

(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2005-123745

(P2005-123745A)

(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 12 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号

特願2003-354207 (P2003-354207)

(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 GA02 HA08 LD04 LE06 MB13
5K033 CB13 CC01 DA01 DB14 EA03

(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

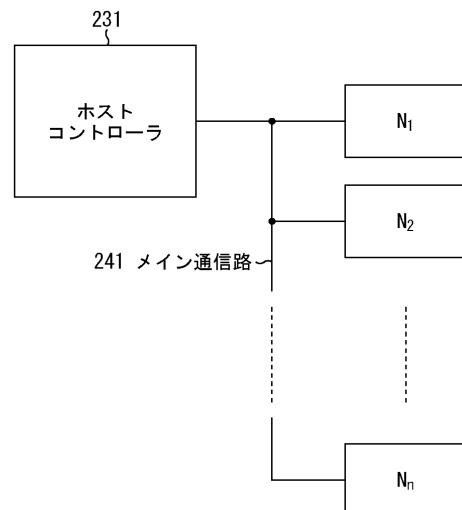
(57) 【要約】

図10

【課題】複数のノードが異なる制御データに対応する処理を同時刻に実行する。

【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に異なる処理を同時刻に実行させる場合、ノードN₁乃至N_n宛の異なる制御データを、1ビット単位に分割した分割データとし、ノードN₁乃至N_n宛の同一ビット目の分割データを配置したインタリープパケットを作成して、ブロードキャストする。一方、インタリープパケットを受信した複数のノードN₁乃至N_nは、インタリープパケットの所定の位置から自身宛の1ビットの分割データを抽出して制御データを再構成し、制御データに基づいた処理を実行する。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10



【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、

前記複数のノード宛のデータそれぞれを分割し、分割データとする分割手段と、

前記複数のノードそれぞれ宛の前記分割データを配置したパケットであるインタリーブパケットを作成する作成手段と、

前記インタリーブ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とを備え、

前記複数のノードそれは、

前記インタリーブパケットを受信する受信手段と、

前記インタリーブパケットから、前記自分宛のデータの分割データを抽出する抽出手段と、

前記抽出手段が抽出した前記分割データから、自分宛のデータを再構成する再構成手段と

を備える

ことを特徴とする通信システム。

【請求項 2】

複数のノードとの間で、通信を行なう通信装置において、

前記複数のノード宛のデータそれを分割し、分割データとする分割手段と、

前記複数のノードそれ宛の前記分割データを配置したパケットであるインタリーブパケットを作成する作成手段と、

前記インタリーブ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とを備えることを特徴とする通信装置。

【請求項 3】

前記分割手段は、前記データを、固定長の前記分割データに分割し、

前記作成手段は、前記複数のノードそれ宛の前記分割データを、前記インタリーブパケットの、前記複数のノードそれごとに固定の位置に配置する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の通信装置。

【請求項 4】

前記分割手段は、前記データを、1 ビット単位の分割データに分割する

ことを特徴とする請求項 3 に記載の通信装置。

【請求項 5】

複数のノードとの間で、通信を行なう通信方法であって、

前記複数のノード宛のデータそれを分割し、分割データとする分割ステップと、

前記複数のノードそれ宛の前記分割データを配置したパケットであるインタリーブパケットを作成する作成ステップと、

前記インタリーブパケットをブロードキャストするブロードキャストステップとを含むことを特徴とする通信方法。

【請求項 6】

複数のノードとの間で、通信を行なう処理をコンピュータに行なわせるプログラムであって、

前記複数のノード宛のデータそれを分割し、分割データとする分割ステップと、

前記複数のノードそれ宛の前記分割データを配置したパケットであるインタリーブパケットを作成する作成ステップと、

前記インタリーブパケットをブロードキャストするブロードキャストステップとを含むことを特徴とするプログラム。

【請求項 7】

複数のノードとの間で、通信を行なう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、

10

20

30

40

50

前記複数のノード宛のデータそれぞれを分割し、分割データとする分割ステップと、
前記複数のノードそれぞれ宛の前記分割データを配置したパケットであるインタリーブ
パケットを作成する作成ステップと、
前記インタリーブパケットをブロードキャストするブロードキャストステップと
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。

【請求項 8】

ホストコントローラとの間で、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、複数のノード宛のデータそれぞれを分割したデータである分割データを配置したパケットである、インタリーブパケットを受信する受信手段と、

前記インタリーブパケットから、前記自分宛の分割データを抽出する抽出手段と、

前記抽出手段が抽出した前記自分宛の分割データから、自分宛のデータを再構成する再構成手段と

を備えることを特徴とする通信装置。

【請求項 9】

前記抽出手段は、前記インタリーブパケットの固定の位置に配置された前記自分宛ての分割データを抽出する

ことを特徴とする請求項8に記載の通信装置。

【請求項 10】

ホストコントローラとの間で、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、複数のノード宛のデータそれぞれを分割したデータである分割データを配置したパケットである、インタリーブパケットを受信する受信ステップと、

前記インタリーブパケットから、前記自分宛の分割データを抽出する抽出ステップと、

前記抽出ステップが抽出した前記自分宛の分割データから、自分宛のデータを再構成する再構成ステップと

を含むことを特徴とする通信方法。

【請求項 11】

ホストコントローラとの間で、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ブロードキャストされる、複数のノード宛のデータそれぞれを分割したデータである分割データを配置したパケットである、インタリーブパケットを受信する受信ステップと、

前記インタリーブパケットから、前記自分宛の分割データを抽出する抽出ステップと、

前記抽出ステップが抽出した前記自分宛の分割データから、自分宛のデータを再構成する再構成ステップと

を含むことを特徴とするプログラム。

【請求項 12】

ホストコントローラとの間で、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ブロードキャストされる、複数のノード宛のデータそれぞれを分割したデータである分割データを配置したパケットである、インタリーブパケットを受信する受信ステップと、

前記インタリーブパケットから、前記自分宛の分割データを抽出する抽出ステップと、

前記抽出ステップが抽出した前記自分宛の分割データから、自分宛のデータを再構成する再構成ステップと

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。

10

20

30

40

50

【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、複数のノードそれぞれが処理を（ほぼ）同時刻に実行することができるようとする通信システム、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信号を送信することにより、アクチュエータそれぞれが駆動する。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、各部のアクチュエータに設けられた制御回路へ、アクチュエータそれぞれに処理を実行させる制御データを送信する。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P₁乃至P_nと呼ぶこととする。

【0003】

また、ホストコントローラは、制御データD₁によってノードP₁を制御し、制御データD₂によってノードP₂を制御し、以下、同様にして、制御データD_nによってノードP_nを制御することとする。例えば、ノードP₁を制御する制御データD₁は、1ビット目にデータD_{1,1}が、2ビット目にデータD_{1,2}が、以下、同様に、mビット目にデータD_{1,m}がそれぞれ配置され、データD_{1,1}乃至D_{1,m}で構成されているとする。同様に、ノードP₂を制御する制御データD₂は、データD_{2,1}乃至D_{2,m}で構成され、以下、同様にして、ノードP_nを制御する制御データD_nは、データD_{n,1}乃至D_{n,m}で構成されているとする。

【0004】

なお、その制御データD_iは、例えば、ノードP_iに対するコマンドや必要なデータなどから構成される。

【0005】

図1は、ホストコントローラが、制御データD_iを各ノードP_i(i=1,2,...,n)へ送信するときのパケットの内容を示している。ホストコントローラはノードP_iに所定の処理を行わせる場合、ノードP_i宛に、所定の処理を行なうことを指示する制御データD_iを構成するデータD_{i,1}乃至D_{i,m}の書き込みを要求するパケット(ライトリクエストパケット)を送信する。即ち、制御データD₁乃至D_nを、ノードP₁乃至P_nそれぞれへ送信する場合においては、ホストコントローラは、ノードP₁宛に制御データD₁を構成するデータD_{1,1}乃至D_{1,m}の書き込みを要求するパケットを送信する。さらに、ホストコントローラは、ノードP₂宛に制御データD₂を構成するデータD_{2,1}乃至D_{2,m}の書き込みを要求するパケットを送信する。以下、同様にして、ノードP_n宛に制御データD_nを構成するデータD_{n,1}乃至D_{n,m}の書き込みを要求するパケットを送信する。

【0006】

図2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、図1に示した各ノードP₁乃至P_nを制御する制御データD₁乃至D_nを、ホストコントローラが、ノードP₁乃至P_nに送信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、および格納されたデータに基づいて、アクチュエータの制御などを行なう。

【0007】

従来の通信システムにおいては、ホストコントローラが、すべてのノードP₁乃至P_nに対して、それぞれのノードP_iを制御する制御データD_iを送信する場合、例えば、ホストコントローラは、各ノードP_i宛にそのノードP_iを制御する制御データD_iを構成するデータD_{i,1}乃至D_{i,m}を配置した、その制御データD_iの書き込みを要求するライトリクエストパケットを送信する。そして、各ノードP_iは、自分宛のライトリクエストパケット

