

没入感インターフェース Oculus Rift を用いた ROS-TMS ビューアの開発

Development of ROS-TMS viewer using immersive VR interface Oculus Rift

○ ピョюнソク (九州大) 正 辻徳生 (九州大)
橋口優香 (九州大) 正 倉爪亮 (九州大)

Yoonseok PYO, Kyushu University, pyo@irvs.ait.kyushu-u.ac.jp
Tokuo TSUJI, Kyushu University, tsuji@ait.kyushu-u.ac.jp
Yuuka HASHIGUCHI, Kyushu University
Ryo KURAZUME, Kyushu University, kurazume@ait.kyushu-u.ac.jp

This paper presents a new human-robot interface for the informationally structured environment consisting of an immersive VR display (Oculus Rift DK2), a stereo camera (Ovrvision), an optical tracking system (Bonita, Vicon) and an environmental simulator (Choreonoid).

Key Words: Human-robot interface, Service robot, Immersive display, Environmental simulator

1 緒言

情報構造化とは、ロボットが作業を行う空間に様々なセンサを配置し、空間内のモノやヒト、ロボットの位置や状態を逐次収集、蓄積、提供することで、ロボットをより導入しやすい日常生活環境を構築する技術である。情報構造化は、東京大学のロボティックルームやインテリジェント・スペース、MIT MediaLab のスマートルーム、AILab のインテリジェントルーム、早稲田大学の Wabot House など、多くの研究例があり、現在でも精力的に研究が進められている [1],[2],[3],[4]。

著者らも 2005 年より街レベルでの情報構造化環境の構築を目指すロボットタウンプロジェクトを開始し、これまでに様々な実証システムを開発してきた [5],[6]。更に 2012 年からはオープンソースのミドルウェアである Robot Operating System (ROS) を用いることで、様々なセンサや多様なロボットをより柔軟に統合できる ROS-TMS[7] の開発を開始し、センサーシステムや動作プランニングなど、現在までに 95 以上の環境情報構造化モジュールを開発、公開している [8]。

本稿では、これまでに ROS-TMS 技術を用いて構築した屋内空間プラットフォーム、および実空間とシミュレーション空間を直感的に結びつける、没入感ディスプレイを用いたサイバー空間の可視化システムを提案する。これらは、実空間で分散センサにより収集された環境情報を基にシミュレーション空間を構築し、シミュレーションの結果得られた次時刻の状態を Oculus Rift などの没入型 VR 技術を用いて直感的に提示するものである。本システムにより、使用者は現実世界の状況に基づき、シミュレータにより予測された数時刻先の未来の状況を、没入感 VR インターフェースにより極めて現実感高く事前に体験できる。

2 情報構造化プラットフォーム

2.1 ROS-TMS

ROS-TMS[7] は、レーザ、カメラ、RFID タグリーダ、近接センサなど、空間に分散配置された様々なセンサモジュール、多様なロボットモジュール、および環境データベースを ROS を用いて結合することで、環境情報の収集、蓄積、分析と、ロボット動作計画や運動制御を統一的に実現する枠組みである。図 1 に ROS-TMS の概念を示す。

著者らはこれまでの ROS-TMS のノード群として、MySQL を用いたデータベース (TMS.DB)、携帯端末やウェアラブル端末 (Moverio, EPSON) などを紹介したユーザインターフェース (TMS.UR)、ロボットの動作を計画するノード群 (TMS.RP) と ROS の SMACH をベースに開発されたタスクスケジューラ (TMS.TS)、SmartPal (安川電機) や Kobuki (Yujin Robot)、知的車いすなどのロボットコントローラ (TMS.RC)、センサドラ

