

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3942586号

(P3942586)

(45) 発行日 平成19年7月11日(2007.7.11)

(24) 登録日 平成19年4月13日(2007.4.13)

(51) Int. Cl.	F I			
B 2 5 J 13/08 (2006.01)	B 2 5 J 13/08			Z
A 6 3 H 11/00 (2006.01)	A 6 3 H 11/00			Z
B 2 5 J 5/00 (2006.01)	B 2 5 J 5/00			A
B 2 5 J 19/02 (2006.01)	B 2 5 J 19/02			
G O 1 L 5/00 (2006.01)	G O 1 L 5/00			Z

請求項の数 9 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2003-402462 (P2003-402462)	(73) 特許権者	393031586
(22) 出願日	平成15年12月2日(2003.12.2)		株式会社国際電気通信基礎技術研究所
(65) 公開番号	特開2005-161450 (P2005-161450A)	(74) 代理人	100090181
(43) 公開日	平成17年6月23日(2005.6.23)		弁理士 山田 義人
審査請求日	平成17年4月22日(2005.4.22)	(72) 発明者	官下 敬宏
	(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願(平成15年度通信・放送機構、研究テーマ「超高速知能ネットワーク社会に向けた新しいインタラクション・メディアの研究開発」に関する委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの)		京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
		(72) 発明者	石黒 浩
			京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
		審査官	大山 健
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コミュニケーションロボット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

感度可変に設けられる圧電センサ、

前記圧電センサの感度を変更して静電容量を計測する近接センサまたは圧力を計測する圧力センサとして前記圧電センサを機能させる変更手段、および

前記近接センサまたは前記圧力センサとして検知した検知情報に応じて動作を制御する動作制御手段を備える、コミュニケーションロボット。

【請求項2】

前記動作制御手段は、前記近接センサとして検知した検知情報に基づいて接近または接触が検知されたとき、接近または接触を検知していないときと異なる動作を実行させる、請求項1記載のコミュニケーションロボット。

【請求項3】

前記動作制御手段は、前記近接センサとして検知した検知情報に基づいて接近が検知されたとき、動作速度を小さくする、請求項2記載のコミュニケーションロボット。

【請求項4】

前記動作制御手段は、前記近接センサとして検知した検知情報に基づいて接近が検知されたとき、動作軌道を変更する、請求項2または3記載のコミュニケーションロボット。

【請求項5】

前記変更手段は、前記近接センサとして検知した検知情報に基づいて接近または接触が検知されたとき、感度を変更して前記圧電センサを圧力センサとして機能させ、

10

20

前記動作制御手段は、前記圧力センサとして検知した検知情報に応じて動作を制御する、請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載のコミュニケーションロボット。

【請求項 6】

前記圧電センサは身振りで表現する際に動く部分に配置される、請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載のコミュニケーションロボット。

【請求項 7】

前記圧電センサは少なくとも頭、胴、肩、腕または手のいずれかに配置される、請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載のコミュニケーションロボット。

【請求項 8】

前記圧電センサは分散配置される、請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載のコミュニケーションロボット。 10

【請求項 9】

ロボット本体上に被せられる柔軟素材からなる皮膚をさらに備え、前記圧電センサは前記皮膚中に配置される、請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載のコミュニケーションロボット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明はコミュニケーションロボットに関し、特にたとえば、身振りや音声などの身体動作を用いて人間とコミュニケーションを図る、コミュニケーションロボットに関する。 20

【背景技術】

【0002】

この種の従来コミュニケーションロボットは、たとえば本件出願人による特許文献 1 および 2 等に開示される。このコミュニケーションロボットは、音声や所作によって人間とのコミュニケーションを図ろうとする相互作用指向のロボットであり、対話相手となる人間や障害となる物を認識すべく各種のセンサ類を備えている。この従来技術では、たとえば、足下の台車上のパネルなどに近接センサとして超音波距離センサが設けられて、人等との間の距離を計測してその接近が検知される。また、肩、上腕、前腕などの部位にタッチセンサ（接触センサ）が設けられ、人等と接触したことが検知される。 30

【特許文献 1】特開 2002 - 355783 号公報 [B25J13/00]

【特許文献 2】特開 2002 - 361584 号公報 [B25J13/08]

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし、ロボット体上のスペースは限られており、この限られたスペースに複数種類のセンサを設けねばならないので、近接センサも接触センサもそれぞれ別々の特定の箇所にしか設けることができなかつた。このため、上述の従来技術では、人や物自体のロボットへの接近は検知できるが、たとえば、人等がロボットのどの箇所に接触しようとしているのかを事前に検知することは困難であった。また、行動中に動かしているたとえば腕などの部位が人にぶつかりそうになっても、ぶつかりそうな箇所を検知することが同様に不可能であったので、回避することは困難であった。 40

【0004】

なお、たとえば人が触れる可能性のある箇所に近接センサを設けておけば、この特定箇所への接近を検知することは可能であるが、同じ箇所に接触センサを設けることができないので、当該箇所における接触状態を検知することができない。

【0005】

一方、上述の従来技術では、接触センサは非常に敏感なものが用いられていたが、特定箇所にしか設けられていないことと、情報がオン/オフの 2 値であることから、接触箇所を、たとえば強く握られたり、やさしくなでられたりしたというような、触覚で意思や気 50

持ちなどを伝える触行動の情報を取得することはできなかつたので、触行動に応じた触覚コミュニケーションを実行することができなかつた。この触覚コミュニケーションに対応するため、本件出願人は平成15年3月24日付で出願された特願2003-80106号において、タッチセンサに代えて圧力センサシートをたとえば全身に配置したコミュニケーションロボットを提案している。しかしながら、このロボットでも近接センサと圧力センサとが別々に設けられていたので、上述と同じような問題があった。

【0006】

したがって、従来技術では、触覚コミュニケーションにおいて、常に接触を検知してから対処するというような事後的で限定された行動しか実行することができなかつた。

【0007】

また、人などが接近して来て触れるという触行動における一連の動きを、別々の箇所に設けた別々の種類のセンサを用いて検知することは、上述のスペース面、またコスト面からも好ましいものではない。

【0008】

それゆえに、この発明の主たる目的は、人や物の接近を検知することができ、かつ、その後の接触状態を検知することができる、コミュニケーションロボットを提供することである。

【0009】

この発明の他の目的は、人や物の接近および接触の状態に応じて予測的に動作を制御できる、コミュニケーションロボットを提供することである。

【0010】

この発明のその他の目的は、センサの種類を低減できる、コミュニケーションロボットを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

請求項1の発明は、感度可変に設けられる圧電センサ、圧電センサの感度を変更して静電容量を計測する近接センサまたは圧力を計測する圧力センサとして圧電センサを機能させる変更手段、および近接センサまたは圧力センサとして検知した検知情報に応じて動作を制御する動作制御手段を備える、コミュニケーションロボットである。

【0012】

請求項1の発明では、コミュニケーションロボットは圧電センサを含み、変更手段は、この圧電センサの感度を変更して、静電容量を計測する近接センサまたは圧力を計測する圧力センサとして機能させる。つまり、このコミュニケーションロボットでは、変更手段によって、圧電センサの感度をたとえば状況に応じて動的に変更することによって、この圧電センサを近接センサまたは圧力センサの2種類のセンサとして使い分けることができる。そして、動作制御手段は近接センサまたは圧力センサとして検知した検知情報に応じて動作を制御する。たとえば、この圧電センサを近接センサとして機能させておくことによって、人や物などの近接状態を検知することができるので、接近を検知したことに応じてその後の接触を予測した動作、たとえば接触に適応するような動作や接触を回避するような動作などを実行できる。さらに、接近の検知の後に、変更手段によって圧電センサの感度を変更して圧力センサとして機能させた場合には、接近を検知したのと同じ箇所あるいは別の箇所における接触状態を検知することができるので、その接触状態に応じた動作を実行することができる。

【0013】

請求項2の発明は、請求項1に従属するコミュニケーションロボットであって、動作制御手段は、近接センサとして検知した検知情報に基づいて接近または接触が検知されたとき、接近または接触を検知していないときと異なる動作を実行させる。

【0014】

請求項2の発明では、動作制御手段は、近接センサとして機能する圧電センサによって人や物などの接近または接触が検知されたとき、その接近または接触を検知していないと

10

20

30

40

50

きとは異なる動作を実行させる。したがって、接近を検知したときには、その後の接触を予測してそれまでの動作とは異なった動作を実行することによって、たとえば接触に適応したりあるいは接触を回避したりすることができるし、接触を検知した場合にも同様に接触があったことに応じた適切な動作を実行することができる。