10

20

30

40

50

を受信し、そのライトリクエストパケットに格納されたデータ $D_{i,1}$ 乃至 $D_{i,m}$ から制御データ D_i を取得する。

【0008】

即ち、ステップ S 1 1において、ホストコントローラは、ノード P_1 宛のライトリクエストパケットに制御データ D_i を構成する $D_{1,1}$ 乃至 $D_{1,m}$ を格納し、ノード P_1 へ送信する。ステップ S 1 1 からステップ S 1 2 に進み、ノード P_1 は、ホストコントローラが送信したデータ $D_{1,1}$ 乃至 $D_{1,m}$ が格納されたライトリクエストパケットを受信する。そして、ノード P_1 は、受信したライトリクエストパケットからデータ $D_{1,1}$ 乃至 $D_{1,m}$ を抽出することにより、制御データ D_i を取得する。ステップ S 1 2 からステップ S 1 3 に進み、ホストコントローラは、ノード P_2 宛のライトリクエストパケットに制御データ D_2 を構成する $D_{2,1}$ 乃至 $D_{2,m}$ を格納し、ノード P_2 へ送信する。ステップ S 1 3 からステップ S 1 4 に進み、ノード P_2 は、データ $D_{2,1}$ 乃至 $D_{2,m}$ が格納されたライトリクエストパケットを受信し、制御データ D_2 を取得する。以下、同様の処理が行われ、ステップ S 1 5 において、ホストコントローラは、最後のノードであるノード P_n へ制御データ D_n を構成する $D_{n,1}$ 乃至 $D_{n,m}$ を格納したライトリクエストパケットを送信する。ステップ S 1 5 からステップ S 1 6 に進み、ノード P_n は、データ $D_{n,1}$ 乃至 $D_{n,m}$ が格納されたライトリクエストパケットを受信し、制御データ D_n を取得する。10

【0009】

このように、ホストコントローラは、それぞれのノード P_i を制御する制御データ D_i を配置したライトリクエストパケットを作成し、各ノード P_i に個別に送信する。ノード P_1 乃至 P_n それぞれは、自分宛のライトリクエストパケットを受信し、制御データ D_i を取得する。(非特許文献 1 参照)20

【0010】

【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】

【0011】

従来の通信システムでは、前述のように、ホストコントローラが、ノード P_1 乃至 P_n それに、各ノード P_i 宛のライトリクエストパケットを、順次送信する。このため、ホストコントローラが、最初にライトリクエストパケットを送信するノード P_1 と最後にライトリクエストパケットを送信するノード P_n とでは、ライトリクエストパケットを受信し、制御データを取得する時刻にずれ(タイムラグ)が生じる。このずれは、ノード P_1 乃至 P_n の数 n や、制御データのサイズが大となると、大となる。いま、ノード P_i が、制御データを取得後その制御データに対応する処理を実行すると、例えば、ノード P_1 と P_n が処理を実行する時刻には、図 2 のステップ S 1 2 でノード P_1 が制御データ D_1 を受信した時刻と、ステップ S 1 6 でノード P_n が制御データ D_n を受信した時刻との差だけのずれが発生する。30

【0012】

上述のように、ホストコントローラが送信したライトリクエストパケットを、すべてのノード P_1 乃至 P_n が受信するまでに時間がかかるという問題があった。40

【0013】

さらに、制御データの容量が大の場合、ノード P_1 乃至 P_n それぞれは、受信したライトリクエストパケットから制御データ D_1 乃至 D_n を取得し、その制御データ D_i に基づいて、アクチュエータを駆動する等の処理を実行するまでに時間がかかるという問題があった。

【0014】

従って、ノード P_1 乃至 P_n が制御するアクチュエータをほぼ同時に駆動しなければならないような行動をロボットにとらせることが困難なことがあった。

【0015】

そこで、すべてのノード P_1 乃至 P_n に同時刻に処理を実行させるために、ホストコント50

ローラにおいて、制御データ D_i を格納したライトリクエストパケットをすべてのノード P_1 乃至 P_n に個別に送信した後、処理を実行する合図を格納したライトリクエストパケットをすべてのノード P_1 乃至 P_n にブロードキャストによって送信する方法がある。即ち、この方法では、ホストコントローラは、各ノード P_i へ、制御データを受信してもすぐに処理を実行しない、という条件のもとに制御データ D_i を格納したライトリクエストパケットを送信する。その後、ホストコントローラは、すべてのノード P_1 乃至 P_n が同一のパケットをほぼ同時刻に受信することができるブロードキャストにより、最も最近に受信した制御データに対応する処理を実行せよ、という合図を格納したライトリクエストパケットを送信する。これにより、すべてのノード P_1 乃至 P_n は、2番目に受信したブロードキャストによるライトリクエストパケットを受信した時刻、即ち、ほぼ同時刻に、1番目に受信した制御データに基づく処理を実行することができる。

10

【0016】

しかしながら、上述の方法では、ホストコントローラからノード P_1 乃至 P_n それぞれに対して、ライトリクエストパケットが2回送信されるので、ノード P_1 乃至 P_n は、処理を実行するのに2つのライトリクエストパケットを処理しなければならない。ノード P_i では、パケットの受信等が、割り込み処理によって行われるため、1つ目のライトリクエストパケットを受信するのが遅いノード、例えば、ノード P_n は、1つ目のパケットを受信してすぐに2つ目のパケットを受信しなければならず、その受信を確実に行なうための割り込み処理等の量が大きくなるという問題があった。

20

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、複数のノードが処理をほぼ同時に実行することができるようすることを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明の通信システムは、ホストコントローラが、複数のノード宛のデータそれぞれを分割し、分割データとする分割手段と、複数のノードそれぞれ宛の分割データを配置したパケットであるインタリープパケットを作成する作成手段と、インタリープ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とを備え、複数のノードそれが、インタリープパケットを受信する受信手段と、インタリープパケットから、自分宛の分割データを抽出する抽出手段と、抽出手段が抽出した分割データから、自分宛のデータを再構成する再構成手段とを備えることを特徴とする。

30

【0019】

本発明の第1の通信装置は、複数のノード宛のデータそれぞれを分割し、分割データとする分割手段と、複数のノードそれぞれ宛の分割データを配置したパケットであるインタリープパケットを作成する作成手段と、インタリープ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とを備えることを特徴とする。

40

【0020】

分割手段には、データを、固定長の分割データに分割させ、作成手段には、複数のノードそれぞれ宛の分割データを、インタリープパケットの、複数のノードそれぞれごとに固定の位置に配置せらるるようにすることができる。

【0021】

分割手段には、データを、1ビット単位の分割データに分割させることができる。

【0022】

本発明の第1の通信方法は、複数のノード宛のデータそれぞれを分割し、分割データとする分割ステップと、複数のノードそれぞれ宛の分割データを配置したパケットであるインタリープパケットを作成する作成ステップと、インタリープパケットをブロードキャストするブロードキャストステップとを含むことを特徴とする。

【0023】

本発明の第1のプログラムは、複数のノード宛のデータそれを分割させ、分割データとさせる分割ステップと、複数のノードそれぞれ宛の分割データを配置したパケットで

50

あるインタリープパケットを作成させる作成ステップと、インタリープパケットをブロードキャストさせるブロードキャストステップとをコンピュータに実行させる。

【0024】

本発明の第1の記録媒体のプログラムは、複数のノード宛のデータそれぞれを分割させ、分割データとさせる分割ステップと、複数のノードそれぞれ宛の分割データを配置したパケットであるインタリープパケットを作成させる作成ステップと、インタリープパケットをブロードキャストさせるブロードキャストステップとを含むことを特徴とする。

【0025】

本発明の第2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、複数のノード宛のデータそれを分割したデータである分割データを配置したパケットである、インタリープパケットを受信する受信手段と、インタリープパケットから、自分宛の分割データを抽出する抽出手段と、抽出手段が抽出した自分宛の分割データから、自分宛のデータを再構成する再構成手段とを備えることを特徴とする。 10

【0026】

抽出手段には、インタリープパケットの固定の位置に配置された自分宛の分割データを抽出させるようにすることができる。

【0027】

本発明の第2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、複数のノード宛のデータそれを分割したデータである分割データを配置したパケットである、インタリープパケットを受信する受信ステップと、インタリープパケットから、自分宛の分割データを抽出する抽出ステップと、抽出ステップが抽出した自分宛の分割データから、自分宛のデータを再構成する再構成ステップとを含むことを特徴とする。 20

【0028】

本発明の第2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、複数のノード宛のデータそれを分割したデータである分割データを配置したパケットである、インタリープパケットを受信させる受信ステップと、インタリープパケットから、自分宛の分割データを抽出させる抽出ステップと、抽出ステップが抽出した自分宛の分割データから、自分宛のデータを再構成させる再構成ステップとをコンピュータに実行させることができる。

【0029】

本発明の第2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、複数のノード宛のデータそれを分割したデータである分割データを配置したパケットである、インタリープパケットを受信させる受信ステップと、インタリープパケットから、自分宛の分割データを抽出させる抽出ステップと、抽出ステップが抽出した自分宛の分割データから、自分宛のデータを再構成させる再構成ステップとを含むことを特徴とする。 30

【0030】

本発明の通信システムにおいては、複数のノード宛のデータそれが分割され、分割データとされる。そして、複数のノードそれぞれ宛の分割データを配置したパケットであるインタリープパケットが作成され、ブロードキャストされる。さらに、ブロードキャストされたインタリープパケットが受信され、データが再構成される。 40

【0031】

本発明の第1の通信装置、第1の通信方法、第1のプログラム、および第1のプログラム記録媒体においては、複数のノード宛のデータそれが分割され、分割データとされる。そして、複数のノード宛の分割データを配置したパケットであるインタリープパケットが作成され、ブロードキャストされる。

【0032】

本発明の第2の通信装置、第2の通信方法、第2のプログラム、および第2のプログラム記録媒体においては、ホストコントローラによってブロードキャストされる、複数のノード宛のデータを分割したデータである分割データを配置したパケットである、インタリ 50

ープパケットが受信され、インタリープパケットから、自分宛の分割データが抽出されて、自分宛のデータが再構成される。

【発明の効果】

【0033】

本発明によれば、複数の通信装置が自分宛のデータの受信を完了する時刻のばらつきを小さくすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