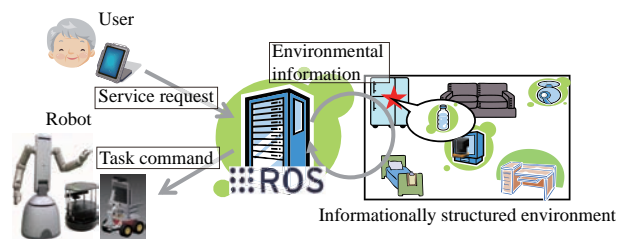


Fig.1 ROS-TMS

イバ (TMS.SD) と統合処理ノード群 (TMS.SS)、および物品やヒトの状態推定モジュール (TMS.SA) 等を開発、公開している [7],[8]。

2.2 屋内空間プラットフォーム

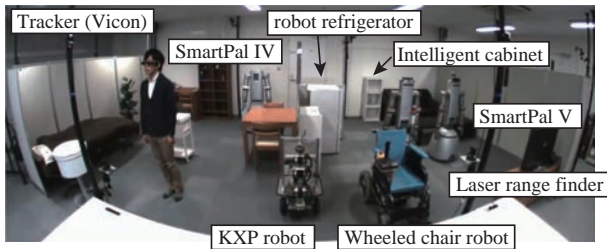
図 2 に構築した屋内空間プラットフォーム、および環境シミュレータ (Choreonoid [9], [10]) で構築した仮想環境を示す。屋内の物品やヒトの動きは、レーザレンジファインダ (UTM-30LX-EW, 北陽電機) や光学式トラッカ (Bonita, Vicon)、ステレオカメラ (Xtion, ASUS)、知的収納庫、知的冷蔵庫内の RFID タグリーダなどの TMS.SS, TMS.SD により計測され、リアルタイムで TMS.DB に送られる。

環境シミュレータ (Choreonoid) ではその情報をリアルタイムで反映し、ROS-TMS の TMS.UR から入力されるユーザリクエストをトリガーとして、Choreonoid の Grasp プラグイン [11] を用いて、環境に接触しない安全なロボットのサービス行動を計画する。計画された行動は、TMS.RP や TMS.TS などのノードに伝達され、実際に SmartPal と知的冷蔵庫が連動した物品取り寄せや、知的車いすによる移動などのサービスが実行される。

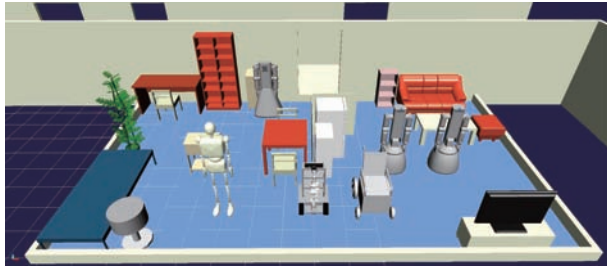
3 実空間とサイバー空間を繋ぐ没入感 VR インターフェース

本章では、新たに開発した実空間とサイバー空間を繋ぐ VR インターフェースを紹介する。本システムは没入感ディスプレイ (Oculus Rift DK2, Oculus VR, 図 3)、ステレオカメラ (Ovrvision, Wizapply, 図 3) と光学式トラッキングシステム (Bonita, Vicon) および環境シミュレータ (Choreonoid, 図 4) からなる。

没入感ディスプレイ (Oculus Rift DK2) はウェアラブル型ディスプレイであり、左右独立に画像を提示することで両眼立体視が可能であり、また内部に 3 軸姿勢センサを搭載している。また、没入感ディスプレイの位置は、光学式トラッキングシステム



(a) Informationally structured room



(b) Simulation environment (Choreonoid)

Fig.2 Informationally structured room and simulation environment

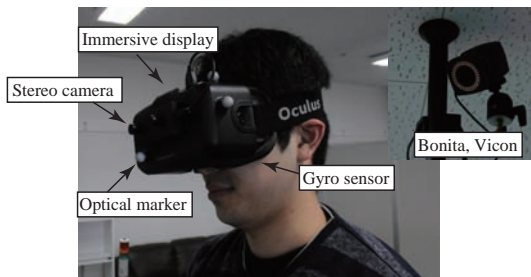


Fig.3 Immersive display device consisting of Oculus Rift DK2, Ovrvision, and Bonita