【 0 0 1 5 】

請求項3の発明は、請求項2に従属するコミュニケーションロボットであって、動作制御手段は、近接センサとして検知した検知情報に基づいて接近が検知されたとき、動作速度を小さくする。

【 0 0 1 6 】

請求項3の発明では、動作制御手段は、人や物などの接近が検知されたとき、動作速度を小さくする。したがって、たとえば、その人などと近くなるのを遅らせて、接触を回避するようにすることができるし、あるいは、接近した人の近辺に長く滞在して、相手にロボットに対するコミュニケーションのきっかけを与えることができる。

10

【 0 0 1 7 】

請求項4の発明は、請求項2または3に従属するコミュニケーションロボットであって、動作制御手段は、近接センサとして検知した検知情報に基づいて接近が検知されたとき、動作軌道を変更する。

【 0 0 1 8 】

請求項4の発明では、動作制御手段は、人や物などの接近が検知されたとき、動作軌道を変更する。したがって、たとえば、接近した人や物などから遠ざかるような方向に軌道を変更して、接触を回避することができる。

20

【 0 0 1 9 】

請求項5の発明は、請求項1ないし4のいずれかに従属するコミュニケーションロボットであって、変更手段は、近接センサとして検知した検知情報に基づいて接近または接触が検知されたとき、感度を変更して圧電センサを圧力センサとして機能させ、動作制御手段は、圧力センサとして検知した検知情報に応じて動作を制御する。

【 0 0 2 0 】

請求項5の発明では、変更手段は、近接センサとして機能する圧電センサによって接近または接触が検知されたとき、感度を変更して、圧電センサを圧力センサとして機能させる。そして、動作制御手段は、この圧力センサとして検知した検知情報に応じて動作を制御する。したがって、たとえば、人などの接近または接触に応じて、圧電センサの機能を近接センサから圧力センサに変更するので、その後の接触状態を検知することができ、その接触状態に応じた適切な動作を実行することができる。

30

【 0 0 2 1 】

請求項6の発明は、請求項1ないし5のいずれかに従属するコミュニケーションロボットであって、圧電センサは身振りで表現する際に動く部分に配置される。

【 0 0 2 2 】

請求項6の発明では、身振りで表現する際に動く部分に圧電センサが配置される。したがって、たとえば、変更手段によって圧電センサを近接センサとして機能させておけば、その身振りを実行している際にその動く部分が人などへ接近したことを検知することができるので、その相手と接触してしまうことを回避することができる。また、圧電センサを圧力センサとして機能するように感度を変更すれば、その部分に対しての接触状態も検知することができる。

40

【 0 0 2 3 】

請求項7の発明は、請求項1ないし6のいずれかに従属するコミュニケーションロボットであって、圧電センサは少なくとも頭、胴、肩、腕または手のいずれかに配置される。

【 0 0 2 4 】

請求項7の発明では、センサが少なくとも頭、胴、肩、腕または手のいずれかに配置されるので、配置した部分に対する人などの接近および接触の状態を検知することができる。また、接近された部分や接触された部分を把握して、それに応じた動作を実行すること

50

ができる。

【0025】

請求項8の発明は、請求項1ないし7のいずれかに従属するコミュニケーションロボットであって、圧電センサは分散配置される。

【0026】

請求項8の発明では、圧電センサが分散して配置されるので、配置されたそれぞれの部分に対する人などの接近および接触の状態を検知することができる。たとえば全身にわたって分散配置した場合には、全身へのさまざまな方向からの近接状態を検知することができるし、また、全身のさまざまな部分への接触状態を検知することができる。そして、接近された箇所や接触された箇所を把握して、それに応じた動作を実行することができる。たとえば、接近等を検知した圧電センサの配置された部分の高さの違いから相手の大きさなどを推定して、その大きさに応じた動作を実行することもできる。

10

【0027】

請求項9の発明は、請求項1ないし8のいずれかに従属するコミュニケーションロボットであって、ロボット本体上に被せられる柔軟素材からなる皮膚をさらに備え、圧電センサは皮膚中に配置される。

【0028】

請求項9の発明では、たとえば筐体などを含むロボット本体上に柔らかい皮膚が被せられ、この皮膚中に圧電センサが配置される。したがって、たとえば、この柔らかい皮膚を介した触行動における接近および接触の状態を検知することができるので、それに応じたコミュニケーションを行うことができる。また、相手に安心感を与えて親和性を高めることができるとともに、接触時の安全性も高めることができる。

20

【発明の効果】

【0029】

この発明によれば、圧電センサをその感度を動的に変化させることによって近接センサと圧力センサの2種類のセンサとして機能させることができるので、この1種類のセンサによって人などの接近を検知するとともに、接触後は接触の状態を検知することができる。したがって、接触を予測して、その予測に応じた動作を実行することができるし、接触後はその接触の状態に応じた動作を実行することができ、従来では不可能であった触覚を用いた新たなコミュニケーション行動を実行できる。また、センサの種類を低減することができ、スペース面やコスト面に資することができる。

30

【0030】

この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の実施例の詳細な説明から一層明らかとなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

図1を参照して、この実施例のコミュニケーションロボット(以下、単に「ロボット」ということがある。)10は、台車12を含み、この台車12の側面には、このロボット10を自律移動させる車輪14が設けられる。この車輪14は、車輪モータ(図4において参照番号「16」で示す。)によって駆動され、台車12すなわちロボット10を前後左右任意の方向に動かすことができる。なお、図示しないが、この台車12の前面には、衝突センサが取り付けられ、この衝突センサは、台車12への人間や他の障害物の接触を検知する。

40

【0032】

台車12の上には、人体状部18が直立するように取り付けられる。このロボット本体としての人体状部18の全身は、後に詳しく説明するように、柔軟素材からなる皮膚20によって覆われる。人体状部18は、たとえば鉄板のような筐体(図示せず)を含み、その筐体にコンピュータやその他必要なコンポーネントを収容している。そして、皮膚20は、その筐体上に被せられる。皮膚20の下の筐体の上部ほぼ中央にはマイク22が設けられる。このマイク22は、周囲の音声、特に人間の声を収集するためのものである。

50

【0033】

人体状部18は、右腕24Rおよび左腕24Lを含み、右腕24Rおよび左腕24Lすなわち上腕26Rおよび26Lは、それぞれ、肩関節28Rおよび28Lによって、胴体部分に変位自在に取り付けられる。この肩関節28Rおよび28Lは、3軸の自由度を有する。上腕26Rおよび26Lには、1軸の肘関節30Rおよび30Lによって、前腕32Rおよび32Lが取り付けられ、この前腕32Rおよび32Lには、手34Rおよび34Lが取り付けられる。これら右腕24Rおよび左腕24Lの各関節における各軸はここでは図示しないモータによってそれぞれ制御される。すなわち、右腕24Rおよび左腕24Lのそれぞれ4個のモータが、図4において、それぞれ右腕モータ36および左腕モータ38として表される。

10

【0034】

人体状部18の上部には首関節40を介して頭部42が、人間の頭と同様に俯仰・回転可能に取り付けられる。この3軸の首関節40は、図4に示す頭部モータ44によって制御される。頭部42の前面の「目」に相当する位置には2つの眼カメラ46が設けられ、この眼カメラ46は、ロボット10に接近した人間の顔や他の部分を撮影してその映像信号を取り込む。頭部42の前面の目カメラ46の下方にはスピーカ48が設けられる。このスピーカ48は、ロボット10がその周囲の人間に対して音声によってコミュニケーションを図るために用いられる。

【0035】

上で説明した人体状部18の胴体や頭部42および腕は上記したようにすべて柔軟な素材からなる皮膚20に覆われる。この皮膚20は、図2に示すように、下層のウレタンフォーム50と、その上に積層される比較的肉厚のシリコンゴム層52aおよび比較的肉薄のシリコンゴム層52bとを含む。そして、2つのシリコンゴム層52aおよび52bの間に、 piezoelectric sensor sheet 54 が埋め込まれる。この piezoelectric sensor sheet 54 は、たとえば米国 M S I 社製、株式会社東京センサ販売の piezoelectric film を用いる (<http://www.t-sensor.co.jp/PIEZ0/TOP/index.html>)。実施例のロボットに使用したのは A 4 サイズ (型番: 200 x 140 x 28) の piezoelectric film を 1/2、1/3、1/4、1/6 の大きさにはさみでカットした piezoelectric sensor sheet である。

