

トレイグジスタンスの研究 (第 69 報)

—複数のスレーブロボットを用いた広域分散型トレイグジスタンスの基礎的検討—

Study on Telexistence LXIX

-Basic Study of Ubiquitous Telexistence using Widely-Distributed Slave Robots-

○ 廣多 馨 (慶應大)
正 南澤 孝太 (慶應大)

古川 正紘 (慶應大)
正 館 暉 (慶應大)

Kyo HIROTA, Keio University, nippach@kmd.keio.ac.jp
Masahiro FURUKAWA, Keio University
Kouta MINAMIZAWA, Keio University
Susumu TACHI, Keio University

In the world of SF comic “GHOST IN THE SHELL”, “Cyborg shell” technology is very popular. They use many “Cyborg shell”, which is spread widely all over the world, to suit occasions. Therefore they can transfer themselves to everywhere they want to. In this paper, to realize the situation, we propose an idea of Widely-Distributed Slave Robots by using Telexistence technology and evaluate its prototype.

Key Words: Network Robot, Telexistence, Master-Slave System, Ubiquitous Telexistence

1. 緒言

『攻殻起動隊 THE GHOST IN THE SHELL』[1]では重要な概念として、人間の脳に加工を施してネットワークに接続する「電脳化」と、人間の身体をロボットに置き換える「擬体化」が提唱されている。

作中に登場するように、世界中に分散配置したロボットにネットワーク経由でログインし瞬時に世界を渡り歩くことができるようになれば、現実社会でも多くのメリットが得られると期待できる。つまり遠い場所への移動に対する時間的・経済的コストが削減できるだけでなく、目的に応じて能力の異なるロボットを使い分けるなど、時空間だけでなく身体能力を超えて活動の場を広げることができると考えられる。

しかし、高い臨場感・没入感を得られるロボットの開発には極めて高いコストを要することから、分散配置されるに至っていない。そこで本研究では、容易に配置が可能な簡易型ロボットを複数台使い、高い臨場感・没入感を得たまま自由に動き回るだけでなく、次々とロボットを渡り歩くことができる広域分散型トレイグジスタンスの概念を提案する。

1.1 関連研究

トレイグジスタンスとは、まるで自分が遠隔地にいるかのような高い臨場感・没入感を得ながら、リアルタイムに3次元空間内を自由に行動することができる概念であり[2]、本研究でもこのトレイグジスタンス技術を用いる。

Anybots社のQB[3]は商用化されたテレプレゼンスロボットであり、現地のロボットを遠隔地から操縦し、ロボットから届けられた映像を見ながら会議への参加や警備活動が行える。またOB降臨システム[4]では、研究室に突然OBが「降臨」し、後輩との気軽な会話のきっかけを生み出すことができる。しかしこの2つの事例は、操縦者はwebブラウザ上に表示される画面を見ながら遠隔操縦を行っており、その場に存在しているという高い臨場感・没入感を得られるわけではない。

またGoogle社の提供するGoogle Street Viewでは、世界中を実際に撮影して空間をアーカイブし、それらをバーチャル空間に再構成することで自宅にいながらにして世界中のあらゆる場所を見ることができる。しかし、アーカイブデータは過去のものであるため、リアルタイム性が必要な訪問先での人との会話などは行えない。

さらにPettréらのJoyman[5]では、セグウェイ(Segway Inc.)

を模した入力インターフェースを用い、重心移動によってバーチャル空間内の移動を実現しているが、現実空間へのトレイグジスタンスを目的としていない。一方で、Telesar5[6]は視聴覚に加え触覚を得られるトレイグジスタンスを実現しているが、操縦者対ロボットが1対1の関係であるため訪問先を選ぶことができない。

1.2 研究の目的

そこで本研究では、自宅や職場のような一般的な生活スペースから世界中の様々な場所に広くに配置されたロボットに乗り込みリアルタイム動きまわることができる広域分散型トレイグジスタンスの概念を提案し、これを実現するためのプラットフォームを試作することを目的とする。

2. 広域分散型トレイグジスタンス

提案する広域分散型トレイグジスタンスとは、図1に示したように誰もが日常的な生活スペースや職場などどこからでも利用可能で、世界中の行きたいところへどこへでも瞬時にして行くことができるトレイグジスタンスシステムである。こうしたユビキタスなトレイグジスタンス環境を実現するためには、トレイグジスタンスを構成する最小要素を備えたロボットを様々な場所に広域分散配置することが前提となる。

その結果、ユーザは最寄りのコックピットを使用し、世界地図上に現在位置が表示された多数のロボットの中から任意のロボットを選択してログインできる。さらにロボット・コックピットの多対多の接続が可能なプラットフォームを用意し、多数の利用者が自在にロボット間を行き来できるようにする。

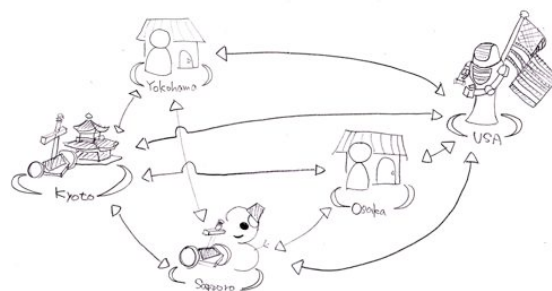


Fig. 1 Ubiquitous Telexistence

3. プラットフォームの設計

プラットフォームは移動ロボットとコックピットから構成される。自分が行きたいところへ行くというビジョンを実現するために、ユーザはシステムに接続されているロボットをバーチャル空間の地図上で選択できるように設計する。ログイン後は視野がロボットの視点に切り替え、ロボットの目線で立体視をしながら自由に動き回ることができるよう、高い臨場感・没入感を維持させる。ロボットの移動にはユーザの重心移動を用い、ロボットには重心移動が走行のきっかけとなる2輪倒立振り子型ロボットを用いる。さらに、コックピットはユーザが立った姿勢のまま重心移動のみでロボットの姿勢を制御できるように構成する。ただしこのコックピットは、誰もが家庭のような生活空間でも利用できるように大掛かりな装置ではなく、導入が容易で特殊な操作が要求されないシステムとする。

