

床マーカを利用した位置検出方式の研究

阪口 亮介 大木 優 平野 剛 高橋 圭一

近畿大学 産業理工学部

1. 背景

近年、ロボットの自動化の開発が盛んである。自律型ロボットでは、ロボット自身の位置検出は重要な課題である[1][2]。本研究では、自律型ロボットでの使用を1つの目的として、床マーカを使用した位置検出方式の開発を行う。

2. 位置検出システムの概要

本研究では、図1のようなマーカを床に印刷し、それをカメラで読み取り位置を検出する。

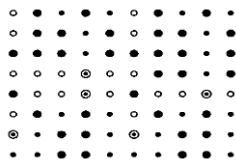


図1 床マーカで印刷された床のイメージ

3. コード化の規則

本研究で使用するマーカは、図2に示すような4つの円形の図形である。それぞれのパターンは、1ビットのX, Y座標の情報を保持する。



(X, Y) = (0, 0) (0, 1) (1, 0) (1, 1)

図2 マーカに使用する図形

ある地点の座標は、図3のように5×5のマーカによって表す。5×5のマーカで、それぞれ、5ケタのXあるいはY座標のコードを示す。コードは、区切りを示すコードKと1つの乱数、3つの数値からなる。行方向のこの5つのコードでY座標、列方向でX座標の値を示す。

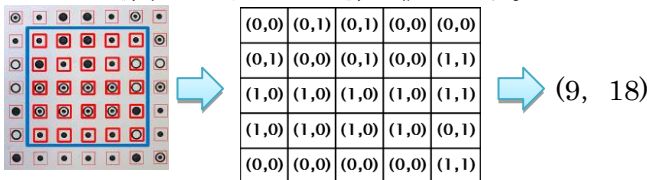


図3 マーカから座標位置の変換

また、今回の方式による識別可能範囲は、基準コードとコードパターン、ドット間の距離

Development of Position Detection System using Floor Marker
Ryosuke Sakaguchi, Masaru Ohki, Gou Hirano, Keiichi
Takahashi
Kinki University School of Humanity-Oriented Science and
Engineering

(3mm の場合) から、以下のように一辺約 8 km 四方となる。

$$2^7 \times 4 \times 5 \times 3 \text{ mm} = \text{約 } 8 \text{ km}$$

区切りを示すコード K は、”11010 “である。このビットパターンはどこから読み始めても、ユニークに特定できるビット列である。コード K によって区切りが示される。乱数のパターンは表1に示すとおりである。これは、後述の境界の認識方式に利用する。

この乱数は、マーカのパターンをランダムにするものである。その効果は図4に示すとおりである。座標の値は、乱数コードと数値コードの4つによる28進法で与えられる。数値コードは本来のコードを乱数コードでXORされたものである。

値	コードパターン
0	00011
1	00001
2	10001
3	01100
4	11001
:	:
25	00000
26	00101
27	00110

表1 X座標の乱数表

値	コードパターン
0	11101
1	00110
2	10000
3	01110
4	00101
:	:
25	01000
26	00111
27	11000

表2 Y座標の乱数表

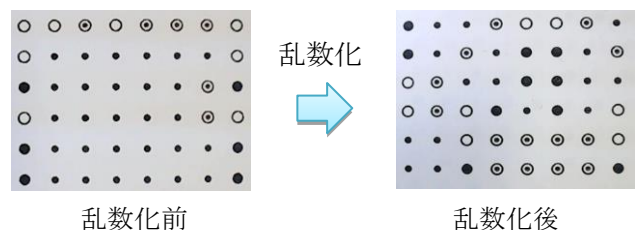
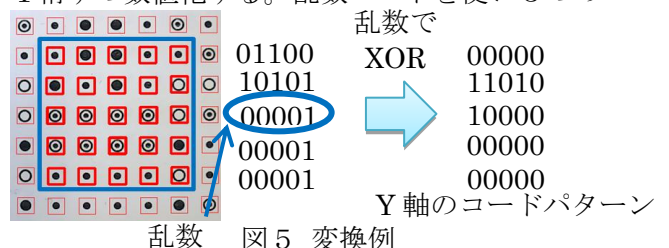