20

【0036】

この piezoelectric film は、圧電フィルム (たとえば P V D F (ポリビニリデンフルオロイド)) の両面に金属薄膜が形成された構造、つまり、圧電体が導体で挟まれた構造を有する。圧力等で変形すると両面金属薄膜間に piezoelectric charge を発生し、すなわち、電荷があらわれて電位差が生じる。また、帯電している物体が金属薄膜の片側に近付くと片側の薄膜側に電荷が集まるので、このときの電位差を読み取ることができれば静電容量を計測することができる。つまり、この piezoelectric sensor sheet 54 は、後述するように感度を制御することによって圧力センサおよび近接センサの2種類のセンサとして機能させることができる。

30

【0037】

実施例では、上述のように、発泡ウレタンとシリコンゴムとを使って皮膚20の柔らかさを得た。シリコンゴムだけである程度の厚みと柔らかさを得ようとする、重くなりすぎてエネルギー消費量が大きくなるだけでなく、裂傷に弱くなる。そこで、発明者等は、実験を重ねた結果、大まかな形と厚みはウレタンフォームで作り、その表面を約20mmのシリコンゴムで覆う形を採用することとした。そして、シリコンゴム層を2つにし、それらのシリコンゴム層52aおよび52bの間に、上述の piezoelectric sensor sheet 54 を埋め込んだ。このとき、内側のシリコンゴム層52aを厚く (約15mm) し、表面側のシリコンゴム層52bを薄く (約5mm) した。このようにすると、ロボット10の振動や人間が表面を押ししたときに生じる高周波の振動をカットでき、なおかつフィルムが変形し易くなるので、圧力の計測が容易になる。つまり、シリコンゴム層の厚みはロボット10の構造やパワーによるが、なるべく薄く、しかし変形が伝わり易く、雑音となる振動が伝わり難いものが必要となる。また、この柔らかい皮膚を介して、人との間で触行動によるコ

40

50

コミュニケーションを行うことができるので、相手に安心感を与えて親和性を高めることができるし、触れたりぶつかったりした場合の人の怪我を防止して安全性も高めることができる。

【0038】

なお、皮膚20の素材は軟性素材であればよく、上述のものに限定されずたとえば他のゴム素材等でもよい。ただし、 piezofilmシートの表面金属薄膜が腐食しない材質である必要がある。また、皮膚20の厚み(各層の厚み)は、素材によって適宜変更され得る。

【0039】

上述の piezofilmシートすなわち皮膚センサ54は人体状部18の全身にわたって埋め込まれ、それによって、人間等が接触することによって皮膚20に加えられた圧力を圧覚情報として検知する。また、この piezofilmシート54では、検知の感度を上げると静電容量を計測することができるので、人間等の接近による静電容量の変化を非接触で計測してその近接状態を検知することもできる。そこで、この実施例では、図3に示すように、ロボット10の全身にわたって48枚の piezofilmシート501-548を埋め込んだ。埋め込み状況(場所)に関しては、人間に触られやすい部位、たとえば頭頂や肩それに腕(手を含む)には、圧力を正確かつ確実に検知できるように、隙間なく piezofilmシートを埋め込み、あまり触られることを想定していない部位たとえば背中や足あるいは脇腹には許容できる隙間を持って piezofilmシートを埋め込んだ。それによって、検出精度と製造コストとのトレードオフを解決した。なお、これら48枚の piezofilmシート501-548は、場合によっては、参照番号54で区別なしに示されることがあることに留意されたい。

【0040】

図1に示すロボット10の電気的構成が図4のブロック図に示される。図4に示すように、このロボット10は、全体の制御のためにマイクロコンピュータまたはCPU56を含み、このCPU56には、バス58を通して、メモリ60、モータ制御ボード62、センサ入力/出力ボード64およびサウンド入力/出力ボード66が接続される。

【0041】

メモリ60は、図示しないが、ROMやHDD、RAMを含み、ROMやHDDにはこのロボット10の制御プログラムが予め書き込まれているとともに、スピーカ48から発生すべき音声または声の音声データや、所定の身振りを行うための各関節軸の角度制御データなどが格納されている。RAMは、一時記憶メモリとして用いられるとともに、ワーキングメモリとして利用される。

【0042】

モータ制御ボード62は、たとえばDSP(Digital Signal Processor)で構成され、各腕や頭部などの各軸モータを制御する。すなわち、モータ制御ボード62は、CPU56からの制御データを受け、右肩関節28Rの3軸のそれぞれの角度を制御する3つのモータと右肘関節30Rの1軸の角度を制御する1つのモータとの計4つのモータ(図4ではまとめて、「右腕モータ」として示す。)36の回転角度を調節する。また、モータ制御ボード62は、左肩関節28Lの3軸と左肘関節30Lの1軸、計4つのモータ(図4ではまとめて、「左腕モータ」として示す。)38の回転角度を調節する。モータ制御ボード62は、また、頭部42の3軸のモータ(図4ではまとめて、「頭部モータ」として示す。)44の回転角度を調節する。そして、モータ制御ボード62は、車輪14を駆動する2つのモータ(図4ではまとめて、「車輪モータ」として示す。)16を制御する。

【0043】

なお、この実施例の上述のモータは、車輪モータ16を除いて、制御を簡単化するためにそれぞれステップモータまたはパルスモータであるが、車輪モータ16と同様に、直流モータであってよい。

【0044】

センサ入力/出力ボード64も、同様に、DSPで構成され、各センサやカメラからの

10

20

30

40

50

信号を取り込んでCPU56に与える。すなわち、図示しない衝突センサの各々からの接触に関するデータがこのセンサ入力/出力ボード64を通して、CPU56に入力される。また、眼カメラ46からの映像信号が、必要に応じてこのセンサ入力/出力ボード64で所定の処理が施された後、CPU56に入力される。

【0045】

このセンサ入力/出力ボード64は、さらに、図5に示すように、複数(実施例では12枚)の基板68, 68...を含み、各基板68には、それぞれ1つのPICマイコン70が設けられる。PICマイコン70はたとえばASICで構成され、同じく基板68に設けられたA/D変換器72からの電圧データ(たとえば10ビット)をビット直列信号として出力する。

10

【0046】

piezosenサシート54は、図5に示すように piezofilm74を電極ないし導体76aおよび76bで挟んだものであり、圧力が加えられるとその piezofilm74が電圧を発生し、その電圧が2つの導体76aおよび76b間に現れる。ただし、このとき発生される電圧は電位は高いが電流が微弱なため、この発生電圧をそのまま長いケーブルでコンピュータ56(図4)に取り込むことは、ノイズが多く乗ってしまうので難しい。そこで、この実施例では、図5に示す基板68を piezosenサシート54に近い位置に配置し、その中に高インピーダンスの読み取り装置、すなわちA/D変換器72を配置し、このA/D変換器72で変換した電圧値をPICマイコン70で読み取ってシリアル信号として出力し、それをCPU56へ送るようにした。なお、 piezofilmシートの電極の配置の一例として、導体76aは皮膚20の表面側に配置され、導体76bは筐体側に配置される。

20

【0047】

A/D変換器72は、実施例では4チャンネル10ビットのものを用いた。したがって、1つの基板68が4つの piezosenサシート54を受け持つことができる。基板68には、4つの piezosenサシート54のために4対の端子78aおよび78bが設けられ、それぞれに電極76aおよび76bが接続される。端子78aおよび78b間にはノイズ除去用コンデンサ80や抵抗Rが接続されている。コンデンサ80および抵抗Rの端子78a側の一方端はオペアンプ82の一方(+)側の入力に接続され、コンデンサ80および抵抗Rの端子78b側の他方端は接地される。また、オペアンプ82の(-)側入力は抵抗R1を介して接地される。そして、オペアンプ82の(-)側の入力とオペアンプ82の出力側とを結ぶ帰還回路には、その抵抗を可変にするためにたとえば複数の抵抗R21、R22、...R2nおよびマルチプレクサ84を含む回路が設けられる。

30

【0048】

この基板68では、端子78aおよび78b間に与えられた piezosenサシート54からの電圧は、ノイズ除去された後、オペアンプ82によって電流増幅され、上述のA/D変換器72の1つのチャンネルに入力される。また、複数の抵抗R21~R2nおよびマルチプレクサ84等によって、オペアンプ82の増幅率が動的に調整され、したがって、 piezosenサシート54の感度が動的に可変にされる。具体的には、マルチプレクサ84は、コンピュータ56によって直接、あるいはコンピュータ56の命令を受けたPICマイコン70によって制御され、抵抗R21~R2nのどれを回路と繋ぐかを制御し、これによって piezosenサシート54の感度の変更される。そして、この piezosenサシート54は、通常の感度の場合には圧力を計測する圧力センサとして機能し、感度を上げた場合には静電容量を計測する非接触型の近接センサとして機能する。

