

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

2. ランドマーク画像認識と画像による障害物検知に関する研究

研究分担者 宇都宮大学 青木恭太

研究要旨 歩行支援システムにおいて、画像処理・認識に期待される位置確認と障害物検知の2課題に取り組んだ。歩行支援システムのサブシステムとして携帯端末で動作する画像によるランドマーク認識を行った。本研究では、あらかじめ歩行ルート上のランドマークとなりうる画像およびその属性、サーフ特徴量ファイルを用意し、歩行中に撮影したシーン画像中にそのランドマークを検出することにより、位置情報を獲得し補正することを目的とする。実施した実証実験より、ランドマークの作成とその検出、および位置補正を実環境において検証し、画像によるランドマーク認識システムの歩行支援環境における有効性および実用化に向けての問題点を明らかとする。

歩行支援システムのサブシステムとして携帯端末で動作する画像による障害物検知システム開発を行った。本研究では、既存の自動車用の単一カメラによる障害物検知システムを基礎に歩行者向けの画像による障害物検知システムを構成し、その能力を実環境における実験により検証し、画像による障害物検知システムの歩行支援環境における有効性および実用化に向けての問題点を明らかとする。

2つの目的があるが関連性は低いため「第一部ランドマーク認識」「第二部障害物検知」の2部構成とする

第一部 ランドマーク認識

II. 2-1. A. 研究開発目的

歩行支援を行う際には、測地系の誤差地表の潮汐による変動など GPS の誤差以外に生じる小さな誤差も問題となる。この小さな誤差の影響を避けるためには、歩行目標物による補正が欠かせない。本研究は、あらかじめ用意した「コンビニの看板」などのランドマークとなる「画像」をシーンカメラで撮影した画像中で照合・認識することでランドマークを発見する。ランドマークを発見したとき、その位置とカメラの方角を推定する。これにより、停止状態の時に方位を算定出来ない GPS など位置を検出するために用意された他のセンサの弱点を補うと同時に、座標系自体の誤差を含む各種誤差を補正し、より高い精度で、より広範囲で歩行支援に有効な測位を実現することを目的とする。

II. 2-1. B. 研究開発方法

II. 2-1. B. 1 歩行パターンの調査

視覚障害者の歩行パターンは、個々に異なる

とされている。したがって有意義なランドマークも異なる可能性がある。したがって、視覚障害者の歩行パターンを調査し、画像によらないランドマークをどのように利用しているかも並行して調査し、画像によるランドマークの有用性をより良いものとする。

調査の結果、同じ白杖利用者であっても、耳からの情報で、壁から等距離を歩くことが可能な場合とそうでない場合があり、両者では歩行時に必要な情報が大きく異なることがわかった。後者の場合、白杖を利用して何かに触っていることで安心感を持つ。したがって、誘導ブロックがない場合、道のどちらかを歩く。屋外の場合、官民境界にある舗装の違いなどを利用するが、地下街の場合、道の端が店舗の入り口であり、歩行の困難があった。シーン画像によるガイドは、後者の様な視覚障害者にとって、高い有益性が期待できる。前者の場合でも、広い地下街の場合、方向を見失った。また、弱視者の場合、ランドマークらしいことがわかるが、確証を得ることが出来ない。画像処理をそのために利用することで良い効果を期待できる。

II. 2-1. B. 2 実験ルートの調査

当初東京駅北口から、右折し、東京国際フォーラムまでのルートを実験ルートとして予定した。しかしながら、「ランドマークとなり得る看板が、極端に少ない」「観光バスの発着所があり通行人が非常に多い」の理由で別のルートで実験することとした。



図 II.2-1.1 当初の実験ルート



図 II.2-1.2 新たな実験ルート(地下)



図 II.2-1.3 新たな実験ルート(地上)

新たな実験ルート候補では、視覚障害者の生

活に合わせた「シナリオ」に対応するするルートとした。実験ルートは、東京駅地下中央口から、八重洲地下街を經由し、中央通りで地上に出て、高島屋デパートで買い物をして、さくら通りを通り、東京駅地上北口までとした。

