

ロボットの制御方式

ロボットハンドの制御を行なう場合、ハンドの滑らかな減速曲線を得るとともに、ハンドの駆動を高速応答可能にして、目標点にスムーズに位置決めする必要がある。

従来ロボットの制御は、あらかじめ定められたティーチングデータに従って加減速を行なっていたが、ロボットに応答の遅れが存在し、所望の加減速曲線が得られなかった。またこの遅れに対処するため、加減速曲線を緩やかにする必要があり、高速の応答が得られなかった。

日立製作所では、ハンドの現在位置と目標位置間の偏差からハンド速度を決定し、ロボットの応答遅れを考慮してハンドが目標位置に近付くにつれ減速し、目標点にスムーズに位置決めできる制御方式を開発した(図1参照)。この方式は、6自由度ロボットの場合、6個の対偶の変位 $\theta_1 \sim \theta_6$ をエンコーダ

とカウンタから求め、ハンドの現在位置を $\theta_1 \sim \theta_6$ の値により計算する。また、ハンドの現在位置と目標位置の間の偏差を求め、この偏差に応じてハンドの速度を定める。この速度から対偶変位 $\theta_{01} \sim \theta_{06}$ あるいは対偶速度 $\dot{\theta}_1 \sim \dot{\theta}_6$ を計算し、それをもとにアクチュエータを

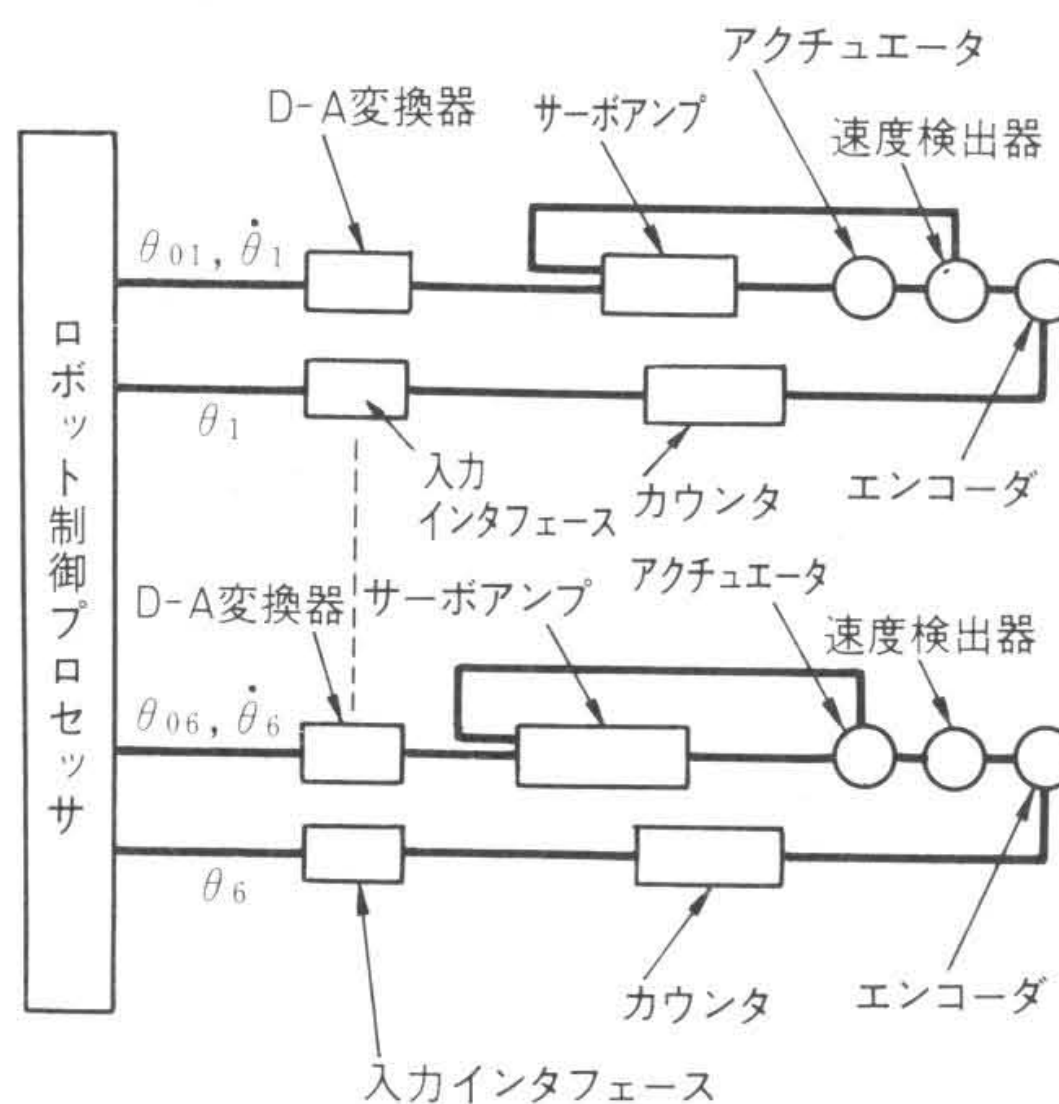


図1 ロボット制御方式の構成図

制御して対偶を駆動する。このような制御はすべてロボット制御プロセッサで計算して行なわれる。これにより、ハンドの滑らかな減速曲線が得られ、かつ高速な応答が可能になる。

