日(金) プレ実験 実験コース1回歩行 目的:マップマッチングのテスト
- 3月19日(金) プレ実験 実験コース3回歩行 目的:各センサ精度向上確認
- 3月20日(土) 実証実験3回目 実験コース6回歩行 目的:各センサ精度向上確認
- 3月30日(火) プレ実験 駒込周辺 目的:LRF

の障害物検知動作の確認

- 4月1日(木) プレ実験 実験コース5回歩行 目的:各センサ、マップマッチングの精度向上確認
- 4月2日(金) プレ実験 実験コース3回歩行 目的:各センサ、マップマッチングの精度向上確認
- 4月3日(土) 統合モニタ実験2回目 実験コース5回歩行 目的:被験者によるモニタ実験

(倫理面への配慮)

システム評価のために東京駅八重洲地下街、中央通り、さくら通りにて統合モニタ実験(2回、のべ10人)を行った。統合モニタ実験の様子を図II.4-6と図II.4-7に示す。この統合モニタ実験を行うために、静岡県立大学内の研究倫理審査委員会に『センサ統合による日常利用可能な屋内外視覚障害者歩行支援システムの実証実験』についての研究倫理審査申請を行い、承認を受けた。



図II.4-6 地下街での統合モニタ実験の様子



図II.4-7 地上での統合モニタ実験の様子

モニタ実験においては研究倫理審査申請書中のモニタ評価の倫理面等に関するすべての事項を厳格に遵守した。

研究倫理審査申請書中のモニタ評価の倫理面等に関する事項は下記である。

(1)研究等の対象となる個人の人權の擁護、プライバシーの保全及び福祉の向上

- ・研究参加前に十分なインフォームドコンセントを行い、文書による同意を得てから実証実験を行う。
- ・実証実験の際に撮影したビデオや音声の記録データについては、厳重に管理し、個人情報外部に漏れないようにし、プライバシー確保に細心の注意を払う。
- ・個人情報の保護に関する法律（平成 17 年 3 月）に基づき、厳重に個人情報を取り扱う。

(2)対象者への研究の目的、内容、方法、起りうる危険ならびに必然的に伴う不快な状態への十分な説明、ならびにその理解と同意

- ・被験者に対しては、実証実験の実施前に、本研究の説明文書及び同意書を渡す。
- ・被験者に対して十分な説明を行い、被験者からの質問に対して被験者が納得できるよう返答を行う。
- ・被験者本人が実証実験の内容をよく理解したことを確認した上で、実証実験への参加について自由意志による同意を文書で得る。

(3)研究等によって生ずる当該個人への不利益及び危険性の予測

- ・実証実験の際には、被験者に必ず実験補助者が同行し、歩行している被験者の安全確保に努める。
- ・実験補助者に対して、事前に被験者の安全確保についての講習会を行う。
- ・実証実験前に実験リハーサルを行う。実証実験に関しては、歩行訓練士の専門的助言を得る。
- ・被験者が怪我をした場合には、速やかに医療機関での手当を行うなどの対処を行う。

C. 研究開発結果

GPS とマップマッチングだけでは正しいナビゲーションがほぼ不可能な激しい高マルチパス環境でも、本プロジェクトのセンサ統合システムは、実証実験を重ねていって改良した結果、ほぼ正しいナビゲーションを提供できるようになった。開発したセンサ統合システムの構成図を図 II.4-8 に示す。

本統合システムは多くの障害物を検知できるようになったが、処理速度の面に課題が残った。また音声点字携帯情報端末の操作方法とナビゲーションと障害物検知情報の提示方法については大方の被験者に支持された。