「地下街を含む」「歩きにくい広い地下街」「白杖で道の両端を確認することがふさわしくない地下街」「看板がすくなく歩道が広いオフィス街」「人通りが多く、歩道が狭いさくら通り」など異なる性格を持つ道路を組み合わせたルートとした。

しかしながら、東京駅は改修中であり、スタート地点の変更の必要があったため、すべての実験で同一のルートを使用することは不可能であった。

II.2-1.B.3 画像を利用したランドマークの認識のメリット

出発地点で向きと場所の確認が出来る。ランドマークの方向も大まかに求めることが可能である。

GPS は停止中に向きの確認が出来ないがこの手法では可能であり、期待できる。

磁気遮断されている地下などでも利用できるため、他のセンサの弱点を補う可能性を持っている。

弱視者の場合、ランドマークらしい対象の存在を知ることができても、どのようなランドマークかを確認出来ない場合がある。このような場合に、ランドマーク認識により、確認することが出来る。

II.2-1.B.4 ランドマーク認識の弱点

降雪など看板のイメージが変化する場合には感知できない。シーン撮影用カメラが自動露出機能を持っていない場合など、看板に直射日光が当たり、看板が白つぶれする場合認識できない。シーン画像にブレや大きな傾きがある場合には、感知できない。ランドマークの属性には、昼用と夜用などの属性を用意し、時刻により異なる見え方をするランドマークへは対応している。

II.2-1.B.5 ランドマークの例



図 II.2-1.4 丸善の丸 M マーク (シーン)



図 II.2-1.5 丸善の丸 M (ランドマーク)

高島屋からさくら通りに向かう時に向きと場所の確認が出来る。丸善の丸 M の看板は、立体看板なので向きに対する依存が強く感知できる範囲は狭いが場所を特定する機能には適している例である。



II.2-1.6 駐車場の看板(シーン)



図 II.2-1.7 駐車場の看板 (ランドマーク)

ランドマークは2009年11月に撮影した看板で、シーンは2010年3月に撮影した。値段が変わっているが、上部のパターンで認識できた例。

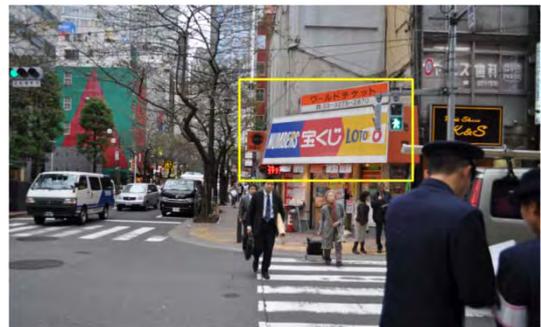


図 II.2-1.8 駐車場の看板 (シーン)



図 II.2-1.9 駐車場の看板 (ランドマーク)

典型的なコンビニの看板。広く単純なので認識しやすい。



II.2-1.10 宝くじ販売所 (シーン)



図 II.2-1.11 宝くじ販売所 (ランドマーク)

