

H-045

屋内情景識別システムの構築

Construction of indoor scene discrimination system

吉岡 勇希†

土屋 誠司†

渡部 広一†

Yuki Yoshioka

Seiji Tsuchiya

Hirokazu Watabe

1 はじめに

お使いや道案内等, 人間をサポートするロボットは自分の現在位置や目的地の位置を理解し, 自律行動を行えなければならない. 屋外では GPS とマップデータにより現在位置が判断できるが屋内ではこれらの技術を用いることができない.

そこで, 本稿ではカメラと即域センサを用いて現在いる場所(情景)がどのようなものであるか判断するシステムを提案する. 提案するシステムは屋内情景の代表的な要素である部屋, 廊下, 階段の情景を識別するシステムである.

2 研究概要

2.1 屋内情景認識

情景とは, システム前方(カメラの撮影範囲及びセンサの測定範囲)の場所と定義する. 本稿では部屋, 廊下, 上りの階段, 下りの階段に限定した屋内の情景の識別法を提案する.

2.2 システムの流れ

本稿のシステムの流れ図 1 に示す.

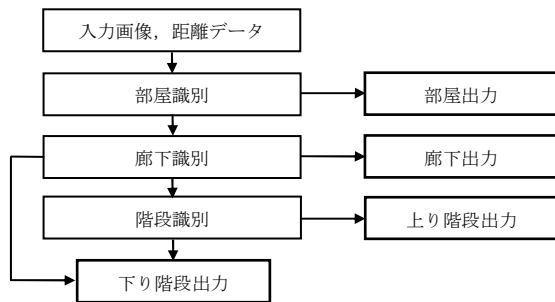


図 1 システムの流れ

本システムは入力された 1 つの画像と, 前方水平方向から下向きに 0° , 10° , 15° , 20° , 25° , 30° , 35° , 40° の 8 個の距離データを用いて部屋, 廊下, 上り階段, 下り階段を識別する.

システムの流れとしてまず色情報をもとに部屋とそれ以外の屋内情景の識別を行う. 次に, 距離データを用いて廊下とそれ以外の屋内情景の識別を行う. この際, 距離データによって下り階段と識別されるものもある. 最後に, 廊下識別と同様にして距離データを用いて上り階段と下り階段の識別を行う.

2.3 部屋識別

部屋と部屋以外の屋内情景の違いの 1 つとして環境内に存在する物体の数が挙げられる. 廊下や階段は移動のための場

所であり部屋は作業をする場所のため, 部屋には廊下や階段と比べ多くの物体の存在により様々な色が存在することが考えられる. よって, 色情報による部屋識別手法を提案する.

2.4 廊下・階段識別

廊下と階段の特徴として廊下は床の高さが一定であるのに対し, 上り階段は床の高さが徐々に高くなる, 下り階段では低くなるといった特徴がある. これらの特徴から廊下と上り, 下りの階段についての識別手法を提案する.

3 実験

3.1 色情報の取得

色を表現する方式は様々な存在するため部屋識別に適した方式を採用必要がある. 本稿では RGB 表色系と $L^*a^*b^*$ 表色系の 2 つの方式を比較する.

まずそれぞれの色空間上に格子点(図 2, 図 3)を設定し, 入力画像の各点の色情報において最も近い格子点とリンクさせる. そして色空間中の格子点のうち, リンクした画素の数がある一定の数を越えた格子点の数を入力画像の色の種類とし, 色の種類が閾値以上であれば部屋と判断する.

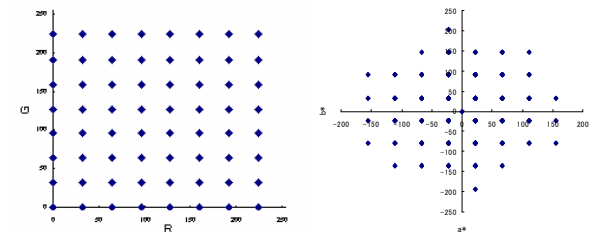
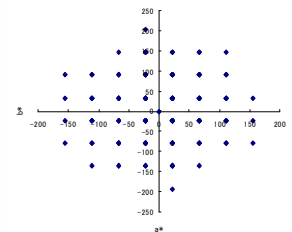


図 2 RGB 色空間上の格子点

図 3 $L^*a^*b^*$ 色空間上の格子点

3.2 閾値の決定

部屋とそれ以外の屋内情景の画像各 25 枚ずつから色の種類の数を前述した方法により求めると, 色情報の平均と標準偏差は表 1 のようになった. 識別に使用する閾値は色の種類の分散を考慮して平均と標準偏差を用いた内分点によって決定する. 閾値 $Threshold$ を部屋画像の色の種類の平均 ave_1 , 標準偏差 s_1 , それ以外の画像の色の種類の平均 ave_2 , 標準偏差 s_2 とし, (1)式で求めると, RGB 色空間では閾値が 53.5, $L^*a^*b^*$ 色空間では閾値が 20.4 となった. よって各色空間で閾値より大きいものを部屋情景として識別し, 閾値以下のものはその他の情景として識別する.