1. 特長・効果

- (1) ハンドの自然な減速が得られる。
- (2) 速度をハンドの経路に沿って設定しているため、ハンドを所望の直線に沿って移動させることができる。
- (3) 外乱などによりハンドの運動に誤差が生じてても、この誤差に対応した運動が得られる。
- (4) ハンドの移動中に目標位置が変化しても、対応が可能である。

2. 提供技術

- 関連特許の実施許諾
- 特開昭58-177287号
「ロボットの制御方式」

移動ロボット

傾斜、凹凸、障害物、階段のある通路を自由に移動できる移動ロボットが注目されている。

従来の4輪走行車では、傾斜部や凹凸部を車体を水平に保持したまま走行することは困難であり、また障害物や階段を乗り越えることはできなかった。一方、無限軌道車では障害物などを乗り越えることは可能であるが、車体を水平に保つことはできず、計測器やマニピュレータを搭載すると転倒しやすかった。

日立製作所では、先端に駆動輪をも

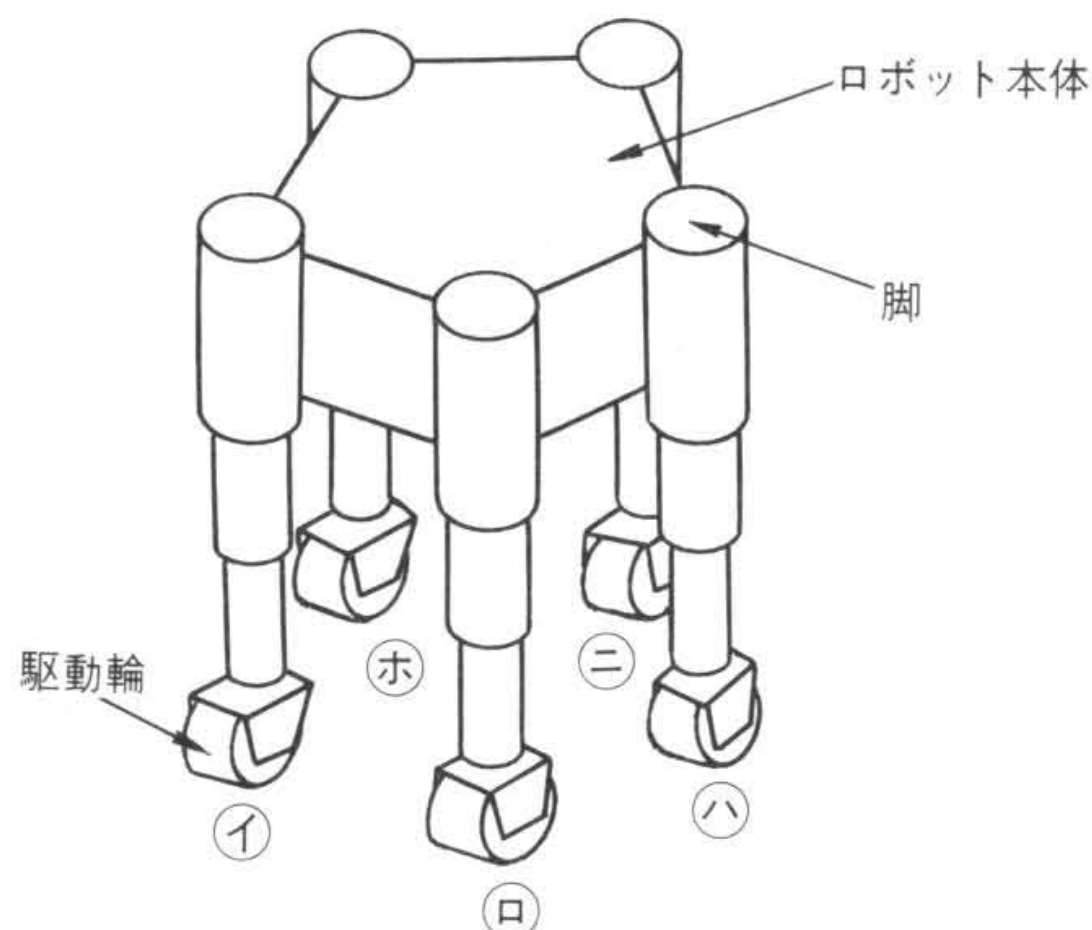
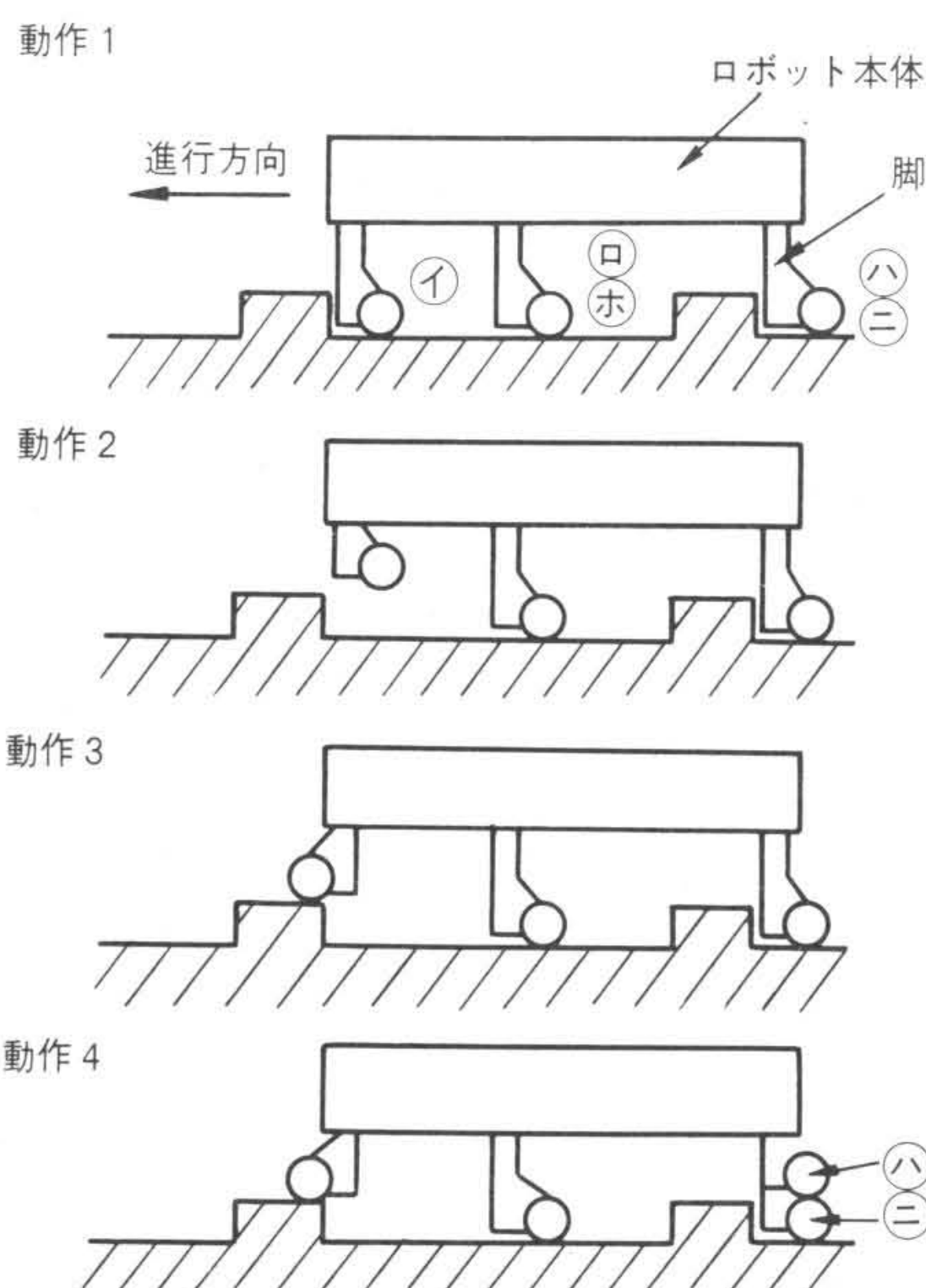