(Bonita, Vicon) により追跡され、得られた位置、姿勢情報に基づき、環境シミュレータ (Choreonoid) の画面が計算され、没入感ディスプレイの左右の画面にステレオ表示される。画面の生成には OculusSDK 0.4.4 を用い、Choreonoid の OpenGL 画像生成パイプラインに直接組み込むことで実現している。図 5 にシステムの概要を示す。ステレオカメラ (Ovrvision) は、左右の視点の位置に 2 台のカメラを配置したものであり、没入感ディスプレイの左右の画面にそれぞれの画像を表示することで、没入感ディスプレイを装着しながら周囲の様子を確認できる。

図 6,7 に、図 2 の屋内空間を歩き回った際に、没入感ディスプレイに装着したステレオカメラで撮影された実際の画像、および Oculus Rift に表示される VR ステレオ画像を示す。VR ステレオ画像は没入感ディスプレイに 3 次元で表示されており、頭部の位置や姿勢に応じて実時間で視野を変更している。従って、このように屋内のどの位置、姿勢に装着者が移動しても、頭部の位置姿勢を自動で検出し、実画像と変わらない VR 画像を提示できる。

4 まとめ

本稿では、これまで著者らが開発した情報構造化プラットフォームと ROS-TMS を紹介し、没入型ディスプレイを用いたサイバー空間の可視化システムを提案した。本可視化システムは、現実の屋内環境の物品やロボット、ヒトの状態を基に、環境シミュレータにより未来の姿をシミュレーションし、その結果を没入感 VR



Fig.4 Objects in Intelligent Cabinet displayed in Choreonoid

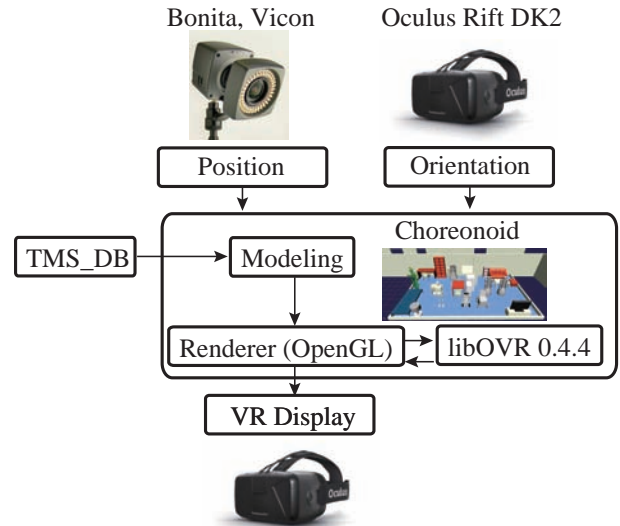


Fig.5 Graphic pipeline by Oculus, Bonita, and Choreonoid

技術により直感的に提示するものである。

本研究は、独立行政法人科学技術振興機構の研究成果展開事業センター・オブ・イノベーション (COI) プログラムにより、助成を受けたものである。

References

- [1] H. Noguchi, T. Mori, and T. Sato. Automatic generation and connection of program components based on rdf sensor description in network middleware. In *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 2008–2014, 2006.
- [2] Y. Kato, T. Izui, Y. Tsuchiya, M. Narita, M. Ueki, Y. Murakawa, and K. Okabayashi. Rsi-cloud for integrating robot services with internet services. In *IECON 2011 - 37th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society*, pp. 2158–2163, 2011.
- [3] H. Gross, Ch. Schroeter, S. Mueller, M. Volkhardt, E. Einhorn, A. Bley, Ch. Martin, T. Langner, and M. Merten. I'll keep an eye on you: Home

