

インターネットを介したロボットの遠隔制御

重光和夫*・佐藤辰雄*・後藤和弘**・鶴岡一廣*・植村和明*・佐藤哲哉**

*機械電子部・**大分県・産業技術総合研究所研究交流センター

Remote Control Robot through the Internet

Kazuo SHIGEMITSU*・Tatsuo SATO*・Kazuhiro GOTO**

Kazuhiro TSURUOKA*・Kazuaki UEMURA*・Tetsuya SATO**

*Mechanics & Electronics Division・**Oita-AIST Joint Research Center

要旨

車輪移動ロボットに全方位カメラおよびパンチルト機構を持つカメラを搭載し、それぞれの画像を見ながら、インターネット経由で遠隔制御を行う技術を開発している。本技術を用いた移動ロボットは、ジョイスティックを用いた制御が可能であるばかりでなく、Java 技術を用いることにより、遠隔地のクライアントユーザーには専用アプリケーションソフトが不要で、汎用ブラウザ上で遠隔制御を可能とする点が特徴である。今後はさらに研究をすすめ、例えば、展示ホールを遠隔地から自由に閲覧するようなアプリケーションの開発を目指している。

1. はじめに

近年、本田技研工業株式会社の ASIMO やソニー株式会社の SDR-3X 等のヒューマノイドロボットの登場により、ロボット技術に対する期待が大きく高まっている。とりわけ、サービスやアミューズメントに関わる知能ロボットへの期待は非常に大きい。当センターでは、独自に開発した全方位カメラやビジュアルセンシング技術等のプラットフォームとして遠隔制御ロボットを開発し、個々の要素技術の高度化および新技術の産業応用を図っている。開発した遠隔制御ロボットの外観を Fig.1 に示す。

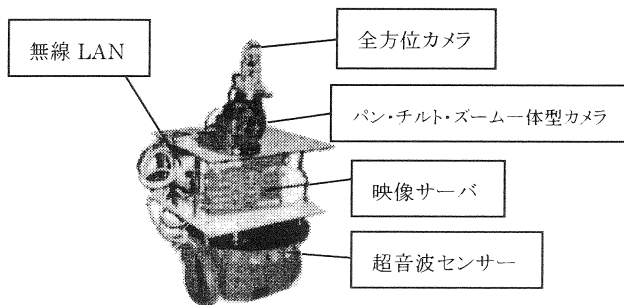


Fig.1 遠隔制御ロボットの外観

2. 開発の目的

本ロボットは、

- ①センター内にある展示ホール内を、移動の妨げになる障害物を回避しながら、
- ②あたかも来場者が展示物を見学するように振るまい、

③インターネット経由で操作でき、

④見たい展示物をいつでも自由に外部から見る事ができる

ことを目指している。

3. 構成

本ロボットのシステム構成を Fig.2 に示す。ベースとなる移動ロボットには、全方位カメラ、パンチルト・ズーム一体型カメラ(PTZ カメラ)、それらからの映像を送信するための映像サーバ、および無線 LAN 装置が搭載されており、移動ロボット内部にあるロボット制御用の制御サーバと映像サーバは、無線 LAN 装置を介してセンター内の LAN に接続されている。これにより、インターネットに接続されているクライアントからのロボット制御を可能にする。

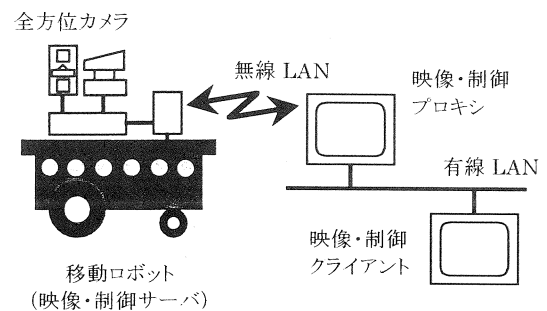


Fig.2 システム構成

3.1 全方位カメラ

センターで開発した全方位カメラの外観と画像取得原理を Fig.3 に、全方位画像の取得例を Fig.4 に示す。この全方位カメラは、なす角 110° で2面の長方形鏡面を有する三角柱状のミラー2個を十字に組み合わせて、向かい合う2方向の画像をそれぞれ1個、計2個の CCD カメラにより得る。2方向分写ったそれぞれの画像を適当な位置で2つに分け、得られた4枚の画像を互い違いに横につなげることで全方位画像を得ており、他方式の全方位カメラと比べ高解像度の画像が得られるのが特徴である。

