



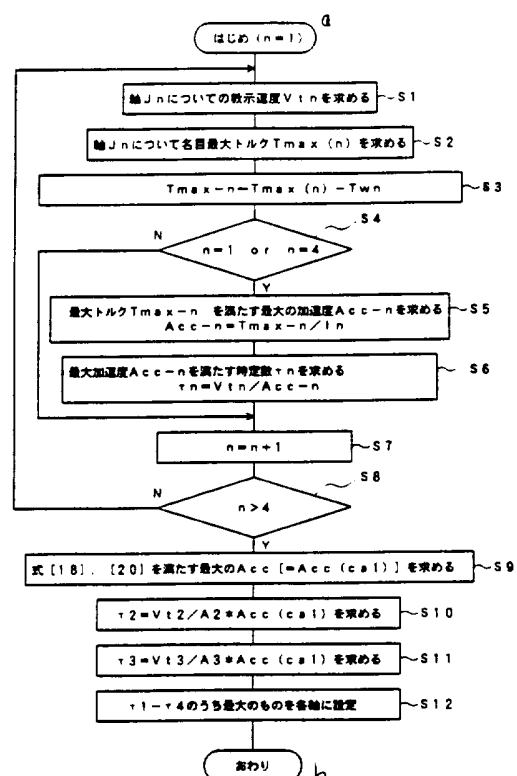
特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類6 G05B 19/18	A1	(11) 国際公開番号 WO96/15480 (43) 国際公開日 1996年5月23日(23.05.96)
(21) 国際出願番号 (22) 国際出願日 (30) 優先権データ 特願平6/299108 1994年11月9日(09.11.94) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) ファナック株式会社(FANUC LTD)[JP/JP] 〒401-05 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 Yamanashi, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 原 龍一(HARA, Ryuichi)[JP/JP] 〒403 山梨県富士吉田市上吉田4508-23 Yamanashi, (JP) 永山敦朗(NAGAYAMA, Atsuo)[JP/JP] 〒401-05 山梨県南都留郡忍野村忍草3513-2 ファナックマンションハリモミ12-508 Yamanashi, (JP) (74) 代理人 弁理士 竹本松司, 外(TAKEMOTO, Shoji et al.) 〒105 東京都港区虎ノ門1丁目23番10号 山縣ビル2階 Tokyo, (JP)		(81) 指定国 US, 欧州特許(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). 添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title : METHOD OF SETTING TIME CONSTANT IN PLANNING PATH OF ROBOT**(54) 発明の名称** ロボットの軌道計画時における時定数の設定方法

a ... Start (n=1)
 b ... End
 S1 ... Find teaching speed Vtn about shaft Jn
 S2 ... Find nominal maximum torque Tmax(n) about shaft Jn
 S5 ... Find maximum acceleration Acc-n which satisfies maximum torque Tmax-n
 $Acc-n = Tmax-n / I_n$
 S6 ... Find time constant tn which satisfies maximum acceleration Acc-n
 $tn = Vtn / Acc-n$
 S9 ... Find maximum Acc (=Acc(cal)) which satisfies formulae 18 and 20

S10 ... Find $\tau_2 = Vt_2 / A_2 * Acc(cal)$
 S11 ... Find $\tau_3 = Vt_3 / A_3 * Acc(cal)$
 S12 ... Set maximum value among $\tau_1 - \tau_4$ to each shaft

**(57) Abstract**

A method for determining the acceleration/deceleration time constant of a servo motor in planning the path of an industrial robot. When the time constant is determined, calculation is made taking into account the torque generated by the interference with another shaft caused when a plurality of shafts are simultaneously operated when the robot is moved along a desired path. Therefore, the path of the robot is not deviated since the torque is not saturated even when there is an influence of the interferential torque. In addition, when the influence of the interferential torque is little, a shorter time constant is given, and hence the cycle time is improved.

