

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-243475
(P2004-243475A)

(43) 公開日 平成16年9月2日(2004.9.2)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
B 2 5 J 9/16	B 2 5 J 9/16	3 C 0 0 7
B 2 5 J 13/00	B 2 5 J 13/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-36572 (P2003-36572)	(71) 出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22) 出願日	平成15年2月14日(2003.2.14)	(74) 代理人	100089037 弁理士 渡邊 隆
		(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100110364 弁理士 実広 信哉
		(72) 発明者	池上 昭彦 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		Fターム(参考)	3C007 AS32 AS36 JS03 JS07 JU01 LV14 LW12 MT00 WC03

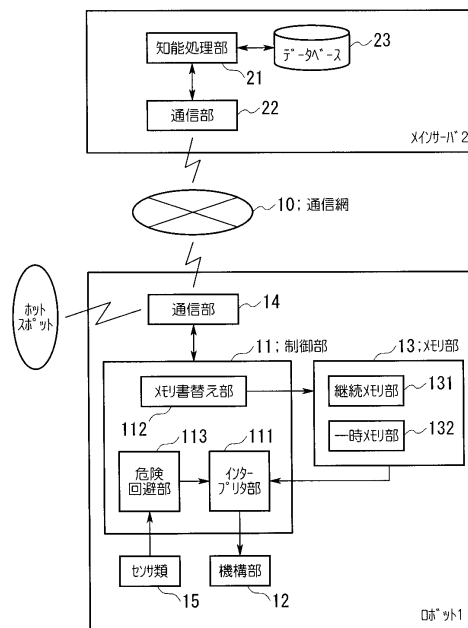
(54) 【発明の名称】 ロボットおよびロボットシステム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ロボットのハードウェアに依存することなく、環境変化への対応を容易化し、リアルタイムでのロボット制御および学習結果のフィードバックを実現し、使用者の思惑を即座にロボットの行動の細部にまで反映させるロボットを提供する。

【解決手段】 知能処理をロボット1から分離してメインサーバ2で実行し、ロボット1は、機構部12とその制御部11から構成され、制御部11は、機構部12の動作を規定するソフトウェアを、メインサーバ2から通信網10を介して受信し、当該ソフトウェアを解釈して機構部12を駆動する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

知能処理を行なうメインサーバとは通信網を介して接続されるロボットであって、機構部と、前記機構部の動作を規定するソフトウェアを、前記メインサーバから前記通信網を介して受信し、当該ソフトウェアを解釈して前記機構部を駆動する制御部とを備えたことを特徴とするロボット。

【請求項 2】

知能処理を行なうメインサーバと、当該メインサーバとは通信網を介して接続されるロボットからなるロボットシステムであって、

前記ロボットは、機構部とその制御部から構成され、前記制御部は、前記機構部の動作を規定するソフトウェアを、前記メインサーバから前記通信網を介して受信し、当該ソフトウェアを解釈して前記機構部を駆動することを特徴とするロボットシステム。 10

【請求項 3】

前記ソフトウェアは、目的を達成するための一連の動作が記述されるテンポラリな動作計画と、当該動作計画に基づき前記機構部固有の動作を制御する基本動作コマンドセットを含み、前記基本動作コマンドセットは、前記メインサーバによって再構成されることを特徴とする請求項 2 に記載のロボットシステム。

【請求項 4】

前記ロボットは、前記基本動作コマンドセットが保持される継続メモリ部と、前記動作計画が一時的に保持され、その動作終了と共に破棄される一時メモリ部と、前記継続メモリ部に保持された基本動作コマンドセットを、前記メインサーバにより再構成された基本動作コマンドセットに書替えるメモリ書替え部と、を備えたことを特徴とする請求項 3 に記載のロボットシステム。 20

【請求項 5】

前記ロボットは、センサによって外部の情報を検知し、前記ソフトウェアが予期しない情報を検知したときに前記機構部の動作を強制停止させる危険回避部を備えることを特徴とする請求項 2 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のロボットシステム。

