

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第2部門第3区分

【発行日】平成25年5月2日(2013.5.2)

【公開番号】特開2012-66376(P2012-66376A)

【公開日】平成24年4月5日(2012.4.5)

【年通号数】公開・登録公報2012-014

【出願番号】特願2011-140520(P2011-140520)

【国際特許分類】

B 25 J 13/00 (2006.01)

【F I】

B 25 J 13/00 Z

【誤訳訂正書】

【提出日】平成25年3月19日(2013.3.19)

【誤訳訂正1】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】1つ以上の人間型ロボットの同時経路検討

【技術分野】

【0001】

[0001]本発明は、NASA Space Act Agreement number SAA-AT-07-003による政府の支援のもとでなされた。本明細書で説明される発明は、米国政府により、または米国政府の目的のために(すなわち非商業的に)、ロイヤリティの支払いなく製造または使用することができることがある。

【0002】

[0002]本発明は、ロボットシステム内の1つ以上の人間型ロボットまたは他の器用なロボットの複数のロボットジョイントの自動運動制御に関する。

【背景技術】

【0003】

[0003]ロボットは、エンドエフェクタまたはロボットマニピュレータを使用して物体を把持および操作することができる自動化された装置である。ロボットマニピュレータは、1つ以上のアクチュエータ駆動のジョイントにより相互接続される。典型的なロボットの各ジョイントは、少なくとも1つの独立した制御変数、すなわち自由度(DOF)を備える。典型的な多軸工業ロボットは6DOFを備える。そのようなロボットの制御は考慮されたルーチンである。しかし、2つ以上のロボットの重なる運動経路において、干渉領域が存在し得る。そのような干渉領域の存在は、制御問題を複雑にする。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

[0004]複数のロボットが共有される作業空間内で使用される場合、シリアルハンドシェイキングプロトコルを用いてロボットの運動を自動的に調整するために、単一のコントローラを使用することができる。当業界で理解されているように、シリアルハンドシェイキングは、チャネルでの通信を適正に開始する前に、2つのロボットまたは他のネットワーク化された装置の間で確立される、任意の通信チャネルまたはリンクの必要なパラメータを動的に設定する。シリアルハンドシェイキングプロトコルは、ロボットシステム内のDOFの数が増加すると、効率を低下させ得る。

【課題を解決するための手段】

【0005】

[0005]そこで、ロボットシステムおよびロボットシステムのための制御方法が開示される。本方法は、1つ以上の高次の自由度（D O F）のロボットの運動を調整するように構成されるコントローラにより実行することができるアルゴリズムとして実施化することができる。「高次のD O F」との語は、本明細書において、従来の6自由度より高い自由度を備えるロボットを指し、ある実施形態においては、作業タスクを協働して実行するため同一のロボットシステム内で使用される1つのロボットまたは複数のロボットについてのD O Fであるかどうかに関わらず、42D O Fまたはそれ以上である。

【0006】

[0006]高D O Fロボットは、本稿では、少なくとも42D O Fを備える器用な人間型ロボットとして実施化される。そのようなロボットは、人間のようなレベルの器用さが必要となる新しい航空宇宙用途および工業用途において有利に採用することができる。高D O Fレベルは、非同期のおよび調和したジョイント運動、自動化されたタスク分岐、およびロボットシステムで使用されるロボットの様々なマニピュレータによるタスクの独立した実行を必要とする。この能力は、本明細書に開示されるロボットシステムおよび制御方法により提供される。

【0007】

[0007]特に、ロボットシステムは、複数の独立するサブタスクを備える協働作業タスクを実行するために動作可能である。ここで用いられる「協働作業タスク」とは、1つ以上のロボットジョイントにより実行される作業タスクを指し、いくつかの例においては、ロボットシステム内で使用される1つ以上のロボットの複数のジョイントにより実行される作業タスクである。ロボットシステムはロボットおよびコントローラを含む。ロボットは、複数のロボットジョイントを備え、各ジョイントは、協働作業タスクの実行中に独立して制御することができる。

【0008】

[0008]コントローラは、協働作業タスクの実行中にロボットジョイントの運動を制御し、ロボットシステムの異なるジョイントをタスクに特化したサブシステムとして自動的にグループ化することにより行う。コントローラは、タスク実行分岐部に到達すると、複数の独立したサブタスクを様々なグループ化されたサブシステムに割り当て、タスク実行分岐部に到達した後に、それぞれのサブシステムによるサブタスクの実行を調整する。複数のタスク分岐部が存在することがあり、それぞれは複数の独立したサブタスクに導かれる。

