

移動ロボットを対象とした遠隔制御システムの開発

Development of a Remote Control System for Mobile Robots

○梅原昭久*, 小林義和**, 白井健二**

○Akihisa Umehara *, Yoshikazu Kobayashi **, Kenji Shirai **

*日本大学大学院, **日本大学

*Graduate School, Nihon University, **Nihon University

キーワード: 移動ロボット (Mobile Robot), 遠隔制御 (Remote Control),
GUI (Graphical User Interface)

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地

日本大学大学院 工学研究科 情報工学専攻 生産システム工学研究室 梅原昭久,

Tel.: (024)956-8824, Fax: (024)956-8863, E-mail: noah@ushiwaka.ce.nihon-u.ac.jp

1. 緒言

近年, ロボット技術は飛躍的に進歩し, 製造, 公共, 医療・福祉などの様々な分野においてロボットが活躍している。また高速なインターネット環境の普及により, 以前に比べ短時間で大量の情報通信が可能となった。それにより遠隔操作ロボットの操作性が向上し, 今まで以上に様々な分野での活躍が期待されている。ロボットの遠隔操作を行う際には, 動作の正確性といったロボットの機能的な部分が最も重要であるが, それに加えて操作者が必要な情報を取得しながら, 快適に操作を行うことを可能とするシステムが必須となる。

そこで本研究では, 操作者が多機能な操作 GUI (Graphical User Interface) を用いた快適な遠隔操作を行うことを可能とする,

遠隔操作ロボット用のナビゲーション・システムを開発することを目的としている。遠隔操作ロボットとしては, 特殊車輪により全方向移動が可能であるロボットに遠隔操作機構を搭載したものを使用している。そのロボットを, PTZ (Pan Tilt Zoom) カメラを用いた映像表示機能, 3 次元マップによるロボットの位置表示機能などを有する操作 GUI により, ネットワークを介して操作することでシステムを実現している。

2. システム構成

2. 1 全方向移動型ロボット

図 1 に全方向移動型ロボットを示す。本ロボットは搭載されている制御用 PC によって制御される。特殊車輪を用いた四輪駆動方式を採用しており, 各車輪にモータと制御用アンペアが取り付けられている。PC からの信号は,

電圧発生装置を介して電圧に変換され、モータに印加される。

前述した特殊車輪として、斜スラスト発生車輪を使用している。この車輪は Mecanum Wheel 方式であり、250φの大車輪に 10φの小車輪が 45° 傾けて取り付けられている。車輪の回転により斜め方向に速度ベクトルを発生する特徴を持ち、推進力は各車輪で発生する速度ベクトルの和となる。これにより通常の車輪と異なる 8 方向への移動とその場での旋回を可能としている。斜スラスト発生車輪を用いた移動について図 2 に示す。