(57) 要約

産業用ロボットの軌道計画時に決定すべきサーボモータの加減速時定数の決定方法に関する。その時定数の設定に際しては、ロボットが希望の軌道を動作するとき、複数の軸が同時に動作することによって起こる、他の軸による干渉によって生じるトルクを考慮にいて計算する。その結果、干渉トルクの影響があってもトルクが飽和することがないため軌跡がずれることはなく、また、干渉トルクの影響が少ない場合は短めな時定数を与えられるためサイクルタイムが向上する。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AL	アルバニア	DK	デンマーク	LK	スリランカ	PT	ポルトガル
AM	アルメニア	DE	ドイツ	LR	リベリア	RO	ルーマニア
AT	オーストリア	EE	エストニア	LS	レソト	RU	ロシア連邦
AU	オーストラリア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SD	スーダン
AZ	アゼルバイジャン	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SE	スウェーデン
BB	バルバドス	GA	ガボン	LV	ラトヴィア	SG	シンガポール
BE	ベルギー	GB	イギリス	MC	モナコ	SI	スロヴェニア共和国
BF	ブルキナ・ファソ	GE	グルジア	MD	モルドバ	SK	スロヴァキア共和国
BG	ブルガリア	GN	ギニア	MG	マダガスカル	SN	セネガル
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	MA	マダガスカル旧ユーゴ	SZ	スワジランド
BR	ブラジル	HU	ハンガリー	MK	マケドニア共和国	TD	チャード
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド		スラヴィア共和国	TG	トーゴ
CA	カナダ	IS	アイスランド	ML	マリ	TJ	タジキスタン
CF	中央アフリカ共和国	IT	イタリア	MN	モンゴル	TM	トルクメニスタン
CG	コンゴ	JP	日本	MR	モリタニア	TR	トルコ
CH	スイス	KE	ケニア	MW	マラウイ	TT	トリニダード・トバゴ
CI	コート・ジボワール	KG	キルギスタン	MX	メキシコ	UA	ウクライナ
CM	カメルーン	KR	朝鮮民主主義人民共和国	NE	ニジェール	UG	ウガンダ
CN	中国	KZ	カザフスタン	NL	オランダ	US	米国
CZ	チェコ共和国	LI	リヒテンシュタイン	NO	ノルウェー	UZ	ウズベキスタン共和国
DE	ドイツ			NZ	ニュージーランド	VN	ヴェトナム
				PL	ポーランド		

- 1 -

明 細 書

ロボットの軌道計画時における時定数の設定方法

技 術 分 野

本発明は、産業用ロボットの軌道計画時に決定すべき、ロボットの各軸を駆動するサーボモータの加減速時定数の決定方法に関する。

背 景 技 術

現在、産業用ロボット（以下、単に「ロボット」と言う）の軌道計画時には、一つの動作毎に一定の時定数を設定し、その時定数のフィルタを掛けて滑らかな加減速動作をロボット各軸を駆動するサーボモータ（以下、単に「モータ」と言う。）に実現させる方式が一般的に用いられている。時定数を設定するに際しては、ロボット作業のサイクルタイムを短縮するために、最大加速度制御の考え方が適用されることが通常である。

従来の最大加速度制御では、動作中の各時点において各軸のモータにかかるモーメント、イナーシャを各軸個別のものとして計算して最大加速度が算出され、その結果に基づき、サーボモータが最大トルクを発生するように時定数が設定される。

しかし、ロボットは一般に複数の軸が同時に動作して目標軌道上の運動を行なうものであるから、ロボットの各軸には、他の軸の動作に起因したトルク（干渉トルク）が作用する。従って、従来のやり方では、各軸のモータが計算上最大トルクを発生するように時定数が設定され

- 2 -

ていても、干渉トルクのためにトルクの飽和現象が生じたり、逆に、小さなトルクを発生した状態でロボットが動作したりすることが起こる。

トルクの飽和現象が発生するとロボットの軌跡精度が悪化する。また、使用トルクが小さい状態でロボットを動作させることは、ロボットの性能を十分に発揮させてサイクルタイムの短縮化が十分に行なわれていないことを意味する。このように、従来のロボットの軌道計画方法においては、干渉トルク分を考慮に入れて時定数を定めることが行なわれていないことに起因した問題の発生が避けられなかった。

発 明 の 開 示

本発明の目的は、それぞれサーボモータによって駆動される複数の軸を有するロボットの軌道計画時に設定されるべき加減速時定数を、他の軸が動作するために生じる干渉トルクを考慮にいれて設定することにより、ロボットの軌跡精度の向上とサイクルタイムの短縮を図ることにある。

上記目的を達成するため、本発明の1態様は、各々サーボモータによって駆動される複数の軸を有するロボットの軌道計画時における時定数の設定方法において、始点及び終点における各軸の速度が0とみなすことが出来る動作区間の始点及び終点において、前記軸の内少なくとも2つの軸の間の干渉トルクの影響を入れて発生トルクの飽和を起こさない条件で最短の加減速制御の時定数

- 3 -

を前記少なくとも2つの軸について前記ロボットを制御するロボット制御装置を用いたオンラインのソフトウェア処理によって求め、前記ロボットを制御するロボット制御装置に設定する。

また、本発明の別の態様は、各々サーボモータによって駆動される複数の軸を有するロボットの軌道計画時における時定数の設定方法において、始点及び終点における各軸の速度が0とみなすことが出来る動作区間の始点及び終点において、前記軸の内少なくとも2つの軸の間の干渉トルクの影響を入れて発生トルクの飽和を起こさない条件で最短の加減速制御の時定数を前記少なくとも2つの軸について前記ロボットを制御するロボット制御装置を用いたオンラインのソフトウェア処理によって求め、その内の最長の時定数を全軸共通の時定数として前記ロボットを制御するロボット制御装置に設定する。

望ましくは、上記ソフトウェア処理が、ロボットの運動方程式に基づいて決定される干渉トルクの影響を評価した条件で、目標軌道を実現するための各軸の拘束条件と、ロボットの最大トルクによる拘束条件とを同時に満たす時定数の条件を求める処理を含む。

