



(51) 国際特許分類7 B25J 13/08, 13/00, 5/00	A1	(11) 国際公開番号 WO00/32360
		(43) 国際公開日 2000年6月8日(08.06.00)

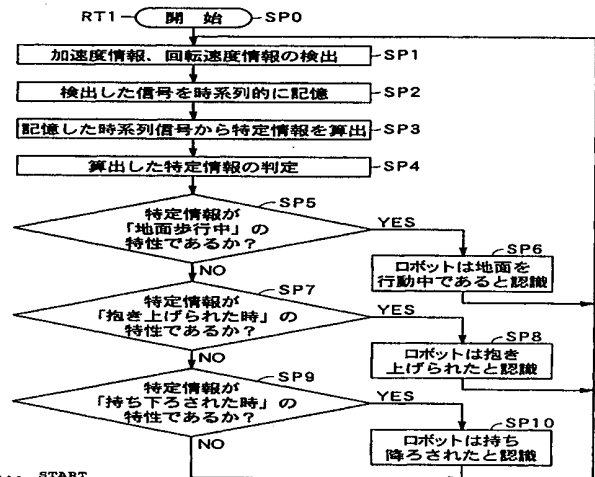
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/06588	(81) 指定国 CN, JP, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)
(22) 国際出願日 1999年11月25日(25.11.99)	添付公開書類 国際調査報告書
(30) 優先権データ 特願平10/340715 1998年11月30日(30.11.98) JP 特願平11/129277 1999年5月10日(10.05.99) JP	
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) ソニー株式会社(SONY CORPORATION)[JP/JP] 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo, (JP)	
(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 高村成一(TAKAMURA, Seiichi)[JP/JP] 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo, (JP)	
(74) 代理人 小池 晃, 外(KOIKE, Akira et al.) 〒105-0001 東京都港区虎ノ門二丁目6番4号 第11森ビル Tokyo, (JP)	

(54) Title: ROBOT DEVICE AND CONTROL METHOD THEREOF

(54) 発明の名称 ロボット装置及びその制御方法

(57) Abstract

Acceleration information, turning angle information and turning speed information are detected by an acceleration sensor and a turning angle sensor, and the detected signals are stored in a storage in time sequence. Specific information such as dispersion is calculated from the stored time-sequence signals and a status of a robot device is judged from the specific information. When a lifted status of the robot device is recognized, a motion of a specified movable unit acting on the outside is halted.



- SP0 ... START
- SP1 ... ACCELERATION INFORMATION AND TURNING SPEED INFORMATION ARE DETECTED
- SP2 ... DETECTED SIGNALS ARE STORED IN TIME SEQUENCE
- SP3 ... SPECIFIC INFORMATION IS CALCULATED FROM STORED TIME-SEQUENCE SIGNALS
- SP4 ... CALCULATED SPECIFIC INFORMATION IS JUDGED
- SP5 ... DOES SPECIFIC INFORMATION SPECIFY "WALKING ON THE GROUND?"
- SP6 ... ROBOT IN OPERATION ON THE GROUND IS RECOGNIZED
- SP7 ... DOES SPECIFIC INFORMATION SPECIFY "WHEN TAKEN UP"?
- SP8 ... ROBOT BEING TAKEN UP IS RECOGNIZED
- SP9 ... DOES SPECIFIC INFORMATION SPECIFY "WHEN TAKEN DOWN"?
- SP10 ... ROBOT TAKEN DOWN IS RECOGNIZED

(57)要約

加速度センサや回転角センサによって加速度情報や回転角情報や回転角度情報を検出し、検出した信号を時系列的に記憶部に記憶させる。記憶した時系列信号から分散等の特定情報を算出し、この特定情報からロボット装置の状態を判定する。またこの状態として持ち上げられたことを認識したときには、外部に作用する所定の可動部の動きを停止させる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AL	アルバニア	EE	エストニア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AU	オーストラリア	FR	フランス	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LS	レソト	SK	スロヴァキア
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SN	セネガル
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	SZ	スワジランド
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TD	チャード
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TG	トーゴ
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TJ	タジキスタン
BR	ブラジル	GW	ギニア・ビサオ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TZ	タンザニア
BY	ベラルーシ	GR	ギリシャ	ML	マリ	TM	トルクメニスタン
CA	カナダ	HR	クロアチア	MN	モンゴル	TR	トルコ
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MR	モーリタニア	TT	トリニダード・トバゴ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MW	マラウイ	UA	ウクライナ
CH	スイス	IE	アイルランド	MX	メキシコ	UG	ウガンダ
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	NE	ニジェール	US	米国
CM	カメルーン	IN	インド	NL	オランダ	UZ	ウズベキスタン
CN	中国	IS	アイスランド	NO	ノールウェー	VN	ヴェトナム
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NZ	ニュージーランド	YU	ユーゴスラビア
CU	キューバ	JP	日本	PL	ポーランド	ZA	南アフリカ共和国
CY	キプロス	KE	ケニア	PT	ポルトガル	ZW	ジンバブエ
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	RO	ルーマニア		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮				
DK	デンマーク	KR	韓国				

明細書

ロボット装置及びその制御方法

技術分野

本発明は、ロボット装置及びその制御方法に関し、例えば自然な動作をするロボット装置及びその制御方法に適用して好適なものである。

背景技術

従来より、ロボット装置に自然な動作を行わせるための様々な提案がなされている。

例えば、実開平5-72630号公報において、運動体に取り付けられた加速度センサから計測される信号にハイパスフィルタ処理を施して得られる電圧が、所定の閾値よりも大きいかを判定することによって運動体が走行中であるか停止中であるかを判定する運動体の運動停止センサがある。

ところがかかる運動体の運動停止センサでは、加速度センサが運動体の進行方向の一ヶ所にしか取り付けていないため、傾斜面の移動や回転運動について判定することができない問題があった。

また、特開平10-113343号公報において、動作及び行動の認識方法、装置及びシステムが提案されている。かかるシステムは、被検者に取り付けられた測定器から得られる信号を周波数変換して特徴量を算出し、算出された特徴量とデータベースとの相関をとることによって、動作や行動を認識するものである。

しかしながらこのような認識方法、装置及びシステムによると、データベースが不十分だったり不適切だった場合には正しい認識をすることができず、また、このようなことを回避するために十分なデータベースを作ろうとしても、多大な時間、専門知識、経験が必要となる問題があった。

発明の開示

本発明は、上述したような従来の実情に鑑みてなされたものであり、容易に傾斜面の移動や回転運動等の自らの状況について認識して、自ら行動することができるロボット装置及びその制御方法を提供するものである。

すなわち、ロボット装置は、加速度センサ及び／又はジャイロセンサによって加速度及び／又は回転角速度を検出する検出手段と、検出手段で検出された信号を時系列的に時系列信号として記憶する記憶手段と、記憶手段に記憶された時系列信号から特定情報を算出する算出手段と、算出手段で算出された特定情報から自己の状態を認識する認識手段と、認識手段と認識された自己の状態に基づいて行動を出力する出力手段とを備える。

