

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4873607号  
(P4873607)

(45) 発行日 平成24年2月8日(2012.2.8)

(24) 登録日 平成23年12月2日(2011.12.2)

(51) Int.Cl. F I  
B 2 5 J 19/02 (2006.01) B 2 5 J 19/02

請求項の数 6 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2005-296022 (P2005-296022)                  (22) 出願日 平成17年10月11日(2005.10.11)                  (65) 公開番号 特開2007-105803 (P2007-105803A)                  (43) 公開日 平成19年4月26日(2007.4.26)                  審査請求日 平成20年3月31日(2008.3.31)</p> <p>(出願人による申告)平成17年度独立行政法人情報通信研究機構、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条の適用を受ける特許出願</p>	<p>(73) 特許権者 393031586                  株式会社国際電気通信基礎技術研究所                  京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2                  (74) 代理人 100090181                  弁理士 山田 義人                  (72) 発明者 吉川 雄一郎                  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 光永 法明                  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 宮下 敬宏                  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</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	--

(54) 【発明の名称】 皮膚センサを有する電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

柔らかい素材に埋め込まれた皮膚センサを有する電子機器であって、  
 前記皮膚センサからのセンサ信号をA/D変換して源信号を出力するA/D変換手段、  
 前記源信号にハイパスフィルタ処理を施してハイパス信号を出力するハイパスフィルタ手段、および

前記源信号および前記ハイパス信号のレベルに基づいて前記皮膚センサに対する接触状態を識別する識別手段を備える、電子機器。

【請求項2】

前記識別手段は、前記源信号の出力が所定以上でかつ前記ハイパス信号の出力が所定以上のとき、叩かれていると判断し、前記源信号の出力が所定以上でかつ前記ハイパス信号の出力が所定未満のとき、撫でられていると判断する、請求項1記載の電子機器。

【請求項3】

さらに、前記源信号にバンドパスフィルタ処理を施してバンドパス信号を出力するバンドパスフィルタ手段を備え、

前記識別手段は、前記源信号および前記バンドパス信号に基づいて前記皮膚センサに対する接触状態を識別する、請求項1または請求項2記載の電子機器。

【請求項4】

前記識別手段は、前記源信号の出力が所定未満でかつ前記バンドパス信号の出力が所定以上のとき、手を添えられていると判断し、前記源信号の出力が所定未満でかつ前記バン

10

20

ドパス信号の出力が所定未満のとき、接触はないと判断する、請求項 3 記載の電子機器。

【請求項 5】

柔らかい素材に埋め込まれた皮膚センサを有する電子機器であって、  
前記皮膚センサからのセンサ信号を A / D 変換して源信号を出力する A / D 変換手段、  
前記源信号にバンドパスフィルタ処理を施してバンドパス信号を出力するバンドパスフ  
ィルタ手段、および

前記源信号および前記バンドパス信号のレベルに基づいて前記皮膚センサに対する接触  
状態を識別する識別手段を備える、電子機器。

【請求項 6】

前記識別手段は、前記源信号の出力が所定未満かつ前記バンドパス信号の出力が所定  
以上のとき、手を添えられていると判断し、前記源信号の出力が所定未満かつ前記バン  
ドパス信号の出力が所定未満のとき、接触はないと判断する、請求項 5 記載の電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は皮膚センサを有する電子機器に関し、特にたとえば、コミュニケーションロ  
ボットのように全身に分布する皮膚センサを用いてたとえば人間の触行動を認識する、皮  
膚センサを有する電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

非特許文献 1 では、触覚情報を出力する piezo センサ（触覚センサ）を全身に配置した  
コミュニケーションロボットを用いて、人間のロボットに対する代表的な触り方の抽出お  
よび認識を行っている。ここでは、触覚センサからの出力を抽出した後、この出力ベクト  
ルを ISODATA 法によりクラスタリングし、クラスタ核を得る。様々な触り方におけ  
る触覚センサ出力の時系列データを、最近傍法を用いてこのクラスタ核の遷移データに  
変換する。この遷移データどうしの距離を DP マッチングを用いて求め、この距離情報に  
よりクラスタリングする、という方法を用いている。

【非特許文献 1】田近太一，宮下敬宏，石黒浩，“ヒューマノイドの触覚を用いた人間の  
特徴的動作の抽出”，平成 16 年度 情報処理学会関西支部 支部大会 講演論文集，p p  
. 117 - 120

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし、非特許文献 1 の方法では、人間のロボットに対する触り方は細かく識別はでき  
るが、上記のように、触覚センサ出力の時系列データを圧縮し、クラスタリング等を行う  
という複雑なコンピュータ処理が必要となる。

【0004】

それゆえに、この発明の主たる目的は、複雑なコンピュータ処理を行うことなく、皮膚  
センサを用いて人間の接触状態を識別できる、皮膚センサを有する電子機器を提供するこ  
とである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

請求項 1 の発明は、柔らかい素材に埋め込まれた皮膚センサを有する電子機器であって  
、皮膚センサからのセンサ信号を A / D 変換して源信号を出力する A / D 変換手段、源信  
号にハイパスフィルタ処理を施してハイパス信号を出力するハイパスフィルタ手段、およ  
び源信号およびハイパス信号のレベルに基づいて皮膚センサに対する接触状態を識別する  
識別手段を備える、電子機器である。