40

【0049】

なお、この図5では分かり易くするために1つの piezosenサシート54だけが示されるが、他の piezosenサシート54およびそれに関連する回路も同様に構成されるものである。また、複数の抵抗R21~R2nおよびマルチプレクサ84は一例であり、オペアンプ82の増幅率を調整する可変抵抗回路は適宜変更され得る。

【0050】

50

発明者等は、帰還回路の抵抗値について、静電容量を測るために十分な抵抗値は、たとえば330k程度(増幅率は約330倍)であることを確認している。つまり、抵抗R1が1kであり、帰還回路の抵抗が330kであるときは、当該ピエゾセンサシート54を近接センサとして使用することができる。そこで、一例としては、帰還回路に設ける可変抵抗の範囲が0~500k程度まで変化するものであれば十分な機能を発揮できる。この可変抵抗をたとえば図5のように離散的に複数のR2nとして構成する場合には、これらR2nを一例として0, 10k, 50k, 100k, 500kとしておけばよい。この場合には、500kを選択したときに近接センサとして機能し、他の抵抗を選択したときに圧力センサとして機能する。

【0051】

上述のように人体状部18の皮膚20中には48個のピエゾセンサシート54が全身にわたって埋め込まれているが、それらをすべてロボット制御用のCPUないしコンピュータ56で読み取ろうとすると、ノイズを拾い易いだけでなく、コンピュータのA/Dポートを非常に多く必要としてしまい、現実的ではない。そこで、上述のように読み取り装置(基板68、A/D変換器72)をピエゾセンサシート54の近傍に分散配置し、それぞれの出力を1本のシリアルケーブル、たとえばRS232C(商品名)で繋いだ、いわゆるデジチェーンを形成した。したがって、図5に示す1つの基板68のPICマイコン70から出力されたビットシリアル信号は、次段の基板68のPICマイコン70のシリアル入力ポートに与えられる。当該次段のPICマイコン70は、前段のPICマイコン70から送られてきたデータに自分が担当するA/D変換器72から読み込んだデータを加えて、ビット直列信号として出力する。したがって、コンピュータ56は、1つのシリアルポートで全身のピエゾセンサシート54からの検知情報を取り込めるようになっている。

【0052】

なお、各PICマイコン70から出力される検知データは、図3に示す48個のピエゾセンサシート501-548のどれであることを示す識別子と、圧力値または静電容量に関する情報とを含むので、コンピュータ56は、どの(部位の)ピエゾセンサシート54がどの程度の圧力を受けているかを容易に特定できるし、あるいは、どの(部位の)ピエゾセンサシート54が接近を受けたかを容易に特定できる。

【0053】

具体的には、コンピュータ56は、たとえば50msecの周期で、ビットシリアルデータを出力する最終段のPICマイコン70にポーリングをかけ、50msec周期ですべてのピエゾセンサシート501-548の検知データを読み取ることができる。検知データは、A/D変換器72(図5)からはたとえば正負32段階、合計64段階で出力される。つまり、10ビットのうち下位4ビットはノイズ成分として捨て、上位6ビットのデータだけが各PICマイコン70(図5)から出力される。

【0054】

そして、コンピュータ56は、ピエゾセンサシート54が圧力センサとして機能している場合には、この圧力センサとして検知した64段階のデータを用いて、たとえば触られ方の強弱、押された状態の持続時間または電圧変化の波形の周波数(圧力変化の周波数)などの接触状態を計測することができる。触られ方の強弱によってたとえば「ひどく叩かれたか」、「軽く叩かれたか」、「やさしく手を置かれたか」、「軽く触られたか」などを判断することができ、持続時間によってたとえば「叩かれたか」、「押されたか」などの継続状態を判断することができ、圧力変化の周波数によってたとえば「叩かれているのか」、「なでられているのか」、「くすぐられているのか」という触られ方の種類を判断することができる。このような接触状態に応じた動作の制御は、本件出願人が平成15年3月24日付けで出願した特願2003-80106号にも詳細に開示されるので参照されたい。また、この圧力センサモードにおいてもたとえばロボット10の行動パターンに応じて感度を適宜変化させることによって、接触状態をより詳細に検知することもできる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

また、 piezo センサシート 5 4 の感度を高感度に変更して近接センサとして機能させた場合には、コンピュータ 5 6 は、この近接センサとして検知したデータを用いて、つまり、この検知データの変化（静電容量の変化）を捉えることによって、人や物の接近状態を計測することができるし、また接触があったことも検知することができる。

【 0 0 5 6 】

図 4 に戻って、スピーカ 4 8 にはサウンド入力 / 出力ボード 6 6 を介して、CPU 5 6 から、合成音声データが与えられ、それに応じて、スピーカ 4 8 からはそのデータに従った音声または声が出力される。また、マイク 2 2 からの音声入力、サウンド入力 / 出力ボード 6 6 を介して、CPU 5 6 に取り込まれる。

10

【 0 0 5 7 】

この実施例のロボット 1 0 は、ロボット 1 0 の行動パターンや状況に応じて皮膚センサ（圧電センサ）5 4 の感度を動的に変更することによって、この皮膚センサ 5 4 を近接センサまたは圧力センサとして使い分け、その検知データに基づいて状況に応じたコミュニケーション行動を実行することができる。

【 0 0 5 8 】

たとえば、最初に piezo センサシート 5 4 の感度を上げておくことによって、当該 piezo センサシート 5 4 を、静電容量を計測する非接触型の近接センサとして機能させておく。そして、皮膚センサ 5 4 に反応があって人や物の接近または接触を検知したとき、ロボット 1 0 はその接近または接触に応じて、それまでの接近または接触を検知していないときの動作とは異なる所定の動作を実行する。

20

【 0 0 5 9 】

高感度状態の皮膚センサ 5 4 に反応があるということは、近くに人や物が存在するということであるので、たとえば移動中であれば、その後の接触が予測される。この実施例では、上述のように複数の piezo センサシート 5 4 を頭、胴、肩、腕または手など全身に分散して配置したので全身へのいろいろな方向からの近接状態を検知することができる。そこで、たとえば、速度を落としたりすること等によって、より近くなるのを遅らせて、安全性を確保することができるし、また、相手の近くにより長く滞在することで相手に声を掛け易くしてコミュニケーションのきっかけを与えることができる。さらに、進行方向に反応がある場合には、移動方向を変えることによって接触を回避して安全性を高めることができる。

30

【 0 0 6 0 】

また、たとえば待機中であれば、近くに人や動く物が存在していて接触しようとしている状態であるので、その気配を感じる場所や方向を見る動作は、人にとって自然なものとなる。また、相手がいきなり触った場合には皮膚センサ 5 4 の反応が振り切れて最大値を示すか所定の閾値を超えるので、ロボット 1 0 は人の反応として自然な驚きの仕草を見せてから、皮膚センサ 5 4 の感度を下げてコミュニケーションを開始することができる。また、恐る恐るロボット 1 0 に接してはなかなか触ろうとせずコミュニケーションのきっかけを掴めないような相手に対しては、たとえば触っても大丈夫であることを話し掛けて、コミュニケーションを促すことができる。

40

【 0 0 6 1 】

また、コミュニケーション行動中には、ロボット 1 0 と人は、基本的に近距離でコミュニケーションを図ることとなり、ロボット 1 0 と人がぶつかる機会が増加する。特に体を使って身振り（ジェスチャ）で表現を行う場合、この実施例では腕 2 4 R および 2 4 L の部分を頻繁に動かすが、従来技術のようにタッチセンサしか付いていない場合には相手にぶつかるまで分からなかった。つまり、従来技術では、たとえば、握手行動時にはロボットは手を相手に向かって差し出すが、このとき相手との距離がうまく測れていない場合には差し出す途中でぶつかってしまう。また、バイバイ行動（「バイバイ」と発話しながら手を振る）の場合にも同様に手を振っているときにぶつかってしまう。また、抱っこ行動（腕を広げて相手が近寄ってきたら「大好き」と抱きつく）の場合には、腕を広げると

50

きに横に居る人などにぶつかってしまう。

【0062】

しかし、この実施例のように、この動かす部分において圧力センサと同じ場所に近接センサがある場合には、つまり、圧力センサが近接センサとして機能していれば、ぶつかる前にぶつかる危険を検知することができる。そこで、コミュニケーション行動中に頻繁に動かす部分（この実施例では腕）の感度を高くしておけば、その部分の皮膚センサ54に反応があったとき、その部分の動作速度を落としたり、または動作軌道を変更したりすることによって、接触の危険を回避することができる。そして、たとえば回避軌道で動作しているときに反応がなくなって安全が確保されたのを確認してから動作を元に戻すことができる。