【請求項 6】

前記ロボットは、ホットスポットにより自身が位置する場所におけるローカルな情報を入力して前記通信網を介して前記メインサーバに提供し、当該メインサーバによる知能処理に反映させることを特徴とする請求項 2 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のロボットシステム。 30

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、主に、ペットや災害救助用他、一般作業用に用いて好適な、ロボットおよびロボットシステムに関する。

【0002】**【従来技術】**

ロボットは、通常、知能処理を行なう「大きな頭脳」部分と、運動、動作を行なう「大きな肉体」部分の 2 つを持ち、両者の間で動作コマンドおよび状態情報を通信することによってロボットとしての動作を制御している。 40

【0003】

具体的には、(1) ロボット本体内にロボットコントローラを持ち、ロボットコントローラが軌道計算やコントロールアルゴリズムの生成等を含めて知能処理を行なうもの(特許文献 1 参照)、(2) サーバから振る舞い制御情報を受け取ったクライアントが「振る舞いソフトウェア」によって翻訳してハードウェアを制御するもの(特許文献 2 参照)、(3) ロボットが得た視覚、音声等に関する情報を定期的にネットワークに接続して外部の情報処理装置で処理した結果をロボットに戻して蓄えるもの(特許文献 3 参照)、(4) ホストが LAN を用いて構築した無線基地局を複数持ち、広いエリアで使用可能なりモータコントロール装置(特許文献 4 参照)、(5) ロボットの動作プログラムを最新の状態 50

に維持するために、サーバからクライアントのメモリに最新の動作プログラムを転送して使用するもの（特許文献5参照）等がある。

【0004】

【特許文献1】

特開平11-231910号公報

【特許文献2】

特開2002-120184号公報

【特許文献3】

特開2002-233976号公報

【特許文献4】

特開2000-49800号公報

【特許文献5】

特開平10-315171号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら上記した従来技術(1)によれば、知能処理をロボット本体内で行なうため、CPU性能やワークエリア容量、あるいは条件判断のための蓄積データ等はロボットコントローラに搭載したハードウェアの性能に依存し、制約を受けることになると同時に、緊急に必要とする場合に備えて、通常の動作を行なう場合に必要とする以上の、十分に余裕を持ったハードウェアを実装しなければならない、という制約を受けるものであった。また、従来技術(2)によれば、「振る舞い」ソフトウェアは常にクライアントに存在しており、学習結果をフィードバックして動作を洗練していく、あるいは、新たな未知の対象物に対して新しい形態の基本動作で働きかける、といった形での、環境変化への対応が困難であった。

【0006】

一方、従来技術(3)は、ロボットの制御を、環境条件の変動やロボットが働きかける対象物の変化に応じてリアルタイムにきめ細かく対応できる構成にはなっておらず、従って、常に最適の動作を期待できるものではなかった。また、従来技術(4)は、リモコン装置であるため、状況に応じた判断に基づいて行動を行なう自律型ロボットではなかった。更に、従来技術(5)は、サーバ処理装置からクライアント処理装置つまりロボットに送られた動作プログラムによって、知能処理全体をロボットで行なうものであって、最も高速に、大量のデータを演算処理する必要のある部分が、ロボットのハードウェア構成の制約を受けてしまう、という使いにくいものであった。

【0007】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、ロボットから知能処理部分を分離してメインサーバで実行することにより、ロボットのハードウェアに依存することなく、環境変化への対応や、学習による基本動作の変更および洗練を容易化した、ロボットおよびロボットシステムを提供することを目的とする。

また、必要に応じて不定期に通信を行ない、メインサーバから都度適切なソフトウェアを受信して実行することにより、リアルタイムでのロボット制御および学習結果のフィードバックを実現し、使用者の思惑を即座にロボットの行動および動作の細部にまで反映させることのできる、ロボットおよびロボットシステムを提供することも目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記した課題を解決するために本発明は、知能処理を行なうメインサーバとは通信網を介して接続されるロボットであって、機構部と、前記機構部の動作を規定するソフトウェアを、前記メインサーバから前記通信網を介して受信し、当該ソフトウェアを解釈して前記機構部を駆動する制御部とを備えたことを特徴とする。