図1 5足ロボットの全体斜視図



注：図1と図2で駆動輪①～⑤は、それぞれ対応している。

図2 障害物乗り越え動作の説明図

ち、ステップ動作(駆動輪の接地点を脚に対し前後に移動する動作)及び伸縮動作の可能な脚を5本以上もつ移動ロボットを開発した(図1参照)。このロボットは図2に示すように、脚の伸縮動作やステップ動作を繰り返すことによって、水平状態を保持したまま障害物を乗り越えたり、階段を昇降することができる。

1. 特長・効果

傾斜や凹凸のある通路の走行、障害物の乗り越え、階段の昇降を安定な姿勢で行なうことができる。

2. 提供技術

- 関連特許の実施許諾
- 特開昭57-178977号「多足走行車」

物体の視覚認識装置

一般に、3次元物体の形状を視覚によって認識し、ハンドリングすることが行なわれている。このような認識装置では、あらかじめ登録した参照各パターンと未知の入力パターンとを比較し、未知のパターンが何であるかを判定する。

比較の対象となるパターンとしては、

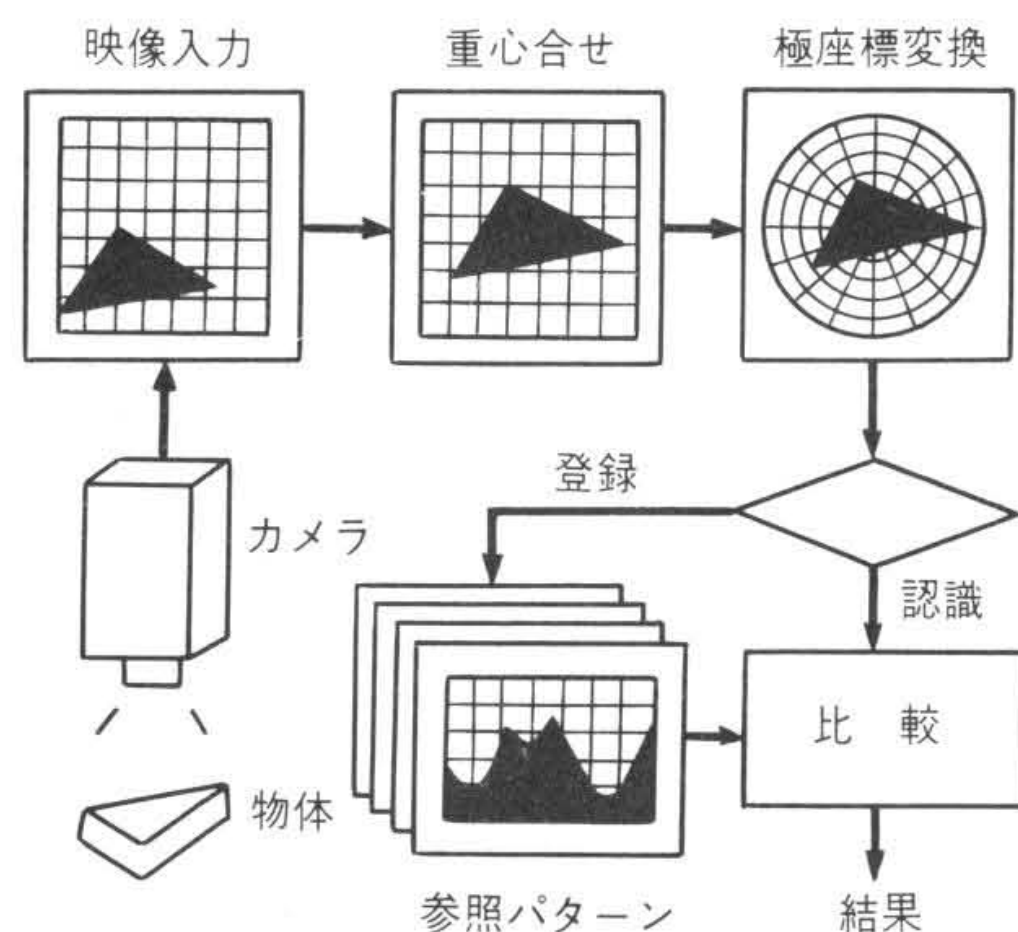


図1 認識処理の工程図

通常は正方格子状にサンプリングしたものをそのまま使うが、両パターンのサンプリング格子点をうまく一致させることがなかなか困難である。この理由は、物体の置かれる位置と向きの変化に応じて、サンプリング格子点の位置が複雑に変化するためである。

日立製作所が開発した視覚認識装置は、映像の重心を巡る極座標形式のパターンを利用したものである。

図1に示すように、対象となる物体の2値化映像が入力された段階で、まず映像の重心位置を演算し、その重心位置が画面の中央にくるようにシフトする。次に、この重心位置を中心とした極座標形式のパターンに変換し、これを参照パターンとして登録しておく。比較の処理は極座標形式の各参照パターンと同形式の未知のパターンとの間で、その一方を回転させながら進められる。これによる最適マッチング

の参照パターン名から未知物体の名称を認識し、マッチング時の回転量からその物体の向きを検出する。また、重心位置の演算から物体の位置も求められる。したがって、これらの認識結果に基づいて、任意の位置に、任意の方向を向いて配置された未知の物体をハンドリングすることが可能になる。

1. 特長・効果

- (1) 重心の位置が映像の回転によって不変であり、またその周りの極座標形式のパターンを採用しているため、パターンの比較処理が能率的に行なえる。
- (2) 3次元物体の形状に加え、その位置や向きも求まるので、その後の複雑なハンドリング操作に有用である。

2. 提供技術

- 関連特許の実施許諾
- 特許第855846号
「物体の認識装置方式」

経路制御方法

一般に、ロボットを滑らかに動かすために、教示点相互間の経路を関数補間によって制御する。ところが、 n 自由度の関節形ロボットの補間には、その補間点ごとに n 行 n 列の行列式を解く必要があり、演算に時間がかかる。この演算にはマイクロコンピュータを用いるが、ロボットの高機能化に伴う演算も割り込むので、補間のピッチ(正確には補間点相互間の時間間隔)を短くして、より安定な経路を保证すること

が困難である。

日立製作所が開発した経路制御の方法は、 n 行 n 列の行列式を解いて求める主補間点のほかに、演算式を線形化し、単純化して求める副補間点を混用し、トータルの演算量を少なくしたものである。

図1に例示するように、教示点 P_{t1} 、 P_{t2} 相互間に主補間点 P_i 、 P_{i+1} を求める。対象となるロボットが5自由度のものであれば、この際に 5×5 の行列式