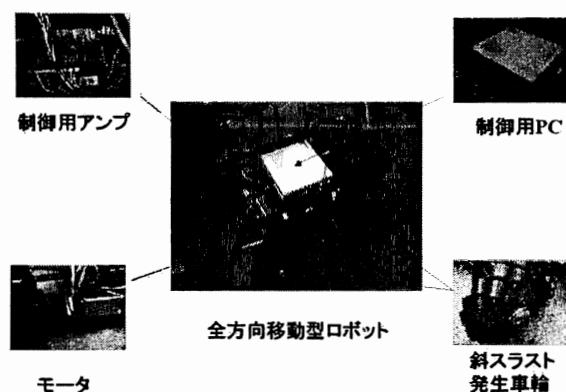


Fig.1 全方向移動型ロボット

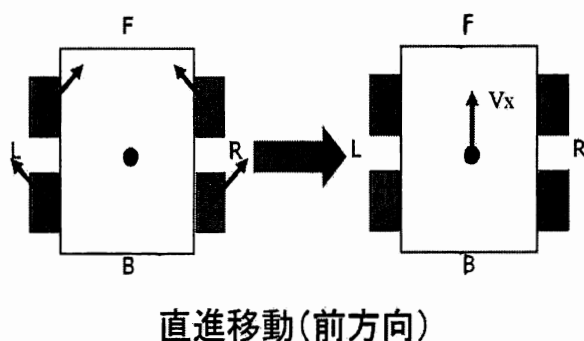


Fig.2 斜スラスト発生車輪を用いた移動

2. 2 遠隔操作システム

本研究で使用している遠隔操作システムの概要を図 3 に示す。本システムは前述した全方向移動型ロボットに遠隔操作機構を搭載し、操作用 PC 上で実行される操作用 GUI からネットワークを介した遠隔操作を実現している。遠隔操作ロボットに搭載されている制御用 PC と操作用 PC における通信には、ソケット通信を用いたクライアント・サーバ方式を使用している。

遠隔操作における両 PC 間での通信処理をチャート図とし、図 4 に示す。遠隔操作ロボットが機動すると同時に制御用プログラムが立ち上がり、操作用 PC からの接続要求を受けるまで待機する。接続要求を受け、両 PC 間での接続が確立された後に遠隔操作が可能となる。操作用 PC 側では、接続されたジョイスティックによる移動情報が格納された送信ソケットを、一定時間毎に制御用 PC に送信する。制御用 PC 側では、受信したソケット内の移動情報に基づき、対応した電圧がモータに印加される。以降、システムの終了まで順次この動作を繰り返す。また操作用 GUI 上にロボットのステータスを表示するために、移動状態や発生している問題などの各種情報を随時制御用 PC 側から送信している。操作用 PC 側に問題が発生した場合は通信を切断し、遠隔操作ロボットは再度接続要求待ちの状態に待機する。遠隔操作ロボットに動作不能となるエラーが発生した場合は強制的にシステムを停止する。

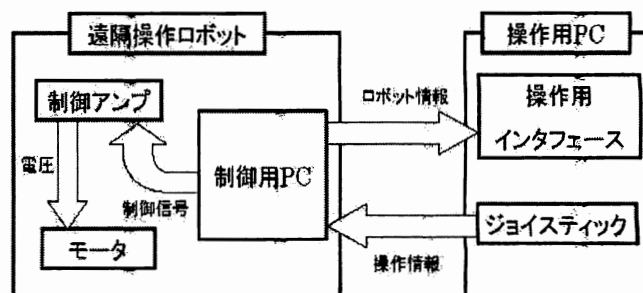


Fig.3 遠隔操作システム

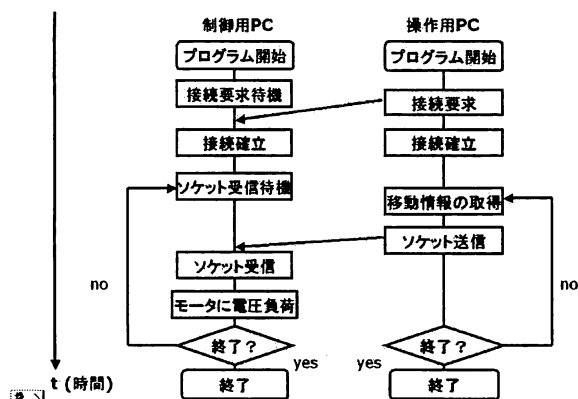


Fig.4 遠隔操作プログラム

3. 操作用 GUI

全方向移動型ロボットを同ネットワーク上の PC から操作を行う際に使用する操作用 GUI を作成した。操作用 GUI の概観を図 5 に示す。

本 GUI は主な機能として、後述する「ロボット周辺の映像表示機能」と「3次元マップによる位置表示機能」の二つの機能を有している。その他の機能として、ウィンドウ左下部にロボットの移動状況といった各種情報の表示を行い、右下部では映像表示機能に使用している PTZ カメラの操作を行うことが可能である。