テントが、上を向いているため、太陽の反射を受けやすい例。

II.2-1.B.6 ランドマークの作り方

看板の場所と撮影場所を指定する。特に指定しない限り、看板の向きは撮影方向とする。

原則としてランドマークの中心は画像の中心とする。

看板の両面が同じ看板の場合、2個の看板として登録する。



図 II. 2-1. 12 裏表同じ看板



II. 2-1. 13 裏表同じ看板

II.2-1.B.7 撮影

ランドマーク用画像の撮影と実験ルート検証、
および実証実験のために実施した撮影は以下の
とおり。

II.2-1.1 表 撮影関係一覧

番号	日付	場所	撮影枚数	作業内容
1	2009/10/14	宇都宮	710	カメラテスト件, ランドマーク候補調査
2	2009/10/15	宇都宮	153	ランドマーク収集
3	2009/10/21	東京駅 北口から	77	白杖利用者による実験予定ルートの検証 利用者A
4	2009/10/22	東京駅 北口から	207	ルート状況の調査
5	2009/10/22	四ツ谷駅	160	歩行が慣れているルートの歩き方の検証 利用者A
6	2009/10/22	四ツ谷駅	152	歩行が慣れているルートの歩き方の検証 利用者A
7	2009/10/31	東京駅	212	歩行が慣れているルートの歩き方の検証 利用者B
8	2009/11/7	東京駅	272	実験ルートの調査
9	2009/11/12	東京駅	438	ランドマーク収集
10	2009/11/19	宇都宮大学	8	カメラ画角の調査
11	2009/11/20	東京駅	25	ランドマーク収集2回目
12	2009/11/24	宇都宮	122	ランドマークの調査(前回10/15との比較)
13	2009/12/9	札幌	29	降雪地域での道路, 建屋状況
14	2009/12/21	東京	8	会合, ハーネスの写真
15	2010/1/15	八重洲地下街	180	ランドマークと通路の状況
16	2010/1/22	宇都宮周辺	830	チェーン店などどこにでもある看板
17	2010/2/8	地上と八重洲地下街	337	シーン画像用レンズで撮影した画像
18	2010/2/8	地上と八重洲地下街	45	ランドマークの状況
19	2010/2/20	地上と八重洲地下街	64	実証実験の様子
20	2010/2/25	地上と八重洲地下街	動画	SPAN 実験ルート歩行の様子
21	2010/2/25	地上と八重洲地下街	38	SPAN 実験ルート歩行の様子
22	2010/2/26	地上と八重洲地下街	47	SPAN 実験ルート歩行の様子
23	2010/2/27	地上	動画	SPAN 実験ルート歩行の様子
24	2010/2/27	地上	36	SPAN 実験ルート歩行の様子
25	2010/3/5	実験場所下見	5	
26	2010/3/6	実験場所	50	
27	2010/3/8	デモ	5	
28	2010/3/20	実証実験	48	
29	2010/3/20	実証実験	48	
30	2010/3/20	実証実験	動画	
31	2010/4/3	実証実験	1523	

II.2-1.B.8 照合方法の解説

ランドマークの照合は、OpenCV Ver1.1 のサーフ関数を使用した。下記の方法で距離と角度を求める

II.2-1.B.8.1 ペアの作成

シーン画像とランドマーク画像の特徴点を計算し、ペアとなる特徴点を求める

II.2-1.B.8.2 誤ペアの削除

シーン画像の特徴点 X 方向の並の順に、ペアとなるランドマークを並べる。その時シーン画像の並びに合致したもっとも長いランドマーク特徴点群を選ぶ。ペアの本数が規定値を超えた場合、検出したとする。規定値は ini ファイルにて変更可能になっている。両端のデータは枠などの特徴点である可能性があるため、両端の X 座標の近くのデータを削除する。

II.2-1.B.8.3 ランドマークの大きさの比較

特徴点の中心座標から、各特徴点までの距離を積算し、その値の比率を看板の大きさの比率とする。ランドマーク画像を作成した距離とカメラの倍率より、シーン画像とそれを撮影した距離を求める。