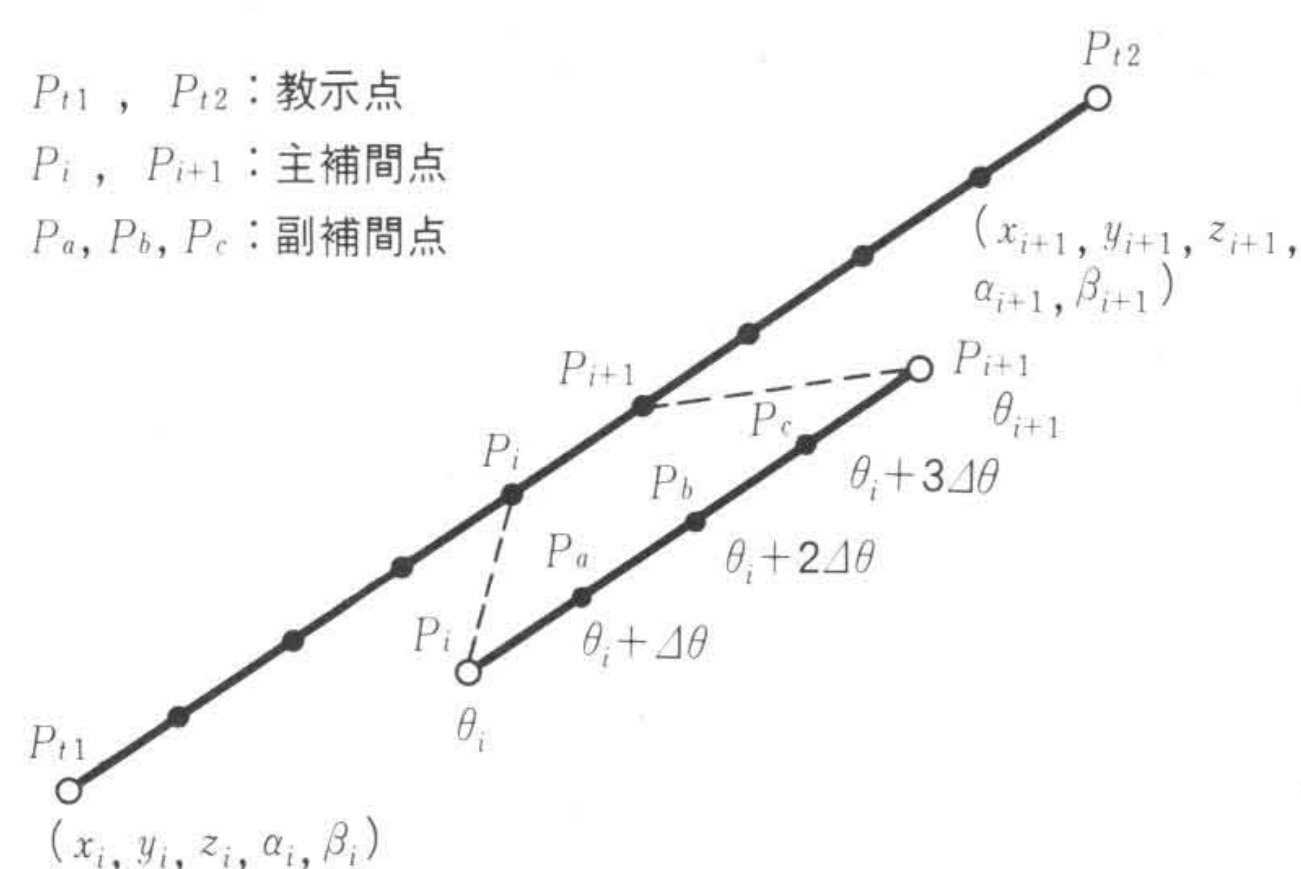


図1 経路補間方式

を解く。次に、主補間点 P_i 、 P_{i+1} 相互間に幾つかの副補間点 P_a 、 P_b 、 P_c を求める。後者の副補間点の演算はロボット各軸での主補間点 P_i 、 P_{i+1} 間の変化量、例えば $\Delta\theta$ を等分割し、線形化して演算するものであって、行列式を解く必要がない。ちなみに、ひとつの副補間点の演算に要する時間は、主補間点のそれに比べて $\frac{1}{5}$ 程度であって、補間点1点当たりの演算量が実質的に低減する。

1. 特長・効果

- (1) 補間演算の効率化に役立つ。このため、補間ピッチを短くし、より滑らかな経路制御ができる。
- (2) ロボット制御用のマイクロコンピュータに、高機能化に伴うより多量の各種演算を割り込ませることが可能となる。

2. 提供技術

- 関連特許の実施許諾
- 特開昭59-27307号
「経路制御方法及び装置」

6 自由度プロセスロボット“M6060”

日立プロセスロボットPW10IIは、5自由度関節形ロボットの代表として、アーク溶接用を主用途にシーリング作業、移載・供給作業、ばり取り作業、など多方面で好評裏に活用されているが、近時、対象ワークの多様化・複雑化に伴い、特に手首自由度増加の必要性が増してきたので、このたび6自由度形プロセスロボットM6060を発売した(図1)。このロボットは、多様化する市場ニーズへの整合化をいっそう押し進めたプロセスロボットMシリーズの一環をなすもので、主眼の手首構成については、日立組立ロボットA6030と同様、下向き作業に好都合な曲げ～振り～ひねり形を採用している。なお、旋回軸と手首の振り軸・ひねり軸の3軸については、軸心をオフセットさせることなく互いに直交させて、従来の5自由度形ロボットの手首に更に一軸直交的に付与した構成として、教示や基準点調整時の違和感や煩雑な手続きをなくすとともに、オフセットなしによってもたらされる姿勢演算時間の短縮により

経路精度の向上が図られている。また動作領域についてもPW10II比約25%増とするとともに、作業能率をよりいっそう高率化するために、各軸の関節や駆動系の剛性を高めて動作速度を増