【0006】

請求項 1 の発明では、電子機器はたとえばコミュニケーションロボット（10：実施例  
で相当する部分を示す参照符号。以下同じ。）であり、コミュニケーションロボットは、

10

20

30

40

50

皮膚センサ(58, 501-548)を有し、各皮膚センサからのセンサ信号はA/D変換手段(76)によって、源信号として取り出される。この源信号は、たとえばいくつかの皮膚センサ毎に設けられたSH2マイコン(74)に与えられる。ハイパスフィルタ手段(92)として働くこのSH2マイコン(74)は、この源信号をハイパスフィルタ処理し、ハイパス信号を出力する。そして、識別手段としても機能するSH2マイコン(74)は、源信号とハイパス信号とに基づいて、人間による接触状態を識別する。一例として、SH2マイコン(74)は、源信号およびハイパス信号のレベルによって接触状態を識別する。

【0007】

請求項2の発明は、請求項1の発明に従属し、その識別手段が源信号の出力が所定以上でかつハイパス信号の出力が所定以上のとき、叩かれていると判断し、源信号の出力が所定以上でかつハイパス信号の出力が所定未満のとき、撫でられていると判断する、電子機器である。

10

【0008】

請求項2の発明では、源信号のレベルとハイパス信号のレベルとの組み合わせで接触状態を識別する。人間が触っているときには、皮膚センサの出力すなわち源信号のレベルは比較的大きい。また、叩いたか撫でたかに応じてハイパス信号のレベルが異なる。従って、識別手段(74)は、源信号およびハイパス信号がともに所定レベル以上のとき、叩かれたと判断し、源信号は所定レベル以上であるが、ハイパス信号が所定レベル未満のときには撫でられていると判断する。

20

【0009】

請求項3の発明は、請求項1および請求項2に従属する電子機器であり、さらに、源信号にバンドパスフィルタ処理を施してバンドパス信号を出力するバンドパスフィルタ手段を備え、識別手段は、源信号およびバンドパス信号に基づいて皮膚センサに対する接触状態を識別する。

【0010】

請求項3の発明では、バンドパスフィルタ手段(94)として働くSH2マイコン(74)が源信号をバンドパスフィルタ処理し、バンドパス信号を出力する。そして、識別手段すなわちSH2マイコン(74)は、源信号とバンドパス信号とに基づいて、人間による接触状態を識別する。一例としてSH2マイコン(74)は、源信号およびバンドパス信号のレベルによって接触状態を識別する。

30

【0011】

請求項4の発明は、請求項3の発明に従属し、識別手段が、源信号の出力が所定未満でかつバンドパス信号の出力が所定以上のとき、手を添えられていると判断し、源信号の出力が所定未満でかつバンドパス信号の出力が所定未満のとき、接触はないと判断する、電子機器である。

【0012】

請求項4の発明では、源信号のレベルとバンドパス信号のレベルとの組み合わせで接触状態を識別する。人間が手を添えているだけでもしくは接触がないときには、皮膚センサの出力すなわち源信号のレベルは比較的小さい。また、手を添えているか無接触かに応じてバンドパス信号のレベルが異なる。従って、識別手段(74)は、源信号は所定レベル以下であるが、バンドパス信号が所定レベル以上のとき、手を添えられていると判断し、源信号およびバンドパス信号がともに所定レベル未満のときには接触はないと判断する。

40

【0013】

請求項5の発明は、柔らかい素材に埋め込まれた皮膚センサを有する電子機器であって、皮膚センサからのセンサ信号をA/D変換して源信号を出力するA/D変換手段、源信号にバンドパスフィルタ処理を施してバンドパス信号を出力するバンドパスフィルタ手段、および源信号およびバンドパス信号のレベルに基づいて皮膚センサに対する接触状態を識別する識別手段を備える、電子機器である。

【0014】

50

請求項5の発明では、電子機器はたとえばコミュニケーションロボット(10:実施例で相当する部分を示す参照符号。以下同じ。)であり、コミュニケーションロボットは、皮膚センサ(58, 501-548)を有し、各皮膚センサからのセンサ信号はA/D変換手段(76)によって、源信号として取り出される。この源信号は、たとえばいくつかの皮膚センサ毎に設けられたSH2マイコン(74)に与えられる。バンドパスフィルタ手段(94)として働くSH2マイコン(74)は、この源信号をバンドパス処理し、バンドパス信号を出力する。そして、識別手段としても機能するSH2マイコン(74)は、源信号とバンドパス信号とに基づいて、人間による接触状態を識別する。一例として、SH2マイコン(74)は、源信号およびバンドパス信号のレベルによって接触状態を識別する。

10

**【0015】**

請求項6の発明は、請求項5の発明に従属し、識別手段が源信号の出力が所定未満でかつバンドパス信号の出力が所定以上のとき、手を添えられていると判断し、源信号の出力が所定未満でかつバンドパス信号の出力が所定未満のとき、接触はないと判断する、電子機器である。

**【0016】**

請求項6の発明では、源信号のレベルとバンドパス信号のレベルとの組み合わせで接触状態を識別する。人間が手を添えているだけでもしくは接触がないときには、皮膚センサの出力すなわち源信号のレベルは比較的小さい。また、手を添えているか無接触かに応じてバンドパス信号のレベルが異なる。従って、識別手段(74)は、源信号が所定レベル以下であるが、バンドパス信号が所定レベル以上のとき、手を添えられていると判断し、源信号およびバンドパス信号がともに所定レベル未満のときには接触はないと判断する。

