

(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2005-123744

(P2005-123744A)

(43) 公開日 平成17年5月12日(2005.5.12)

(51) Int.C1.⁷

H04L 12/56

H04L 12/28

F 1

H04L 12/56 260Z

H04L 12/28 203

テーマコード(参考)

5K030

5K033

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号

特願2003-354206 (P2003-354206)

(22) 出願日

平成15年10月14日 (2003.10.14)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(74) 代理人 100082131

弁理士 稲本 義雄

(72) 発明者 小西 哲也

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

Fターム(参考) 5K030 GA01 HA08 KA01 LA02 LD04

MA12

5K033 AA02 CB04 CB13 CB17 CC01

DB14

(54) 【発明の名称】通信システム、通信装置および通信方法、並びにプログラムおよびプログラム記録媒体

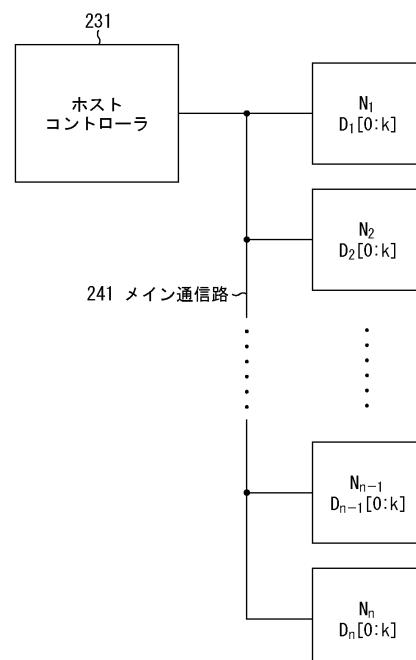
(57) 【要約】

図9

【課題】複数のノードから情報を短時間で取得する。

【解決手段】ホストコントローラ231は、複数のノードN₁乃至N_nから情報を取得する場合、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットをブロードキャストする。リードリクエストパケットを受信した複数のノードN₁乃至N_nそれぞれは、リードリクエストに応答するアンサバケットを作成し、自分のアンサバケットを所定の順番でホストコントローラ231へ送信する。本発明は、例えば、1対多の通信を行なう通信システムに適用できる。

【選択図】図9



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ホストコントローラと複数のノードとが、パケットによる通信を行なう通信システムにおいて、

前記ホストコントローラは、前記ノードに対して情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットをブロードキャストするブロードキャスト手段を備え、

前記複数のノードそれぞれは、

前記リードリクエストパケットを受信する受信手段と、

前記リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成する作成手段と、

前記作成手段が作成したアンサパケットを所定の順番で送信する送信手段と
10
を備える

ことを特徴とする通信システム。

【請求項 2】

ホストコントローラとの間で、パケットによる通信を行なう複数の通信装置のうちの1つの通信装置において、

前記ホストコントローラによってブロードキャストされる、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットを受信する受信手段と、

前記リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成する作成手段と、

前記作成手段が作成したアンサパケットを所定の順番で送信する送信手段と
20
を備える

ことを特徴とする通信装置。

【請求項 3】

前記アンサパケットを送信する順番を記憶する記憶手段をさらに備え、

前記送信手段は、前記アンサパケットを、前記記憶手段に記憶された順番で送信する
ことを特徴とする請求項2に記載の通信装置。

【請求項 4】

前記受信手段は、他の通信装置が送信したアンサパケットをさらに受信し、

前記送信手段は、自身のアンサパケットを送信すべき順番の1つ前に送信されるべき順番のアンサパケットが前記受信手段において受信された後、前記自身のアンサパケットを送信する
30
ことを特徴とする請求項2に記載の通信装置。

【請求項 5】

前記ホストコントローラに対して前記複数の通信装置が直列に接続されており、

前記送信手段は、前記ホストコントローラに対して、自身の直後に接続されている他の通信装置がアンサパケットを送信した後、自身のアンサパケットを送信する
ことを特徴とする請求項2に記載の通信装置。

【請求項 6】

前記ホストコントローラに対して前記複数の通信装置が直列に接続されており、

前記ホストコントローラから前記複数の通信装置への方向を下り方向とするとともに、
前記複数の通信装置から前記ホストコントローラの方向を上り方向として、
40

前記受信手段は、前記下り方向のパケットを受信した後、前記上り方向のパケットを受信する状態に切り替わり、

前記送信手段は、前記下り方向にパケットを送信した後、前記上り方向にパケットを送信する状態に切り替わる

ことを特徴とする請求項2に記載の通信装置。

【請求項 7】

前記ホストコントローラに対して前記複数の通信装置が直列に接続されており、

前記ホストコントローラから前記複数の通信装置への方向を下り方向とするとともに、
前記複数の通信装置から前記ホストコントローラの方向を上り方向として、

前記受信手段は、前記上り方向と下り方向のパケットを受信し、
50

前記送信手段は、前記上り方向と下り方向にパケットを送信することを特徴とする請求項2に記載の通信装置。

【請求項8】

前記ホストコントローラと前記複数の通信装置とが、1つの通信路を介して、直列に接続している

ことを特徴とする請求項2に記載の通信装置。

【請求項9】

ホストコントローラとの間で、パケットによる通信を行なう複数の通信装置のうちの1つの通信装置における通信方法であって、

前記ホストコントローラによってプロードキャストされる、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットを受信する受信ステップと、

前記リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成する作成ステップと、前記作成ステップが作成したアンサパケットを所定の順番で送信する送信ステップとを含む

ことを特徴とする通信方法。

【請求項10】

ホストコントローラとの間で、パケットによる通信を行なう複数の通信装置のうちの1つの通信装置の通信処理をコンピュータに行なわせるプログラムであって、

前記ホストコントローラによってプロードキャストされる、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットを受信させる受信ステップと、

前記リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成させる作成ステップと、

前記作成ステップが作成したアンサパケットを所定の順番で送信させる送信ステップとを含む

ことを特徴とするプログラム。

【請求項11】

ホストコントローラとの間で、パケットによる通信を行なう複数の通信装置のうちの1つの通信装置の通信処理をコンピュータに行なわせるプログラムが記録されているプログラム記録媒体であって、

前記ホストコントローラによってプロードキャストされる、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットを受信させる受信ステップと、

前記リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成させる作成ステップと、

前記作成ステップが作成したアンサパケットを所定の順番で送信させる送信ステップとを含む

ことを特徴とするプログラムが記録されているプログラム記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信システム、通信装置および通信方法、並びにプログラムおよびプログラム記録媒体に関し、特に、プロードキャストにより、複数ノードから情報を短時間で取得することができるようにする通信システム、通信装置および通信方法、並びにプログラムおよびプログラム記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、ロボットにおいては、その内蔵するホストコントローラが、各部のアクチュエータに指令を送信することにより、アクチュエータが駆動する。これにより、ロボットは、各種の行動を起こす。このようなロボットにおいて、ホストコントローラは、アクチュエータに設けられた制御回路との間で、指令その他を送受信する通信を行なう。従って、ロボットにおいては、ホストコントローラと多数の制御回路とによって、通信システムが

10

20

30

40

50

構成されている。いま、ホストコントローラと通信する通信相手である制御回路をノードと呼ぶこととすると、ホストコントローラとノードとの間では、例えば、図1に示すようにして通信が行なわれる。

【0003】

図1は、従来のロボットの内部に構成されている通信システムにおいて、ホストコントローラが、すべてのノードP₁乃至P_nから情報を取得する処理の流れを示している。ここで、ノードP₁乃至P_nは、インテリジェントな機能を備えており、例えば、パケットの受信、パケットに格納されたデータの解析、パケットの作成、および作成したパケットの送信が可能である。さらに、ノードP₁乃至P_nは、アクチュエータの状態の情報であるデータ#0乃至#nを保持しているものとする。

10

【0004】

ホストコントローラが、すべてのノードP₁乃至P_nからノードP_i(i=1, 2, . . . , n)それぞれが保持しているアクチュエータの状態の情報としてのデータ#1乃至#nを取得する場合、例えば、次のような処理を行なう。まず最初に、ステップS11において、ホストコントローラは、ノードP₁へ、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットを送信する。ステップS11の後、ステップS12において、ノードP₁は、ホストコントローラが送信したリードリクエストパケットを受信し、そのリードリクエストパケットに格納されている要求の内容を解析する。さらに、ノードP₁は、ホストコントローラからの要求に応答するパケットである、ノードP₁が保持しているデータ#1を格納したアンサパケットを作成し、ステップS12からステップS13に進む。ステップS13において、ノードP₁は、ステップS12で作成したアンサパケットを、ホストコントローラへ送信する。これにより、ホストコントローラは、ノードP₁が保持していた情報、即ち、ここでは、データ#1を取得する。

20

【0005】

さらに、ホストコントローラは、ノードP₂乃至P_nにおいてもノードP₁と同様な処理を行う。即ち、ステップS13からステップS14に進み、ホストコントローラは、ノードP₂へリードリクエストパケットを送信する。ノードP₂は、ステップS15において、ホストコントローラが送信したリードリクエストパケットを受信し、そのリードリクエストパケットに格納されている要求の内容を解析して、自身が保持しているデータ#2を格納したアンサパケットを作成する。ノードP₂は、ステップS16において、ステップS15で作成したアンサパケットをホストコントローラへ送信する。これにより、ホストコントローラは、ノードP₂が保持していたデータ#2を取得する。以下同様に処理を行い、ホストコントローラは、ステップS17で、最後のノードであるノードP_nへリードリクエストパケットを送信する。そして、ステップS17からステップS18に進み、ノードP_nは、ホストコントローラからのリードリクエストパケットを受信し、そのリードリクエストパケットに格納されている要求の内容を解析して、自身が保持しているデータ#nを格納したアンサパケットを作成する。ノードP_nは、ステップS19において、ステップS18で作成したアンサパケットをホストコントローラへ送信する。これにより、ホストコントローラは、ノードP_nが保持していたデータ#nを取得する。

30

【0006】

このように、ホストコントローラは、情報を取得するノードをひとつずつ指定し、指定したノード宛にリードリクエストパケットを送信し、そのノードからアンサパケットを受信する処理を繰り返すことにより、すべてのノードから情報を取得する。（非特許文献1参照）

40

【0007】

【非特許文献1】データ通信のすべて 小泉 修、日本実業出版社 p.96付近

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、従来の通信システムでは、ノードP₁乃至P_nから情報を取得する場合、

50

ホストコントローラは、 n 個のノード P_1 乃至 P_n に対して、 n 個のリードリクエストパケットを送信する。そして、ノード P_1 乃至 P_n は、ホストコントローラが送信したリードリクエストパケットをそれぞれ解析する。そのため、特に、多数のノードから情報を取得するまでに多くの時間がかかった。

【0009】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、ホストコントローラが、複数のノードから情報を短時間で取得することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の通信システムのホストコントローラは、ノードに対して情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットをブロードキャストするブロードキャスト手段を備え、複数のノードそれぞれは、リードリクエストパケットを受信する受信手段と、リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成する作成手段と、作成手段が作成したアンサパケットを所定の順番で送信する送信手段とを備えることを特徴とする。10

【0011】

本発明の通信装置は、ホストコントローラによってブロードキャストされる、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットを受信する受信手段と、リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成する作成手段と、作成手段が作成したアンサパケットを所定の順番で送信する送信手段とを備えることを特徴とする。

【0012】

本発明の通信装置は、アンサパケットを送信する順番を記憶する記憶手段をさらに設け、送信手段には、アンサパケットを、記憶手段に記憶された順番で送信させるようにすることができる。20

