

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年10月8日(08.10.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/151184 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 12/66 (2006.01) H04L 12/721 (2013.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/059514
- (22) 国際出願日: 2014年3月31日(31.03.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 山本哲(YAMAMOTO, Tetsu); 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 大菅義之(OSUGA, Yoshiyuki); 〒1020084 東京都千代田区二番町8番地20 二番町ビル3F Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,

CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

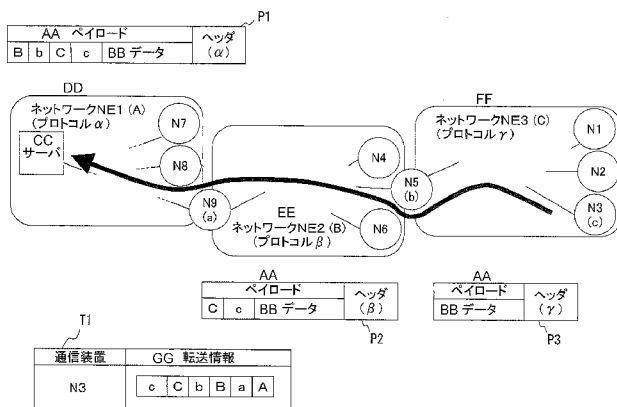
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロピア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: COMMUNICATION SYSTEM, COMMUNICATION METHOD, RELAY DEVICE, AND COMMUNICATION PROGRAM

(54) 発明の名称: 通信システム、通信方法、中継装置、および、通信プログラム



P1/P2/P3	Header
T1	Communication device
AA	Payload
BB	Data
CC	Server
DD	Network NE1 (A) (Protocol α)
EE	Network NE2 (B) (Protocol β)
FF	Network NE3 (C) (Protocol γ)
GG	Transfer information

(57) Abstract: A communication system provided with an information processing device and a relay device. The relay device stores information that identifies a transfer destination device that is a transfer destination for packets that include data addressed to the information processing device, and relays communications between a first network and a second network, the first network including the transfer destination device. The relay device is provided with a generation unit and a transmission unit. The generation unit receives, from a transmission source in the second network, a first data packet that includes data addressed to the information processing device, and generates a device index value that is used when the relay device specifies the transmission source from among devices included in the second network. The transmission unit transmits to the transfer destination device a second packet obtained by adding the device index value and a network index value that identifies the second network to the first packet.

(57) 要約: 通信システムは、情報処理装置と中継装置を備える。中継装置は、情報処理装置宛のデータを含むパケットの転送先である転送先装置を識別する情報を記憶し、転送先装置を含む第1のネットワークと第2のネットワークの間の通信を中継する。中継装置は、第2のネットワーク中の送信元から、情報処理装置宛のデータを含む第1のデータパケットを受信すると、中継装置が送信元を第2のネットワークに含まれる装置から特定する際に用いる装置索引値を生成する。送信部は、第1のデータパケットに装置索引値と第2のネットワークを識別するネットワーク索引値とを付加した第2のデータパケットを、転送先装置に送信する。

置は、生成部と送信部を備える。生成部は、第2のネットワーク中の送信元から、情報処理装置宛のデータを含む第1のデータパケットを受信すると、中継装置が送信元を第2のネットワークに含まれる装置から特定する際に用いる装置索引値を生成する。送信部は、第1のデータパケットに装置索引値と第2のネットワークを識別するネットワーク索引値とを付加した第2のデータパケットを、転送先装置に送信する。



WO 2015/151184 A1

明 細 書

発明の名称：

通信システム、通信方法、中継装置、および、通信プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、通信システムに関する。

背景技術

[0002] 複数のネットワークを含むシステムにおいて、ネットワークで使用されるプロトコルが互いに異なる場合がある。図1に示すセンサネットワークシステムには、センサを搭載した通信装置（センサノード）のネットワークと、センサから得られたデータを処理するサーバを有するネットワークが含まれる。図1の例では、センサネットワークでアドホックネットワーク用のルーティングプロトコルが使用され、サーバを含むネットワークではInternet Protocol（IP）が使用されている。図1に示すセンサノードがサーバにパケットを送信する場合、センサノードは、アドホックネットワーク用のルーティングプロトコルを用いてゲートウェイ（GW）宛てのパケットを生成する。センサノードが生成するパケットのペイロードには、サーバ宛てのデータと、最終的な宛先がサーバであることを示す情報が含まれている。ゲートウェイは、受信したパケットのペイロードを読み込むことにより、最終的な宛先がIPネットワーク中のサーバであることを認識する。するとゲートウェイは、サーバ宛てのデータをペイロードに含むパケットを生成し、生成したパケットをIPプロトコルにより、サーバに送信する。ゲートウェイから変換後のパケットが送信されることにより、サーバは、センサノードからのデータを受信する。ここで、センサノードに搭載されているアプリケーションでは、サーバ宛のデータの宛先としてゲートウェイを指定するように設定される。逆にサーバからセンサノードにデータを送信するときも、サーバのアプリケーションでは、センサノード宛のデータの宛先としてゲートウェイを指定するように設定されることになる。また、ゲートウェイでは、データを

解析して、データの宛先がゲートウェイ以外の装置であるかを判定することになる。このため、図1に示すシステムで使用するアプリケーションを開発する場合、センサノード、ゲートウェイ、サーバのそれぞれで異なる設定が行われる。なお、図1の例では、アドホックネットワークとIPネットワークがゲートウェイを介して接続されている場合を例として説明したが、パケットの送信経路に含まれるネットワークの数は任意である。

[0003] そこで、送信装置が自ノードから宛先ノードに至るまでに経由する全てのノードのアドレスを含む経路情報を送信パケット中に含め、各中継ノードが経路情報を用いて送信先を特定しながら転送するシステムが提案されている（例えば、特許文献1）。さらに、関連する技術としてマルチホップ通信を行うネットワーク中で、過去に送信したパケットの宛先、または、中継経路情報を送信した送信元を履歴として格納する無線通信装置も考案されている。この無線通信装置は、送信するパケットの宛先に対する送信履歴がある場合、パケットの宛先と履歴とを用いて中継処理を行うことを示す情報をパケットに付与して中継処理を行う（例えば、特許文献2）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2013-157752号公報
特許文献2：特開2011-055077号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 他のネットワーク中の装置にパケットを送信しようとする装置が最終的な宛先までの経路に含まれている装置のアドレスをパケットに含めて送信するシステムでは、経由するノードの数が膨大になると、経路情報の大きさが大きくなってしまふ。このため、経路の長さによって、1つのパケットで送信できるデータが制限されてしまふ。また、送信履歴を使用する方式は、同一のネットワーク中での転送処理での送信履歴を用いており、プロトコルが異

なるネットワーク間での中継処理には適用できない。

[0006] 本発明は、1つの側面として、パケットに含まれる経路情報のデータ量を削減することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 1つの態様では、通信システムは、情報処理装置と中継装置を備える。中継装置は、情報処理装置宛のデータを含むパケットの転送先である転送先装置を識別する情報を記憶し、転送先装置を含む第1のネットワークと第2のネットワークの間の通信を中継する。中継装置は、生成部と送信部を備える。生成部は、第2のネットワーク中の送信元から、情報処理装置宛のデータを含む第1のデータパケットを受信すると、中継装置が送信元を第2のネットワークに含まれる装置から特定する際に用いる装置索引値を生成する。送信部は、第1のデータパケットに装置索引値と第2のネットワークを識別するネットワーク索引値とを付加した第2のデータパケットを、転送先装置に送信する。

発明の効果

[0008] 1つの側面として、パケットに含まれる経路情報のデータ量を削減することができる。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]センサネットワークシステムの例を示す図である。
[図2]実施形態に係る通信システムの例を示す図である。
[図3]中継装置の構成の例を示す図である。
[図4]ハードウェア構成の例を示す図である。
[図5]パケットのフォーマットの例を示す図である。
[図6]振り分けテーブルの例を示す図である。
[図7]転送先テーブルと振り分けテーブルの対応例を示す図である。
[図8]サーバ宛のパケットの転送処理の例を説明する図である。
[図9]転送先テーブルの更新方法の例を説明する図である。
[図10]転送先テーブルの更新方法の例を説明する図である。

[図11]転送情報の記憶方法の例を示す図である。

[図12]サーバから送信されたパケットの転送処理の例を説明する図である。

[図13]転送情報処理部の処理の例を説明するフローチャートである。

[図14]ディスパッチャでの処理の例を説明するフローチャートである。

[図15]受信パケット中のデータを転送するときの処理の例を説明するフローチャートである。

[図16]3つの異なるプロトコルを用いたシステムの具体例を示す図である。

[図17]パケットのフォーマットの変換例を示す図である。

[図18]パケットのフォーマットの変換例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 図2は、実施形態に係る通信システムの例を示す。図2の例では、システム中に、ネットワークNE1、ネットワークNE2、ネットワークNE3の3つのネットワークが含まれている。図2の例では、ネットワークNE1の索引値がAであり、ネットワークNE2の索引値がB、ネットワークNE3の索引値がCであるものとする。以下、ネットワークに割り当てられた索引値を、「ネットワーク索引値」と記載することがあるものとする。なお、ネットワーク索引値は、ネットワークの識別子よりも少ないビット数で表せるように設定されている。ネットワークNE1、ネットワークNE2、ネットワークNE3の各々で使用されているプロトコルは互いに異なっている。以下の説明では、ネットワークNE1ではプロトコル α 、ネットワークNE2ではプロトコル β 、ネットワークNE3ではプロトコル γ がルーティングに使用されているものとする。また、ネットワークNE1には、サーバ（情報処理装置）が含まれているものとする。

[0011] 図2では、各ネットワーク中に含まれている通信装置の一部を示しており、各通信装置には、その通信装置を一意に特定するための識別子が付されている。例えば、識別子として、アドレスが使用される。図2では、分かりやすくするために「N」というアルファベットと数字の組合せを用いて、通信装置の識別子を表わす。さらに、読みやすくするために、その識別子が割り

当てられた装置自身を指す場合は、識別子の前に「ノード」という文字列を付すものとする。例えば、「N 9」は、N 9という識別子を指し、「ノード N 9」は「N 9」という識別子が割り当てられた通信装置を指すものとする。

[0012] システム中の通信装置は、1つ以上のネットワークに属している。通信装置のうち、プロトコルが異なるネットワーク間を中継している装置を、中継装置と記載することがある。例えば、ノードN 9は、ネットワークNE 1とネットワークNE 2の両方に属しており、ネットワークNE 1とネットワークNE 2の間のゲートウェイとして動作するため、中継装置である。同様に、ノードN 5は、ネットワークNE 2とネットワークNE 3の両方に属しているので、ネットワークNE 2とネットワークNE 3の間のゲートウェイとして動作する。

[0013] ゲートウェイとして動作する通信装置（中継装置）は、サーバ宛のデータを含むパケットの転送先の装置（転送先装置）を識別する情報を保持している。図2の例では、ノードN 5にとっての転送先装置はノードN 9であり、ノードN 9にとっての転送先装置はサーバである。中継装置以外の各通信装置は、サーバ宛の情報を同じネットワークに属している中継装置に送信する。以下、ノードN 3がサーバ宛のパケットを送信する場合を例として説明する。

[0014] (a 1) ノードN 3は、ネットワークNE 3に属しているので、サーバ宛のパケットを、ノードN 5に送信する。ノードN 3がノードN 5に送信するパケットの例をパケットP 3に示す。パケットP 3には、プロトコル γ を用いたヘッダとペイロードが含まれる。ペイロード中には、データの生成を行った通信装置がノードN 3であることと、サーバ宛のパケットであることを示す情報が含まれているものとする。

[0015] (a 2) ノードN 5は、サーバ宛のパケットP 3を受信すると、ペイロード中の情報から、サーバ宛のデータが含まれていると判定する。すると、ノードN 5は、パケットP 3の送信元であるノードN 3に対して、ノードN 5

がネットワークNE3中の装置の中からノードN3を識別するために使用する索引値を割り当てる。以下、中継装置がサーバ宛のパケットの送信元に割り当てる索引値を、「装置索引値」と記載することがある。なお、装置索引値は、送信元の通信装置をその通信装置が属するネットワーク中で識別できるように割り当てられるので、送信元の通信装置に割り当てられているアドレスよりも短いビット数で表されるものとする。図2の例では、ノードN5はノードN3に対してcという装置索引値を割り当てたものとする。

[0016] (a3) ノードN5は、パケットP3に含まれているペイロードに、パケットP3の送信元であるノードN3の装置索引値cと、ネットワークNE3のネットワーク索引値Cを含める。さらに、ノードN5にとっての転送先装置であるノードN9にパケットを転送するためのヘッダをペイロードに付加することにより、パケットP2を生成する。ノードN5は、パケットP2をノードN9に送信する。

[0017] (a4) ノードN9は、パケットP2を受信すると、ペイロード中の情報から、サーバ宛のデータが含まれていると判定する。ノードN9にとっては、ネットワークNE2中の装置でサーバ宛のパケットを送信してきた装置はノードN5である。そこで、手順(a2)で説明した処理と同様の処理により、ノードN5に装置索引値を割り当てる。以下、ノードN5に割り当てられた装置索引値をbとする。

[0018] (a5) ノードN9は、パケットP2に含まれているペイロードに、パケットP2の送信元であるノードN5の装置索引値bと、ネットワークNE2のネットワーク索引値Bを含める。ノードN9にとっての転送先装置はサーバであるので、サーバにパケットを転送するためのヘッダを処理後のペイロードに付加することにより、パケットP1を生成する。ノードN9は、パケットP1をサーバに送信する。

[0019] (a6) サーバがパケットP1を受信すると、同様に、ネットワークNE1中で、ノードN9に装置索引値を割り当てる。図2の例では、ノードN9の装置索引値はaであるものとする。サーバは、受信したパケットのペイロ