これにより、ロボット装置では、検出された加速度や回転角速度を用いて特定情報を算出し、算出された特定情報に基づいて自己の状態を自動的に認識して行動を起こす。

さらに、ロボット装置は、認識手段が認識した自己の状態が持ち上げられた状態であった場合には、外部に作用する所定の可動部の動作を停止させるようにする。

これにより、ロボット装置では、外部に作用する可動部が動作す

ることに起因するユーザの怪我の発生を未然に防止することができる。

また、ロボット装置の制御方法は、加速度センサ及び／又はジャイロセンサによって加速度及び／又は回転角速度を検出する第1のステップと、検出により得られた信号を時系列的に時系列信号として記憶する第2のステップと、記憶した時系列信号から特定情報を算出する第3のステップと、算出した特定情報から自己の状態を認識する第4のステップと、認識した自己の状態に基づいてロボット装置の行動を制御する第5のステップとを有する。

これにより、ロボット装置の制御方法は、自己の状態を自動的に認識してロボット装置の行動を制御することによって、自己の状態変化に応じてロボット装置の行動を制御する。

さらに、ロボット装置の制御方法は、認識手段が認識した自己の状態が持ち上げられた状態であった場合には、外部に作用する所定の可動部の動作を停止させるようにする。

これにより、ロボット装置の制御方法は、外部に作用する可動部が動作することに起因するユーザの怪我の発生を未然に防止することができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明を適用したロボット装置の構成を示すブロック図である。

図2は、ロボット装置の外観斜視図である。

図3は、ロボット装置が歩行しているときの状態説明に供する略線図である。

図 4 は、状態認識処理手順を示すフローチャートである。

図 5 は、ロボット装置の各種状態における分散値の説明に供する特性曲線図である。

図 6 は、ノイズによる状態の誤認識の説明に供する特性曲線図である。

図 7 は、ロボット装置が持ち上げられたときの状態説明に供する略線図である。

図 8 は、ロボット装置が下ろされたときの状態説明に供する略線図である。

図 9 は、ロボット装置が歩行を再開したときの状態説明に供する略線図である。

図 10 は、動作抑制処理手順を示すフローチャートである。

図 11 (A) 及び図 11 (B) は、手足の関節機構を示す略線図である。

図 12 は、行動復帰処理手順を示すフローチャートである。

図 13 は、加速度センサによる状態の検出の説明に供する特性曲線図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の一実施の形態を、図面を用いて詳述する。

(1) 本実施の形態によるロボット装置の構成

図 1 に示すように、本実施の形態であるロボット装置 1 は全体が構成され、システム全体を制御する中央処理演算部 (Central Processing Unit : 以下、「CPU」という。) 11 と、例えば CCD (Charge Coupled Device) イメージセンサを有するビデオカメラ

12と、ビデオカメラ12からのビデオデータ等を記憶する記憶部13と、シリアルバスのホストコントローラ等を1つにまとめた大規模集積回路（Large-Scale Integrated Circuit：以下、「LSI」という。）14とを備える。

LSI14は、例えばシリアル通信、パラレル通信、USB通信等のインターフェースからなる通信部14Aを有し、この通信部14Aを介して外部のパーソナルコンピュータ100と接続される。このとき、パーソナルコンピュータ100は、LSI14を介して、例えばCPU11を動作させるプログラムを変更したり、その操作を行うことができる。

LSI14は、PCカードインターフェース15を有し、PCカード規格等の様々なデバイス、例えばATA（Advanced Technology Attachment）フラッシュメモリカード等の記憶装置200や無線通信カード等の通信装置300と接続される。

LSI14は、リアルタイムの時間情報を得るための図示しないタイマと、バッテリーの残量の管理やタイマと関係してある時間にパワーオンとする等の制御を行うための図示しないバッテリーマネージャを備える。

また、ロボット装置1は、手足、耳、口等を構成する第1から第4のCPC（Configurable Physical Component）デバイス20、30、40、50を備える。各CPCデバイスは、LSI14内のシリアルバスハブ（SBH）14Bに接続されている。ここでは、CPCデバイスを4つ示しているが、その数は特に限定されるものではないのは勿論である。

第1のCPCデバイス20は、LSI14からの制御命令に応じ

て当該デバイス内の各回路を制御するハブ 2 1 と、制御信号や検出信号等を一時記憶しておくメモリ 2 2 と、加速度を検出する加速度センサ 2 3 と、ポテンシオメータ (Potentiometer) 2 4 と、関節等の役割を果たすアクチュエータ 2 5 とを備える。加速度センサ 2 3 は、数十ミリ秒単位で 3 軸 (X 軸、Y 軸、Z 軸) 方向の加速度をそれぞれ検出し、この検出結果を、ハブ 2 1、シリアルバスハブ 1 4 B を介して、CPU 1 1 に供給する。

第 2 の CPC デバイス 3 0 は、ハブ 3 1 と、メモリ 3 2 と、回転角速度を検出するジャイロセンサでなる回転角速度センサ 3 3 と、ポテンシオメータ 3 4 と、アクチュエータ 3 5 とを備える。回転角速度センサ 3 3 は、数十ミリ秒単位で 3 角 (R 角、P 角、Y 角) 方向の回転角速度を検出し、この検出結果を、ハブ 3 1、シリアルバスハブ 1 4 B を介して LSI 1 4 に供給する。

第 3 の CPC デバイス 4 0 は、ハブ 4 1 と、メモリ 4 2 と、例えば発光することによって外部から刺激を受けたことを示す発光ダイオード (LED) 4 3 と、外部を接触したか否かを検出するタッチセンサ 4 4 とを備える。

第 4 の CPC デバイス 5 0 は、ハブ 5 1 と、メモリ 5 2 と、外部に音声を出力する「口」の役割を果たすスピーカ 5 3 と、外部の音声を検出する「耳」の役割を果たすマイク 5 4 とを備える。

ロボット装置 1 の外観は、例えば図 2 に示すように、多足歩行ロボットからなる。すなわち、ロボット装置 1 は、多足方向の多関節型ロボットであって、4 本の足 2 を有する動物の形をしている。

そして、図 3 に示すように、このようなロボット装置 1 が歩行しているときは、CPU 1 1 は、具体的には、図 4 に示す状態認識処

理手順 R T 1 に従ってロボット装置 1 の状態を監視する。

すなわち CPU 1 1 は、この状態認識処理手順 R T 1 をステップ S P 0 において開始すると、続くステップ S P 1 において加速度センサ 2 3 や回転角速度センサ 3 3 が検出した加速度情報、回転角速度情報を受け取り、この後ステップ S P 2 に進んでこれら加速度情報、回転角速度情報を時系列的に記憶部 1 3 に記憶させる。

次いで CPU 1 1 は、ステップ S P 3 に進んで記憶部 1 3 に記憶させた時系列信号から特定情報を算出する。例えば CPU 1 1 は、記憶部 1 3 に記憶された加速度センサ 2 3 の時系列信号から、3 軸分 (X 軸、Y 軸、Z 軸) の総和をとったものを加速度センサ 2 3 における代表分散値を算出する。CPU 1 1 は、同様に、必要に応じて、回転角速度センサ 3 3 の時系列信号からも、3 角分 (R 角、P 角、Y 角) の総和をとった代表分散値を算出する。