本発明は上記構成を有することによって、軌道計画時に短すぎる時定数が設定されることによって生じるモータ発生トルクの飽和現象と、長すぎる時定数が設定されることによって生じる性能発揮不足の現象のいずれをも抑制することが出来る。従って、ロボットの軌跡精度の

向上とサイクルタイムの短縮が図られる。

図面の簡単な説明

図 1 は本発明の方法が適用される 4 軸水平多関節ロボットの軸構成を表わした図、

図 2 は本実施例における時定数の設定をオンラインで実施するために使用されるロボット制御装置の代表的な構成を要部ブロック図で示したもの、及び、

図 3 は本実施例における時定数の設定のための処理の概要を記したフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

まず、本発明による時定数の設定原理について説明する。

本発明は、従来の最大加速度制御の考え方を生かしつつ、他軸からの干渉トルクを考慮に入れた時定数の設定を行なおうとするものである。即ち、本発明においては、軌道計画時に次の三つの条件に基づいて干渉トルクを考慮に入れた時定数が決定される。

(1) ロボットの運動方程式：考慮される干渉トルクは、この条件を介して時定数の決定内容に反映される。

(2) 目標軌道を実現するための各軸の拘束条件式：目標軌道とロボットの構造パラメータによって決まる条件であり、具体的には、各軸の空間座標 (X Y Z) と軸空間座標 (θ_1 θ_2 $\cdots$ θ_N) の変換関係を規定するヤコビ行列で記述される (後述実施例参照)。

(3) ロボットの最大トルクによる拘束条件：モータの

性能の条件である。

以上、三つの条件の内、(2)、(3)は従来の最大加速度制御における時定数算出にも当然使用されていた条件である。しかし、干渉トルクを考慮するために、他軸の運動状態の記述を含むロボットの運動方程式を時定数算出条件に取り入れることは、本発明においてはじめて行われたことである。

ところで、干渉トルクは他軸の運動状態に依存して決まる量であるから、厳密には、ロボットの運動に従って刻々と変化する。しかし、干渉トルクの影響が最も問題となるのは、加減速制御が行なわれる運動区間の始点付近及び終点付近であり、その主因は加速度にある(始点及び終点における速度は0または干渉トルクへの寄与が無視出来る程度に小さいとする)。

そこで、本発明では、軌道計画の中で上記三条件に基づいて時定数を決定する処理を合理的な処理負担の範囲内に抑えてオンラインで行なうために、運動区間の始点と終点の二点について、他の軸の加速度によって生じる干渉トルクのみを考慮して干渉トルクの計算処理を実行する。

本発明では、ロボットの軌道計画時に干渉トルクを考慮に入れて時定数が設定されるので、モータ発生トルクの飽和現象や性能発揮不足の現象が抑制され、ロボットの軌跡精度の向上とサイクルタイムの短縮が実現される。

次に本発明の時定数の設定方法について、ロボットが

- 6 -

図 1 に示したような 4 軸水平多関節ロボットの場合作例に説明する

図 1 において、符号 RB で全体的に指示された 4 軸水平多関節ロボットは、ベース B 側から順に、第 1 軸 1 ～第 4 軸 4 を有している。第 1 軸 1 は鉛直方向の直動軸、第 2 軸 2、第 3 軸 3 は各々水平面内で動作するリンクを駆動する旋回軸である。また、第 4 軸 4 は、水平面内でロボットの手先のエンドエフェクタ 5 を回転させる軸である。符号 6 はエンドエフェクタ 5 の先端位置に設定されたツールセンタポイントを表わしている。軸変数（第 2 軸及び第 3 軸については図示された角度）を $J_1 \sim J_4$ で表わすこととする。なお、 $\Sigma 0$ はロボット RB が動作する 3 次元直交座標系を表わしている。

一般に、干渉トルクの影響を及ぼし合い易いのは、ベース B 側に近い旋回軸同士である。そこで、本実施例では、このようなロボットの軌道計画を立てるに際し、第 2 軸 2 及び第 3 軸 3 の干渉トルクを考慮に入れて時定数を定めることを考える。

前記条件（1）～（3）を具体的に記述すれば、次のようになる。

（1）ロボットの運動方程式；

第 2 軸及び第 3 軸の運動方程式は一般に次の式 [1]、[2] で与えられる。

$$T_2 = I_2 \ddot{J}_2 - C_2 (\ddot{J}_2 + \ddot{J}_3) + f(J_2, J_3, \dot{J}_2, \dot{J}_3) \dots [1]$$

- 7 -

$$T_3 = I_3 \ddot{J}_3 - C_3 * (\ddot{J}_2 + \ddot{J}_3) + g(J_2, J_3, \dot{J}_2, \dot{J}_3) \dots [2]$$

ここで、記号の意味は次の通りである ($i=2$ or 3)。

T_i ; 第 i 軸の発生トルク

I_i ; 第 i 軸のイナーシャ

C_i ; 第 i 軸の干渉トルクの係数

$f()$; 第 2 軸の速度による項

$g()$; 第 3 軸の速度による項

J_i ; 第 i 軸の軸変数値 (図 1 参照)

