

自律移動型カメラロボットの開発

紅山史子[†] 守屋俊夫[†] 松本高斉[†] 若原彰伸[‡]

[†](株)日立製作所 基礎研究所 [‡](株)日立システムアンドサービス

1. はじめに

近年の防犯に対する社会的関心の高まりに伴い、高機能、高精度、且つプライバシーを尊重する監視システムが求められるようになってきた。ところが、一般的なカメラ設置型の監視システムでは、(1) 設置位置から見える情報しか得られない、(2) 対象物に関する細かな情報がズーム機能以上に得られない、(3) 多数のカメラをいたる場所に設置することはプライバシー保護の観点から困難が伴う、といったいくつかの問題がある。

そこで本研究では、これらの短所を補うために、設置型カメラとの併用を前提とし、必要な時、見たい位置に自由に視点を移動できる、移動型カメラロボットの開発を行った。監視対象はオフィス等の一般室内とし、狭い通路での確実な自律移動制御と、机の上や下を見ることの出来るカメラ制御を遠隔地から行うことを目的とした。

2. システムの概要

2.1 全体の構成

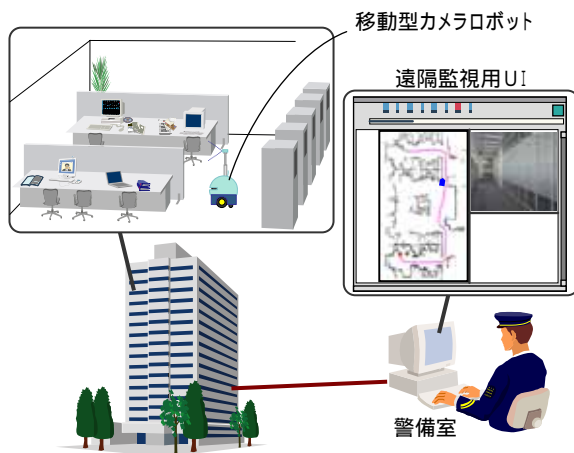


図1 運用イメージ

Autonomous Camera Robot for Active Surveillance System
Fumiko Beniyama[†], Toshio Moriya[†], Kohsei Matsumoto[†],
Akinobu Wakahara[‡]

[†]Advanced Research Laboratory, Hitachi, Ltd.

[‡]Hitachi Systems & Services, Ltd.

オフィス等の室内にある自律移動型カメラロボットを遠隔地から操作することで、確認したい場所の詳細な観察を行う。

2.2 移動型カメラロボットの構成

3輪の移動機構に、レーザレンジセンサ、高さ調整可能な可動ポール、ノートPCを搭載する。可動ポール上には、パンチルト機能付きカメラを設置する。ノートPCは、上記各機器を制御すると共に、付属する無線LAN機能によって、遠隔地にある監視者のPCとの通信を行う。レーザレンジセンサは、ある高さにおける周辺障害物までの距離を測定できるもので、今回使用するものは、測定方向が0°~180°、角度分解能が0.5°、測定最大距離32mのものである。移動ロボット大きさは、オフィス内をくまなく移動できるように、最大横幅50cm、最大縦幅50cmと極力小型にした。

3. 移動型カメラロボットの制御

3.1 移動制御方法

移動型カメラロボットの移動制御方法として、予め決められた経路を巡回する方法[1]や、遠隔地からリモート操縦する方法[2]が挙げられる。しかし規定経路巡回では、決められた場所しか通らないためきめ細やかな観察が出来ない、またリモート操縦では、監視者が移動時に常に操作していかなくてはならない、といった問題が生じる。そこで本開発では、室内の幾何情報をあらかじめ環境地図を用い、遠隔地にいる監視者が地図上で目的地を指定するだけで経路が自動的に算出され、カメラロボットはその経路に従って自律的に移動する、という方法を用いることにした。

この方法を実現するためには、カメラロボットの自律走行機能が必要となるが、これに関してはGPSや認識容易なランドマークを設置し、それらの情報や認識を基に自己位置同定を行う手法が主流である[1][2]。しかし本開発では機器設置の問題などを考慮し、環境には全く手を加えない方法、すなわち自分が持つセンサのみで自己位置同定を可能とする方法を用いることにした。このような方法としては、カメラ画像の比較を用いた方法[3][4]などがあるが、本

開発ではセンシングのロバスト性などを考慮し、レーザレンジセンサによるセンシングデータと前記環境地図によって、移動のための位置同定を行う方法を取った。なお本ロボットには、この環境地図を自動的に作成する機能も搭載し、運用時にはこの機能を用いて予め対象となる室内の環境地図を作成するものとした。これは別途開発した独自の SLAM (Simultaneous Localization And Map-building) によって実現されるが、その詳細説明は別の機会に譲る。