20

**【発明の効果】****【0017】**

この発明によれば、複雑なコンピュータ処理を行うことなく、皮膚センサからの出力信号に簡単な信号処理をするだけで、人間による接触状態を識別することができる。

**【0018】**

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ろう。

**【発明を実施するための最良の形態】**

30

**【0019】**

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。

**【0020】**

台車12の上には、多角形柱状のセンサ取付パネル18が設けられ、このセンサ取付パネル18の各面には、超音波距離センサ20が取り付けられる。この実施例ではたとえば24個の超音波距離センサ20が周囲360度にわたるように設けられる。この超音波距離センサ20は、センサ取付パネル18すなわちロボット10の周囲の主として人間との距離を計測するものである。具体的には、超音波距離センサ20は超音波を発射し、その超音波が人から反射されて超音波距離センサ20に入射されたタイミングを測定して、人との間の距離情報を出力する。

40

**【0021】**

台車12の上には、人体状部22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22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24によって覆われる。人体状部22は、たとえば鉄板のような筐体(図示せず)を含み、そ

50

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24は、その筐体上に被せられる。皮膚24の下の筐体の上部ほぼ中央にはマイク26が設けられる。このマイク26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。

#### 【0022】

人体状部22は、右腕28Rおよび左腕28Lを含み、右腕28Rおよび左腕28Lすなわち上腕30Rおよび30Lは、それぞれ、肩関節32Rおよび32L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32Rおよび32Lは、3軸の自由度を有する。上腕30Rおよび30Lには、1軸の肘関節34Rおよび34Lによって、前腕36Rおよび36Lが取り付けられ、この前腕36Rおよび36Lには、手38Rおよび38Lが取り付けられる。これら右腕28Rおよび左腕28Lの各関節における各軸はこ  
10

#### 【0023】

人体状部18の上部には首関節44を介して頭部46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44は、図4に示す頭部モータ48によって制御される。頭部46の前面の「目」に相当する位置には2つの眼カメラ50が設けられ、この眼カメラ50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46の前面の目カメラ50の下方にはスピーカ52が設けられる。このスピーカ52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  
20

#### 【0024】

上で説明した人体状部22の胴体や頭部46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24に覆われる。この皮膚24は、図2に示すように、下層のウレタンフォーム54と、その上に積層される比較的肉厚のシリコンゴム層56aおよび比較的肉薄のシリコンゴム層56bとを含む。そして、2つのシリコンゴム層56aおよび56bの間に、 piezo センサシート（皮膚センサ）58が埋め込まれる。この piezo センサシート58は、たとえば米国MSI社製、株式会社東京センサ販売の piezo フィルムを用いる（<http://www.t-sensor.co.jp/PIEZO/TOP/index.html>）。実施例のロボットに使用したのはA4サイズ（型番：200×140×28）の piezo フィルムを1/2、1/3、1/4  
30

#### 【0025】

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24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56aおよび56bの間に、上述の piezo センサシート58を埋め込んだ。このとき、内側のシリコンゴム層56aを厚く（約15mm）し、表面側のシリコンゴム層56b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ミュニケーションを行うことができるので、人に対して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けがを防止して安全性も高めることができる。  
40

## 【 0 0 2 6 】

なお、皮膚 2 4 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 2 4 の厚み（各層の厚み）は、素材によって適宜変更され得る。

## 【 0 0 2 7 】

上述の piezofilm シートすなわち皮膚センサ 5 8 は人体状部 2 2 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 2 4 に加えられた圧力を圧覚（触覚）情報として検知する。この実施例では、図 3 に示すように、ロボット 1 0 の全身にわたって 4 8 枚の piezofilm シート 5 0 1 - 5 4 8 を埋め込んだ。つまり、ロボット 1 0 は全身分布型皮膚センサを有するといえる。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 4 8 枚の piezofilm シート 5 0 1 - 5 4 8 は、場合によっては、皮膚センサ 5 8 として区別なしに示されることがあることに留意されたい。

10

## 【 0 0 2 8 】

図 1 に示すロボット 1 0 の電氣的構成が図 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 1 0 は、全体の制御のためにマイクロコンピュータまたは CPU 6 0 を含み、この CPU 6 0 には、バス 6 2 を通して、メモリ 6 4 , モータ制御ボード 6 6 , センサ入力 / 出力ボード 6 8 およびサウンド入力 / 出力ボード 7 0 が接続される。

20

## 【 0 0 2 9 】

メモリ 6 4 は、図示しないが、ROM や HDD、RAM を含む。ROM や HDD にはこのロボット 1 0 の制御プログラムが予め書き込まれている。制御プログラムはたとえばコミュニケーション行動を実行するためのプログラム、外部のコンピュータと通信するためのプログラム等を含む。メモリ 6 4 にはまた、コミュニケーション行動を実行するためのデータが記憶され、そのデータは、たとえば、個々の行動を実行する際に、スピーカ 5 2 から発生すべき音声または声の音声データ（音声合成データ）、および所定の身振りを提示するための各関節軸の角度制御データ等を含む。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。