【0009】

[0009]一実施形態におけるロボットシステムは、少なくとも42自由度を備える。1つ以上の追加的なロボットは、協働作業タスクの実行において協働することができる。自動的にサブタスクを分岐させるのにランタイムエンジンを用いることができる。コントローラにアクセスするために視覚的なプログラムエディタを含めることができ、プログラムエディタは、ユーザーが様々なサブタスクの自動化された分岐のための分岐シーケンスを構成することができるようになる。視覚的なプログラムエディタおよびコントローラのプログラム言語は、1つ以上のロボットおよび/またはロボットシステムに命令を発することができる。

【0010】

[0010]ランタイムエンジンは、非同期実行管理（asynchronous execution management, A E M）モジュールを含むことができ、これは、ロボットジョイントを任意にタスクに特化したサブシステムにグループ化する。A E Mモジュールは、協働作業タスクの実行に際してロボットジョイントの非同期運動を調整する。スケジューリングモジュール、およびシステムデータおよび共有されるイベント情報を提供するデータベースシステムをロボットシステムに含めることができ、スケジューリングモジュールは、複数の独立するタスクが、互いに対して独立に完了することを可能にし、一方で、同時に、データベースシス

テムから提供されるシステムデータおよび共有されるイベントを用いて同期することを可能にする。

【0011】

[0011]また、複数の独立するサブタスクを備える協働作業タスクを実行する方法が開示される。本方法は、ロボットジョイントを自動的にタスクに特化したサブシステムにグループ化し、タスク実行分枝部に到達したときに協働作業タスクの複数の独立するサブタスクをタスクに特化したサブシステムに割り当て、タスク実行分枝部に到達した後に、それぞれのタスクに特化したサブシステムによる複数の独立するサブタスクの独立する実行を調整する。

【0012】

[0012]本発明の上述の特徴および利点、および他の特徴および利点は、以下の発明を実施するための詳細な説明を添付図面とともに参照することで明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】複数のロボットジョイントを備える高自由度ロボット、および、ロボットシステムの様々なジョイントの非同期のおよび調整された運動制御を提供するコントローラを有するロボットシステムの概略図である。

【図2】図1に示されるロボットシステムに使用できるランタイムエンジンのブロック図である。

【図3】図1に示されるロボットを図2に示されるランタイムエンジンを使用して制御するための方法を説明するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

[0016]図面に関して、複数の図面を通じて同様の参照符号は同一または類似の要素を示している。図1には、複数のロボットジョイントを備える器用なロボット11を含むロボットシステム10が示されている。これらは以下で説明される。ロボットの様々なジョイントの非同期の、調整された制御は、アルゴリズム100により提供され、これは図3を参照して以下で詳細に説明される。

【0015】

[0017]ロボット11は、図示のように人間のような外観を備えるように構成することができ、また、与えられる作業タスクの複雑さに必要な程度に人間のようなレベルの器用さを備えるように構成できる。人間型ロボットおよび他の器用なロボットは、特に人間の使用のために設計された装置またはシステム、すなわち、物体30を適切に操作するために人間のようなレベルの器用さが必要な装置に直接的な相互作用が必要とされる場面において使用することができる。ロボット11のような人間型ロボットの使用は、ロボットと人間のオペレータとの間に直接的な相互作用が必要とされる場面において好ましく、運動は人間の動きを模倣するようにプログラムすることができる。

【0016】

[0018]ロボット11は、力ベースの又はインピーダンスベースの制御フレームワークを介して動作する。本明細書において、「力ベース」および「インピーダンスベース」との語は、ロボットの様々なロボットジョイントおよびマニピュレータを通じて移動および力を付与するために、力またはインピーダンスの命令およびフィードバック信号に応じてロボットを制御することを指す。ロボット11は、コントローラ12を使用して制御され、コントローラ12は、アルゴリズム100を実行して、制御信号50のセットをロボットに伝達する。制御信号は、以下で詳細に説明されるように、非同期のおよび調整されたロボットのジョイント運動制御を提供する。

【0017】

[0019]制御信号50は、力またはインピーダンスベースの動作命令および位置／力フィードバックのセットを含むことができる。すなわち、ロボット11のユーザーは、操作される質量、たとえば物体30、に対する望ましい剛性、減衰、および慣性特性を特定する