10

【0063】

また、ロボット10は、皮膚センサ54を近接センサとして機能させていた場合において人や物の接近または接触を検知したとき、皮膚センサ54の感度を下げることによって、当該皮膚センサ54を圧力センサとして機能させて、その後人や物が実際に接触した状態を計測することができ、その接触状態に応じた所定の動作を実行する。

【0064】

たとえば、握手行動の際には、皮膚センサ54に反応があったとき、相手が握ろうとしている場所を実際に握手する前に把握することができるので、握手動作をその相手の動作に適応させることができる。なお、差し出した腕以外の部分に配置された皮膚センサ54に反応があった場合には、相手が握手に応じてくれていないことが事前に把握できるので、それに適した動作を実行できる。このように、接近や接触を検知した部分を把握して、その部分部分に応じた適切な動作を実行できる。さらに、反応のあった場所の皮膚センサ54の感度を下げて圧力センサとして機能させて圧力の強弱を計測することによって、握手中に相手がどの程度の力で握っているかが分かるので、たとえば相手が手を離そうとしているのかどうかを検出することができ、その相手の動作に合わせて握手動作を終わらせることができる。

20

【0065】

また、たとえば抱っこ行動の際には、全身に分散配置した皮膚センサ54を高感度にしておくことによって、視覚を使わなくても、皮膚センサ54の配置部分（高さ）の違いに基づいて、相手のある程度の大きさを、接触する前に推定することができる。つまり、この実施例のロボット10はたとえば100cm前後の体高であるが、相手が大人等で大きい場合には、その相手は腕をロボット10の肩の部分に接触するようにして抱っこしようとするのが予期される。一方、相手が子供等で小さい場合には、その相手は腕をロボット10の腹回りに回して抱っこしようとするのが予期される。したがって、たとえば肩周辺の皮膚センサ54に反応がある場合にはその相手は大きく、一方、たとえば肩周辺の皮膚センサ54に反応がないが下腹部あたりの皮膚センサ54に反応がある場合にはその相手は小さいということが分かる。そして、この反応のあった部分の違いに適した動作を実行することができる。たとえば相手が大きい場合には甘えるように強く抱きつき、相手が小さい場合には力を加えずに優しく抱っこするというように、その相手に応じて動作と発話を異ならせて、相手に適した動作を実行することができる。そして、この抱きつき動作の際には、圧力センサによって圧力の強弱および持続時間等の接触状態を計測することによって、どの程度の力で抱きついているのかが分かるので、強く抱きついたり、あるいは優しく触れる程度に抱きついたりすることができる。

30

40

【0066】

この実施例によれば、ピエゾセンサシート54の感度を上げておくことで近接センサとして使用して、コミュニケーションの際に人や物の接近に応じて適応的に動作したり危険を回避したりするなど、予測的に動作を制御することができる。さらに、実際に触れられる状況では、感度を下げて圧力センサとして使用することで、接近のあったのと同じ場所における圧力センシングを行って、その接触状態に応じた動作を実行することができる。このように、近接センサと接触センサとを別々に設けた従来技術では不可能であった新た

50

な触覚コミュニケーションを実現することができる。また、ピエゾセンサシート54を感度に応じて近接センサまたは圧力センサの2種類のセンサとして機能させることができるので、センサの種類を低減することができ、スペース面やコスト面に資することができる。

【0067】

幾つかの具体的な動作を、以下、対応するフロー図を参照して説明する。ただし、いずれの動作も単なる一例であることを予め指摘しておく。

【0068】

図6に示すフロー図は、ロボット10が「パトロール行動」（周囲を動き回り警備しているふりをする）を実行する場合の動作の一例を示す。

10

【0069】

図6の最初のステップS1では、CPU56は、センサ入力/出力ボード64に指示して、すべての皮膚センサ54の感度を高感度に変更し近接センサモードにする。

【0070】

なお、この実施例では、このように行動を開始するときに、皮膚センサ54を高感度に変更して近接センサとして機能させるようにしているが、皮膚センサ54は初期状態として高感度に設定し近接センサとして機能するように設定されていてもよい。

【0071】

次に、ステップS3で、メモリ60からこの「パトロール行動」を実行するためのプログラムおよびデータを読み出して「パトロール行動」を開始し、続くステップS5で、モータ制御ボード62を介して車輪モータ16を制御し、このロボット10をランダムに移動させる。

20

【0072】

そして、ステップS7で、いずれかの皮膚センサ54に反応があるかどうかを判断する。すなわち、センサ入力/出力ボード64から検知データを取得して、接近を検知したことを示すデータが入力されたかどうかを判断する。このステップS7の処理は、このパトロール行動の動作と並行してたとえば一定周期で繰り返し実行される。

【0073】

このステップS7で“YES”であれば、続くステップS9で、車輪モータ16を制御して移動速度を低下させる。これによって、接近した相手にコミュニケーションのきっかけを与えることができる。

30

【0074】

さらに、ステップS11で、進行方向に反応があるかどうか、すなわち、進行方向側に配置されている皮膚センサ54から接近を検知したことを示すデータが入力されていたかどうかを判断する。このステップS11で“NO”であれば、ステップS7で検知された人または物が進行方向には存在していないことが分かるので、そのままステップS7へ戻る。一方、ステップS11で“YES”であれば、進行方向に人または物が存在しているので、続くステップS13で、衝突を避けるべく車輪モータ16を制御して移動する方向を別の方向に変更して、ステップS7へ戻る。

【0075】

図7に示すフロー図は、ロボット10が「待機中の行動（ひとり遊び）」（コミュニケーションの待機中に頭をかいたり腕を組んだりしてひとり遊びをする）を実行する場合の動作の一例を示す。

40

【0076】

図7の最初のステップS21では、CPU56は、センサ入力/出力ボード64に指示してすべての皮膚センサ54の感度を高くし、近接センサモードにする。次に、ステップS23で、メモリ60から「待機中の行動」を実行するためのプログラムおよびデータを読み出して「待機中の行動」を開始する。

【0077】

そして、ステップS25で、いずれかの皮膚センサ54に反応があるかどうかを判断す

50

る。つまり、たとえば、一定周期ごとにセンサ入力/出力ボード64から検知データを取得して、接近または接触を検知したことを示すデータが入力されたかどうかを判断する。このステップS25で“YES”であれば、続くステップS27で、その反応が振り切れているかどうかを判断する。つまり、検知データが最大値を示したかあるいは所定の閾値を超えているかを判断する。ここで“YES”であることは、接触があったことを意味する。

【0078】

ステップS27で“NO”であれば、触れられそうになっている部分のピエゾセンサシート54を特定し、頭部モータ44を制御してその部分を見る動作を実行する。これによって、人が触れようとしている場所を把握して、触れられる前にその場所または方向を見

10

【0079】

続くステップS31では、反応があっても触れられない状態が所定回数以上繰り返されたか否かを判断し、“NO”であればステップS25へ戻る。一方、ステップS31で“YES”であれば、相手がロボット10になかなか触れようとせず恐る恐る対応していると思われるので、続くステップS33で、メモリ60から音声データをサウンド入力/出力ボード66に与えて、スピーカ48から「触っても大丈夫だよ」という合成音声を出力させる。これによって、躊躇している相手にコミュニケーションを促すことができる。このステップS33を終了するとステップS25へ戻る。

【0080】

また、ステップS27で“YES”であれば、つまり、相手にいきなり触られた場合には、ステップS35で、右腕モータ36、左腕モータ38または頭部モータ44を制御してびっくりする動作を実行し、驚きの仕草を提示する。続いて、ステップS37で、センサ入力/出力ボード64に指示して、触られている部分の皮膚センサ54の感度を下げる。このように触れられた部分を圧力センサとして機能させ接触状態を検知可能にしてから、その相手との間でのコミュニケーションを開始する。

20

【0081】

図8に示すフロー図は、コミュニケーション行動時の危険回避を実行する場合の動作の一例を示す。図8の最初のステップS51で、CPU56は、センサ入力/出力ボード64に指示して、動かす腕24R、24Lの部分にある皮膚センサ531-539、540

30

【0082】

548の感度を高くして、動かす腕24R、24Lの部分のみ近接センサモードにする。次に、ステップS53で、メモリ60から所定のコミュニケーション行動を実行するためのプログラムおよびデータを読み出してコミュニケーション行動を開始する。