30

## 【 0 0 3 0 】

モータ制御ボード 6 6 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 6 6 は、CPU 6 0 からの制御データを受け、右肩関節 3 2 R 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 3 4 R 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。）4 0 の回転角度を調節する。また、モータ制御ボード 6 6 は、左肩関節 3 2 L の 3 軸と左肘関節 3 4 L 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。）4 2 の回転角度を調節する。モータ制御ボード 6 6 は、また、頭部 4 6 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。）4 8 の回転角度を調節する。そして、モータ制御ボード 6 6 は、車輪 1 4 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。）1 6 を制御する。

40

## 【 0 0 3 1 】

なお、この実施例の上述のモータは、車輪モータ 1 6 を除いて、制御を簡単化するためにそれぞれステッピングモータまたはパルスモータであるが、車輪モータ 1 6 と同様に、直流モータであってよい。

## 【 0 0 3 2 】

センサ入力 / 出力ボード 6 8 も、同様に、DSP で構成され、各センサやカメラからの信号を取り込んで CPU 6 0 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 6 8 を通して、CPU 6 0 に入力される

50

。また、眼カメラ50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68で所定の処理が施された後、CPU60に入力される。

【0033】

このセンサ入力/出力ボード68は、さらに、図5に示すように、基板72を含み、基板72には、SH2マイコン74が設けられる。SH2マイコン74はたとえばASICで構成され、同じく基板72に設けられたA/D変換器76からの電圧データ(たとえば16ビット)をビット直列信号として出力する。なお、図5では1つの基板72だけが図示されるが、実際には、上述の用に多数設けられた皮膚センサを分担するように、複数の図5に示す基板72が設けられる。

【0034】

皮膚センサ58は、図5に示すように piezofilm 78 を電極ないし導体 80 a および 80 b で挟んだものであり、圧力が加えられるとその piezofilm 78 が電圧を発生し、その電圧が2つの導体 80 a および 80 b 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60(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72を皮膚センサ58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76を配置し、このA/D変換器76で変換した電圧値をSH2マイコン74で読み取ってシリアル信号として出力し、それをCPU60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80 a は皮膚24の表面側に配置され、導体80 b は筐体側に配置される。

【0035】

実施例では、それぞれが8チャンネル16ビットの2つのA/D変換器76を用いた。従って、1つの基板72が16の皮膚センサ58を受け持つことができる。基板72には、16個のpiezo sensorシートのために16対の端子82 a および 82 b が設けられ、それぞれに電極80 a および 80 b が接続される。端子82 a および 82 b 間に与えられた皮膚センサ58からの電圧は、オペアンプ86によって電流増幅され、上述のA/D変換器76の1つのチャンネルに入力される。図5では1つの皮膚センサ58が示されるだけであるが、他の皮膚センサ58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。

【0036】

上述のように人体状部22の皮膚24中には48個のpiezo sensorシート501-548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60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72、A/D変換器76)を皮膚センサ58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RS422(規格名)で繋いだ、いわゆるシリアルバスを形成した。

【0037】

A/D変換器76(図5)からはたとえば16ビットの値が出力されるが、この16ビットのデータが源信号となる。そして、SH2マイコン74は、後述のように、センサ信号すなわちA/D変換器76からの源信号を信号処理することによって、人間によるそのコミュニケーションロボット10への接触状態を識別し、その情報をCPUまたはコンピュータ60に伝達する。したがって、コンピュータ60は、1つのシリアルポートで全身の皮膚センサ58への接触状態の識別情報を取り込めるようになっている。

【0038】

つまり、SH2マイコン74は、後述の識別結果、すなわち叩かれているかを「1」または「0」で、撫でられているかを「1」または「0」で、さらには触られているかを「1」または「0」で出力する。そして、各SH2マイコン74からは、各皮膚センサあたり8ビットのデータとして、このような識別結果とともに源信号の大きさ(たとえば5ビットで)を、コンピュータ60に伝送する。

【0039】

図4に戻って、スピーカ52にはサウンド入力/出力ボード70を介して、CPU60から、合成音声データが与えられ、それに応じて、スピーカ52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26からの音声入力、サウンド入力/出力ボード70を介して、CPU60に取り込まれる。

#### 【0040】

また、CPU60には、バス62を介して通信LANボード88および無線通信装置90が接続される。通信LANボード88は、DSPで構成され、CPU60から送られる送信データを無線通信装置90に与え、無線通信装置90から送信データを、図示は省略するが、たとえば無線LANまたはインターネットのようなネットワークを介して外部のコンピュータに送信させる。また、通信LANボード88は、無線通信装置90を介してデータを受信し、受信したデータをCPU60に与える。つまり、この通信LANボード88および無線通信装置90によって、ロボット10は外部のコンピュータ等と無線通信を行うことができる。

10

#### 【0041】

ところで、コミュニケーションロボットに与えられる触覚刺激を識別する方法はすでに報告されているが(非特許文献1)、複雑なコンピュータ処理を必要としていたので、この発明者らは、もっと簡易に識別する手法はないかを検討する実験を行ったところ、皮膚センサからのセンサ信号をA/D変換した源信号の特性が、以下に示すような、人間との接触状態により異なる特徴的な出力レベルおよび周波数特性を示すという実験結果を得た。

