

歩行動作を利用したネットワークを介した移動ロボットの遠隔操縦

Remote Control of a Networked Mobile Robot Using a Treadmill

峠田 正樹† 山澤 一誠† 横矢 直和†
Masaki Tawada Kazumasa Yamazawa Naokazu Yokoya

1. はじめに

近年、移動ロボットの遠隔操縦に関する研究が盛んである。移動ロボットを人間が立ち入ることが難しい極限環境や、遠く離れた場所に配置して遠隔操縦することで、移動ロボットを操縦者の第二の身体として扱うことができる。ロボットの操縦者は、遠隔地のロボットの周囲情報を獲得することで遠隔操縦を行うことが可能となる。

周囲情報を獲得するデバイスとして移動ロボットに搭載したカメラを用いて、そのカメラからの映像を周囲情報として操縦者に提供する手法が一般的である。しかし、通常のカメラを回転台に載せ、回転台を制御して周囲情報を獲得する方法は、回転時に機械的な時間遅延が発生し、遠隔操縦に不向きである。そこで本研究では周囲情報を一度に獲得することができる全方位カメラ[1]を用いる。これにより機械的な時間遅延無く周囲情報を獲得することが可能となる。

遠隔操縦の従来研究として、テレプレゼンス技術を応用した遠隔操縦[2]があるが、従来の手法では一般に遠隔操縦においてジョイスティックやペダル動作を用いており、これらは人間が通常時に行う動作と異なるために熟練を要する。そこで本稿では操縦者の歩行動作を移動ロボットの操縦に用いることとした。歩行動作は普段人間が行っている動作であり、直感的に分かりやすい操縦方法だといえる。

本稿では、歩行動作を用いた遠隔操縦システムのプロトタイプについて述べる。

2. システムの構成

提案システムの概要を図1に示す。操縦者は遠隔地に存在する移動ロボットを操縦するために歩行装置上で歩行動作を行う。その情報により歩行装置制御用計算機は歩行装置を制御すると同時にネットワークを介しその情報を移動ロボットに伝送する。移動ロボット側では移動ロボット制御用計算機によりその情報をもとに移動ロボットを移動させると同時に、全方位画像センサによって獲得された周囲の映像情報をネットワークを介し操縦者側に伝送する。映像情報は映像表示用計算機により適切な形に変換され没入型ディスプレイに表示される。以上の過程を繰り返すことで移動ロボットの遠隔操縦が可能となる。

以下では、プロトタイプシステムの構成機器について述べる。

移動ロボット (ミサワホーム : M-Smart)

ジョイスティックで操縦する電動車椅子であるが、これを改造してデジタル入力で操縦可能な移動ロボット(図2)とした。前進後進と左右回転が可能

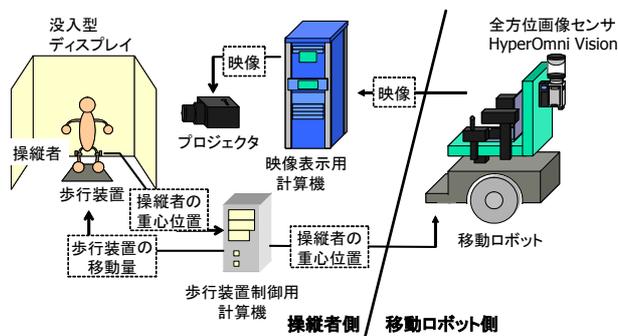


図1: システム構成

である。

全方位画像センサ (HyperOmni Vision)

移動ロボットに搭載し、水平より上30°まで、周囲360°の映像を獲得する。カメラ部にはSONY DCR-TRV900を用いた。この全方位カメラは1点中心投影の光学特性を持っており、入力全方位画像を人間への提示に適した平面透視投影画像やパノラマ画像に容易に変換することができる[1]。

移動ロボット制御用計算機 (SONY : PCG-R505FR-D)

移動ロボットに搭載し、ネットワークを介して受け取った情報からロボットの制御を行い、同時に全方位動画像をネットワークを介して送信する。

歩行装置 (SOLIDRAY : WalkMaster)

磁気センサの情報から操縦者の歩行動作を検出する。操縦者は歩行装置上で定点位置で歩行可能である。

歩行装置制御用計算機

磁気センサの情報から歩行装置を制御すると同時に、移動ロボット側へ磁気センサの情報を伝送する。

没入型大型ディスプレイ (SOLIDRAY : VisualValley)