【0083】

このステップS55で“YES”であれば、つまり、動かしている腕24R、24Lの皮膚センサ54からの検知データが接近を検知したことを示すものであった場合には、続くステップS57で、右腕モータ36、左腕モータ38を制御して、その動かしている腕24R、24Lの動作速度を落とす。続くステップS59で、右腕モータ36、左腕モータ38を制御して、腕24R、24Lの軌道を障害物回避軌道に変更させる。障害物回避軌道は、たとえば、動かす腕24R、24Lの部分に配置されたピエゾセンサシート531-539、540-548ごとに、その反応が小さくなるような方向に、すなわち、障害物から遠ざかって近接の度合いが小さくなるような方向に、腕24Rまたは24Lを動作させるような制御データとして予めメモリ60に登録しておけばよい。この場合、反応のあったピエゾセンサシート54に対応する制御データをメモリ60からモータ制御ボード62に与えて右腕モータ36、左腕モータ38等を制御し、動かす部分について障害物と接触しないような回避軌道を簡単に取らせることができる。

40

【0084】

50

続いて、ステップS 6 1で、この回避を伴った行動中に、腕2 4 R、2 4 Lの皮膚センサ5 4に反応があるかどうかをたとえば一定周期ごとに判断する。このステップS 6 1で“YES”であれば、つまり、センサ入力/出力ボード6 4からの取得した検知データが接近または接触を検知したことを示すものであった場合には、続くステップS 6 3で、その腕2 4 R、2 4 Lの皮膚センサ5 4の反応が振り切れたかどうか、つまり、接触があったかどうかを判断する。

【0085】

ステップS 6 3で“NO”であれば、つまり、障害物(人や物)がぶつかりそうな場所に存在するが未だ接触していない場合には、ステップS 6 1へ戻って皮膚センサ5 4の監視をしつつ、回避軌道によるコミュニケーション行動を継続する。

10

【0086】

一方、ステップS 6 3で“YES”であれば、つまり、障害物に接触した場合には、続くステップS 6 5で右腕モータ3 6、左腕モータ3 8を制御してコミュニケーション行動を中断する。なお、この実施例では、ロボット10を柔らかい皮膚20で覆うようにしているので、ぶつかっても安全である。

【0087】

そして、ステップS 6 7で、音声データをサウンド入力/出力ボード6 6に与えてスピーカ4 8から「ごめんね」と発話させる。このステップS 6 7の処理を終了するとステップS 6 1へ戻って再び皮膚センサ5 4の反応を一定周期ごとに監視する。

【0088】

20

他方、ステップS 6 1で“NO”であれば、つまり、腕2 4 R、2 4 Lのぶつかりそうな場所に障害物が存在しなくなった場合には、ステップS 6 9で、右腕モータ3 6、左腕モータ3 8を制御して、腕2 4 R、2 4 Lの速度と軌道を通常のものに戻す。そして、ステップS 5 5に戻って、通常のコミュニケーション行動を継続しつつ皮膚センサ5 4の反応を一定周期で見張る。

【0089】

図9に示すフロー図は、「握手してね!行動」をする場合の動作の一例を示す。図9の最初のステップS 8 1で、CPU5 6は、センサ入力/出力ボード6 4に指示し、動かす腕2 4 R、2 4 Lに配置された皮膚センサ5 3 1 - 5 3 9、5 4 0 - 5 4 8の感度を高くして、動かす腕2 4 R、2 4 Lの部分のみを近接センサモードにする。

30

【0090】

次に、ステップS 8 3で、メモリ6 0からこの「握手してね!行動」を実行するためのプログラムおよびデータを読み出して「握手してね!行動」を開始する。この行動を開始すると、まず、ステップS 8 5で、音声データをサウンド入力/出力ボード6 6に与えてスピーカ4 8から「握手してね」の合成音声を出力させ、続いて、ステップS 8 7で、制御データをモータ制御ボード6 2に与えて右腕モータ3 6、左腕モータ3 8を制御し、手を差し出す動作を実行させる。

【0091】

そして、ステップS 8 9で、たとえば一定周期ごとにセンサ入力/出力ボード6 6から検知データを取得して、左腕2 4 R、2 4 Lに配置された皮膚センサ5 3 1 - 5 3 9、5 4 0 - 5 4 8に反応があったかどうかを判断する。

40

【0092】

ステップS 8 9で“YES”であれば、つまり、相手が握手をしようとロボット10の腕2 4 R、2 4 Lのいずれかの場所にその手を近づけた場合には、続くステップS 9 1で、センサ入力/出力ボード6 4に指示して、反応のあった場所の皮膚センサ5 4の感度を下げて、その場所の皮膚センサ5 4を圧力センサモードに変更しておく。そして、ステップS 9 3で、右腕モータ3 6、左腕モータ3 8を制御して、握られた場所を中心にして腕2 4 R、2 4 Lを振る動作すなわち握手動作を実行させる。

【0093】

ステップS 9 5では、たとえば一定周期ごとにセンサ入力/出力ボード6 4からの検知

50

データを取得して、接触状態として圧力の強弱を計測することによって、握られている場所の皮膚センサ54で検知された圧力が小さくなってきたかどうかを判断する。

【0094】

このステップS95で“YES”であれば、相手が握手を終えようとその手を離そうとしているので、続くステップS97で、右腕モータ36、左腕モータ38を制御して、握手動作を終了させる。そして、ステップS99で、右腕モータ36、左腕モータ38を制御して、差し出した手を引く動作を実行させて、この処理を終了する。

【0095】

一方、ステップS89で“NO”であれば、ステップS101で、他の部分に配置された皮膚センサ54に反応があったか否かを判断する。このステップS101で“NO”であれば、ステップS89に戻って一定周期ごとの皮膚センサ54の監視を繰り返す。一方、このステップS101で“YES”であれば、つまり、相手が差し出した腕以外の部分を握ろうとしている場合には、続くステップS103で、スピーカ48から「それは握手じゃないよう」と発話させる。そして、ステップS99へ進み、差し出した手を引く動作を実行させて、この処理を終了する。

10

【0096】

図10に示すフロー図は、「抱っこしてね！行動」をする場合の動作の一例を示す。図10の最初のステップS111で、CPU56は、センサ入力/出力ボード64に指示して、すべての皮膚センサ54の感度を高くし、全身の皮膚センサ54を近接センサモードにする。次に、ステップS113で、メモリ60からこの「抱っこしてね！行動」に関するプログラムおよびデータを読み出して、「抱っこしてね！行動」を開始する。この行動を開始すると、ステップS115でメモリ60から音声データをサウンド入力/出力ボード66に与えてスピーカ48から「抱っこしてね」の合成音声を出させる。続いて、ステップS117で、モータ制御ボード62に制御データを与えて右腕モータ36、左腕モータ38を制御し、抱っこをするために手を広げる動作を実行させる。

20

【0097】

そして、ステップS119で、たとえば一定周期ごとにセンサ入力/出力ボード64から検知データを取得して、肩周辺に配置されたピエゾセンサシート509-513に反応があったかどうかを判断する。このステップS119で“YES”であれば、つまり、大きい相手がロボット10に抱きつこうとしている場合には、ステップS121で、全身の皮膚センサ54の感度を下げて圧力センサモードに変更しておく。続いて、ステップS123で、右腕モータ36、左腕モータ38を制御して、腕24R、24Lで輪を作って相手に抱きつく動作を開始する。

30

【0098】

そして、ステップS125で、たとえば一定周期ごとにセンサ入力/出力ボード64から検知データを取得して、接触状態として圧力の強弱等を計測することによって、皮膚センサ54が少し押されたような状態かどうかを判断する。ここでは、たとえば腕、胸、腹などの接触のある部分に配置された皮膚センサ54からのデータによって判断される。なお、このとき、皮膚センサ54が圧力センサとして機能する範囲内でその感度を変更して接触状態を確実に検知するようにしてもよい。

40

【0099】

このステップS125で“YES”であれば、つまり、たとえば圧力値データが相手に強く抱きついた状態のような所定範囲の値を示した場合には、ステップS127で右腕モータ36、左腕モータ38を制御して、抱きつく動作を停止させ、ステップS129でスピーカ48から「もっとぎゅっとして」と発話させる。このように、この実施例では皮膚センサ54を用いて相手が大きいことを検知した場合、強く抱きつきかつ甘い言葉を発することによって、相手に甘えるように抱きつくことができる。

