

全方位カメラによる現在地の把握

田村研究室

清水 渉† 小川 拓郎† 源氏 裕人† 平林 由樹†
 小野里 太志‡ 山下 良博‡ 田村 仁†
 日本工業大学工学部† 日本工業大学大学院工学研究科‡

1. はじめに

屋内で移動する自律移動体を実現するためには、屋内において移動可能な領域を示す地図情報と、移動体はその地図上で現在どこに存在するかを把握する必要がある。

本研究では、 360° を映すことのできる全方位カメラ (DFK-21AU04) を使用し、壁や床にあらかじめ設置したシンボルから自律移動体が現在地の座標を取得することのできる手法の開発をする。

2. 全方位カメラについて

自律移動体が、実機の周りに配置してあるシンボルを認識する為に、全方位カメラを用いる。全方位カメラは「DFK-21AU04 (IMAGINGSOURCE 製)」(図 1) を利用する。全方位カメラの視野角は横方向に 360° あるため、カメラを回転させる必要が無く、シンボル探索を効率的に行うことができる。この全方位カメラの画角は水平面に対し、上方約 10° 、下方約 55° あるため、床や壁に配置してあるシンボル検出も効率的に行えると想定される。

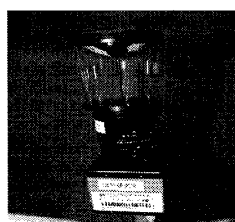


図 1 DFK-21AU04

The Sensing of the Present Location with
 Omni-Directions Camera

†Wataru SHIMIZU †Takuro OGAWA †Yuto
 GENJI

†Yuki HIRABAYASHI ‡Taishi ONOZATO †
 Hitoshi TAMURA

‡Department of Computer and Information
 Engineering, Faculty of Engineering, Nippon
 Institute of Technology

3. 提案手法

3.1 シンボルについて

本研究では壁や床に設置したシンボルを全方位カメラで撮影し、 180° 視点のパノラマ化に編集した画像からシンボルを抜き出す。抜き出したシンボルから位置情報を取得する。今回は一般的に使われているシンボルである QR コードや、色に情報を持たせることのできるカラーコードで、位置情報を取得できるシンボルを選択肢とした。以下にそのシンボルの説明をする。

カラーコードは文献 [3] などを参考に、独自に用意したものを使用する。本研究のカラーコード (図 2) は、 5×5 マスを基本として、コードの向きを得るために、シンボルの角の 3 ヶ所に黒いマスを配置する。また上一列の黒いマスの間には、カラーコードのコードとなる参照色のマスを作成することで、明るさの異なる場所においても色情報の指定が可能となる。これにより認識率の向上をはかった。上から 2 列目は x 座標、3 列目は y 座標、4 列目は z 座標の情報を、各 2 桁の座標情報を色情報として配置する。このシンボルで表現できる範囲は、情報を持たせる為のマスが 4×3 で 12 マス、色情報として置く色が 3 色なので 3^{12} となる為、10m 四方の部屋を想定した。

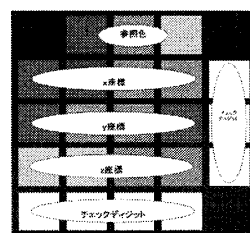


図 2 カラーコード

4. 認識実験

次の環境を条件として認識実験を行った。

- 撮影環境は室内である。
- 照明は天井に設置されている蛍光灯を使用する。

4.1 実験手順

- ①PC アプリの IC Imaging Control 3.0 を使い、全方位カメラで周囲 360° の画像を撮ったあとに保存する。
- ②保存した画像を Visual Studio 2008 内で作ったプログラムで横に広げた 180° のパノラマ画像に変換する。
- ③変換した画像からシンボルだけを切り抜いて、プログラムを使いシンボルにあらかじめ持たせている位置情報を読み込む。

4.2 シンボル認識実験

本研究では、全方位カメラによるシンボル認識の実験を行った(表 1)。

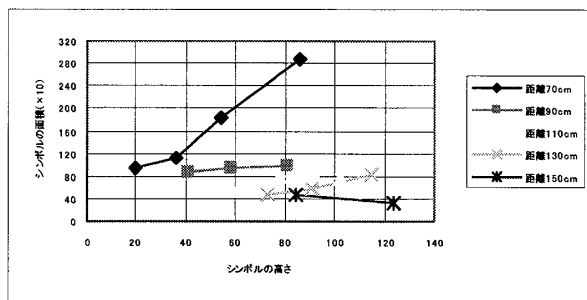
表 1 シンボル認識率

変換・位置	距離	70	80	90	100
変換あり・床		0%	0%		
変換なし・床		45%	45%		
変換あり・壁		80%		60%	30%
変換なし・壁		80%		70%	65%

QR コードを用いた場合、カメラの解像度が低いためにパノラマ変換の有無に関係無く、コードを読み取る事はできなかった。カラーコードを用いた場合では、距離が遠くなるにつれ、マスの形がぼやけてしまうが、パターン認識に必要な情報量の取得には成功した。

5. 距離測定実験

- (1) 認識実験で取得した画像内からシンボルの高さと同面積を測定する。単位はピクセルとする。
- (2) 測定したシンボルの高さと同面積を距離毎に分類し、散布図(グラフ 1)を作成する。



グラフ 1 距離別シンボルデータ

- (3) グラフ位置上の原点からの平均角度を求め、平均角度 θ と距離の関係を表す線形近似式(式 1)を求めた。

$$y = -1.4784 \times \theta + 179.78 \quad \text{[式 1]}$$

- (4) 式 1 を測定可能なシンボルの面積 s とシンボルの

高さ h を用いて表現すると式 2 となる。

$$r = -1.4784 \times \tan^{-1}(s, h) + 179.78 \quad \text{[式 2]}$$

(5) 式 2 の精度を確かめるために図 3 のような画像を距離別に数十枚撮影し、各画像のシンボルの高さと同面積を計測後、式 2 に当てはめた。その結果、誤差 $\pm 10\text{cm}$ 程度で距離が算出できることがわかった。



図 3 距離測定サンプル画像

複数シンボルより得られた座標情報と、距離測定実験で得られた距離情報により、自機の自己位置を取得する。

6. まとめ

本研究では全方位カメラを使用し、複数のシンボルから現在位置の座標を取得する手法を開発し、実験を行った。

実験の結果、QR コードは画像の解像度が低いため認識することができなかったがカラーコードでは 90cm 以下の距離であれば 7割程度の認識率である。

しかし、カラーコードの場合、明度が一定以上の時、シンボルの色情報が光の反射により白色と認識され、正確な色情報の認識に失敗してしまう。その為、明度を調整するプログラムの構築を行うことで解決できると考えられる。

今回は 10m 四方の部屋を想定して実験を行ったが、今後シンボルの情報量を増やすことで更に広い部屋での使用が可能となる。

参考文献

- [1] 田中完爾, E2LSH-Based Monte Carlo Localization for High Dimensional Feature Maps Kanji TANAKA: 高次特徴地図に基づくモンテカルロ自己位置推定” 電子情報通信学会論文誌 2009/1 Vol. J92-D No. 1
- [2] 社団法人日本自動認識システム協会 編 「これでわかった 2次元シンボル -バーコードのすべて-」 オーム社 2004年2月20日出版
- [3] JFEテクノロジー(株) “2次元バーコード” : http://it.jfetec.jp/column/tech_column/column_mobile/000123.html