次いで CPU 1 1 は、ステップ S P 4 に進み、この算出した分散値等の特定情報を判定する。

ここで、加速度センサ 2 3 や回転角速度センサ 3 3 の検出出力の分散値の一例を図 5 に示す。分散値は、ロボット装置 1 が地面上を行動しているときに最も大きく、それが持ち上げられたとき、持ち下ろされたときの順に小さくなる特性を有する。したがって、状態変化の閾値を適切に設定することによって、分散値に基づいてロボット装置 1 が歩いているか、それが持ち上げられたか、それが持ち下ろされたかを判断することが可能になる。図 5 によると、CPU 1 1 は分散値が $\delta 2$ 以上のときは地面を行動中、分散値が $\delta 1$ 以上 $\delta 2$ 未満のときは持ち上げ、分散値が $\delta 1$ 未満のときは持ち下ろしをしていると判断することができる。なお、このような具体的な判

断については、後述するステップSP5以降で行われる。

またCPU11は、ノイズによる分散値の急激な変化によって状態の変化を誤認識してしまうこともある。CPU11は、このような誤認識を防止するために、図6に示すように、分散値と閾値 δ_3 との関係を判定し、連続して所定時間以上、分散値と閾値 δ_3 との関係が一定の場合には、実際に状態変化が生じたとみなしている。例えば、CPU11は、予め所定時間Tを設定しておき、時間T1 ($< T$)の間だけ分散値が閾値 δ_3 を越えたときはノイズによる誤認識と判断し、時間T2 ($> T$)の間に分散値が閾値 δ_3 を越えたときは状態が変化したと正しく認識することができる。これにより、ノイズに対してロバストな誤認識機能を実現することができる。なお、閾値 δ_3 は、上述した δ_3 又は δ_2 に相当する。

さらにCPU11は、常時、加速度センサ23の分散値を算出しているが、必要に応じて回転角速度センサ33の分散値も併せて算出している。これにより、CPU11の処理負担をあまり増大させることなく、認識のロバスト性を向上させることができる。

具体的には、加速度代表分散値の変化よりジャイロ代表分散値の変化の方が顕著な姿勢変化又は動作を検出する場合には、加速度センサ23だけではなく回転角速度センサ33の検出出力を併用するのが好ましい。すなわち、静止/低速運動時や並進運動成分が多い場合には主に加速度センサ23からの情報が重要であり、逆に、高速運動時や回転運動成分が多い場合には回転角速度センサ33からの情報が重要となる。したがって、検出すべき行為が高速運動の場合や回転運動成分が多い場合には、回転角速度センサ33からの情報を併用する時間を多くすればよい。

続いてCPU 11は、ステップSP 5に進んで、特定情報が「地面行動中」の特性であるか否かを判定し、肯定結果を得るとステップSP 6に進み、当該ロボット装置1は地面を行動中であると認識して、そのまま歩行動作を続けるように第1のCPCデバイス20等の各CPCデバイスを制御した後、ステップSP 1に戻る。

これに対してCPU 11は、ステップSP 5において否定結果を得ると、ステップSP 7に進んで特定情報が「抱き上げられたとき持ち上げられたとき」の特性であるか否かを判定し、肯定結果を得るとステップSP 8に進む。なおこのときロボット装置1は、図7に示すように、ユーザに抱きかかえられている状態になっている。

そしてCPU 11は、このステップSP 8において当該ロボット装置1が抱き上げられたと認識し、歩行動作を中止しておとなしくなるように第1のCPCデバイス20等の各CPCデバイスを制御した後、ステップSP 1に戻る。

これに対してCPU 11は、ステップSP 7において否定結果を得ると、ステップSP 9に進んで特定情報が「持ち下ろされたとき」の特性であるか否かを判定し、肯定結果を得るとステップSP 10に進み、否定結果を得るとステップSP 1に戻る。

そしてCPU 11は、ステップSP 10に進んだ場合、当該ロボット装置1が持ち下ろされたと認識し、この後、図8に示すように、タッチセンサ44等の検出出力から地面に置かれたことも認識すると、図9に示すように歩行動作を再開するように第1のCPCデバイス20等の各CPCデバイスを制御した後、ステップSP 1に戻る。

ここで、タッチセンサ44は、例えば、外部との接触を検出する

接触センサ或いは圧力を感知する感圧センサであり、地面（床面）との接触状態を検出している。このように、地面との接触状態を検出する検出手段の検出結果をも参照し、上述した加速度センサによる加速度やジャイロセンサからの回転角速度に基づいて抱き上げられた等のロボット装置の状態を認識する手段に取り得れることで、より信頼性の高い認識結果を得ることができる。

すなわち、例えば、抱き上げられた場合は、足先が地面から離れるため、足先の接触スイッチは必ずOFFになっているので、この情報を加速度や回転速度の変化と同様に監視することで、抱き上げられたことの検出や持ち下ろされたことの検出の能力を向上させることができる。

（２）抱き上げ認識時及び持ち下げ認識時におけるCPU11の具体的な処理

ここでCPU11は、ロボット装置1が抱き上げられると図10に示す動作抑制処理手順RT2に従ってロボット装置1の動作を抑制する。

すなわちCPU11は、状態認識処理手順RT1のステップSP8においてロボット装置1が抱き上げられたと認識すると、この動作抑制処理手順RT2をステップSP20において開始し、続くステップSP21においてLSI14内部の対応するサーボ系の回路や対応するCPCデバイスを制御することにより、ロボット装置1の各足2の動きを停止させる（対応する関節機構のアクチュエータ25に対する制御ゲインを「0」にする）と共に各足2の機械的な拘束を開放させて、これら足2を脱力させる。

實際上このロボット装置1では、図11（A）に示すように、各

足 2 の各関節機構 6 0 がそれぞれアクチュエータ（モータ） 2 5 の出力軸に固着されたギアを圧縮コイルばね 6 2 の弾性力によって減速ギア列 6 3 に噛み合わせることにより構成されている。この場合アクチュエータ 2 5 は電磁プランジャ 6 4 を駆動することにより図 1 1（B）のように矢印 a 方向に移動させることができ、これによりギア 6 1 と、減速ギア列 6 3 との噛み合わせを開放できるようになされている。

そこで CPU 1 1 はステップ SP 2 1 において、各足 2 の全関節機構のアクチュエータ 2 5 について、駆動電圧の印加を停止させる一方、対応する電磁プランジャ 6 4 を駆動させることにより、アクチュエータ 2 5 の静止トルクに起因する各足 2 の機械的な拘束を開放し、これによりロボット装置 1 の全ての足 2 を脱力させて、当該ロボット装置 1 をユーザが抱きかかえ易い状態に変化させる。

続いて CPU 1 1 は、ステップ SP 2 2 に進んで L S I 1 4 内部の対応するサーボ系の回路を制御することにより首 3（図 2）や尻尾 4（図 2）の動きを遅くし、この後ステップ SP 2 3 に進んで L S I 1 4 内部の対応する回路を制御することにより、「目」の役割を果たす LED 5（図 2）を消灯させると共にスピーカ 5 4（図 1）からの音声出力（鳴き声）の音量を絞る。

次いで CPU 1 1 は、ステップ SP 2 4 に進んでそのとき保持している状態や学習に関する各種パラメータ等のデータを P C カードインターフェース 1 5 を介して記憶装置 2 0 0 に書き込む。