【0100】

また、ステップS119で“NO”であれば、つまり、肩周辺の皮膚センサ54に反応がない場合、ステップS131で下腹部に配置されたピエゾセンサシート526、527

50

、529に反応があるかどうかを判断する。このステップS131で“NO”であれば、ステップS119に戻って、一定周期ごとに皮膚センサ54の監視を繰り返す。一方、このステップS131で“YES”であれば、つまり、小さい相手がロボット10に抱きつくようしている場合には、ステップS133で全身の皮膚センサ54の感度を下げて圧力センサモードに変更し、続いて、ステップS135で、腕24R、24Lで輪を作って相手に抱きつく動作を開始する。

【0101】

そして、ステップS137で、たとえば一定周期ごとにセンサ入力/出力ボード64から検知データを取得して、接触状態として圧力の強弱等を計測することによって、皮膚センサ54が触れられた状態かどうかを判断する。なお、このときも上述と同様に圧力センサ54の感度を適宜調整するようにしてもよい。

10

【0102】

このステップS137で“YES”であれば、つまり、圧力値データが力を加えず相手に抱きついた状態のような所定範囲の値を示した場合には、ステップS139で右腕モータ36、左腕モータ38を制御して、抱きつく動作を停止させる。そして、ステップS141で片腕を上下させる動作を実行させるとともに、ステップS143でスピーカ48から「よしよし」と発話させる。このように、この実施例では皮膚センサ54を用いて相手が小さいことを検知した場合、優しく抱きつきかつ優しい言葉を発することによって相手を優しく抱っこすることができる。

【0103】

20

ステップS129またはステップS143の処理を終了すると、ステップS145で、右腕モータ36、左腕モータ38および車輪モータ16を制御して、腕24R、24Lを広げて離れる動作を実行させ、ステップS147で抱っこ動作を終了させて、この処理を終了する。

【0104】

この実施例によれば、 piezo センサシート54の感度を動的に変更することによって当該センサを近接センサおよび圧力センサとして機能させることができ、この piezo センサシート54を全身に配置することによって、全身分布型の近接センサおよび全身分布型の圧力センサの両方を同時に実現することができる。したがって、状況等に応じて感度を動的に変更しセンサの機能を使い分けることによって、新たな触覚コミュニケーションを実現することができる。

30

【0105】

なお、上述の実施例では、人体状部18の頭部、胴、肩、腕や手などの全身に piezo センサシート54を分散配置しているが、 piezo センサシート54は、ロボット10に実行させる所定の動作に応じて必要な部分に必要な数だけ配置するようにしてもよい。

【0106】

また、上述の各実施例では、 piezo センサシート54を近接センサとして機能させたので、従来技術のロボットで用いていた超音波距離センサを設けていないが、人等との間の距離を計る必要があるような場合などには必要に応じて超音波距離センサを設けるようにしてもよい。

40

【図面の簡単な説明】

【0107】

【図1】図1はこの発明の一実施例のコミュニケーションロボットを示す図解図である。

【図2】図2は図1実施例に用いる皮膚とその中に埋め込まれる piezo センサシートとを示す図解図である。

【図3】図3は piezo センサシートの配置位置を示す図解図である。

【図4】図4は図1実施例の電気的構成を示すブロック図である。

【図5】図5は図1実施例における piezo センサシートから検知信号を入力するセンサ入力/出力ボードを部分的に示す図解図である。

【図6】図6は図1実施例において「パトロール行動」を行うときの動作を示すフロー図

50

である。

【図7】図7は図1実施例において「待機中の行動」を行うときの動作を示すフロー図である。

【図8】図8は図1実施例においてコミュニケーション行動中に危険回避をするときの動作を示すフロー図である。

【図9】図9は図1実施例において「握手してね！行動」をするときの動作を示すフロー図である。

【図10】図10は図1実施例において「抱っこしてね！行動」をするときの動作を示すフロー図である。

【符号の説明】

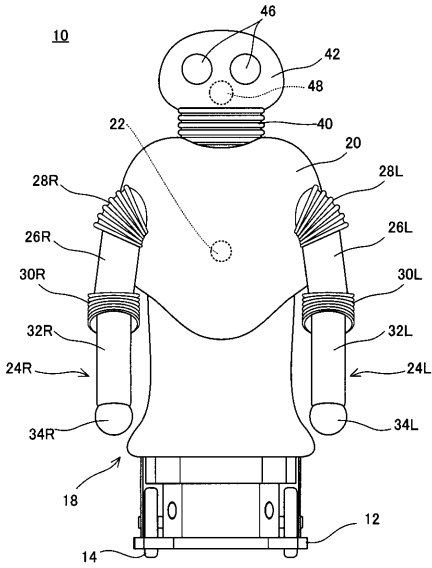
10

【0108】

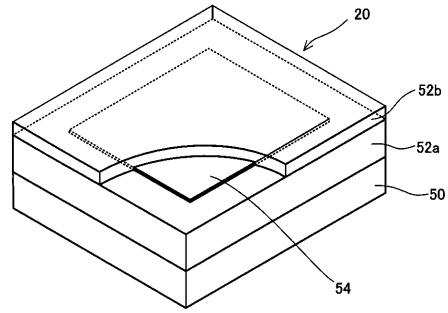
- 10 ... コミュニケーションロボット
- 18 ... 人体状部
- 20 ... 皮膚
- 54, 501 - 548 ... ピエゾセンサシート
- 56 ... CPU
- 62 ... モータ制御ボード
- 64 ... センサ入力/出力ボード
- 66 ... サウンド入力/出力ボード
- 68 ... 基板
- 70 ... PICマイコン
- 72 ... A/D変換器
- 74 ... ピエゾフィルム
- 76a, 76b ... 導体
- 82 ... オペアンプ
- 84 ... マルチプレクサ

