

## 3B-2 計画的移動に基づく屋内画像の認識

山本美香 高岡和宏 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. まえがき

廊下や部屋などの屋内環境を画像情報としてとらえ、そこにある対象物を認識しようとする場合、特定の方向からみた画像だけでは不十分なことが多い。そのため、同定が容易な位置で観測が行えるよう対象物を中心に円弧運動をさせたり<sup>(1)</sup>、カメラを回転させることで全方位の視覚情報を得る<sup>(2)</sup>などの試みがなされている。このことは移動ロボットの視覚による走行制御にも必須の技術であり<sup>(3)</sup>、廊下についての知識を利用して移動中に撮像した連続画像から移動および位置情報を得る方法<sup>(4)</sup>や、センサから得られた情報と環境知識を基にしてロボットの移動計画を立てるシミュレーションシステム<sup>(5)</sup>などが提案されている。

我々は、建物内の廊下にある対象物を発見させるという状況を想定し、ある位置から見た画像中の線や領域の特徴から、次に観測すべき位置までの移動計画を立て、そこから得られた画像データを併用することで対象物の認識を行うことを試みている。本稿では、画像データからの特徴抽出法と複数画像の対応付けについて述べる。

## 2. 認識の基本的考え方

建物内の廊下に置かれた物体(灰皿、塵箱、消化器など)を発見させるという作業を考える。見つけようとする物体の種類は既知であるが、その位置は不明とする。観測は廊下全体を見渡せる位置から始める。この位置で得られた画像から目標物体のおおよその位置を推定することになるが、初期画面の認識に当たっては、次の前提条件を利用する。

- (1) 廊下は平坦で、正面は建物の側面に相当する壁である。さらに、この壁には窓がある。
- (2) 壁は平面で、床と垂直である。
- (3) 壁にはドアがあり、これも床と垂直である。
- (4) 画面の下部に接する領域は床である。

目標物体の画面内での位置の推定は、基本的には床と壁の境界線と領域と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、一定距離移動して撮像し、同様の処理を行う。次に、画面内での目標物体の領域特徴と特定方向から見た2次元での特徴を記述した物体のモデルより、同定を試みる。同定が困難であれば、以下の規則に従って移動する。

- ・目標物体の候補領域が画面の左、右、下端に寄るまで一定距離ずつ前進する。
- ・目標物体の候補領域が左(右)端にあれば、その領

域が画面の中央にくるまで、左(右)方向に回転する。以後は、一定距離ずつ前進する。

## 3. 線および領域特徴の抽出

まず、初期画面の特徴抽出を以下の手順で行う。

- (1) 原画像に $3 \times 3$ のRobinsonオペレータを施し各点のエッジ強度と方向を求める。
- (2) 原画像を2値化する(しきい値は判別分析法により決定する)。
- (3) 原画像を5回平滑化の後、領域分割する。この画像をセグメント画像と呼ぶ。さらに面積300以上の領域に対して、その濃度、面積、周囲長、重心、外接長方形などを記録したセグメントリストを作成する。
- (4) エッジ画像と2値画像のAND処理を行った後、垂直、水平、斜め方向のエッジ画像を作成する。
- (5) 垂直および水平エッジ画像に対しては、xおよびy軸方向の周辺分布の高頻度座標から、垂直線および水平線の位置を求める。
- (6) 斜め方向のエッジ画像に対しては、Hough変換を施して直線の方程式を求める<sup>(6)</sup>。
- (7) 2. で示した前提条件を使って垂直線、水平線、斜め線の交点を求め、廊下に存在する境界線(床と壁、壁とドア、窓枠など)候補を決定する。

次に、目標物体の候補領域の推定法を示す。

- (1) 上記手順の(7)で得られた境界線と画面の外枠で囲まれた閉領域は、次のように解釈できる。
  - ・床: 下外枠, 2本の斜め線, 水平線
  - ・壁, ドア: 上外枠, 斜め線, 2本の垂直線
- (2) セグメントリスト中の各領域について、面積の大きい順に、(1)の閉領域との包含関係を調べ、領域の解釈を試みる。ただし、画面下部に接する領域は前提条件より、床とする。
- (3) 解釈の与えられていない領域の中で、床と壁の境界線により切断される領域があれば、それを目標物体の候補領域とする。なければ、境界線による床領域と領域分割による床領域を比較する。境界線の外部になる連結部分の面積がしきい値以上になれば、この部分を新たに領域として定義し、候補とする。

## 4. 画像間の対応付け

移動後に得られた画像に対しても、初期画面における手続き(1)-(6)を実行する。ただし、方向別のエッジ画像のエッジ点の数がしきい値以下のものについては、直線の抽出を行わない。まず、床領域を構成する境界線を基準にして、直線に対応付ける。対応の判定には、交点や分岐点などの特徴点を使用する。次に、床領域を基準にして、セグメントリストの各領域に対応付ける。必要ならば、境界線を利用して、領域の細分割を行う。

5. 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。廊下の端にある窓による照明環境の変動を避けるため、実験は夜間に行った。図1(a)は初期画面、同(b)-(f)は、2.の考え方に従って人手によりワゴンを移動させ、撮像した一連の画像である。目標物体は灰皿を仮定している。一方、図2(a)-(d)は初期画面の方向別のエッジ画像、同(e)はセグメント画像である。また、同(f)はエッジ画像より求められた廊下の境界線である。