ード中の索引値の組み合わせと、パケットをサーバに送信してきた中継装置を特定するための情報を、パケット中のデータを生成した通信装置にパケットを送信する際の転送に使用する情報（転送情報）として記憶する。図2の例では、サーバは、パケットP1のペイロード中の索引値の組み合わせ、ノードN9の装置索引値a、および、ネットワークNE1のネットワーク索引値Aを、ノードN3にパケットを送信する際の転送情報として記憶する。転送情報は、テーブルT1に示すように、サーバからのパケットの宛先となる通信装置の識別子に対応付けて記憶される。なお、通信装置の識別子は、手順(a1)で通信装置がペイロードに含めた情報である。図2の例では、ノードN3宛てのパケットの転送に使用する転送情報として、先頭から、c、C、b、B、a、Aの順に6つの情報が含まれる。

[0020] (a7)次に、転送情報の使用方法について説明する。サーバは、ノードN3にパケットを送信するとき、テーブルT1に保持している転送情報を用いて、パケットの宛先を決定できる。例えば、サーバは、転送情報の末尾から2つの情報aとAを用いて、ノードN3宛てのデータを含むパケットの転送先をノードN9に決定できる。また、サーバが転送情報をノードN3宛てのデータと共にペイロード中に含め、サーバ自身が使用した索引値の組み合わせを削除すると、ノードN9には、転送情報として、c、C、b、Bを含むパケットが送信される。ノードN9は、ペイロード中の転送情報の末尾から、装置索引値=b、ネットワーク索引値Bを得るので、パケットの転送先をノードN5に決定できる。このため、ノードN9は、ノードN9が使用した索引値をペイロードから削除した後、プロトコル β に対応したヘッダを用いてノードN5宛てにパケットを転送する。ノードN5は、受信したパケット中の転送情報が、装置索引値=c、ネットワーク索引値Cであることから、パケットの転送先をノードN3に決定する。ノードN5は、ノードN5が使用した索引値を削除した後のペイロードにプロトコル γ に対応したヘッダを付してノードN3に送信する。

[0021] このように、中継装置は、パケット中に含まれているデータの送信元を、

中継装置自身が属するネットワーク中で識別するための索引値を用いて特定できるようにする。また、装置索引値やネットワーク索引値を表わすために使用されるビット数は、中継装置等のアドレスを記載するために使用するビット数よりも小さい。このため、転送回数が増えても、アドレスを用いて転送先が指定される場合に比べて、転送情報が大きくなりやすく、パケット中に含まれるデータの量が制限される恐れがない。従って、実施形態に係るシステムでは、プロトコルの異なるネットワーク間の通信であっても、効率的にデータが送受信できる。なお、少なくとも1つのネットワークにおいてネットワーク中の装置に装置索引値が設定されていれば、経路中の全ての中継装置のアドレスが指定される場合に比べて、経路の情報の通知に使用されるビット数は小さくなる。このため、中継装置に搭載されているメモリの容量や中継装置の処理能力に合わせて、経路中の一部のネットワークでは装置索引値を中継装置のアドレスと同じ値にしても良い。装置索引値がアドレスと同じ値に設定されたネットワークにおいては、装置索引値と装置のアドレスを対応付ける情報が作成されないので、中継装置に搭載されているメモリが少なくてもすむ。

[0022] さらに、このシステムでは、サーバ側の装置から転送先のネットワークが通知されるため、各中継装置は、転送処理に使用するプロトコルの情報をネットワークごとに管理できる。つまり、中継装置は、転送先ごとに転送処理に使用するプロトコルや転送先を記憶しないので、転送処理に際して中継装置が保持する情報量も少なくてもすむ。なお、隣接するネットワーク間でプロトコルが異なる場合においても、実施形態にかかる通信システムが適用され得る。

[0023] <装置構成>

図3は、中継装置10の構成の例を示す。図3の例では、プロトコルが異なる2つのネットワークを中継している中継装置10の場合を示しているが、中継装置10は任意の数のネットワークを中継することができる。

[0024] 中継装置10は、送受信部11（11a、11b）、パケット処理部20

、転送情報処理部40（40a、40b）、ディスパッチャ50、記憶部60、アプリケーション処理部70を備える。パケット処理部20は、転送処理部21（21a、21b）とルーティングテーブル22（22a、22b）を有する。転送情報処理部40は、転送先特定部41と送信元付加部42を有する。ディスパッチャ50は、転送元情報付加部51と決定部52を有する。記憶部60は、振り分けテーブル61、転送先テーブル62（62a、62b）を備える。

[0025] 送受信部11は、他の通信装置や中継装置10との間でパケットを送受信する。ここで、送受信部11aがパケットを送受信する装置が属するネットワークは、送受信部11bがパケットを送受信する装置の属するネットワークとは異なる。以下、送受信部11aを介して中継装置10が通信する装置を含むネットワークをネットワークA、送受信部11bを介して通信する装置を含むネットワークをネットワークBとする。送受信部11aは、ネットワークA中の装置から受信したパケットを転送処理部21aに出力し、転送処理部21aから入力されたパケットを他の装置に送信する。同様に、送受信部11bは、ネットワークB中の装置から受信したパケットを転送処理部21bに出力し、転送処理部21bから入力されたパケットを他の装置に送信する。

[0026] 転送処理部21aは、送受信部11aから入力されたパケット中のペイロードと、ヘッダ中の送信元アドレスを送信元付加部42aに出力する。なお、以下の説明において、ヘッダは、ネットワーク層のヘッダを指すものとする。また、転送処理部21aは、転送先特定部41aから入力されたデータを含むパケットの転送先を、ルーティングテーブル22aを用いて特定する。ルーティングテーブル22aには、ネットワークAに含まれている装置に関する経路情報が保持されている。転送処理部21bも転送処理部21aと同様の処理を、送受信部11b、転送先特定部41b、送信元付加部42bとの間で行う。また、ルーティングテーブル22bには、ネットワークB中の装置への経路情報が含まれており、転送処理部21bでの転送処理の際に

使用される。

[0027] 送信元付加部42aは、入力されたペイロード中にサーバ宛のデータが含まれているかを判定する。サーバ宛のデータが含まれている場合、送信元付加部42aは、転送処理部21aから通知された装置のアドレスに対応する索引値を、転送先テーブル62aから取得する。ここで、転送先テーブル62aは、ネットワークAに含まれている装置のアドレスと索引値が一意に対応付けられたテーブルであり、サーバから送信されたパケットの転送先の決定に使用される。転送先テーブル62の具体例については、後述する。

[0028] 送信元付加部42aは、転送先テーブル62aから索引値を取得すると、取得した索引値を転送情報の末尾に付加する。一方、転送先テーブル62aに、転送処理部21aから通知された装置に対応する索引値が含まれていない場合、送信元付加部42aは、通知された装置に対する索引値を決定し、決定した値を転送情報の末尾に付加する。さらに、送信元付加部42aは、決定した索引値を、転送処理部21aから通知された装置のアドレスに対応付けて転送先テーブル62aに登録する。送信元付加部42aは、転送情報の追加処理が終わると、処理後の転送情報をデータと共に転送元情報付加部51に出力する。一方、パケットがサーバから送信されたものである場合、送信元付加部42aは、転送情報を変更せずに、データと転送情報を決定部52に出力する。

[0029] なお、転送情報処理部40bが転送処理部21bからデータを入力された場合の処理は、転送情報処理部40aが転送処理部21aからデータを入力された場合の処理と同様である。

[0030] 転送元情報付加部51は、サーバ宛のパケット中のデータに付されている転送情報に、パケットが転送されてきたネットワークの索引値を付加する。転送元情報付加部51は、例えば、送信元付加部42aから入力されたデータに対応付けられた転送情報の末尾に、送受信部11aが属するネットワーク（ネットワークA）に対応付けられた索引値を付加する。転送元情報付加部51は、転送情報を付加すると、振り分けテーブル61を用いて、データ

と転送情報の出力先を決定する。振り分けテーブル61の具体例と転送元情報付加部51の処理の詳細については後述する。転送元情報付加部51は、データの出力先を、転送先特定部41(41a、41b)、アプリケーション処理部70のいずれかから選択し、選択した出力先に、転送情報と共にデータを出力する。

[0031] 決定部52は、入力されたデータに対応付けられた転送情報の末尾から、ネットワーク索引値を抽出する。決定部52は、得られたネットワーク索引値を用いて、データと転送情報の出力先を決定する。データの出力先が決定すると、決定部52は、決定部52自身が振り分けテーブル61を参照するために使用したネットワーク索引値を転送情報から削除する。決定部52は、ネットワーク索引値の削除後の転送情報を、データと共に、選択した転送先特定部41に出力する。

[0032] 転送先特定部41bは、転送元情報付加部51からデータと転送情報が入力されると、入力されたデータ等の宛先を、転送先テーブル62bを参照して決定する。転送先特定部41bは、決定した宛先のアドレスと共に、転送元情報付加部51から入力されたデータと転送情報を、転送処理部21bに出力する。一方、決定部52からデータと転送情報が入力されると、転送先特定部41bは、転送情報の末尾の装置索引値をキーとして、転送先テーブル62bを検索し、ヒットした装置をデータ等の宛先に決定する。転送先特定部41bは、転送先テーブル62bの検索に使用した装置索引値を転送情報から削除する。転送先特定部41bは、装置索引値を削除した後の転送情報とデータを、転送先テーブル62bを用いて決定した装置のアドレスと共に、転送処理部21bに出力する。なお、転送先特定部41aも、転送元情報付加部51や決定部52からデータと転送情報が入力されると、転送先テーブル62aを用いて転送先特定部41bと同様の処理を行う。

[0033] サーバや中継装置10以外の通信装置も、図3と同様の構成をとることができる。なお、サーバや中継装置10以外の通信装置の場合、それらの装置が含まれているネットワークで使用されているプロトコル以外のプロトコル

の処理は行わない。このため、サーバまたは中継装置 10 以外の通信装置は、送受信部 11、転送処理部 21、ルーティングテーブル 22、転送情報処理部 40、転送先テーブル 62 を一つずつ備える。

[0034] アプリケーション処理部 70 は、入力されたデータを、アプリケーションを用いて処理する。図 3 の例では、図を見やすくするためにアプリケーション処理部 70 が 1 つ備えられている場合を例として説明しているが、中継装置 10 に含まれているアプリケーション処理部 70 の数は任意である。また、中継装置 10 以外の通信装置やサーバにおいても、アプリケーション処理部 70 の数は任意である。アプリケーション処理部 70 は、個々のアプリケーション処理部 70 を一意に特定できるように識別子（モジュール ID）を保持しているものとする。モジュール ID の使用方法については後述する。

[0035] 図 4 は、ハードウェア構成の例を示す。サーバ、中継装置 10、中継装置 10 以外の通信装置のいずれも、プロセッサ 301、Read Only Memory (ROM) 302、Random Access Memory (RAM) 303、通信インタフェース 304、バス 308 を備える。通信装置や中継装置 10 のうちで、サーバに通知するデータを測定している装置は、さらに、センサ 306 とアクチュエータ 307 も備える。プロセッサ 301 は、Central Processing Unit (CPU) を含む任意の処理回路とすることができる。プロセッサ 301 は、パケット処理部 20、転送情報処理部 40、ディスパッチャ 50、アプリケーション処理部 70 を実現する。

[0036] プロセッサ 301 は、例えば、ROM 302 に記憶されたプログラムを読み込んで、実行することができる。RAM 303 は、記憶部 60 を実現する。RAM 303 は、プロセッサ 301 の動作により得られたデータや、プロセッサ 301 の処理に用いられるデータも、適宜、記憶する。通信インタフェース 304 は、他の装置との通信に使用され、送受信部 11 として動作する。バス 308 は、プロセッサ 301、ROM 302、RAM 303、通信インタフェース 304 などの各部品を、相互にデータの送受信が可能になるように接続する。中継装置 10 を含む通信装置は、例えば、コンピュータな

どで実現されることがある。

[0037] <実施形態>

以下、実施形態に係るシステムでの処理の例を説明する。ここで、実施形態に係るシステムでは、パケットの送受信は、サーバとサーバ以外の装置の間で行われるものとする。従って、サーバ以外の通信装置が送信元となっているパケットの宛先は、サーバである。このため、例えば、サーバではないノードN2とノードN4が通信しようとする場合、ノードN2とノードN4は、サーバを介して通信する。

[0038] [パケットフォーマット]

図5は、パケットのフォーマットの例を示す図である。ネットワーク中で送受信されるパケットは、図5のF1に示すように、ヘッダ、送信元情報、データ、および、転送情報を備える。ヘッダは、そのパケットが出力されるネットワークで使用されているプロトコルに対応したフォーマットのヘッダである。例えば、図2のノードN5が図2のネットワークNE3から受信するパケットのヘッダは、プロトコル γ を用いて、宛先をノードN5に設定したヘッダである。一方、ノードN5がネットワークNE2に出力するパケットのヘッダは、プロトコル β を用いて生成されたヘッダである。

[0039] 送信元情報は、通信方向情報、送信元アドレス、送信元モジュールIDを含む。通信方向情報は、パケットがサーバ宛のパケットと、サーバ以外の装置に宛てられたパケットのいずれであるかを特定する情報である。以下の説明では、サーバ宛のパケットでは、通信方向情報の値は0に設定され、サーバ以外の装置宛のパケットでは、通信方向情報の値は1に設定されているものとする。送信元アドレスは、データを生成した装置に割り当てられたアドレスである。

[0040] 送信元アドレスは、システム中の装置を一意に特定できるように任意の方法で決定されたアドレスであるものとする。以下の説明では、各装置には、その装置が属するネットワーク以外のネットワークに含まれている装置との間でも、異なる値であって、アプリケーション処理部70で識別子として用

いられるアドレスが割り当てられているとする。以下の説明では、一例として、各装置にアルファベットのNの後に数字を続けた文字列を、アプリケーション処理部70で使用されている識別子とし、さらに、送信アドレスに設定され得る値としても使用する。なお、送信元情報中の送信元アドレスは、データを生成した装置を認識するために各装置のアプリケーション処理部70やディスパッチャ50が使用するもので、実際のルーティングに適用可能なアドレスでなくても良い。換言すると、送信元アドレスは、ルーティングに使用されるプロトコルには関係なく、システム全体で統一された方式を用いて、アプリケーション処理部70やディスパッチャ50がシステム内の装置を一意に特定できるように設定される。また、アプリケーション処理部70での処理は、パケットの転送に使用されるプロトコルには依存しない。