大型傾斜型3面ディスプレイ(図3)であり、移動ロボットからの映像を表示する。



図2: 移動ロボットの外観 図3: 没入型ディスプレイ



図4：全方位画像と3面ディスプレイに提示される平面透視投影画像

映像表示用計算機 (SGI : ONYX3800)

ネットワークを介して送られてきた全方位画像を平面透視投影変換する。

3. 歩行動作の検出

本システムで歩行動作を検出する装置として使用する WalkMaster は、歩行装置上の操縦者のひざに磁気センサを取り付け、操縦者が歩行動作を行った際の重心位置を磁気センサから検出して、その位置情報により歩行装置を動かすというものである。磁気センサから得られる情報は前後方向だけではなく左右の移動にも対応しており、WalkMaster は全方向に進むことができるシステム構成となっている。この装置から検出される位置情報を歩行装置だけでなく移動ロボットの移動命令に割り当てることで、遠隔操縦を可能にする。

4. ネットワーク伝送処理

本システムは、映像と操縦命令の大きく分けて2つのネットワーク伝送情報を扱っている。映像伝送には移動ロボット側を送信側、操縦者側を受信側とし、操縦命令伝送には操縦者側を送信側、移動ロボット側を受信側としてデータのやり取りを行っている。本システムでは学内 LAN ネットワークを用いて、有線 100Mbps、無線 54Mbps の帯域幅でネットワーク伝送を行う。

4.1 映像伝送時の処理

本システムでは映像伝送に Digital Video Transport System(DVTS)[3]を用いて全方位動画をネットワーク伝送する。DVTS はネットワークを介してデジタルビデオデータを伝送できるシステムであり、約 30Mbps の帯域幅を利用して高品質な動画像(720×480,30fps)を伝送することが可能である。送信側では移動ロボットに搭載された全方位画像センサからの全方位動画を DVTS を用いて送信を行う。受信側では得られた全方位画像から平面透視投影変換画像を作成し、没入型ディスプレイに提示する。

4.2 操縦命令伝送時の処理

操縦者は歩行装置上で歩行動作を行う。その情報はネットワークを介して受信側である移動ロボット上の計算機に伝送される。移動ロボット側では得られた情報をロボットの移動に必要な情報として使用する。これにより移動ロボットの操縦が可能となる。

本システムでは、操縦者の前後の移動に対し移動ロボットの前進後退を、操縦者の左右の移動に対し移動ロボットの左右の回転を割り当てる。

5. 映像提示

本システムでは映像提示に没入型大型ディスプレイを用いる。この没入型ディスプレイは前方と左右の3面のスクリーンからなり、それぞれのスクリーンは傾斜型で平面形状である。そのため移動ロボット側からネットワークを介して伝送された全方位画像を、映像表示用計算機において文献[4]の手法を用いてリアルタイムで図4のような3枚の平面透視投影画像に変換し、没入型大型ディスプレイへ提示する。

6. まとめ

本稿では、歩行動作を用いたネットワークを介した移動ロボットの遠隔操縦システムを提案し、そのシステム構成と処理について述べた。本システムは人間の歩行動作で移動ロボットが動くため、操縦者は直感的にわかりやすいという特徴を持つ。今後は、歩行動作が重要な具体的なアプリケーションについて、システムの利用実験を行い、その有用性について検討する。

参考文献

- [1] 山澤, 八木, 谷内田: “移動ロボットのための全方位視覚センサ HyperOmni Vision の提案”, 信学論, Vol. J79-D-II, No.5, pp. 698-707, 1996.
- [2] 米田, 山澤, 竹村, 横矢: “全方位動画像からの両眼ステレオ画像生成による移動ロボットの遠隔操縦”, 信学技報, PRMU2000-107, Nov. 2000.
- [3] A. Ogawa, K. Kobayashi, O. Nakamura, and J. Murai: “Design and Implementation of DV Stream Over Internet”, Proc. IWS Internet Workshop, No. 99EX385, 1999.
- [4] 山澤, 尾上, 横矢, 竹村: “全方位画像からの視線追従型実時間画像生成によるテレプレゼンス”, 信学論, Vol.J81-D-II, No.5, pp.880-887,1998.