

第8回（社）計測自動制御学会
システムインテグレーション部門 講演会

8th SICE System Integration Division
Annual Conference

SICE
SI 2007

講演概要集

SICE[®]



2007. 12. 20-22 広島国際大学 国際教育センター

分散コンポーネント型ロボットシミュレータ OpenHRP3

(独)産総研 ○神徳徹雄, 比留川博久, 中岡慎一郎, 末廣尚士, 安藤慶昭

東京大学 中村仁彦, 山根克 ゼネラルロボティクス (株) 齋藤元, 川角祐一郎

A Robot Simulator constructed on Distributed Object Modules

*Tetsuo Kotoku, Hirohisa Hirukawa, Shinichiro Nakaoka, Takashi Suehiro,
Noriaki Ando(AIST) Yoshihiko Nakamura, Katsu Yamane(Univ. of Tokyo)
Hajime Saito, Yuichiro Kawasumi(GeneralRobotix, Inc.)

Abstract — This paper overviews a robot simulator constructed on distributed object modules which is under development to promote the integration of national projects on robotics. The distributed object modules are implemented by RT middleware that is proposed to be a standard middleware for robotic technologies. The forward dynamics engine is to be implemented by an $O(n)$ algorithm as well as $O(\log n)$ one by parallel computing.

Key Words: dynamics simulator, RT middleware, CORBA

1. はじめに

本研究は、ロボットソフトウェアの蓄積に適した分散コンポーネントフレームワークと、この上に構築されたロボットワールドシミュレータを開発することにより、基盤ソフトウェアの再利用を促進し、次世代ロボットの開発を効率化することを目的としている。具体的には、Fig.1 に例を示すような、移動ロボット、マニピュレータ、脚型ロボット等の多様なロボットを対象として、視覚処理や運動制御をモジュール単位でシミュレーション可能なソフトウェアをオープンソースで提供し、この上で稼動するソフトウェアの共通基盤技術化を図ろうとするものである。

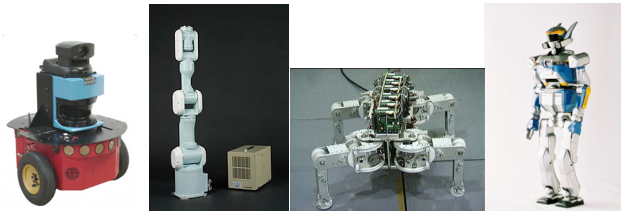


Fig.1 Examples of target robots

本稿では、計画内容の概要とシミュレータ (OpenHRP3 と呼ぶ) の開発状況について述べる。

2. 研究内容

2.1. RT ミドルウェアを用いた分散コンポーネントフレームワークの研究開発

本研究では、ロボットのセンサ・アクチュエータ等の各種ハードウェアおよび、制御、動作計画、シミュレータといったソフトウェアをコンポーネント化し、実機とシミュレータのシステムを分散コンポーネントフレームワーク上に構築することを目標としている。このため、NEDO プロジェクトの成果であり、国際標準化団体の OMG(Object Management Group)でロボット用ミドルウェアの標準規格となる予定とな

っている RT ミドルウェアを拡張して利用することとした。

2.2. 基本コンポーネントの研究開発

産総研と東京大学は、OpenHRP2 と呼ばれる動力学シミュレータを HRP プロジェクトで開発し、これまで国内外 150 以上の機関に対して提供している。本研究では、OpenHRP2 の構成の構成を見直し、重複機能の整理、モジュールインターフェイスの統一を行った。

まず、ロボットワールドシミュレータ全体の仕様を検討し、全体仕様に基づいて再利用性、拡張性等の観点からグラフィカルユーザインタフェイス (GUI)、動力学計算エンジン、干渉チェック、コントローラ、デバイスシミュレータといった基本コンポーネントに分割し、各コンポーネントの仕様を決定した。設計したシミュレータの全体構成を Fig.2 に示す。

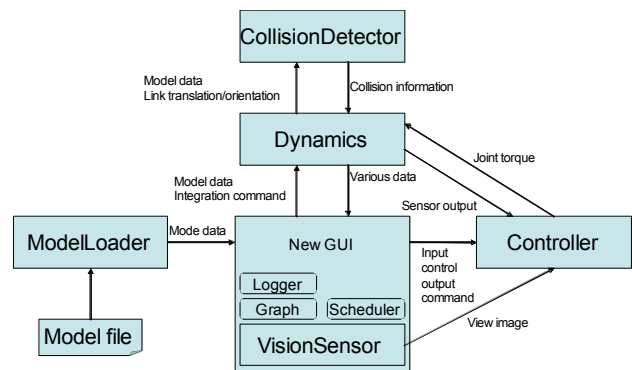


Fig.2 Configuration of OpenHRP3

GUI は演算部分とは別コンポーネントとし、シミュレーションのパラメータ設定や実行制御は GUI を用いて対話的に行えるだけでなく、学習などの用途で設定を変えながら繰り返し実行できるようにユーザプログラムからも行えることを目指している。GUI の概要を Fig.3 に示す。