表 1 色の種類の平均と標準偏差

	RGB		$L^*a^*b^*$	
	部屋	その他	部屋	その他
平均	65.68	47.52	27.56	16.68
標準偏差	13.73	6.74	3.75	1.93

†同志社大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Doshisha University

$$Threshold = \frac{s_1}{s_1 + s_2} \times (ave_2 - ave_1) + ave_1 \quad (1)$$

3.3 色情報による部屋識別の結果

部屋とそれ以外の屋内情景の画像を各 25 枚ずつ用いて 3.1 節で記述した方法により色情報を求め、実験を行った。実験結果は図 4 のとおりである。

$L^*a^*b^*$ 色空間で識別した方の精度が RGB 色空間での精度より 28%高くなった。よって $L^*a^*b^*$ 色空間の方が部屋識別に優れているといえる。これは RGB 表色系が単純に色を 3 つの成分に分解しているのに対し、 $L^*a^*b^*$ 表色系は心理物理学的な距離な色の距離に基づいているためだと考えられる。つまり $L^*a^*b^*$ 表色系では人間の目と同じように色情報を取得していったため精度が高くなったと考えられる。

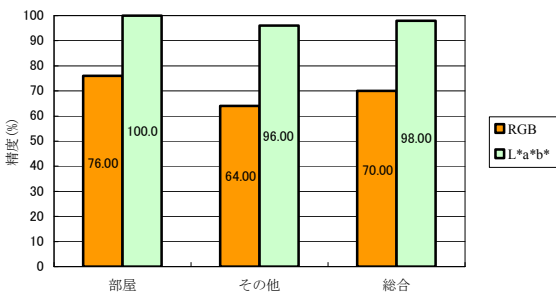


図 4 実験結果

3.4 廊下識別

廊下識別では、まず測域センサから得られるセンサ正面方向の角度が 25° 以上のデータを用いて角度毎にセンサと検出先の高低差を調べる。廊下を検出する場合、検出されるデータは図 5 のようになる。センサと検出先の高低差がセンサの高さに近似しているデータの数を数え、そのデータの数があらかじめ廊下と識別するための閾値を超えていた場合、その情景を廊下として出力する。

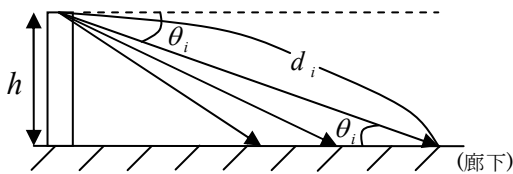


図 5 廊下の検出距離と角度の関係

3.5 階段識別

階段の上りと下りを識別するには、上りの階段であった場合、簡略化すると図 6 のようになり、測域センサの角度を θ_j , θ_i ($\theta_i < \theta_j$), 検出した床までの距離を d_i , d_j とすると、(2) 式を満たす。

$$d_i \times \sin \theta_i < d_j \times \sin \theta_j \quad (2)$$

また、下り階段であった際、センサの傾きより階段の傾きが大きい場合、検出先の距離がセンサの測定距離を越えてしまいデータの検出を行えないことや検出できても検出先が床より下になる。このようなデータの場合、下り階段のデータとして数える。また廊下識別の際に半分以上のデータが検出不可のデータであった場合にも、下り階段として識別する。

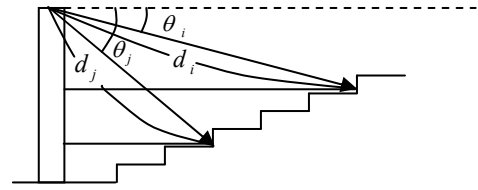


図 6 上り階段の検出距離と角度の関係

3.6 廊下・階段識別の実験

部屋識別が正しく行えたという前提で 3.4 節と 3.5 節で記述した方法を用いて実験を行った。評価データは廊下、上り階段、下り階段の距離データ各 15 組を用いて評価を行った。結果を図 7 に示す。

総合で 82.2%の精度を得られた。このうち廊下識別では廊下の材質により一部距離検出を行えなかったことが原因であった。また上り階段の識別では階段から離れた位置から測定を行った際に廊下として誤った識別が行われていた。そして下り階段の識別では壁を検出した例が多く見られた。そのため検出場所の検討や壁検出などの実装をする必要があった。

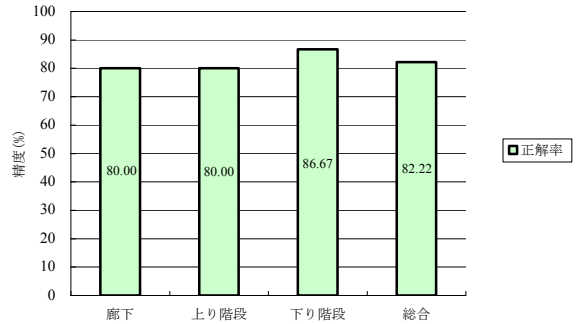


図 7 実験結果

4 考察

3.3 節と 3.6 節の結果から本システムの精度は 84.2%となったが、廊下・階段識別の際に大きく精度が下がっていることがわかる。これは検出先の材質によって距離測定が行えなかったことや測定場所によって壁などを検出したことが原因である。そのため材質に影響されない測域センサを使用することやセンサの正面方向だけでなく左右の方向についての情報を用いることで精度の向上を図ることが今後の課題である。

5 おわりに

本稿ではカメラと測域センサを用いた屋内の情景を識別するシステムを提案した。手案するシステムを用いることによって 84.2%の精度で 4 つの情景を識別できることを実験により示した。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金（若手研究(B) 21700241) の補助を受けて行った。

参考文献

[1] 井上 誠喜, 他: 「C 言語で学ぶ実践画像処理」, オーム社, 1999