地面画像からどのような情報が得られるのか？

講演番号：1A1-D17

セッション名：視覚移動ロボット

コアタイム：10:00～11:00

発表者：豊田　洋介（鈴鹿高専専攻科）
Yosuke TOYODA (Suzuka N.C.T.)

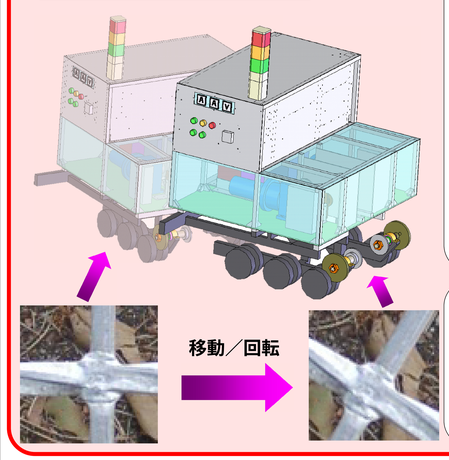
地面画像を利用した自己位置センシング

Self-Position Estimation using Video Image of the Surface of the Earth

○豊田　洋介（鈴鹿高専専攻科），山田　泰生（大阪大学），白井　達也（鈴鹿高専），冨岡　巧（鈴鹿高専）
Yousuke TOYODA (Suzuka N.C.T.), Yasuo YAMADA (Osaka Univ), Tatsuya SHIRAI (Suzuka N.C.T), Takumi TOMIOKA (Suzuka N.C.T)

Abstract: An autonomous mobile robot needs to always obtain a self-position while it moves towards a target position. Conventional methods based upon recognition of landmarks by using image processing have risk of misrecognition by disturbance. It is difficult that the robot obtain the self-position precisely by using external area sensors such as GPS (Global Positioning System), ultrasonic range sensor, and so on. In this paper, we propose an estimation algorithm which obtains the self-position by using a ground image. We developed an application program based on the proposed algorithm, and verified a feasibility of the proposed method.

[A] 研究の目的



○従来の自己位置の測定方法：

- GPS(Global Positioning System)
  - 位置誤差が大きい．
  - 屋内では使用できない．
- CCDカメラ
  - 標識／風景などをランドマークとする⇒誤認識
  - 天井灯をランドマークとする方法[1]⇒屋内のみ

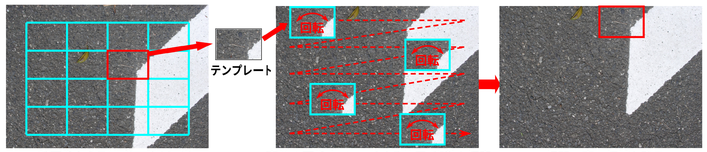
[1] 谷，松本，小笠原："天井画像を用いた屋内ナビゲーション" 第19回日本ロボット学界学術講演会，2001

○地面画像ならば：

- 地面はロボットと常に一定距離にある．
- 環境光などの影響を受けにくい．
- 変位以外の情報も得られる．

[B] 提案する自己位置推定法の概要と特長

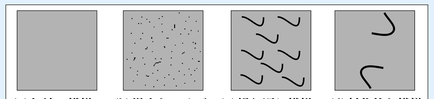
- 画像全体を比較するのは効率が悪い．
- 最新の画像の一部をテンプレートとして取り出し，移動前の画像と比較する．
- テンプレートの選出は評価関数によって行う．