4. プラットフォームの試作

広域分散レイグジスタンスシステムのプラットフォームとして、まずは1台のロボットに乗り込むことを考え、コックピットおよびログインシーケンスを試作した。

4.1 ロボット

今回の試作では、図2に示した2輪倒立振り子ロボットであるMiniway(JAPAN ROBOTTECH)をベースに採用した。ロボット上部には視覚伝送の為、640×480ピクセル(VGA)の解像度を持つUSBカメラMCM-15(ロアス株式会社)を2つ搭載した。2つのカメラのレンズ間隔は人間の一般的な眼間距離とされている65mmと定め、図3のカメラマウントを用いてロボットに固定した。

4.2 コックピット

重心移動を計測するため、バランスWiiボード(任天堂)を利用した。また、ユーザは頭部搭載型ディスプレイ(HMD)であるHMZ-T1(ソニー株式会社)を装着することで、ロボットから送られてきた一人称視点の映像に没入できる。カメラからの映像は有線で伝送され、伝送方式としてサイドバイサイド方式を用いた。バランスWiiボードからの指令値はUDPパケットとしてロボット制御コンピュータに伝送された。

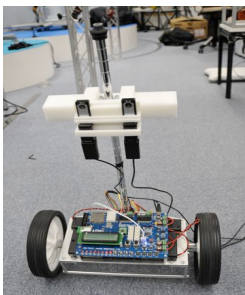


Fig. 2 Robot



Fig. 3 Camera Mount

4.3 ネットワーク

ロボットを広域分散配置した際には、自分が行きたいロボットの地点を選択するシーケンスが求められる。そこでロボットを世界地図上に表示することを考え、Google Earthを利用した。ロボットに乗り込む際にHMD内の視野の変化を図3に示す。ユーザが目標地点を選択すると、映像は俯瞰視点から高度を下げ、選択地点に近づくと共にロボットのカメラ映像にクロスフェードさせた。

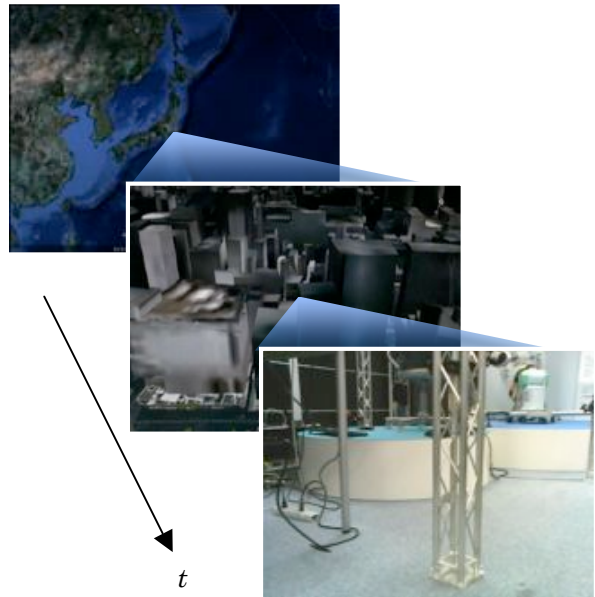


Fig. 4 Example of Login Sequence

5. 結果と考察

HMDを装着しロボットの一人称視点映像を観察し、前後の重心移動を用いてロボットを移動させた。その結果、次の2つの結果を得た。まず、サイズと視野に関する問題である。本システムを体験した結果、120cmの距離にある物体が60cmの距離にあるように感じた。また、移動速度は実速度の2倍以上に感じた。次に、頭部の自由度に関する問題である。試作機の頭部カメラはロボット本体に固定されており、ユーザの頭部の動きに対する追従性がない。ロボットの頭部に2、3自由度を追加し、さらにユーザの頭部姿勢を計測することでより没入感を高められると思われる。この場合ユーザの頭部姿勢計測のために計測装置が必要になるが、モーショントラッキング技術は既に家庭に普及しつつあるため、家庭に導入可能なコックピットという設計指針から逸脱しないと考えられる。

6. まとめ

本稿では、複数の簡易ロボットを用いた広域分散型レイグジスタンスの提案とシステムの試作を行った。今後は、実際にネットワークを介して映像と制御信号を伝送し、また複数台のロボット間の乗り移りを実現していく。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金 基盤研究(A)の支援を受けて行われた。

文献

- [1] 士郎 正宗,『攻殻機動隊 THE STAND ALONE COMPLEX』, 講談社, 1991
- [2] Susumu.Tachi, "Telexistence", World Scientific, 2010.
- [3] Anybots, "QB", <https://www.anybots.com/>
- [4] 廣多 馨, 橋本 翔, 増井 俊之, "OB 降臨システム", インタラクシオン 2011, pp.575-576, 2011.
- [5] Julien Pette, Oriane Siret, Maud Marchal, Jean-Baptiste de la Riviere, Anatole Lecuyer, "Joyman: an immersive and entertaining interface for virtual locomotion", SIGGRAPH ASIA 2011 Emerging Technologies, 2011.
- [6] 舘 暲, 南澤 孝太, 古川 正紘, 佐藤 克成, "レイグジスタンスの研究(第65報)- Telesar5:触覚を伝えるレイグジスタンスシステム-", エンタテインメントコンピューティング 2011, 02A-01,, 2011.