さらに CPU 1 1 は、続くステップ SP 2 5 においてこれ以降の記憶装置 2 0 0 に対するデータの読書きを禁止し、この後ステップ SP 2 6 に進んでこの動作抑制処理手順 R T 2 を終了した後、状態

認識処理手順 R T 1 のステップ S P 1 に戻る。

一方 CPU 1 1 は、この後ロボット装置 1 が持ち下げられると図 1 2 に示す行動復帰処理手順 R T 3 に従ってロボット装置 1 の行動を復帰する。

すなわち CPU 1 1 は、状態認識処理手順 R T 1 のステップ S P 1 0 においてロボット装置 1 が持ち下げられたと認識すると、この行動復帰処理手順 R T 3 をステップ S P 3 0 において開始し、続くステップ S P 3 1 において記憶装置 2 0 0 に対するデータの読書の許可を発行する。また CPU 1 1 は、これと共に対応する CPC デバイスを制御することにより、各足 2 を機械的に拘束（図 1 1 の電磁ブランジャ 6 4 の駆動を停止）する。

次いで CPU 1 1 は、ステップ S P 3 2 に進んで L S I 1 4 内部の対応する回路を制御することにより、スピーカ 5 3（図 1）から所定パターンの音声を出力し、「目」に相当する L E D 5 を点灯し及び／又は尻尾 4 を動作させるようにして、動作が復帰したことをユーザに知らせる。

そして CPU 1 1 は、続くステップ S P 3 4 において必要なデータを記憶装置 2 0 0 から読み出し、当該データに基づいて L S I 1 4 内部の対応するサーボ系の回路を制御することにより各足 2 の動作を再開させ、この後ステップ S P 3 5 に進んでこの行動復帰処理 R T 3 を終了した後、状態認識処理手順 R T 1 のステップ S P 1 に戻る。

（3）本実施の形態の動作及び効果

以上の構成において、このロボット装置 1 では、加速度センサ 2 3 及び／又は回転角速度センサ 3 3 により検出された加速度情報及

び／又は回転角速度情報を時系列的に記憶部 13 に記憶させると共に、この加速度情報及び／又は回転角速度情報に基づいて分散値等の特定情報を算出し、検出結果に基づいて自己の状態を認識し、認識結果に基づいて行動する。

従ってこのロボット装置 1 では、ユーザが当該ロボット装置 1 を抱き上げたり、それを持ち下ろしたことを当該ロボット装置 1 に明示的に情報として与える必要がない。そしてこのようにロボット装置 1 自らが自動認識し得るようにすることによって、より自然なロボットと人間のインタラクションを実現することができる。

また周囲の環境や第三者から当該ロボット装置 1 に外力が働いた場合には、特定情報の変動を認識することができるので、外力に応じた反応（行動、音声、音階等の出力）を行うことができ、知的エンターテイメント性の高いロボット装置 1 を構築することができる。

さらに目標の姿勢や行動を実際に遂行できたか否かについて特定情報を関することによって判断することができるので、これを利用して当該ロボット装置 1 の行動の正否を検出することもできる。

またこのロボット装置 1 では、抱き上げられたときには、各足 2 の動きを停止させるなど当該ロボット装置 1 の動作を抑制する一方、この後持ち下げられたときには各足 2 の動きを再開させて行動を復帰する。

従ってこのロボット装置 1 では、ユーザが当該ロボット装置 1 を抱き上げたときに当該ロボット装置 1 の足 2 の関節や足 2 と胴体との間などに指を挟めたり、又はロボット装置 1 の動作に驚いてロボット装置 1 を自分の足の上に落としたりすることによるユーザの怪我の発生を防止しながら、当該ロボット装置 1 を抱き上げたユーザ

に対して恭順感や親和感な印象を与えて使用感を快適にすることができる。

さらにこのロボット装置 1 では、抱き上げられたときには記憶装置 200 に対するデータの読書きを禁止するため、例えば記憶装置 200 に対するデータの読み書き処理時にユーザが当該ロボット装置 1 を落としたことに起因する記憶装置 200 内のデータの破壊や記憶装置 200 に対する不正データの書き込み等を未然に防止することができる。

以上の構成によれば、加速度センサ 23 及び／又は回転角速度センサ 33 により検出された加速度情報及び／又は回転角速度情報を時系列的に記憶部 13 に記憶させると共に、この加速度情報及び／又は回転角速度情報に基づいて分散値等の特定情報を算出し、検出結果に基づいて自己の状態を認識し、認識結果に基づいて行動するようにしたことにより、自己の状態変化に応じて行動を制御するようにすることができ、かくして容易に傾斜面の移動や回転運動等の自らの状況について認識して、自ら行動することができるロボット装置を実現できる。

また抱き上げられたときにロボット装置 1 の動作を抑制するようにしたことにより、抱き上げ時のロボット装置 1 の動作に起因するユーザの怪我の発生を未然に防止することができ、かくして安全性及びアミューズメント性を向上させ得るロボット装置を実現できる。

(4) 他の実施の形態

なお本発明の上述の実施の形態においては、ロボット装置 1 の各センサの検出出力の分散値に基づいてロボット装置 1 自身の歩行、持ち上げ、持ち下げの 3 つの状態を認識するようにした場合につい

て述べたが、本発明はこれに限らず、例えばその他の行動パターンに対応する分散値やデジタルフィルタの周波数に特性がある場合には、当該その他のパターンも同様にして認識するようにしても良い。

また上述の実施の形態においては、特定情報の算出として、分散値やデジタルフィルタから出力される周波数特性を用いるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ロボット装置 1 の行動パターンに対応する特性を算出する手法が他に存在すれば、当該他の手法の特性を用いても良い。

さらに上述の実施の形態においては、状態認識処理手順 R T 1 のステップ S P 3 において分散値を用いる場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば加速度センサ 2 3 及び回転角速度センサ 3 3 の検出出力に対してデジタルフィルタを用いるようにしても良い。

實際上、デジタルフィルタは、時系列信号の特定周波数成分のみを取り出すことが可能であり、適切な周波数を設定することによって、ロボット装置 1 の行動中の周波数成分、持ち上げられたときの周波数成分、持ち下ろされた時の周波数成分をそれぞれ分離することができる。周波数の定性的な関係として、行動中の周波数が最も高く、持ち上げられたときの周波数、持ち下げられたときの周波数の順に周波数が低くなる。

そこでデジタルフィルタを用いたときのこれらの性質を利用し、分散値を用いた場合と同様に適切な閾値を設定することによって、ロボット装置 1 自身の状態を認識することができる。

さらに上述の実施の形態においては、抱き上げられたときには各

足2の動きを停止させるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、抱き上げられたときには例えば伏せの姿勢に各足2を折り曲げるなど、その姿勢をユーザが抱き易い姿勢に遷移させるようにしても良く、このようにすることによって快適感をより向上させることができる。

さらに上述の実施の形態においては、抱き上げられたときには各足2の動きを停止させるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば本発明をユーザの使用状況に応じて学習しながら性格を変化させるようなアミューズメントロボットに適用する場合には、抱き上げられたときにその性格によって行動パターンを変化させるようにしても良く、このようにすることによってアミューズメント性を向上させることができる。