表1 6自由度形プロセスロボット“M6060”の仕様

項目	仕様
形式	M6060
構造	関節形(4節平行リンク機構)
動作自由度	6軸(主軸3自由度, 手首3自由度)
作動領域	前後: 285~1,395mm 上下: 659~1,950mm
瞬時最大速度	主軸3軸: 85°~90°/s 曲げ, 振り: 240°/s ひねり: 360°/s
最大許容可搬重量	6kg (グリップ重量含む。)
位置繰返し精度	±0.2mm以下
教示方式	ティーチングプレイバック
経路制御方式	ポイントティーチによるCP制御
記憶容量	プログラムポイント数最大1,000 ジョブステップ数2,000
外部同期信号	入力: 16点, 出力: 16点
プログラム分割数	最大256
ジョブ分割数	最大100
座標系選択機能	直角, 円筒, 関節
補間機能	直線補間, 円弧補間
電源	三相AC200/220V, 50/60Hz

している。また、旋回動作時の干渉スペースを縮小するために、ロボット本体の幅寸法を600mm以下に抑えている。制御機能については好評を得ているPW10IIの機能や操作性をベースに、更に機能と性能の向上を図っている。主な仕様を表1に示す。

(日立製作所 商品事業本部)

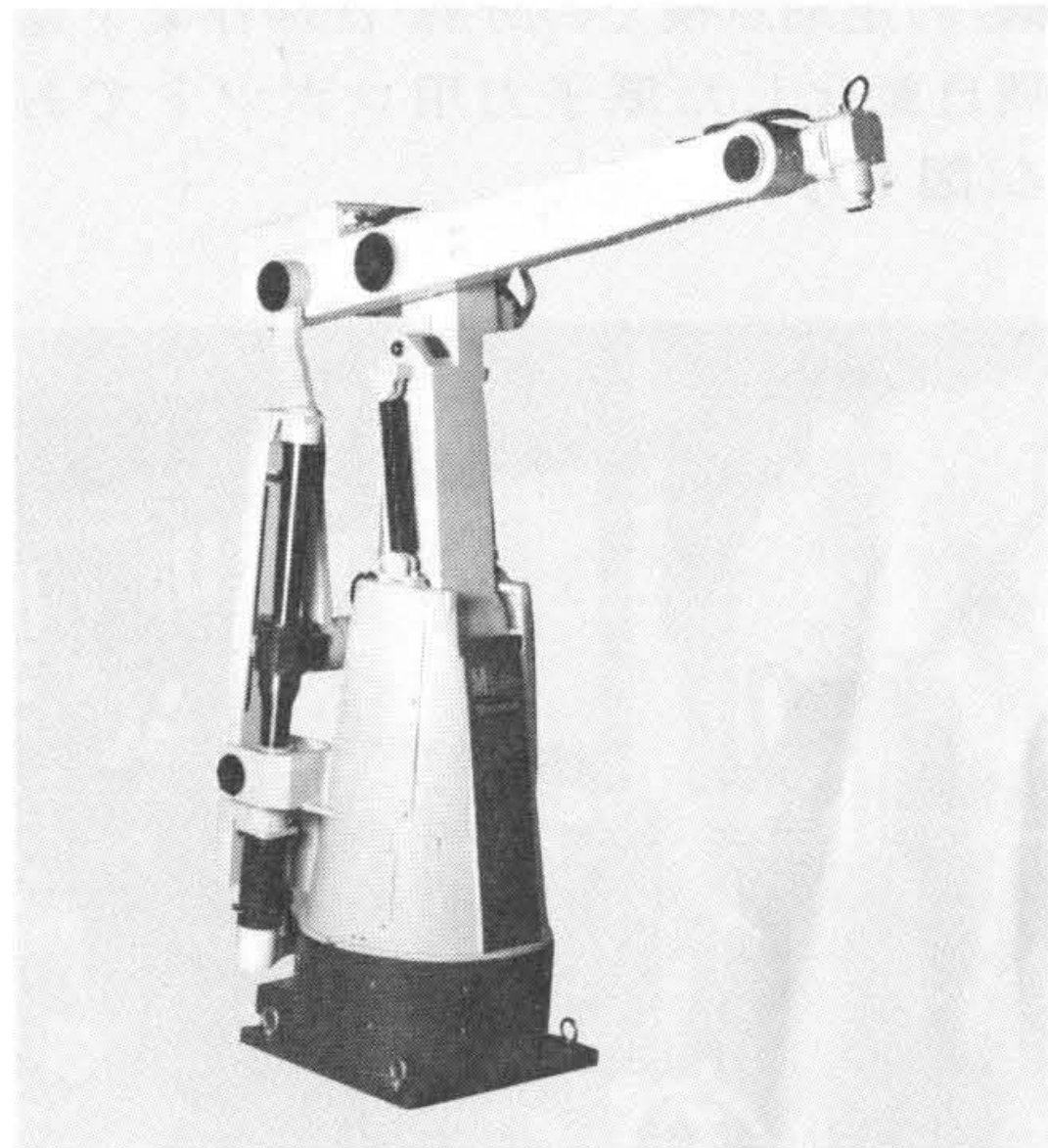


図1 6自由度形プロセスロボット“M6060”の外観

ロボット用コンピュータリンケージ

ロボット用コンピュータリンケージは、ロボット制御装置に内蔵される通信制御機能であり、コンピュータリンケージを利用することによって、コンピュータの制御によるロボットの自動運転をはじめ、ロボットの群管理、あるいはティーチデータの集中管理など、高度で多彩なコンピュータ-ロボットシステム(図1)を実現することが可能となる。