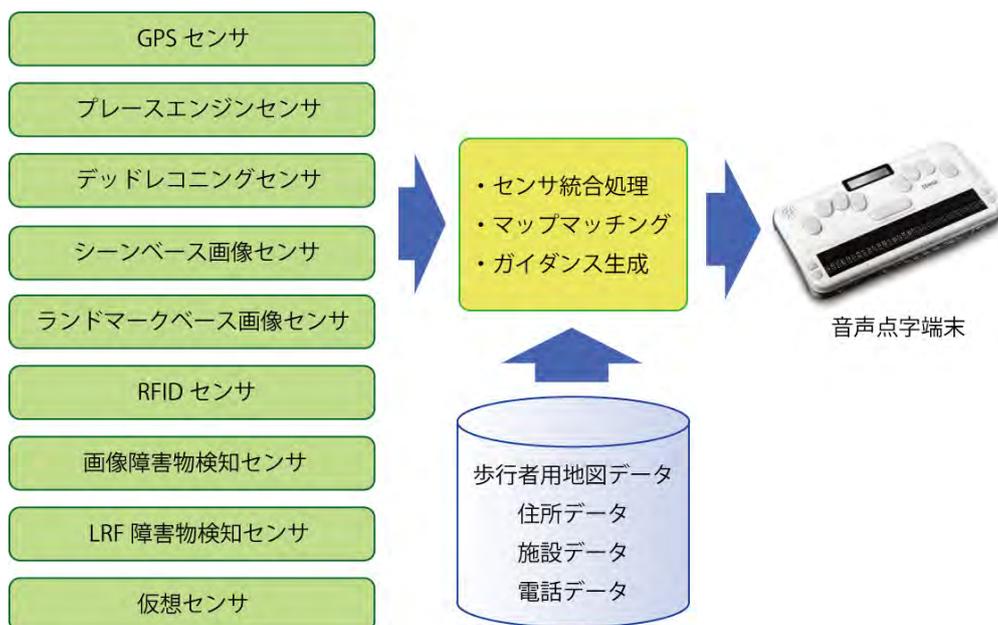


図 II.4-8 システム構成図

モニタ実験のグループディスカッションから次のコメントを得た。

- ・GPS ナビで生活が変わった。やっと欲しい道具が手に入った。
- ・ナビゲーション情報は市販のGPS ナビより充実している。
- ・信号機があるかどうかかわかるとよい。
- ・人に道を尋ねることへの抵抗感是人により異なる。
- ・障害物検知の最終目的は、白杖に変わるもの。
- ・物よりも人にぶつかりたくない。
- ・市販の障害物検知用具には不満がある。
- ・エコーロケーション能力の個人差は大きい。
- ・エコーロケーションができない人は歩数をカウントする。
- ・ナビゲーション情報の提示方法や仮想歩行を改良すればもっと楽しくなる。便利になる。
- ・だれにでも使えるようにしようとしてだれにも使えないものを作るのではなく、利用者のターゲットを絞り込むという開発思想を指示する。

D. 考察

画像データが未整備で画像センサが利用できない場所では、ある程度はGPS を使わなければならない。センサ統合の最大の問題は、GPS センサの測位情報の信頼度が不明なことである。これが解決しなければ、GPS の情報とPDR の情報のどちらを採用すべきかの判断を誤る危険は軽減されない。GPS 情報とPDR 情報の照合によるGPS 高マルチパス推定技術を開発する必要がある。

現状では画像処理は計算機への負荷が大きいため、断続的にしか実行できないという課題がある。実証実験とモニタ実験で用いた計算機では、他タスクへの負荷を配慮して、シーンベースとランドマークベースの画像認識は10秒に一度実行する設定とした。そのため実証実験、モニタ実験におけるランドマーク検出は本来の性能を下回った。画像系の2つのセンサのさらなる最適化や処理内容の軽減が課題である。

障害物検知に関しては、LRF センサは1秒おき、画像障害物センサは4秒おきに検知を行う設定とした。このため音声点字端末に障害物の検出結果が報告されるのは最短でも1秒後となる。