最新画像からテンプレートを選出　直前の画像中でマッチする位置・姿勢を探索　相関の高い領域を発見

評価関数に基づいて
テンプレートを 1つ選択

$$E = \alpha_1 E_1 + \alpha_2 E_2 + \cdots\cdots + \alpha_n E_n$$



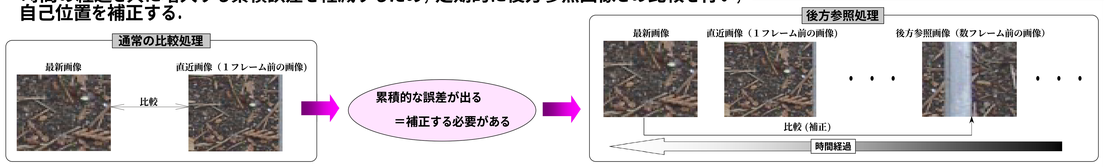
(a)無地の模様　(b)微小なノイズ　(c)繰り返し模様　(d)対称的な模様

Unsuitable region for template

このような模様は不適切と判断する

後方参照処理

- 時間の経過と共に増大する累積誤差を軽減するため，定期的に後方参照画像との比較を行い，自己位置を補正する．

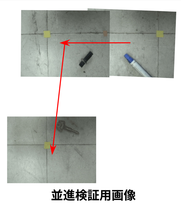


評価実験

(1) 実験環境

- 並進用，回転用の画像を用意．
- PC※1上にて検証用プログラム※2を用いてシミュレーションを行った．
- 各パラメータはTable.1のように設定．

※1 使用PCのスペック
CPU :Intel Pentium 4 / 3.20 [GHz]
Memory :1.00 [GB]
※2 検証用プログラムの開発環境
Borland C++ Builder Professional Version6.0 (ボーランド(株))



並進検証用画像

回転検証用画像

Table.1 Experimental parameters

No.	A/B	θ_{max} [deg]	$\Delta\theta$ [deg]	N_x	T_x[pixel]	T_y[pixel]	n_x	n_y
E1	B	6	1	1	15	15	8	8
E2	B	6	1	1	15	15	6	6
E3	B	6	1	1	15	15	4	4
E4	A	6	1	1	15	15	8	8
E5	A	6	1	1	25	25	6	6
E6	A	6	1	1	35	35	4	4
E7	B	6	1	2	15	15	6	6
E8	B	6	1	3	15	15	6	6
E9	A	4	1	1	50	50	4	4
E10	A	4	1	2	50	50	4	4
E11	A	4	1	3	50	50	4	4

(2) 実験結果

○並進への追従性：

- 後方参照を行った場合，追従性能の低下が確認された．
- テンプレートサイズが小さいとテンプレートマッチング時に追従すべき領域を誤認することが確認された．

○回転への追従性：

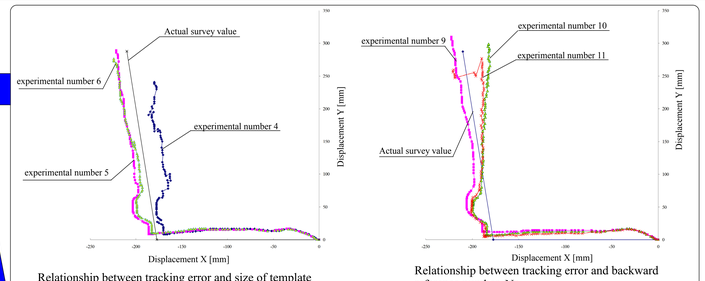
- 後方参照なしでは低速度での回転に追従できなかった．
- 後方参照を行うことにより追従性の向上が確認された．
- テンプレートサイズが大きいと追従性能が向上することが確認された．
- テンプレートサイズを小さいとテンプレートマッチング時に追従すべき領域を誤認することが確認された．

○処理時間：

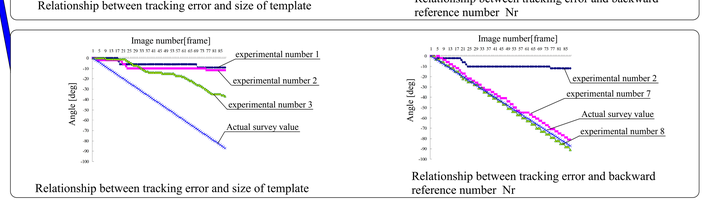
- テンプレートのサイズ以外のパラメータが同じであれば単位フレームあたりの処理時間はテンプレートサイズに比例することが確認された．

Relationship between size of template and Processing time

W_p [pixel]	H_p [pixel]	Area S [pixel^2]	Processing time per frame v [s/frame]	Ratio v/S
29	19	551	1.15	0.00208
39	25	975	1.94	0.00199
59	39	2301	4.57	0.00199



Relationship between tracking error and size of template　Relationship between tracking error and backward reference number Nr

