

ロボットシミュレータORSにおける 分散干渉計算機能及び動力学計算機能の組み込み

3T-3

長山清孝、大嶋利治、金子俊一、本多庸悟
東京農工大学工学部

1. 目的 本研究は、ロボットの設計・開発を支援するための、ロボットの動作及びロボットを取り巻く環境を模擬するロボットシミュレータシステムORSの試作に関するものである。前報¹⁾²⁾までにORSの基本部分について報告した。今回は特にロボットと環境の効率的な干渉計算アルゴリズムを考案したので報告する。また、この干渉計算機能をさらに効率化するための分散処理機能、ロボットの動作解析のための動力学計算機能の組み込みについても併せて報告する。

2. 干渉計算アルゴリズム ORSでは、ロボットの一つの位置・姿勢の組合せを基本単位として、その系列で軌道を表現する。干渉計算は、一つの軌道に含まれるすべての位置・姿勢について行われる。そのアルゴリズムの概略は、環境とロボットとの距離を利用し、ロボットとの干渉の可能性のないものを干渉候補から除き、干渉候補となる環境構成要素を段階的に選択して絞り込んでいくものである。

(1) 選択処理1：環境分割 ORSでは、通常、環境構成要素を平面の上に設置していく。この処理ではまず、基本となるその平面を4等分領域に分割する。さらにその平面上においてロボットが占める領域を長方形で表現し、先の四つの等分領域との干渉を調べ、処理すべき領域を特定する。

(2) 選択処理2：ロボットの立方体近似による候補選択

選択処理1で特定された領域内において次の処理を行う。図1に示すようにロボットを取り囲む最小立方体を算出する。その立方体の中心と各環境構成要素との近似距離に基づき、立方体内に入り込む環境構成要素を干渉の可能性のあるものとして選択する。

(3) 選択処理3：リンク-環境構成要素間の近似距離による選択 選択処理2で選ばれた干渉候補に対して次の処理を行う。図2に示すように各リンクを取り囲む最小立方体を算出する。その立方体の中心と各環境構成要素との近似距離に基づき、立方体内に入り込む環境構成要素を干渉候補として選択する。

(4) 干渉判定 選択処理1、2、3によって、干渉の可能性があると選ばれた環境構成要素と、ロボットを構成するすべてのリンクとの面の幾何学的な干渉判定を行い、干渉面を算出する。

(5) 干渉計算の省略 現在の位置・姿勢から次の位置・

姿勢へのロボットの移動量が、計算されたリンク-環境構成要素間の最小距離より小さい場合には新たな干渉は起こらない。そのときには干渉計算を省略する。

図3は選択処理による計算量の低減効果を計算時間によって示している。この例では、選択処理を全く行わない場合と比較して、最大約8分の1程度に減少している。
3. 干渉計算の分散処理化 ネットワークを介した分散処理環境を利用することにより、さらに干渉計算を効