画像障害物センサは処理に時間がかかるため5m から10m 先の障害物検出に向いている。いかえれば至近距離の障害物検出には使えない。LRF は取り付け角度にもよるが、おおむね約1.5m 先までの障害物の検知が可能である。利用者の歩く速度を秒速1m とすると、障害物の発見から、検出結果の報告まで1秒かかるということは、残りの0.5秒の間に障害物を回避しなければならないことになる。しかし1秒に1回というのはLRF センサの処理能力の限界ではなく試作器の設計による制約であり、LRF センサは障害物検知には有望な技術であるので、システムの改良により検出結果報告の遅延を最小に抑えるのが1つの課題である。また試作機で用いたLRF センサの陥没検知は、黒いアスファルトの道などを陥没と誤認する。現在は、陥没検知のオン・オフを利用者が手動で切り替えられるようにし、誤認の多い場所ではオフにして利用する方法で対処している。この課題の解決方法としては、例えば、1箇所辺りのS/N比を上げるようなレーザ制御法の導入などが考えられる。

E. 結論

実証実験とモニタ実験ではセンサ統合システムはほぼ正しいナビゲーションを提供できた。しかしGPS センサの測位情報の信頼度を推定できなければ、センサ統合によりつねにより正しい測位情報を提示できる保証はない。センサ統合の精度向上にはマルチパス検出技術が不可欠である。

モニタ実験のグループディスカッションから視覚障害者の障害物検知への高い期待を知ることができた。障害物検知技術は画像、LRF ともになお課題が残されているが、とくにLRF は、特性上の制約はあるが、処理の速さと情報の精度から、近距離の障害物検知技術として有望といえる。

音声点字携帯情報端末へのナビゲーション情報と障害物検知情報を有効に提示する方法を考案できた。とはいえ利用者の特性は多様であり、情報提示は多様な形式に対応する必要がある。モニタ実験から多くの知見を得た。とくにグループディスカッションからは多くのことを学んだ。視覚障害者はある決められた場所を安全に

歩ければそれでよいと考えているわけではない。
自由に歩きたい、楽しく歩きたいと望んでいる。
歩行支援技術はそのような希望に応える技術で
なければならない。

障害者自立支援機器等研究開発プロジェクト

分担研究報告書

5. 共創的枠組みによる画像データベース整備及び測位誤差評価

研究分担者 産業技術総合研究所 蔵田武志、興梠正克

研究要旨 画像データベース整備コストを、共創の概念に基づいて視覚障害者だけではなく健常者等と分散できるような枠組みを導入するために、画像登録支援ツールを開発する。また、本プロジェクトで開発する視覚障害者歩行支援システムの測位誤差評価を行う。

A. 研究開発目的

画像中の看板、横断歩道等を対象とするランドマークベース画像認識と、画像全体を対象とするシーンベース画像認識を組み合わせた位置方位推定技術を実現するためには、画像データベース(DB)が必要となる。共創の概念に基づき、その整備コストを視覚障害者だけではなく健常者等と分散できるような枠組みを導入するために、画像登録支援ツールを開発する。

また、本プロジェクトで開発する視覚障害者歩行支援システムの測位誤差評価を、屋内外を含む実証ルートで行う。

B. 研究開発方法

1. 画像 DB 整備については、まず、図 II.5-1 に示すように、サーバ側の画像 DB とクライアント PC 側の画像登録支援ツールからなる画像 DB 整備のための枠組みを開発し、その運用を通じて、本プロジェクト内で画像 DB を整備する。画像登録支援ツールは、画像(デジタルカメラで撮影、インターネット上から入手等)に、その撮影位置や方位などの属性を付加してデータベースに登録する作業を支援する。図 II.5-2 に、画像 DB への画像登録時の処理フローを示す。

GUI は図 II.5-3 のように、ログイン画面でユーザ ID とパスワードを入力するとスタートメニュー画面が表示され、新規登録画面、編集画面、地点名登録画面、ユーザ管理画面へと遷移する。

スタートメニュー画面にて「新規登録」ボタンを選択すると、図 II.5-4 の①のように新規登録画面に遷移する。新規登録画面では、フォルダ選択にて画像、ATT ファイルを取り込むと②のよ

うに登録画像一覧、ATT ファイルの反映、写真読み込みを行う。次に、図 II.5-5 の③のように地点名を選択し、フォーカスを移動すると、地点名登録にて事前に登録した地点の位置の地図が表示される。