[0041] 転送情報は、パケットの転送の際に使用される経路情報である。転送情報は、サーバ宛のパケットの転送処理の過程で生成され、サーバ以外の装置に宛てたパケットの転送経路の特定に使用される。このため、図2のノードN5のように、中継装置として動作する装置がF1に示すパケットを受信すると、F2に示すように、パケット中の転送情報を変更する。転送情報の生成や変更の具体例については後述する。

[0042] [ネットワークの例]

図6は、振り分けテーブル61の例を示す。以下の説明では、テーブルの参照番号の後に、アンダースコアを挟んで、テーブルを保持している通信装置の符号の末尾に含まれる数字を記載する。例えば、ノードN1が保持している振り分けテーブル61には、「61__1」という番号を付している。同様に、以下の説明では、処理を行っている装置の特定を容易にするために、テーブル以外の参照番号の場合でも、参照番号の末尾に、アンダースコアを挟んで通信装置の符号の末尾の数字を記載する。例えば、ノードN1が保持するディスパッチャ50の参照番号は「50__1」とし、ノードN5が保持する転送情報処理部40bの参照番号は「40b__5」とする。

[0043] いずれの装置が保持する振り分けテーブル61でも、索引値(index

) に対応付けて、対応領域とポインタが格納されている。対応領域は、索引値に対応付けられたネットワークを示している。対応領域は、サーバ宛のパケットの転送元の特定や、サーバから送信されたパケットの転送先の特定に使用される。なお、対応領域がアプリケーション処理部 70 である場合は、その装置自身が宛先となっているデータが入力されたことを示している。

[0044] 各装置は、振り分けテーブル 61 に、デフォルト (default) の対応領域を保持している。デフォルトの対応領域は、デフォルトの対応領域がパケットの出力先として選択されるとサーバ宛のパケットの転送経路となるように予め設定されている。例えば、図 6 に示すネットワークにおいて、ノード N10 がサーバであるとする。すると、ノード N5 が保持する振り分けテーブル 61__5 でのデフォルトの対応領域は、ネットワーク NE2 である。また、ノード N9 が保持する振り分けテーブル 61__9 でのデフォルトの対応領域は、ネットワーク NE1 である。このように、いずれのネットワークでも、そのネットワーク中のデフォルトの対応領域に出力すると、パケットがノード N10 に到達するように設定されている。

[0045] ポインタは、対応領域に応じて参照する転送先テーブル 62 の特定に使用する。図 7 に転送先テーブル 62 と振り分けテーブル 61 の対応例を示す。例えば、ノード N1 は、図 7 中の振り分けテーブル 61__1 と転送先テーブル 62__1 を保持する。このため、転送元情報付加部 51__1 や決定部 52__1 は、振り分けテーブル 61__1 を参照することにより、パケットの出力先のネットワークを決定できる。パケットの出力先のネットワークが決定されると、決定されたネットワークに対応付けられたポインタの値で特定される転送先テーブル 62 を用いて、転送先の装置が特定される。転送先テーブル 62 は、初期状態では、各ネットワーク中でのデフォルトルート以外の宛先が含まれていないが、通信処理の過程で新たな情報が加えられることがある。なお、転送先テーブル 62 に新たな情報の追加が可能であるかの設定は、その転送先テーブル 62 を管理する送信元付加部 42 が予め認識しているものとする。転送先テーブル 62 の変更方法の例については後述する。

[0046] 転送先テーブル62において、デフォルトルートは、デフォルトルートが選択されたときにパケットがサーバに到達するように設定されるものとする。例えば、ノードN1から送信されたサーバ宛のパケットは、ノードN5を介してネットワークNE2に向けて転送される。このため、ノードN1が保持する振り分けテーブル61__1では、デフォルトの転送先がノードN5に設定されている。また、ノードN5においては、ネットワークNE3に対応する転送先テーブル62a__5でのデフォルトの転送先がノードN5自身に設定され、ネットワークNE2に対応する転送先テーブル62b__5でのデフォルトの転送先がノードN9に設定される。

[0047] [サーバ宛のパケットの転送処理]

以下、図8を参照しながら、サーバ宛のパケットの転送処理の例を説明する。図8は、ノードN1がサーバ（ノードN10）宛てにパケットを送信した場合を示している。なお、図8は、ネットワークNE3では装置索引値が各装置のアドレスと同じ値である場合を例として説明する。

[0048] (b1) ノードN1中のセンサ306__1での測定結果がアプリケーション処理部70__1に入力されたとする。すると、アプリケーション処理部70__1は、サーバとして動作しているノードN10のアプリケーション処理部70__10にセンサ306__1での測定結果を通知するためのデータを生成する。アプリケーション処理部70__1は、生成したデータの宛先がサーバであることを示す情報と共に、データを転送元情報付加部51__1に出力する。

[0049] (b2) 転送元情報付加部51__1は、生成したデータを送信するために、サーバ宛のデータであることを示す送信元情報を生成する。転送元情報付加部51__1は、データがサーバ宛であるので、通信方向情報を0に設定する。さらに、データがノードN1のアプリケーション処理部70__1で生成されたことを示すために、ノードN1に割り当てられたアドレスを送信元アドレスに設定し、送信元モジュールIDをアプリケーション処理部70に割り当てられた索引値に設定する。なお、ここで、転送元情報付加部51__1

は、データの生成を行った装置がノードN1であることをアプリケーションのレベルで通知するために、送信元情報の送信元アドレスを設定している。このため、送信元情報中のアドレスは、プロトコル $\alpha\sim\gamma$ のいずれにも対応していない形式で記述されていても、ノードN1とノードN10の各々のアプリケーション処理部70やディスパッチャ50において使用可能な識別子であればよい。

[0050] 転送元情報付加部51__1は、アプリケーション処理部70__1から入力されたデータ等に対応付ける転送情報として、アプリケーション処理部70__1に対応付けられた索引値を振り分けテーブル61__1から取得する。図6、図7に示すように、振り分けテーブル61__1では、アプリケーション処理部70に対応付けられた索引値は0である。そこで、転送元情報付加部51__1は、転送情報に索引値=0を設定する。

[0051] 次に、転送元情報付加部51__1は、振り分けテーブル61__1を用いて、パケットの出力先を決定する。サーバ宛のデータを含むパケットの出力先は、振り分けテーブル61__1のうち、デフォルト値に対応付けられている対応領域である。そこで、転送元情報付加部51__1は、パケットの出力先をネットワークNE3とする。転送元情報付加部51__1は、パケットの出力先で使用されているプロトコルの処理を行う転送先特定部41に、データ、送信元情報、転送情報を出力する。ノードN1は、ネットワークNE3だけに属しているので、転送元情報付加部51__1は、データ、送信元情報、転送情報を、転送先特定部41__1に出力する。さらに、転送元情報付加部51__1は、対応領域に対応付けられたポインタ値も、転送先特定部41__1に出力する。この例では、ポインタ値として、P01が転送先特定部41__1に出力される。

[0052] (b3) 転送先特定部41__1は、パケットをサーバに送信するために、ネットワークNE3でのパケットの転送先を求める。転送先特定部41__1は、転送元情報付加部51__1から通知されたポインタ値に対応付けられた転送先テーブル62を参照することにより、転送先を決定する。この例では

、ポインタ値＝P 0 1 が通知されているので、転送先特定部 4 1 __ 1 は、転送先テーブル 6 2 __ 1（図 7）を参照する。送信元情報中に通信方向情報＝0 という情報が含まれているので、転送先特定部 4 1 __ 1 は、転送先テーブル 6 2 __ 1 にデフォルトの転送先として設定されているノードを転送先に指定する。図 7 の例では、ノード N 5 が転送先となる。そこで、転送先特定部 4 1 __ 1 は、転送元情報付加部 5 1 __ 1 から入力されたデータ、送信元情報、転送情報を、宛先がノード N 5 であることを表わす情報と共に、転送処理部 2 1 __ 1 に出力する。

[0053] 転送処理部 2 1 __ 1 は、宛先がノード N 5 であることを示すヘッダをプロトコル γ に従って生成し、転送先特定部 4 1 __ 1 から入力されたデータ、送信元情報、転送情報を含むペイロードに付加する。このとき、転送処理部 2 1 __ 1 は、適宜、ネットワーク N E 3 内でのルーティングのための情報を、ルーティングテーブル 2 2 から取得する。転送処理部 2 1 __ 1 は、得られたパケット P 1 1 を送受信部 1 1 __ 1 に出力する。送受信部 1 1 __ 1 は、パケット P 1 1 を、ノード N 5 に向けて送信する。ここで、パケット P 1 1 に含まれている転送情報を、図 8 中の P F 1 1 に示す。

[0054] (b 4) パケット P 1 1 は、ネットワーク N E 3 中を転送されることにより、ノード N 5 に転送される。

[0055] (b 5) ノード N 5 の送受信部 1 1 a __ 5 は、パケット P 1 1 を受信し、パケット P 1 1 を転送処理部 2 1 a __ 5 に出力する。転送処理部 2 1 a __ 5 は、パケット P 1 1 のペイロードを、パケット P 1 1 の送信元アドレスと共に、送信元付加部 4 2 a __ 5 に出力する。送信元付加部 4 2 a __ 5 は、入力されたペイロードの送信元情報に含まれている通信方向情報がサーバ宛を示しているかを判定する。パケット P 1 1 には、送信元情報中に通信方向情報＝0 という情報が含まれているので、送信元付加部 4 2 a __ 5 は、サーバ宛のデータの転送処理中であると判定する。

[0056] ここで、ネットワーク N E 3 では装置索引値として各装置のアドレスと同じ値が使用されるため、送信元付加部 4 2 a __ 5 には、転送先テーブル 6 2

a__5への新たな情報の追加を禁止する設定が行われているとする。すると、送信元付加部42a__5は、転送処理部21a__5から通知されたアドレス自体を、転送情報の末尾に追加する。このため、送信元付加部42a__5の処理により、転送情報は「0、N1」となる。送信元付加部42a__5は、データおよび送信元情報と共に、処理後の転送情報を、転送元情報付加部51a__5に出力する。

[0057] (b6) 転送元情報付加部51__5は、送信元付加部42a__5からデータ等が入力されると、送信元情報中の通信方向情報を特定する。パケットP11中の通信方向情報は0に設定されているので、転送元情報付加部51__5は、サーバに転送するデータを取得したと判定する。そこで、転送元のネットワーク索引値を転送情報に付加するための処理を開始する。転送元情報付加部51__5は、データ等を入力してきた転送情報処理部40a__5を介して通信しているネットワークの索引値を、振り分けテーブル61__5(図7)から特定する。ここでは、転送元情報付加部51__5は、送信元付加部42a__5からデータ等が入力されたので、ネットワークNE3に対応付けられているネットワーク索引値である2を、転送情報に追加する。このため、転送情報は、図8のPF12に示す通りになる。

[0058] 次に、転送元情報付加部51__5は、振り分けテーブル61__5を用いて、データの出力先を決定する。サーバ宛のデータの出力先は、振り分けテーブル61__5のうち、デフォルト値に対応付けられている対応領域であるため、転送元情報付加部51__5は、パケットの転送先のネットワークをネットワークNE2に決定する。転送元情報付加部51__5は、パケットの転送先のネットワーク中でのパケットの宛先を決定する転送先特定部41b__5に、データ、送信元情報、転送情報を出力する。さらに、転送元情報付加部51__5は、出力先のネットワークに対応するポインタ値がP02であることも、転送先特定部41b__5に出力する。

[0059] (b7) 転送先特定部41b__5には、ポインタ値=P02が通知され、さらに、転送先特定部41b__5に入力された送信元情報中に通信方向情報

=0という情報が含まれている。そこで、転送先特定部4 1 b__5は、転送先テーブル6 2 b__5（図7）にデフォルトルートとして設定された転送先であるノードN 9を、ネットワークNE 2での宛先に決定する。転送先特定部4 1 b__5は、データ、送信元情報、転送情報PF 1 2を、パケットの宛先がノードN 9であることを表わす情報と共に、転送処理部2 1 b__5に出力する。転送処理部2 1 b__5での処理は、手順（b 3）で述べた転送処理部2 1__1の処理と同様であるが、転送処理部2 1 b__5が使用するプロトコルはプロトコルβである。以下、転送処理部2 1 b__5の処理により生成されたパケットをP 1 2とする。パケットP 1 2は、送受信部1 1 b__5を介して、ネットワークNE 2中を、ノードN 9に向けて転送される。

[0060] （b 8）ノードN 9がパケットP 1 2を受信すると、送信元がノードN 5であることが送信元付加部4 2 a__9に通知される。また、パケットP 1 2中のデータ、送信元情報、および、転送情報も送信元付加部4 2 a__9に入力される。送信元付加部4 2 a__9に送信元の情報や、パケットP 1 2中のデータ、送信元情報、転送情報が入力されるときに行われる処理は、手順（b 5）と同様である。

[0061] 図9は、転送先テーブル6 2の更新方法の例を説明する図である。以下の説明では、ノードN 9がパケットP 1 2を受信したときに、ノードN 9には、転送先テーブル6 2 a__9と6 2 b__9が保持されているものとする。また、ノードN 9の送信元付加部4 2 a__9には、転送先テーブル6 2 a__9への新たな情報の追加を禁止する設定が行われていないものとする。

[0062] 送信元付加部4 2 a__9は、転送処理部2 1 a__9から通知されたアドレスをキーとして、転送先テーブル6 2 a__9中の情報を検索する。この例では、ノードN 5のアドレスをキーとした検索が行われる。しかし、転送先テーブル6 2 a__9には、ノードN 5に対応付けられた索引値がないため、いずれのエントリもヒットしない。そこで、送信元付加部4 2 a__9は、ノードN 5に対応する索引値を、転送先テーブル6 2 a__9中に登録されている他のノードと同じ索引値にならないように生成し、ノードN 5の索引値を転