なお、記号の頂部にドットが 1 つつくと時間の 1 次微分を表し、2 つつくと時間の 2 次微分を表す。

ここで、始点及び終点では速度項を無視出来るものとして、次式 [3], [4] を用いる。

$$T_2 = I_2 \ddot{J}_2 - C_2 * (\ddot{J}_2 + \ddot{J}_3) \dots [3]$$

$$T_3 = I_3 \ddot{J}_3 - C_3 * (\ddot{J}_2 + \ddot{J}_3) \dots [4]$$

(2) 目標軌道を実現するための各軸の拘束条件式 ;

ロボットが動作する 3 次元直交座標系 Σ_0 (以下、単に「直交座標系」と言う。) 上で表わしたロボットのツール先端点の位置を p 、 j 番目の軸の位置を j で表わすと、 p は j の関数となる。これを式 [5] とし、これを時間で微分して式 [6] を得る。

$$p = f(j) \dots [5]$$

$$\dot{p} = J(j) * \dot{j} \dots [6]$$

ここで、 $J(j)$ は、 p と j の関係を規定するヤコビ行列であり、具体的な内容はロボットの構造パラメータに

基づいて計算される。

式 [6] を更に時間で微分すると次式 [7] を得る。

$$\ddot{p} = J(j) * \ddot{j} + \dot{J}(j) * \dot{j} \quad \dots [7]$$

そして、式 [7] において、動作の始点または終点であることを考慮して、 J の時間微分 $\dot{J} = 0$ とすると、式 [8] を得る。

$$\ddot{p} = J(j) * \ddot{j} \quad \dots [8]$$

また、目標軌道を実現するための、各軸の拘束条件式として、式 [8] から式 [9] を得る。

$$\ddot{j} = J(j)^{-1} * \ddot{p} \quad \dots [9]$$

(3) ロボットの最大トルクによる拘束条件 ;

第 i 軸の発生トルクと最大トルクとをそれぞれ T_i 、 $T_{\max-i}$ とし、第 2 軸と第 3 軸について、次式 [10]、[11] の条件が存在するものとする。なお、ここで言う最大トルクには静負荷トルク (T_{w2} , T_{w3}) は含まれていない。

$$T_2 < T_{\max-2} \quad \dots [10]$$

$$T_3 < T_{\max-3} \quad \dots [11]$$

以上の条件式をまとめて、改めて書き出せば次の諸式 [12] ~ [16] を得る。

$$T_2 = I_2 * \ddot{J}_2 - C_2 * (\ddot{J}_2 + \ddot{J}_3) \quad \dots [12]$$

$$T_3 = I_3 * \ddot{J}_3 - C_3 * (\ddot{J}_2 + \ddot{J}_3) \quad \dots [13]$$

$$\ddot{j} = J(j)^{-1} * \ddot{p} \quad \dots [14]$$

$$T_2 < T_{\max-2} \quad \dots [15]$$

$$T_3 < T_{\max-3} \quad \dots [16]$$

- 9 -

ここで、式 [1 4] を次のように表現する。

$$\ddot{J}_2 = A_2 * A_{cc} \quad \dots [1 4 A]$$

$$\ddot{J}_3 = A_3 * A_{cc} \quad \dots [1 4 B]$$

ここで、記号 A_{cc} は目標軌道の加速度を表わし、 A_i は目標軌道の加速度に対する係数を表わしている。

式 [1 2] , [1 4 A] , [1 5] より、次式 [1 7] を得る。

$$T_2 = \{ I_2 * A_2 - C_2 * (A_2 + A_3) \} * A_{cc} \leq T_{\max-2} \quad \dots [1 7]$$

更に式 [1 7] を変形して式 [1 8] を得る。

$$A_{cc} \leq \frac{T_{\max-2}}{I_2 * A_2 - C_2 * (A_2 + A_3)} \quad \dots [1 8]$$

一方、式 [1 3] , [1 4 B] , [1 6] より、次式 [1 9] を得る。

$$T_3 = \{ I_3 * A_3 - C_3 * (A_2 + A_3) \} * A_{cc} \leq T_{\max-3} \quad \dots [1 9]$$

更に式 [1 9] を変形して式 [2 0] を得る。

$$A_{cc} \leq \frac{T_{\max-3}}{I_3 * A_3 - C_3 * (A_2 + A_3)} \quad \dots [2 0]$$

結局、式 [1 8] 及び式 [2 0] を満たす最大の A_{cc} を求め、これに基づいて J_2 , J_3 の加速度を前出の式 [1 4 A] , [1 4 B] に従って求めれば、第 2 軸及び第 3 軸について干渉トルクを考慮した加速度が定めら