画像のポイント位置(撮影位置)や方向を変更する場合は、④のように「変更」ボタンを選択し、地図内位置を選択後、地図内をドラッグすることで、矢印にて画像ポイント位置、方向の変更表示を行うことができる。また、変更された緯度経度や方位は、属性情報へ反映される。

図 II.5-6 の⑤のように「ランドマーク 1」タブを選択するとランドマークを簡易に登録したい場合の属性の入力ができ、⑥のように「ランドマーク 2」タブを選択するとより詳細なランドマークの属性を登録することができる。

図 II.5-7 の⑦のように「マスク」ボタンを選択すると、マスキング処理画面が表示される。マスキング処理画面にてマスク点列位置を指示し、サーバにてマスク画面を作成するためのマスク点列ファイルを作成する。

⑧のように「送信」ボタンを選択すると、画像データ DB サーバへ ATT ファイル用属性情報、マスク点列ファイル(ランドマークのみ)を送信し、ネットワークにて連結している PC 内シーン特徴データ登録ソフトウェア、ランドマーク特徴データ登録ソフトウェアにて、特徴点確認画像を作成する。

図 II.5-8 は、シーン画像登録のための属性入力部の拡大図、図 II.5-9 は、ランドマーク画像登録のための属性入力部を示している。また、図 II.5-10 の 1 段目は、画像のポイント位置(撮影位置)や方向を地図上に示している様子、2

