

## レイグジスタンスの研究 (第 72 報)

### -複数のスレーブロボットを用いた広域分散型レイグジスタンスの試作-

Study on Telexistence LXXII

-Trial of Ubiquitous Telexistence using Widely-Disdistributed Slave Robots-

廣多馨<sup>1)</sup>, Yamen Saraiji<sup>1)</sup>, Charith Fernando<sup>1)</sup>, 古川正紘<sup>1)</sup>, 南澤孝太<sup>1)</sup>, 館暲<sup>1)</sup>

Kyo HIROTA, Yamen SARAIJI, Charith FERNANDO, Masahiro FURUKAWA,

Kouta MINAMIZAWA and Susumu TACHI

1) 慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科

(〒223-8526 神奈川県横浜市港北区日吉 4-1-1, nippachi@kmd.keio.ac.jp)

**Abstract:** Telexistence is a concept expected to enable us to visit a distant place around the world in a moment. Required platform is, however, still difficult to familiarize to the public since it needs so high cost to place many surrogate robots and cockpits widely. Therefore, we propose a concept of “Ubiquitous Telexistence” and make a prototype using simple multiple slave robots and cockpit. We implemented a prototype of the platform using Roombas with two cameras for stereoscopic vision as the slave robot, a head mounted display and a joystick as the cockpit.

**Key Words:** Telexistence, Ubiquitous Telexistence, Network Robot

#### 1. はじめに

『攻殻機動隊 THE GHOST IN THE SHELL』[1]に代表される SF 作品には、しばしば遠隔地で自分の分身として活躍する高性能なロボットが登場する。これらのロボットは、視覚や聴覚、触覚等の人間の活動に必要な感覚を操縦者に伝送し、操縦者自身があたかもその場において活動しているかのような体験を提供している。また、このロボットを世界中の拠点に設置し、それらに次々とログインすることで空間的制約を乗り越え、離れた場所を瞬時に移動したかのような活躍をしている様子が描かれている。

作中に描かれているような、自分のアバターとなる高い臨場感・没入感を伴った遠隔操縦ロボットシステムが実現すると現実世界でも多くのメリットが期待できる。例えば、

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他、目的に応じてロボットを使い分けることで、映画『アバター』(ジェームス・キャメロン, 2009 年)に描かれているように本来の操縦者の能力を拡張し、より活躍の場を増やす事も可能になる。

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ため、現在世界中に配置されている高い臨場感を伴ったロボットシステムは存在しない。そこで本研究では、簡易なレイグジスタンスロボットと操縦コックピットを用い、図 1 のような広域分散型レイグジスタンス[2]システムの試作を行う。

#### 2. 関連研究

館らの提唱するレイグジスタンス[3]は、まるで自分が遠隔地にいるような高い臨場感を得ながら、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る。本研究では、このレイグジスタンスの概念を用いる。

Anybots QB (Anybots 社)は商用化されたテレプレゼンスロボットだ。複数地点に設置されたロボットを遠隔地から操縦し、ロボットのカメラ映像を見ながら会議への参加や警備活動を行うことができる。柏原らの TROOS[4]は、肩乗り型のロボットを用いることで、遠隔地にいる操縦者と現地の人とのスムーズなコミュニケーションを実現した。しかしこれらの事例は、操縦者はパソコンの画面を見ながら遠隔操縦を行っており、その場に自分が存在しているような高い臨場感や没入感を得られない。

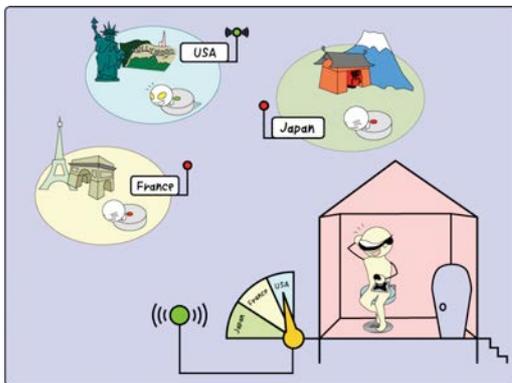


図 1: 複数ロボットと操縦コックピットによる広域分散型レイグジスタンスの実現 (イメージ)