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。

【0035】

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し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。

【0036】

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、

前記複数のノード宛のデータそれぞれを分割し、分割データとする分割手段（例えば、図16のステップS72の処理）と、

前記複数のノードそれぞれ宛の前記分割データを配置したパケットであるインタリープパケットを作成する作成手段（例えば、図16のステップS73の処理）と、

前記インタリープパケットをプロードキャストするプロードキャスト手段（例えば、図16のステップS74の処理）と

を備え、

前記複数のノードそれは、

前記インタリープパケットを受信する受信手段（例えば、図17のステップS91の処理）と、

前記インタリープパケットから、前記自分宛のデータの分割データを抽出する抽出手段（例えば、図17のステップS94の処理）と、

前記抽出手段が抽出した前記分割データから、自分宛のデータを再構成する再構成手段（例えば、図17のステップS96の処理）と

を備える

ことを特徴とする。

【0037】

請求項2に記載の通信装置は、

複数のノードとの間で、通信を行なう通信装置において、

前記複数のノード宛のデータそれを分割し、分割データとする分割手段（例えば、図16のステップS72の処理）と、

前記複数のノードそれぞれ宛の前記分割データを配置したパケットであるインタリープパケットを作成する作成手段（例えば、図16のステップS73の処理）と、

10

20

30

40

50

前記インタリープ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 16 のステップ S74 の処理）と
を備えることを特徴とする。

【0038】

請求項 5 に記載の通信方法は、
複数のノードとの間で、通信を行なう通信方法であって、
前記複数のノード宛のデータそれぞれを分割し、分割データとする分割ステップ（例えば、図 16 のステップ S72 の処理）と、
前記複数のノードそれぞれ宛の前記分割データを配置したパケットであるインタリープパケットを作成する作成ステップ（例えば、図 16 のステップ S73 の処理）と、
前記インタリープパケットをブロードキャストするブロードキャストステップ（例えば、図 16 のステップ S74 の処理）と
を含むことを特徴とする。

【0039】

請求項 6 に記載のプログラム、および、請求項 7 に記載の記録媒体に記録されているプログラムにおいては、各ステップが対応する実施の形態（但し一例）は、請求項 5 に記載の通信方法と同様である。

【0040】

請求項 8 に記載の通信装置は、
ホストコントローラとの間で、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、複数のノード宛のデータそれを分割したデータである分割データを配置したパケットである、インタリープパケットを受信する受信手段（例えば、図 17 のステップ S91 の処理）と、
前記インタリープパケットから、前記自分宛の分割データを抽出する抽出手段（例えば、図 17 のステップ S94 の処理）と、
前記抽出手段が抽出した前記自分宛の分割データから、自分宛のデータを再構成する再構成手段（例えば、図 17 のステップ S96 の処理）と
を備えることを特徴とする。

【0041】

請求項 10 に記載の通信方法は、
ホストコントローラとの間で、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、複数のノード宛のデータそれを分割したデータである分割データを配置したパケットである、インタリープパケットを受信する受信ステップ（例えば、図 17 のステップ S91 の処理）と、
前記インタリープパケットから、前記自分宛の分割データを抽出する抽出ステップ（例えば、図 17 のステップ S94 の処理）と、
前記抽出ステップが抽出した前記自分宛の分割データから、自分宛のデータを再構成する再構成ステップ（例えば、図 17 のステップ S96 の処理）と
を含むことを特徴とする。

【0042】

請求項 11 に記載のプログラム、および、請求項 12 に記載の記録媒体に記録されているプログラムにおいては、各ステップが対応する実施の形態（但し一例）は、請求項 10 に記載の通信方法と同様である。

【0043】

以下、図を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

【0044】

図 3 は、本発明を適用したロボット 5 の利用例を示している。

【0045】

10

20

30

40

50

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、I E E E (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て所定の処理を行う。

【0046】

図4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5は、ロボット5の背面方向からの斜視図である。また、図6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。

【0047】

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。

【0048】

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6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。

【0049】

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6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。

【0050】

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6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。

【0051】

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。

【0052】

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6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6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。

【0053】

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、およびアクチュエータA₁₅乃至A₁₇がそれぞれ駆動することによって、図6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。

10

20

30

40

50

【0054】

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。

【0055】

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6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44のアクチュエータA₁₃およびアクチュエータA₁₄、並びに、アクチュエータA₁₉およびアクチュエータA₂₀がそれぞれ駆動することによって、図6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。10

【0056】

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9）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。

【0057】

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8）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。20

【0058】

図7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。

【0059】

胴体部ユニット11に設けた制御ユニット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8）等を含む周辺回路62が収納されている。30

【0060】

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N₁乃至N₂₄と通信路を介して接続されており、ノードN₁乃至N₂₄に対して必要な電源電圧を供給したり、ノードN₁乃至N₂₄とパケット通信などを行う。30

【0061】

ここで、ノードN₁乃至N₂₄は、関節機構等であるアクチュエータA₁乃至A₂₄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A₁乃至A₂₄と接続されている。また、ノードN₁乃至N₂₄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A₁乃至A₂₄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N₁乃至N₂₄それぞれが保持しているアクチュエータA₁乃至A₂₄のデータをメイン制御部61へ送信したりする。40

【0062】

図8は、ロボット5の内部構成を示すブロック図である。

【0063】

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などと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。50

【 0 0 6 4 】

そして、外部センサ部 7 1 のCCDカメラ 8 1 は、周囲の状況を撮像し、得られた画像信号を、A/D変換部 1 0 2 を介して、メイン制御部 6 1 に送出する。マイクロフォン 8 2 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」等の各種処理音声を集音し、得られた音声信号を、A/D変換部 1 0 2 を介して、メイン制御部 6 1 に送出する。

【 0 0 6 5 】

また、頭部センサ 5 1 は、例えば、図 4 および図 5 に示されるように頭部ユニット 1 2 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 1 0 2 を介して、メイン制御部 6 1 に送出する。

【 0 0 6 6 】

足底センサ 9 1 は、足部 4 5 の足底面に配設されており、足部 4 5 が床に接地している場合、接地信号を、A/D変換部 1 0 2 を介して、メイン制御部 6 1 に送出する。メイン制御部 6 1 は、接地信号に基づいて、足部 4 5 が床に接地しているか否かを判定する。足底センサ 9 1 は、脚部ユニット 1 4 A、および脚部ユニット 1 4 B の両方の足部 4 5 に配設されているため、メイン制御部 6 1 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。

【 0 0 6 7 】

制御ユニット 5 2 は、メイン制御部 6 1 、D/A変換部 1 0 1 、A/D変換部 1 0 2 、バッテリ 1 0 3 、内部センサ部 1 0 4 、通信部 1 0 5 、および外部メモリ 1 0 6 等により構成される。

【 0 0 6 8 】

D/A(Digital/Analog)変換部 1 0 1 は、メイン制御部 6 1 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 7 2 に供給する。A/D(Analog/ Digital)変換部 1 0 2 は、CCDカメラ 8 1 、マイクロフォン 8 2 、頭部センサ 5 1 、および足底センサ 9 1 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 6 1 に供給する。

【 0 0 6 9 】

内部センサ部 1 0 4 のバッテリセンサ 1 3 1 は、バッテリ 1 0 3 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 6 1 に送出する。加速度センサ 1 3 2 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 6 1 に送出する。

【 0 0 7 0 】

メイン制御部 6 1 は、メイン制御部 6 1 全体の動作を制御するCPU (Central Processing Unit) 1 1 1 と、CPU 1 1 1 が各部を制御するために実行するOS(Operating System) 1 2 1 、アプリケーションプログラム 1 2 2 、その他の必要なデータ等が記憶されている内部メモリ 1 1 2 等を内蔵している。

【 0 0 7 1 】

メイン制御部 6 1 は、外部センサ部 7 1 のCCDカメラ 8 1 、マイクロフォン 8 2 および頭部センサ 5 1 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 9 1 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 S 1 と称する) と、内部センサ部 1 0 4 のバッテリセンサ 1 3 1 および加速度センサ 1 3 2 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 S 2 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。

【 0 0 7 2 】

そして、メイン制御部 6 1 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

10

20

30

40

50

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 に予め配置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 に配置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データを生成して、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、供給された制御データに基づいて、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。10

【0073】

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。

【0074】

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。20

。

【0075】

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。

【0076】

図 9 は、図 8 のメイン制御部 61 の機能的構成例を示している。なお、図 9 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 9 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。30

【0077】

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。

【0078】

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。40

【0079】

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。。

【0080】

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50

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。

【0081】

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。10

【0082】

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。

【0083】

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。20

【0084】

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。

【0085】

モデル記憶部 202 は、口ボット 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。30

【0086】

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。

【0087】

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。40

【0088】

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。

【0089】

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。40

【0090】

10

20

30

40

50

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。

【0091】

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」を表す感情モデルの値が増加される。

10

【0092】

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 の状態の情報、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。

【0093】

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。

20

【0094】

制御機構部 205 は、姿勢遷移機構部 204 からの姿勢遷移情報をしたがって、アクチュエータ A₁ 乃至 A₂₄ を駆動するための制御データを生成し、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。制御データを受信したノード N₁ 乃至 N₂₄ は、その制御データに基づいて、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。

30

【0095】

即ち、制御機構部 205 は、ノード N₁ 乃至 N₂₄ と通信をするための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 が生成した制御データを、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。

40

【0096】

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。

【0097】

図 10 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構成例を示している。

【0098】

図 10 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 へほぼ同時に送信される。また、あるノード

50

N_i が送信したパケットも、ホストコントローラ 231 と他のすべてのノード N_j ($j = 1, 2, \dots, n, j \neq i$) 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。