【0013】

受信手段には、他の通信装置が送信したアンサパケットをさらに受信させ、送信手段には、自身のアンサパケットを送信すべき順番の1つ前に送信されるべき順番のアンサパケットが受信手段において受信された後、自身のアンサパケットを送信させるようにすることができる。

【0014】

送信手段には、ホストコントローラに対して、自身の直後に接続されている他の通信装置がアンサパケットを送信した後、自身のアンサパケットを送信させるようにすることができる。30

【0015】

ホストコントローラから複数の通信装置への方向を下り方向とするとともに、複数の通信装置からホストコントローラの方向を上り方向として、受信手段には、下り方向のパケットを受信した後、上り方向のパケットを受信する状態に切り替えさせ、送信手段には、下り方向にパケットを送信した後、上り方向にパケットを送信する状態に切り替えさせることができる。

【0016】

ホストコントローラから複数の通信装置への方向を下り方向とするとともに、複数の通信装置からホストコントローラの方向を上り方向として、受信手段には、上り方向と下り方向のパケットを受信させ、送信手段には、上り方向と下り方向にパケットを送信させることができる。40

【0017】

本発明の通信方法は、ホストコントローラによってブロードキャストされる、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットを受信する受信ステップと、リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成する作成ステップと、作成ステップが作成したアンサパケットを所定の順番で送信する送信ステップとを含むことを特徴とする。

【0018】

本発明のプログラムは、ホストコントローラによってブロードキャストされる、情報を

50

要求するパケットであるリードリクエストパケットを受信させる受信ステップと、リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成させる作成ステップと、作成ステップが作成したアンサパケットを所定の順番で送信させる送信ステップとをコンピュータに実行させる。

【0019】

本発明の記録媒体のプログラムは、ホストコントローラによってブロードキャストされる、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットを受信させる受信ステップと、リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成させる作成ステップと、作成ステップが作成したアンサパケットを所定の順番で送信させる送信ステップとを含むことを特徴とする。

10

【0020】

本発明の通信システム、通信装置、通信方法、プログラム、およびプログラム記録媒体に記録されているプログラムにおいては、ホストコントローラによってブロードキャストされる、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットが受信され、リードリクエストパケットに応答するアンサパケットが作成され、作成されたアンサパケットが所定の順番で送信される。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、複数の通信装置から情報を短時間で取得することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下に本発明の実施の形態を説明するが、特許請求の範囲に記載の構成要件と、本発明の実施の形態における具体例との対応関係を例示すると、次のようになる。この記載は、特許請求の範囲に記載されている発明をサポートする具体例が、発明の実施の形態に記載されていることを確認するためのものである。従って、発明の実施の形態中には記載されているが、構成要件に対応するものとして、ここには記載されていない具体例があったとしても、そのことは、その具体例が、その構成要件に対応するものではないことを意味するものではない。逆に、具体例が構成要件に対応するものとしてここに記載されていたとしても、そのことは、その具体例が、その構成要件以外の構成要件には対応しないものであることを意味するものでもない。

30

【0023】

さらに、この記載は、発明の実施の形態に記載されている具体例に対応する発明が、特許請求の範囲にすべて記載されていることを意味するものではない。換言すれば、この記載は、発明の実施の形態に記載されている具体例に対応する発明であって、この出願の特許請求の範囲には記載されていない発明の存在、すなわち、将来、分割出願されたり、補正により追加されたりする発明の存在を否定するものではない。

【0024】

請求項1に記載の通信システムは、

ホストコントローラと複数のノードとが、パケットによる通信を行なう通信システムであって、

40

前記ホストコントローラは、前記ノードに対して情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットをブロードキャストするブロードキャスト手段（例えば、図14のステップS61の処理）を備え、

前記複数のノードそれぞれは、

前記リードリクエストパケットを受信する受信手段（例えば、図15のステップS71の処理）と、

前記リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成する作成手段（例えば、図15のステップS72の処理）と、

前記作成手段が作成したアンサパケットを所定の順番で送信する送信手段（例えば、図15のステップS76の処理）と

50

を備える

ことを特徴とする。

【0025】

請求項2に記載の通信装置は、

ホストコントローラとの間で、パケットによる通信を行なう複数の通信装置のうちの1つの通信装置であって、

前記ホストコントローラによってブロードキャストされる、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットを受信する受信手段（例えば、図15のステップS71の処理）と、

前記リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成する作成手段（例えば、図15のステップS72の処理）と、

前記作成手段が作成したアンサパケットを所定の順番で送信する送信手段（例えば、図15のステップS76の処理）と

を備える

ことを特徴とする。

【0026】

請求項3に記載の通信装置は、

前記アンサパケットを送信する順番を記憶する記憶手段（例えば、図12の記憶部274）をさらに備え、

前記送信手段は、前記アンサパケットを、前記記憶手段に記憶された順番で送信することを特徴とする。

【0027】

請求項9に記載の通信方法は、

ホストコントローラとの間で、パケットによる通信を行なう複数の通信装置のうちの1つの通信装置における通信方法であって、

前記ホストコントローラによってブロードキャストされる、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットを受信する受信ステップ（例えば、図15のステップS71の処理）と、

前記リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成する作成ステップ（例えば、図15のステップS72の処理）と、

前記作成ステップが作成したアンサパケットを所定の順番で送信する送信ステップ（例えば、図15のステップS76の処理）と

を含む

ことを特徴とする。

【0028】

請求項10に記載のプログラムの各ステップおよび請求項11に記載のプログラム記録媒体に記録されているプログラムの各ステップと、発明の実施の形態との対応関係は、請求項9に記載の通信装置と同様である。

【0029】

図2は、本発明を適用したロボット5の利用例を示している。

【0030】

ユーザからの指令や周囲の環境に応じて自動的に行動を決定する人間型のロボット5は、IEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) 802.11b規格に準拠して、アクセスポイント2と通信し、例えば、ネットワーク3を介して、家電機器4-1を制御したり、パーソナルコンピュータ4-2からのコマンドを受信したりして所定の処理を行う。

【0031】

図3は、本発明を適用した2足歩行型のロボット5の正面方向の斜視図であり、図4は、ロボット5の背面方向からの斜視図である。また、図5は、ロボット5の軸構成について説明するための図である。

10

20

30

40

50

【0032】

ロボット5は、胴体部ユニット11、胴体部ユニット11の上部に配設された頭部ユニット12、胴体部ユニット11の上部左右の所定位置に取り付けられた腕部ユニット13Aおよび腕部ユニット13B、並びに胴体部ユニット11の下部左右の所定位置に取り付けられた脚部ユニット14Aおよび脚部ユニット14Bにより構成されている。

【0033】

胴体部ユニット11は、体幹上部を形成するフレーム21および体幹下部を形成する腰ベース22が腰関節機構23を介して連結することにより構成されている。胴体部ユニット11は、体幹下部の腰ベース22に固定された腰関節機構23のアクチュエータA₁、および、アクチュエータA₂がそれぞれ駆動することによって、体幹上部を、図5に示す直交するロール軸24およびピッチ軸25の回りに、それぞれ独立に回転させることができるようになされている。10

【0034】

頭部ユニット12は、フレーム21の上端に固定された肩ベース26の上面中央部に首関節機構27を介して取り付けられており、首関節機構27のアクチュエータA₃、およびアクチュエータA₄がそれぞれ駆動することによって、図5に示す直交するピッチ軸28およびヨー軸29の回りに、それぞれ独立に回転させることができるようになされている。

【0035】

腕部ユニット13A、および腕部ユニット13Bは、肩関節機構30を介して肩ベース26の左右にそれぞれ取り付けられており、対応する肩関節機構30のアクチュエータA₅およびアクチュエータA₆、並びに、アクチュエータA₂₁およびアクチュエータA₂₂がそれぞれ駆動することによって、図5に示す、直交するピッチ軸31およびロール軸32の回りに、それぞれを独立に回転させることができるようになされている。20

【0036】

この場合、腕部ユニット13A、および腕部ユニット13Bは、上腕部を形成するアクチュエータA₇、およびアクチュエータA₂₃の出力軸に、肘関節機構44を介して、前腕部を形成するアクチュエータA₈、およびアクチュエータA₂₄が連結され、前腕部の先端に手部34が取り付けられることにより構成されている。

【0037】

そして腕部ユニット13A、および腕部ユニット13Bでは、アクチュエータA₇、およびアクチュエータA₂₃が駆動することによって、前腕部を図5に示すヨー軸35に対して回転させることができ、アクチュエータA₈、およびアクチュエータA₂₄が駆動することによって、前腕部を図5に示すピッチ軸36に対して回転させることができるようになされている。30

【0038】

脚部ユニット14A、および脚部ユニット14Bは、股関節機構37を介して、体幹下部の腰ベース22にそれぞれ取り付けられており、対応する股関節機構37のアクチュエータA₉乃至A₁₁、並びに、アクチュエータA₁₅乃至A₁₇がそれぞれ駆動することによって、図5に示す、互いに直交するヨー軸38、ロール軸39、およびピッチ軸40に対して、それぞれ独立に回転させることができるようになされている。40

【0039】

脚部ユニット14A、および、脚部ユニット14Bにおいては、大腿部を形成するフレーム41の下端が、膝関節機構42を介して、下腿部を形成するフレーム43に連結されるとともに、フレーム43の下端が、足首関節機構44を介して、足部45に連結されている。

【0040】

これにより脚部ユニット14A、および脚部ユニット14Bにおいては、膝関節機構42を形成するアクチュエータA₁₂、およびアクチュエータA₁₈が駆動することによって、図5に示すピッチ軸46に対して、下腿部を回転させることができ、また足首関節機構450

4 のアクチュエータ A_{13} およびアクチュエータ A_{14} 、並びに、アクチュエータ A_{19} およびアクチュエータ A_{20} がそれぞれ駆動することによって、図 5 に示す直交するピッチ軸 47 およびロール軸 48 に対して、足部 45 をそれぞれ独立に回転させることができるようになされている。

【0041】

脚部ユニット 14A、および脚部ユニット 14B の、足部 45 の足底面（床と接する面）には、それぞれ足底センサ 91（図 7）が配設されており、足底センサ 91 のオン・オフに基づいて、足部 45 が床に接地しているか否かが判別される。

【0042】

また、胴体部ユニット 11 の体幹下部を形成する腰ベース 22 の背面側には、後述するメイン制御部 61（図 6）などを内蔵したボックスである、制御ユニット 52 が配設されている。

【0043】

図 6 は、ロボット 5 のアクチュエータとその制御系等について説明する図である。

【0044】

胴体部ユニット 11 に設けられた制御ユニット 52 には、ロボット 5 全体の動作制御をつかさどるメイン制御部 61、並びに、後述する D/A 変換部 101、A/D 変換部 102、バッテリ 103、バッテリセンサ 131、加速度センサ 132、通信部 105、および外部メモリ 106（いずれも図 7）等を含む周辺回路 62 が収納されている。

【0045】

そしてこの制御ユニット 52 は、各構成ユニット（胴体部ユニット 11、頭部ユニット 12、腕部ユニット 13、脚部ユニット 14）内にそれぞれ配設されたサブ制御部であるノード N_1 乃至 N_{24} と通信路を介して接続されており、ノード N_1 乃至 N_{24} に対して必要な電源電圧を供給したり、ノード N_1 乃至 N_{24} とパケット通信などを行う。