また、Google 社が提供している Google Street View というサービスでは、世界中の景色を静止画でアーカイブし、それらを位置情報に基づいてバーチャルな空間として再構成することで、自宅にいながらにして世界中の様子を見る事を可能にした。しかし、アーカイブされた画像の更新頻度は非常に低いため、リアルタイム性に欠けている。

一方で、TelesarV[5]は、視聴覚に加えて触覚も得られるテレグジスタンスを実現している。しかし、操縦者とロボットが1対1の関係であり、複数設置して使い分けができない。

本研究では、テレグジスタンスと呼べるレベルの没入感、臨場感を伴ったロボットを複数ネットワーク上に分散配置し、その中から任意のロボットにログインすることで行きたい場所へ行くことを実現することを目指す。

### 3. システムの設計

本システムは、ロボットと操縦コックピットから構成される。操縦者はネットワークを通じて任意のロボットを選択し、高い没入感を伴った状態で操縦する。また、操縦対象のロボットを切り替えることで複数の地点を瞬時に移動する体験を実現する。

ロボットは現地を探索するために移動可能なロボットとする。また、操縦者の頭部の動きを再現する機構を設置し、そこに映像を伝送するためのカメラを設置することで操縦者が自然に周囲を見渡すことを可能にする。

操縦コックピットは、没入感を得る為のヘッドマウントディスプレイ、頭部の姿勢計測装置、及び移動ロボットを操作する為のインターフェースからなる。頭部の姿勢計測データと映像データはネットワークを介してロボットとやりとりする。

### 4. 試作

広域分散型テレグジスタンスシステムの実現へ向け、コックピットとロボットの試作を行った。今回の試作では頭部は固定し、移動可能なロボットへ乗り込み操縦するという点に着目した試作を行った。

#### 4.1 コックピット

コックピットは没入感を高めるためのヘッドマウントディスプレイ (HMZ-T1, ソニー株式会社) と、操縦するためのジョイスティック (Zeemote JS1 H, Zeemote Technology 社) 及び通信用のコンピューター1台で構成した(図2)。従来



図 2: 操縦コックピット構成部品

のテレグジスタンスシステムの問題として、コックピットが大掛かりになってしまうという問題があるが、今回試作したコックピットをベースにして、オプションを必要に応じて追加する事でシンプルな日常的に利用可能なテレグジスタンス用コックピットの実現ができると考える。

#### 4.2 ロボット

ロボット(図3)は移動するために Roomba537 (iRobot 社) をベースとし、制御 PC と頭部機構を搭載した。頭部機構には USB カメラ MCM-15 (ロアス株式会社) をレンズ中心が 65mm で配置し、両眼立体視に対応した。映像は制御用 PC からコックピットへネットワーク経由で伝送される。



図 3: ロボット外観

### 5. 結果と今後の課題

本研究では、シンプルなテレグジスタンス用ロボットと操縦コックピットを用いた広域分散型テレグジスタンスシステムの試作を行った。本試作では頭部に自由度を設けなかったが、操縦者が感じるよりも本体の幅が広く、視界外の障害物をよけられずに乗り上げてしまうことがしばしばあった。また、乗り込んだ直後に目の前が黒い棚でなにが起きたのか全くわからないということもあった。

これらをの問題を解消する為、次回の試作では移動の他に周囲を見渡す為の頭部自由度を追加する。また、今回は操縦者とロボットが同じ室内にいる状態だったため、実際に地理的に少し離れた地点での運用する実験も行う。

#### 謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金 基盤研 A(23240017) の支援を受けて行われた。

#### 参考文献

- [1] 土郎正宗:『甲殻機動隊 THE STAND ALONE COMPLEX』, 講談社, 1991.
- [2] 廣多馨, 古川正紘, 南澤孝太, 館暉: テレグジスタンスの研究(第 69 報), Robomec2012 論文集, 2A2-P02,2012.
- [3] Susumu Tachi: “Telexistence”, World Scientific, 2010.
- [4] 柏原忠和, 大澤博隆, 篠沢一彦, 今井倫太: 遠隔コミュニケーションの為の肩乗りアバタの提案, インタラクシオン 2011, pp. 473-473, 2011.
- [5] Charith Fernando, Masahiro Furukawa, Tadatashi Kurogi, Sho Kamuro, Katsunari Sato, Kouta Minamizawa and Susumu Tachi: Study of Telexistence LXVII, Robomec2012 論文集, 1A1-J01,2012.