デバイスシミュレータは、ロボットを構成するアクチュエータやセンサ等のデバイスの機能をシミュレートするコンポーネントである。このコンポーネントと実際のデバイスへの入出力を行うコンポーネントのインタフェースを統一することで実際のロボットとシミュレーション世界にあるロボットを等価に扱えるようにする。

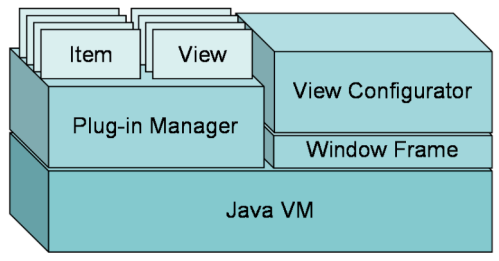


Fig.3 Configuration of GUI

干渉チェックについては、ソースコードでの配布を実現するためOPCODEをエンジンとして利用した。ORBにはJava ORB, omniORBを使用している。

以上のコンポーネントの中、ユーザが開発するのはコントローラである。そこで、OpenHRP3では、コントローラをRTミドルウェアによりコンポーネント化することとした。

2.3. 動力学シミュレータコンポーネント

超多自由度ヒューマノイド、車輪・脚駆動型移動ロボットなど、広いクラスのロボットシステムの運動を対象とする汎用的で効率的な動力学シミュレータの計算エンジンを開発中した。特に、数値計算の安定性、並列計算の効率に注目したプログラミングと実装を目指した。また、検証用のロボットによりシミュレーションと実験の整合性を検証するとともに、シミュレーションの精度を高めるための知見を集める。以上述べた目的を達成するため、以下の項目について研究開発を行っている。

①数値安定性を考慮した動力学計算に関する研究

基本的な順運動学計算・逆動力学計算を実装し、単一プロセスで計算量がリンク数に比例する順動力学計算法を実装した。これにより閉リンク機構を含む剛体リンク機構の動力学シミュレーションが可能になった。実装した順動力学計算法は、全てのリンクが独立状態からスタートし、その関節で働く拘束力と発生する加速度を計算しながら関節を1つずつ追加していくassemblyステップと、最後に追加された関節からスタートし、assemblyステップと逆の順序で全関節の最終的な拘束力と加速度を計算するdisassemblyステップから成る。

②動力学アルゴリズムの並列化に関する研究

動力学計算を高速化するために複数CPUによる並

列計算が可能なアルゴリズム、およびそれを実行するソフトウェアを開発した。また、1個以上の任意の数のCPUに対応して、CPU数、計算量、数値安定性を考慮した最適なアルゴリズムを自動的に生成する手法も開発した。

ヒューマノイドロボットがカセットテープを把握するシミュレーションの例をFig.4に示す。

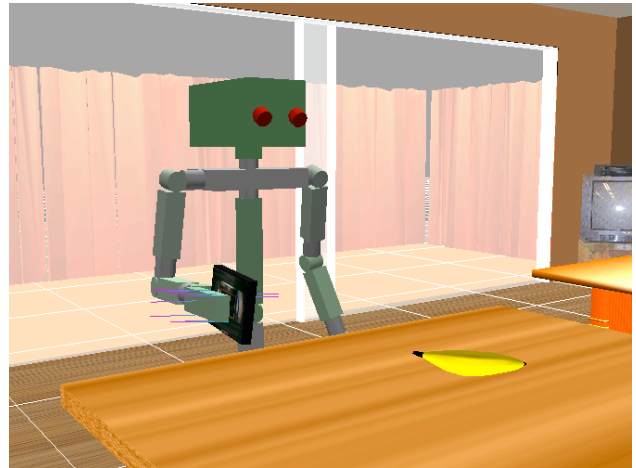


Fig.4 Humanoid robot grasping a video tape

4. おわりに

本研究で開発シミュレータは、主要部分のソースコードを開示し、様々なプロジェクトの利用に供する計画である。各府省のプロジェクト参加者、利用コンソーシアムメンバを対象として提供を開始することを想定しており、現在限定配布を実施中である。

謝辞

本研究は、文部科学省の科学技術振興調整費による「科学技術連携施策群の効果的・効率的な推進」の一環として実施したものである。ここに感謝の意を表す。また、本研究の実施中に急逝された科学技術連携施策群次世代ロボット主監谷江和雄氏に感謝するとともに、哀悼の意を表す。

参考文献

1. 神徳、安藤、末廣、RTミドルウェアを用いた分散コンポーネントフレームワーク、RSJ2006.
2. 山根、中村、分散コンポーネント型ロボットシミュレータにおける順動力学エンジンの計算効率、RSJ2006.
3. 川角、斎藤、ロボットシミュレータのプラグイン拡張可能なGUIフレームワークの開発本講演会.
4. 中岡他、Gauss-Seidel法の拡張による関節機構の接触/拘束力計算、RSJ2007.
5. 安藤、金広、中岡、神徳、比留川、分散コンポーネント型ロボットシミュレータOpenHRP3--RTコンポーネントを用いた実機と可換な制御ソフトウェア開発機能--、RSJ2007.