【0009】

本発明によれば、制御部が、機構部の動作を規定するソフトウェアを、メインサーバから

10

20

30

40

50

通信網を介して受信し、当該ソフトウェアを解釈して機構部を駆動することにより、ロボットのハードウェアに依存することなく、環境変化への対応を容易化したロボットを提供することができる。

【0010】

上記した課題を解決するために本発明は、知能処理を行なうメインサーバと、当該メインサーバとは通信網を介して接続されるロボットからなるロボットシステムであって、前記ロボットは、機構部とその制御部から構成され、前記制御部は、前記機構部の動作を規定するソフトウェアを、前記メインサーバから前記通信網を介して受信し、当該ソフトウェアを解釈して前記機構部を駆動することを特徴とする。

【0011】

本発明によれば、ロボットを構成する制御部が、機構部の動作を規定するソフトウェアをメインサーバから通信網を介して受信し、当該ソフトウェアを解釈して機構部を駆動することにより、ロボットのハードウェアに依存することなく、環境変化への対応を容易化したロボットシステムを提供することができる。

【0012】

また、本発明において、前記ソフトウェアは、目的を達成するための一連の動作が記述されるテンポラリな動作計画と、当該動作計画に基づき前記機構部固有の動作を制御する基本動作コマンドセットを含み、前記基本動作コマンドセットは、前記メインサーバによって再構成されることを特徴とする。

【0013】

本発明によれば、メインサーバから送信されるソフトウェアの中にテンポラリな動作計画に基づき機構部固有の動作を制御する基本動作コマンドセットを含み、この基本動作コマンドセットはメインサーバによって再構成されることから、リアルタイムでのロボット制御を実現し、使用者の思惑を即座にロボットの行動に反映させることのできるロボットシステムを提供することができる。

【0014】

また、本発明において、前記ロボットは、前記基本動作コマンドセットが保持される継続メモリ部と、前記動作計画が一時的に保持され、その動作終了と共に破棄される一時メモリ部と、前記継続メモリ部に保持された基本動作コマンドセットを、前記メインサーバにより再構成された基本動作コマンドセットに書替えるメモリ書替え部と、を備えたことを特徴とする。

【0015】

本発明によれば、メモリ書替え部が、継続メモリ部に保持された基本動作コマンドセットをメインサーバにより再構成された基本動作コマンドセットに書替えることで、リアルタイムでのロボット基本動作の変更を実現し、使用者の思惑を即座にロボットの行動に反映させることのできるロボットシステムを提供することができる。

【0016】

また、本発明において、前記ロボットは、センサによって外部の情報を検知し、前記ソフトウェアが予期しない情報を検知したときに前記機構部の動作を強制停止させる危険回避部を備えることを特徴とする。

【0017】

本発明によれば、危険回避部が、センサによって外部の情報を検知し、ソフトウェアが予期しない情報を検知したときに機構部の動作を強制停止させることにより、危険回避に伴う反射的動作をメインサーバの処理によらず即時に実行可能となる。

【0018】

また、本発明において、前記ロボットは、ホットスポットにより自身が位置する場所におけるローカルな情報を入手して前記通信網を介して前記メインサーバに提供し、当該メインサーバによる知能処理に反映させることを特徴とする。

【0019】

本発明によれば、ホットスポットにより自身が位置する場所におけるローカルな情報を入

10

20

30

40

50

手してメインサーバに提供することで、メインサーバによる知能処理に反映させることができる。

【0020】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明のロボットシステムの基本構成を説明するために引用した図である。

ここでは、「脳」に相当する、情報処理、認識（画・音）、判断・学習、行動計画、動作計画策定等、いわゆる知能処理部分は、ロボット1から分離してメインサーバ2上に置き、有線通信網3および無線通信（無線基地端末4）を介して「肉体」に相当するロボット1に接続される。

このことにより、知能処理部分は全く別の独立した場所でメンテナンスが可能となる。また、無線通信のゲートは、「ユビキタス」環境であり、いつでも、どこでも動作が可能である。