20

例えば、人間との接触がない場合、皮膚センサ58からの出力はないため、源信号の出力にはわずかなノイズ成分のみが検出される(図6、図7)。

#### 【0042】

人間に手を添えられているだけの場合、皮膚センサ58に与えられる圧力変化は小さいため、源信号の出力レベルは低く、たとえば1000以下のレベルである(図8)。一方、手を添えている人間の体がアンテナの役割をするため、信号には増幅された商用電源のノイズ(50/60[Hz])が、たとえば10000以上のレベルで検出される(図9)。

#### 【0043】

人間に撫でられている場合、人間に手を添えられている場合と比べると皮膚センサ58にかかる圧力変化は大きいため、たとえば5000以上の高いレベルの源信号が検出される(図10)。また、周波数分析の結果を見ると、手を添えられている場合と同様に商用電源のノイズが検出されるが、たとえば70[Hz]以上の高周波成分は比較的少なく、たとえば1000未満のレベルである(図11)。

30

#### 【0044】

人間に叩かれた場合、皮膚センサ58には大きな圧力変化を生じるため、たとえば10000以上の高い出力レベルの源信号が検出される(図12)。また、叩かれたときの衝撃はインパルス性の信号として検出されるため、撫でられたときに比べ、たとえば70[Hz]以上の高周波成分を多く含み、たとえば2000以上のレベルとなる(図13)。

#### 【0045】

これらの接触状態により異なる源信号の出力レベルと周波数特性に基づいて、皮膚センサに対する接触状態を識別するためには、源信号にハイパスフィルタ処理またはバンドパスフィルタ処理を施す必要がある。

40

#### 【0046】

そこで、この実施例では、図5に示すように、SH2マイコン74にハイパスフィルタ92およびバンドパスフィルタ94を設けた。つまり、SH2マイコン74は、ソフトウェア処理によって、ハイパスフィルタ92およびバンドパスフィルタ94の機能を果し、ハイパスフィルタ92では、上述の特定の周波数、たとえば70[Hz]以上の高周波成分を通過させ、それ以下の低周波成分を阻止する。バンドパスフィルタ94では、特定の周波数帯域、たとえば50-70[Hz]の周波数帯域のみを通過させる。この周波数帯

50



域 50 - 70 [ Hz ] は、アンテナとして働く人体により増幅される商用周波数を含む範囲である。

【 0047 】

なお、実施例のようなソフトウェア処理によるハイパスフィルタ 92 およびバンドパスフィルタ 94 に代えて、これらのフィルタ 92 および 94 を、たとえば DSP などのハードウェア回路で構成するようにしてもよい。

【 0048 】

この実施例において、具体的な識別動作は、SH2 マイコン 74 によって、図 14 に示すフロー図に従って行われる。

【 0049 】

図 14 の最初のステップ S1 では、SH2 マイコン 74 は、皮膚センサ 58 から得たセンサ信号を A/D 変換した源信号のレベルが所定値（たとえば、3000）以上かどうかを判断し、以上の場合はステップ S2 に進み、未満の場合はステップ S5 に進む。この実施例のコミュニケーションロボット 10 において、叩かれている場合あるいは撫でられている場合には、源信号の出力レベルはいずれも大きく、図 12 および図 10 に示すように、共にたとえば 3000 以上である。一方、手を添えられている場合および接触がない場合は、源信号の出力レベルは小さく、図 8 および図 6 に示すように、共にたとえば 3000 未満である。

【 0050 】

次に、ステップ S2 では、源信号を、たとえば 70 [ Hz ] 以上の周波数領域を通すハイパスフィルタ処理した、ハイパス信号のレベルが所定値（たとえば、1000）以上かどうか判断する。以上の場合はステップ S3 に進み、未満の場合はステップ S4 に進む。叩かれている場合の源信号の出力は、図 13 に示すように、高周波成分を多く含み、そのハイパス信号は、たとえば 1000 以上のレベルで検出される。従って、先のステップ S1 で “YES” となりかつステップ S2 でも “YES” と判断したとき、SH2 マイコン 74 は、そのときコミュニケーションロボット 10 は人間に叩かれていると認識する。

【 0051 】

一方、撫でられている場合は、図 11 に示すように、高周波成分が少なく、ハイパス信号は、たとえば 1000 未満のレベルで検出される。従って、SH2 マイコン 74 は、ステップ S1 で “YES” と判断しかつステップ S2 で “NO” と判断したとき、撫でられていると認識する。

【 0052 】

また、ステップ S5 では、源信号を、たとえば 50 - 70 [ Hz ] の周波数帯域を通すバンドパスフィルタ処理した、バンドパス信号のレベルが所定値（たとえば、5000）以上かどうか判断する。以上の場合はステップ S6 に進み、未満の場合はステップ S7 に進む。手を添えられている場合の源信号の出力は、図 9 に示すように、50 / 60 [ Hz ] 付近の周波数成分を多く含み、そのバンドパス信号は、たとえば 5000 以上のレベルで検出される。従って、SH2 マイコン 74 は、ステップ S1 で “NO” と判断しかつステップ S5 で “YES” と判断したとき、手を添えられていると認識する。

【 0053 】

一方、接触がない場合は、図 7 に示すように、バンドパス信号は、たとえば 5000 未満のレベルで検出される。従って、SH2 マイコン 74 は、ステップ S1 で “NO” と判断しかつステップ S5 で “NO” と判断したとき、接触はないと認識する。