ことができ、それにより、ロボットと周囲の環境との間の物理的相互作用に対するロバスト性を提供し、また、様々な操作タスクに対する柔軟性を提供する。

【0018】

[0020]ロボット11は、複数の自由度（DOF）で自動化されるタスクを実行するように構成することができ、また、他の相互に影響するタスクを実行するように構成することができ、またはたとえばクランプ、照明、リレーなどの他の統合されたシステム部品を制御するように構成することができる。可能な一実施形態によれば、ロボット11は、独立して、および相互依存して移動することができる複数のアクチュエータ駆動のロボットジョイントを備えることができ、これらのいくつかは、重なる運動の範囲を備える。ロボットジョイントは、肩ジョイントを含むことができ、この位置は、図1において矢印13で全体が示されている。また、肘ジョイント（矢印15）、手首ジョイント（矢印17）、首ジョイント（矢印）19）、および腰ジョイント（矢印21）、および、各ロボットフィンガー14の間に位置決めされる様々なフィンガージョイント（矢印23）を含むことができる。

【0019】

[0021]図1を参照すると、各ロボットジョイントは1以上のDOFを備えることができる。たとえば、肩ジョイント（矢印13）および肘ジョイント（矢印15）のような柔軟なジョイントは、ピッチおよびロールの形態で少なくとも2DOFを備えることができる。同様に、首ジョイント（矢印19）は少なくとも3DOFを備えることができ、腰ジョイント（矢印21）および手首ジョイント（矢印17）は、1以上のDOFを備えることができる。タスクの複雑さに応じて、ロボット11は、42以上のDOFで運動することができる。各ロボットジョイントは、1つ以上のアクチュエータを備えまたこれにより駆動され、アクチュエータは、たとえば、ジョイントモーター、線形アクチュエータ、回転アクチュエータなどである。

【0020】

[0022]ロボット11は、ヘッド16、トルソ18、ウェスト20、アーム22、ハンド24、フィンガ14、および対向する親指26のような人間のような要素を含むことができ、上述の様々なジョイントは、これらの要素内またはこれらの要素の間に配置される。人間のように、アーム22および他の要素は、ある範囲で重なる運動領域を備えることができる。ロボット11は、ロボットの具体的用途または意図する使用に応じて、脚部、トレッド、または他の移動可能なまたは固定のベースのようなタスクに好適な固定部またはベース（図示せず）を含むことができる。動力供給部28は、ロボット11に一体的に取り付けることができ、たとえば、トルソ18の背面に保持または装着される充電可能なバッテリパック、または他の好適なエネルギー供給部とすることができます、あるいは、ロボットの運動のために様々なジョイントに十分な電気的エネルギーを提供するために、テザリングを通して遠隔的に取り付けることができるものとしてもよい。

【0021】

[0023]コントローラ12は、ロボット11の正確な運動制御を提供し、物体30の操作に必要な精細なおよび大雑把な運動の制御を含み、物体30は、たとえば、1つ以上のハンド24のフィンガ14および親指26により把持することができる作業工具である。コントローラ12は、各ロボットジョイントおよび他の統合されたシステム部品を、他のジョイントおよびシステム部品から離れて、独立に制御することができ、また、比較的複雑な作業タスクを実行するのに複数のジョイントの動作を完全に調整するために、多数のジョイントを相互依存するように制御することもできる。

【0022】

[0024]ロボットシステム10は、少なくとも1つの追加的な類似に構成された図1に破線で示されるロボット111を含むことができ、これは、ロボット11と同一の作業空間内で動作する。ロボット11、111は、図1に示されるように、物体30を協働して把持したまま移動させるようなタスクを実行するのに必要とされることがある。ロボット11、111のあるジョイントは、互いにある範囲で重なる運動領域を備えることができ、ま

た、同一のロボットの他のジョイントの運動範囲を重なる運動領域を備えることもできる。それゆえ、ロボットシステム 10 内で使用される各ロボットは、同期して、また調整された方法で複数の動作を実行することができなくてはならない。この機能は、アルゴリズム 100 およびランタイムエンジン 42 の構成により提供され、これらは以下で図 2 とともに説明される。