図4 乱数化を行ったマーカ

4. ドット列からコードパターンへの変換

図5に示すとおり、5個のビットパターン列を1桁ずつ数値化する。乱数コードを使い3つの



数値コードをXORすることにより、元の数値を

求める。

5. コードパターンから位置パターンへの変換

4で変換した5つのコードパターンから、X方向、Y方向の数値を求める。ここで、Kは区切りを示すコードパターンである。

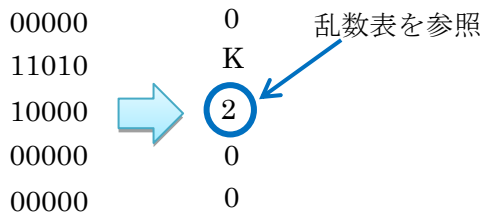


図6 変換例

6. 位置パターンから座標位置への変換

座標位置の計算方法は、まず位置パターンからKがある位を探す。次に図7のようにKが、一の位なら変数nに1を十の位なら2、百なら3、千なら4、万なら0を代入する。

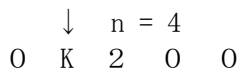


図7 nの代入

座標位置への計算には、Kの位置により図8, 9の方法が存在する。上記の例では図10のように計算される。

$$\begin{aligned} & \{(\text{乱数} \times 5) + (\text{百の位の値} \times 135) + (\text{十の位の値} \times 3,145) + (\text{一の位の値} \times 81,270) + n\} \\ & \{(\text{乱数} - 1) \times 5\} + (\text{百の位の値} \times 135) + (\text{十の位の値} \times 3,145) + (\text{一の位の値} \times 81,270) + n \end{aligned}$$

図8 変換公式

図9 変換公式

$$\{(2 - 1) \times 5\} + 0 \times 135 + 0 \times 3,145 + 0 \times 81,270 + 4 = 9$$

図10 変換例

7. システムの実行例

本システムでは、シート作成プログラムにより床マーカを印刷する。位置検出は、図11のようにテンプレートマッチングを行い、検出範囲を特定し位置を求める。中央付近の範囲が検出され、座標位置は(6, 55)となる。また、図12のように画像中にノイズが含まれている場合でも座標位置を求めることができる。座標位置は(81, 114)となる。



図11

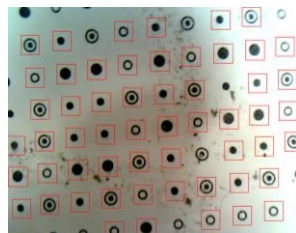


図12

画像が傾いている場合 さらに、取り込んだ画像に図13のような境

界が含まれている場合がある。予め、シート作成プログラムで境界となりうる範囲のデータをテンプレートとして記録しておく。位置検出ではこのテンプレート(図14)を利用する。

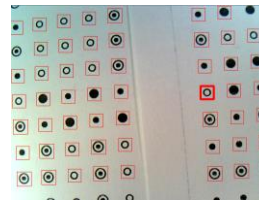


図13 境界を含む画像

1, 2, 1, 46, 93, 46, A
1, 2, 1, 47, 93, 47, A
1, 2, 1, 48, 93, 48, C
1, 2, 1, 49, 93, 49, A
1, 2, 1, 50, 93, 50, D
1, 2, 1, 51, 93, 51, A
1, 2, 1, 52, 93, 52, A
1, 2, 1, 53, 93, 53, C

図14 テンプレート

8. 境界の認識方式

境界面のテンプレートと検出したデータの一部を文字列探索させることにより図15のように位置情報を検出する。乱数コードを使うことにより、テンプレートがランダム化され、座標を特定することの可能性を高めることができる。この方式により、図16のように十字の境界がある場合でも座標位置を検出できる。

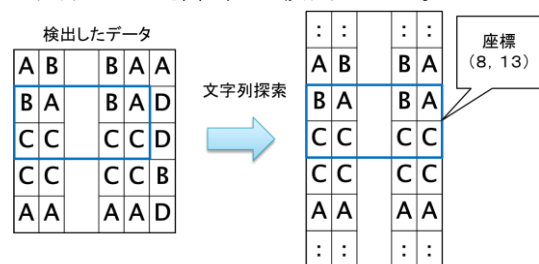


図15 境界面の認識方式

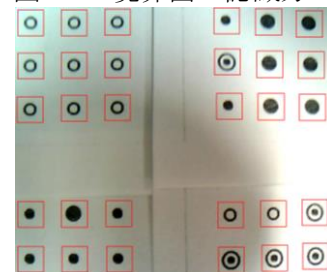


図16 境界が十字に入った場合

9. まとめ

本研究では、シート上のドットを用いた位置検出方式を開発し、実際に位置検出を行うプログラムを開発した。本研究における位置検出システムは床走行する自動ロボットの位置検出に特に適しており、病院や工場などの自動ロボットの位置検出技術への応用などが期待できる。

参考文献

- [1] 斎藤滋、谷川智洋、広瀬通考：コード化した模様を内装に施した室内における位置同定システム、電子情報通信学会 技術研究報告、MVE2006-06, 2006
- [2] 深瀬勇太郎、金森洋史：床上の黒点模様を利用した位置検出システムの開発、清水建設研究報告第90号、2013