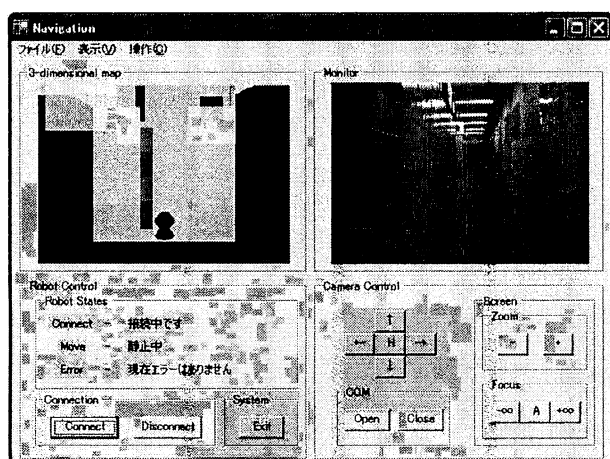


Fig.5 操作用 GUI

3. 1 ロボット周辺の映像表示機能

遠隔操作ロボットに搭載された PTZ カメラからロボット周辺の外部の映像を取得し、GUI 上への表示を行っている。映像表示に関する処理の流れを図 6 に示す。PTZ カメラを用いることで、1 台のカメラのみである程度の視野 ($\pm 100^\circ$) を確保することが可能である。

GUI 上における映像の表示は、カメラから取得した静止画を一定時間毎 (15fps) に更新することで行っている。静止画の送受信には前述した通信プログラムを使用している。

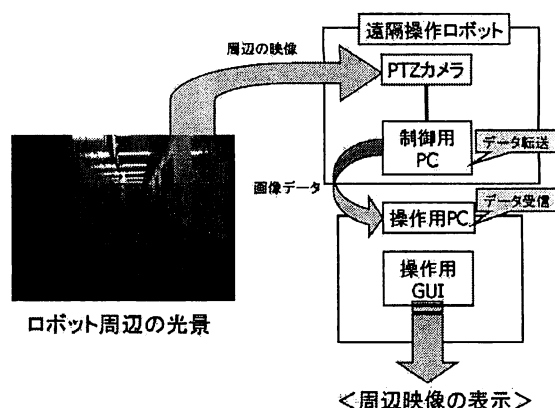


Fig.6 ロボット周辺の映像表示

3. 2 3次元マップによる位置表示機能

遠隔操作ロボットを運用する環境の 3 次元マップを作成し、マップ上にロボットの操作情報を反映させることで、ロボットの現在位置の表示を行っている。マップ上における赤色のシンボルがロボット本体を示している。

ロボットの位置算出を行うために、別途に開発された全方向電動車椅子用シミュレータの動作解析を反映させている。遠隔操作の際に通信される操作情報と動作解析を合わせることで位置の算出を行っている。現在では、水平な平面空間においてほぼ同様の動作結果が得られている。

4. 画像処理による障害物検知機能

操作者が視覚的に障害物を認識するために、作用 GUI 上に PTZ カメラから取得した周辺映像が表示されている。しかしながら、ネットワークを介して操作するために遅延が発生してしまい、GUI 上に表示される映像と実際のロボット周辺の環境が同じとは限らない。

そこで、遠隔操作ロボット側に PTZ カメラにて取り込んだ画像を用いた障害物検知を行わせる。画像処理方法としてはフレーム間差分法を用い、色の異なるピクセルが指定した閾値を超えた場合に GUI からの操作が不可能になる。これにより、ロボットの前方に障害物が急に現れた際に衝突を防ぐことが可能である。

5. 結言

5. 1 結論

遠隔操作ロボットを対象としたナビゲーション・システムの開発を行い、以下の結論を得た。

- (1) 遠隔操作ロボットを対象に、ネットワークを介した遠隔操作を可能とした。
- (2) ロボット周辺の映像表示や3次元マップによる位置表示などの機能を有する操作用 GUI を作成した。
- (3) カメラから取得した画像を用いた障害物検知を可能とした。

5. 2 今後の課題

- (1) 遠隔操作システムの精度を向上させ、操作 GUI の操作性を高める。
- (2) 斜面や凹凸面などにおける動作解析を行い、位置表示機能に反映させる。
- (3) LRF を導入し、距離による障害物検知を行う。

参考文献

- 1) 桐生彰, 小林義和, 白井健二: 全方向移動電動車椅子用シミュレータの開発と動作解析, 精密工学会学術講演会公演論文集, vol.2003S(2003) pp.561-561