【0046】

ここで、ノード N_1 乃至 N_{24} は、関節機構等であるアクチュエータ A_1 乃至 A_{24} を制御するインテリジェントな機能を備えたサブ制御部であり、対応するアクチュエータ A_1 乃至 A_{24} と接続されている。また、ノード N_1 乃至 N_{24} は、メイン制御部 61 から供給された各種信号に基づいて、対応するアクチュエータ A_1 乃至 A_{24} を、指定された状態に個々に駆動させるように制御したり、ノード N_1 乃至 N_{24} それぞれが保持しているアクチュエータ A_1 乃至 A_{24} のデータをメイン制御部 61 へ送信したりする。

【0047】

図 7 は、ロボット 5 の内部構成を示すブロック図である。

【0048】

頭部ユニット 12 には、このロボット 5 の「目」として機能する CCD（Charge Coupled Device）カメラ 81、「耳」として機能するマイクロフォン 82、頭部センサ 51 などからなる外部センサ部 71、および、「口」として機能するスピーカ 72 となどがそれぞれ所定位置に配設され、制御ユニット 52 内には、バッテリセンサ 131 および加速度センサ 132 などからなる内部センサ部 104 が配設されている。また、脚部ユニット 14A、および脚部ユニット 14B の足部 45 の足底面には、このロボット 5 の「体勢感覚」の 1 つとして機能する足底センサ 91 が配設されている。

【0049】

そして、外部センサ部 71 の CCD カメラ 81 は、周囲の状況を撮像し、得られた画像信号を、A/D 変換部 102 を介して、メイン制御部 61 に送出する。マイクロフォン 82 は、ユーザから音声入力として与えられる「歩け」、「とまれ」または「右手を挙げろ」等の各種命令音声を集音し、得られた音声信号を、A/D 変換部 102 を介して、メイン制御部 61 に送出する。

【0050】

また、頭部センサ 51 は、例えば、図 3 および図 4 に示されるように頭部ユニット 12 の上部に設けられており、ユーザからの「撫でる」や「叩く」といった物理的な働きかけ

10

20

30

40

50

により受けた圧力を検出し、検出結果としての圧力検出信号を、A/D変換部102を介して、メイン制御部61に送出する。

【0051】

足底センサ91は、足部45の足底面に配設されており、足部45が床に接地している場合、接地信号を、A/D変換部102を介して、メイン制御部61に送出する。メイン制御部61は、接地信号に基づいて、足部45が床に接地しているか否かを判定する。足底センサ91は、脚部ユニット14A、および脚部ユニット14Bの両方の足部45に配設されているため、メイン制御部61は、接地信号に基づいて、ロボット5の両足が床に接地しているか、片足が床に接地しているか、両足とも床に接地していないかを判定することができる。

10

【0052】

制御ユニット52は、メイン制御部61、D/A変換部101、A/D変換部102、バッテリ103、内部センサ部104、通信部105、および外部メモリ106等により構成される。

【0053】

D/A(Digital/Analog)変換部101は、メイン制御部61から供給されるデジタル信号をD/A変換することによりアナログ信号とし、スピーカ72に供給する。A/D(Analog/Digital)変換部102は、CCDカメラ81、マイクロフォン82、頭部センサ51、および足底センサ91が出力するアナログ信号をA/D変換することによりデジタル信号とし、メイン制御部61に供給する。

20

【0054】

内部センサ部104のバッテリセンサ131は、バッテリ103のエネルギー残量を所定の周期で検出し、検出結果をバッテリ残量検出信号として、メイン制御部61に送出する。加速度センサ132は、ロボット5の移動について、3軸方向(x軸、y軸、およびz軸)の加速度を、所定の周期で検出し、検出結果を、加速度検出信号として、メイン制御部61に送出する。

【0055】

メイン制御部61は、メイン制御部61全体の動作を制御するCPU(Central Processing Unit)111と、CPU111が各部を制御するために実行するOS(Operating System)121、アプリケーションプログラム122、その他の必要なデータ等が記憶されている内部メモリ112等を内蔵している。

30

【0056】

メイン制御部61は、外部センサ部71のCCDカメラ81、マイクロフォン82および頭部センサ51からそれぞれ供給される、画像信号、音声信号および圧力検出信号、並びに足底センサ91から供給される接地信号(以下、これらをまとめて外部センサ信号S1と称する)と、内部センサ部104のバッテリセンサ131および加速度センサ132等からそれぞれ供給される、バッテリ残量検出信号および加速度検出信号(以下、これらをまとめて内部センサ信号S2と称する)に基づいて、ロボット5の周囲および内部の状況や、ユーザからの指令、またはユーザからの働きかけの有無などを判断する。

40

【0057】

そして、メイン制御部61は、ロボット5の周囲および内部の状況や、ユーザからの指令、または、通信部105により受信されたパーソナルコンピュータ4-2からのコマンドと、内部メモリ112に予め格納されているアプリケーションプログラム122、あるいは、そのとき装填されている外部メモリ106に格納されている各種制御パラメータなどに基づいて、ロボット5の行動を決定し、決定結果に基づく制御信号を生成して、対応する各構成ユニット(胴体部ユニット11、頭部ユニット12、腕部ユニット13、脚部ユニット14)に配設されたノードN₁乃至N₂₄へ送出する。ノードN₁乃至N₂₄は、供給された制御信号に基づいて、アクチュエータA₁乃至A₂₄のうち、各ノードN_i(i=1, 2, ..., n)に対応するものの駆動を制御する。これにより、ロボット5は、例えば、頭部ユニット12を上下左右に揺動させたり、腕部ユニット13A、あるいは、腕部ユ

50

ニット13Bを上に挙げたり、脚部ユニット14Aおよび脚部ユニット14Bを交互に駆動させて、歩行するなどの機械的動作を行う。

【0058】

また、メイン制御部61は、必要に応じて、所定の音声信号をスピーカ72に与えることにより、音声信号に基づく音声を外部に出力させる。

【0059】

通信部105は、IEEE802.11b規格に準拠して、アクセスポイント2と無線で通信する。これにより、OS121やアプリケーションプログラム122がバージョンアップされたときに、通信部105を介して、そのバージョンアップされたOSやアプリケーションプログラムをダウンロードして、内部メモリ112に記憶させたり、また、所定のコマンドを、通信部105で受信し、CPU111に与えることができるようになっている。
10

【0060】

外部メモリ106は、例えば、EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-only Memory)等で構成され、胴体部ユニット11に設けられた図示せぬスロットに対して、着脱可能になっている。外部メモリ106には、例えば、後述するような感情モデル等が記憶される。

【0061】

図8は、図7のメイン制御部61の機能的構成例を示している。なお、図8に示す機能的構成は、メイン制御部61が、内部メモリ112に記憶されたOS121およびアプリケーションプログラム122を実行することで実現されるようになっている。また、図8では、D/A変換部101およびA/D変換部102の図示を省略してある。
20

【0062】

メイン制御部61のセンサ入力処理部201は、頭部センサ51、足底センサ91、加速度センサ132、マイクロフォン82、CCDカメラ81、および通信部105からそれぞれ与えられる圧力検出信号、接地信号、加速度検出信号、音声信号、画像信号、および無線信号の通信品質信号等に基づいて、特定の外部状態や、ユーザからの特定の働きかけ、ユーザからの指示等を認識し、その認識結果を表す状態認識情報を、モデル記憶部202および行動決定機構部203に通知する。

【0063】

すなわち、センサ入力処理部201は、圧力処理部221、加速度処理部222、音声認識部223、画像認識部224、および通信品質計測部225を有している。
30

【0064】

圧力処理部221は、頭部センサ51から与えられる圧力検出信号を処理する。そして、圧力処理部221は、例えば、その処理の結果、所定の閾値以上で、かつ短時間の圧力を検出したときには、「叩かれた（しかられた）」と認識し、所定の閾値未満で、かつ長時間の圧力を検出したときには、「なでられた（ほめられた）」と認識して、その認識結果を、状態認識情報として、モデル記憶部202および行動決定機構部203に通知する。
40

【0065】

また、圧力処理部221は、足底センサ91から与えられる接地信号を処理する。そして、圧力処理部221は、例えば、その処理の結果、脚部ユニット14Aの足部45に配設された足底センサ91から接地信号が与えられている場合、脚部ユニット14Aの足部45が床（地面）に接地していると認識し、足底センサ91から接地信号が与えられていない場合、脚部ユニット14Aの足部45が床（地面）に接地していないと認識する。脚部ユニット14Bについても、同様にして、足底センサ91からの接地信号に基づいて、脚部ユニット14Bの足部45が床（地面）に接地しているか否かを認識する。そして、圧力処理部221は、その認識結果を、状態認識情報として、モデル記憶部202および行動決定機構部203に通知する。

【0066】

加速度処理部 222 は、加速度センサ 132 から与えられる加速度検出信号に基づいて、胴体部ユニット 11 の加速度の方向および大きさを、状態認識情報として、モデル記憶部 202 および行動決定機構部 203 に通知する。

【0067】

音声認識部 223 は、マイクロフォン 82 から与えられる音声信号を対象とした音声認識を行う。そして、音声認識部 223 は、その音声認識結果としての、例えば、「歩け」、「伏せ」、「ボールを追いかける」等の単語列を、状態認識情報として、モデル記憶部 202 および行動決定機構部 203 に通知する。

【0068】

画像認識部 224 は、CCD カメラ 81 から与えられる画像信号を用いて、画像認識処理を行う。そして、画像認識部 224 は、その処理の結果、例えば、「赤い丸いもの」や、「地面に対して垂直なかつ所定高さ以上の平面」等を検出したときには、「ボールがある」や、「壁がある」等の画像認識結果を、状態認識情報として、モデル記憶部 202 および行動決定機構部 203 に通知する。

【0069】

通信品質計測部 225 は、通信部 105 から得られるアクセスポイント 2 からの受信信号に基づいて、通信品質を計測し、その計測結果を、状態認識情報として、行動決定機構部 203 に通知する。通信品質とは、例えば、ノイズ強度などに対応した無線信号の強度や、エラーレート（スペクトル拡散で広がったバンドの中にバースト的に妨害電波が発生した場合、その通信パケットはエラーとなる）である。

【0070】

モデル記憶部 202 は、ロボット 5 の感情、本能、成長の状態を表現する感情モデル、本能モデル、成長モデルをそれぞれ記憶し、管理している。

【0071】

ここで、感情モデルは、例えば、「うれしさ」、「悲しさ」、「怒り」、「楽しさ」等の感情の状態（度合い）を、所定の範囲（例えば、-1.0 乃至 1.0 等）の値によってそれぞれ表し、センサ入力処理部 201 からの状態認識情報や時間経過等に基づいて、その値を変化させる。

【0072】

本能モデルは、例えば、「食欲」、「睡眠欲」、「運動欲」等の本能による欲求の状態（度合い）を、所定の範囲の値によってそれぞれ表し、センサ入力処理部 201 からの状態認識情報や時間経過等に基づいて、その値を変化させる。

【0073】

成長モデルは、例えば、「幼年期」、「青年期」、「熟年期」、「老年期」等の成長の状態（度合い）を、所定の範囲の値によってそれぞれ表し、センサ入力処理部 201 からの状態認識情報や時間経過等に基づいて、その値を変化させる。

【0074】

モデル記憶部 202 は、上述のようにして感情モデル、本能モデル、成長モデルの値で表される感情、本能、成長の状態を、状態情報として、行動決定機構部 203 に送出する。

【0075】

なお、モデル記憶部 202 には、センサ入力処理部 201 から状態認識情報が供給される他に、行動決定機構部 203 から、ロボット 5 の現在または過去の行動、具体的には、例えば、「長時間歩いた」などの行動の内容を示す行動情報が供給されるようになっており、モデル記憶部 202 は、同一の状態認識情報が与えられても、行動情報が示すロボット 5 の行動に応じて、異なる状態情報を生成するようになっている。