【0099】

また、図 10 のホストコントローラ 231 は、例えば、ノード N_1 乃至 N_n それに異なるデータを送信する場合、そのノード N_1 乃至 N_n 宛のデータそれを分割し、その結果得られる、ノード N_1 乃至 N_n それぞれ宛の分割データを配置したパケットであるインターリーブパケットを作成する。さらに、ホストコントローラ 231 は、ブロードキャストにより、インターリーブパケットを送信する。即ち、ホストコントローラ 231 がパケットの宛先に、ブロードキャストである旨の信号（以下、適宜、ブロードキャスト信号という）を配置して送信する。ノード N_1 乃至 N_n それぞれは、ホストコントローラ 231 がブロードキャストによって送信したインターリーブパケットを受信し、宛先にブロードキャスト信号が格納されていることを確認することによって、インターリーブパケットが自分宛のパケットであると認識する。以上のように、ホストコントローラ 231 が、1 つのインターリーブパケットをブロードキャストすることにより、各ノード N_1 乃至 N_n が、インターリーブパケットを受信する。

10

【0100】

さらに、ノード N_1 乃至 N_n それぞれは、ホストコントローラ 231 が送信したインターリーブパケットを受信した場合、そのインターリーブパケットから自分宛の分割データを抽出して取得する。ノード N_1 乃至 N_n それぞれは、すべてのインターリーブパケットを受信した後、取得した分割データからそのデータを再構成する。

20

【0101】

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 を介した通信は、シリアル通信でも、パラレル通信でもよい。

【0102】

図 11 は、図 10 の通信システムにおいて、ホストコントローラ 231 がノード N_1 乃至 N_n に制御データを送信する場合の処理を説明するフローチャートである。

30

【0103】

ホストコントローラ 231 がすべてのノード N_1 乃至 N_n へ図 1 で説明したような制御データ D_1 乃至 D_n を送信する場合、まず最初に、ホストコントローラ 231 は、制御機構部 205 から供給される制御データ D_1 乃至 D_n を、例えば、1 ビット単位に分割し、分割データとする。即ち、例えば、ホストコントローラ 231 は、ノード N_1 宛の制御データ D_1 の 1 ビット目のデータを分割データ $D_{1,1}$ 、2 ビット目のデータを分割データ $D_{1,2}$ 、以下同様に、 m ビット目のデータを分割データ $D_{1,m}$ として、制御データ D_1 を分割データ $D_{1,1}$ 乃至 $D_{1,m}$ とする。同様に、ホストコントローラ 231 は、ノード N_2 宛の制御データ D_2 を分割データ $D_{2,1}$ 乃至 $D_{2,m}$ とし、以下、同様にして、ノード N_n 宛の制御データ D_n を分割データ $D_{n,1}$ 乃至 $D_{n,m}$ とする。

40

【0104】

次に、ホストコントローラ 231 は、1 ビット単位に分割した分割データのうち、ノード N_1 乃至 N_n それぞれ宛の同一ビット目の分割データを 1 つのパケットに配置する。即ち、例えば、ホストコントローラ 231 は、ノード N_1 乃至 N_n それぞれ宛の 1 ビット目の分割データである、分割データ $D_{1,1}$ 、分割データ $D_{2,1}$ 、…、分割データ $D_{n,1}$ を、所定の位置に配置したパケットを作成し、1 番目のインターリーブパケットとする。同様に、ホストコントローラ 231 は、2 ビット目の分割データ $D_{1,2}$ 、 $D_{2,2}$ 、…、 $D_{n,2}$ を所定の位置に配置した 2 番目のインターリーブパケットを作成する。以下、同様にして、ホストコントローラ 231 は、最後の分割データである m ビット目の分割データ $D_{1,m}$ 、 $D_{2,m}$ 、…、 $D_{n,m}$ を所定の位置に配置した m 番目のインターリーブパケットを作成し、すべての分割データを所定の位置に配置した m 番目のインターリーブパケットを作成する。

50

ータをパケットに配置する。

【0105】

ここで、インタリープパケットとは、例えば、上述のように、複数のノードそれぞれ宛の分割データを所定の位置に配置したパケットである。

【0106】

ホストコントローラ231は、m個のインタリープパケットを作成した後、図11のステップS41において、1ビット目の分割データを配置した1番目のインタリープパケットを、ブロードキャストによりすべてのノードN₁乃至N_nへ送信する。そして、ステップS41からS42に進み、ノードN₁乃至N_nそれぞれは、1番目のインタリープパケットを受信し、そのインタリープパケットの、自分宛、即ち、ノードN_i宛の分割データが配置されている所定の位置から1ビットの分割データD_{i,1}を抽出することにより取得する。即ち、ステップS42において、ノードN₁は、分割データD_{1,1}を抽出し、ノードN₂は、分割データD_{2,1}を抽出する。以下、同様にして、ノードN_nは、分割データD_{n,1}を抽出する。なお、ホストコントローラ231は、インタリープパケットをブロードキャストによりすべてのノードN₁乃至N_nへ送信するため、各ノードN_iがインタリープパケットを受信する時刻は、ほぼ同時である。10

【0107】

その後、ステップS43において、ホストコントローラ231は、2ビット目の分割データを配置した2番目のインタリープパケットを、ブロードキャストによりすべてのノードN₁乃至N_nへ送信する。そして、ステップS43からS44に進み、ノードN₁乃至N_nそれぞれは、2番目のインタリープパケットを受信し、そのインタリープパケットの、自分宛、即ち、ノードN_i宛の分割データが配置されている所定の位置から1ビットの分割データD_{i,2}を抽出することにより取得する。即ち、ステップS44において、ノードN₁は、分割データD_{1,2}を抽出し、ノードN₂は、分割データD_{2,2}を抽出する。以下、同様にして、ノードN_nは、分割データD_{n,2}を抽出する。20

【0108】

以下同様の処理が行われ、ステップS45において、ホストコントローラ231は、最後であるmビット目の分割データを配置したm番目のインタリープパケットを、ブロードキャストによりすべてのノードN₁乃至N_nへ送信する。そして、ステップS45からS46進み、ノードN₁乃至N_nそれぞれは、m番目のインタリープパケットを受信し、そのインタリープパケットの、自分宛、即ち、ノードN_i宛の分割データが配置されている所定の位置から1ビットの分割データD_{i,m}を抽出することにより取得する。即ち、ステップS46において、ノードN₁は、分割データD_{1,m}を抽出し、ノードN₂は、分割データD_{2,m}を抽出する。以下、同様にして、ノードN_nは、分割データD_{n,m}を抽出する。ノードN₁乃至N_nそれぞれは、最後のmビット目の分割データを取得した後、m個のインタリープパケットから取得した自分宛(ノードN_i宛)のmビットの分割データD_{i,1}乃至D_{i,m}から、制御データD_iを再構成し、制御データD_iに基づいた処理を実行する。30

【0109】

図10の通信システムによれば、ノードN₁乃至N_nがそれぞれの制御データD₁乃至D_nを取得する時刻のばらつきは、理論的には、ステップS46においてノードN₁乃至N_nがmビット目の分割データを受信する時刻のばらつきに等しくなる。40

【0110】

即ち、図2で説明してのように、制御データD₁乃至D_nを順次送信する場合には、ノードN₁乃至N_nがそれぞれの制御データD₁乃至D_nを受信する時刻のばらつきは、例えば、1番目に制御データを受信するノードN₁と最後に制御データを受信するノードN_nにおけるパケットの受信時刻の差だけ、具体的には、ノードの数n-1と、ノードがmビットの制御データが配置されたパケットを受信するのに要する時間との積に相当する時間だけ生じる。これに対して、図11で説明したように、制御データD₁乃至D_nを分割データとして、インタリープパケットによりブロードキャストする場合には、ノードN₁乃至N_nがそれぞれの制御データD₁乃至D_nを受信する時刻のばらつきは、ノードN₁乃至N_nそれぞれ50

が最後のインタリープパケットを受信する時刻のばらつき、即ち、ノード N_1 が m 番目のインタリープパケットの自分宛の分割データ $D_{1,m}$ を受信(取得)した時刻と、ノード N_n が m 番目のインタリープパケットの自分宛の分割データ $D_{n,m}$ を受信した時刻との差に等しくなる。また、各ノード N_i が、制御データ D_i に対応する処理を実行する直前に取得する分割データ $D_{i,m}$ は1ビットなので、その取得に要する処理は単純なものとなる。

【0111】

従って、ノード N_1 乃至 N_n では、制御データ D_1 乃至 D_n それぞれに基づく処理を、ほぼ同時刻に開始する(行う)ことが可能となる。

【0112】

図12は、図10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。
10 ホストコントローラ231は、通信部261と作成部262とから構成されている。さらに、通信部261は、メイン通信路241と接続している。

【0113】

通信部261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261は、作成部262から供給されたインタリープパケットやその他のパケットを、ノード N_i へ送信する。また、通信部261は、ノード N_1 乃至 N_n それぞれから送信されてくるホストコントローラ231宛のパケットを受信する。また、通信部261は、ノード N_i からのパケットを解析し、例えば、そのパケットに格納されたアクチュエータ A_i の情報を制御機構部205へ供給する。

【0114】

作成部262は、制御機構部205からノード N_i を制御する制御データ D_i を受信し、受信した制御データ D_i を配置したパケット(ライトリクエストパケットまたはリードリクエストパケット)を作成して、通信部261へ供給する。