送先テーブル6 2 a__9に登録する。例えば、送信元付加部4 2 a__9は、ノードN 5の索引値を1に決定したとすると、転送先テーブル6 2 a__9を転送先テーブル6 2 c__9に更新する。

[0063] さらに、送信元付加部4 2 a__9は、ノードN 5の索引値を転送情報の末尾に追加する。すると、送信元付加部4 2 a__9の処理により、転送情報は、「0、N 1、2、1」となる。送信元付加部4 2 a__9は、データおよび送信元情報と共に、処理後の転送情報を、転送元情報付加部5 1__9に出力する。

[0064] (b 9) 転送元情報付加部5 1__9は、データを取得したネットワークの情報を転送情報に加えるために、データが転送されてきたネットワークの索引値を、振り分けテーブル6 1__9 (図9) から特定する。ここでは、送信元付加部4 2 a__9からデータ等が入力されたので、転送元情報付加部5 1__9は、ネットワークNE 2に対応付けられているネットワーク索引値である2を、転送情報に追加する。このため、転送情報は、図8のPF 1 3に示す通りになる。

[0065] さらに、転送元情報付加部5 1__9は、送信元付加部4 2 a__9から入力された送信元情報中の通信方向情報を用いて、サーバへの転送対象となるデータを取得したと判定する。すると、転送元情報付加部5 1__9は、振り分けテーブル6 1__9のデフォルト値に対応付けられている対応領域であるネットワークNE 1を、パケットの送信先に決定する。ネットワークNE 1にデータを出力するために、転送元情報付加部5 1__9は、転送先特定部4 1 b__9に、データ、送信元情報、転送情報を出力する。さらに、転送元情報付加部5 1__9は、出力先に対応するポインタ値がP o 4であることも、転送先特定部4 1 b__9に出力する。

[0066] (b 1 0) 転送先特定部4 1 b__9には、ポインタ値=P o 4が通知され、さらに、転送先特定部4 1 b__9に入力された送信元情報中に通信方向情報=0という情報が含まれている。そこで、転送先特定部4 1 b__9は、転送先テーブル6 2 b__9 (図9) にデフォルトルートとして設定された転送

先であるノードN10を、ネットワークNE1での宛先に決定する。転送先特定部41b__9は、データ、送信元情報、転送情報PF13を、パケットの宛先がノードN10であることを表わす情報と共に、転送処理部21b__9に出力する。転送処理部21b__9での処理は、手順(b3)で述べた転送処理部21__1の処理と同様であるが、転送処理部21b__9が使用するプロトコルはプロトコル α である。以下、転送処理部21b__9の処理により生成されたパケットをP13とする。パケットP13は、送受信部11b__9を介して、ネットワークNE1中を、ノードN10に向けて転送される。

[0067] (b11) ノードN10がパケットP13を受信すると、送信元がノードN9であることを示す情報、パケットP13中のデータ、送信元情報、転送情報が送信元付加部42__10に入力される。送信元付加部42__10に送信元の情報や、パケットP13中のデータ、送信元情報、転送情報が入力されるときに行われる処理は、手順(b5)と同様である。

[0068] 図10は、ノードN10で行われる転送先テーブル62の更新の例を示す。以下、ノードN10がパケットP13を受信したとき、ノードN10は、転送先テーブル62__10aを有しているものとする。また、送信元付加部42__10には、転送先テーブル62__10aへの新たな情報の追加を禁止する設定が行われていないものとする。送信元付加部42__10は、パケットP13の送信元であるノードN9のアドレスが転送先テーブル62__10a中に含まれていない場合、図9を参照しながら説明した方法と同様に、ノードN9の索引値を生成する。さらに、送信元付加部42__10は、ノードN9の索引値を転送先テーブル62に登録する。例えば、ノードN9の索引値が2に決定されたとすると、転送先テーブル62__10aは転送先テーブル62__10bに更新される。

[0069] さらに、送信元付加部42__10は、ノードN9の索引値を転送情報の末尾に追加するので、転送情報は、「0、N1、2、1、2、2」となる。送信元付加部42__10は、データおよび送信元情報と共に、処理後の転送情

報を、転送元情報付加部 5 1 __ 1 0 に出力する。

[0070] (b 1 2) 転送元情報付加部 5 1 __ 1 0 は、データを取得したネットワークの情報を転送情報に加えるために、データが転送されてきたネットワーク N E 1 の索引値を、転送情報の末尾に加える。索引値の特定方法は、手順 (b 9) と同様である。このため、転送情報は、図 8 の P F 1 4 に示す通りになる。転送元情報付加部 5 1 __ 1 0 は、送信元付加部 4 2 __ 1 0 から入力された送信元情報中の通信方向情報を用いて、サーバ (ノード N 1 0) 宛てのデータを取得したと判定する。すると、転送元情報付加部 5 1 __ 1 0 は、振り分けテーブル 6 1 __ 1 0 のデフォルト値に対応付けられている対応領域であるアプリケーション処理部 7 0 __ 1 0 を、データの出力先に決定する。転送元情報付加部 5 1 __ 1 0 は、データ、送信元情報、転送情報を、アプリケーション処理部 7 0 __ 1 0 に出力する。アプリケーション処理部 7 0 __ 1 0 は、入力されたデータから、ノード N 1 のセンサ 3 0 6 __ 1 での計測結果を取得し、適宜、計測結果を用いた処理を行うことができる。さらに、アプリケーション処理部 7 0 __ 1 0 は、得られた転送情報と送信元情報を用いて、ノード N 1 への経路を記憶する。

[0071] 図 1 1 は、転送情報の記憶方法の例を示す。サーバにおいて、アプリケーション処理部 7 0 は、送信元情報中の送信元アドレスと送信元モジュール I D に対応付けて、転送情報を記憶する。図 1 1 は、手順 (b 1 2) でアプリケーション処理部 7 0 に入力された情報 D 1 と、アプリケーション処理部 7 0 が保持するテーブル 7 1 を示す。アプリケーション処理部 7 0 に入力された情報 D 1 は、転送情報 P F 1 4、パケット P 1 3 に含まれていたデータ、送信元情報である。アプリケーション処理部 7 0 が記憶する転送情報は、サーバからのパケットの送信の際に、宛先の装置に至る経路情報として使用される。このため、図 1 1 に示すテーブル 7 1 では、宛先アドレスの欄に、送信元情報中の送信元アドレスが記録される。同様に、宛先モジュール I D は、送信元情報中の送信元モジュール I D に設定される。このため、アプリケーション処理部 7 0 では、宛先アドレスがノード N 1 のアドレスであり、か

つ、送信元モジュールIDが0のときに使用する転送情報として、転送情報PF14が記録される。

[0072] なお、これまでの説明では、簡略化するために、各装置中で1つのアプリケーション処理部70が動作している場合について説明しているが、各装置で動作するアプリケーション処理部70の数は、使用されるアプリケーションの数に応じて任意に変更されうる。このため、送信元モジュールIDは、データを生成したアプリケーションの特定に使用されている。アプリケーション処理部70__10が送信元アドレスだけでなく送信元モジュールIDにも対応付けて転送情報を記録するのは、転送情報を用いて送信するデータを使用するアプリケーションも、転送情報で特定できるためである。

[0073] [サーバから送信されたパケットの転送処理]

図12を参照しながら、ノードN10がノードN1にパケットを送信する場合を例として、サーバからパケットが送信される場合の処理やサーバから送信されたパケットの処理の例を説明する。図12の例においても、ノードN10がサーバとして動作しているものとする。なお、以下で説明する処理は、サーバが過去にパケットを受信したことのある装置に対してパケットを送信する場合に行うことができる。

[0074] (c1) ノードN10のアプリケーション処理部70__10は、ノードN1のセンサ306__1から得られた測定値を処理した結果、ノードN1のアクチュエータ307__1に対する操作を行うことを決定したとする。また、以下の例では、アプリケーション処理部70__1に対して、アクチュエータ307__1に対する処理を要求することによって、ノードN10が間接的にアクチュエータ307__1を操作することができるものとする。この場合、アプリケーション処理部70__10は、アクチュエータ307__1の処理をアプリケーション処理部70__1に要求するためのデータ等を、ノードN1のアプリケーション処理部70__1宛てに生成する。さらに、アプリケーション処理部70__10は、データに付すための送信元情報を生成すると共に、宛先がノードN1であることを示す転送情報を検索する。送信元情報には

、サーバ以外の装置に宛てたパケットであることを示すために、通信方向情報＝1の情報が含まれる。さらに、アプリケーション処理部70__10は、送信元情報中の送信元装置と送信元モジュールIDを設定する。

[0075] アプリケーション処理部70__10は、図11を参照しながら説明した方法で記憶している情報から、宛先アドレスがノードN1に割り当てられた識別子であるエントリを特定する。さらに、アプリケーション処理部70__10は、これから送信するパケットに含めるデータをノードN1中で処理するアプリケーションを識別するモジュールIDが、ヒットしたエントリの宛先モジュールIDと一致しているかについても判定する。すなわち、アプリケーション処理部70__10は、宛先アドレスと宛先モジュールIDの組み合わせが、ノードN1中のアプリケーション処理部70__1を表わしているエントリ中の転送情報PF14を特定する。アプリケーション処理部70は、データ、送信元情報、特定した転送情報PF14を、決定部52__10に出力する。

[0076] (c2) 決定部52__10は、アプリケーション処理部70__10から入力された転送情報の末尾に含まれているネットワーク索引値を取得する。なお、決定部52__10が取得したネットワーク索引値は、ノードN1から送信されてきたデータを含むパケットをノードN10が処理したときに付されたネットワーク索引値である。図12の例では、決定部52__10は、ネットワーク索引値＝1を取得する。決定部52__10は、取得した索引値をキーとして、振り分けテーブル61__10(図10)を検索することにより、入力されたデータを送信するために使用するネットワークを特定する。図10の例では、ネットワーク索引値＝1は、ネットワークNE1と、ポインタ値＝P06に対応付けられている。決定部52__10は、転送情報から、ネットワークの特定に使った索引値を削除する。このため、転送情報は、「0、N1、2、1、2、2」となる。さらに、決定部52__10は、索引値の削除後の転送情報を、データおよび送信元情報と共に、転送先特定部41__10に出力する。このとき、決定部52__10は、ポインタ値＝P06も合

わせて転送先特定部41__10に通知する。

[0077] (c3) 決定部52__10から転送情報等が入力されると、転送先特定部41__10は、転送情報の末尾の装置索引値をキーとして、通知されたポインタ値に対応付けられた転送先テーブル62を検索する。ここでは、通知されたポインタ値がP06であるため、検索対象は転送先テーブル62__10b(図10)となる。取得した転送情報の末尾の装置索引値は2であるので、転送先特定部41__10は、ネットワークNE1中のノードN9を、転送先に決定する。その後、転送先特定部41__10は、転送先テーブル62__10bの検索に使用した装置索引値を転送情報から削除するので、転送情報は、図12のPF13に示す通りになる。転送先特定部41__10は、転送情報PF13、データ、および、送信元情報を、パケットの宛先がノードN9であることを示す情報と共に、転送処理部21__10に出力する。

[0078] 転送処理部21__10は、宛先がノードN9であることを示すヘッダをプロトコル α に従って生成し、転送先特定部41__10から入力されたデータ、送信元情報、転送情報PF13を含むペイロードに付加することにより、パケットP15を生成する。このとき、転送処理部21__10は、ネットワークNE1内でのルーティングのための情報を、適宜、ルーティングテーブル22__10から取得する。転送処理部21__10は、得られたパケットP15を送受信部11__10に出力する。送受信部11__10は、パケットP15を、ノードN9に向けて送信する。

[0079] (c4) ノードN9の送受信部11b__9は、パケットP15を受信し、パケットP15を転送処理部21b__9に出力する。転送処理部21b__9は、ペイロードを送信元付加部42b__9に出力する。さらに、転送処理部21b__9は、ヘッダからパケットP15の送信元の情報を抽出し、送信元付加部42b__9に通知する。

[0080] 送信元付加部42b__9は、入力されたペイロードからデータ、送信元情報、および転送情報を抽出し、送信元情報中の通信方向情報がサーバ宛を示しているかを判定する。パケットP15の送信元情報には通信方向情報=1

という情報が含まれているので、送信元付加部 4 2 b__9 は、サーバから送信されたデータの転送処理中であると判定する。そこで、送信元付加部 4 2 b__9 は、ペイロードから得られた送信元情報、データ、および、転送情報 P F 1 3 を、決定部 5 2__9 に出力する。さらに、送信元付加部 4 2 b__9 は、サーバから送信されたデータの転送処理中には経路情報を作成しないので、転送処理部 2 1 b__9 から通知された送信元の情報を破棄する。

[0081] (c 5) 決定部 5 2__9 は、送信元付加部 4 2 b__9 から入力された転送情報 P F 1 3 の末尾に含まれているネットワーク索引値を取得する。ここで、決定部 5 2__9 が取得するネットワーク索引値は、ノード N 1 から送信されてきたサーバ宛の packets をノード N 9 が受信したときに決定部 5 2__9 が付したネットワーク索引値である。図 1 2 の例では、決定部 5 2__9 は、ネットワーク索引値 = 2 を取得する。決定部 5 2__9 は、取得した索引値と振り分けテーブル 6 1__9 (図 9) を用いて、ネットワーク N E 2 にデータを含む packets を送信することと、ネットワーク N E 2 についての転送先テーブル 6 2 のポインタ値が P o 5 であることを特定する。さらに、決定部 5 2__9 は、転送情報 P F 1 3 から、ネットワークの特定に使った索引値を削除することにより、転送情報を「0、N 1、2、1」に更新する。

[0082] ネットワーク N E 2 にデータを送信するための処理は、転送情報処理部 4 0 a__9 などで行われている。そこで、決定部 5 2__9 は、更新後の転送情報を、データおよび送信元情報と共に、転送先特定部 4 1 a__9 に出力する。このとき、決定部 5 2__9 は、ポインタ値 = P o 5 も合わせて転送先特定部 4 1 a__9 に通知する。