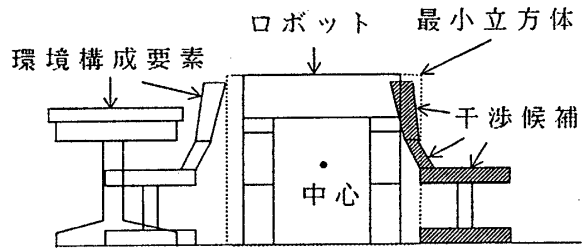


図1 選択処理2による干渉候補の抽出

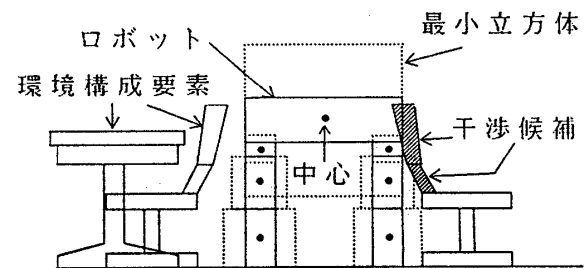


図2 選択処理3による干渉候補の抽出

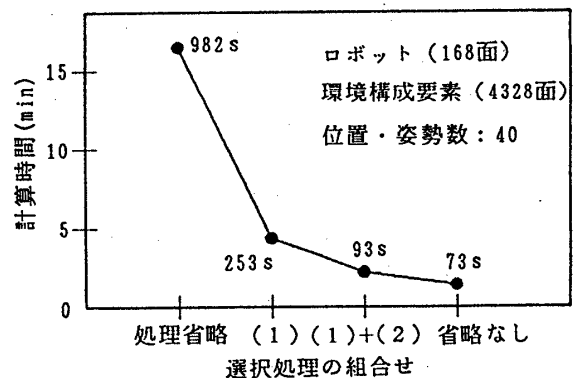


図3 干渉計算における選択処理の効果

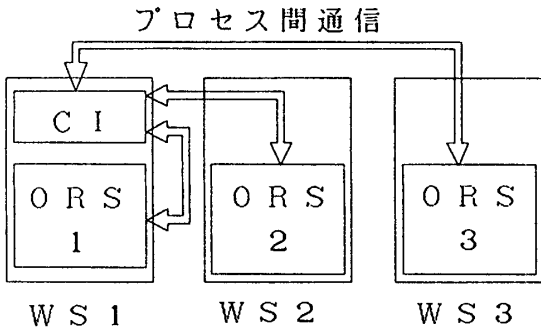


図4 ORSの分散構成

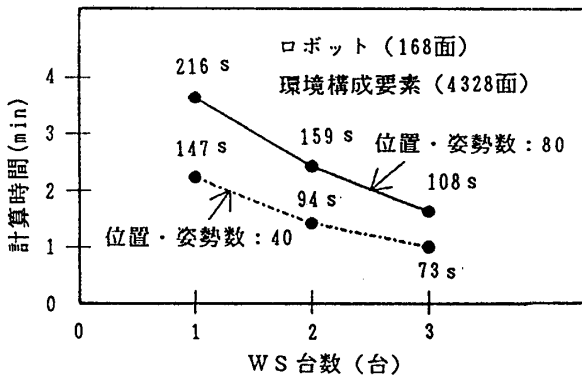


図5 分散干渉計算の計算時間

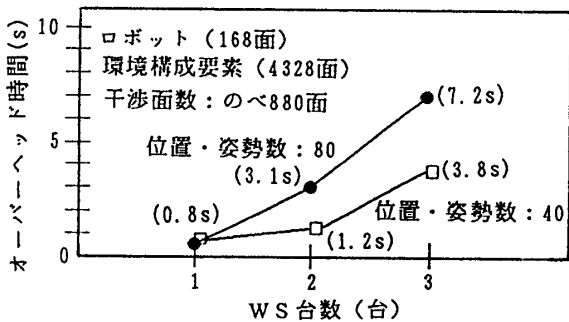


図6 干渉計算における通信のオーバーヘッド

率化するための機能を開発した。図4は、uucpに則ったプロセス間通信により複数のORSを連結した構成を示す。各々のORSの初期状態は、同一の入力ファイル群を与えることにより同一に保持される。さらに、ldd (ロボット定義や環境ファイルの更新)、move (ロボットの移動)、init (初期化) などのロボットを含めた環境の状態を変更するようなコマンドは、各々のORSに常に送出し、状態を同じく保持している。干渉計算時には、ロボットのリンク群を分配して割り当てる。各々のORSへのリンクデータの送付や干渉結果の取込みは割り込み駆動通信によっており、スループットの向上を図っている。図5は分散干渉計算の計算時間、図6は通信のオーバーヘッドを示し、総計算時間の約20分の1程度となっている。

4. 関節トルクの計算機能 ORSの機能拡張の一つとして、関節トルク (並進軸では力) の計算機能を付加

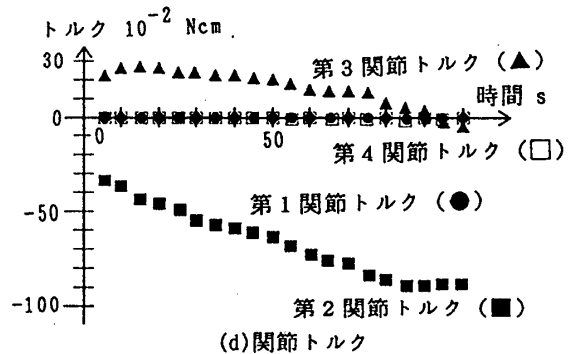
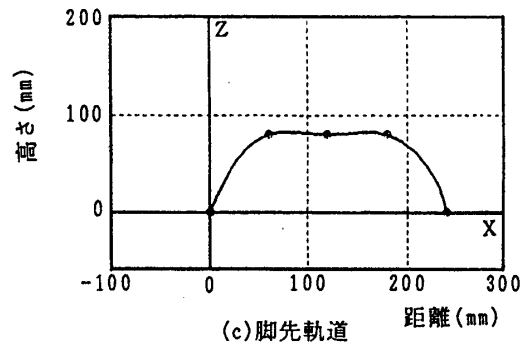
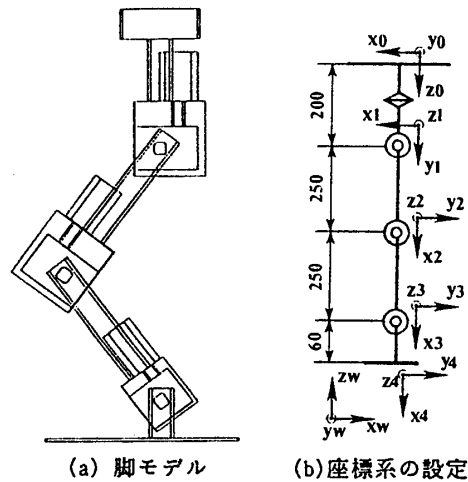


図7 関節駆動トルクの算出結果

した。ニュートン・オイラ法による前向き・後向き漸化式を用いて、各関節を駆動するために必要な関節トルクを算出する。このために、ORSの基本データに加えて、各リンクの形状及び質量分布に依存して定義される慣性モーメント行列の値を保持している。図7(a)は三つのピッチ軸から構成した脚モデルであり、(b)は座標系の設定を示す。(c)は作業空間において設定した脚先軌道、(d)は算出した関節トルクを示している。

5. まとめ 干渉計算、分散処理、動力学計算など、ORSの機能拡張について報告した。今後は利用者に対する開放性の実現などについて検討していく予定である。

参考文献

- 1) 本多、金子、佐々木、長山: 4脚歩行ロボット, 情報処理学会第40回全国大会予稿集4Q-5(1990)
- 2) 金子、長山、本多: 開放指向ロボットシミュレータ: ORS, 情報処理学会第42回全国大会予稿集5F-6(1991)