さらに上述の実施の形態においては、持ち上げられたときに各足2の動きを停止するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、要は、本発明を適用するロボット装置の形状及び形態に応じてユーザに対して怪我を負わせるおそれのある外部に作用する可動部の動きを停止させるようにすれば良い。

さらに上述の実施の形態においては、持ち上げられたときに記憶装置200に対するデータの読書きを禁止するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えばビデオカメラ12からのビデオデータに基づいて、落下などの記憶装置200にデータの読書きしていると記憶装置200内のデータを破壊するおそれがある状況を検出した場合（例えば自己の移動方向に崖と思われるエッジを検出したなど）にも記憶装置200に対するデータの読書きを禁止するようにしても良い。

さらに、加速度センサ 2 3 によるロボット装置の状態の検出については、上述の実施の形態において説明したものに限らない。例えば、次のように角速度センサ 2 3 の出力によりロボット装置の状態を検出することもできる。

加速度センサ 2 3 からの X 軸、Y 軸、Z 軸の 3 方向についての時系列信号をそれぞれサンプリングして、加速度情報として記憶する。

一定時間分の時系列の加速度情報（以下、時系列情報という。）が記憶されたら、各軸の時系列情報毎にローパスフィルタを施し、低周波数成分を抜き出す。そして、時刻 t における各軸の低周波数成分 G_i ($i = x, y, z$) から全体のノルム $G(t)$ を (1) 式により算出する。

$$G(t) = \sqrt{G_x(t)^2 + G_y(t)^2 + G_z(t)^2} \quad \dots (1)$$

この $G(t)$ は、ロボット装置 1 を抱き上げた際に、図 1 3 に示すような特性を示す。すなわち、一旦、 $G(t)$ が通常時 G_0 の値より減少し、その後、急激に通常値 G_0 を上回り、最後に通常値 G_0 に落ち着く。このような $G(t)$ の変化を検出することによりロボット装置 1 が抱き上げられたことを検出することができる。具体的には、以下のようにして抱き上げを検出する。

(2) 式で算出される値が、ある閾値（第 1 の閾値）以上になる時刻 T_0 と、その時刻 T_0 の時の $G(t)$ （以下、 G_1 という。）とを先ず記憶する。ここで、 G_0 は通常値であり、通常、9.8（重力加速度）である。

$$\Delta G_1 = G_0 - G(t) \quad \dots (2)$$

そして、時刻 T_0 から所定の時間 ΔT 内に、(3) 式により値を算出する。

$$\Delta G_2 = G(t) - G_1 \quad \dots (3)$$

この(3)式で与えられる ΔG_2 がある閾値(第2の閾値)以上になったとき、抱き上げられたとして検出することができる。

なお、このようなにして自己の状態を検出する場合においても、地面との接触状態を検出する検出手段の検出結果を参照できることはいうまでもない。

産業上の利用可能性

本発明によれば、加速度センサ及び／又はジャイロセンサによって加速度及び／又は回転角速度を検出し、検出された信号を時系列的に時系列信号として記憶し、記憶された時系列信号から特定情報を算出し、算出された特定情報から自己の状態を認識し、認識された自己の状態に基づいてロボット装置の行動を制御することによって、容易に傾斜面の移動や回転運動の自らの状況について認識して自ら行動することができるロボット装置及びその制御方法を実現できる。

またこれに加えて、認識した自己の状態が持ち上げられた状態であった場合には、外部に作用する所定の可動部の動作を停止するようにしたことにより、外部に作用する可動部が動作することに起因するユーザの怪我の発生を未然に防止することができ、かくして安全性を向上させ得るロボット装置及びその制御方法を実現できる。

請求の範囲

1. 加速度センサ及び／又はジャイロセンサによって加速度及び／又は回転角速度を検出する検出手段と、

上記検出手段で検出された信号を時系列的に時系列信号として記憶する記憶手段と、

上記記憶手段に記憶された時系列信号から特定情報を算出する算出手段と、

上記算出手段で算出された特定情報から自己の状態を認識する認識手段と、

上記認識手段に認識された上記自己の状態に基づいて行動を出力する出力手段と

を備えたことを特徴とするロボット装置。

2. 上記算出手段は、上記時系列信号から分散値を算出し、

上記認識手段は、上記算出手段で算出された分散値に基づいて自己の状態を認識することを特徴とする請求の範囲第1項記載のロボット装置。

3. 上記算出手段は、上記時系列信号にデジタルフィルタをかけて特定の周波数成分を算出し、

上記認識手段は、上記算出手段で算出された周波数成分に基づいて自己の状態を認識することを特徴とする請求の範囲第1項記載のロボット装置。

4. 上記出力手段は、上記認識手段が認識した上記自己の状態が持ち上げられた状態であった場合には、外部に作用する所定の可動部の動作を停止させることを特徴とする請求の範囲第1項記載のロボ

ット装置。

5. 上記出力手段は、上記認識手段が認識した上記自己の状態が持ち上げられた状態であった場合には、外部記憶手段に対する各種情報の読み書きを停止することを特徴とする請求の範囲第1項記載のロボット装置。

6. 上記出力手段は、上記認識手段が認識した上記自己の状態が持ち上げられた状態であった場合には、姿勢をユーザが抱きかかえ易い所定の姿勢に遷移させることを特徴とする請求の範囲第1項記載のロボット装置。

7. 地面との接触状態を検出する接触状態検出手段を備え、

上記認識手段は、上記接触状態検出手段の検出結果に基づいて自己の状態を認識することを特徴とする請求の範囲第1項記載のロボット装置。

8. 加速度センサ及び／又はジャイロセンサによって加速度及び／又は回転角速度を検出する第1のステップと、

上記検出により得られた信号を時系列的に時系列信号として記憶する第2のステップと、

上記記憶した時系列信号から特定情報を算出する第3のステップと、

上記算出した特定情報から自己の状態を認識する第4のステップと、

上記認識した自己の状態に基づいてロボット装置の行動を制御する第5のステップと

を有することを特徴とするロボット装置の制御方法。

9. 上記第3のステップでは、上記記憶した時系列信号から上記特

定情報として分散値を算出し、

上記第4のステップでは、上記算出した分散値に基づいて上記自己の状態を認識することを特徴とする請求の範囲第8項記載のロボット装置の制御方法。

10. 上記第3のステップでは、上記記憶した時系列信号にデジタルフィルタをかけることによって上記特定情報として特定の周波数成分を算出し、

上記第4のステップでは、上記算出した周波数成分に基づいて上記自己の状態を認識することを特徴とする請求の範囲第8項記載のロボット装置の制御方法。

11. 上記第5のステップでは、上記認識した自己の状態が持ち上げられた状態であった場合には、上記ロボット装置の外部に作用する所定の可動部の動作を停止することを特徴とする請求の範囲第8項記載のロボット装置の制御方法。

12. 上記第5のステップでは、上記認識した自己の状態が持ち上げられた状態であった場合には、外部記憶手段に対する各種情報の読み書きを停止することを特徴とする請求の範囲第8項記載のロボット装置の制御方法。

13. 上記第5のステップでは、上記認識した自己の状態が持ち上げられた状態であった場合には、上記ロボット装置の姿勢をユーザが抱きかかえ易い所定の姿勢に遷移させることを特徴とする請求の範囲第8項記載のロボット装置の制御方法。