[0083] (c 6) 転送情報等が入力されると、転送先特定部 4 1 a__9 は、転送情報の末尾の装置索引値をキーとして、通知されたポインタ値 P o 5 に対応づけられた転送先テーブル 6 2 c__9 (図 9) を参照する。転送先特定部 4 1 a__9 が転送情報から取得した装置索引値は 1 であるので、転送先テーブル 6 2 c__9 より、転送先特定部 4 1 a__9 は、ネットワーク N E 2 中のノード N 5 を、転送先に決定する。その後、転送先特定部 4 1 a__9 は、転送先

の検索に使用した装置索引値を転送情報から削除するので、転送情報は、図 12 の P F 12 に示す通りになる。転送先特定部 4 1 a__9 は、転送情報 P F 12、データ、および、送信元情報を、パケットの宛先がノード N 5であることを示す情報と共に、転送処理部 2 1 a__9 に出力する。

[0084] 転送処理部 2 1 a__9 での処理は、手順 (c 3) での転送処理部 2 1__10 の処理と同様であるが、ヘッダを生成するとき使用されるプロトコルはプロトコル β である。転送処理部 2 1 a__9 によって生成されるパケットを、以下、パケット P 16 と記載する。パケット P 16 は、ネットワーク N E 2 中を、送受信部 1 1 a__9 よりノード N 5 に向けて送信される。

[0085] (c 7) ノード N 5 がパケット P 16 を受信すると、手順 (c 4) で説明したノード N 9 での処理と同様の処理が行われる。このため、パケット P 16 中のペイロードが送信元付加部 4 2 b__5 に入力される。送信元付加部 4 2 b__5 は、入力されたペイロード中の通信方向情報がサーバ宛のデータであることを示しているかを判定する。パケット P 16 の送信元情報には通信方向情報 = 1 という情報が含まれているので、送信元付加部 4 2 b__5 は、サーバから送信されたデータの転送処理中であると判定する。そこで、送信元付加部 4 2 b__5 は、ペイロードから得られた送信元情報、データ、および、転送情報 P F 13 を、決定部 5 2__5 に出力する。

[0086] (c 8) 決定部 5 2__5 は、送信元付加部 4 2 b__5 から入力された転送情報 P F 12 の末尾に含まれているネットワーク索引値を取得する。図 12 の例では、決定部 5 2__5 は、ネットワーク索引値 = 2 を取得する。決定部 5 2__5 は、取得した索引値と振り分けテーブル 6 1__5 (図 7) を用いて、ネットワーク N E 3 にデータを含むパケットを送信することと、ネットワーク N E 3 についての転送先テーブル 6 2 のポインタ値が P o 3 であることを特定する。さらに、決定部 5 2__5 は、転送情報 P F 12 から、ネットワークの特定に使った索引値を削除することにより、転送情報を「0、N 1」に更新する。

[0087] ネットワーク N E 3 にデータを送信するための処理は、転送情報処理部 4

0 a__5 などで行われている。そこで、決定部 5 2__5 は、更新後の転送情報を、データおよび送信元情報と共に、転送先特定部 4 1 a__5 に出力する。

[0088] ここで、手順 (b 5) で説明したように、送信元付加部 4 2 a__5 には、転送先テーブル 6 2 a__5 への新たな情報の追加を禁止する設定が行われていることを、決定部 5 2__5 が予め記憶しているとする。この場合、ノード N 5 は、ネットワーク N E 3 に含まれている装置について索引値を設定していないので、転送情報には索引値が含まれていない。従って、転送情報処理部 4 0 a__5 は、転送先を決定するときに転送先テーブル 6 2 a__5 を参照しないため、決定部 5 2__5 は、ポインタ値を転送先特定部 4 1 a__5 に通知しない。

[0089] (c 9) 転送情報等が入力されると、転送先特定部 4 1 a__5 は、転送情報の末尾の情報を取得する。ここで、転送先特定部 4 1 a__5 は、ネットワーク N E 3 中の装置に対して索引値を設定していない。そのため、転送先特定部 4 1 a__5 は、転送情報から、宛先とする装置のアドレスを取得する。図 1 2 の例では、転送先特定部 4 1 a__5 は、ノード N 1 のアドレスを取得する。さらに、転送先特定部 4 1 a__5 は、転送情報からノード N 1 のアドレスを削除することにより、転送情報を P F 1 1 に更新する。転送先特定部 4 1 a__5 は、転送情報 P F 1 1、データ、および、送信元情報を、パケットの宛先がノード N 1 であることを示す情報と共に、転送処理部 2 1 a__5 に出力する。

[0090] 転送処理部 2 1 a__5 での処理は、手順 (c 3) での転送処理部 2 1__1 0 の処理と同様であるが、ヘッダを生成するときには使用されるプロトコルはプロトコル γ である。転送処理部 2 1 a__5 によって生成されるパケットを、以下、パケット P 1 7 と記載する。パケット P 1 7 は、ネットワーク N E 3 中を、送受信部 1 1 a__5 よりノード N 1 に向けて送信される。

[0091] (c 1 0) ノード N 1 は、転送情報 P 1 1 が含まれているパケットを受信する。転送先特定部 4 1__1 は、送信元情報を用いてサーバからのパケット

を受信したと判定すると、パケットのペイロードを決定部52__1に出力する。決定部52__1は、転送情報P11と振り分けテーブル61__1を用いて、データをアプリケーション処理部70__1に出力する。このため、アプリケーション処理部70__1は、アプリケーション処理部70__10で生成されたデータを処理することができる。アプリケーション処理部70__1は、アプリケーション処理部70__10からのデータを処理し、適宜、アクチュエータ307__1に対しての処理を行う。

[0092] 図13は、転送情報処理部40の処理の例を説明するフローチャートである。図13では、転送情報処理部40に他の装置から受信したパケット中のデータが入力された場合に行われる処理の例が示されている。なお、図13は処理の一例であり、例えば、ステップS3とS4は互いに順序を入れ替えても良い。送信元付加部42は、送受信部11や転送処理部21を介して、受信パケットのペイロードと、受信パケットの送信元のアドレスを取得する（ステップS1）。送信元付加部42は、送信元情報中の通信方向情報を用いて、取得したペイロードにサーバ宛のデータが含まれているかを判定する（ステップS2）。取得したペイロードにサーバ宛のデータが含まれている場合、送信元付加部42は、送信元の索引値が転送先テーブル62に含まれているかを判定する（ステップS2でYes）。転送先テーブル62に送信元に対応付けられた索引値がない場合、送信元付加部42は、送信元に対応する索引値を転送先テーブル62に追加する（ステップS3）。さらに、送信元付加部42は、転送情報に、送信元の装置に対応付けられた装置索引値を追加する（ステップS4）。その後、送信元付加部42は、送信元情報、データ、更新後の転送情報を、ディスパッチャ50に出力する（ステップS5）。一方、取得したペイロードにサーバ宛のデータが含まれていない場合、送信元付加部42は、送信元情報、データ、更新後の転送情報を、ディスパッチャ50に出力する（ステップS2でNo、ステップS5）。

[0093] 図14は、ディスパッチャ50での処理の例を説明するフローチャートである。ディスパッチャ50は、受信パケットのペイロードに含まれている送

信元情報、データ、転送情報を取得する。ここで、サーバ宛のデータ等は、転送元情報付加部51が取得し、サーバからサーバ以外の装置に送信されたパケットに含まれているデータ等は決定部52が取得するものとする（ステップS11、S12）。転送元情報付加部51は、パケットの送信元を含むネットワークのネットワーク索引値を、転送情報の末尾に追加する（ステップS12でYes、ステップS13）。さらに、転送元情報付加部51は、自ノードがサーバであるかを判定する（ステップS14）。ここで、転送元情報付加部51は、自ノードがサーバであるかを、振り分けテーブル61においてデフォルトに設定されている対応領域がアプリケーション処理部70であるかで判定するものとする。自ノードがサーバではない場合、転送元情報付加部51は、振り分けテーブル61のデフォルトに示された対応領域に対応付けられた転送先特定部41に、入力された送信元情報、データ、更新後の転送情報を出力する（ステップS14でNo、ステップS17）。一方、自ノードがサーバである場合、転送元情報付加部51は、入力された送信元情報、データ、更新後の転送情報を、アプリケーション処理部70に出力する（ステップS14でYes、ステップS18）。

- [0094] 一方、決定部52は、サーバで生成されたデータと共に送信されてきた転送情報の末尾から索引値を取得し、取得した索引値を転送情報から削除する（ステップS12でNo、ステップS15）。決定部52は、取得した索引値を用いて、自ノード宛のデータを取得したかを判定する（ステップS16）。ここで、決定部52は、自ノード宛のデータであるかを、取得した索引値に対応する対応領域がアプリケーション処理部70であるかで判定するものとする。索引値が振り分けテーブル61でアプリケーション処理部70に対応付けられている場合、決定部52は、自ノード宛のデータを取得したと判定し、送信元情報とデータをアプリケーション処理部70に出力する（ステップS16でYes、ステップS19）。一方、索引値が振り分けテーブル61でアプリケーション処理部70に対応付けられていない場合、決定部52は、取得した索引値に対応付けられた転送先特定部41に、データと更

新後の転送情報を出力する（ステップS 16でNo、ステップS 20）。

[0095] 図15は、受信パケット中のデータを転送するときの処理の例を説明するフローチャートである。転送先特定部41は、決定部52か転送元情報付加部51からデータ、送信元情報、転送情報を取得する（ステップS 31）。転送先特定部41は、送信元情報中の通信方向情報を用いて、サーバ宛のデータが入力されたかを判定する（ステップS 32）。取得したペイロードにサーバ宛のデータが含まれていない場合、転送先特定部41は、転送情報の末尾から索引値を取得し、取得した索引値を転送情報から削除する（ステップS 32でNo、ステップS 33）。さらに、転送先特定部41は取得した索引値に対応付けられた装置を宛先に指定して、送信元情報、データ、転送情報を転送処理部21に出力する。転送処理部21は、転送先特定部41から通知された装置宛のヘッダをペイロードに付して、送受信部11を介した送信処理を行う（ステップS 34）。なお、ペイロードには、送信元情報、データ、転送情報が含まれている。一方、取得したペイロードにサーバ宛のデータが含まれている場合、転送先特定部41は、転送先テーブル62においてデフォルトに設定されている装置を宛先に指定し、データや転送情報等を含むペイロードを転送処理部21に出力する（ステップS 35）。このため、転送処理部21等の処理により、転送先テーブル62でデフォルトに設定されている装置に、パケットが送信される。

[0096] このように、ネットワーク間を中継する装置は、パケット中に含まれている索引値を用いて転送先のネットワークと、転送先のネットワークでのパケットの宛先を特定することができる。換言すると、ネットワーク間を中継する装置には、サーバ側の装置から転送先のネットワークが通知されるため、中継装置は、転送処理に使用するプロトコルの情報を隣接するネットワークごとに管理できる。従って、中継装置は、転送先ごとに転送処理に使用するプロトコルや転送先を記憶しないので、転送処理に際して中継装置が保持する情報量が少なくすむ。

[0097] また、転送情報では、装置のアドレスの代わりに装置索引値が使用される

ので、転送情報を用いると、中継装置等のアドレスを用いて経路の全体を指定する場合に比べて、経路の情報の通知に使用されるビット数が小さくてすむ。このため、転送情報を用いると、中継装置等のアドレスを用いて経路の全体を指定する場合に比べて、1つのパケット中に含めるデータの量を大きくすることができる。従って、実施形態に係るシステムでは、プロトコルの異なるネットワーク間の通信であっても、効率的にデータが送受信できる。

[0098] なお、以上の例では、センサ306を備える装置がサーバに測定値を通知し、サーバからのパケットに基づいてアクチュエータ307に対する処理を行う場合を例として説明したが、これは一例に過ぎない。他の用途に使用されるパケットの送受信でも、同様に転送処理が行われる。

[0099] <適用例>

図16は、3つの異なるプロトコルを用いたシステムの具体例を示す。なお、図16では、全てのネットワークにおいて、装置のアドレスとは異なる装置索引値が設定されているものとする。図16では、システム中に、サーバ81、ゲートウェイ(GW)83、メータボックス85、メータ86(86a~86c)が含まれている。サーバ81とゲートウェイ83の間には、IPネットワーク82があり、ゲートウェイ83とメータボックス85の間には、アドホックネットワーク84があるものとする。ここで、図16では、サーバ81やゲートウェイ83を見やすくするためにネットワークの外にサーバ81とゲートウェイ83を書いているが、サーバ81はIPネットワーク82に含まれているものとする。さらに、ゲートウェイ83のポートのうち少なくとも1つはIPネットワーク82に属し、ゲートウェイ83のポートの他の1つはアドホックネットワーク84に含まれているものとする。さらに、メータボックス85とメータ86a~86cの間では、Universal Asynchronous Receiver Transmitter(UART)による通信が行われるものとする。

[0100] 図17、図18は、パケットのフォーマットの変換例を示す図である。以下、図17と図18を参照しながら、メータ86cからサーバ81へのパケ

ットの送信が行われた後で、サーバ 81 が転送情報を用いてメータ 86 c にパケットを送信する場合のパケットの変換の例を示す。

[0101] (d 1) サーバ 81 のアプリケーション処理部 70__81 は、メータ 86 c 宛のデータを生成すると、送信元情報を生成する。さらに、アプリケーション処理部 70__81 は、メータ 86 c に対応付けられた転送情報を検索し、得られた転送情報を、生成したデータ及び送信元情報と共に、決定部 52__81 に出力する。以下の説明では、得られた転送情報は、先頭から順に、以下の情報要素が含まれている。