【0115】

さらに、作成部262は、制御機構部205から複数のノード N_1 乃至 N_n が同時刻に行うべき処理を指示する制御データ D_1 乃至 D_n を受信した場合、インタリープパケットを作成する。即ち、作成部262は、ノード N_1 乃至 N_n 宛の制御データ D_1 乃至 D_n を1ビット単位に分割して分割データ $D_{1,1}$ 乃至 $D_{n,m}$ を作成する。さらに、作成部262は、分割データ $D_{1,1}$ 乃至 $D_{n,m}$ のうち、ノード N_1 乃至 N_n それぞれ宛の同一ビット目の分割データ $D_{1,k}$ 乃至 $D_{n,k}$ ($k = 1, 2, \dots, m$)を配置したインタリープパケットを作成する。そして、作成部262は、作成したインタリープパケットを、順次、通信部261へ供給する。作成部262が作成するインタリープパケットの詳細については、図15を用いて後述する。

【0116】

図13は、図10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と制御部272とから構成されている。

【0117】

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路241上のパケットを受信し、そのパケットの種類とパケットの宛先とを解析する。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(ノード N_i 宛)のパケットである場合、通信部271は、そのパケットを制御部272へ供給する。また、通信部271は、受信したパケットが、例えば、他のノード N_j が送信したホストコントローラ231宛のパケットである場合、そのパケットを無視する。また、通信部271は、制御部272から供給された、ホストコントローラ231宛のパケットを、メイン通信路241を介してホストコントローラ231へ送信する。

【0118】

制御部272は、通信部271から供給されたパケットを解析し、パケットに含まれているデータに基づいて、アクチュエータ A_i を駆動する処理を行なったり、アクチュエータ A_i の情報を格納したパケットを作成し、ホストコントローラ231宛に送信した

10

20

30

40

50

りする。

【0119】

また、制御部272は、通信部271から供給されたパケットがインタリープパケットである場合、そのインタリープパケットの自分宛の分割データ $D_{i,k}$ が配置されている所定の位置から自分宛の分割データ $D_{i,k}$ を抽出して制御データ D_i を再構成する。即ち、制御部272は、例えば、インタリープパケットの自分宛の分割データ $D_{i,k}$ が配置されている位置を認識しており、受信したインタリープパケットから自分宛の分割データ $D_{i,k}$ を抽出し、抽出した分割データ $D_{i,k}$ を抽出した順番に並べて記憶する。そして、制御部272は、最後の分割データ、即ち、 m ビット目の分割データ $D_{i,m}$ を記憶することにより、 m ビットの分割データ $D_{i,1}$ 乃至 $D_{i,m}$ からなる制御データ D_i を再構成する。ここで、制御部272が認識している自分宛の分割データ $D_{i,k}$ の位置は、例えば、パケットの先頭からのビット数であり、制御部272は、インタリープパケットのそのビット数の位置にある分割データ $D_{i,k}$ を抽出する。
10

【0120】

図14は、ホストコントローラ231とノード N_i 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。

【0121】

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(Synchronous)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。
20

【0122】

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。

【0123】

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の作成部262は、ノード N_1 乃至 N_n 宛の分割データ $D_{1,k}$ 乃至 $D_{n,k}$ を格納したインタリープパケットを作成する場合、Type部に、パケットがインタリープパケットである旨を表すインタリープ信号としての2ビットを格納する。また、作成部262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、パケットがリードリクエストパケットである旨を表すリードリクエスト信号としての2ビットを格納する。さらに、作成部262は、ノード N_i に制御データ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、パケットがライトリクエストパケットである旨を表すライトリクエスト信号としての2ビットを格納する。一方、ノード N_i の制御部272は、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場合、Type部に、アンサパケットである旨を表すアンサ信号としての2ビットを格納する。
30

【0124】

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の作成部262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 のアドレスとしての、例えば、ノード番号 i をADDR部に格納する。また、作成部262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。
40

【0125】

従って、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、例えば、インタリープパケットであること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、受信したパケットの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、自分宛のパケッ
50

トと認識してパケットを取得して、制御部 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 i が格納されているとき、パケットを無視する。

【0126】

なお、ノード N_i がホストコントローラ 231 に対してアンサパケットを送信する場合、そのアンサパケットのADDR部には、送信元であるノード N_i のアドレスとしての、例えば、ノード番号 i が格納される。

【0127】

$nCTRL$ 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、 $nCTRL$ とが一致していない場合、 $nCTRL$ にエラーが生じている可能性がある。

10

【0128】

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、コンテンツ部（パケットによって送信される実データ）が配置される。

【0129】

コンテンツ部には、ユーザデータ（ペイロード）が格納される。なお、コンテンツ部は、固定長とすることもできるし、可変長とすることもできるが、ここでは、例えば、固定長とする。ホストコントローラ 231 の作成部 262 は、インタリーブパケットを作成する場合、コンテンツ部にノード N_1 乃至 N_n それぞれ宛の同一ビット目の分割データ $D_{1,k}$ 乃至 $D_{n,k}$ からなる n ビットを格納する。コンテンツ部に格納する分割データ $D_{1,k}$ 乃至 $D_{n,k}$ の詳細については、図 15 にて後述する。

20

【0130】

CRC (Cyclic Redundancy Check) 部には、伝送によってパケットのユーザデータ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 の作成部 262 は、送信するパケットのユーザデータから 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 の制御部 272 は、ホストコントローラ 231 の作成部 262 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 の制御部 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 の制御部 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。

30

【0131】

図 15 は、ホストコントローラ 231 の作成部 262 が作成するインタリーブパケットを模式的に示している。

【0132】

ホストコントローラ 231 の作成部 262 は、 m ビットの制御データ D_1 乃至 D_n それを 1 ビット単位に分割する。そして、ホストコントローラ 231 の作成部 262 は、各ノード N_1 乃至 N_n 宛の制御データ D_1 乃至 D_n の 1 ビット目の分割データ $D_{1,1}$ 乃至 $D_{n,1}$ を、コンテンツ部に配置したインタリーブパケットを作成し、これを 1 番目のインタリーブパケットとする。同様に、作成部 262 は、各ノード N_1 乃至 N_n 宛の制御データ D_1 乃至 D_n の 2 ビット目の分割データ $D_{1,2}$ 乃至 $D_{n,2}$ を、コンテンツ部に配置したインタリーブパケットを作成し、これを 2 番目のインタリーブパケットとする。以下、同様にして、作成部 262 は、各ノード N_1 乃至 N_n 宛の制御データ D_1 乃至 D_n の m ビット目の分割データ $D_{1,m}$ 乃至 $D_{n,m}$ を、コンテンツ部に配置したインタリーブパケットを作成し、これを m 番目のインタリーブパケットとする。このように、ホストコントローラ 231 の作成部 262 は、同一ビット目の分割データ $D_{1,k}$ 乃至 $D_{n,k}$ をコンテンツ部に格納したインタリーブパケットを作成する。従って、インタリーブパケットのコンテンツ部の先頭から i ビット目には、ノード N_i が取得すべき分割データ $D_{i,k}$ が配置されている。

40

50

【0133】

そして、ホストコントローラ231の作成部262は、1番目のインタリープacketから順次、通信部261へ供給し、通信部261は、供給されたインタリープacketを、メイン通信路241を介して、ブロードキャストする。

【0134】

図16は、ホストコントローラ231がインタリープacketを作成して送信する処理を説明するフローチャートである。

【0135】

図16の処理は、例えば、制御機構部205から作成部262に対して、すべてのノードN₁乃至N_nが同時刻に実行すべき処理を指示する制御データD₁乃至D_nが供給されると開始される。なお、制御機構部205から作成部262に供給された制御データに対応する処理が、ノードN₁乃至N_nにおいて同時刻に実行すべきものであるか否かの判定は、例えば、制御機構部205から作成部262に対して同時刻に実行すべき処理である旨の信号を供給し、この信号を作成部262が受信したかどうかや、制御機構部205から作成部262に対して供給された制御データが各ノードN₁乃至N_n宛の制御データであるかどうか、あるいは、制御機構部205から作成部262に対して、ノードN₁乃至N_n宛それぞれの制御データD₁乃至D_nが所定の時間内に供給されたかどうかなどによって行なうことができる。

10

【0136】

ステップS71において、作成部262は、制御機構部205からの制御データD₁乃至D_nを受信し、ステップS72に進み、その制御データD₁乃至D_nを、1ビット単位に分割して分割データとして、ステップS73に進む。

20

【0137】

ステップS73において、作成部262は、packetのType部にインタリープ信号を配置し、ADDR部にブロードキャスト信号を配置する。さらに、作成部262は、コンテンツ部に、ステップS72において分割した分割データの各ノードN₁乃至N_n宛の同一ビット目の分割データを配置する。これにより、作成部262は、制御データD₁乃至D_nそれぞれがmビットからなる場合には、1番目からm番目のm個のインタリープacketを作成する。

30

【0138】

なお、制御データD₁乃至D_nそれぞれのビット長が異なる場合、作成部262は、制御データD₁乃至D_nのうちの最大のビット長に一致する数のインタリープacketを作成する。この場合、コンテンツ部のあるビットに配置すべき分割データが存在しないインタリープacketが生じうるが、そのコンテンツ部のビットには、例えば、ダミーのデータ(スタッフィングビット)が配置される。

30

【0139】

その後、ステップS73からステップS74に進み、作成部262は、ステップS73で作成したm個のインタリープacketを、1番目から順に、通信部261に供給する。そして、通信部261は、メイン通信路241を介して、通信部262からのインタリープacketを、ブロードキャストにより送信し、ステップS75に進む。