14. 上記第4のステップでは、地面との接触状態を検出して、その検出結果に基づいて自己の状態を認識することを特徴とする請求の範囲第8項記載のロボット装置の制御方法。

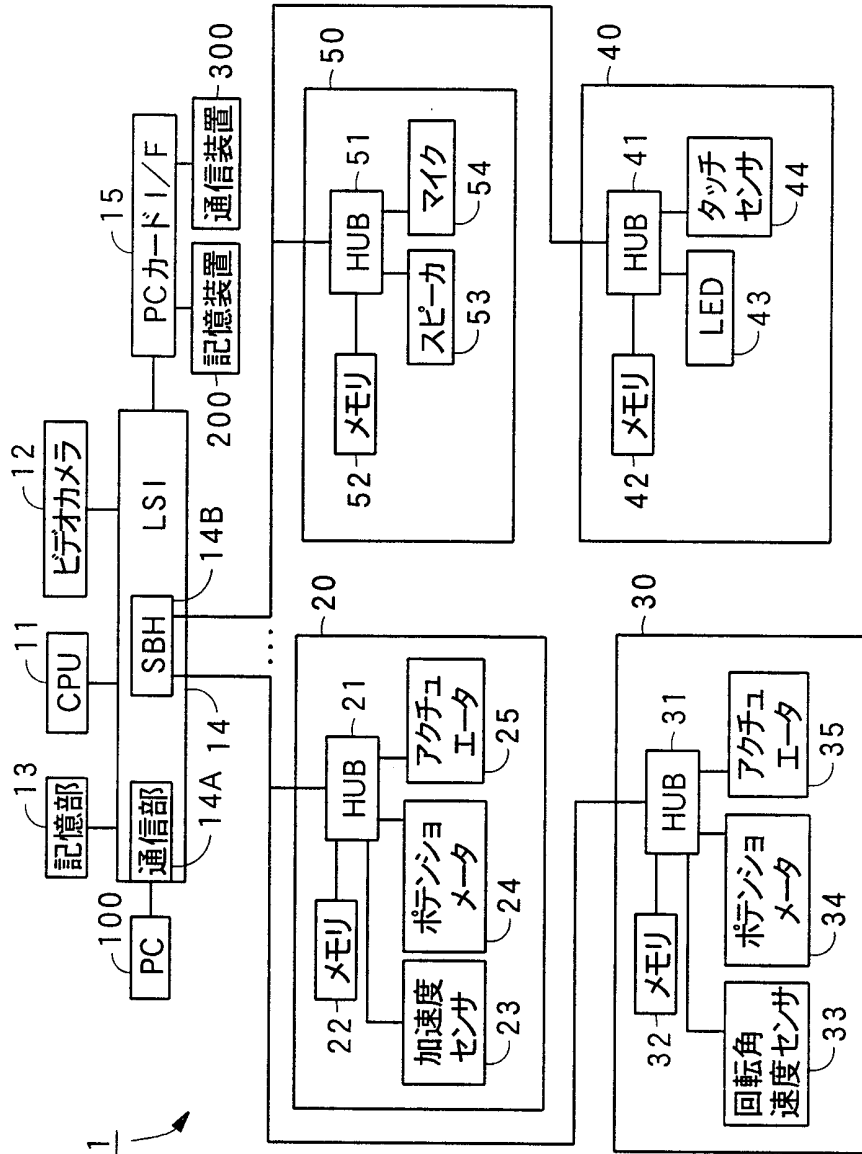


図 1

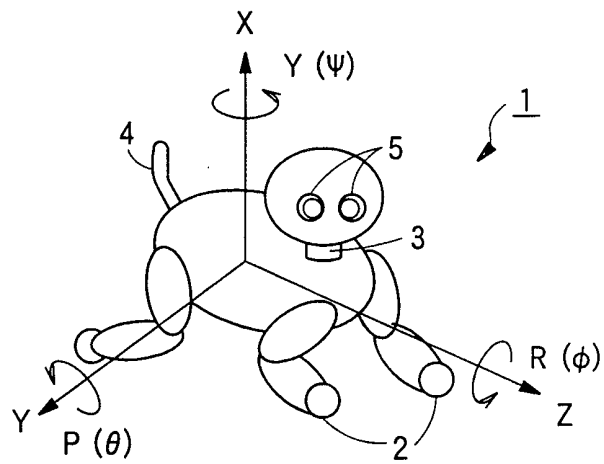


图 2

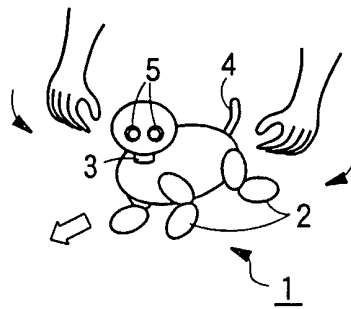


图 3

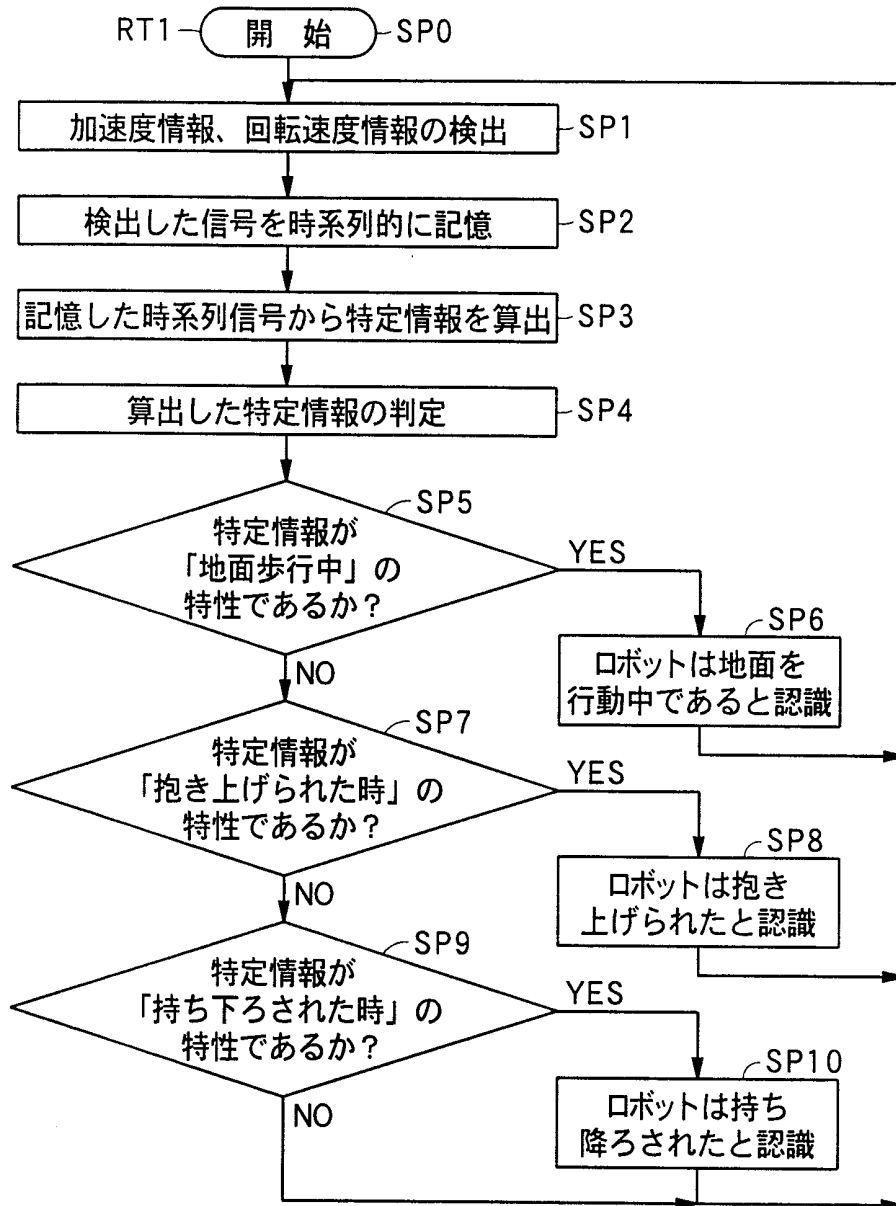


図 4

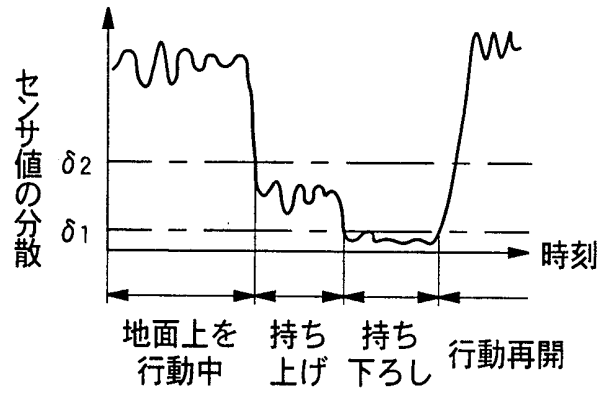


