

# 画像情報を用いた移動ロボットの自己位置同定

## — 各列の平均・標準偏差による画像の圧縮 —

○渋谷典之 梅田和昇(中央大学)

### Self Localization of a Mobile Robot Using Images

#### — Compression of Images Using Average and Standard Deviation of Each Column —

\*Noriyuki SHIBUYA, Kazunori UMEDA, Chuo University

**Abstract** — This paper proposes a self localization technique of a mobile robot using images. A mobile robot searches its position by matching environmental data and observed data. These data are extracted by compressing images; intensity values of the images are projected on horizontal axis, and the average and the standard deviation of the intensity values for each vertical line are utilized as the compressed image data.

**Key Words:** Self Localization, Robot Vision, Image Compression, Mobile Robot

## 1. 序論

移動ロボットが自律的に作業するには、作業環境内での自己位置同定が必要不可欠である。最近では、誤差の累積を避けるため、外界センサによる自己位置同定の研究が数多く行われている。特に、予め走行経路での画像情報を取得・記憶しておき、現在の画像情報と比較・マッチングして自己位置同定を行う手法<sup>1)</sup>は有効な手法のひとつであり、自己位置同定における画像情報利用の有効性を示している。しかし、この手法は記憶量の点で見ると、低解像度化はしているものの、画像自体を扱っているためデータ量は膨大になってしまう。

そこで本研究では、画像情報を圧縮することにより環境データと観測データを作成し、これらをマッチングすることによって自己位置同定する手法を提案する。

## 2. 環境データと観測データ

画像の横軸を  $x$  軸とする。同じ  $x$  座標の画素すべての輝度値の平均を  $x$  軸投影の輝度平均、同様に輝度値の標準偏差を  $x$  軸投影の輝度標準偏差と呼ぶことにする。この輝度平均、輝度標準偏差を環境データ、観測データとして用いる。輝度平均、輝度標準偏差は複数行( $m \times n$ )のデータを 2 行( $m \times 2$ )に圧縮したと考えることができ、画像そのものに比べデータ量を削減することができる。また、単なる一行の輝度値のデータでは、撮像範囲における縦方向の位置ずれに弱い。輝度平均、輝度標準偏差では多少の縦方向のズレは許容される。以上により、広範囲の環境の表現、及び後に説明するマッチングにおいて短時間での処理が可能となる。

環境データは、カメラの光軸を壁に対して垂直にしながらカメラを壁に沿って移動させ、環境内の端から端まで壁を撮像することによって構成する。各画像において輝度平均、輝度標準偏差を計算し、こ

れを連結する。元画像を Fig.1, Fig.1 から作成された環境データを Fig.2, 観測データの例を Fig.3 に示す。

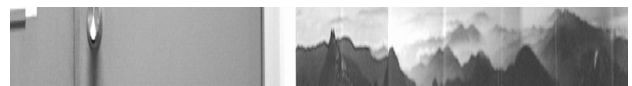


Fig.1 Raw image

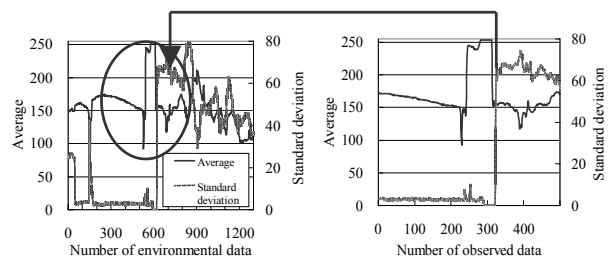


Fig.2 Environmental data

Fig.3 Observed data

観測データはロボットの位置・姿勢により変化する。そのため、ロボットの位置・姿勢と環境データ・観測データの間を知る必要がある。ロボットの位置を  $(U, V)$ 、姿勢を  $\theta$ 、カメラの水平画角を  $\phi$  とする。このとき環境データ中の  $N$  の地点が画像中の  $B[\text{pixel}](0 \leq B \leq B_{\max})$  の位置に観測されるとすると、これらは式(1)の関係を満たす。ただし、 $K$  は作業環境 1[m]あたりの環境データの個数である。

$$N = U \cdot K - V \cdot K \cdot \tan(\theta + \phi), \tan \phi = \frac{B_{\max}/2 - B}{B_{\max}/2} \cdot \tan(\phi/2) \quad (1)$$

## 3. マッチングと自己位置の決定

観測データを  $A(n)$ 、対応する環境データを  $B(m)$  とし、その差を  $\text{Dist} = |A(n) - B(m)|$  とする。閾値を  $T$  とし、 $n=0$  から  $n=n_{\max}$  までの  $\text{Dist} < T$  を満たす個数を輝度平均と輝度標準偏差それぞれに対して求め、2つの値を足した値を判定値とする。前回位置  $\pm L[\text{m}]$  の範囲で判