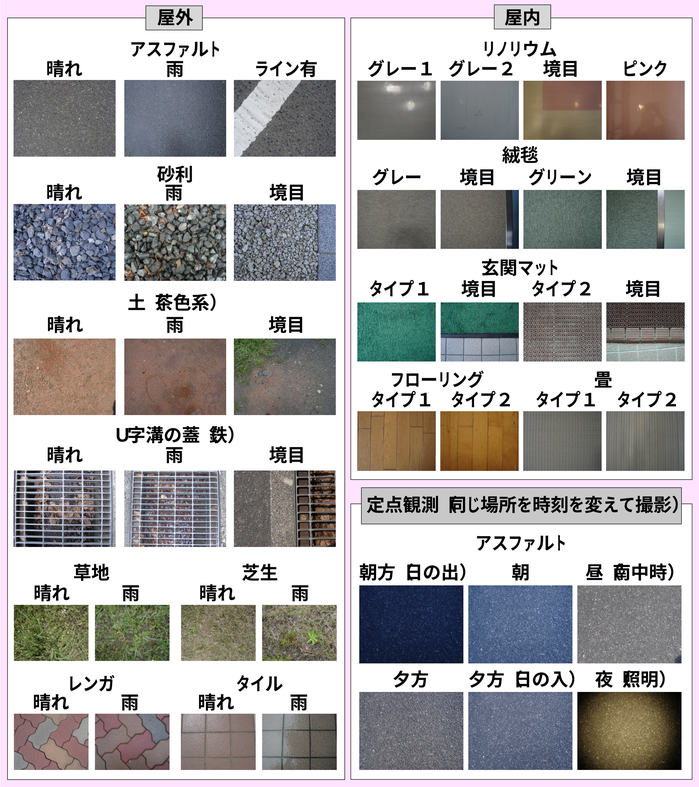


Relationship between tracking error and size of template　Relationship between tracking error and backward reference number Nr

[C] 地面画像について

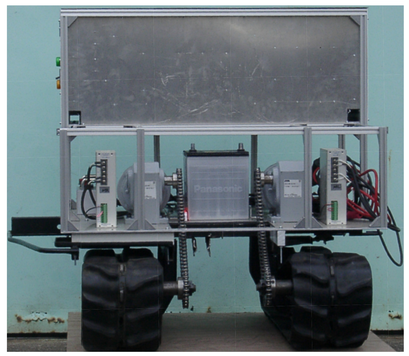
○地面画像から得られる情報

- 地面の種類（アスファルトである／土である／草地である，など）．
- 乾いている／濡れている．
- 走行に不適切な地面である（穴が空いている／ぬかるんでいる，など）．



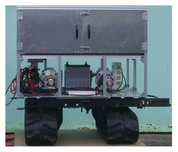
[D] SNCTエクスプローラ

本研究室にて開発中の自律型移動ロボット



FRONT VIEW

SIDE VIEW



REAR VIEW

『SNCT EXPLORER』

○仕様

全長	： 0.9 [m]	可搬重量	：50 [kgf]
全幅	： 1.1 [m]	走行速度	：3～4 [km/h]※1
本体重量	：約150 [kgf]	駆動時間	：30 [min]以上※2

- 30[mm]の段差を走破可能
- 10[deg]程度の登坂が可能
- 100[mm]程度の段差を走破

※1 人間の歩行速度と同程度を目標
※2 定格荷重（50[kgf]）で平地を最高速度で走行した場合

○操作方法について（段階的に導入予定）

(1) 専用コントローラ（またはWebブラウザ）を用いた「直接（遠隔）手動操縦モード」
(2) Webブラウザを用いて本機に移動経路を教示する「半自動操縦モード」
(3) GPSや地図データを利用して目的地まで移動する「自動操縦モード」

まとめと今後の課題

まとめ

- 地面画像を用いた自己位置推定法を提案
- CCDカメラより得られる地面画像を用いた自己位置推定の実現可能性を検証
- アルゴリズムが所望の働きをすることが可能であることを確認
- 現状ではリアルタイムの処理は実現できなかった
- 十分な精度を得るには各パラメータを人為的に調整する必要がある

今後の課題

- リアルタイム処理の実現．（認識アルゴリズムの変更）
- 地面の種類や環境光，ロボットの移動速度などから自動的に適切なパラメータを設定するアルゴリズムの開発
- 地面画像データベースを構築し，地面の種類等の自動判別の実現