【 0054 】

このようにして、SH2 マイコン 74 は 4 種類の接触状態を簡単に信号処理で判別でき、その結果を CPU ないしコンピュータ 60 に与える。そして、実施例のコミュニケーションロボット 10 においては、CPU ないしコンピュータ 60 は、その SH2 マイコン 74 からの識別情報に従って、該当の接触状態に応じた動作をコミュニケーションロボット 10 に行わせる。たとえば、人に触られていないときには、コンピュータ 60 は、ロボット 10 の発話機構（70, 52）を用いて、近くの人に、たとえば「こっち向いて」など

10

20

30

40

50

と話しかける。たとえば、叩かれたときには、コンピュータ60は、移動機構(66, 16)を制御して、叩いた人から離れる方向にロボット10を移動させる。

【0055】

なお、コミュニケーションロボットの形状、皮膚センサの構造や皮膚センサの数の具体例などは実施例のものに限定されず、適宜変更され得る。ただし、柔らかい素材に圧電素子を埋め込んだもの、すなわち実施例の皮膚24を全体として皮膚センサと考えることもできる。

【0056】

また、上述の実施例では、コミュニケーションロボット10に皮膚センサ58を設け、その皮膚センサ58からのセンサ信号を処理することによって、人間による触り方(接触状態)を判別し、その判別した接触状態に応じた動作や処理をするようにした。しかしながら、皮膚センサを有する電子機器としては、この実施例のコミュニケーションロボット10に限らず、種々の電子機器、たとえば、おもちゃ、携帯端末、家電製品などが考えられる。

【0057】

たとえば、ぬいぐるみおもちゃに皮膚センサを被せ、その皮膚センサ出力によって人間によるぬいぐるみへの触り方を識別し、ぬいぐるみおもちゃが、接触状態に応じた発声または発話をするようにすることが考えられる。

【0058】

たとえば、携帯電話機、あるいは携帯オーディオプレーヤに皮膚センサを被せ、その皮膚センサへの人の触り方に応じて、その携帯電話機や携帯オーディオプレーヤに動作(終話処理、音楽再生停止など)を行わせることも考えられる。

【0059】

なお、上述の実施例では接触状態の判定を皮膚センサ58に関連して設けたSH2マイコン74(図5)で行うようにした。しかしながら、この判定は、コミュニケーションロボット10のCPU60(図4)で行うようにしてもよい。つまり、判定動作はどのコンピュータで実行してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】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1実施例のコミュニケーションロボットに用いる皮膚とその中に埋め込まれるピエゾセンサシートとを示す図解図である。

【図3】ピエゾセンサシートの配置位置を示す図解図である。

【図4】図1実施例のコミュニケーションロボットの電氣的構成を示すブロック図である。

【図5】図1実施例のコミュニケーションロボットにおけるピエゾセンサシート(皮膚センサ)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1実施例において人と接触がない場合の源信号の出力レベルを示すグラフである。

【図7】図1実施例において人と接触がない場合の源信号の周波数特性を示すグラフである。

【図8】図1実施例において人に手を添えられている場合の源信号の出力レベルを示すグラフである。

【図9】図1実施例において人に手を添えられている場合の源信号周波数特性を示すグラフである。

【図10】図1実施例において人に撫でられている場合の源信号の出力レベルを示すグラフである。

【図11】図1実施例において人に撫でられている場合の源信号の周波数特性を示すグラフである。

【図12】図1実施例において人に叩かれた場合の源信号の出力レベルを示すグラフであ

10

20

30

40

50

る。

【図13】図1実施例において人に叩かれた場合の源信号の周波数特性を示すグラフである。

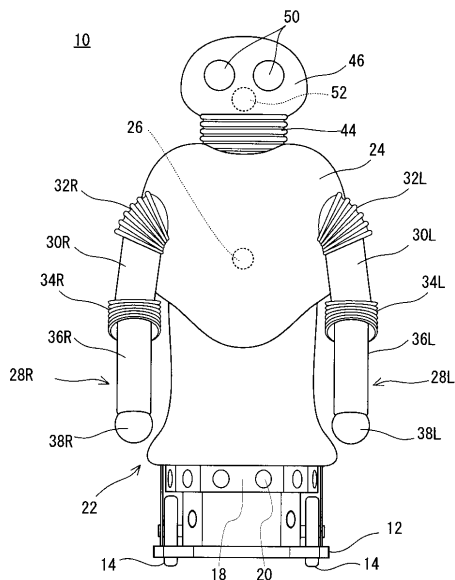
【図14】図1実施例における接触状態を識別するための動作を示すフロー図である。

【符号の説明】

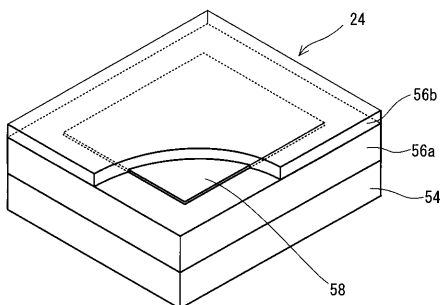
【0061】

- 10 ...コミュニケーションロボット
- 22 ...人体状部
- 24 ...皮膚
- 58, 501 - 548 ...皮膚センサ(ピエゾセンサシート)
- 60 ...CPU
- 64 ...メモリ
- 68 ...センサ入力/出力ボード
- 74 ...SH2マイコン
- 76 ...A/D変換器
- 92 ...ハイパスフィルタ
- 94 ...バンドパスフィルタ

