

6L-4

移動を考慮した物体認識のための
認識対象領域の抽出

木屋村 守 大城 英裕 遠藤 勉
(大分大学工学部知能情報システム工学科)

1 はじめに

廊下や部屋などに存在する物体を認識する場合、特定の方向からの画像だけでは不十分なことが多い。我々は、廊下全体を見渡せる位置から物体の認識を試み、失敗すれば、次の観測すべき位置までの移動計画を立て再認識を試みる物体認識ロボットの構築に取り組んでいる。画像データからの廊下の特徴抽出法ならびにこれらに基づく移動計画の作成法、認識のための知識表現と照合法については既に報告した。本稿では、廊下の画像特徴を用いて物体の画像中の位置の推定を行い、認識領域を抽出する方法について述べる。

2 物体認識の概要

建物内の廊下に置かれた物体(灰皿、塵箱、消火器など)を認識する場合を考える。認識される物体の種類はシステムにとって既知であるが、その位置は不明とする。

2.1 屋内画像の特徴

認識は廊下全体を見渡せる位置から開始する。この位置で得られた画像から認識物体のおおよその位置を推定することになるが、初期画像の認識に当たっては、次の屋内画像の特徴を積極的に利用する。

- (1) 廊下、壁はともに平坦である。
- (2) 壁とドアは廊下と垂直で、その境界は黒帯状の領域で区切られている。
- (3) 画面の下部に接する領域は床である。

2.2 位置推定

画面内のどこに認識物体が存在するのかの位置推定は床と壁の境界線、ならびに、それぞれの領域の整合状態を利用して行う。目標物体が遠すぎて推定が不可能な場合は、ロボットの正面に一定距離移動した後、再び撮影し、同様の処理を行う。

2.3 物体の認識

物体の位置が推定できたら以下の手順で物体の認識を行う。

- (1) 物体の推定位置を用いて認識対象領域を矩形(物体候補の外接長方形)として抽出する。
- (2) (1)の矩形領域に対して、領域特徴と上記の屋内画像の特徴を利用して、背景(廊下や壁の部分)と物体を分離する。
- (3) 分離された物体に対して、平均明度と縦横比を計算し、予め知識として持っているモデルの情報を照合し、物体の予測(候補の絞り込み)を行う。

- (4) 予測された候補のモデルをトップダウン的に利用して、詳細な照合を行う⁽¹⁾。

3. 認識対象領域の抽出法

物体が廊下の床のどの部分に存在するかによって、認識対象領域とその背景とを分離する手法が異なる。本手法では、物体の存在する場所を、物体が床の中央にある場合と側壁と床の境界に近い場合とに分け、それぞれの場合について抽出処理を行う。

3.1 物体の存在場所の推定

物体が廊下の床に置かれている場合、物体が床のどの部分に存在しようと画像中の物体の領域は、床領域の一部を占有する。そこで、物体の存在が床の中央にあるか、あるいは境界付近にあるかの特定は、物体が床を占有している領域を抽出することで行う。以下にその手順を述べる。

- (1) まず、エッジ検出に基づく床と壁の境界線によって求められる床領域 R_{c1} と、領域分割によって求められる床領域 R_{c2} を求める。それぞれの領域は、領域の存在する画素を1、領域が存在しない画素を0とする二値画像で表現される。次に、二つの画像の排他的論理和 R_{xor} を求める。壁と床の境界付近に物体が存在すると、領域分割で求められる床領域が物体によって遮られ、 R_{xor} における床と壁の境界線付近の領域の面積が大きくなる。

- (2) R_{xor} に対し、床と壁の境界線に沿って 25×25 の窓を移動させ、窓内における画素1の点をカウントする。さらに、窓の中心のx座標を横軸、カウントした点の数を縦軸としたヒストグラム h_b を求める。床と壁の境界付近に物体がある場合は、物体の存在しているx座標に対応するヒストグラムの度数が大きくなる。

- (3) (2)でカウントされた画素を領域 R_{xor} から除き、周辺分布 h_x, h_y を求める。床領域内に物体が存在した場合、物体が存在している画像中のx座標に対応する周辺分布 h_x の度数、ならびに、y座標に対応する周辺分布 h_y の度数がそれぞれ大きくなる。

3.2 物体領域の抽出

認識対象領域は、2点 $c_1(x_1, y_1), c_2(x_2, y_2)$ を対角とする外接長方形で抽出される。ここで、 x_1 は領域の左端、 x_2 は右端、 y_1 は上限、 y_2 は下限をそれぞれ表す。以下に、3.1で得られた推定位置を用いて、入力画像中の対象領域の座標を求める方法について述べる。

A Determination of Focus Window to Recognize
Objects in a Corridor
Mamoru KIYAMURA, Hidehiro OHKI and Tsutomu ENDO
Oita University
DannoHaru 700, Oita 870-11, Japan

3. 2. 1 物体が床の端にある場合

(1) ヒストグラム h_y の最大値が閾値以上であるとき、物体が床の端に存在すると仮定する。この場合、物体の領域は床の一部に加えて壁の領域も占有するので、入力画像を壁より明るい部分(画素の値は0)と暗い部分(画素の値は1)とに二値化する。壁は白っぽいので、物体の候補領域は、壁より暗い部分に含まれる。