- 10 -

れる。求める時定数 τ は、その動作区間における教示速度に対応した J_2 、 J_3 の速度 V_{t2} 、 V_{t3} を計算し、次式〔21〕、〔22〕で τ_2 、 τ_3 を求め、第2軸及び第3軸の時定数に設定する。なお、高精度の軌跡を望む場合には、 τ_2 、 τ_3 の内の小さくない方の値を第2軸と第3軸共通の時定数に設定しても良い。

$$\tau_2 = V_{t2} / (A_2 * A_{cc}) \quad \dots [21]$$

$$\tau_3 = V_{t3} / (A_3 * A_{cc}) \quad \dots [22]$$

以上説明した計算に基づく時定数の設定は、オンラインで実施される。図2は、そのために使用されるロボット制御装置の代表的な構成を要部ブロック図で示したものである。

図2において、符号30で表示されたロボット制御装置はプロセッサボード31が装備されており、このプロセッサボード31はマイクロプロセッサからなる中央演算処理装置（以下、CPUと言う。）31a、ROM31b並びにRAM31cを備えている。

CPU31aはROM31bに格納されたシステムプログラムに従ってロボット制御装置全体を制御する。RAM31cの相当部分是不揮発性メモリ領域を構成しており、動作プログラム、関連設定値の他に前出の式〔18〕、〔20〕の計算を行なうための諸データ等が格納されている。これには、ヤコビ行列や静負荷トルク T_{wi} を算出するための構造パラメータ、各軸の加速度による干渉トルク係数 C_i 、イナーシャ I_i 、式〔14A〕、

- 11 -

[1 4 B] における係数 A 2 , A 3 を定めるためのデータ等が含まれる。また、 R A M 3 1 c の一部は C P U 3 1 a の実行する計算処理等のための一時的なデータ記憶に使用される。

プロセッサボード 3 1 はバス 3 9 に結合されており、このバス結合を介してロボット制御装置内の他の部分と指令やデータの授受が行なわれるようになっている。デジタルサーボ制御回路 3 2 がプロセッサボード 3 1 に接続されており、 C P U 3 1 a からの指令を受けて、サーボアンプ 3 3 を経由してサーボモータ 5 1 ~ 5 6 を駆動する。各サーボモータ 5 1 ~ 5 4 はロボット R B に内蔵されており、各軸を動作させる。

シリアルポート 3 4 はバス 3 9 に結合され、液晶表示部付の教示操作盤 5 7、 R S 2 3 2 C 機器（通信用インターフェイス）及び C R T 3 6 a に接続されている。教示操作盤 5 7 は教示プログラム等のプログラムや教示データ、その他必要な設定値等を入力するために使用される。この他、バス 3 9 には、デジタル信号用の入出力装置（デジタル I / O） 3 5、アナログ信号用の入出力装置（アナログ I / O） 3 7 及び大容量メモリ 3 8 が結合されている。

デジタル I / O 3 5 には、 C R T 3 6 a の画面を見ながら動作条件の設定、変更等を行なうための操作パネル 3 6 b が接続されている。また、大容量メモリ 3 8 には、教示データ、位置データ、各種設定値、動作プログラム

等が格納される。

干渉トルクを考慮した加減速制御を実行するためのプログラムやトルクカーブを表わすデータについても、不使用時にはこの大容量メモリ 38 に格納されており、システムの立ち上げ時に ROM 31 b に格納されている起動プログラムが作動して、所要の関連データと共に適宜プロセッサボード 31 内の RAM 31 c にダウンロードされる方式とすることが出来る。

以下、上記したロボット制御装置 30 の構成と機能、並びにプログラム及びデータ等の格納状況を前提に、図 3 のフローチャートを参照して、本実施例における時定数設定方法を実行するための処理について、各処理ステップ毎に処理内容の概略を記す形式で説明する。なお、ここで対象とする動作区間はロングモーションであるものとする。また、説明は第 1 軸～第 4 軸のすべてに共通した時定数を設定した加減速制御が行なわれる場合について説明する。

先ず、軸番号指標 n を 1 に初期設定した状態で処理を開始する。ステップ S 1 では、教示プログラムデータに基づき、その移動ブロックにおける移動目標位置までの当該軸 J_n の移動距離から、その軸についての教示速度 V_{tn} を求める。

続くステップ S 2 では、当該軸に関するトルクカーブデータ（対象とするサーボモータについて速度に対する最大トルク T_{max} の依存関係を表現したデータ）に基づ

- 13 -

き、教示速度 V_{tn} に対応する名目最大トルク $T_{\max}(n)$ を求める。ここで求められる名目最大トルク $T_{\max}(n)$ には、静負荷トルク T_{wn} が含まれている。

そこで続くステップ S 3 では、当該軸について、最大トルク $T_{\max}(n)$ から静負荷トルク T_{wn} を減じて（正味の）最大トルク $T_{\max-n}$ を求める。