【0076】

例えば、ロボット 5 が、ユーザに挨拶をし、ユーザに頭を撫でられた場合には、ユーザに挨拶をしたという行動情報と、頭を撫でられたという状態認識情報とが、モデル記憶部 202 に与えられ、この場合、モデル記憶部 202 では、「うれしさ」を表す感情モデル

10

20

30

40

50

の値が増加される。

【0077】

行動決定機構部203は、センサ入力処理部201からの状態認識情報やモデル記憶部202からの状態情報、後述する制御機構部205からのアクチュエータA₁乃至A₂₄の状態情報、時間経過等に基づいて、次の行動を決定し、決定された行動の内容を、行動指令情報として、姿勢遷移機構部204に出力する。また、行動決定機構部203は、次の行動が発話である場合、音声合成部208へ発話指令情報を送信する。

【0078】

姿勢遷移機構部204は、行動決定機構部203から供給される行動指令情報に基づいて、ロボット5の姿勢を、現在の姿勢から次の姿勢に遷移させるための姿勢遷移情報を生成し、これを制御機構部205に送出する。

【0079】

制御機構部205は、姿勢遷移機構部204からの姿勢遷移情報にしたがって、アクチュエータA₁乃至A₂₄を駆動するための制御信号を生成し、これを、アクチュエータA₁乃至A₂₄を制御するサブ制御部であり、各構成ユニット（胴体部ユニット11、頭部ユニット12、腕部ユニット13、脚部ユニット14）に配設されたノードN₁乃至N₂₄へ送信する。制御信号を受信したノードN₁乃至N₂₄は、この制御信号に基づいて、各ノードに接続しているアクチュエータA₁乃至A₂₄を駆動し、ロボット5に種々の動作を実行させる。また、制御機構部205は、ノードN₁乃至N₂₄から、例えば、アクチュエータA₁乃至A₂₄の状態情報を取得し、ロボット5の各関節機構の状態を行動決定機構部203へ通知する。

【0080】

即ち、制御機構部205は、ノードN₁乃至N₂₄と通信をするためにホストコントローラ231を有している。ホストコントローラ231は、例えば、制御機構部205が生成した制御信号を、パケットに格納してノードN₁乃至N₂₄へ送信したり、また例えば、ノードN₁乃至N₂₄が、ホストコントローラ231へ送信したアクチュエータA₁乃至A₂₄の情報を含んだパケットを受信して、制御機構部205に各関節機構の状態の情報を供給する。

【0081】

音声合成部208は、行動決定機構部203から発話指令情報を受信し、その発話指令情報にしたがって、例えば、規則音声合成を行い、合成音をスピーカ72に供給して出力させる。

【0082】

図9は、ホストコントローラ231と、ロボット5の各構成ユニット（胴体部ユニット11、頭部ユニット12、腕部ユニット13、脚部ユニット14）に配設されたノードN₁乃至N_nとで構成される通信システムの第1の構成例を示している。

【0083】

図9の通信システムにおいて、ホストコントローラ231とノードN₁乃至N_nそれぞれとは、バス型のメイン通信路241を介して通信を行なう。ノードN₁乃至N_nは、メイン通信路241を介して並列に接続している。従って、ホストコントローラ231が送信したパケットは、すべてのノードN₁乃至N_nへ送信される。また、あるノードN_iが送信したパケットは、ホストコントローラ231と他のすべてのノードN_j（j=1, 2, ..., n, j ≠ i）へ送信される。そして、ノードN_iは、パケットを受信し、そのパケットの宛先が自分宛であるとき、パケットを処理し、パケットの宛先が自分宛ではないとき、パケットを無視する。

【0084】

本実施の形態では、ホストコントローラ231は、ブロードキャストにより、リードリクエストパケットを送信する。即ち、ホストコントローラ231は、パケットの宛先に、ブロードキャストである旨の信号であるブロードキャスト信号を格納し、リードリクエストパケットを送信する。すべてのノードN₁乃至N_nは、ホストコントローラ231が送信

10

20

30

40

50

したリードリクエストパケットを受信し、宛先にブロードキャスト信号が格納されているとき、自分宛のパケットであると認識する。これにより、ホストコントローラ₂₃₁が、1つのリードリクエストパケットをブロードキャストすることにより、すべてのノードN₁乃至N_nにおいて、リードリクエストパケットを受信することができる。

【0085】

さらに、ノードN₁乃至N_nそれぞれは、ホストコントローラ₂₃₁が送信したリードリクエストパケットを受信した場合、そのリードリクエストパケットに対する応答であるアンサパケットを作成し、所定の順番で、自分のアンサパケットを送信する。即ち、ノードN_iは、データD_i[0:k]を保持しており、リードリクエストパケットによって、データD_i[0:k]が要求された場合には、データD_i[0:k]をアンサパケットに配置して送信する。なお、データD_i[0:k]は、例えば、データ長がk+1ビットのデータを表す。

【0086】

メイン通信路241は、ホストコントローラ₂₃₁とノードN_iとを接続する通信路である。なお、メイン通信路241を介してやりとりする信号は、例えば、電気による信号でも光による信号でもよい。さらに、メイン通信路241を介した通信としては、シリアル通信でも、パラレル通信でも可能である。

【0087】

図10は、ホストコントローラ₂₃₁が、すべてのノードN₁乃至N_nからデータD₁[0:k]乃至D_n[0:k]を取得するときの処理を説明するフローチャートを示している。

【0088】

まず最初に、ホストコントローラ₂₃₁は、ステップS41において、情報の読み出しを要求するリードリクエストパケットを、ブロードキャストで送信して、ステップS42に進む。ステップS42において、ノードN₁乃至N_nそれぞれは、ホストコントローラ₂₃₁から送信されたリードリクエストパケットを受信し、そのリードリクエストパケットを解析する。さらに、すべてのノードN₁乃至N_nは、リードリクエストパケットに格納されたデータに対する応答としてのアンサパケットを作成して、ステップS43に進む。

【0089】

ステップS43において、ノードN_nは、ホストコントローラ₂₃₁へデータD_n[0:k]を格納したアンサパケットを送信する。ステップS43からステップS44に進み、ノードN_{n-1}は、ステップS43でノードN_nが送信したアンサパケットを受信することにより、ホストコントローラ₂₃₁に対して自分より1つ前のノードN_nがアンサパケットを送信したことを確認し、その後、ホストコントローラ₂₃₁へデータD_{n-1}[0:k]を格納した自分のアンサパケットを送信する。以下同様に、各ノードN_iがノード番号iの降順にアンサパケットを送信し、ステップS45において、ノード番号が1のノードN₁が、ホストコントローラ₂₃₁へデータD₁[0:k]を格納したアンサパケットを送信する。これにより、ホストコントローラ₂₃₁は、すべてのノードN₁乃至N_nからデータD₁[0:k]乃至D_n[0:k]を取得する。

【0090】

このように、ホストコントローラ₂₃₁とノードN₁乃至N_nとがバス型のメイン通信路241で接続されている通信システムにおいて、ホストコントローラ₂₃₁がブロードキャストによりリードリクエストを送信する場合、すべてのノードN₁乃至N_nは、そのリードリクエストパケットの受信と、アンサパケットの作成を、ほぼ同時に行なうことができる。そのため、図9の通信システムでは、n個のノードN₁乃至N_nがリードリクエストパケットを受信してからアンサパケットを作成するまでの時間は、前述した図1の場合と比較すると、理論的にはn分の1に短縮できる。また、図9の通信システムでは、各ノードN_iが所定の順番で、即ち、ノード番号の降順にアンサパケットを送信することにより、ノードN₁乃至N_nが送信したアンサパケットがホストコントローラ₂₃₁に集中するのを避けることができる。即ち、アンサパケット同士の衝突などによる、パケットの再送をな

10

20

30

40

50

くすことができる。

【0091】

図11は、図9のホストコントローラ231の機能的構成例を示すブロック図である。ホストコントローラ231は、通信部262と制御部261とから構成されている。さらに、通信部262は、メイン通信路241と接続している。

【0092】

通信部262は、メイン通信路241を介して、ノードN_iとの間でパケットの送信と受信を行なう。即ち、通信部262は、制御部261から供給されたパケットを、ノードN_iへ送信する。また、通信部262は、ノードN_iが送信したホストコントローラ231宛のパケットを受信し、制御部261へ供給する。

10

【0093】

制御部261は、制御機構部205からノードN_iを制御する制御信号を受信し、ノードN_iに制御信号などを伝えるためのパケットを作成して、通信部262へ供給する。例えば、制御部261は、制御機構部205から、ノードN_iが所持しているアクチュエータA_iの情報を取得したい旨の制御信号が供給された場合、リードリクエストパケットを作成して、通信部262へ送信する。また、制御部261は、通信部262が受信したノードN_iが送信したパケットを取得し解析して、パケットに格納された、例えば、アクチュエータA_iの情報を制御機構部205へ供給する。

【0094】

図12は、図9のノードN_iの機能的構成例を示すブロック図である。ノードN_iは、通信部271、解析部272、作成部273、記憶部274から構成されている。

20

【0095】

通信部271は、メイン通信路241に接続されている。通信部271は、ホストコントローラ231や他のノードN_jが送信したメイン通信241上のパケットを受信し、そのパケットの種類(Type部)とパケットの宛先(ADDR部)とを解析する。即ち、例えば、受信したパケットが、ホストコントローラ231が送信した自分宛て(ノードN_i宛て)のパケットである場合、通信部271は、そのパケットを解析部272へ供給する。また、通信部271は、受信したパケットが、他のノードN_jが送信したアンサパケットである場合、そのパケットの送信元を解析する。

30

【0096】

また、通信部271は、作成部273が作成した、ブロードキャストによるリードリクエストパケットに対する応答としてのアンサパケットを、所定の順番でメイン通信路241を介してホストコントローラ231へ送信する。即ち、例えば、通信部271は、他のノードN_jが送信したアンサパケットの送信元と、記憶部274の記憶内容とを適宜比較し、自分がアンサパケットを送信する順番であるかどうかを判定する。そして、通信部271は、自分がアンサパケットを送信する順番であると判定したとき、自分のアンサパケットをホストコントローラ231へ送信する。

【0097】

解析部272は、通信部271からパケットを受信し、そのパケットを解析する。さらに、解析部272は、パケットの解析結果に基づいて所定の処理を行なう。即ち、例えば、解析部271は、受信したパケットが、ホストコントローラ231が送信したリードリクエストパケットの場合、ノードN_iが制御するアクチュエータA_iの情報が要求されたことを認識する。この場合、解析部272は、アクチュエータA_iの情報を取得して、作成部273へ供給する。

40

【0098】

作成部273は、ホストコントローラ231へ送信するアンサパケットを作成する。さらに、作成部273は、解析部272から供給された情報をアンサパケットに格納する。また、作成部273は、通信部271へ作成したパケットを供給する。即ち、例えば、解析部272からアクチュエータA_iの情報を受信した場合、作成部273は、アクチュエータA_iの情報を格納した、ホストコントローラ231宛のアンサパケットを作成する。

50

さらに、作成部 273 は、作成したアンサパケットを通信部 271 へ供給する。

【0099】

記憶部 274 は、例えば、半導体メモリなどで構成され、自分のノード番号である i を、アンサパケットの送信順として記憶している。通信部 271 は、他のノード N_j が送信したアンサパケットを受信して、アンサパケットの送信元であるノード N_j のノード番号 j を認識するとともに、記憶部 274 が記憶している自分のノード番号 i を読み取る。そして、通信部 271 は、受信したアンサパケットの送信元のノード番号 j が自分のノード番号 i の 1 つ後の番号であるとき、即ち、 $j = i + 1$ のとき、自分のアンサパケットをホストコントローラ 231 へ送信する。