【 0 0 2 3 】

[0025] コントローラ 12 は、1 つ以上のデジタルコンピュータまたはデータ処理装置を備えるサーバまたはホストマシンとして実施化することができ、それぞれは、1 つ以上のマイクロプロセッサまたは中央処理装置 (CPU)、読み取り専用メモリ (ROM)、ランダムアクセスメモリ (RAM)、電気的に消去可能なプログラム可能な読み取り専用メモリ (EEPROM)、高速クロック、アナログ - デジタル (A/D) 回路、デジタル - アナログ (D/A) 回路、任意の必要な入力 / 出力 (I/O) 回路および装置、信号調整機器およびバッファ機器などを含む。

【 0 0 2 4 】

[0026] コントローラ 12 内にあるまたはコントローラにより容易にアクセス可能な個別の制御アルゴリズムは、ROM または他の好適なメモリ内に記憶することができ、また、それぞれの制御機能を提供するために自動的に実行される。視覚的なプログラムエディタ 80 または他の好適なユーザーインターフェースをコントローラ 12 のプログラム言語にアクセスするために使用することができ、また、以下に説明されるよう、調整された非同期タスク完了のためにシーケンスを分岐させるように構成するために使用することができる。

【 0 0 2 5 】

[0027] ロボットシステム 10 は、コントローラ 12 を介してロボット 11 および / またはロボット 111 と通信するデータベースシステム 40 を含むことができる。データベースシステム 40 は、プログラム言語、共有イベント情報、タスク実行に必要な様々な通信プロトコル、およびタスクの必要な完了条件のために、十分なレベルのデータ容量を提供する単一の大きなデータベースまたは分散型データベースとして実施することができる。データベースシステム 40 は、ランタイムエンジン 42 と通信し、これは、ジョイントが協働作業タスクの実行のために指定され且つ駆動されたときに、ロボットシステム 10 内の様々なロボットジョイントの非同期運動を調整するために、非同期実行管理 (asynchronous execution management、AEM) モジュール 60 を使用する。

【 0 0 2 6 】

[0028] 図 2 を参照すると、図 1 のコントローラ 12 は、ランタイムエンジン 42 の AEM モジュール 60 を使用し、ロボットシステム 10 の様々なジョイントを任意にタスクに特化したサブシステムにグループ化する。たとえば、ロボット 11 が右に向き、物体 30 を見下し、両ハンド 24 で物体を把持する場合に、ネックジョイント 19 および両アーム 22 のジョイントは、特定の操作のために駆動することができる。これらのタスクに特化したサブシステムは、今度は、AEM モジュールを介して較正されたシーケンス構造に結び付けられ、これは、任意の駆動ジョイントの運動を自動的に調整し、複雑なタスクまたは協働作業タスクの完了を可能にする。ランタイムエンジン 42 は、より大きなロボットタスクシーケンスの内部にある共存する実行パスのためのソフトウェア機構を提供するために構成することができる。

【 0 0 2 7 】

[0029] 図 2 は、独立したサブタスク 51 の単純化したシリーズの例を提供し、複数のタスク実行分枝部 52、53、54 を備える。分枝部 52 は実行中であることを示し、この状態は影なしとして図 2 に示されている。同様に分枝部 53、54 は影付きで示され、将来において、いくつかのポイントで実行されることを示している。各分枝部は、複数の独立したサブタスクを備えることができ、たとえば、複数の独立するサブタスク 61、62、63、64 を備える分枝部 52 が示されている。各サブタスクは、協働的に実行することができ、すなわち、同一のロボットの異なるジョイントにより実行され、および / また

はロボットシステム 10 内の複数の異なるロボットのジョイントにより実行される。

【0028】

[0030]また、AEM モジュール 60 は、スケジューリングモジュール 70 を備えることができ、これは、複数の独立するサブタスク 61、62、63、64 がそれぞれ独立して完了されることを可能にし、一方、同時に、たとえば図 1 に示されるデータベースシステム 40 を介してアクセスされるデータおよびイベントなどのシステムデータおよび共有イベントを通じてタスクを同期させる。ランタイムエンジン 42 による使用のための分岐機構は、コントローラ 12 のプログラム言語にシームレスに統合され（図 1 参照）、また、視覚的なプログラムエディタ 80 を通じてユーザーが設定可能である。

【0029】

[0031]複数のタスク実行分枝部は、ランタイムエンジン 42 内の AEM モジュール 60 により制御することができる。一実施形態におけるスケジューリングモジュール 70 は、たとえばラウンドロビンスケジューリングスキーム (round-robin scheduling scheme) を用いることで、様々なタスクの実行時間を強制することができる。各タスク実行分枝部は、自身の状態およびフィードバックを維持し、またそれゆえ、コントローラ 12 により独立した実行が可能である。さらに、各タスク分枝部は、ランタイムエンジン 42 を使用するコントローラ 12 により、他の分枝部の実行に干渉することなく一時停止および再開することができる。各分枝部は、データベースシステム 40 へのアクセス、必要なプログラミングおよび共有されるイベント情報へのアクセスを維持し、また、他の分枝部およびロボットハードウェアからのデータおよびイベントに自由に相互作用できる。