3.2 遠隔監視制御用 UI

監視者が本システムを用いて監視を行なう手順を以下に示す。なお、移動型カメラロボットに搭載した PC をロボット PC、遠隔地にある監視用 PC を操作 PC と呼ぶことにする。

1. 操作 PC で、カメラロボット制御のための操作 UI を立ち上げる。図 2 にその画面を示す。

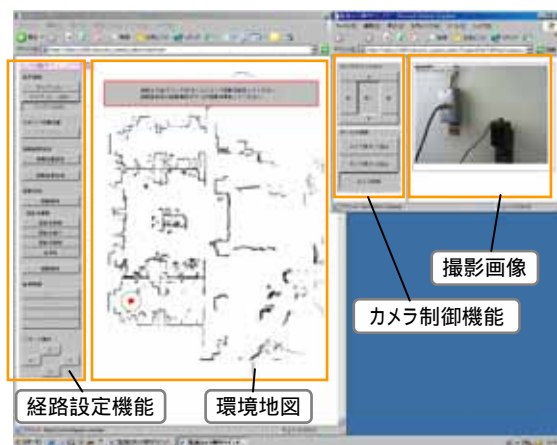


図 2 操作 UI

2. ロボット PC において、レーザレンジセンサから得られるセンサ値と環境地図とのマッチングを行い、カメラロボットの初期位置を確定する。初期位置座標値は操作 PC に送信され、環境地図上の該当位置に表示される。
3. カメラロボットの移動経路を作成する。環境地図内における目的地を指定することで、ロボットの大きさや移動可能領域、ステアリング実現可能性などを考慮にいった経路が自動作成される。この経路作成には、A*探索アルゴリズムを適用した。なお、監視者が手動で経路を設定する経路設定機能も備えており、必要に応じてこの機能を用いて、意図する経路を作成することもできる。経路情報は、軌跡座標パラメータとしてロボット PC に送信される。
4. ロボット PC では、経路軌跡座標パラメータに

基づき、カメラロボットの移動制御を行う。移動中は、レーザレンジセンサより得られるセンサ値と環境地図とのマッチングを行い、逐次自己位置の推定を行う。ここで推定されたカメラロボットの現在位置座標値は逐次操作 PC に送信され、操作 UI の環境地図上に表示される。

5. カメラロボットが目的地まで到達したら、カメラの見回し制御を行うことができる。操作 PC のカメラ制御機能にて、カメラの高さ、パン・チルトパラメータを変更することができ、その情報はただちにロボット PC に送信される。ロボット PC ではこの情報に基づき、ポールとパン・チルト機構を動作させる。また、カメラで撮影した画像は動画として操作 PC に送信され、操作 PC 上でリアルタイムに見ることができる。

なお、今回開発したシステムにおいては、以上の機能をすべてロボット PC に搭載されている Web サーバ上に実装した。これにより、操作 PC では特別なプログラムを準備することなく、汎用 Web ブラウザを用いることで、上記 UI をすべて利用することができる。

4. おわりに

レーザレンジセンサによる自律走行機能、経路自動生成手段を備えた経路設定機能、カメラの上下移動・パン・チルト機能等を備えた移動型カメラロボット、および遠隔通信制御を行なう通信/UI 機能を開発し、必要な時、見たい位置に自由に視点を移動できる、能動的映像監視を実現した。

カメラの自由な移動を可能にすることで、設置型カメラの死角の問題や、足元等にカメラを常設しておくことができない問題を解決した。移動制御に関しては、移動経路指示に基づく方法を用いることにより、既定経路巡回型に比べ任意の場所への移動によるきめ細やかな観察を可能にし、リモート操縦型に比べ監視者の負担を大幅に削減することが出来た。

参考文献

- [1] 竹下, 大矢, 油田, "移動ロボットを用いた屋内監視巡回システム", 第 11 回画像センシングシンポジウム, 2005.
- [2] 高橋, "役立つロボットを目指して", 第 11 回画像センシングシンポジウム, 2005.
- [3] 大西, 井宮, "自律ロボットの視覚情報による運動制御", 自律ロボットの視覚情報による運動制御, 2005.
- [4] 松本, 稲葉, 井上, "ビューベースドアプローチに基づく移動ロボットナビゲーション", 日本ロボット学会誌 Vol.20 No.5, pp.506-514, 2002.