メータ 86 c のアプリケーションの索引値

メータ 86 c の装置索引値

UART によるメータボックス 85 とメータ 86 c の間のネットワークの索引値

メータボックス 85 の装置索引値

アドホックネットワーク 84 のネットワーク索引値

ゲートウェイ 83 の装置索引値

IP ネットワーク 82 のネットワーク索引値

[0102] (d 2) 決定部 52__81 は、アプリケーション処理部 70__81 から入力された転送情報から末尾のネットワーク索引値を取得することにより、入力されたデータが IP ネットワーク 82 に送信されることを特定する。決定部 52__81 は、送信元情報、データ、転送情報の順に接続することにより、送信パケットのペイロードを生成する。このとき、決定部 52__81 は、使用したネットワーク索引値を削除した後の転送情報をペイロードの生成に使用する。決定部 52__81 は、生成したペイロードを転送先特定部 41__81 に出力する。転送先特定部 41__81 が取得するペイロード中の転送情報の要素は、先頭から以下のとおりである。

メータ 86 c のアプリケーションの索引値

メータ 86 c の装置索引値

UART によるメータボックス 85 とメータ 86 c の間のネットワー

クの索引値

メータボックス 85 の装置索引値

アドホックネットワーク 84 のネットワーク索引値

ゲートウェイ 83 の装置索引値

[0103] (d3) 転送先特定部 41__81 は、転送情報の末尾がゲートウェイ 83 の装置索引値であることから、送信するパケットの宛先をゲートウェイ 83 に決定する。転送先特定部 41__81 は、入力されたペイロードの転送情報から、ゲートウェイ 83 の装置索引値を削除した後で、ペイロードを転送処理部 21__81 に出力する。転送処理部 21__81 は、ゲートウェイ 83 へのパケットの送信を行うために、ペイロードの先頭に、E t h e r ヘッダと I P ヘッダを付し、送受信部 11__81 を介してゲートウェイ 83 に送信する。

[0104] (d4) ゲートウェイ 83 は、I P ネットワーク 82 に接続しているポートを介してサーバからのパケットを受信する。I P ネットワーク 82 との間通信に使用されるパケット処理部 20b__83 は、E t h e r ヘッダと I P ヘッダを削除した後のペイロードを、I P ネットワーク 82 との間通信に使用される送信元付加部 42b__83 に出力する。送信元付加部 42b__83 は、通信方向情報を用いてサーバから送信されたパケットを受信したと判定すると、ペイロードを決定部 52__83 に出力する。

[0105] (d5) 決定部 52__83 が取得するペイロード中の転送情報の要素は、先頭から以下のとおりである。

メータ 86c のアプリケーションの索引値

メータ 86c の装置索引値

U A R T によるメータボックス 85 とメータ 86c の間のネットワークの索引値

メータボックス 85 の装置索引値

アドホックネットワーク 84 のネットワーク索引値

[0106] そこで、決定部 52__83 は、転送情報の末尾がアドホックネットワーク

84のネットワーク索引値であることから、入力されたペイロードをアドホックネットワーク84との通信に使用されている転送先特定部41a__83に出力する。このとき、決定部52__83は、ペイロードからアドホックネットワーク84のネットワーク索引値を削除するので、以下の転送情報が、転送先特定部41a__83に出力される。

メータ86cのアプリケーションの索引値

メータ86cの装置索引値

UARTによるメータボックス85とメータ86cの間のネットワークの索引値

メータボックス85の装置索引値

[0107] 転送先特定部41a__83は、転送情報の末尾がメータボックス85の装置索引値であることから、送信するパケットの宛先をメータボックス85に決定する。転送先特定部41a__83は、入力されたペイロードの転送情報から、メータボックス85の装置索引値を削除した後で、ペイロードを転送処理部21a__83に出力する。

[0108] (d6) 転送処理部21a__83は、メータボックス85へのパケットの送信を行うために、ペイロードの先頭に、802.11ヘッダとアドホックヘッダを付し、送受信部11a__83を介してメータボックス85に送信する。

[0109] (d7) メータボックス85は、アドホックネットワーク84に接続しているポートを介してパケットを受信する。アドホックネットワーク84との間の通信に使用されるパケット処理部20b__85は、802.11ヘッダとアドホックヘッダを削除した後のペイロードを、アドホックネットワーク84との間の通信に使用される送信元付加部42b__85に出力する。送信元付加部42b__85は、通信方向情報を用いてサーバから送信されたパケットを受信したと判定すると、ペイロードを決定部52__85に出力する。決定部52__85が取得するペイロード中の転送情報の要素は、先頭から以下のとおりである。

メータ 86 c のアプリケーションの索引値

メータ 86 c の装置索引値

UART によるメータボックス 85 とメータ 86 c の間のネットワークの索引値

[0110] (d 8) 決定部 52__85 は、転送情報の末尾が UART によるメータボックス 85 とメータ 86 c の間のネットワークの索引値であることから、入力されたメータ 86 c との通信に使用されている転送先特定部 41 a__85 に出力する。このとき、決定部 52__85 は、ペイロードから UART によるメータボックス 85 とメータ 86 c の間のネットワークの索引値を削除するので、以下の転送情報が、転送先特定部 41 a__85 に出力される。

メータ 86 c のアプリケーションの索引値

メータ 86 c の装置索引値

[0111] 転送先特定部 41 a__85 は、転送情報の末尾がメータ 86 c の装置索引値であることから、送信するパケットの宛先をメータ 86 c に決定する。転送先特定部 41 a__85 は、入力されたペイロードの転送情報から、メータ 86 c の装置索引値を削除した後で、ペイロードを転送処理部 21 a__85 に出力する。

[0112] (d 9) 転送処理部 21 a__85 は、メータ 86 c へのパケットの送信を行うために、ペイロードの先頭に、UART ヘッダを付し、送受信部 11 を介してメータ 86 c に送信する。

[0113] (d 10) メータ 86 c は、メータボックス 85 に接続しているポートを介してパケットを受信する。メータボックス 85 との間の通信に使用されるパケット処理部 20__86 c は、UART ヘッダを削除した後のペイロードを、メータボックス 85 との間の通信に使用される送信元付加部 42__86 c に出力する。送信元付加部 42__86 c は、通信方向情報を用いてサーバから送信されたパケットを受信したと判定すると、ペイロードを決定部 52__86 c に出力する。決定部 52__86 c が取得するペイロード中の転送情報の要素は、メータ 86 c のアプリケーションの索引値である。そこで、決

定部52__86cは、ペイロードから送信元情報と転送情報を除去し、データをアプリケーション処理部70__86cに出力する。

[0114] <その他>

なお、本発明は上記の実施形態に限られるものではなく、様々に変形可能である。以下にその例をいくつか述べる。

[0115] 上記の説明では、サーバ宛の packets がネットワーク間で中継されるたびに、中継処理を行う装置が、転送情報の末尾にネットワーク索引値と装置索引値を付す場合を例として説明したが、ネットワーク索引値と装置索引値が追加される位置は転送情報の先頭でも良い。すると、サーバ側から送信される packets の経路情報として使用されるとき、サーバからのホップ数が小さい中継装置10ほど、転送装置の先頭側の情報を用いて、転送処理を行う。

[0116] 図3では、packet処理部20に含まれている各転送処理部21が使用するルーティングテーブル22を転送処理部21の外に図示したが、ルーティングテーブル22が保持される位置は、プロトコルによって様々に変形される。例えば、ルーティングテーブル22はプロトコルによって、転送処理部21の内部に保持されていても良い。さらに、ルーティングに2種類のプロトコルが使用される場合などは、packet処理部20にあるルーティングテーブル22と転送処理部21の内部に保持しているルーティングテーブル22の2種類を使用しても良い。

符号の説明

- [0117]
- 10 中継装置
 - 11 送受信部
 - 20 packet処理部
 - 21 転送処理部
 - 22 ルーティングテーブル
 - 40 転送情報処理部
 - 41 転送先特定部
 - 42 送信元付加部

- 5 0 ディスパッチャ
- 5 1 転送元情報付加部
- 5 2 決定部
- 6 0 記憶部
- 6 1 振り分けテーブル
- 6 2 転送先テーブル
- 7 0 アプリケーション処理部
- 8 1 サーバ
- 8 2 IPネットワーク
- 8 3 ゲートウェイ
- 8 4 アドホックネットワーク
- 8 5 メータボックス
- 8 6 メータ
- 3 0 1 プロセッサ
- 3 0 2 ROM
- 3 0 3 RAM
- 3 0 4 通信インタフェース
- 3 0 6 センサ
- 3 0 7 アクチュエータ
- 3 0 8 バス

請求の範囲

[請求項1]

情報処理装置と、

前記情報処理装置宛のデータを含むパケットの転送先である転送先装置を識別する情報を記憶し、前記転送先装置を含む第1のネットワークと第2のネットワークの間の通信を中継する中継装置を備え、

前記中継装置は、

前記第2のネットワーク中の送信元から、前記情報処理装置宛のデータを含む第1のデータパケットを受信すると、前記中継装置が前記送信元を前記第2のネットワークに含まれる装置から特定する際に用いる装置索引値を生成する生成部と、

前記第1のデータパケットに前記装置索引値と前記第2のネットワークを識別するネットワーク索引値とを付加した第2のデータパケットを、前記転送先装置に送信する送信部

を備えることを特徴とする通信システム。

[請求項2]

前記情報処理装置を前記転送先装置として記憶する第1の中継装置は、第2の中継装置から受信した第3のデータパケットに、前記第2の中継装置の特定に用いる第2の装置索引値と第2のネットワーク索引値との組み合わせを付した第4のデータパケットを、前記情報処理装置に転送する転送部を備え、

前記情報処理装置は、

前記第4のデータパケットを受信する受信部と、

前記第1の中継装置を前記情報処理装置を含むネットワーク中で識別する際に用いる第1の装置索引値、前記情報処理装置を含むネットワークを識別する第1のネットワーク索引値、および、前記組み合わせを、前記情報処理装置から前記受信パケット中のデータを生成した通信装置に至る経路の情報として記憶する記憶部

を備えることを特徴とする請求項1に記載の通信システム。

[請求項3]

前記情報処理装置は、

前記第3のデータパケット中のデータを生成した通信装置に宛てて送信する送信データを含む送信パケットの転送先を、前記第1の装置索引値と前記第1のネットワーク索引値とを用いて、前記第1の中継装置に決定する第1の決定部と、

前記送信データと前記組み合わせを含めた第1の送信パケットを生成する生成部

を備え、

前記第1の中継装置は、

前記第1の送信パケットを受信すると、前記組み合わせ中の前記第2のネットワーク索引値を用いて、前記第1の送信パケットから前記組み合わせを削除した第2の送信パケットの転送先のネットワークを決定する第2の決定部と

前記第2の装置索引値を用いて、前記第2の中継装置を、前記第2の送信パケットの転送先として特定する特定部を備え、

前記送信部は、前記第2の送信パケットを前記第2の中継装置に向けて送信する

ことを特徴とする請求項2に記載の通信システム。

[請求項4]

前記情報処理装置と前記第1の中継装置の間の通信は第1のプロトコルを用いて行われ、前記第1の中継装置と前記第2の中継装置の間の通信は第2のプロトコルを用いて行われる場合に、前記第1の送信パケットは、前記組み合わせ、前記送信データ、前記第1のプロトコルに対応した第1のヘッダを含み、

前記第2の決定部は、前記組み合わせ中の前記第2のネットワーク索引値を用いて、前記送信データの転送に前記第2のプロトコルに対応した第2のヘッダを用いることを決定し、

前記特定部は、前記第2の装置索引値を用いて、前記第2のヘッダ中の宛先を前記第2の中継装置に特定し

前記第2の送信パケットは、前記第2のヘッダを用いて前記第2の

中継装置に送信される

ことを特徴とする請求項3に記載の通信システム。

[請求項5]

前記第1の中継装置が備える前記生成部は、前記第2の装置索引値のビット長が、前記第2の中継装置のアドレスのビット長より短くなるように、前記第2の装置索引値を生成する

ことを特徴とする請求項2～4のいずれか1項に記載の通信システム。

[請求項6]

複数のネットワークの間の通信を中継する中継装置であって、

情報処理装置宛のデータを含むパケットの転送先である転送先装置を識別する情報を記憶する記憶部と、

前記転送先装置を含む第1のネットワークとは異なる第2のネットワーク中の送信元から、前記情報処理装置宛のデータを含む第1のデータパケットを受信すると、前記中継装置が前記送信元を前記第2のネットワークに含まれる装置から特定する際に用いる装置索引値を生成するとともに、前記装置索引値を前記第1のデータパケットに付加する付加部と、

前記装置索引値を付加した前記第1のデータパケットに、前記第2のネットワークを識別するネットワーク索引値を付加した第2のデータパケットを、前記転送先装置に送信する送受信部

を備えることを特徴とする中継装置。

[請求項7]

前記送受信部は、前記情報処理装置が前記第1のデータパケット中のデータを生成した通信装置に宛てて送信する送信データ、前記装置索引値、前記ネットワーク索引値を含む第1の送信パケットを受信し、

前記中継装置は、

前記ネットワーク索引値を用いて、前記装置索引値と前記ネットワーク索引値とを前記第1の送信パケットから削除した第2の送信パケットを転送するネットワークを、前記第2のネットワークに決定す

る決定部と、

前記装置索引値を用いて、前記第2の送信パケットの宛先を前記送信元に特定する特定部

を備えることを特徴とする請求項6に記載の中継装置。

[請求項8]

前記第1のネットワーク中の通信は第1のプロトコルを用いて行われ、前記第2のネットワーク中の通信は第2のプロトコルを用いて行われる場合、前記第1の送信パケットは、前記装置索引値、前記ネットワーク索引値、前記送信データ、および、前記第1のプロトコルに対応した第1のヘッダを含み、

前記決定部は、前記ネットワーク索引値を用いて、前記送信データの転送に前記第2のプロトコルに対応した第2のヘッダを用いることを決定し、

前記特定部は、前記装置索引値を用いて、前記第2のヘッダ中の宛先が前記送信元であることを特定する

ことを特徴とする請求項7に記載の中継装置。

[請求項9]

前記付加部は、前記装置索引値のビット長が、前記送信元に割り当てられたアドレスのビット長より短くなるように、前記装置索引値を生成する

ことを特徴とする請求項6～8のいずれか1項に記載の中継装置。

[請求項10]