【0100】

図 13 は、ホストコントローラ 231 とノードとの間で送受信するパケットのフォーマットを示している。

【0101】

図 13 の上図は、コンテンツ付のパケットのフォーマットを示している。例えば、ホストコントローラ 231 の制御部 261 は、ノード N_i にデータの書き込みを要求する場合、コンテンツ付のパケットのフォーマットを使用して、書き込ませるデータを配置したライトリクエストパケットを作成する。また、例えば、ノード N_i の作成部 273 は、ホストコントローラ 231 の要求に応じてデータを送信する場合、コンテンツ付のパケットのフォーマットを使用して、要求されたデータを配置したアンサパケットを作成する。

【0102】

図 13 の中図は、パケットの CTRL 部を示している。

【0103】

図 13 の下図は、コンテンツ無しのパケットのフォーマットを示している。例えば、ホストコントローラ 231 の制御部 261 は、ノード N_i のデータを要求する場合、コンテンツ無しのパケットのフォーマットを使用して、リードリクエストパケットを作成する。また、例えば、ホストコントローラ 231 の制御部 261 は、ノード N_i に USER'S BIT の書き込み等を要求する場合、コンテンツ無しのパケットのフォーマットを使用して、ライトリクエストパケットを送信する。さらに、例えば、ノード N_i の作成部 273 は、ホストコントローラ 231 の要求に応じる送信すべきデータがない場合、コンテンツ無しのパケットフォーマットを使用して、アンサパケットを送信する。

【0104】

コンテンツ無しのパケットのフォーマットは、コンテンツ付のパケットのフォーマットからユーザデータ D_1 乃至 D_n 、および CRC 部を省いたパケットのフォーマットであり、その他の各部の構成については同一である。従って、以下の各部の説明においては、コンテンツ付のパケットのフォーマットについて記述する。

【0105】

パケットは、その先頭から、8 ビットの同期信号が配置される SYNC (Synchronization word) 部、パケットの種類やアドレスを格納する CTRL (Control) 部、CTRL 部のビット列をビット反転したビットが配置される nCTRL 部、ユーザデータ (ペイロード) を格納する コンテンツ部、およびデータのエラーを検出するコードが配置される CRC 部が順次配置されて構成される。

【0106】

CTRL 部には、CTRL が格納される。CTRL は、例えば、8 ビットで、パケットの種類を表す 2 ビットの Type (タイプ) 部、ユーザがアプリケーションで自由に使用する 2 ビットの User's Bit (ユーザビット) 部、および、パケットの宛先もしくはパケットの送信元を表す 4 ビットの ADDR (アドレス) 部で構成されている。

【0107】

Type 部には、パケットの種類を表すタイプが格納される。即ち、例えば、ホストコントローラ 231 の制御部 261 は、ノード N_i から情報を取得するリードリクエストパケットを作成する場合、Type 部にリードリクエスト信号としての 2 ビットを格納する。一方、

10

20

30

40

50

ノード N_i の作成部273は、リードリクエストに応答するアンサパケットを作成する場合、Type部にアンサ信号としての2ビットを格納する。また、ホストコントローラ231の制御部261は、ノード N_i に制御信号等の情報を書き込むライトリクエストパケットを作成する場合、Type部にライトリクエスト信号としての2ビットを格納する。

【0108】

ADDR(Address)部には、パケットの宛先もしくは送信元のアドレスが格納される。即ち、例えば、ホストコントローラ231の制御部261は、ノード N_i へパケットを送信する場合、宛先であるノード N_i を表す情報としての、例えば、ノード番号 i をADDR部に格納する。また、制御部261は、すべてのノード N_1 乃至 N_n へパケットを送信する場合、プロードキャスト信号としての4ビットをADDR部に格納する。一方、ノード N_i の作成部273は、アンサパケットをホストコントローラ231へ送信する場合、送信元である自分を表す情報としての、例えば、ノード番号 i をADDR部に格納する。
10

【0109】

従って、例えば、ノード N_i の通信部271は、受信したパケットのType部を解析することにより、受信したパケットがリードリクエストパケットであるか、またはアンサパケットであるかを認識することができる。さらに、例えば、ノード N_i の通信部271は、受信したパケットがリードリクエストパケットである場合、ADDR部に自分のノード番号 i もしくは、プロードキャスト信号が格納されているとき、自分宛てのパケットと認識してパケットを受信し、解析部272へ供給する。一方、ノード N_i の通信部271は、ADDR部に他のノード番号 j が格納されているとき、パケットを無視(破棄)する。また、ノード N_i の通信部271は、受信したパケットがアンサパケットである場合、ADDR部を解析して、送信元のノード番号を認識する。
20

【0110】

nCTRL部には、CTRL部に配置したビット列をビット反転したビット列であるnCTRLが格納される。従って、nCTRLをビット反転したものと、CTRLとが一致していない場合、CTRLにエラーが生じている可能性がある。

【0111】

以上のSYNC部、CTRL部、およびnCTRL部がパケットのヘッダを構成している。パケットのヘッダの後には、送信するユーザデータが配置される。

【0112】

コンテンツ部には、ユーザデータ D_1 乃至 D_m が格納される。ユーザデータ D_1 乃至 D_n は、パケットの送信先へ送信するデータである。例えば、ノード N_i の作成部273は、ホストコントローラ231が送信したリードリクエストパケットを受信した場合、アクチュエータ A_i の状態のデータ $D_i [0 : m] (m = k + 1)$ をコンテンツ部に格納したアンサパケットを作成する。
30

【0113】

CRC(Cyclic Redundancy Check)部には、伝送によってパケットのユーザデータ D_1 乃至 D_n にエラーが発生していないかどうかを検出するコードである、CRCコードが格納される。例えば、ホストコントローラ231の制御部261は、送信するパケットのユーザデータ D_1 乃至 D_n からCRCコードを算出して、CRC部に格納する。一方、パケットを受信したノード N_i の解析部272は、ホストコントローラ231の制御部261と同一の算出方法によりCRCコードを算出する。そして、ノード N_i の解析部272は、CRC部に格納されたCRCコードと算出したCRCコードとを比較して、ユーザデータ D_1 乃至 D_n にエラーが発生しているかどうかを検出する。ユーザデータ D_1 乃至 D_n にエラーが発生していると検出された場合、ノード N_i の解析部272は、例えば、通信部271およびメイン通信路241を介して、ホストコントローラ231へパケットの再送を要求する。CRC部に配置されるCRCコードは、ノード N_i からホストコントローラ231にパケットが送信される場合にも、同様に処理される。
40

【0114】

図14のフローチャートを参照して、図9のホストコントローラ231が、すべてのノ
50

ード N_1 乃至 N_n から情報を取得するときの処理について説明する。

【0115】

まず最初に、ステップS61において、ホストコントローラ231の制御部261は、制御機構部205からアクチュエータ A_1 乃至 A_n のデータを取得する要求を受けた場合、リードリクエストパケットを作成し、通信部262へ供給する。さらに、ステップS61では、ホストコントローラ231の通信部262は、制御部261が作成したリードリクエストパケットを、メイン通信路241へ送信し、ステップS62に進む。即ち、制御部261は、コンテンツ無しのパケットのフォーマットを使用して、Type部にリードリクエスト信号を配置し、ADDR部にブロードキャスト信号を配置したパケットを作成し通信部262へ供給する。通信部262は、制御部261が供給したパケットを受取り、メイン通信路241を介して送信する。これにより、リードリクエストパケットがブロードキャストされる。10

【0116】

ステップS62では、ホストコントローラ231の制御部261は、すべてのノード N_1 乃至 N_n からアンサパケットを受信したか否かを判定する。ステップS62において、制御部261は、すべてのノード N_1 乃至 N_n のアンサパケットを受信していないと判定した場合、ステップS62に戻り、同様の処理を繰り返す。一方、ステップS62において、制御部261は、すべてのノード N_1 乃至 N_n からのアンサパケットを受信したと判定した場合、処理を終了する。これにより、ホストコントローラ231は、すべてのアクチュエータの状態を表すデータ $D_1[0:m]$ 乃至 $D_n[0:m]$ を取得する。20

【0117】

図15のフローチャートを参照して、ホストコントローラ231からブロードキャストによるリードリクエストパケットが送信されたときの、図9のノード N_i の処理について説明する。

【0118】

まず最初に、ステップS71において、ノード N_i の通信部271は、ホストコントローラ231が送信したリードリクエストパケットを受信する。通信部271は、受信したパケットのTypeおよびADDRを解析し、ADDRがブロードキャスト信号であり、Typeがリードリクエスト信号である場合、ホストコントローラ231が送信したブロードキャストによるリードリクエストパケットであると認識する。通信部271は、リードリクエストパケットを受信した旨の情報を解析部272へ供給し、解析部272は、供給されたリードリクエストパケットを受信した旨の情報に基づいて、ノード N_i が制御するアクチュエータ A_i の状態を表すデータ $D_i[0:m]$ を作成部273へ供給する。そして、ステップS71からステップS72に進む。30

【0119】

ステップS72において、作成部273は、解析部272から供給されたデータ $D_i[0:m]$ をコンテンツ部に配置したアンサパケットを作成し、作成したアンサパケットを通信部271へ供給する。即ち、作成部273は、コンテンツ付のパケットのフォーマットを使用し、Type部にアンサ信号を配置し、ADDR部に自分を表す信号であるノード番号 i を配置するとともに、ユーザデータ部にデータ $D_i[0:m]$ を格納したパケットを作成する。40

【0120】

ステップS72からS73に進み、通信部271は、ノード N_{i+1} がアンサパケットを送信したか否かを判定する。即ち、通信部271は、メイン通信路241を介して送信される他のノード N_j が送信したパケットを受信し、受信したパケットのType部にアンサ信号が配置されていない、もしくは、ADDR部にノード番号 $i+1$ が配置されていないと判定した場合、ステップS73に戻る。一方、通信部271は、受信したパケットのType部にアンサ信号が配置されており、且つ、ADDR部にノード番号 $i+1$ が配置されていると判定した場合、即ち、ノード N_{i+1} がアンサパケットを送信したと認識した場合、次に自分のアンサパケットを送信する順番であると認識して、ステップS74に進む。50

【0121】

ステップS74において、通信部271は、ステップS73でノードN_{i+1}のアンサパケットを受信したことを確認した後、自分のアンサパケットをホストコントローラ231へ送信し、処理を終了する。

【0122】

なお、ここでは、ノード番号が最大のノードN_nが、ブロードキャストによるリードリクエストパケットに対するアンサパケットを最初に送信すべきノードであるが、この、アンサパケットを最初に送信すべきノードであるノードN_nは、ステップS73の処理をスキップする。即ち、ノードN_nは、ステップS72でアンサパケットを作成した後、ステップS74において、即座に、そのアンサパケットを送信する。

10

【0123】

図16は、ホストコントローラ231と、ロボット5の各構成ユニット（胴体部ユニット11、頭部ユニット12、腕部ユニット13、脚部ユニット14）に配設されたノードN₁乃至N_nとで構成される通信システムの第2の構成例を示している。

【0124】

図16において、ホストコントローラ231は、メイン通信路242を介して、ノードN₁と接続している。そして、ノードN₁は、メイン通信路242を介して、ノードN₂とも接続している。以下、同様にして、最終的には、ノードN_{n-1}は、メイン通信路242を介して、ノードN_nと接続している。即ち、ホストコントローラ231とノードN₁乃至N_nは、メイン通信路242を介して直列に接続されたデイジーチェーンの構造の通信システムを構成している。