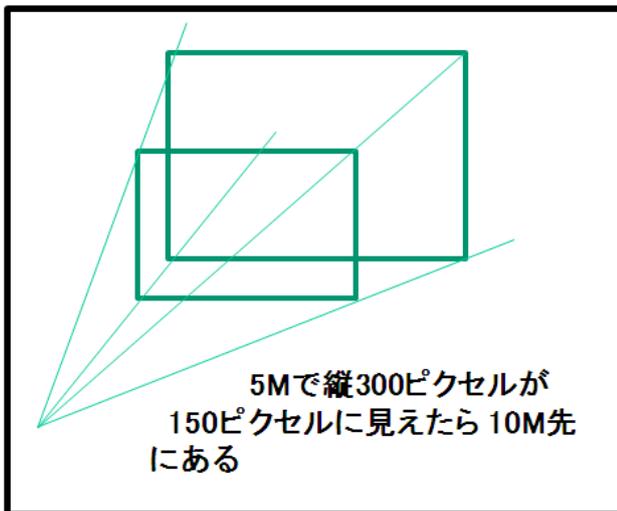


図 II.2-1.14 距離の計算

II.2-1.B.8.4 ランドマークの方位

シーン画像中のランドマークの重心位置より、進行方向から見たランドマークの方向を求める。



図 II.2-1.15 方位の計算

II.2-1.B.8.5 位置の補正

ランドマークの位置、ランドマークまでの距離、ランドマークの方向より、撮影場所の座標を求めて、現在位置の補正を行う。

II.2-1.B.9 誤ペア情報の削除

II.2-1.B.9.1 基本構想

シーン画像中のランドマークとランドマークについて特徴点を結ぶ線を引くと交わることは本来ない。その線分を検出し、除くことで誤検出のペアを削除することが可能になる。

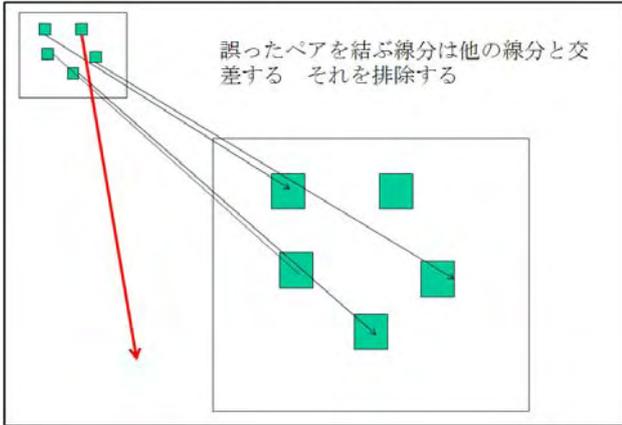


図 II.2-1.16 誤ペアの例



図 II.2-1.17 誤ペア排除前



図 II.2-1.18 誤ペア排除後

II.2-1.B.10 対象とするランドマークの抽出

上位より知らされた位置が正確であるとは限らないため、進行方向から下がった場所を基準点とした、ホームベース型の領域内にあるランドマークについて、シーン画像との照合を行う。マッチした場合、距離と方向を求め、測位位置を補正する。

ことが出来る。下記はその例

画像の大きさや、レンズの焦点距離を利用する。

ISO 感度、レンズの絞り、シャッタースピードにより場所の明るさを認識することが出来る。

II.2-1.B.11 ランドマークデータの作成 (一般ユーザ)

一般ユーザは自分で撮影した画像を専用 TOOL により登録する。一般利用者が登録するデータは下記の項目のみで良い。使用したレンズの焦点距離や時刻は撮影画像ファイルにある Exif 情報を利用する。