複数のネットワークの間の通信を中継する中継装置に、

情報処理装置宛のデータを含むパケットの転送先である転送先装置を含む第1のネットワークとは異なる前記第2のネットワーク中の送信元から、前記情報処理装置宛のデータを含む第1のデータパケットを受信し、

前記中継装置が前記送信元を前記第2のネットワークに含まれる装置から特定する際に用いる装置索引値を生成し、

前記第1のデータパケットに、前記装置索引値と前記第2のネットワークを識別するネットワーク索引値とを付加した第2のデータパケ

ットを、前記転送先装置に送信する

処理を行わせることを特徴とする通信プログラム。

[請求項11]

前記情報処理装置が前記第1のデータパケット中のデータを生成した通信装置に宛てて送信する送信データ、前記装置索引値、前記ネットワーク索引値を含む第1の送信パケットを受信し、

前記ネットワーク索引値を用いて、前記装置索引値と前記ネットワーク索引値とを前記第1の送信パケットから削除した第2の送信パケットを転送するネットワークを、前記第2のネットワークに決定し、

前記装置索引値を用いて、前記第2の送信パケットの転送先を特定する

処理を前記中継装置に行わせることを特徴とする請求項10に記載の通信プログラム。

[請求項12]

複数のネットワークの間の通信を中継する中継装置が、

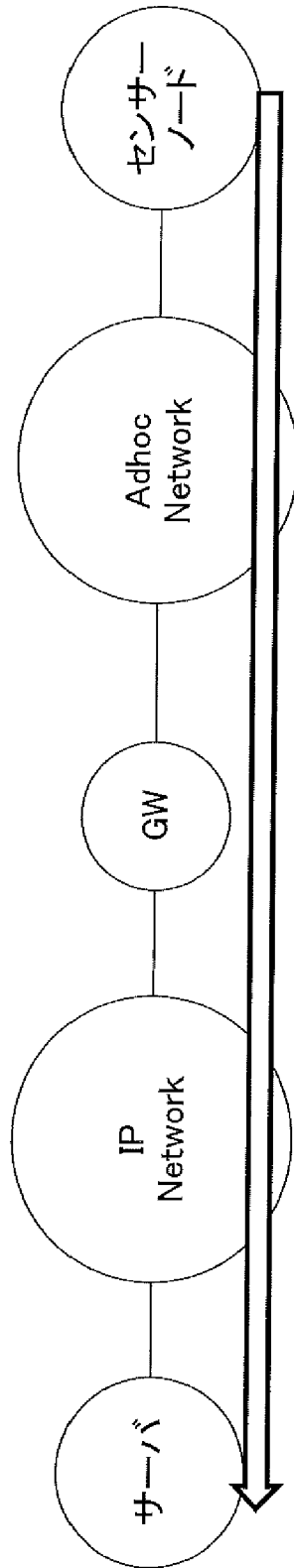
情報処理装置宛のデータを含むパケットの転送先である転送先装置を含む第1のネットワークとは異なる前記第2のネットワーク中の送信元から、前記情報処理装置宛のデータを含む第1のデータパケットを受信し、

前記中継装置が前記送信元を前記第2のネットワークに含まれる装置から特定する際に用いる装置索引値を生成し、

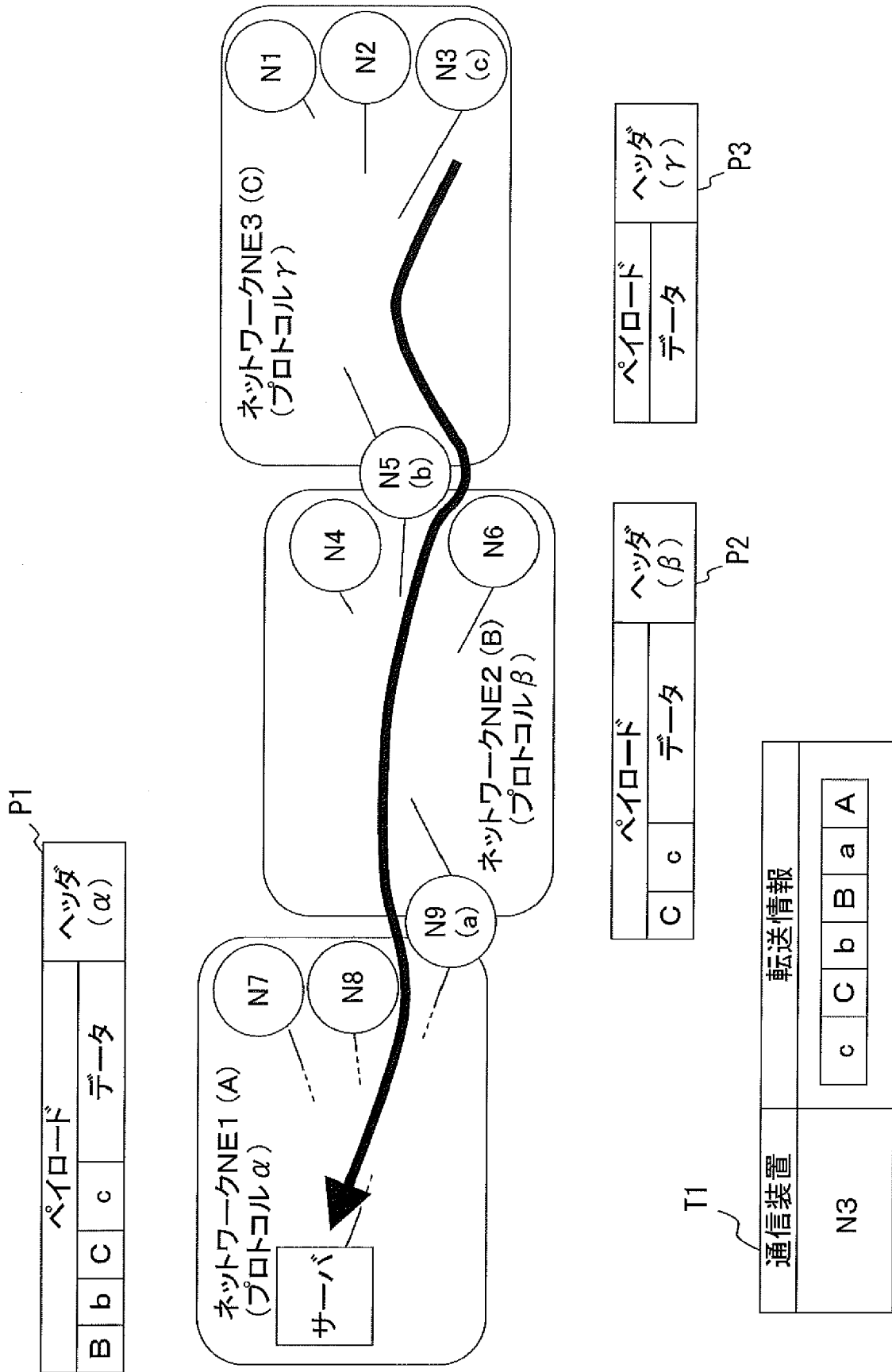
前記第1のデータパケットに、前記装置索引値と前記第2のネットワークを識別するネットワーク索引値とを付加した第2のデータパケットを、前記転送先装置に送信する

処理を行うことを特徴とする通信方法。

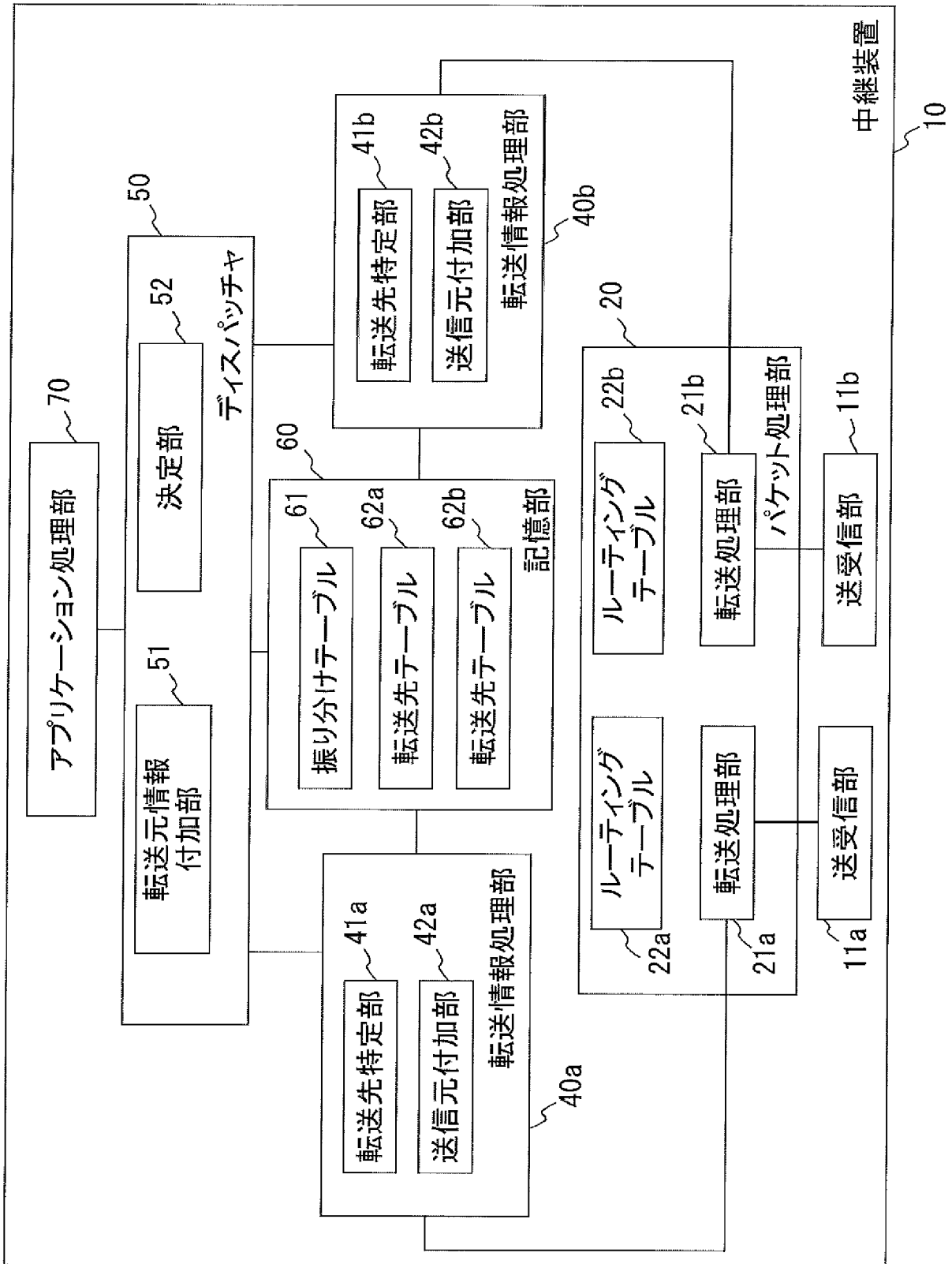
[図1]



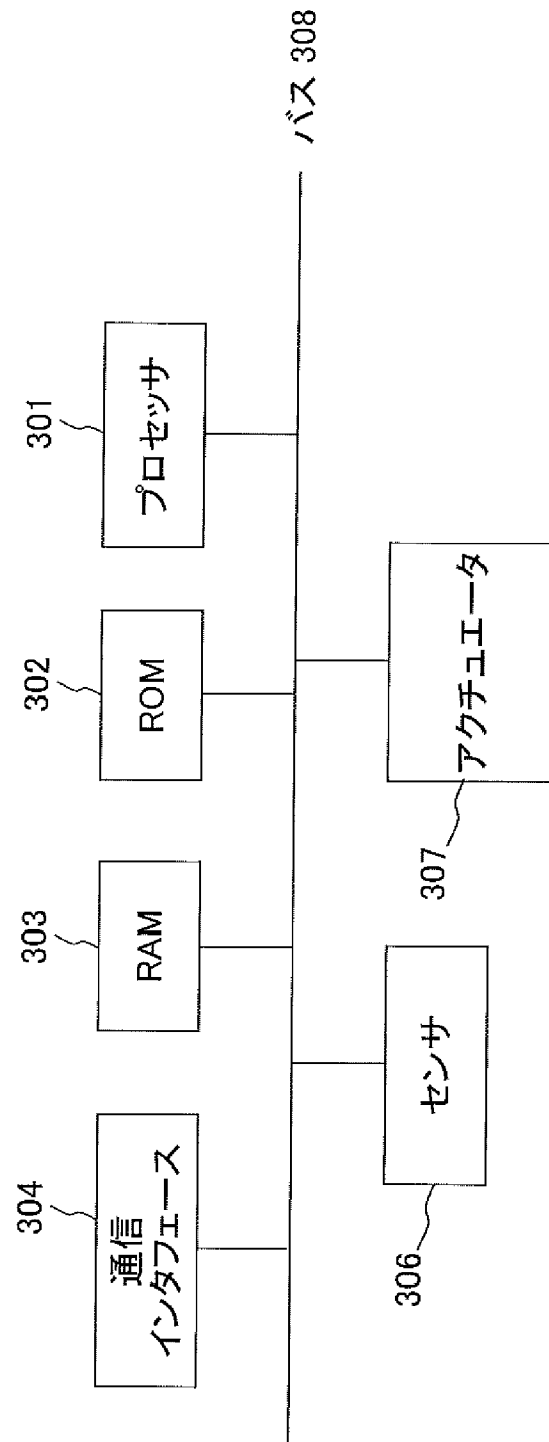
[図2]