図 5

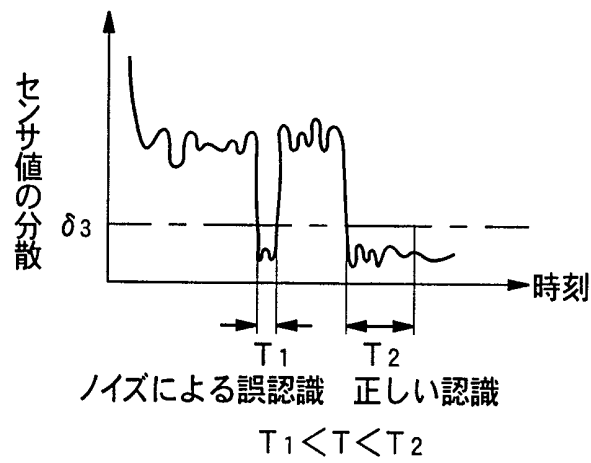


図 6

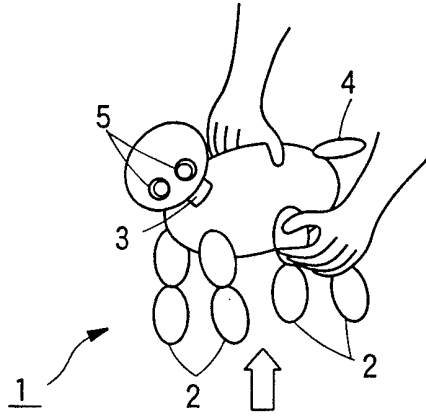


图 7

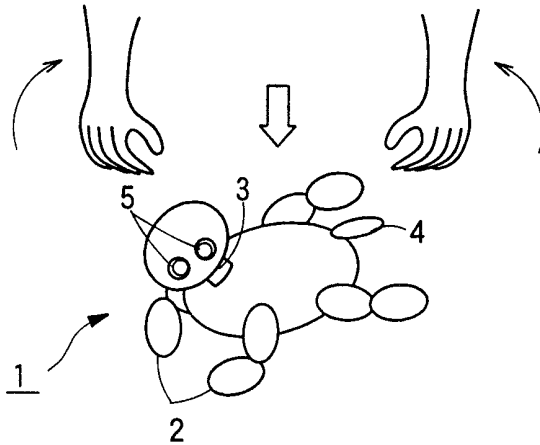


图 8

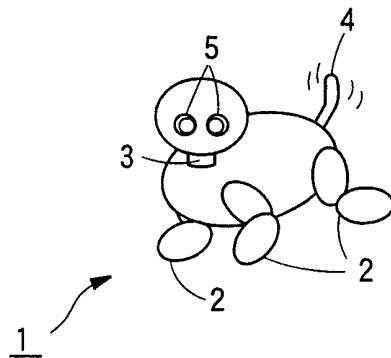


图 9

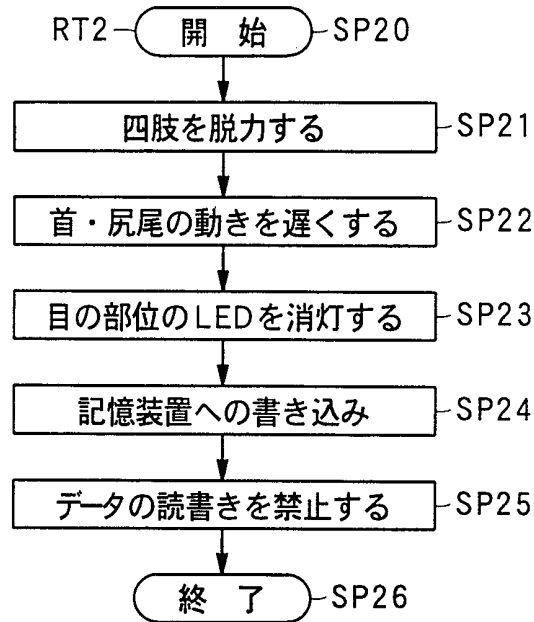


図 10

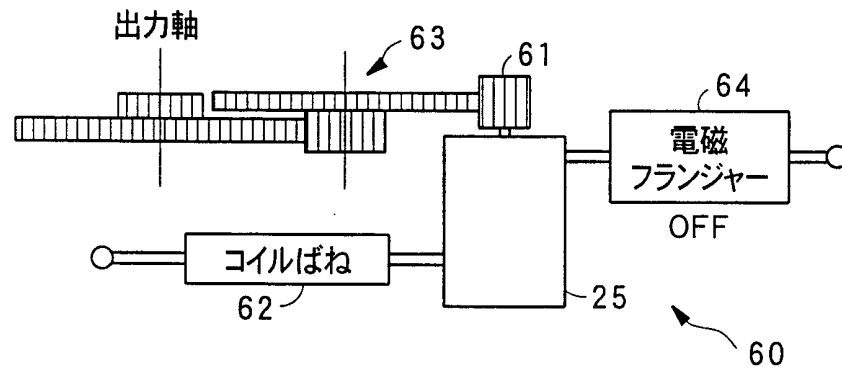


図 11 (A)