【0021】

なお、「視覚情報」等は、ロボット1以外の固定カメラから取り込んでも良い。このことにより、ロボット1には最低限、通信機能と、機構部や制御部、そして触覚等のセンサ類があれば、それ以外ハードウェアは必要ない。但し、制御部をコントロールするソフトウェアだけは継続的に保持しておく必要がある。

【0022】

また、ロボット1としての行動必要範囲をカバーできるように無線基地端末4を設ける。それは、状況により、携帯電話の基地局、街頭の、いわゆる「ホットスポット」と称される公衆無線LAN（Local Area Network）、PCや家電等、インターネットに接続することが可能で、かつ、IEEE802.11a/b等の近距離無線通信機能を持つ製品、災害等緊急時には、臨時に設置する移動基地局等々である。

更に、使用者5からロボット1への指示は、原則として対面して行なうが、メインサーバ2に対して指示を出しても構わない。また、無線で指示しても良い。対面して行なう場合は、言語（音声）、操作盤等が使える。

【0023】

図2に本発明で使用されるソフトウェアの階層構造が示されている。図2では、最上位にデータベース（データベース100）に蓄積された各種情報に基づき、認識、評価、判断、学習を行なう知能処理本体部101がある。そして、目標達成のために一連の動作手順が記述される行動、動作計画102、更に、ロボット1に固有のシンプルな動きが記述される基本動作コマンドセット103がメインサーバ上2に用意され、動作時、知能処理本体部101を除いてロボット1に送信される。

ここで、「基本動作コマンドセット」とは、従来一般的に、ファームウェア等と呼ばれていたものであり、上記した行動、動作計画に記述された内容に基づきロボット1の機構部の仕様に密着した動作を生成するものである。

【0024】

図3は、本発明におけるロボットシステムの一実施形態を示すブロック図である。

メインサーバ2は、知能処理部21と、通信部22と、データベース部23で構成され、有線、無線の通信網10を介してロボット1に接続される。知能処理部21は、データベース部23に蓄積された各種情報に基づき、認識、評価、判断、学習のための情報処理を行なう。通信部22は、通信網10を介してロボット1との間で交換されるソフトウェアを含む各種情報の転送パスとなる。

【0025】

ロボット1は、制御部11と、機構部12と、メモリ部13と、通信部14と、センサ類15で構成される。

機構部12はアクチュエータで構成され、制御部11は、アクチュエータの動作を規定するソフトウェアを、メインサーバ2から通信網10を介して受信し、当該ソフトウェアを解釈して機構部12を駆動し、インタープリタ部111を核に、メモリ書替え部112と、危険回避部113で構成される。

10

20

30

40

50

なお、ロボット1は、ホットスポットにより自身が位置する場所におけるローカルな情報を入手して通信網10を介してメインサーバ2に提供し、当該メインサーバ2による知能処理に反映させる。

【0026】

制御部11を構成するインタープリタ部111は、メインサーバ2から送信されるソフトウェアを解釈して機構部12を構成するアクチュエータを制御する。

ここで、メインサーバ2から送信されるソフトウェアとして、目的を達成するための一連の動作が記述されるテンポラリな行動、動作計画102と、当該行動、動作計画102に基づき機構部12固有の基本動作を制御する基本動作コマンドセット103とを含み、この基本動作コマンドセット103は、メインサーバ2によって再構成され得る。

10

従って、メモリ部13として、基本動作コマンドセット103が保持される継続メモリ部131と、行動・動作計画が一時的に保持され、その行動・動作動作の終了と共に破棄される一時メモリ部132が割当てられる。また、制御部11の中に、継続メモリ部131に保持された基本動作コマンドセット103を、メインサーバ2により再構成された基本動作コマンドセット103に書替えるメモリ書替え部112が含まれている。