20

【0125】

さらに、図16のデイジーチェーンの構造の通信システムにおいて、ホストコントローラ231からノードN_iの方向を下り方向と、ノードN_iからホストコントローラ231の方向を上り方向と、それぞれいうものとすると、メイン通信路242は、上り方向と下り方向の両方向の通信路を有している。

【0126】

ここで、図16のホストコントローラ231は、図11を参照して説明した通信部262と制御部261とで構成される。また、ホストコントローラ231とノードN₁乃至N_nとで受け渡しをするパケットは、図13を参照して説明したパケットフォーマットのパケットである。

30

【0127】

図17は、図16のノードN_iの機能的構成例を示すブロック図である。ノードN_iは、通信部281、解析部272、作成部273、および記憶部274から構成されている。

【0128】

ノードN_iの通信部281は、下流側にあるメイン通信路242と上流側にあるメイン通信路242とを中継するようにして、メイン通信路242に接続している。従って、通信部281は、メイン通信路242を介して送信される、ホストコントローラ231が送信した下り方向のパケットを、上流側のメイン通信路242から受信する。また、通信部281は、メイン通信路242を介して送信される、下流側の他のノードN_jが送信した上り方向のアンサパケットのすべてを、下流側のメイン通信路242から受信する。

40

【0129】

また、通信部281は、受信した全てのパケットを同一方向へ転送する。また、通信部281は、受信したパケットのADDR部を解析する。通信部281は、受信したパケットが自分宛であると認識した場合、即ち、ADDR部に自分のノード番号iが格納されている場合、もしくは、ブロードキャスト信号が格納されている場合、受信したリードリクエストパケットを解析部272へ供給する。また、通信部281は、受信したリードリクエストパケットが他のノード宛である場合、即ち、ADDR部に他のノード番号jが格納されている場合、受信したリードリクエストパケットを無視（破棄）する。

【0130】

50

図17のノード N_i の解析部272、作成部273、および記憶部274は、図12で示したバス型の通信システムにおけるノード N_i の各部と同様の機能を有するので、説明は省略する。

【0131】

図18は、ホストコントローラ231と、ロボット5の各構成ユニット（胴体部ユニット11、頭部ユニット12、腕部ユニット13、脚部ユニット14）に配設されたノード N_1 乃至 N_n とで構成される通信システムの第3の構成例を示している。

【0132】

図18の通信システムにおいては、図16における場合と同様に、ホストコントローラ231とノード N_1 乃至 N_n とが、メイン通信路243を介して直列に接続され、これにより、デイジーチェーン構造の通信システムが構成されている。但し、メイン通信路243を介した通信は、上り方向と下り方向の両方向について同時にを行うことができず、いずれか一方向のみに行なうことが可能となっている。このため、ノード N_i は、メイン通信路243の通信方向を切り替えながらパケットの送受信を行なう。

【0133】

即ち、ノード N_i は、例えば、上流側からの下り方向のパケットを受信し、下流側にパケットを送信する状態となっている。例えば、ホストコントローラ231がブロードキャストによりリードリクエストパケットを送信した場合、このリードリクエストパケットは、下流側に転送（送信）される。また、ノード N_i は、受信したリードリクエストパケットのADDR部を解析し、受信したリードリクエストパケットが下流側の他のノード N_j 宛（ブロードキャストリードリクエストを含む）である場合、メイン通信路243の通信方向を切り替え、下流側からの上り方向のパケットを受信し、上流側にパケットを送信する状態となる。さらに、ノード N_i は、自分のアンサパケットを上流側へ送信した後、再び、メイン通信路243の通信方向を切り替え、上流側からの下り方向のパケットを受信する状態となる。

【0134】

図19は、図18のノード N_i の機能的構成例を示すブロック図である。ノード N_i は、通信部291、通信部291に設置された通信切り替え部292、解析部272、作成部273、および記憶部274から構成されている。

【0135】

ノード N_i の通信部291は、下流側にあるメイン通信路243と上流側にあるメイン通信路243とを中継するようにして、メイン通信路243と接続している。従って、通信部291は、メイン通信路243を介して送信されるホストコントローラ231が送信した下り方向のリードリクエストパケットと、下流側の他のノード N_j が送信した上り方向のアンサパケットとのすべてを受信する。

【0136】

通信方向切り替え部292は、通信部291からメイン通信路243の通信方向を切り替える情報を受取ったとき、メイン通信路243の通信方向を、上り方向もしくは下り方向に切り替える。

【0137】

通信部291は、例えば、ホストコントローラ231がブロードキャストで送信した下り方向のリードリクエストパケットを受信した場合、受信したリードリクエストパケットを下流側へ転送する。さらに、通信部291は、その受信したリードリクエストパケットが自分より下流側の他のノード N_j 宛（ブロードキャストを含む）と認識した場合、通信方向切り替え部292によって、メイン通信路243の通信方向を下り方向から上り方向へ切り替えさせる。また、例えば、通信部291は、下流側の他のノード N_{i+1} のアンサパケットを受信し上流側へ転送した後、自分のアンサパケットを上流側へ送信する。さらに、自分のアンサパケットを上流側へ送信した後、通信方向切り替え部292によって、メイン通信路243の通信方向を上り方向から下り方向へ切り替えさせる。

【0138】

10

20

30

40

50

図19のノード N_i の解析部272、作成部273、および記憶部274は、図12で示したバス型の通信システムにおけるノード N_i の各部と同様の機能を有するのでその説明は省略する。

【0139】

このように、通信方向の切り替えが必要なメイン通信路243で接続されたデイジーチェーン構造の通信システムにおいても、ノード N_i は、通信方向を切り替えながら、下流側のノードから順番に（ノード番号の降順で）アンサパケットを送信することができる。よって、ホストコントローラ231は、短時間ですべてのノード N_1 乃至 N_n から情報を取得することができる。

【0140】

なお、図9、図16、および図19に示した通信システムにおいて、ノード N_i の記憶部274には、自分のノード番号 i に加えて、自分が何番目にアンサパケットを送信するかの情報を記憶しておくことができる。この場合、ノード N_i の通信部271、通信部281、並びに通信部291は、既に受信したアンサパケットの数をカウントすることにより、自身の送信する順番であることを認識することができる。ただし、図16及び図19の通信システムでは、ノード N_i は、自分より下流側にあるノードが送信したアンサパケットしか受信できないので、即ち、自分より上流側にあるノードが送信したアンサパケットは受信することができないので、アンサパケットを送信する順番は、最も下流側にあるノード N_n を1番目とし、ノード番号の降順とすることが望しい。

【0141】

また、図9および図16の通信システムにおいて、ノード N_i の記憶部274には、他のノード N_j のノード番号 j を記憶させることができる。この場合、ノード N_i の通信部271または通信部281は、受信したアンサパケットのノード番号が、記憶部274に記憶している他のノード番号 j と一致したとき、次に自分のアンサパケットを送信する順番であることを認識することができる。

【0142】

さらに、図9、図16、および図19の通信システムにおいて、ノード N_i の記憶部274には、所定の時間を記憶しておくことができる。この場合、ノード N_i において、あるトリガから所定の時間が経過したときに自身のアンサパケットを送信させることにより、すべてのノード N_1 乃至 N_n が所定の順番にアンサパケットを送信することができる。即ち、例えば、ノード N_i の通信部271、通信部281、並びに通信部291は、ブロードキャストによるリードリクエストパケットを受信したことをトリガに、所定の時間が経過したときに、自分のアンサパケットを送信することができる。但し、この場合、所定の時間は、ノード N_1 乃至 N_n それぞれが、ブロードキャストによるリードリクエストパケットを受信するタイミングのタイムラグを考慮して設定する必要がある。

【0143】

また、アンサパケットを最初に送信するノード N_i は、記憶部274に、自分が最初に送信する旨を記憶しておくことができる。即ち、ノード N_i は、その記憶部274に、自分のアンサパケットを一番に送信することを記憶している場合、ブロードキャストによるリードリクエストパケットを受信すると、即座にアンサパケットを送信する。

【0144】

さらに、ホストコントローラ231には、アンサパケットを送信する所定の順番を格納したパケットを送信させることができる。この場合、ノード N_i は、ホストコントローラ231が送信した、アンサパケットを送信する所定の順番を格納したパケットを受信し、記憶部274に記憶している情報を更新することができる。

【0145】

図20は、ホストコントローラ231と、ロボット5の各構成ユニット（胴体部ユニット11、頭部ユニット12、腕部ユニット13、脚部ユニット14）に配設されたノード N_1 乃至 N_n とで構成される通信システムの第4の構成例を示している。

【0146】

10

20

30

40

50

図20では、ホストコントローラ231とノードN₁乃至N_nとは、メイン通信路241を介して接続しており、これにより、図9における場合と同様の通信システムを構成している。さらに、図20では、ノードN_iと、ノードN_{1..1}乃至N_{1..m}とが、メイン通信路244を介して接続されている。

【0147】

即ち、ノードN₁は、メイン通信路241または他のノードN₂乃至N_nからパケットを受信すると、そのパケットを、メイン通信路244を介して、ノードN_{1..1}乃至N_{1..m}に転送し、さらに、ノードN₁は、ノードN_{1..1}乃至N_{1..m}からメイン通信路244を介して、パケットを受信すると、そのパケットを、メイン通信路241を介して、ホストコントローラ231と他のノードN₂乃至N_nに転送する。これにより、ホストコントローラ231がプロードキャストにより送信したリードリクエストパケットに対して、ノードN₁乃至N_nおよび、ノードN_{1..1}乃至N_{1..m}は、上述した場合と同様にして、アンサバケットを、所定の順番で送信する。10

【0148】

上述した一連の処理は、専用のハードウェアによつても、またソフトウェアによつても実行することができる。一連の処理をソフトウェアによって行なう場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、通信システムを構成するハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えは汎用のパーソナルコンピュータなどに、記録媒体からインストールされる。20

【0149】

この記録媒体は、コンピュータとは別に、ユーザにプログラムを提供するために配布される、磁気ディスク（フレキシブルディスクを含む）、光ディスク（CD-ROM（Compact Disk-Read Only Memory），DVD（Digital Versatile Disk）を含む）、光磁気ディスク（MD（Mini-Disk）（商標）を含む）、もしくは半導体メモリなどよりなるパッケージメディアとして提供することができる。例えは、図7においては、プログラムは、外部メモリ106に記録して提供し、メモリ112にインストールすることができる。

【0150】

また、本明細書において、フローチャートに記述したステップは、記載された順序に沿つて時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。30

【0151】

なお、本明細書において、システムとは、複数の装置により構成される装置全体を表すものである。

【0152】

また、本実施の形態では、本発明をロボットに適用した場合について説明したが、本発明は、ロボット以外の1対多の通信を行なうシステムに適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0153】

【図1】従来の通信システムにおける処理の流れを表す図である。

40

【図2】本発明を適用したロボットシステムの利用例を示す図である。

【図3】図2のロボット5の外観構成を示す斜視図である。

【図4】図2のロボット5の外観構成を示す、背後側の斜視図である。

【図5】図2のロボット5について説明するための略線図である。

【図6】図2のロボット5の内部構成を示すブロック図である。

【図7】図2のロボット5の制御に関する部分を主に説明するためのブロック図である。

【図8】図7のメイン制御部61の構成を示すブロック図である。

【図9】本発明を適用した通信システムの第1実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図10】本発明の通信システムにおける処理の流れを表す図である。