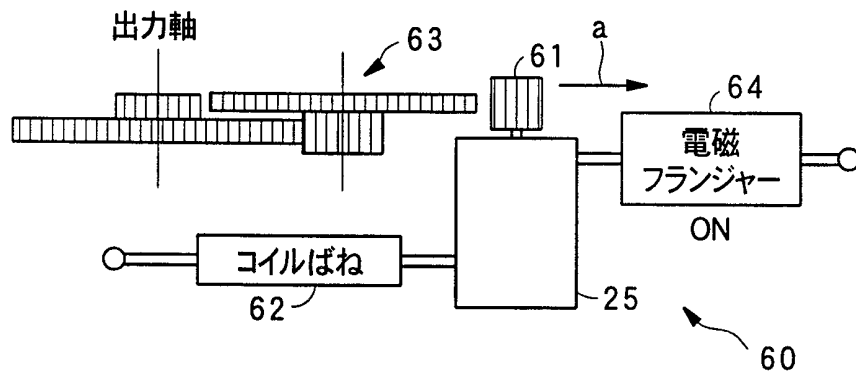


図 11 (B)

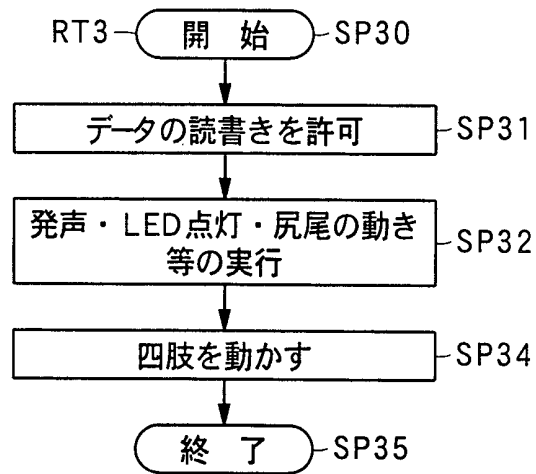


図 12

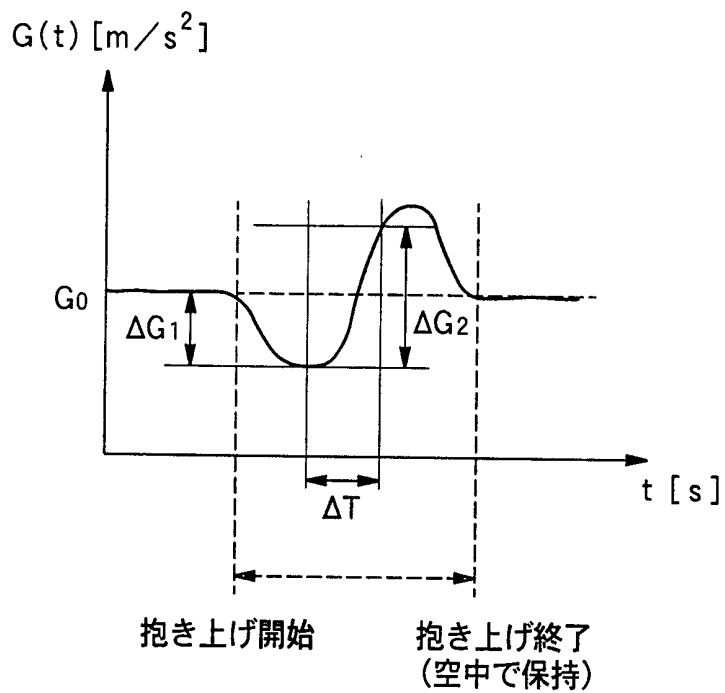


図 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/06588

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl⁷ B25J13/08, B25J13/00, B25J5/00</p>										
<p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>										
<p>B. FIELDS SEARCHED</p>										
<p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl⁷ B25J13/08, B25J13/00, B25J5/00</p>										
<p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:33%;">Jitsuyo Shinan Koho</td> <td style="width:33%;">1920-2000</td> <td style="width:33%;">Jitsuyo Shinan Toroku Koho</td> <td style="width:33%;">1996-1996</td> </tr> <tr> <td>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1971-2000</td> <td>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1994-2000</td> </tr> </table>			Jitsuyo Shinan Koho	1920-2000	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-1996	Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2000	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2000
Jitsuyo Shinan Koho	1920-2000	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-1996							
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2000	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2000							
<p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JICST</p>										
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p>										
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.								
Y	JP, 10-149445, A (Image Joho Kagaku Kenkyusho), 02 June, 1998 (02.06.98), page 5, Column 7, line 40 to Column 8, line 46; Fig. 10 (Family: none)	1-14								
Y	EP, 816986, A (HITACHI LTD), 07 January, 1998 (07.01.98), Claims; Fig. 1 & JP, 10-113343, A	1-14								
Y	JP, 7-311082, A (OMRON CORPORATION), 28 November, 1995 (28.11.95), page 6, Column 10, lines 16 to 25; Fig. 1 (Family: none)	2,9								
Y	JP, 5-318348, A (Kobe Steel, Ltd.), 03 December, 1993 (03.12.93), Claims; Fig. 1 (Family: none)	6,13								
Y	JP, 5-169378, A (Hitachi, Ltd.), 09 July, 1993 (09.07.93), page 3, Column 4, line 28 to page 4, Column 5, line 32; Fig. 1 (Family: none)	7,14								
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>										
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%;"> "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 </td> <td style="width:50%;"> "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 </td> </tr> </table>			"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						
"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									
<p>Date of the actual completion of the international search 21 February, 2000 (21.02.00)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 14 March, 2000 (14.03.00)</p>								
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office</p>		<p>Authorized officer</p>								
<p>Facsimile No.</p>		<p>Telephone No.</p>								

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/06588

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 10-217174, A (Sony Corporation), 18 August, 1998 (18.08.98), Claims; Fig. 1 (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int. Cl⁷ B25J13/08, B25J13/00, B25J5/00

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. Cl⁷ B25J13/08, B25J13/00, B25J5/00

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 1920-2000年
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996-1996年
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年

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

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
Y	JP, 10-149445, A (財団法人イメージ情報科学研究 所), 2. 6月. 1998 (02. 06. 98), 第5頁第7欄第 40行-第8欄第46行, 第10図, (ファミリーなし)	1-14
Y	EP, 816986, A (HITACHI LTD), 7. 1月. 1998 (07. 01. 98), 特許請求の範囲, 第1図, & JP, 10 -113343, A	1-14
Y	JP, 7-311082, A (オムロン株式会社), 28. 11 月. 1995 (28. 11. 95), 第6頁第10欄第16行-第 25行, 第1図, (ファミリーなし)	2, 9
Y	JP, 5-318348, A (株式会社神戸製鋼所), 3. 12 月. 1993 (03. 12. 93), 特許請求の範囲, 第1図, (ファミリーなし)	6, 13

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」 国際出願日前の出願または特許であるが、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 21. 02. 00
 国際調査報告の発送日 14.03.00

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 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)
 森川 元嗣
 電話番号 03-3581-1101 内線 3324

3C 9618

C (続き) . 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
Y	JP, 5-169378, A (株式会社日立製作所), 9. 7 月. 1993 (09. 07. 93), 第3頁第4欄第28行-第4 頁第5欄第32行, 第1図, (ファミリーなし)	7, 14
A	JP, 10-217174, A (ソニー株式会社), 18. 8 月. 1998 (18. 08. 98), 特許請求の範囲, 第1図, (ファミリーなし)	1-14