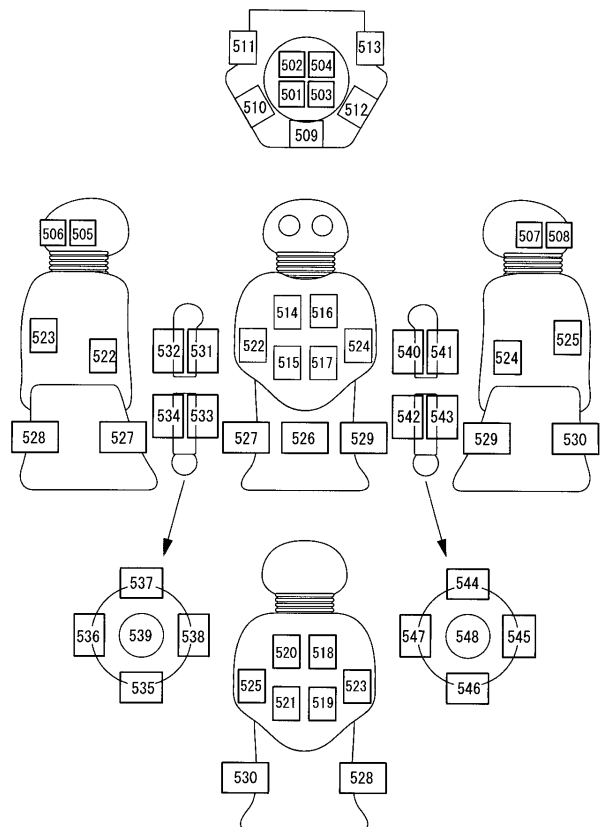
【図1】



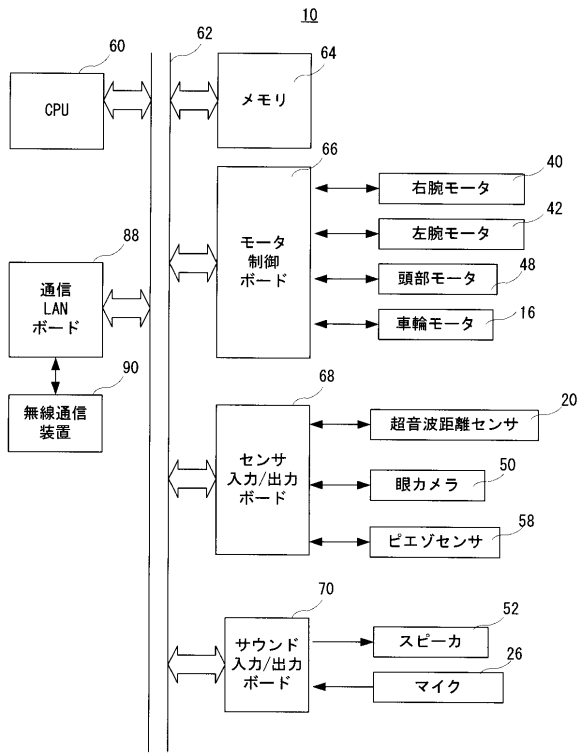
【図2】



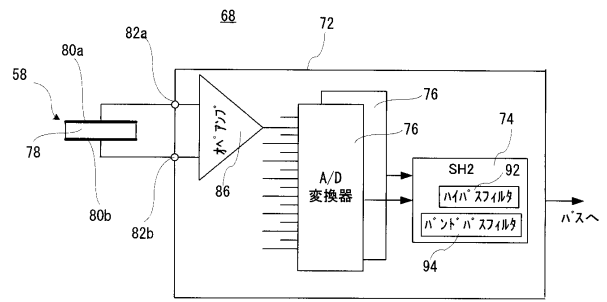
【図3】



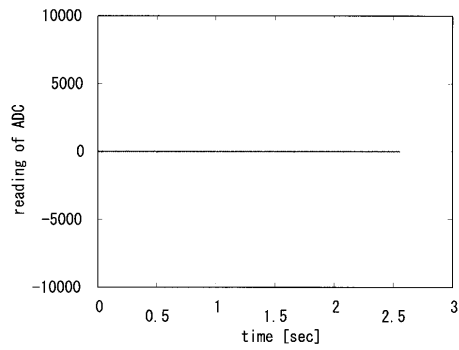
【図4】



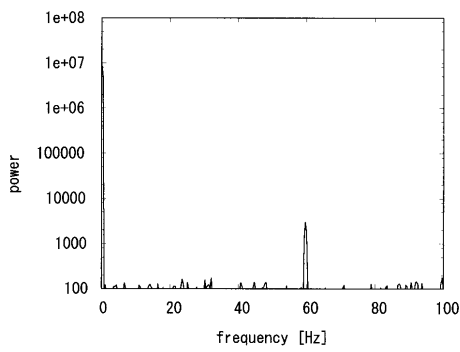
【図5】



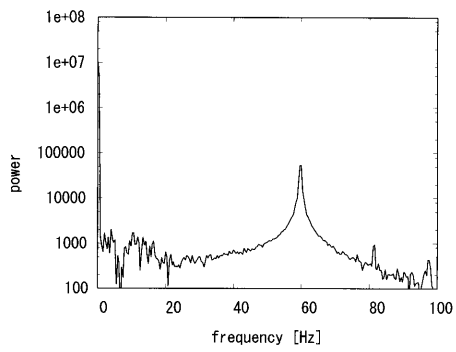
【図6】



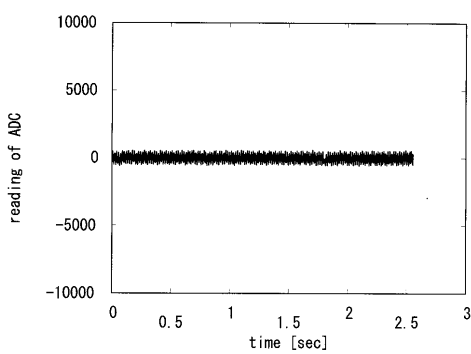
【図7】



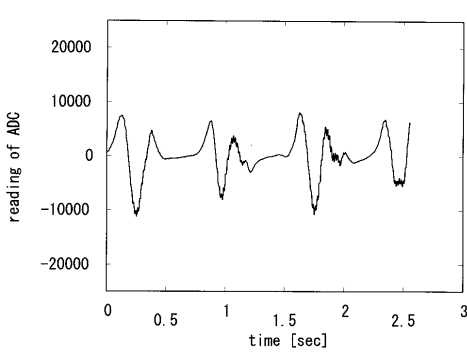
【図9】



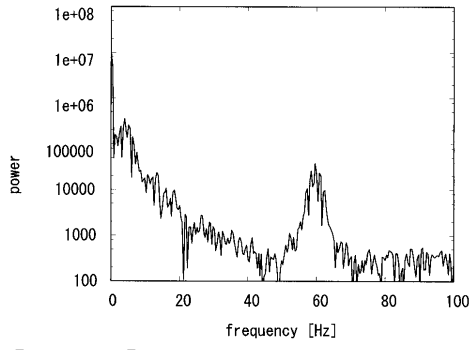
【図8】



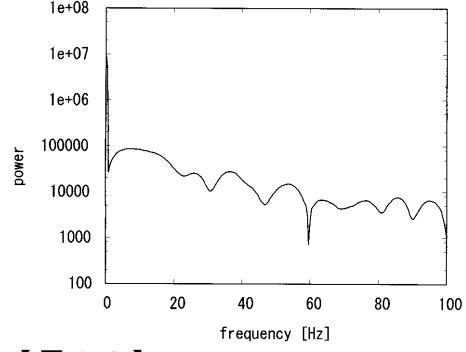
【図10】



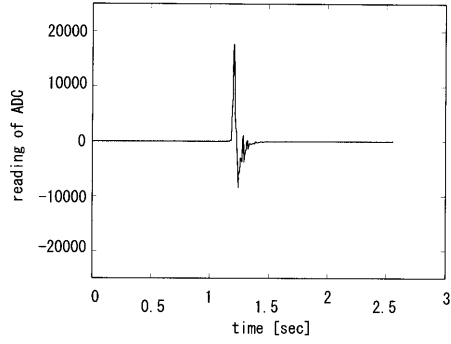
【 図 1 1 】



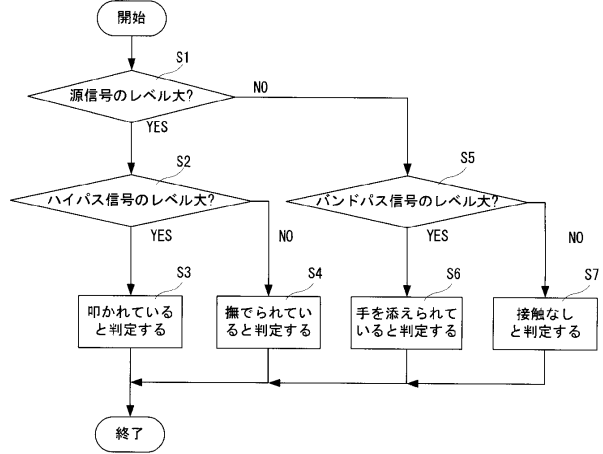
【 図 1 3 】



【 図 1 2 】



【 図 1 4 】



---

フロントページの続き

(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 沼生 泰伸

(56)参考文献 特開2004-283975(JP,A)

特開2002-323900(JP,A)

特開2001-212780(JP,A)

石黒 浩 HIROSHI ISHIGURO、宮下 敬宏 TAKAHIRO MIYASHITA、神田 崇行 TAKAYUKI K  
ANANDA、コミュニケーションロボット 人と関わるロボットを開発するための技術 第1版、  
株式会社オーム社、佐藤 政次、2005年 4月20日、第1版、68-71

納谷 太 Futoshi NAYA、圧力分布センサによる人の触行動の実時間識別とその個人適応手法  
Real-Time Classification of Human Touching Behaviors Using Pressure Sensors and Its P  
ersonal Adaptation、電子情報通信学会論文誌 (J85-D-II) 第4号 THE TRANSACT  
IONS OF THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS D-II、日  
本、社団法人電子情報通信学会 THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATI  
ON ENGINEERS、2002年 4月 1日、第J85-D-II巻 第4号、613-621

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 1/00 - 21/02

C i N i i