40

【0140】

ステップS75において、通信部261は、作成部262からの1番目からm番目のインタリープacketをすべて送信したか否かを判定する。ステップS75において、通信部261は、1番目からm番目のインタリープacketのすべてを、まだ送信していないと判定した場合、ステップS74に戻り、次に送信すべきインタリープacketを送信する。一方、ステップS75において、通信部262が1番目からm番目のインタリープacketのすべてを送信したと判定した場合、即ち、通信部261が、作成部262からm個のインタリープacketを受信し、最後であるm番目のインタリープacketの送信を終了した場合、処理を終了する。

【0141】

50

図17は、ノードN_iがホストコントローラ231の通信部261が送信した、パケットを受信したときの処理を説明するフローチャートを示している。

【0142】

まず最初に、ステップS91において、通信部271は、ホストコントローラ231の通信部261が送信したパケットを受信し、そのパケットのADDR部にブロードキャスト信号、もしくは自分のノード番号iが格納されている場合、ステップS92に進む。なお、受信したパケットのADDR部にブロードキャスト信号、もしくは自分のノード番号iが格納されていない場合、即ち、他のノード番号jが格納されている場合、そのパケットを無視してステップS91に戻る。

【0143】

ステップS92において、通信部271は、ステップS91で受信したパケットのType部にインタリープ信号が格納されているか否かを判定する。ステップS92において、パケットのType部にインタリープ信号が格納されていないと判定した場合、即ち、Type部にライトリクエスト信号、もしくはリードリクエスト信号が配置されている場合、通信部271は、ステップS91で受信したパケットを制御部272へ供給し、ステップS93に進む。ステップS93において、制御部272は、通信部271からのパケットのコンテンツ部に格納されているすべてのユーザデータを取得し、ステップS97に進む。一方、ステップS92において、ステップS91で受信されたパケットのType部にインタリープ信号が格納されていると判定した場合、通信部271は、ステップS91で受信したパケット、即ち、インタリープパケットを制御部272へ供給し、ステップS94に進む。

【0144】

ステップS94において、制御部272は、通信部271から供給されたインタリープパケットに配置されているコンテンツ部のうち、あらかじめ認識している自分宛の分割データD_{i,k}が配置されている所定の位置から、1ビットの分割データD_{i,k}を抽出して記憶し、ステップS95に進む。

【0145】

ステップS95において、制御部272は、最後の分割データD_{i,m}を抽出したか否かを判定する。ステップS95において、制御部272は、最後の分割データD_{i,m}を抽出していないと判定された場合、まだ、ステップS94でmビットの分割データD_{i,1}乃至D_{i,m}が記憶されていない場合、ステップS91に戻り、ステップS91乃至S95の処理を繰り返し行なう。一方、ステップS95において、最後の分割データD_{i,m}を抽出したと判定された場合、即ち、ステップS94でmビットの分割データD_{i,1}乃至D_{i,m}が記憶された場合、制御部272は、ステップS96に進み、制御部272は、ステップS94で記憶した1ビット目からmビット目までの分割データD_{i,1}乃至D_{i,m}を読み出すことにより、そのmビットの分割データD_{i,1}乃至D_{i,m}からなる制御データD_iの再構成を行なう。即ち、例えば、ノードN_iの制御部272は、分割データD_{i,1}、分割データD_{i,2}、…、分割データD_{i,m}を、その順番で並べて得られる制御データD_iを再構成する。そして、ステップS96からステップS97に進む。

【0146】

ステップS97において、制御部272は、ステップS93で取得したユーザデータ、もしくはステップS96で再構成した制御データD_iに基づいて、処理を行い、処理を終了する。

【0147】

なお、本実施の形態においては、ロボット5におけるホストコントローラ231と複数のノードN₁乃至N_nとは、バス型の接続形態で接続するとしたが、ホストコントローラ231とノードN₁乃至N_nとの接続形態は、このようなバス型に限られるものではない。即ち、ホストコントローラ231とノードN₁乃至N_nとの接続形態は、例えば、デイジーチェーン型やスター型等であってもよい。

【0148】

また、作成部262が分割する分割データは、1ビットとしたが、分割データの長さは

10

20

30

40

50

、1ビットではなく、例えば、1バイトでも、その他の任意のビット数でもよい。

【0149】

分割データのデータ量（ビット数）は、上述のように、任意の値とすることができますが、ノード N_1 乃至 N_n における制御データ D_1 乃至 D_n の受信（取得）時刻のばらつきは、分割データのデータ量が小さいほど小とすることができます。即ち、ノード N_1 乃至 N_n それぞれは、図14に示したパケットフォーマットの先頭から順にパケットを受信してデータを取得する。例えば、コンテンツ部の最初に分割データ $D_{1,k}$ が配置されるノード N_1 と、コンテンツ部の最後に分割データ $D_{n,k}$ が配置されるノード N_n とが、それぞれの分割データ $D_{1,k}$ と $D_{n,k}$ とを取得する時刻の差は、 $D_{1,k}$ から $D_{n,k}$ までのデータ量が小であるとき小となる。従って、ノード N_1 乃至 N_n における制御データ D_1 乃至 D_n の受信（取得）時刻のばらつきは、分割データを1ビットとしたとき最小となる。

10

【0150】

さらに、上述の場合には、ホストコントローラ231の作成部262において、制御データ D_1 乃至 D_n それぞれのあるkビット目の分割データだけをコンテンツ部に配置することとしたが、コンテンツ部には、制御データ D_1 乃至 D_n それぞれのkビット目の分割データの他、他の k' ビット目の分割データを配置してもよい。即ち、例えば、ホストコントローラ231の作成部262では、コンテンツ部の先頭から、各ノード N_1 乃至 N_n 宛の制御データ D_1 乃至 D_n それぞれの1ビット目の分割データ $D_{1,1}$ 乃至 $D_{n,1}$ を配置し、続いて、2ビット目の分割データ $D_{1,2}$ 乃至 $D_{n,2}$ を配置し、以下、同様に、mビット目の分割データ $D_{1,m}$ 乃至 $D_{n,m}$ を配置することができる。この場合、ホストコントローラ231の作成部262が作成するインタリープパケットは、1つとなる。一方、ノード N_i の制御部272は、このインタリープパケットを受信し、コンテンツ部の複数（ここではm）の所定の位置それぞれから、複数の分割データを抽出する。さらに、ノード N_i の制御部272は、自分宛のすべての分割データ $D_{i,1}$ 乃至 $D_{i,m}$ の抽出後、制御データ D_i を再構成する。この場合も、ノード N_1 乃至 N_n における制御データ D_1 乃至 D_n の受信（取得）時刻のばらつきを小さくすることができる。

20

【0151】

さらに、ノード N_i が、最後のインタリープパケットを受信したか否かの判定は、例えば、あらかじめ決められた数のm個のインタリープパケットを受信したかどうかや、ホストコントローラ231から報知された数のインタリープパケットを受信したかどうかによって行なうことが可能である。ホストコントローラ231によるインタリープパケットの数の報知は、インタリープパケットの数を、ライトリクエストパケットに格納して、ブロードキャストにより送信することによって行なうことが可能である。この場合、ノード N_i の制御部272は、このライトリクエストパケットからインタリープパケットの数を認識し、その数のインタリープパケットを受信したときに、最後のインタリープパケットを受信したと判定する。さらに、例えば、作成部262は、最後のインタリープパケットのUser's Bit部に最後である旨の信号を配置することができ、この場合、ノード N_i の制御部272は、インタリープパケットのUser's Bit部に配置された信号から、そのインタリープパケットが最後のインタリープパケットであるかどうかを判定することができる。

30

【0152】

さらに、ホストコントローラ231の通信部261は、制御データ D_i のkビット目の分割データ $D_{i,k}$ が配置されたk番目のインタリープパケットをk番目に送信し、ノード N_i は、インタリープパケットを受信した順番に、そのインタリープパケットに配置された分割データ $D_{i,k}$ を記憶することにより制御データ D_i の再構成を行なうとしたが、インタリープパケットは、その他の、任意の順番で送信することが可能である。さらに、この場合、User's Bit部には、何番目のインタリープパケットであるかを表す信号を配置することができる。これにより、ノード N_i の制御部272は、インタリープパケットのUser's Bit部に配置された信号に基づいて、そのインタリープパケットが何番目のインタリープパケットであるかを表す確認し、さらに、そのインタリープパケットに配置された分割データを並べて制御データ D_i を再構成することができる。

40

50

【0153】

また、本実施の形態においては、メイン通信路241を介して接続しているすべてのノードN₁乃至N_nは、同時刻に処理を実行するとしたが、同時刻に処理を実行しないノードN_iがある場合、例えば、ホストコントローラ231の作成部262は、コンテンツ部の、同時刻に処理を実行しないノード宛の分割データを配置する位置に、ダミーの信号を配置することができる。これにより、すべてではない複数のノードに同時刻に処理を実行させることができる。

【0154】

また、図10の通信システムにおいては、例えば、各ノードN_i宛の制御データD_iのデータ量をmビットとするとともに、分割データのデータ量をaビットとした場合、すべてのノードN₁乃至N_nが制御データD₁乃至D_nの受信を完了する受信時刻のばらつきは、従来の通信システムと比べて、理論的には、a/mの時間となる。従って、図10の通信システムは、分割データのデータ量aを小さくするほど、および、各ノードN_i宛の制御データD_iのデータ量mが大きいほど、受信時刻のばらつきに相当する時間を小さくする効果が大きくなる。

【0155】

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、例えば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。

【0156】

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。例えば、図8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。

【0157】

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、並列のあるいは個別に実行される処理をも含むものである。

【0158】

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。

【0159】

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】**【0160】**

【図1】ホストコントローラが複数のノードへ送信するデータを表す図である。

【図2】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。

【図3】本発明を適用したロボットシステムの利用例を表す図である。

【図4】図3のロボット5の外観構成を示す斜視図である。

【図5】図3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6】図3のロボット5について説明するための略線図である。