【0030】

[0032]図 3 を参照すると、アルゴリズム 100 は、図 1 に示されるロボットシステムの様々なジョイントの非同期の制御を提供するために、図 1 のコントローラ 12 により実行される。アルゴリズム 100 はステップ 102 で開始し、ここで、与えられた協働タスクのための必要な制御ノードがコントローラ 12 内に設定される。たとえば、ノードは、視覚的なプログラミングエディタ 80 を介してユーザーにより選択することができ、たとえば、視覚的なプログラミングエディタ 80 を介してユーザーがノードを選択することができ、たとえば、割り当てられたタスクの達成に用いられる与えられた作業道具のために影響を受けるノードのタッチスクリーン入力により選択できる。説明のための明瞭さのために、比較的単純な作業タスクが本明細書では説明され、これは、命令のシーケンスの実行を必要とし、または、物体 30 を把持するために図 1 のロボット 11 の両アーム 22 を移動させるのに好適なサブプログラムを必要とする。

【0031】

[0033]ノードが設定された後、ステップ 104 は、サブタスク、たとえば 1 つのアーム 22 の移動の実行を開始する。ステップ 104 により開始されるサブタスクは、自身のタスクシーケンスを通じて独立に進行し、アルゴリズム 100 はステップ 106 に進む。ステップ 106 は、図 1 のロボット 11 の他のアーム 22 の移動、または、同一または他のロボットの他の要素の移動のような他のサブタスクの実行を開始する。ステップ 104 と同様に、ステップ 106 は、任意の数のタスクステップを備えることができ、これらはステップ 106 で制御されるアーム 22 により独立に実行されなければならない。タスク実行分枝部は、ステップ 104 とステップ 106 との間に存在する。すなわち、ステップ 104 の実行は、ステップ 106 の開始時には完了しておらず、両方のステップ 104、106 は、図 1 のランタイムエンジン 42 により決定されるように、コントローラ 12 により、同期して互いに独立に実行される。

【0032】

[0034]ステップ 108 において、コントローラ 12 は、ランタイムエンジン 42 を使用し、ステップ 104 およびステップ 106 のサブタスクが完了したかどうかを決定する。完了していなければ、ステップ 104 および / またはステップ 106 は、ステップ 104、106 の両方が完了するまで繰り返される。アルゴリズム 100 は、両方のサブタスクが完了したとき終了する。各サブタスク 100 は、複数のサブタスクなどを備えることが

でき、簡潔さのために1つのサブタスクが説明される。

【0033】

[0035]説明の明瞭さのために、1つのタスク実行分枝部だけが図3に関して説明される。しかし、図1のランタイムエンジン42は、与えられた協働タスクまたはタスクのシーケンスを完了するのに必要な多くの分枝部を割り当て、また調整することができる。すなわち、図1のロボット11、111は、人間のように、複数の同時発生のタスクを非同期に実行するように設計される。ランタイムエンジン42は、複数の同時発生的なタスクの実行を管理することにより、コントローラ12に関連してまたはその一部として、この制御要求を管理する。ランタイムエンジン42は、任意のポイントにおいて分岐されるタスクの実行のための機構を提供し、たとえば、図3の単純化した実施形態においてステップ104を開始した後に較正された間隔でステップ106を開始し、任意の数のコンピュータ使用のノードに割り当てられる独立の実行パスを形成する。

【0034】

[0036]また、図1のランタイムエンジン42は、分離された分枝部が、共有される実行パスに沿って継続する前に、たとえば図3のステップ108において、なめらかに再統合されることを可能にする。同一または異なるロボット11および/または111の制御ノードは、1つ以上のアーム22またはヘッド16のようなサブシステムを形成するためにグループ化できること、これは、互いに対して独立に命令、制御することができる。さらに、上述の方法によるランタイムエンジン42の使用は、様々な分枝部の間のリソースの衝突解決のための手段を提供する。換言すれば、ロボット11のヘッドサブシステムは、ロボット111の右アームサブシステムとペアにすることでき、この機能はコントローラ12のプログラム言語において実装され、また、図1の視覚的なプログラムエディタ80または、他の好適なユーザーインターフェースを使用してユーザーが容易にアクセス可能である。