50

【図11】図9のホストコントローラ231の構成例を示すブロック図である。

【図12】図9のノードN_iの構成例を示すブロック図である。

【図13】パケットのフォーマットを示す図である。

【図14】ホストコントローラ231の処理を説明するフローチャートである。

【図15】ノードN_iの処理を説明するフローチャートである。

【図16】本発明を適用した通信システムの第2実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図17】図16のノードN_iの構成例を示すブロック図である。

【図18】本発明を適用した通信システムの第3実施の形態の構成例を示すブロック図である。
10

【図19】図18のノードN_iの構成例を示すブロック図である。

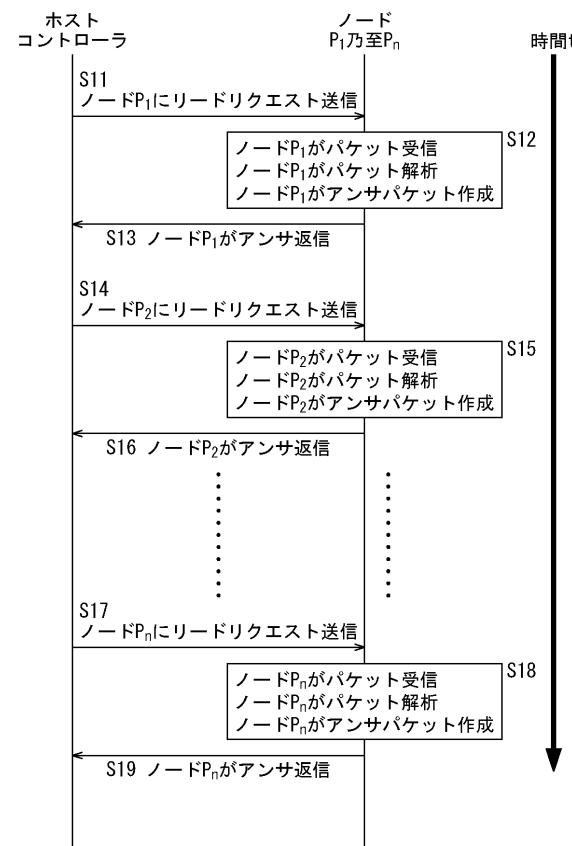
【図20】本発明を適用した通信システムの第4実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

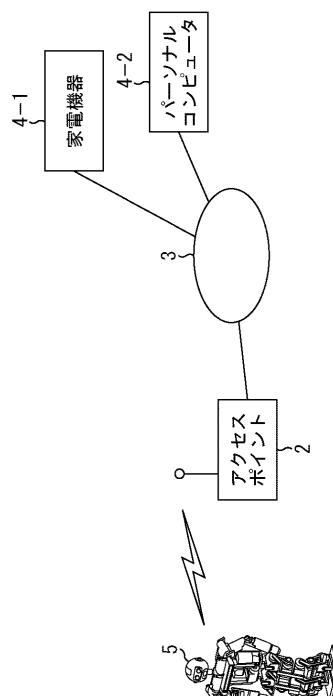
【0154】

5 口ボット , 11 胸体ユニット , 12 頭部ユニット , 13 腕部ユニット
, 14 脚部ユニット , 52 制御ユニット , 61 メイン制御部 , 106 外
部メモリ , 112 メモリ , 205 制御機構部 , 231 ホストコントローラ ,
241 メイン通信路 , 242 メイン通信路 , 243 メイン通信路 , 244
メイン通信路 , 261 通信部 , 262 制御部 , 271 通信部 , 272 20
解析部 , 273 作成部 , 274 記憶部 , 281 通信部 , 291 通信部 ,
292 通信方向切り替え部 , A₁ 乃至 A_n アクチュエータ , N₁ 乃至 N_n ノード

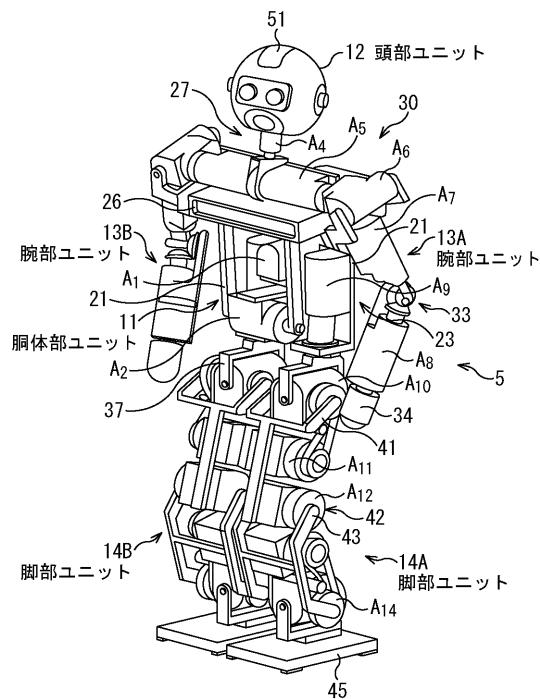
【図1】
図1



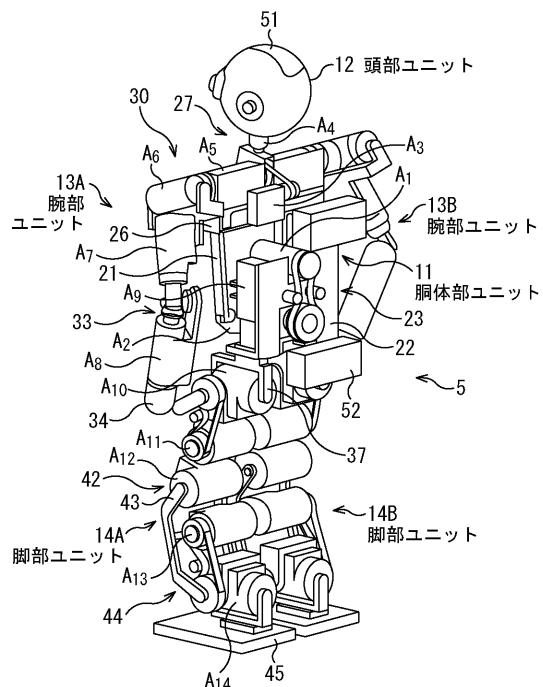
【図2】
図2



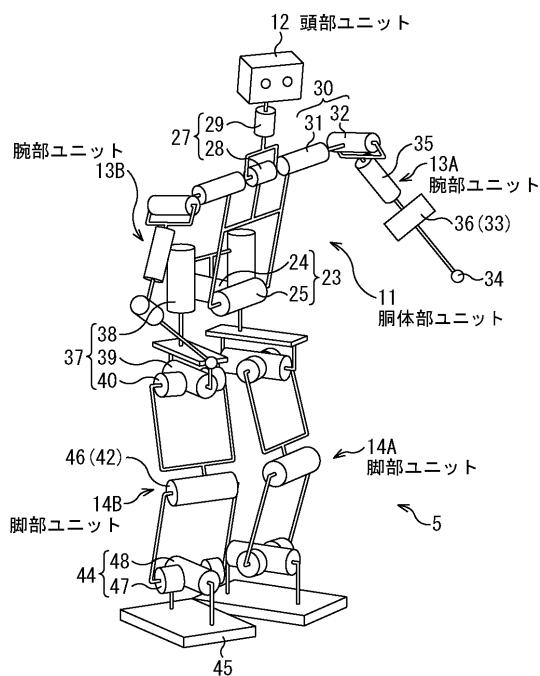
【図3】
図3



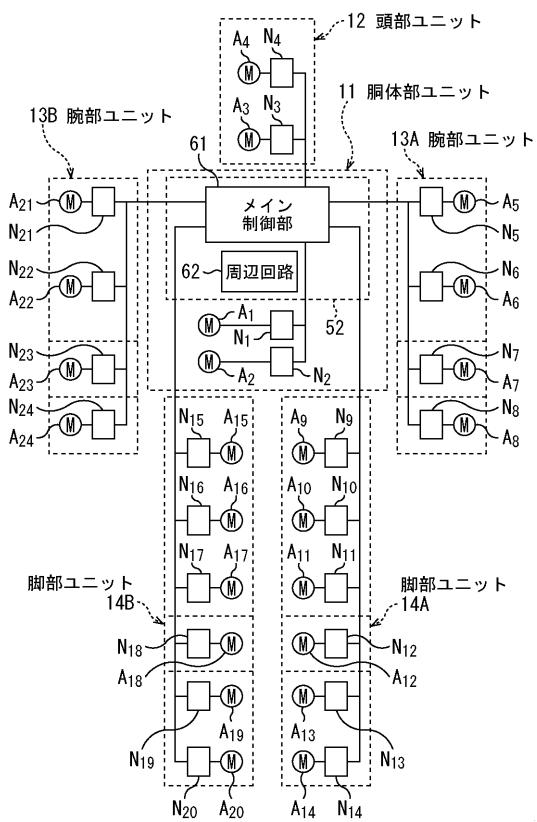
【図4】
図4

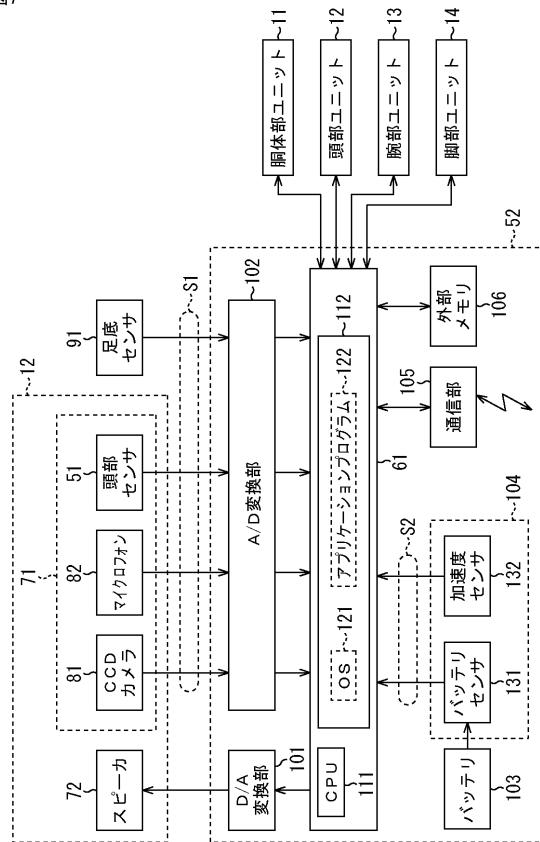
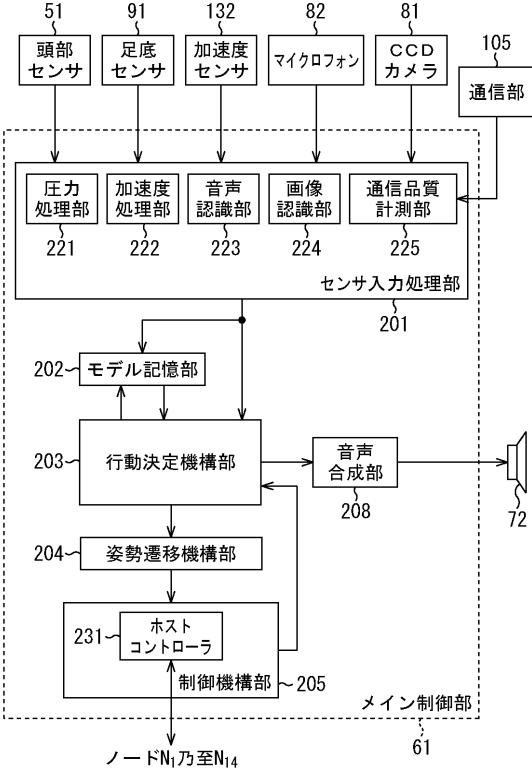
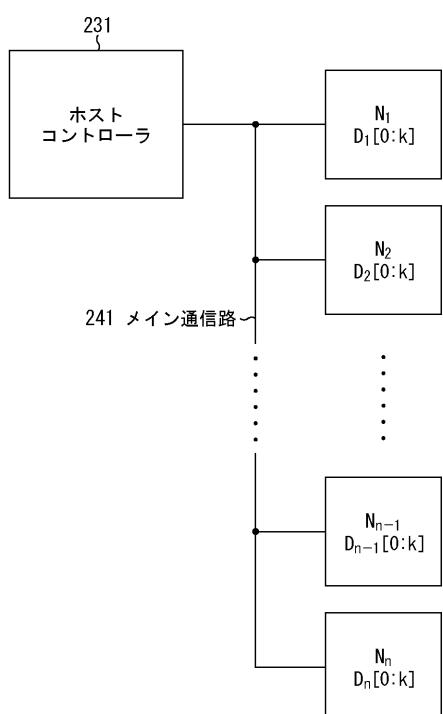
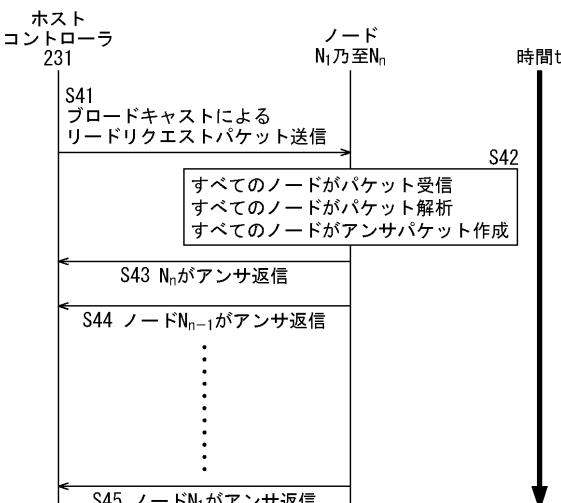