(2) h_y の度数の最大値を持つ x 座標と、床と壁の境界線の交点を求め、これを物体領域内点 $p(x_p, y_p)$ とする。次に、内点 p を通り、傾きが境界線と平行な直線を求める。そして、直線と(1)で求めた物体の候補領域を重ねてその論理積を求め、内点 p を含む線分 l_0 を求める。この時、直線が他の候補領域(ドアなど)と重なるのを防ぐために、周辺分布 h_x を用いて直線の重なる部分を限定する。周辺分布 h_x において、 x 軸について x_p より小さい範囲で周辺分布の度数が最も小さい時の x 軸上の点を x_a 、 x_p より大きい範囲で周辺分布の最も小さい時の x 軸上の点を x_b とする。ここで、 $x_a \leq x \leq x_p$ 、 $x_p \leq x \leq x_b$ の範囲内で度数が閾値より大きく、かつ x_p を含まない分布(ドアに相当)が存在する時、その分布の最も x_p に近い x と x_p の中点をそれぞれ新しく x_a 、 x_b とする。以後このようにして設けられた変域 $x_a \leq x \leq x_b$ に相当する直線上の部分を重ねる部分とする。

(3) (2)で求めた直線を y 軸方向に1画素分平行移動させ、再び、物体と候補領域を重ねてその論理積を求める。そのとき線分 l_0 に隣接する線分 l_1 を求める。

(4) (3)を線分 l_1 と線分 l_{1+1} が隣接しなくなるまで繰り返す。

(5) 次に、床領域を基準として二値化し、(2)~(4)とは反対方向に直線を平行移動させて物体候補領域と直線の論理積をとることにより隣接する線分集合を求める。

(6) 求められた線分集合 $\{l_x, \dots, l_0, \dots, l_m\}$ の中で、端点の最小の x 座標値を認識対象領域の左端(x_1)とし、最大の x 座標値を右端(x_2)とする。また、端点の最小の y 座標値を上限(y_1)とし、最大を下限(y_2)とする。

3. 2. 2 物体が床の中央にある場合

基本的には、床の端にある場合と同様な処理が行われるが、物体内点 p の求め方が異なる。以下にその手順を示す。

(1) 3. 1で求められた周辺分布 h_x 、 h_y の最大値を持つ x 座標、 y 座標を物体領域の内点 p とする。次に、内点 p を通り、 x 軸に平行な直線について線分 l_0 を求める。

(2) 以下は3. 2. 1と同様な処理を行い、線分集合を求め、物体認識対象領域を求める。

4. 実験

高さ50cmのワゴンにビデオカメラを載せ、本学科建物内の廊下を対象に実験を行った。外光による明るさの変動

をさけるため、実験は夜間に行った。実験結果を図1に示す。入力画像(a)に対して得られた R_{xor} が(c)で、内点 $p(168, 88)$ から2点の座標 $c_1(153, 54)$ 、 $c_2(217, 197)$ が求められ、これらを対角とする外接長方形の抽出結果が(d)である。同様に、入力画像(b)に対して、内点 $p(134, 150)$ から2点の座標 $c_1(128, 108)$ 、 $c_2(164, 175)$ が求められ、これらを対角とする外接長方形の抽出結果が(e)である。尚、認識対象領域はマージンを含めて抽出してある。

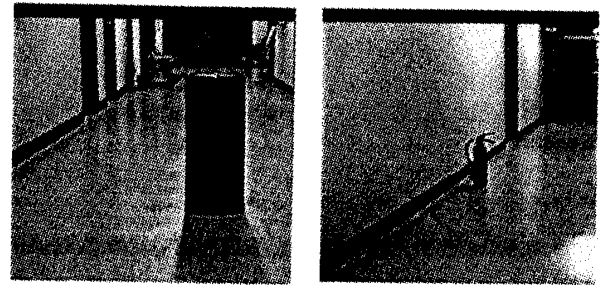
5. おわりに

廊下にある物体を認識するための、画像データの線や領域特徴を用いた物体の位置推定と、それを用いた認識対象領域の抽出法について提案した。また、本手法を用いて実験を行ったところ、良好な結果を得ることができた。

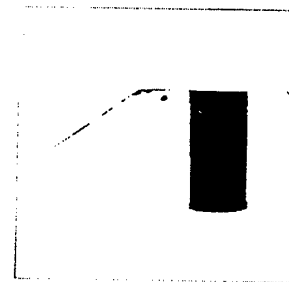
現在、屋内走行を想定した移動ロボット的设计、制作を進めており、ロボットで実際に利用可能な計算負荷の少ない画像処理アルゴリズムの検討を行い、今後、ロボット上での認識実験を中心に研究を進めて行きたい。

参考文献

- (1) 山本, 高岡, 大城, 遠藤: 計画的移動に基づく屋内画像の認識, 情報処理学会第44回全国大会講演論文集, 3B-2(1992).
- (2) 遠藤, 山本: 屋内画像認識のための移動計画の作成, 画像ラボ, vol. 3, No. 9(1992).



入力画像 (a) 入力画像 (b)



(c) XOR処理画像



(d)



(e)

抽出結果

図1. 実験結果