なお、危険回避部113は、センサ類15によって外部の情報を検知し、ソフトウェアが予期しない情報を検知したときに機構部12の動作を強制停止させる等の機能を持つ。

【0027】

以下、動作説明を行なう。上記した構成によれば、ロボット1側では、知能処理は行なわない。例外的に「危険回避」に必要な反射的な動作、例えば、予期しない接触を感知したら、危険回避部113によるコントロールの下で少し戻って停止し、「予期しない接触があったために停止した」ことをメインサーバ2に連絡する等の知能処理を行なう。それ以外はすべてメインサーバ2から送信されるソフトウェアによって動作する。

20

【0028】

また、ロボット1は、書替え可能なメモリ部13を構成する継続メモリ部131の中に、図2に示すソフトウェアである基本動作コマンドセット103のみを継続的に保持し、他のソフトウェアである行動、動作計画102等は、一時メモリ部132の中に一時的に保持するが、動作終了とともに破棄し、次の行動・動作計画を新たに書き込んで用いることとする。

【0029】

行動、動作計画を通信、書き換え、実行するときのロボット側での手続きを図4、図5にフローチャートで示す。図4において、まず、制御部11は、一時メモリ部132の内容を破棄する(S401)。そしてメインサーバ2に対して行動・動作計画の送信を要求し(S402)、ついでメインサーバ2から送信された内容を読み込んで一時メモリ部132に記憶する(S403)。その後、一時メモリ部132に書き込まれている内容を逐次読み出し、インタープリタ部111で解釈してその動作を具体化して機構部12のアクチュエータを制御する(S404)。

30

一連の行動、動作計画を実行し終わると、動作停止かどうかを判断し、動作停止であれば(S405 Yes)動作を停止し、休止する。また、動作継続であれば(S405 No)一時メモリ部132の内容を破棄し(S401)、S402以降の処理を繰り返す。

40

これらの処理の間に、状況の急変等に対応するためにメインサーバ2から割り込みが入る場合がある。その場合には、図5において図4のスタートに戻る(S411)処理を行ない、一時メモリの内容を破棄する(S401)処理から、処理を継続する。

【0030】

上記した手続きは、認識、判断等の知能処理はメインサーバ2で行なうため、ロボット1を極力身軽にし、実動作に専念させるための措置である。

なお、テンポラリな行動、動作計画102の量は、通信環境、必要な動作の内容、ロボット1内蔵のメモリ容量等を考慮して、状況に応じてメインサーバ2が決める。

また、継続的に保持する基本動作コマンドセット103の内容も書き換えるものとする。

これは、例えば、「掴む」ための動作一つでも対象に応じて変える必要があり、同時にあ

50

る程度グルーピングできるためである。消しゴムと小鍋の蓋は似た掴み方であり、ボールとマウスの掴み方も似ている。しかしながら、消しゴムとボールの掴み方は異なる。これらの動きを常時、個々の指の動きにまで分解して生成し記述するのも非効率である。従って、メインサーバ2側で基本動作コマンドセット103を幾通りも保持しておき、必要に応じてロボット1に送信して差し替える操作が行われる。

さらに、同じようなボールであっても、例えばゴムボールと野球の硬式球とでは硬さが異なるため、力の入れ具合を変えなければならない。これは学習によってその違いを覚え、基本動作を分化し進化させていくものとする。このように新しい動作に対応していくためにも基本動作コマンドセットは差し替えられる構成とする。

【0031】

基本動作コマンドセットを通信、書き換え、実行するときのロボット側での手続きを図6、図7にフローチャートで示す。図6において、制御部11は、まず、継続メモリ部131に書き込まれている基本動作コマンドセット103から、必要に応じたコマンドを読み込み、そして、読み込まれたコマンドによってインタープリタ部111が行動・動作計画を解釈して動作を具体化し、機構部12のアクチュエータを制御する(S501)。

これらの処理の間、もしくは前あるいは後に、基本動作を変更するためにメインサーバ2から、割り込みが入る場合がある。その場合には、図7において継続メモリ部131の内容を破棄し(S511)、メインサーバ2にデータ、つまり書き換えるべき基本動作コマンドセット103の送信を要求し(S512)、送信されて来たデータを継続メモリ部131に読み込み、記憶する(S513)。その後、図6のスタートから、処理を継続する。

