

## 論文要旨

ロボットに関する研究・開発は古くから行われており、様々なロボットが開発されてきた。多関節ロボットは、各関節の角度変化を制御するモーションによって作業目的を達成する。1つのモーションは、モーションの生成によって作成されるモーションの実行に必要な情報（各関節の角度情報とその角度に到達するまでの移動時間）に基づいて制御され、その結果をアクチュエータに出力することで実現される。しかしながら、多関節ロボットの形態が異なれば、関節数やリンクの長さも異なるため、各関節の角度情報やその角度に到達するまでの移動時間（以下、モーションデータと呼ぶ）も異なる。さらに、多関節ロボットに使用しているアクチュエータが変わればアクチュエータへの出力方法も異なる。つまり、モーションはハードウェアとソフトウェアの関連が深く、多関節ロボットの機種や形態ごとにモーション実行用ソフトウェアを作成しなければならない。多関節ロボットが多機種に展開され量産される場合では、多関節ロボットが人間との生活に密着するため、モーションの評価を繰り返し行い、モーションを保証する必要がある。しかしながら、多関節ロボットの機種や形態ごとにモーション実行用ソフトウェアを作成しては、モーションの評価を繰り返し行いにくいだけでなく、ソフトウェアごとに構造が異なることも起こり得るため、モーションの保証に対して信頼性が下がることが懸念される。

そこで、本論文では、多関節ロボットが多機種に展開され量産される場合においての問題点の対応策として、メモリ・ベースト制御による多関節ロボットのモーション実行用ソフトウェアアーキテクチャを提案した。提案するアーキテクチャは、多関節ロボットにおいて関節角度情報による関節角度制御を行うモーション実行用ソフトウェアの設計指針となるアクチュエータ制御システムの基本構造である。提案するアーキテクチャの構造は、評価によって保証されたモーションを実行するために必要な要素・機能と、保証されたモーションの使用方法を考慮する要素を組み合わせたものである。具体的には、モーションデータ、モーションデータの読み込み機能、モーションの実行機能、モーションデータの選択機能を組み合わせた構造である。メモリ・ベースト制御は、事前に作成されたモーションの実行に必要な情報であるモーションデータをモーションごとに用意および保持し、選択・実行する方法である。本提案では、メモリ・ベースト制御を、モーションの評価によって保証されたモーションを確実に実行する手段として用いた。また、ロボット制御のうち下位レベル制御にあたるモーションの実行（アクチュエータ制御）において、センサフィードバックを行える仕組みを持つ。これは、メモリ・ベースト制御によるモーションの実行からは独立した仕組みである。提案するアーキテクチャを用いたモーション実行用ソフトウェア開発の利点は以下の通りであり、提案するアーキテクチャに基づいて試作したモーション実行システムによるモーションの実行およびセンサフィードバック処理の実証実験によって確認を行った。

- (1) 多関節ロボットの機種や形態を問わず、同一のモーション実行用ソフトウェアにおいてモーションデータの変更のみによるモーションの実行が可能であり、モーションの評価をモーションの変更点に着目して行うことが可能であることから、モーションの評価を繰り返し行いやすい。また、共通のソフトウェア構造を用いてのモーション実行を可能にしているため、モーションの保証に対しての信頼性が確保される。
- (2) モーションデータを組み合わせることで、実行できるモーション数を増やすことが可能である。
- (3) メモリ・ベースト制御による保証されたモーションの実行が可能でありながら、センサフィードバック処理が可能である。

また、提案するモーション実行用ソフトウェアアーキテクチャの拡張性を述べるために、機能拡張を

行った。提案するモーション実行用ソフトウェアアーキテクチャは、モーションの評価によって保証されたモーションを確実に実行する手段として、モーションの実行に必要な情報であるモーションデータを選択・実行するメモリ・ベスト制御を用いているため、モーションデータ数が膨大になる。たとえば、モーションの速さはモーションデータ内の移動時間に依存するため、速さごとにモーションデータを作成しなければならない。2脚ロボットの足踏み動作のような左右の片脚屈伸モーションの組み合わせであるモーションにおいても、モーションデータを作成しなければならない。そこで、メモリ・ベスト制御を用いることによってモーションデータ数が膨大になることの対応策として、提案するモーション実行用ソフトウェアアーキテクチャに対して機能拡張を行った。追加した機能は、モーションの速さを変更する機能と、モーション間の同期をとる機能である。これらの機能拡張を、試作したモーション実行システムに反映し、実証実験を行った。その結果、モーションデータ数が膨大になることの対応策により、速さ変更および2脚ロボットの足踏み動作のような組み合わせであるモーションなどにおいてモーションデータを作成する必要がないため、基本となるモーションのモーションデータを保持するのみで、多くのモーションを実行可能であることを示した。加えて、モーションの評価に関しては、モーションの評価によって保証されたモーションからの変更点である速さや同期に着目した評価のみでよい。また、機能拡張に際して、提案するモーション実行用ソフトウェアアーキテクチャの基本構造に変更はないため、提案する多関節ロボットのモーション実行用ソフトウェアアーキテクチャは拡張性が高いといえる。

以上より、多関節ロボットにおいて関節角度情報による関節角度制御を行うモーション実行用ソフトウェアの設計指針となるアクチュエータ制御システムの基本構造として、提案した多関節ロボットのモーション実行用ソフトウェアアーキテクチャは、多関節ロボットが多機種に展開され量産される場合において、モーションを保証するためのモーションの評価の際に、モーションの変更点に着目した評価を可能にする。変更点に着目した評価は、量産に成功し人間の生活に密着している自動車においては既に取り入れられている評価手段である。つまり、本論文で提案するモーション実行用ソフトウェアアーキテクチャは、多関節ロボットが多機種に展開され量産される場合において、モーションの評価を繰り返し行いやすくし、共通のソフトウェア構造を用いることによって、モーションの保証に対しての信頼性確保を可能にするのみではなく、量産に成功し人間の生活に密着している自動車と同様の評価手段を用いることが可能である。そのため、多関節ロボットが多機種に展開され量産される際のモーション実行用ソフトウェア開発やモーション評価手段の土台になるといえる。