【0035】

[0037]本発明を実行する最良の形態が詳細に説明されたが、本発明の技術分野に精通している当業者は、添付の特許請求の範囲において本発明を実施するための様々な代替設計および実施形態を認識するであろう。

【誤訳訂正2】

【訂正対象書類名】特許請求の範囲

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の独立するタスクを備える協働作業タスクを実行するためのロボットシステムであって、前記ロボットシステムは、

複数のロボットジョイントを有し、前記ロボットジョイントの各々は、前記協働作業タスクの実行中に独立に制御可能であり、

前記ロボットシステムはさらに、前記協働作業タスクの実行中に前記ロボットジョイントの運動を制御するコントローラを有し、

前記コントローラは、自動的に、前記ロボットジョイントをタスクに特化したサブシステムにグループ化し、タスク実行分枝部に到達した際に複数の独立したタスクをタスクに特化したサブシステムに割り当て、前記タスク実行分枝部に到達した後に、それぞれのタスクに特化したサブシステムによる複数の独立するサブタスクの独立した実行を調整するロボットシステム。

【請求項2】

請求項1に記載のロボットシステムであって、前記コントローラはランタイムエンジンを含み、前記ランタイムエンジンは、前記協働作業タスクに実行中に、タスクに特化したロボットサブシステムのロボットジョイントに関する運動を調整するように構成される、

ロボットシステム。

【請求項3】

請求項1に記載のロボットシステムであって、さらに、前記コントローラにアクセスするための視覚的プログラムエディタを有し、前記視覚的プログラムエディタは、複数の独立するサブタスクの分岐シーケンスを構成するためにユーザーにインターフェースを提供する、ロボットシステム。

【請求項4】

請求項2に記載のロボットシステムであって、前記ランタイムエンジンは、非同期実行管理モジュールを含み、前記非同期実行管理モジュールは、前記ロボットジョイントを任意にタスクに特化したロボットサブシステムにグループ化し、前記非同期実行管理モジュールは、前記協働作業タスクの実行中に、前記ロボットジョイントを介して前記ロボットの非同期の運動を調整する、ロボットシステム。

【請求項5】

請求項1に記載のロボットシステムであって、複数の独立する作業タスクの少なくともいくつかは、異なるロボットジョイントにより別個に実行可能である、ロボットシステム。

【請求項6】

請求項5に記載のロボットシステムであって、さらに、

スケジューリングモジュールと、

データベースシステムと、を有し、

前記スケジューリングモジュールは、複数の独立するタスクの与えられた1つを他の複数の独立するタスクから独立して完成させ、前記データベースシステムからのシステムデータおよび共有されるイベント情報を用いて、前記複数の独立するタスクの実行を同期させる、ロボットシステム。

【請求項7】

複数の独立して制御可能なロボットジョイントを備えるロボットシステムを用いて、複数の独立するサブタスクを備える協働作業タスクを実行するための方法であって、前記方法は、

前記ロボットジョイントを自動的にタスクに特化したサブシステムにグループ化するステップと、

タスク実行分枝部に到達した際に、複数の独立するサブタスクをタスクに特化したサブシステムに割り当てるステップと、

タスク実行分枝部に到達した後に、それぞれのタスクに特化したサブシステムによる複数の独立するサブタスクの独立した実行を調整するステップと、を有する方法。

【請求項8】

請求項7に記載の方法であって、前記ロボットジョイントは、協働作業タスクを一緒に実行する複数の異なるロボットにまたがって分布し、前記ロボットジョイントをグループ化するステップは、複数のロボットの各々からのロボットジョイントをグループ化するステップを含む、方法。

【請求項9】

請求項7に記載の方法であって、前記ロボットシステムは、スケジューリングモジュールと、システムデータおよび共有されるイベント情報を提供するデータベースシステムとを有し、前記複数の独立するサブタスクの独立した実行を調整するステップは、前記システムデータおよび前記共有されるイベント情報を用いて互いにに対して独立に複数の独立するサブタスクを同期させて完了させるために前記スケジューリングモジュールを使用するステップを含む、方法。

【請求項10】

請求項9に記載の方法であって、さらに、

ラウンドロビンスケジューリングスキームを使用するスケジューリングモジュールを介して、複数の独立するサブタスクの実行時間を強制するステップを有する、方法。