また、干渉トルクを考慮しない軸（本実施例では $n = 1$ 及び $n = 4$ ）については、ここで最大トルク $T_{\max-n}$ を満たす加速度 A_{cc-n} を

$$A_{cc-n} = T_{\max-n} / I_n$$

で求める（ステップ S 4、ステップ S 5）。そして、その時の時定数 τ_n を

$$\tau_n = V_{tn} / A_{cc-n}$$

で求める（ステップ S 6）。

以上の処理プロセスを軸番号指標を 1 ずつカウントアップしながら、計 4 回繰り返した上で（ステップ S 7、S 8）、式 [18] 及び [20] を満たす最大の A_{cc} を計算する。求められた A_{cc} を $A_{cc}(cal)$ とする（ステップ S 9）。

次いで、 τ_2 と τ_3 を

$$\tau_2 = V_{t2} / A_2 * A_{cc}(cal)、$$

$$\tau_3 = V_{t3} / A_3 * A_{cc}(cal)$$

で計算する（ステップ S 10、S 11）。

計算された τ_n ($n = 1, 2, 3, 4$) を比較し、そのうちの最も大きい値を各軸の時定数 τ として設定する

(ステップ S 1 2)。

以上の処理によって、全軸共通の時定数の設定が完了する。

なお、ロボットを各軸移動形式で移動させる場合（移動目標位置へ移動する際の軌道が教示軌道からはずれることが許容される）には、全軸に共通した時定数を指定する必要はなく、各軸毎に、必要に応じて干渉トルクを考慮に入れた時定数を定めれば良い。

以上の説明した実施例では、干渉トルクの考慮は特定の軸間（第 2 軸と第 3 軸間の干渉トルク）のみを考えているが、複数の軸間乃至全軸間の干渉トルク考慮を行なっても良いことは勿論である。しかし、全軸共通の時定数を定める条件（教示軌道を遵守）では、最も干渉トルクの影響が大きいと考えられる軸間について干渉トルクを考慮して時定数を決定すれば、他の軸間については、結果的にトルクの飽和や性能発揮不十分を起こさない時定数が設定されると期待されるから、干渉トルクを考慮した時定数の計算をどの軸間について行なうかは、ケースに応じて定めることが好ましい。

また、本実施例ではロボットとして 4 軸水平多関節ロボットを想定したが、他の型式のロボットであっても、本発明の技術思想が適用可能であることは、これまでの説明に照らして明らかであろう。

請 求 の 範 囲

1. 各々サーボモータによって駆動される複数の軸を有するロボットの軌道計画時における時定数の設定方法であって、

始点及び終点における各軸の速度が0とみなすことが出来る動作区間の始点及び終点において、前記軸の内少なくとも2つの軸の間の干渉トルクの影響を入れて、発生トルクの飽和を起こさない条件で最短の加減速制御の時定数を、前記少なくとも2つの軸について前記ロボットを制御するロボット制御装置を用いたオンラインのソフトウェア処理によって求め、

かく上記軸について求めた時定数を前記ロボットを制御するロボット制御装置に設定する、
前記の方法。

2. 各々サーボモータによって駆動される複数の軸を有するロボットの軌道計画時における時定数の設定方法であって、

始点及び終点における各軸の速度が0とみなすことが出来る動作区間の始点及び終点において、前記軸の内少なくとも2つの軸の間の干渉トルクの影響を入れて発生トルクの飽和を起こさない条件で最短の加減速制御の時定数を、前記少なくとも2つの軸について前記ロボットを制御するロボット制御装置を用いたオンラインのソフトウェア処理によって求め、

その内の最長の時定数を全軸共通の時定数として前

記ロボットを制御するロボット制御装置に設定する、
前記の方法。

3. 前記ソフトウェア処理が、ロボットの運動方程式に基づいて決定される干渉トルクの影響を評価した条件で、目標軌道を実現するための各軸の拘束条件と、ロボットの最大トルクによる拘束条件とを同時に満たす時定数の条件を求める処理を含んでいる請求の範囲第1項または第2に記載の、ロボットの軌道計画時における時定数の設定方法。
4. ロボットの全軸のうち干渉トルクの影響が大きいと予め想定される軸についてのみ、その軸間の干渉トルクの影響を入れて発生トルクの飽和を起こさない条件で最短の加減速制御の時定数を求める、請求の範囲第2項に記載のロボットの軌道計画時における時定数の設定方法。