1. 主な特長

(1) RS232-Cの採用

インタフェースには、最も一般的なRS232-Cを採用したので、多種多様のコンピュータと接続することができる。

(2) 豊富な機能

ロボットの起動・停止あるいはジョブ選択を指示する遠隔操作機能、ティーチデータをコンピュータに転送するアップローディング機能、反対にコン

ピュータからロボットに転送するダウンローディング機能、及びロボットの作業実績を把握する管理機能を装備した。

更に、コンピュータとロボット間でデータの授受ができるので、視覚センサと接続すると、ロボットの作業点を認識し、位置補正することも可能となる。

(3) 高信頼性

コンピュータとロボット間で通信されるメッセージには、ハードウェア・ソフトウェアの両面からチェックが行なわれるので、高信頼性システムを構築することが可能となる。

(4) 安全性の重視

ロボットのオペレータに対する安全性を重視し、コンピュータからの起動を禁止する安全インタロック機能を標準装備した。

表1 主な仕様

項目	仕様
伝送方式	直列伝送
伝送速度	150, 300, 600, 1,200, 2,400, 4,800 又は9,600bps
通信方式	半二重通信
同期方式	調歩同期(スタートビット・ストップビット) ストップビットの数: 1, 1.5又は2ビット
伝送手順	JIS C6362(ISO RI745)基本形伝送制御手順
起動方式	ポーリング セレクション方式
応答方式	ACK, NAK
通信コード	ASCIIコード キャラクタビット長: 7ビット
誤り検出	垂直パリティチェック 水平パリティチェック
誤り回復	NAK

注: 略語説明 ACK(Acknowledge)
NAK(Negative Acknowledge)

(5) ソフトウェア開発に対する配慮

コンピュータ側のソフトウェア開発工数を軽減するため、BASICなどの高級言語でもプログラミングできるように配慮した。

2. 主な仕様

主な仕様を表1に示す。

(日立製作所 商品事業本部)



図1 適用事例・作業計画に基づく自動運転

製品紹介

半自動CRD分解洗浄装置

原子力発電設備の保守点検作業は、放射線下という特殊環境での作業となるため、作業員の放射線被ばく量を最小限に抑えるように、種々改良が行なわれている。

本装置は、作業の省力化及び被ばく低減を目標に開発したもので、原子炉の出力を制御するCRD(制御棒駆動機構)の定期点検での分解・洗浄作業を遠隔自動化した原子力用ロボットである(図1)。