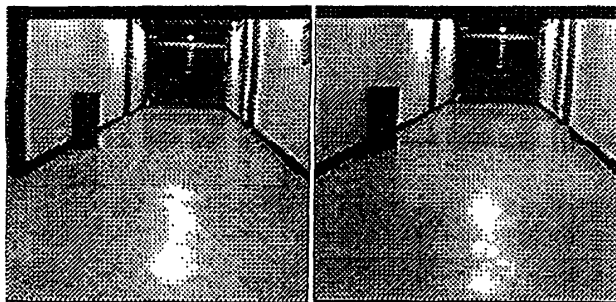
6. むすび

屋内画像中のある対象物を発見するために、画像データの線や領域特徴から対象物の位置を推定し、移動することによって同定を行う方法を提案した。線と領域特徴を併用することが本方式の特徴である。実際に建物内の廊下の画像を入力し、シミュレーションを行った結果、良好な結果が得られた。しかしながら、特定の建物の廊下に関する知識を前提としている部分があり、これらを知識として独立させ、一般化を図ることが今後の課題である。

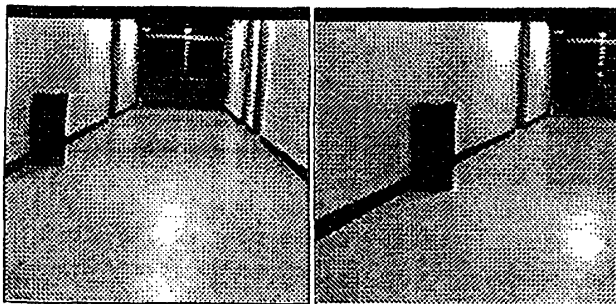
現在、屋内走行を想定した移動ロボットの設計、製作を進めており、これに合わせた座標系やパラメータなどを検討している。さらに、願望、欲求、立案、評価など思考過程<sup>(7)</sup>との統合化も併せて検討中である。

参考文献

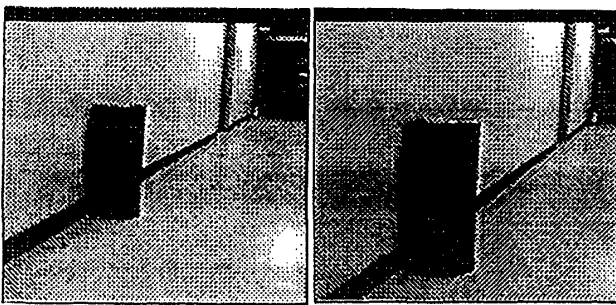
- (1)宮脇, 石黒, 辻: 注視制御による物体認識, 第9回日本ロボット学会学術講演会予稿集(1991).
- (2)植田, 石黒, 辻: 全方位の視覚情報を含むパノラマ表現, 第9回日本ロボット学会学術講演会予稿集, No.1351(1991).
- (3)谷内田正彦: ロボットビジョン, 昭晃堂(1990).
- (4)八木, 浅田, 谷内田, 辻: 動画像処理を用いた移動ロボットの環境認識, 信学論, Vol.J69-D, No.6(1986).
- (5)田積, 谷内田, 辻: 移動ロボットの観測行動計画システム, 情処学論, Vol.28, No.6(1987).
- (6)恩田, 松島, 青木: 移動ロボットのための廊下の3次元環境認識, 信学論, Vol.J70-D, No.12(1987).
- (7)N.Okada and T.Endo: Story Generation Based on Dynamics of Mind, Computational Intelligence, Vol.8, No.1(1992).



(a) (b)

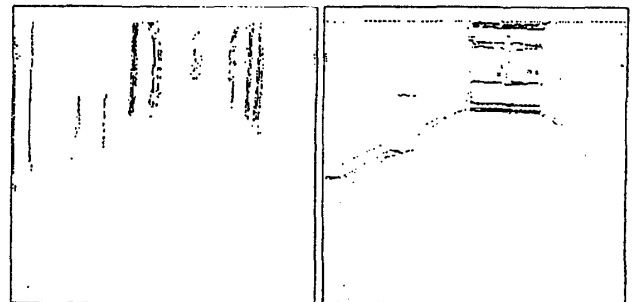


(c) (d)

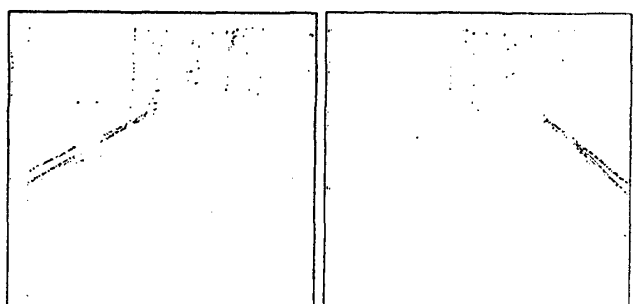


(e) (f)

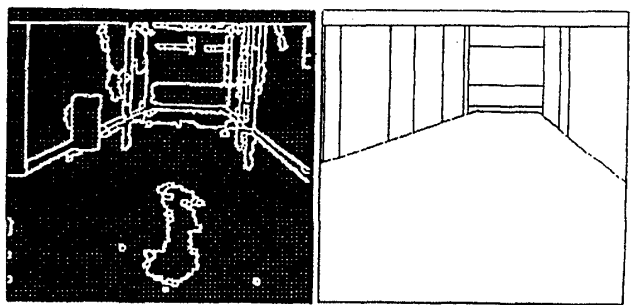
図1 入力画像系列



(a)縦方向のエッジ画像 (b)横方向のエッジ画像



(c)右上方向のエッジ画像 (d)右下方向のエッジ画像



(e)セグメント画像 (f)廊下の境界線

図2 初期画面に対する特徴抽出結果