Fig. 1

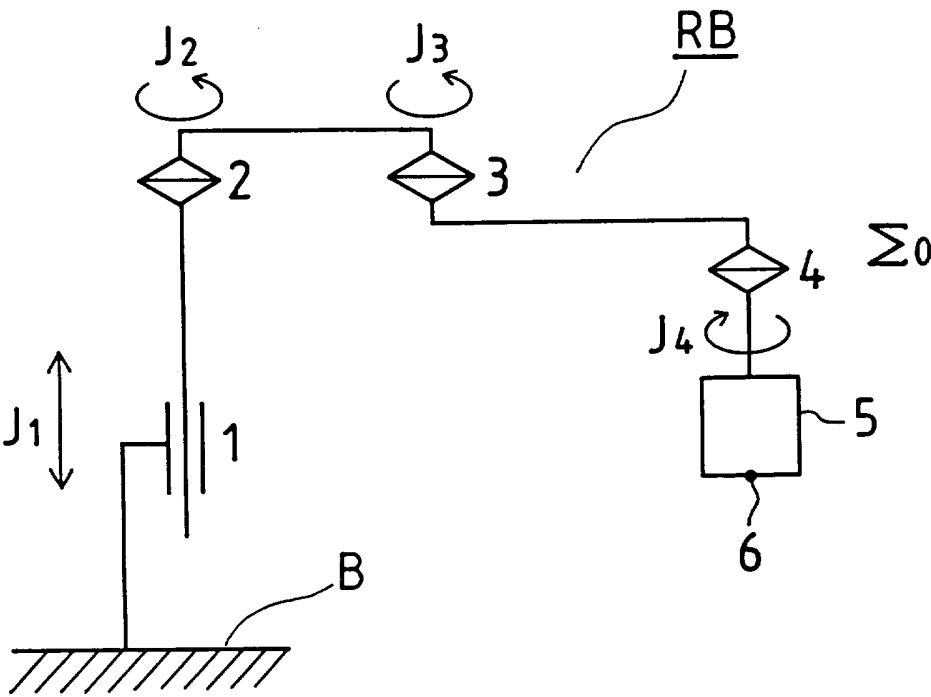
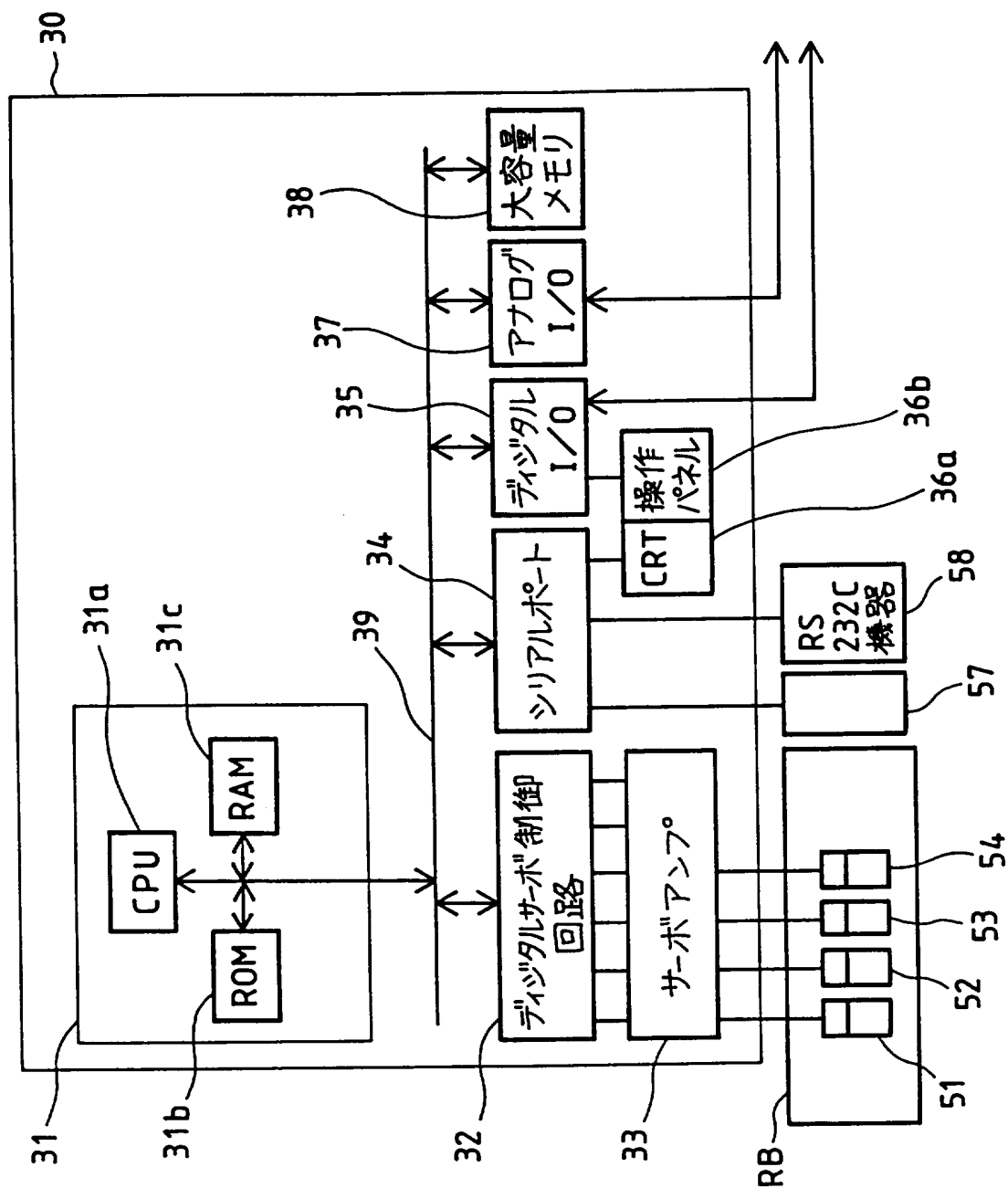
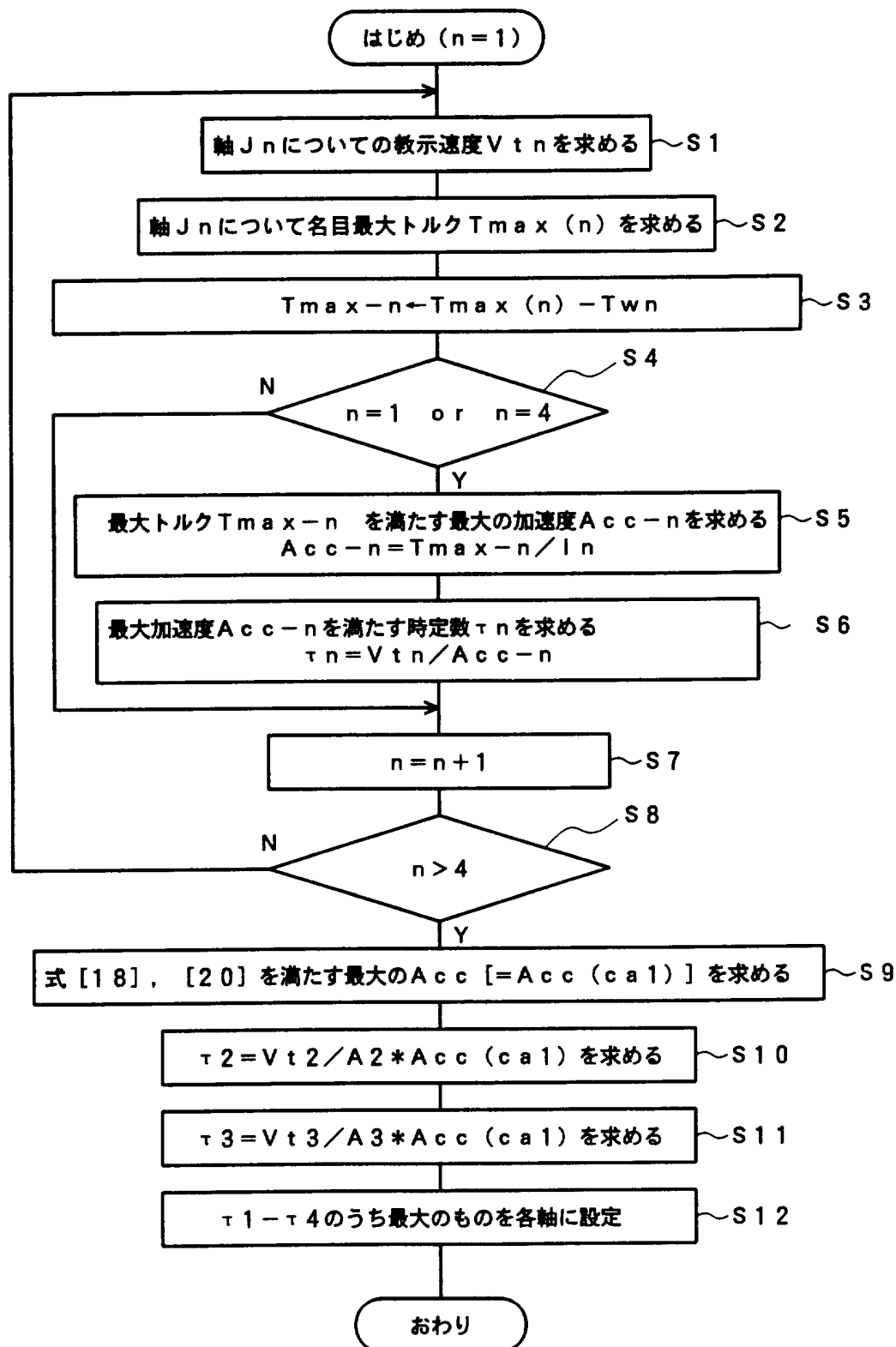


Fig. 2



3/3

FIG. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP95/02276

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁶ G05B19/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl⁶ G05B19/18, G05D3/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1965 - 1995

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1995

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 4-306711, A (Sony Corp.), October 29, 1992 (29. 10. 92), Line 46, left column to line 25, right column, page 3 (Family: none)	1 - 4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

January 5, 1996 (05. 01. 96)

Date of mailing of the international search report

February 6, 1996 (06. 02. 96)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁶ G05B19/18

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁶ G05B19/18, G05D3/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1965-1995年
日本国公開実用新案公報 1971-1995年

国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 4-306711, A (ソニー株式会社), 29.10月.1992 (29.10.92), 第3頁左欄第46行-右欄第25行 (ファミリーなし)	1-4

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日
若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献
(理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日
の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と
矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のため
に引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規
性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文
献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性
がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05.01.96

国際調査報告の発送日

06.02.96

名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

牧 初

3 H 9 0 6 4

電話番号 03-3581-1101 内線

3316