【0032】

上記した操作は、状況の変化に対応して、新たな動きを取り入れ、あるいは、当面必要の無い動きは「忘れ」て、ロボット1を常に身軽にしておくための措置である。「状況の変化」という意味では、厳密には全く同じ状況が再現されることは無く、常に状況は変化していると考えの方が妥当であるため、基本動作コマンドセット103は、原則、常時書替えとしても良い。

更に、学習により、行動、動作計画のみならず、基本動作も洗練し、成長していくものである。

【0033】

情報処理、認識、判断、学習、行動、動作計画等の策定を行なう知能処理本体部101の実行はメインサーバ2が行なう。また、その処理体系は、必要に応じて改良、更新可能なものとする。これらソフトウェアは、ロボット1と分離してメインサーバ2に常駐するため更新が容易である。

また、ロボット1は、外界から、色々な情報を取り込み、活用できる。ここで、色々な情報とは、地図情報、気象、定点カメラ等からの広範囲な画像、近隣の交通情報等をいう。外界からの情報の取り込みは、メインサーバ2が行なっても良いし、ロボット1の通信部14が行なっても良いし、さらにはロボット1に装着されたセンサ類15を介して行なっても良い。ロボット1が行なう場合、その情報は、メインサーバ2へ送信して処理を委任するものとする。

ここで、ロボット1が周辺の情報を取り込む理由は、ホットスポットからの情報等、ロボット1の所在地でなければ得られない情報が有り得るからである。また、事故、渋滞等、交差点の直近で何らかの有用な情報がローカルに流される場合もある。

【0034】

なお、通信は暗号化して行なってもよく、このとき、ロボット1側でも暗号化、復号化を行なう。通信の暗号化は乗っ取り防止、混信防止のための措置である。また、特に、画像及び音声データ等、サイズの大きなデータの通信は、データを圧縮して行なっても良い。この時は、ロボット1側でも圧縮、展開を行なう。更に、画像は、差分のみを抽出して送信しても良く、このときはロボット1側に差分抽出機能を持たせる。

なお、知能処理を行なうメインサーバ2は、必ずしも単一のコンピュータである必要は無

10

20

30

40

50

く、ネットワーク上に分散配置された分散システムでも良い。特にデータベース部23は、非常に多くの情報量を蓄え、さらに蓄えられる情報は刻々と増加していくため、分散化したほうが効率良く運用できる場合が多い。

【0035】

以上説明のように本発明は、ロボットから知能処理部分を分離してメインサーバで実行することにより、ロボットのハードウェアに依存することなく、環境変化への対応を容易化したものであり、また、不定期に通信を行ない、メインサーバから都度適切なソフトウェアを受信して実行することにより、リアルタイムでのロボット制御を実現し、使用者の思惑を即座にロボットの行動に反映させることのできる、ロボットおよびロボットシステムを提供するものである。

以上、この発明の実施形態につき、図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

【0036】

【発明の効果】

以上説明のように本発明によれば、ロボットから知能処理部分を分離することにより、豊富なデータベースを背景とした知能処理を実現でき、その際にロボットに搭載可能な知能処理用ハードウェアという制約にとらわれずに十分に高性能な知能処理ハードウェアを選定できる。また、ロボットの使用環境や対象、目的物に合わせて動作を適宜変更させることができ、知能処理技術の向上にあわせてシステムをグレードアップさせることができる。

更に、基本動作コマンドセットも入れ替えるため、ソフトウェアの更新が容易であり、ロボットの機構部の変更にも容易に対応できる。なお、その場合に使用するソフトウェアはメインサーバ上に常駐するため、開発や保守が容易でプラットフォームの選択が自由である。また、知能処理部分の分離により、エネルギー消費源、発熱源も分離されるため、従来に比較してロボット電源の小型化がはかれ、また、放熱設計が容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本構成を説明するために引用した図である。