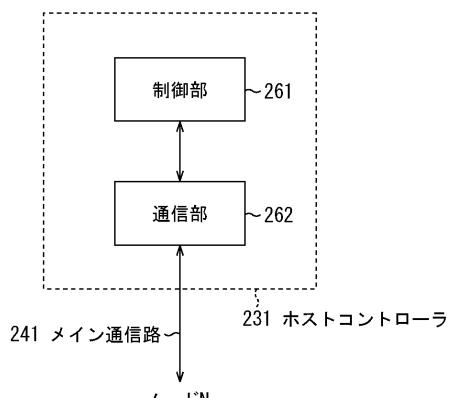
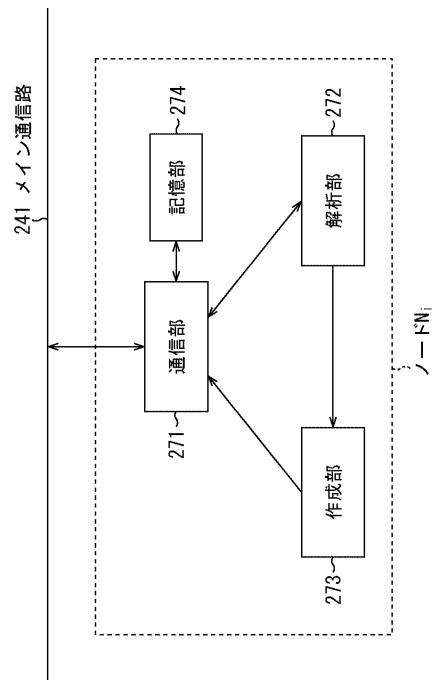
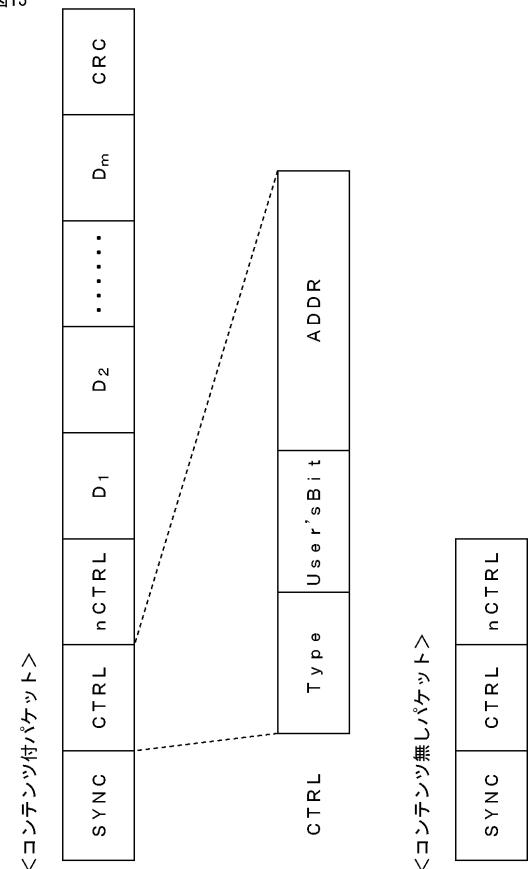
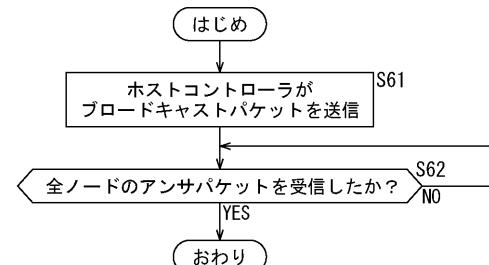
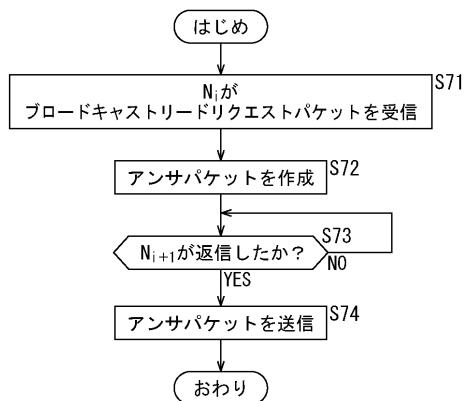
【図5】
図5



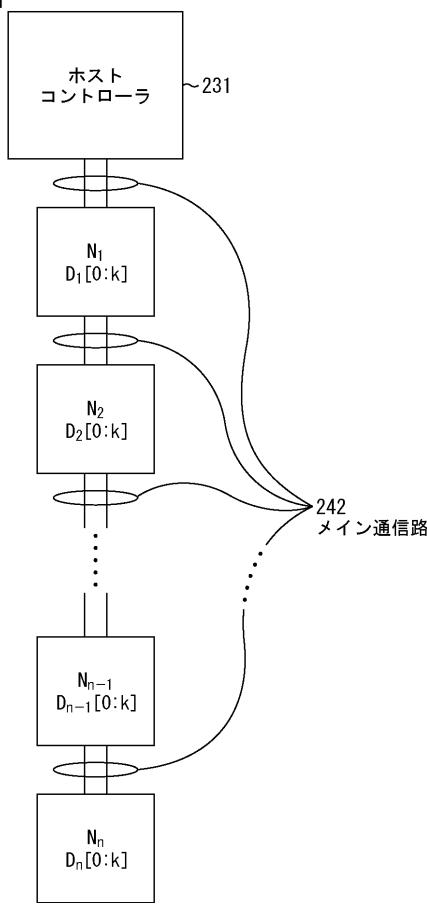
【図6】
図6



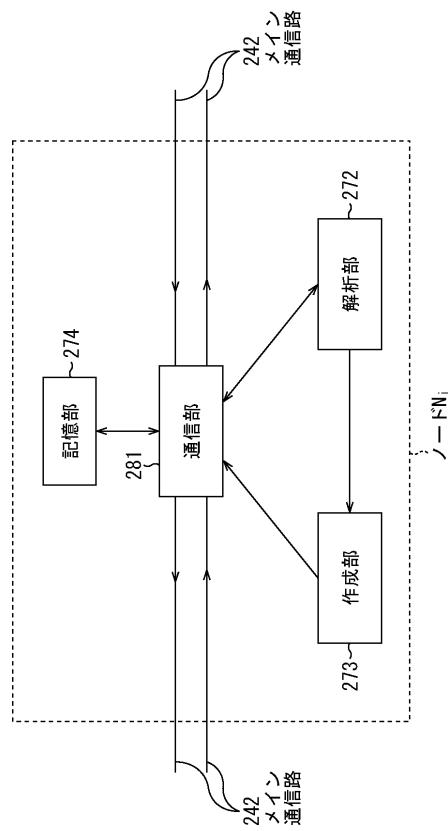
【図7】
図7【図8】
図8【図9】
図9【図10】
図10

【図11】
図11【図12】
図12【図13】
図13【図14】
図14【図15】
図15

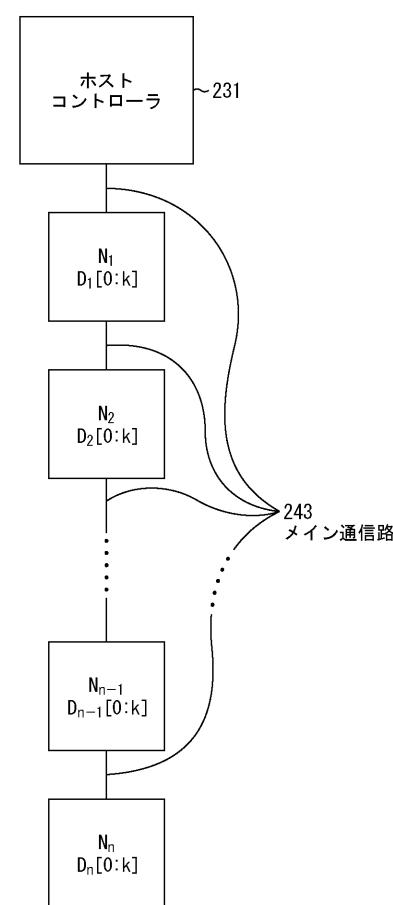
【図16】



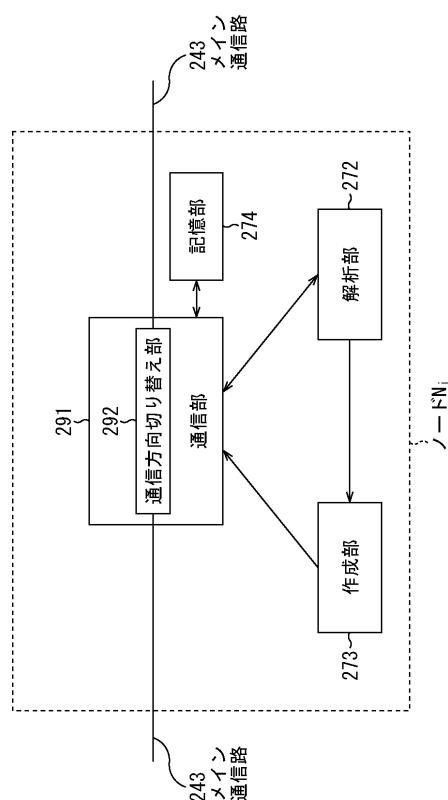
【図17】



【図18】



【図19】



【図20】
図20

