

目を持つ移動ロボット

環境行動知能工学講座
情報処理領域 三浦 純・島田伸敬

電子制御機械工学専攻の白井研究室ではコンピュータ視覚の研究を行っている。その一つの応用として目を持つ移動ロボットがある。

工場で利用されている自律移動車は床に貼ったテープなどの分かりやすい目印を使って自分の位置を確認して移動している。しかし、通常のオフィス環境のようにロボットのために特に整備されていない環境では、環境認識のための賢い目が必要になる。そこでは、物体の大きさや位置などの3次元情報の獲得、視覚情報の誤りやあいまいさに対処するための複数情報の統合、行動に必要な情報を効率よく得るための観測の計画など、実際の環境に応じた柔軟な情報処理を行わなければならない。人間はそのような情報処理を普段何気なく行っているが、コンピュータによる実現は簡単ではない。

3次元情報の獲得には2つのカメラを用いたステレオ視がよく利用される。図1はステレオ視覚を備えた移動ロボットであり、図2は複数の観測場所で得た情報を統計的に統合して作成した2次元の障害物地図である。地図中の折れ線はロボットの移動軌跡を示し、その他は観測された物体上の特徴点を示す。特徴点は観測された回数が多いほど信頼性が高いとして濃く描かれ、またその位置の不確かさの範囲も描かれている。



図1 周囲を観測しながら移動するロボット

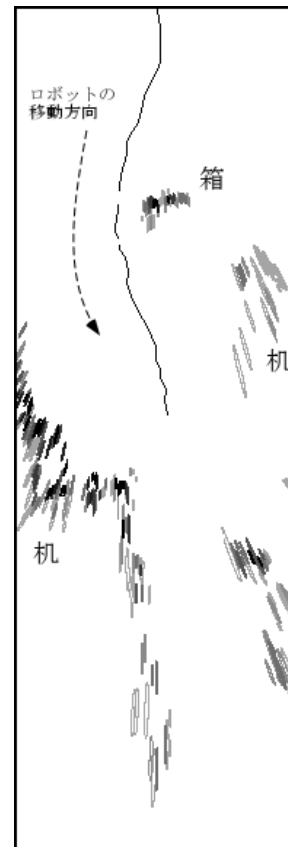


図2 自動的に作成された地図

地図を基に移動する際に、移動の誤差を補償するため随時周囲を観測する。安全性と効率性の両立のため、どの場所からどこを観測するかを計画することが重要である。一般に、周囲の空間が広い場合にはロボットの少々の位置誤差は問題ないので、少ない観測で高速に移動する。

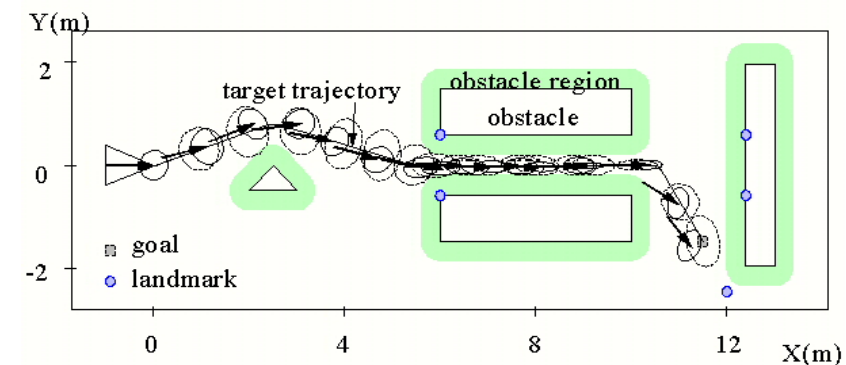


図3 空間の広さに応じた観測と行動の計画

一方、狭い場所では頻繁に観測して位置誤差を減少させながらゆっくり移動する必要がある。これはわれわれが車を運転するときに自然に行っているものである。図3はそのような適応的な観測と移動を自動的行った例である。図中の楕円は各観測位置での予測位置誤差と実際の位置誤差を示し、矢印は精度のよい位置情報が得られる観測方向を示す。狭いところほど観測頻度が高いことがわかる。

ロボットの移動目標は地図上の位置で指示できるが、もっと直感的な方法として、人間のあとを自動的に追従していくロボットや人間がジェスチャで移動方向を指示する方法などを研究している。ここでは、その一例としてロボットに乗っている人間が顔の向きで移動方向を指示できるロボットを紹介する(図4)。

ロボット周囲に取りつけた超音波センサにより周囲環境の3次元形状を知り、テレビカメラによってユーザの頭部を撮影する。頭部画像から肌色の顔領域と、目や眉、鼻、口といった各パーツを検出する。顔領域の中心からパーツの中心が左右どちらに偏っているかを調べることで、顔の向きを検出する(図5)。

しかしユーザが常に進行方向を凝視す

ることは困難なので、周囲環境が廊下のように直進しかできない場合は顔の方向に関わらず直進し、交差点や広い空間では顔の向きで進行方向を決定する。またユーザの指示方向に障害物があるときには優先的に回避する。このような処理により、最小の指示でロボットを目的の場所に安全に移動できる。〔電子制御機械工学専攻〕



図4 顔の向きで指示する移動ロボット

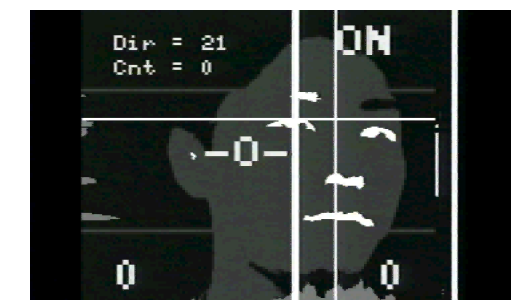


図5 顔の向きの検出結果