- (ア) 撮影した画像
- (イ) ランドマーク部分の指定
- (ウ) ランドマークの位置
- (エ) 撮影した場所
- (オ) ランドマークの名称

II.2-1.B.12 参考 Exif データ

撮影した日時やレンズなどの項目を獲得する

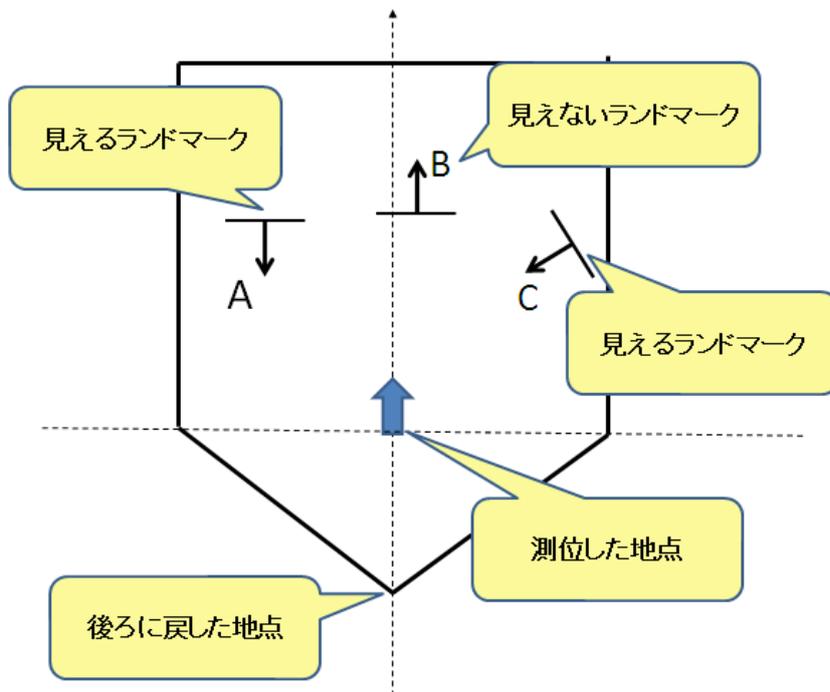


図 II.2-1.19 対象となるランドマーク

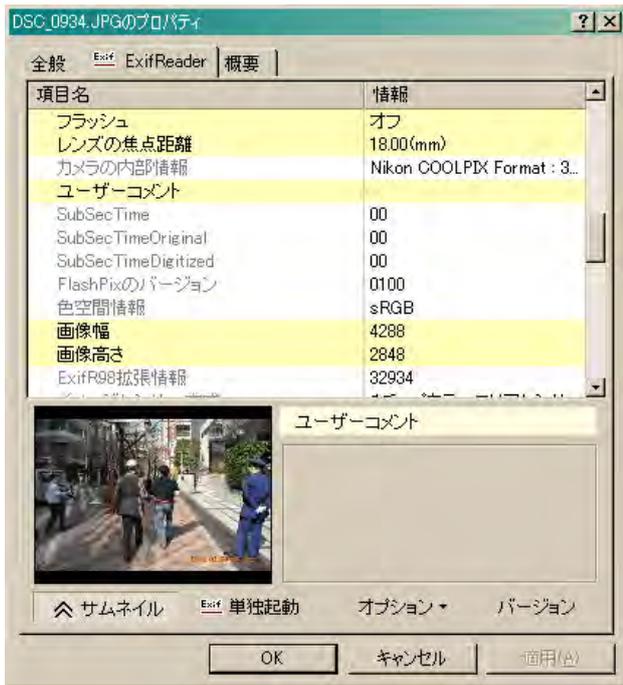


図 II.2-1.20 Exif データその1

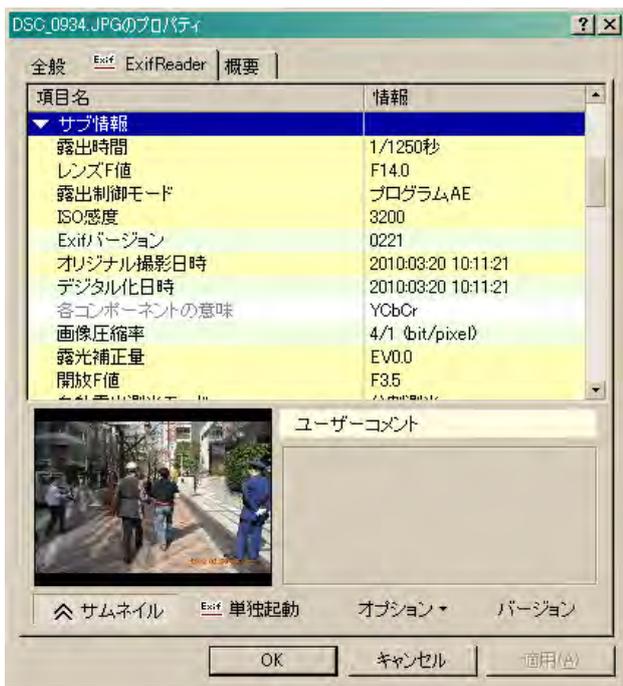


図 II.2-1.21 Exif データその2



図 II.2-1.22 SURF 特徴量のペア (誤検出除去前)

II.2-1.C.1 研究開発結果

II.2-1.C.1.1 三菱UFJの場合1



図 II.2-1.23 シーン画像
(100220-142417_84.JPG)



図 II.2-1.25 ランドマークの位置

比較 ペアの数 12

距離 5.977168 メートル

実際の距離約 16 メートル

緯度 35.677470 35 度 40 分 38.892 秒

経度 139.775633 139 度 46 分 32.279 秒

実際より 10 m 程度近い距離を判定していると推定できる。カメラの光軸が回転しているため、看板の見かけの縦長さが、距離が実際よりも短く判定されていると推定できる。



図 II.2-1.24 ランドマーク画像