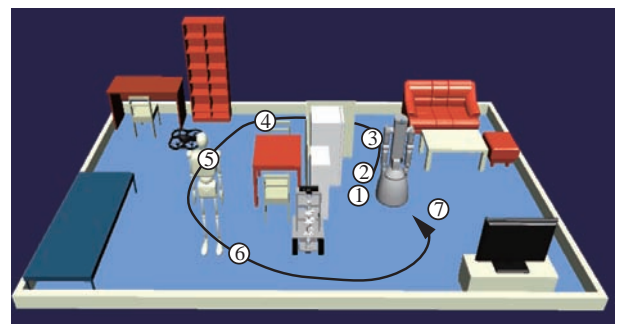


Fig.6 Walk-through path in a room

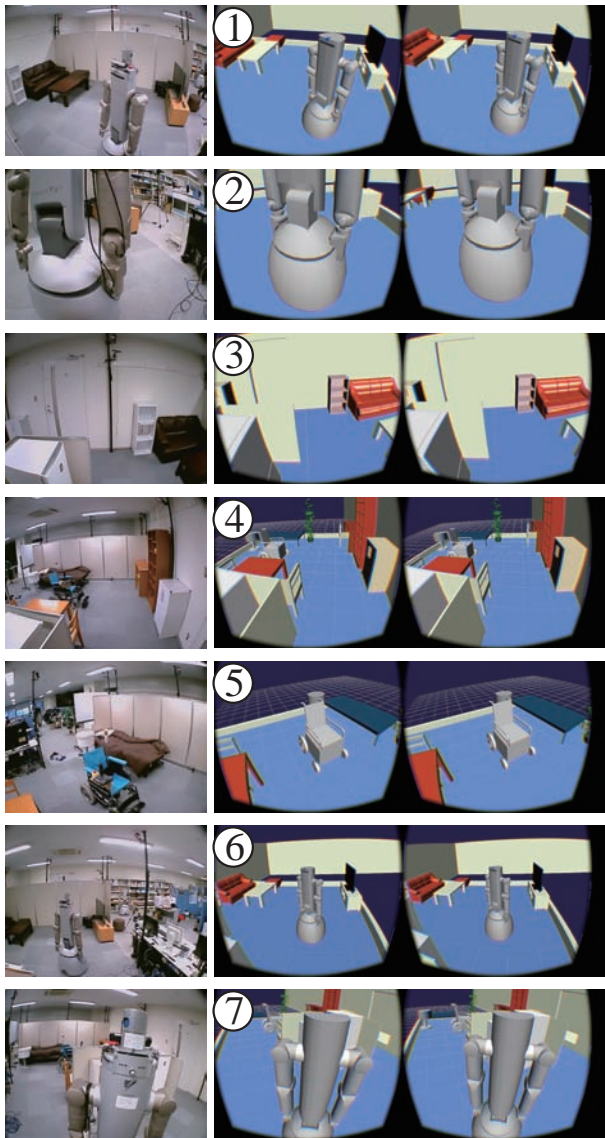


Fig.7 Walk-through images for a room using Oculus Rift and Vicon tracking system

[10] Shin'ichiro Nakaoka. Choreonoid: Extensible virtual robot environment built on an integrated gui framework. In *Proc. of the 2012 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SI2012)*, pp. 79–85, 2012.

[11] 辻徳生, 原田研介. grasplugin for choreonoid. *日本ロボット学会誌*, Vol. 31, No. 3, pp. 232–235, 2013.

robot companion for elderly people with cognitive impairment. In *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, pp. 2481–2488, 2011.

[4] M. Tenorth, A.C. Perzylo, R. Lafrenz, and M. Beetz. The roboearth language: Representing and exchanging knowledge about actions, objects, and environments. In *IEEE International Conference on on Robotics and Automation*, pp. 1284–1289, 2012.

[5] 長谷川勉. 環境プラットフォーム「ロボットタウン」. *日本ロボット学会誌*, Vol. 26, No. 5, pp. 411–414, 2008.

[6] 倉爪亮, 村上剛司, 木室義彦, 家永貴史, 馬場伸一, 殷中翔. ロボットタウンの共通プラットフォーム技術のメカニズム. *日本ロボット学会誌*, Vol. 26, No. 5, pp. 415–419, 2008.

[7] 表允哲, 辻徳生, 橋口優香, 永田晃洋, 中島洗平, 倉爪亮, 長谷川勉, 諸岡健一. 情報構造化アーキテクチャの提案とサービスロボットのオンライン動作計画の実現. 第 19 回ロボティクスシンポジウム, pp. 624–630, 2014.

[8] https://github.com/irvs/ros_tms/wiki/.

[9] 中岡慎一郎. 拡張可能なロボット用統合 gui 環境 choreonoid. *日本ロボット学会誌*, Vol. 31, No. 3, pp. 226–231, 2013.