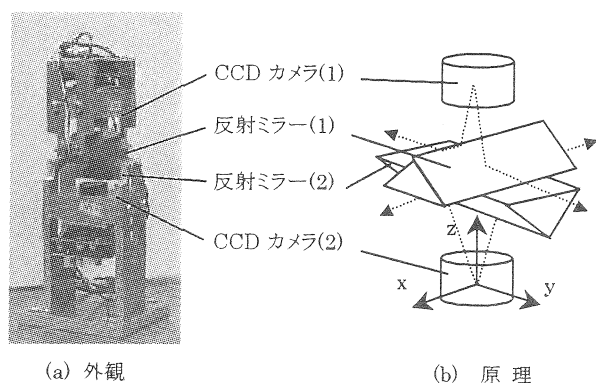


Fig.3 全方位カメラの外観と画像取得原理



Fig.4 全方位画像の取得例

4. ロボットの遠隔制御

全方位カメラと PTZ カメラからの映像は、映像サーバを介し、ロボットの動きとは独立して連続的に取得する。また、移動ロボットの制御は、内部のマイクロタスキング OS を介して行う。このように、本システムではそれぞれのカメラが取得した映像の送信とロボットの制御とがそれぞれ独立して行われるため、それぞれにかかる時間が重要である。

4.1 カメラ映像の中継処理

全方位カメラおよび PTZ カメラの、映像の取得から表示までに要する時間(時間遅れ)と、フレームレートを Table.1 に示す。

Table 1 映像の時間遅れとフレームレート

	全方位カメラ	PTZ カメラ
時間遅れ (sec)	15	2~3
フレームレート (fps)	2	3

Fig.4からも分かるように、全方位カメラからの取得画像は、原理的に歪みが生じ、画像境界で不連続になる。また、これを見て操作しようとするれば必然的に歪み補正が必要になり、その分時間遅れも大きくなる。それに比し、PTZ カメラからの映像は、時間遅れ・歪み共に少なく、人間が操作する上で直感的に理解しやすい映像であるといえる。

4.2 遠隔制御

ジョイスティックが操作された瞬間および Java アプレットによる操作画面上のボタンが押下された瞬間から、実際にロボットが動き始めるまでの時間(時間遅れ)を調べたところ、いずれの場合も1秒以下で、カメラ映像の送受信に要する時間と比べても非常に短く、操作上特に遅いと感ずることもなかった。

しかし実際の操作では、カメラからの映像中継が最低でも2~3秒遅れるために、操作の結果変化した状況を得るまで待たなければならず、少し動かしてみても、その結果を確認し、さらに動かすといった風に、断続的な操作を強いられた。

また、映像は、壁や障害物などの物体までの距離感がつかみづらく、壁に近づきすぎたり遠すぎたりと、操作者の距離感の違いが顕著に現れ、遠隔制御で適切な位置に誘導する上での大きな問題点であることが分かった。

5. 考察

ロボットに搭載されたカメラ画像を見ながら遠隔操作するためには、実時間処理と距離感の伝達が重要であることが分かった。今回の実験は、センター内部のネットワークのみを利用して行ったが、外部からのアクセスに対しては、さらに劣悪な状況が容易に想像できる。操作の実時間性を高めるには映像信号を短時間で送受信できればいい。この解決方法としては、高性能のハードウェアの実現や映像データを小さくする方法が考えられる。前者は、現在の一般家庭からの通信手段が56kbpsのモデムであることを考慮すると現実的ではなく、後者にしても、現在のシステムがJPEG圧縮画像を送信していることを考慮すれば、圧縮画像を送信する方法も効果的とは言いがたい。また、映像の情報量を下げると、視認性の悪化を招くおそれがある。

距離感の伝達方法としては、ステレオビジョンにより距離画像を提示する方法や、赤外線やレーザー光を利用したより精度の高い距離センサーを用いて表示する等の方法が考えられる。

6. まとめ

搭載した全方位カメラおよび PTZ カメラの画像を見ながら、インターネット経由で遠隔操作可能なロボットを開発した。今後は、

- ①ビジュアルセンサーとしての全方位カメラの利用
- ②距離感伝達の実現
- ③映像の時間遅れによる操作違和感の是正

等の問題解決を中心に研究を進めてゆく。

参 考 文 献

- [1] 佐藤哲哉:"2台のカメラを用いた全周囲画像取得装置-遠方領域を対象とした全周囲画像取得装置の試作-",電気学会パターン認識の適応環境の拡大協同研究委員会1999年度全国委員会研究発表資料集, 1999
- [2] 後藤和弘, 他:"遠隔制御における全周囲映像の利用", 第5回知能メカトロニクスワークショップ講演論文集, pp. 38-41(Aug. 30-31, 2000)