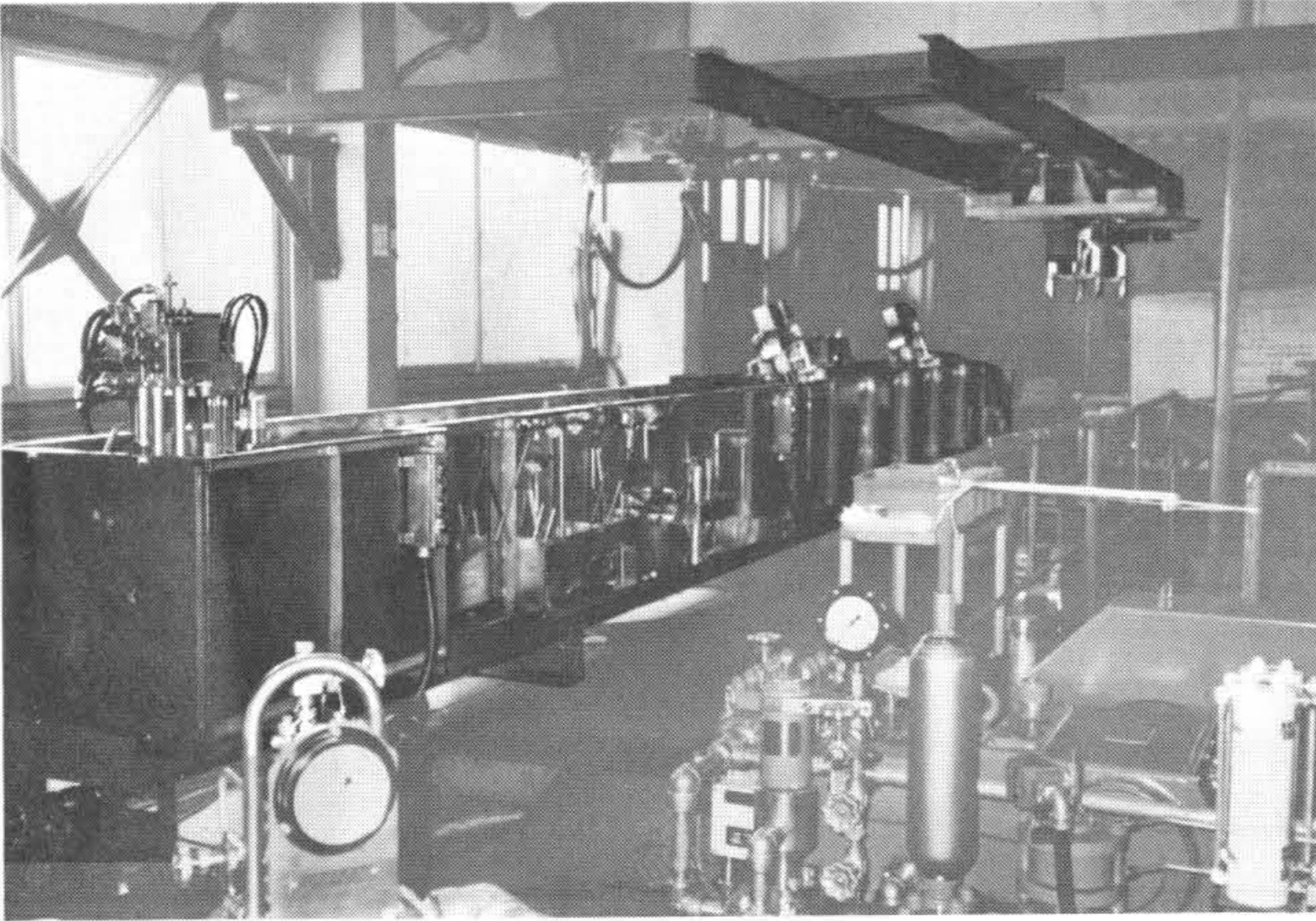


図1 半自動CRD(制御棒駆動機構)分解洗浄装置

1. 主な特長

- (1) CRDの分解、洗浄はすべて水中で行ない、更に大物部品の取扱いはすべて機械による遠隔自動操作とした。
- (2) 洗浄には、高圧水を用いた全自動運転システムを採用した。
- (3) 洗浄によりはく離したクラッド(放射性のさび)は浄化フィルタユニットによって回収されることにより、装置及び作業場所の雰囲気線量率の低減が可能となる。

表1 主な仕様

項目		仕様
分解装置	形式	移動台車式
	概略寸法	幅600×長さ4,000×高さ500(mm)
	主要材質	SUS304
マニピュレータ	ハンド数	2
	可搬重量	100kg
	主要材質	SUS304
洗浄装置	形式	高圧水洗浄形
	洗浄水圧	200kg/cm ²
分解洗浄槽	形式	長方形オープンタンク
	概略寸法	幅600×長さ4,000×高さ1,100(mm)
	主要材質	SUS304
高圧水装置	形式	横形プランジャポンプ
	吐出し圧力	200kg/cm ²
CRDハンドリング設備	形式	ハンド付クレーン
	つり上げ容量	500kg
制御装置	制御方式	シーケンス制御(シーケンサ使用)
	電源	AC1相, 100V, 3相, 200V

(4) 分解水槽内の水は、常時、循環濾過されるとともに、クラッドの集中しやすい部品の洗浄時には局部的に雰囲気水を吸引し、クラッドの拡散防止を図っており効率の良い浄化が可能である。

2. 主な仕様

主な仕様を表1に示す。
(日立製作所 原子力事業部)

■小特集	高エネルギー加速器
	加速器物理とその応用
	トリスタン計画の概要と電磁石
	トリスタン計画用高精度高安定度電源
	トリスタン用大規模分散計算制御システム
	粒子測定器用大型超電導ソレノイド
	放射光実験施設の概要と電磁石及び電源
	重イオンシンクロトロンTARN-IIの概要と電磁石
	電子・陽電子衝突反応粒子検出器“TOPAZ”用ヘリウム液化冷凍装置
■一般論文	
	植物生長の計測と定量評価
	都市ガス製造プロセスの開発
	動力系の電子制御による低燃費形油圧ショベルの開発
	油圧ショベルにおける最適油圧システムの開発
	超音波計測器「UT1000シリーズ」の開発

グラフィック	知多の街づくり
ポ	テレビ会議システム
明日を開く技術<52>	VAN設計ソフトウェア
HINTコーナー	電気暖房器具
新製品紹介	掃除機、シェーバー
技術史の旅<96>	出雲玉作遺跡
続・美術館めぐり<58>	ヨコタ南方民族美術館

企画委員		評論委員	
委員長	武田 康嗣	委員長	武田 康嗣
委員	三浦 武雄	委員	加藤 寧光
"	藤江 邦男	"	小野 佳彦
"	清野 知士	"	庄山 文夫
"	村上 啓一	"	福井 伊賀
"	塚本 和孝	"	阿部 脩
"	佐室 有志	"	金丸 久雄
"	臼井 忠男	"	岡村 昌弘
"	倉木 正晴	"	岡村 昌弘
幹事	伊藤 俊彦	"	鯉 達夫
"	三村 紀久雄	"	倉木 正晴
		幹事	伊藤 俊彦
		"	三村 紀久雄

日立評論	第66巻第10号
発行日	昭和59年10月20日印刷 昭和59年10月25日発行
発行所	日立評論社 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 ㉞101
	電話(03)258-1111(大代)
編集兼発行人	倉木正晴
印刷所	日立印刷株式会社
定価	1部500円(送料別)年間購読料 6,700円(送料含む)
取次店	株式会社オーム社 東京都千代田区神田錦町三丁目1番 ㉞101 電話(03)233-0641(代) 振替口座 東京6-20018