【図7】図3のロボット5の内部構成を示すブロック図である。

【図8】図3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9】図8のメイン制御部61の構成を示すブロック図である。

10

20

30

40

50

【図10】本発明を適用した通信システムの構成例を示すブロック図である。

【図11】本発明の通信システムにおける処理を説明するフローチャートである。

【図12】図10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13】図10のノードN_iの構成例を示すブロック図である。

【図14】パケットのフォーマットを示す図である。

【図15】インタリープパケットを説明する模式図である。

【図16】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17】ノードN_iの処理を説明するフローチャートである。

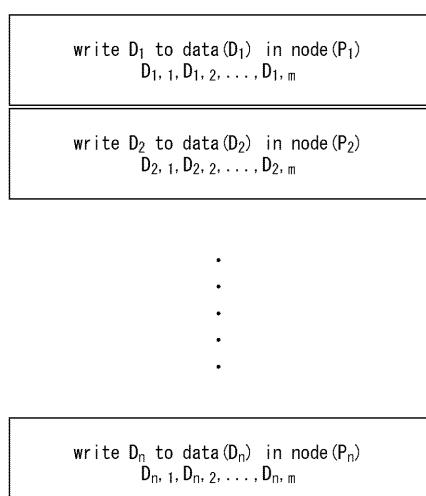
【符号の説明】

【0161】

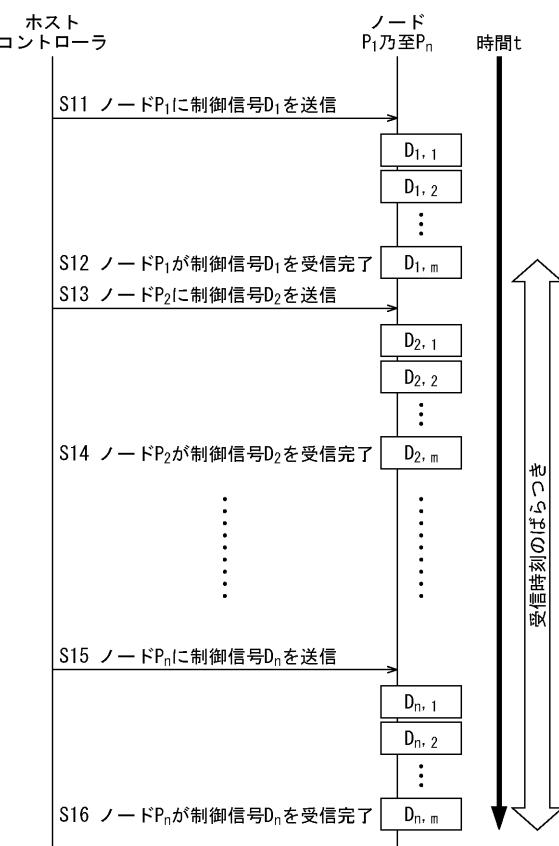
5 口ボット , 11 胴体ユニット , 12 頭部ユニット , 13 腕部ユニット ,
 , 14 脚部ユニット , 52 制御ユニット , 61 メイン制御部 , 106 外部メモリ , 112 メモリ , 205 制御機構部 , 231 ホストコントローラ ,
 241 メイン通信路 , 261 通信部 , 262 作成部 , 271 通信部 ,
 272 制御部 , A₁乃至A_n アクチュエータ , N₁乃至N_n ノード

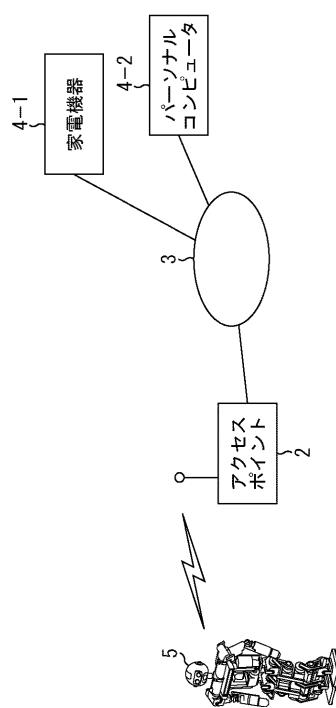
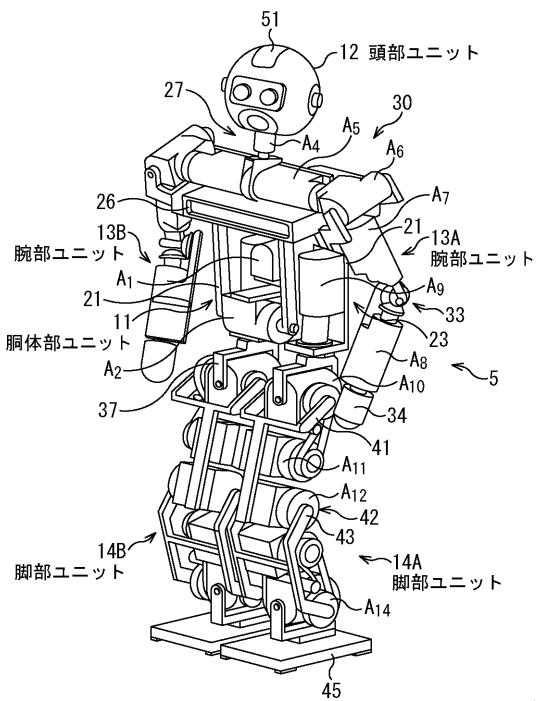
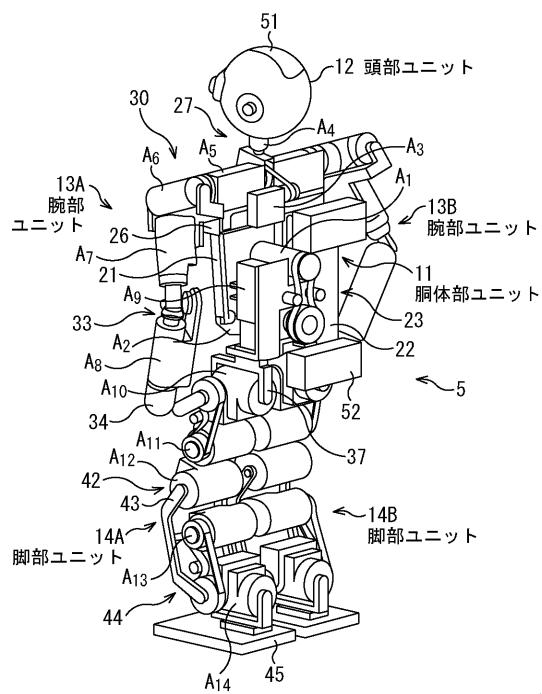
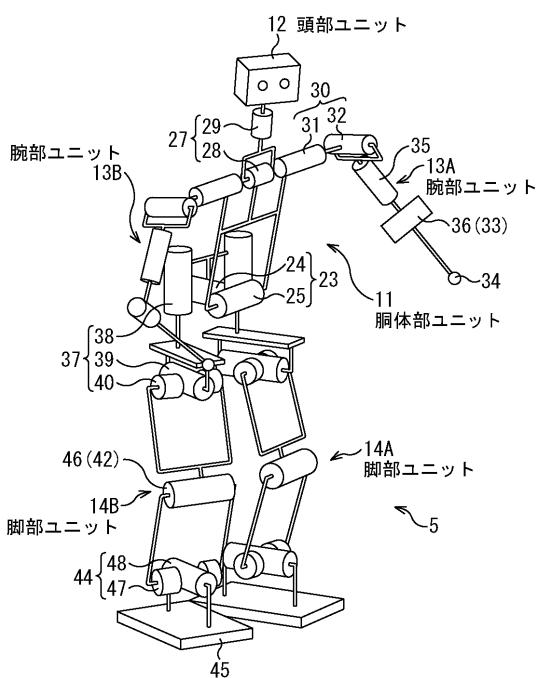
10

