

リアルタイムモーションキャプチャを用いたヒューマノイドの オプティカルコックピット

Optical Cockpit for Humanoid Tele-Operation with Realtime Motion Capture System

○ 栗原 一貴 (東大) 鈴木 一郎 (東大) 丹下 学 (東大) 山根 克 (東大) 正 中村 仁彦 (東大)
Kazutaka KURIHARA Ichiro SUZUKI Manabu TANGE Katsu YAMANE Yoshihiko NAKAMURA
University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656 Japan

Abstract— We have developed realtime processing of optical motion capture which has small computation time and latency. In this paper, Optical Cockpit — the concept of humanoid tele-operating system with realtime optical motion capture — is reported. The captured navigator's motion is converted into differently shaped humanoid's motion, and self-collisions are checked, and then applied for servo controlled humanoid. A basic experiment of tele-operation of FUJITSU HOAP-1 shows the efficiency of the system.

Key Words: Optical Cockpit, Motion Capture, Realtime, Kinematic Model.

1 はじめに

近年のヒューマノイド運動生成に関する研究により、モーションキャプチャ技術によって測定された人間の実際の動作をもとにしてヒューマノイドの運動生成を行う手法が開発されてきている [1]. あらかじめ計算された軌道を追従する制御システムや、ジョイスティックなどにより簡便に動作を指示する手法に比べ、未知の環境下における、緊急な動作を必要とする作業をきめ細かく行う上でモーションキャプチャによる動作指示は優れた方式であると考えられる. しかし、実時間性という観点から見ると、Atkeson らが OPTOTRAK を用いて得られた舞踊のデータをオフラインで処理し、腰を支えたヒューマノイドである DB にその動作を模倣させたように [2], 未だキャプチャと同時にヒューマノイドの運動を生成するという段階には至っていない.

本研究では、計測用のマーカーを増減することで細かく入力を設定できる上に、マーカーが増加しても人体への拘束が小さい特徴を持つリアルタイムパッシブ光学式モーションキャプチャを用いてヒューマノイドの遠隔操作を行う、オプティカルコックピットの実現を目指す.

2 システム構成

Fig.1 にオプティカルコックピットのシステム構成を示す. オプティカルコックピットには、リアルタイムモーションキャプチャ、人間の運動からヒューマノイドの運動への運動学的な変換、動力学的な補正、及びヒューマノイドの知覚情報のフィードバックが必要である. 本研究では、図中実線で囲んだリアルタイムモーションキャプチャ、ヒューマノイドへの運動変換、自己干渉チェック、及びヒューマノイド操作に至る流れを扱う.

3 仮想マーカーの対応付けによる異なる構造モデル間の運動変換

本研究では運動を、構成する幾つかの代表的な点軌道の集合、具体的には、両手先、両足先、胴、頭などの動

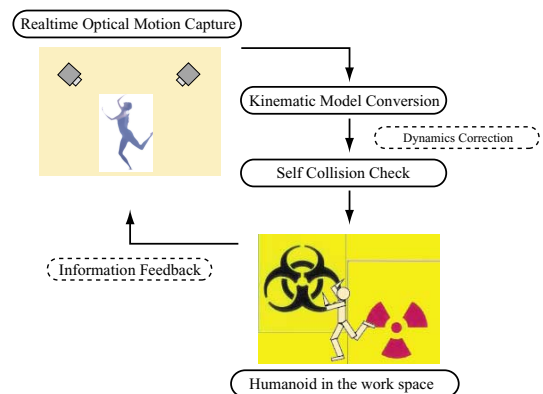


Fig.1: Optical Cockpit System

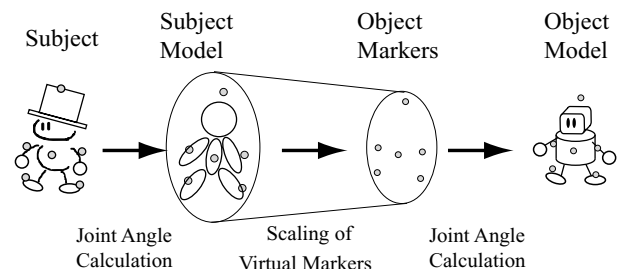


Fig.2: Model Conversion : Concept

きとしてとらえることで異なる構造モデルの運動の対応付けを行い、操り人形のような躍動感のある全身動作を生成する. Fig.2 に示すように二つのモデルは、モデル上に置かれた仮想マーカーの対によって対応付けられており、あたかも変換前のモデルが体にマーカーを装着しモーションキャプチャを行ったかのような出力が、変換対象のモデルの大きさにスケーリングされ、逆運動学計算に用いられる. その際の逆運動学計算は UT-Poser[3] を用いた方法であるため、モデルの自由度構成によらず全身の関節角度が得られる.