20

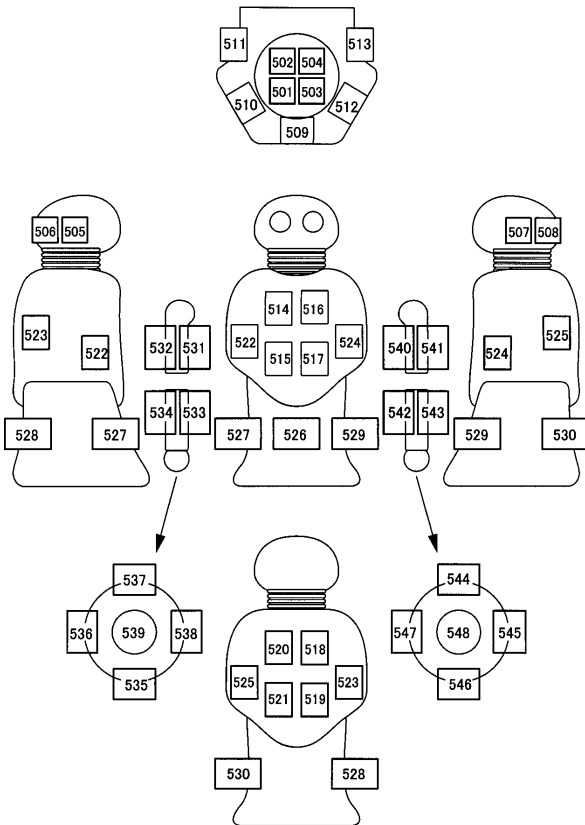
【 図 1 】



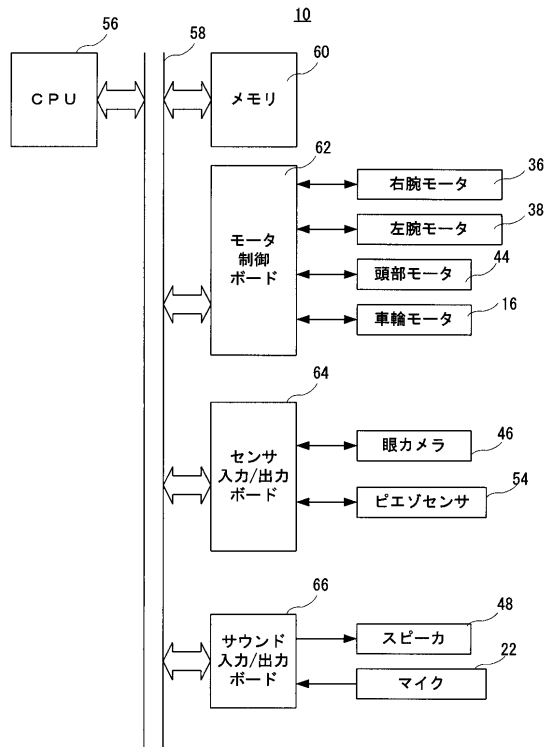
【 図 2 】



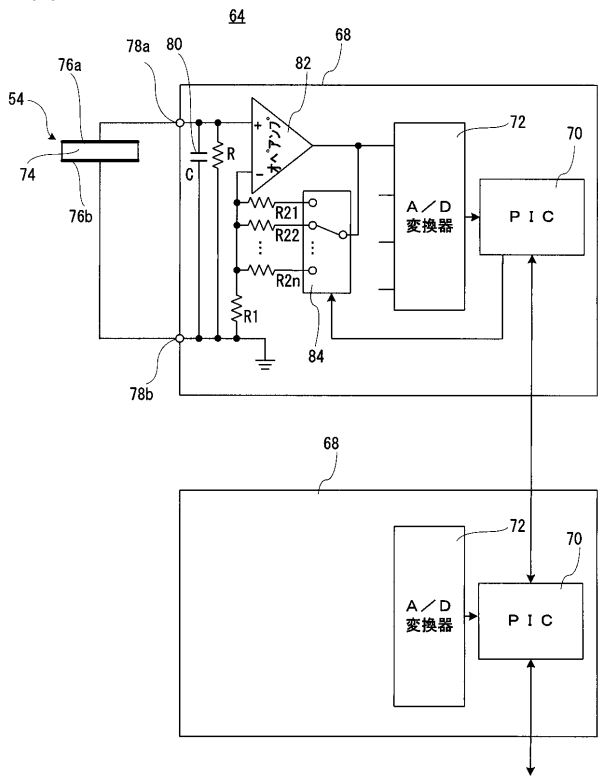
【 図 3 】



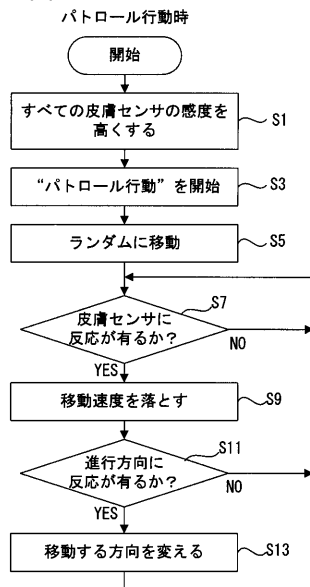
【 図 4 】



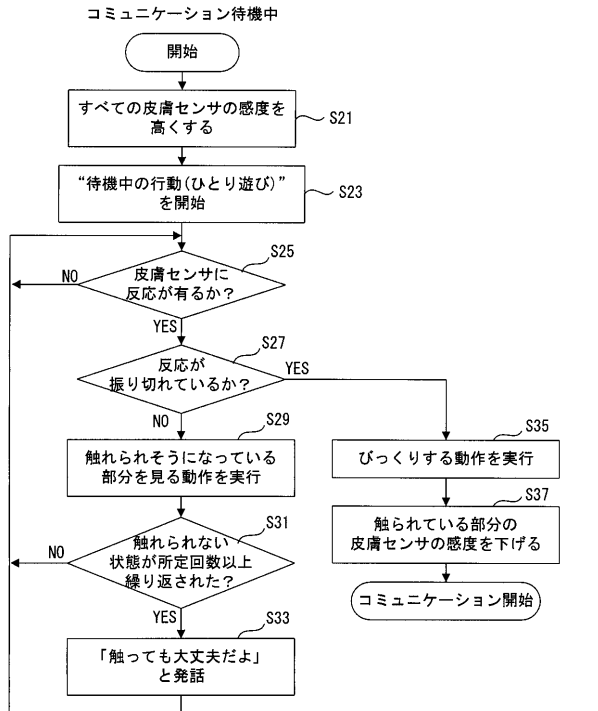
【図5】



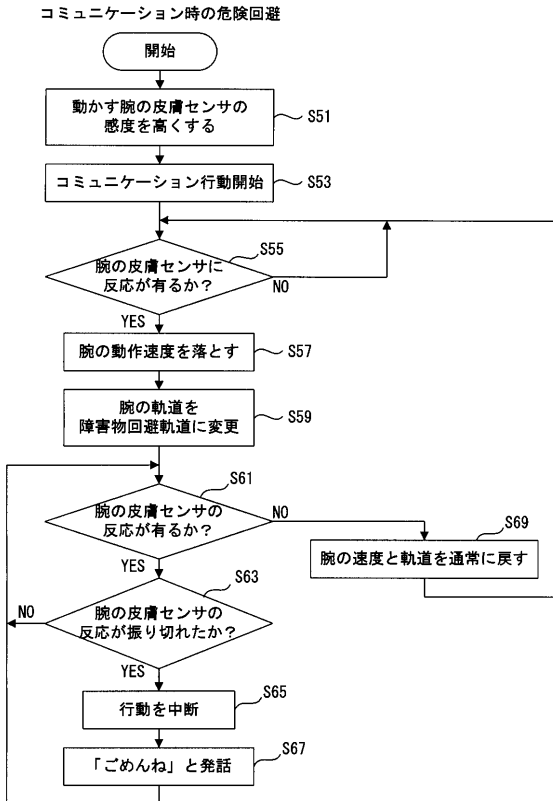
【図6】



【図7】

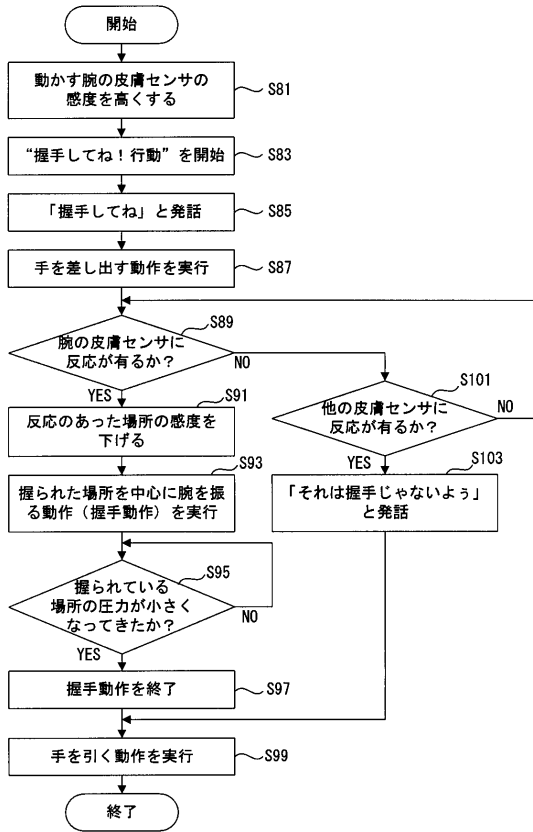


【図8】



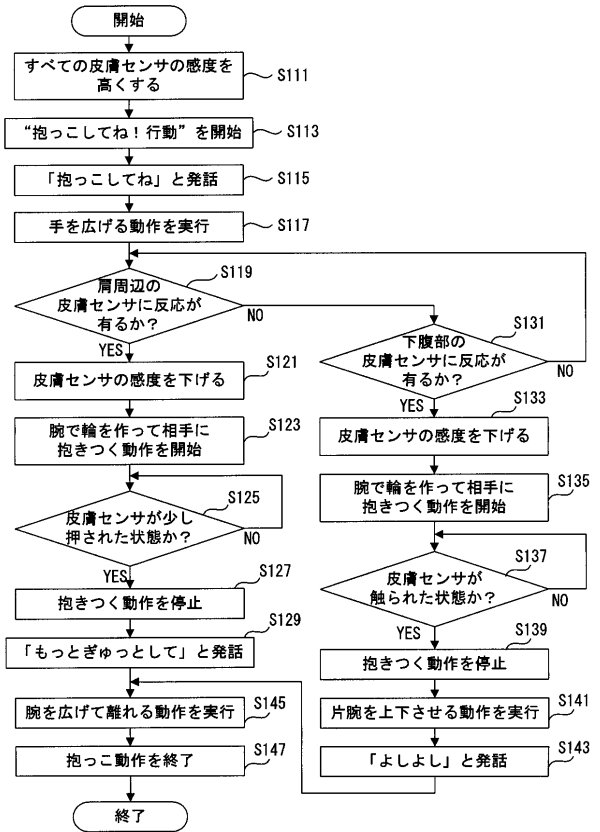
【 図 9 】

握手してね！行動時



【 図 10 】

抱っこしてね！行動時



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭59-014495(JP,A)
特開2002-361584(JP,A)
特開2002-355783(JP,A)
特開2003-071778(JP,A)
特開2001-041969(JP,A)
特開2003-166369(JP,A)
特開2003-262058(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 1/00 - 21/02
A63H 11/00
G01L 5/00