【図1】
図1

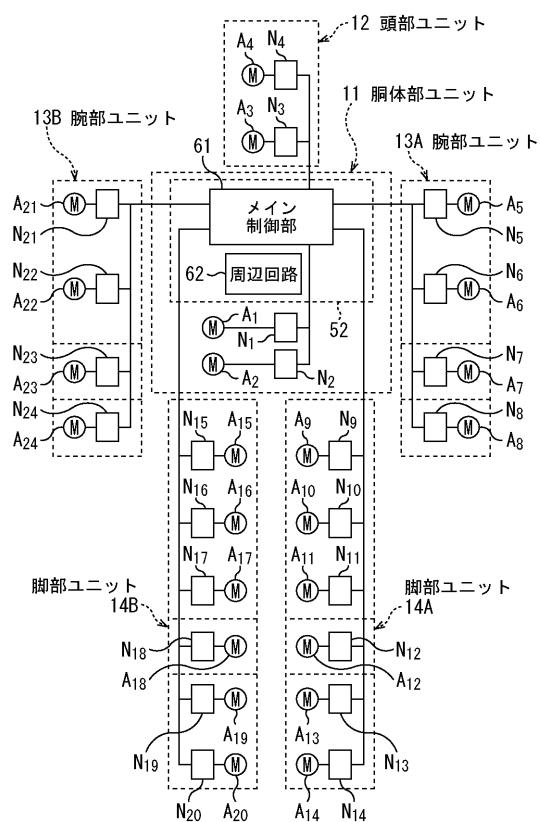


【図2】
図2

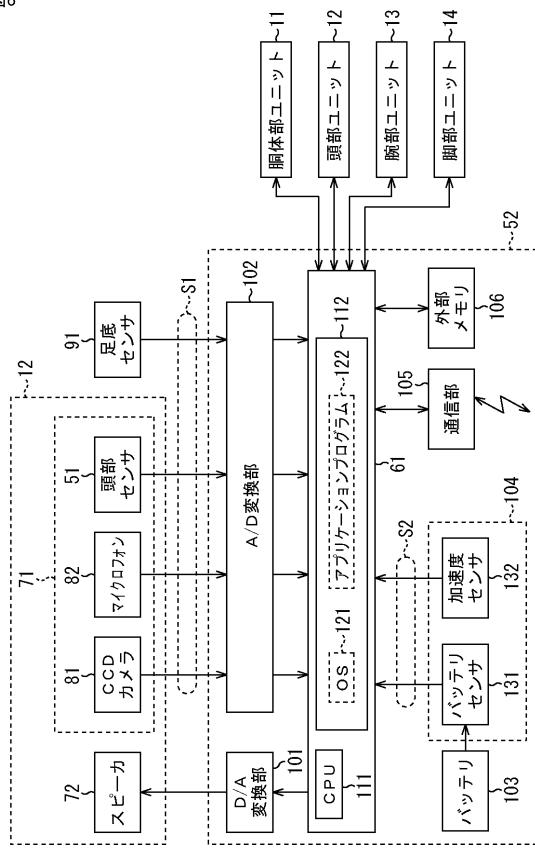


【図3】
図3【図4】
図4【図5】
図5【図6】
図6

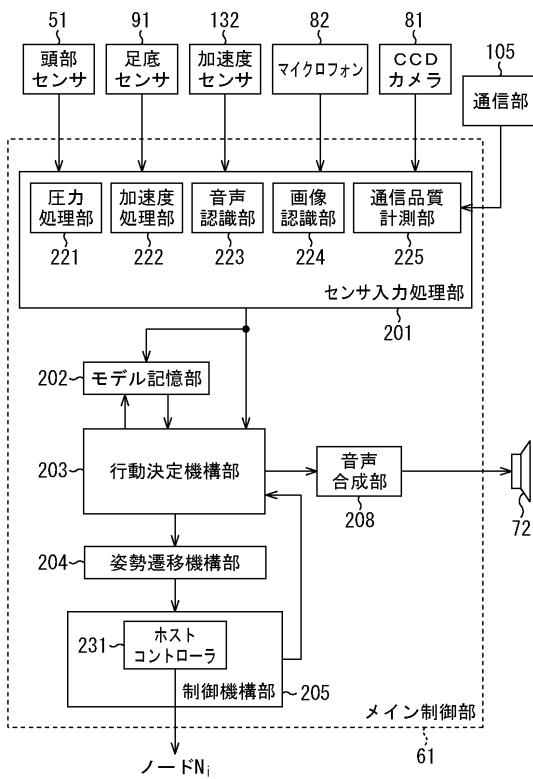
【図7】
図7



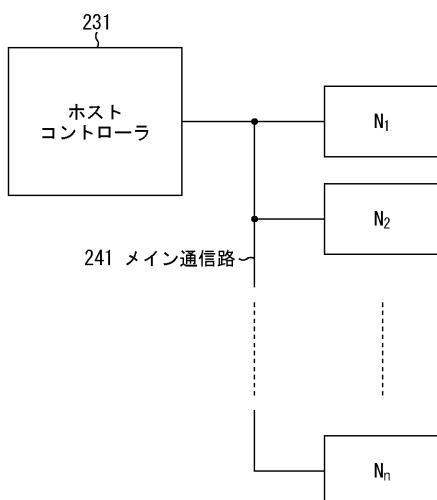
【図8】
図8

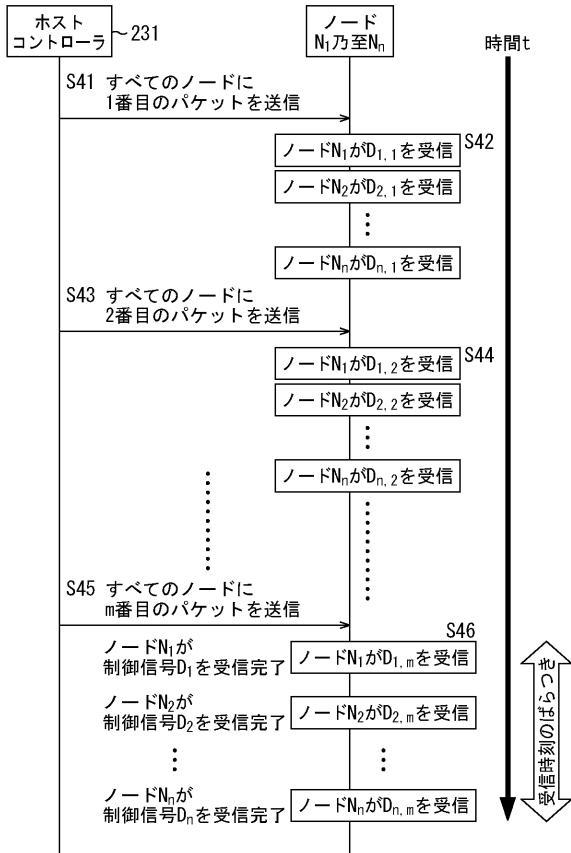
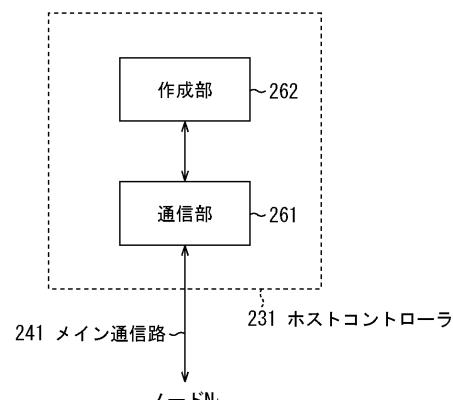
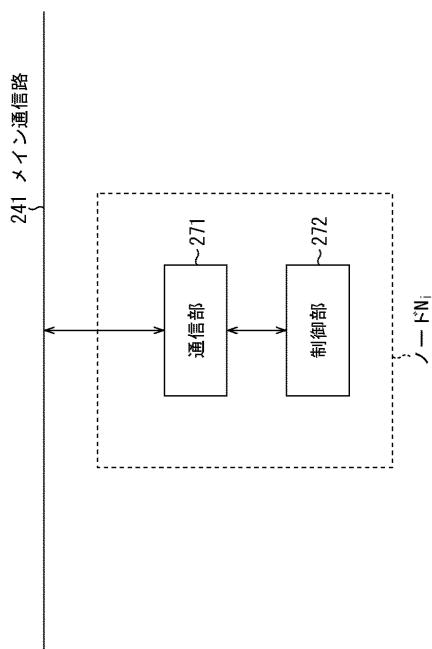
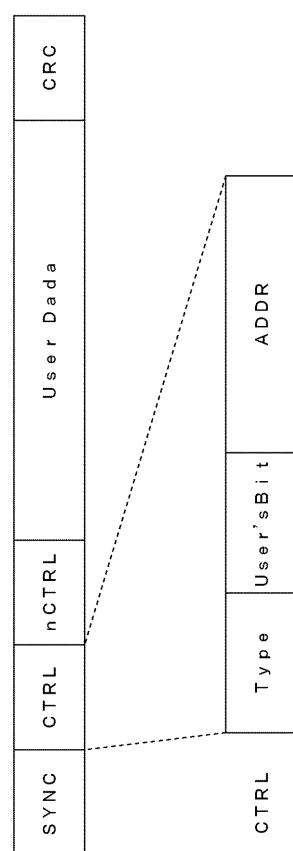


【図9】
図9

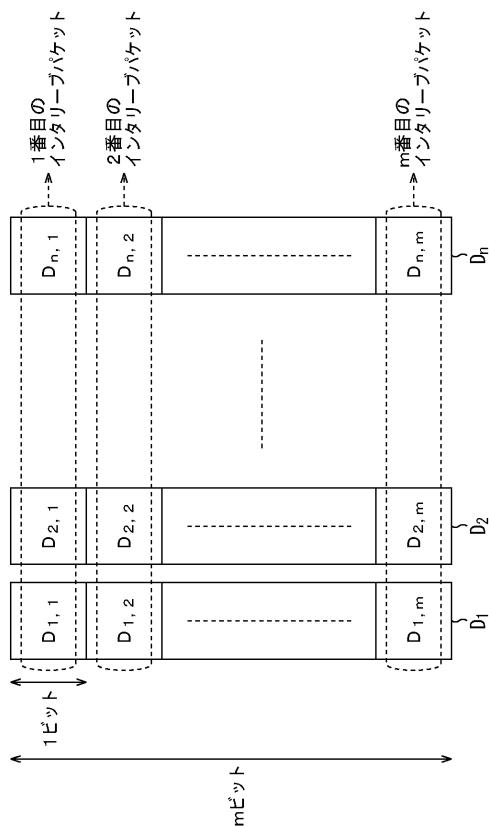


【図10】
図10

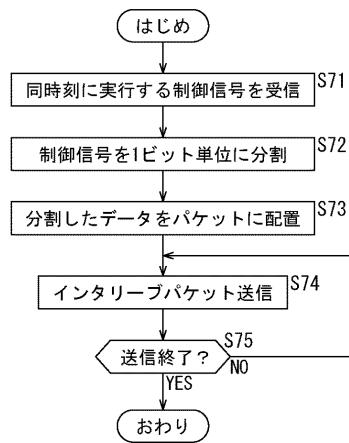


【図11】
図11【図12】
図12【図13】
図13【図14】
図14

【図15】
図15



【図16】
図16



【図17】
図17