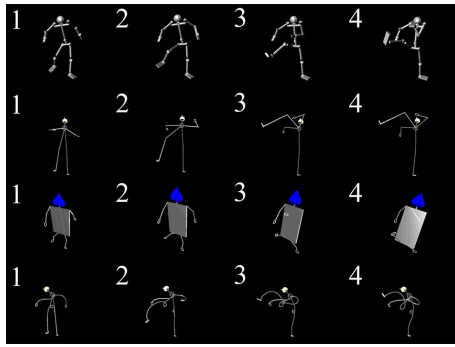


Fig.3: Model Conversion Experiment

4 実験

4.1 モデル変換実験

モーションキャプチャにより得られた被験者の運動を、様々なリンク長と自由度構成を持つ仮想的なロボットの運動に変換する実験を行った (Fig.3). 図の運動は上から順に、変換前の運動 (20DOF のモデルで表現), 20DOF で胴体が無く手足の長いロボット, 20DOF で胴体が長く手足が短いロボット, 60DOF で胴体が無く手足の長いロボット, の場合で得られた運動である. 仮想マーカの対応付けによる運動の変換により, 幅広い構造モデルの運動を得ることができることが確かめられた.

4.2 ヒューマノイド 操作実験

リアルタイム光学式モーションキャプチャシステムから得られた運動を用いて腰を固定した状態の富士通ヒューマノイド HOAP-1 を操作する実験を行った. 被験者の運動はリアルタイムに HOAP-1 の構造モデルでの運動に変換され, 自己干渉や関節角度リミットのオーバーランが発生していないか確かめられた後, HOAP-1 制御サーバへ非同期な関節角度列として送られる. HOAP-1 制御サーバでは, 非同期に送られてくる HOAP-1 の全身の関節角度のスナップショットをもとに, 1[ms] 周期の関節角度データがスプライン補間により生成され, RT-Linux を通じて HOAP-1 が駆動される. 自己干渉チェックには, ColDet[4] を用いた. 被験者の運動を Fig.4 に, 生成された HOAP-1 の運動を Fig.5 に示す. 構築したシステムがリアルタイムヒューマノイド操作デバイスとして有効であることが示された.

5 結論

本研究で得られた結論は以下の通りである.

- リアルタイム光学式モーションキャプチャで得られた人間の動作を, 仮想マーカの対応付けにより幅広い種類の構造モデルでの動きに変換した.
- リアルタイム光学式モーションキャプチャをオプティカルコックピットとして, ヒューマノイドの全身運

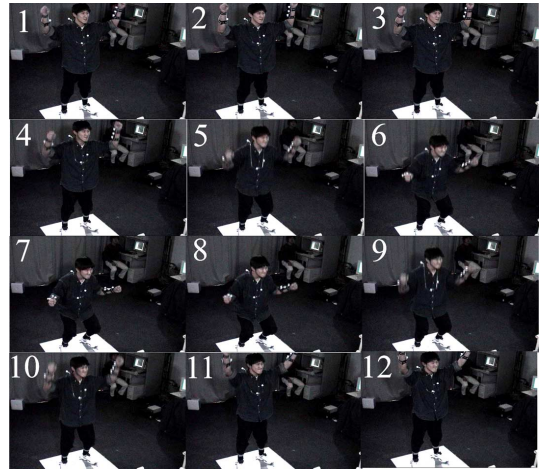


Fig.4: Humanoid Manipulation : Subject's Motion

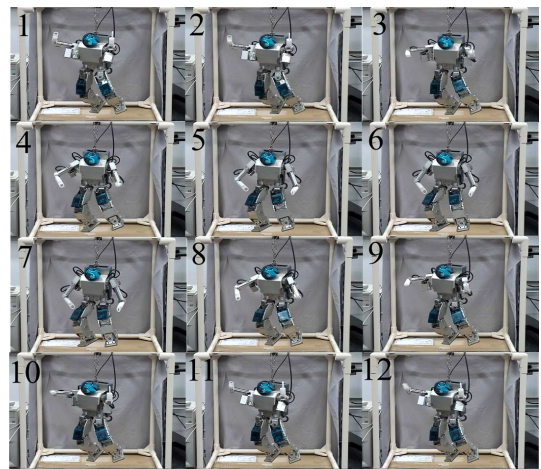


Fig.5: Humanoid Manipulation : HOAP-1's Motion

動を伴う遠隔操作を可能にするシステムを構築した.

- オプティカルコックピットにより富士通ヒューマノイド HOAP-1 を遠隔操作する基礎的な実験を行い, その有効性を確認した.

本研究は科学技術振興事業団の戦略的基礎研究推進事業「自律的行動単位の力学的結合による脳型情報処理機械の開発」及び平成13年度科学研究費補助金「大規模構造化リンク系の $O(N)$ 順動力学計算法の開発とその CG 製作への応用」の支援を受けた.

参考文献

- [1] K. Yamane, Y. Nakamura: "Dynamic Filter—Concept and Implementation of On-Line Motion Generator for Human Figures," *Proceedings of IEEE Int. Conf. Robotics and Automation*, vol. 1, pp.688–695, 2000.
- [2] Ales Ude, Curtis Man, Marcia Riley, and Christopher G. Atkeson: "Automatic Generation of Kinematic Model for the Conversion of Human Motion Capture Data into Humanoid Robot Motion," *Proceedings of IEEE-RAS Int. Conf. Humanoid Robots*, 2000.
- [3] 山根, 中村: "ヒューマンフィギュアの全身動作生成のための協応構造化インタフェース," 第 19 回日本ロボット学会学術講演論文集, pp.1149–1150, 2001.
- [4] Coldet, <http://photoneffect.com/coldet/>