定値を求め、判定値が最大となる箇所を現在の位置とみなす。

また、照明の変化などにより画像の輝度値が環境データ取得時から変化した場合、マッチング時に誤認識を起こしてしまう可能性がある。そこで、投票処理により、観測データと環境データとの差を求め、観測データを補正する。これにより、一様な輝度変化に対してロバストなマッチングを実現できる。

#### 4. 全方位視覚センサへの拡張

以上に述べた手法は単眼カメラの視野の狭さから適用範囲に制限がある。そこで、画像に全方位画像を用いることによって、一度に得られる情報を大きくして適用範囲を広げる。全方位視覚センサから得られた画像を角度ごとに分割することにより複数のカメラを用いるのと等価の機能を持つことができ、よりロバストな自己位置同定が可能になる。

##### 4.1 全方位画像の圧縮手法

一般的に全方位視覚センサでは、カメラの解像度の低さが大きな問題となる<sup>2)</sup>。したがって、環境データと観測データの作成には、解像度が比較的高い周辺部を使用する。全方位画像の中心から角度と半径範囲を指定し、角度ごとに放射状に輝度平均と輝度標準偏差を得る。全方位画像を Fig.4, Fig.4 から作成された環境データを Fig.5 に示す。



Fig.4 Omni-directional image

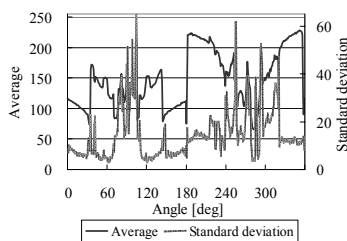


Fig.5 Environmental data

##### 4.2 マッチング手法

位置( $U, V$ ), 姿勢 $\theta$ に合わせて2種類のマッチングを行う。マッチングには3章で述べた手法を用いる。

###### 4.2.1 位置 $U$ の同定手法

全方位画像の使用領域を、廊下の壁にあたる左右方向 30[deg]ずつとし、左右の壁の環境データと観測データのマッチングにより位置  $U$  を同定する。

###### 4.2.2 位置 $V$ , 姿勢 $\theta$ の同定手法

全方位画像の使用領域を、環境データは廊下の前後方向 90[deg]ずつ、観測データは 360[deg]とし、観測データの中から環境データに合うところを探し、教示経路からのずれと回転角を得る。これにより、ロボットの向きが教示走行時と異なる場合でも、左右方向のマッチングが可能となる。

## 5. 実験

以上で提案した手法の有効性を検証するため、廊下で自己位置同定の実験を行った。カメラを壁沿いに移動させ、左右の壁の環境データと観測データのマッチングによりカメラの位置を検出する。

### 5.1 実験装置

PCにPentiumIII 500MHz, 画像処理ボードにIP5005 (HITACHI), 単眼カメラにEVI-D30(SONY), 全方位視覚センサにVS-C13N (VSTONE)を使用した。

### 5.2 実験結果

単眼カメラを用いた実験での計測値の実測値からの誤差を Fig.6 に示す。また、全方位視覚センサを用いた実験での左右それぞれの計測値の実測値からの誤差を Fig.7 に示す。全体としてはマッチングにより自己位置を計測することができた。一部で誤差が大きく生じた原因として、環境データ中の類似した部分の影響が考えられる。

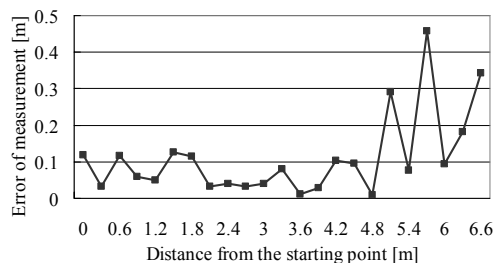


Fig.6 Measurement errors of positions for a standard camera

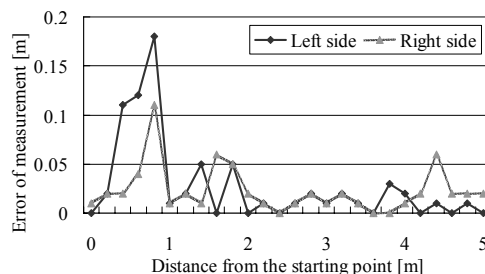


Fig.7 Measurement errors of positions for an omni-directional camera

## 6. 結論

輝度平均と輝度標準偏差を用いて、環境データと観測データのマッチングを行い、自己位置同定する手法を提案した。また、実験によりその有効性を検証した。今後は移動ロボットへの実装を目指す。

## 参考文献

- 1) 松本吉央, 稲葉雅幸, 井上博允: 全方位ビューシーケンスを用いた経路表現と地図表現, 日本ロボット学会誌, Vol.20, No.4, pp.395-403, 2002.
- 2) 石黒 浩: 全方位視覚の歴史と展望, 日本ロボット学会誌, Vol.20, No.4, pp.373-376, 2002.