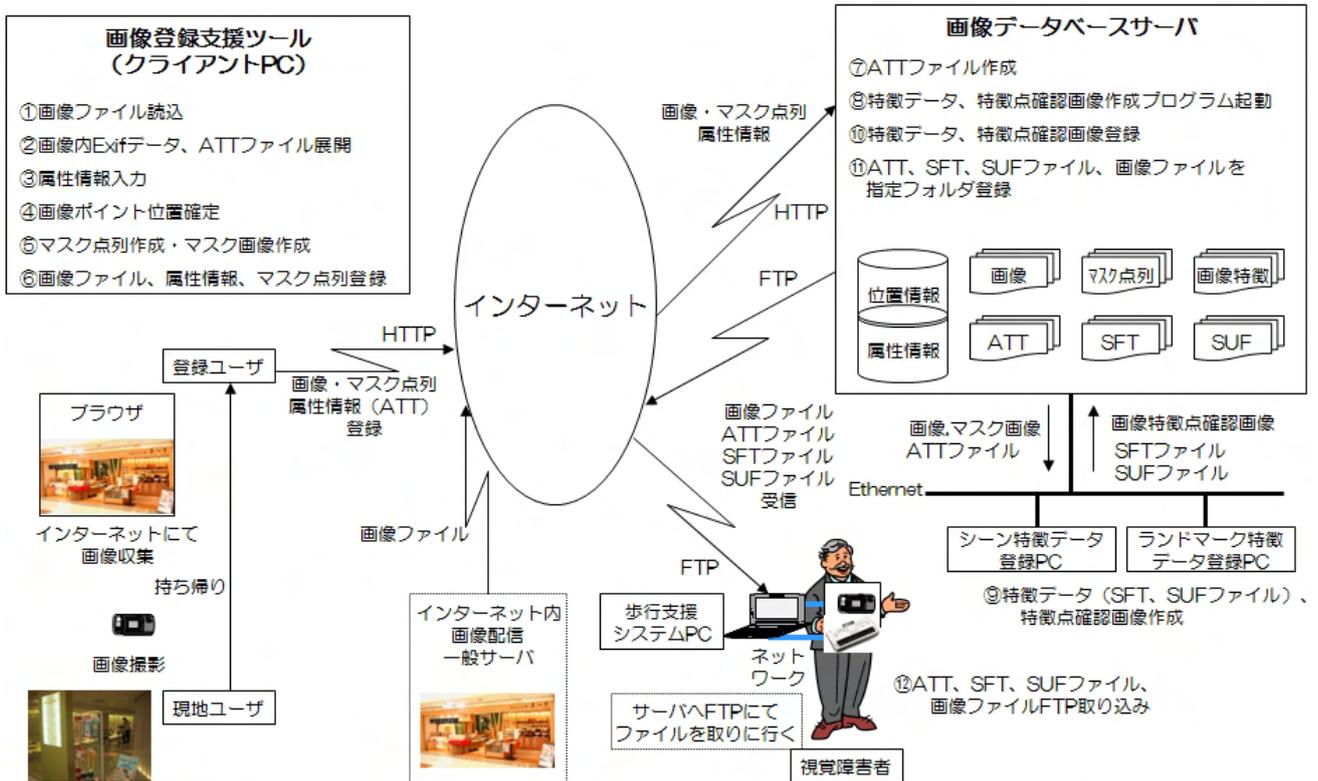


図 II.5-1 画像 DB サーバと画像登録支援ツール (クライアント PC) を用いた画像 DB 整備

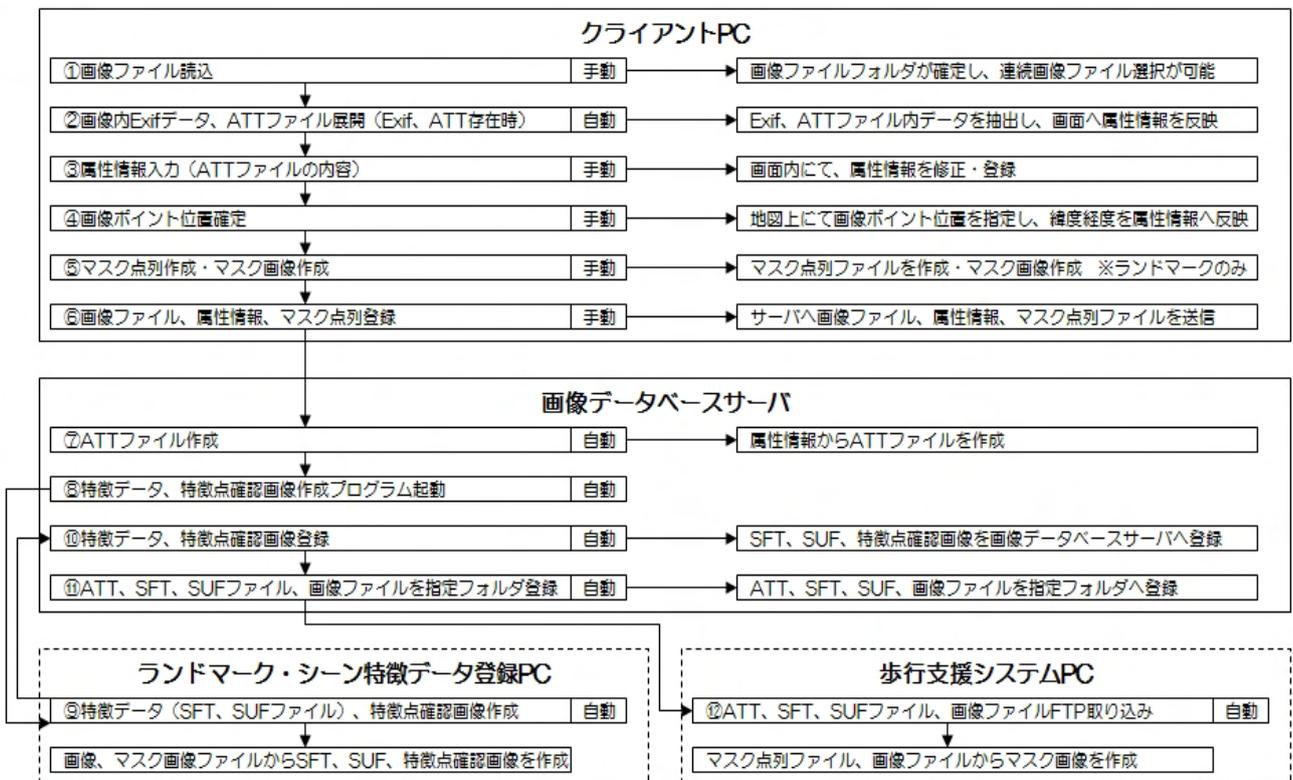


図 II.5-2 画像 DB への画像登録時の処理フロー