【図2】本発明で使用するソフトウェアの構造を示す図である。

【図3】本発明実施形態の内部構成を示すブロック図である。

【図4】本発明実施形態の動作の一例を示すフローチャートである。

【図5】本発明実施形態の動作の一例を示すフローチャートである。

【図6】本発明実施形態の動作の一例を示すフローチャートである。

【図7】本発明実施形態の動作の一例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

1 ... ロボット、 2 ... メインサーバ、 3 ... 有線通信網、 4 ... 無線基地端末、 5 ... 使用者、 11 ... 制御部、 12 ... 機構部、 13 ... メモリ部、 14 ... 通信部、 15 ... センサ類、 21 ... 知能処理部、 22 ... 通信部、 23 ... データベース部、 101 ... 知能処理本体部、 102 ... 行動、動作計画、 103 ... 基本動作コマンドセット、 111 ... インタープリタ部、 112 ... メモリ書替え部、 113 ... 危険回避部

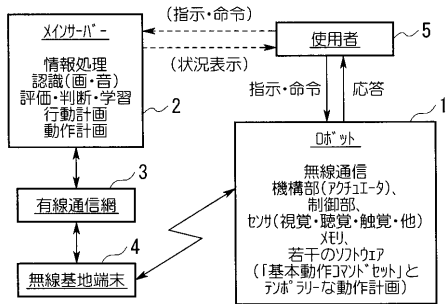
10

20

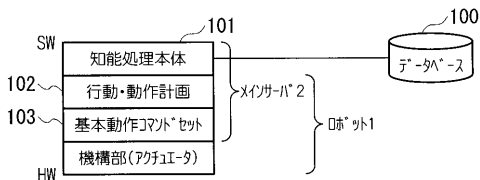
30

40

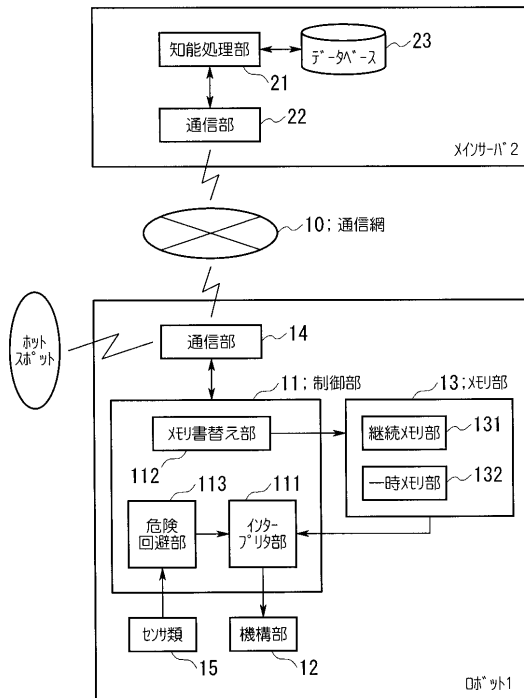
【 図 1 】



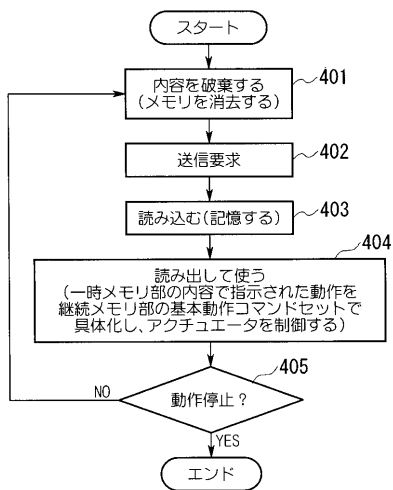
【 図 2 】



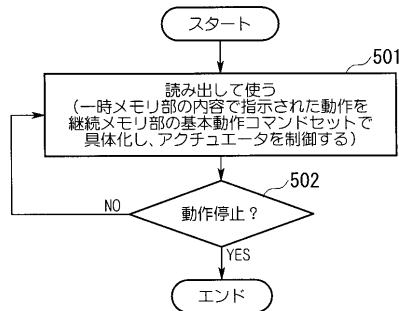
【 図 3 】



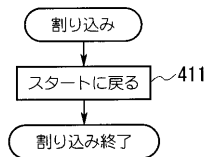
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 5 】



【 図 7 】