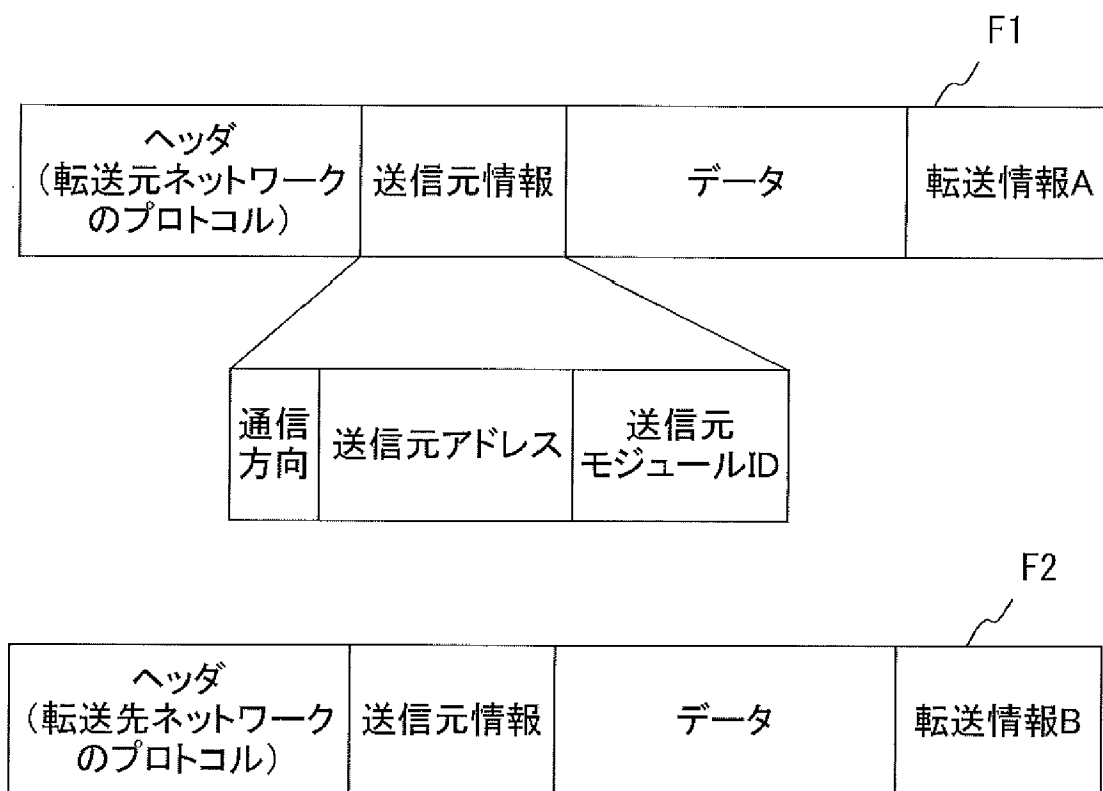
[図3]



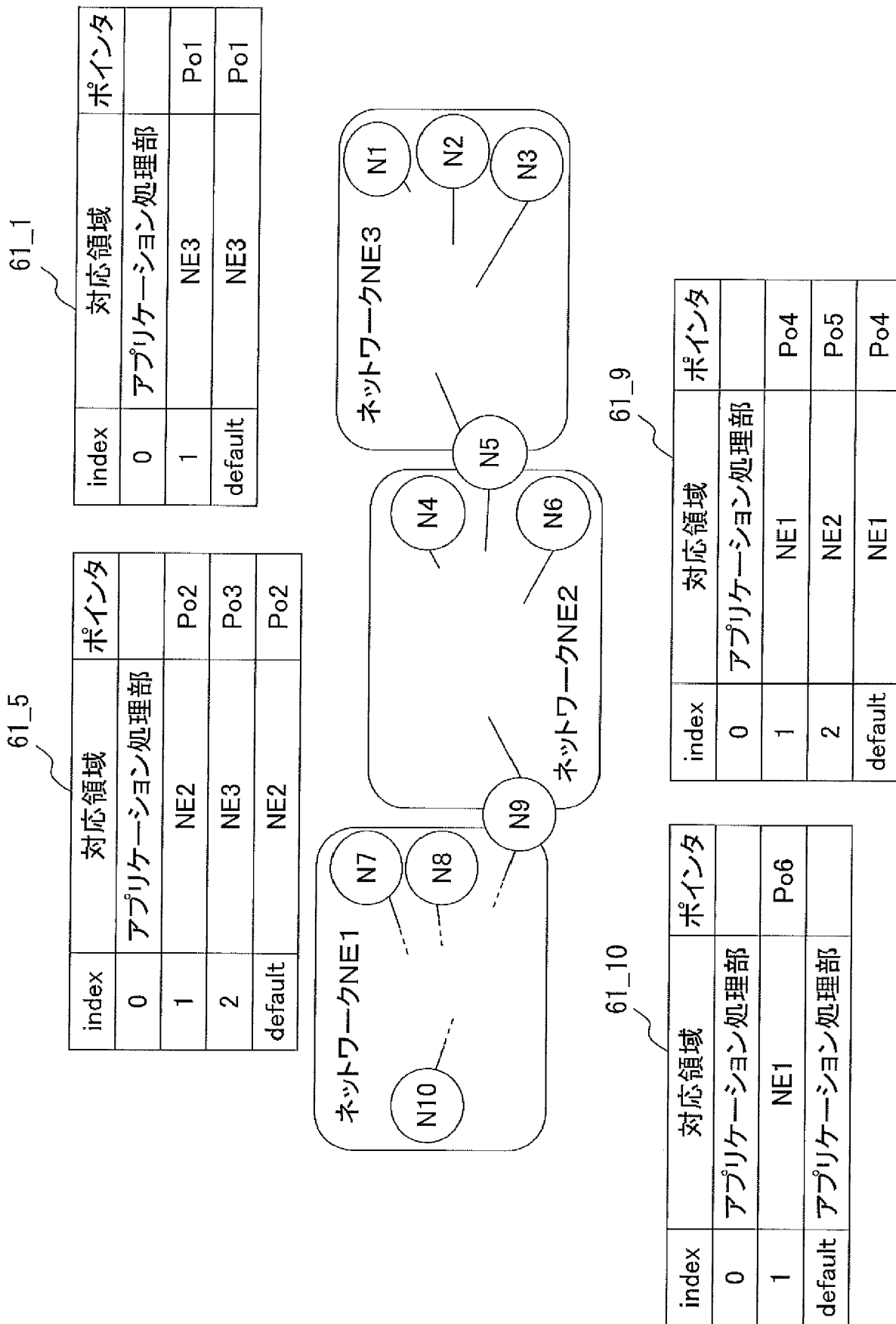
[図4]



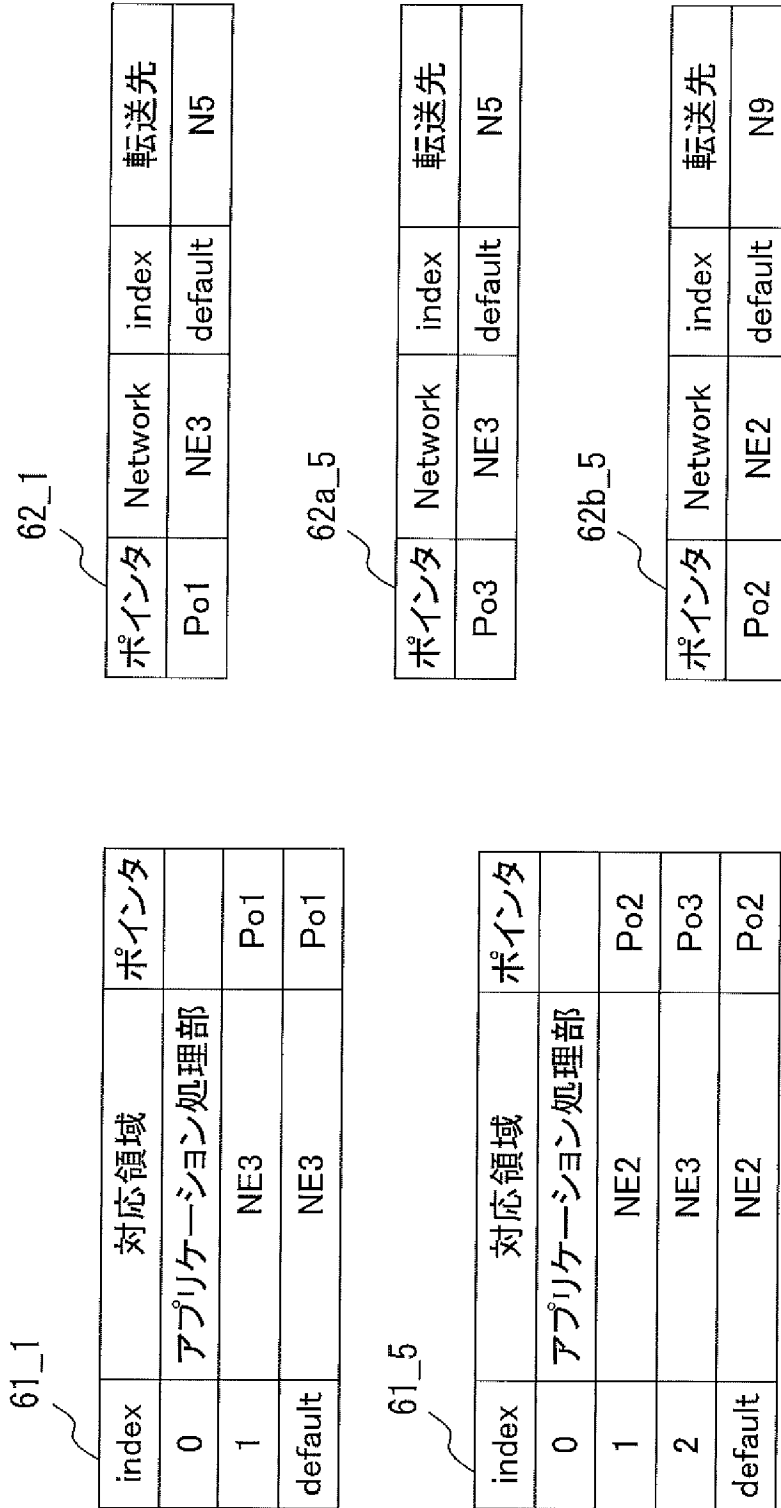
[図5]



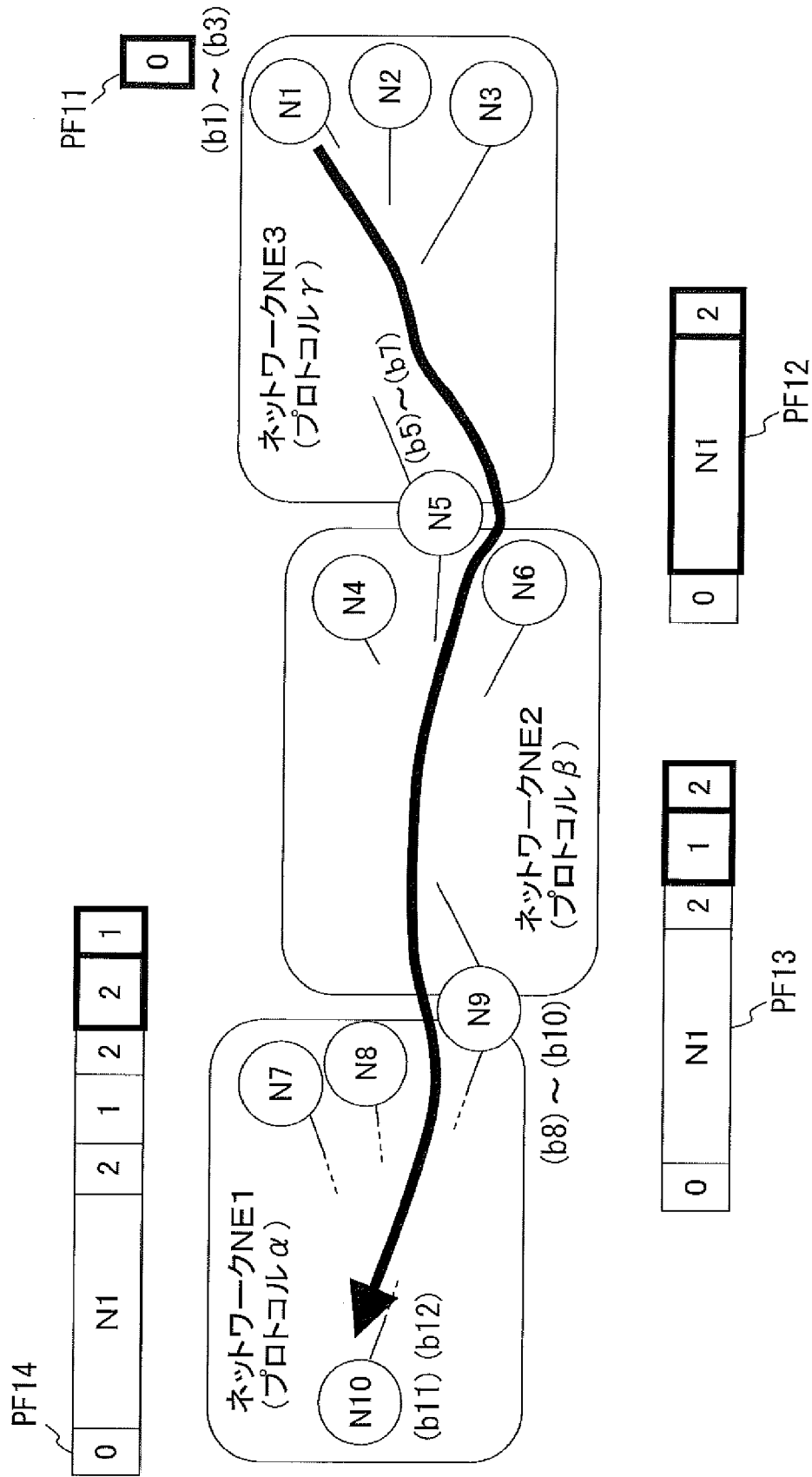
[図6]



[図7]



[図8]



[図9]

61_9

index	対応領域	ポインタ
0	アプリケーション処理部	
1	NE1	Po4
2	NE2	Po5
default	NE1	Po4

62a_9

ポインタ	Network	index	転送先
Po5	NE2	0	N4
		default	N9

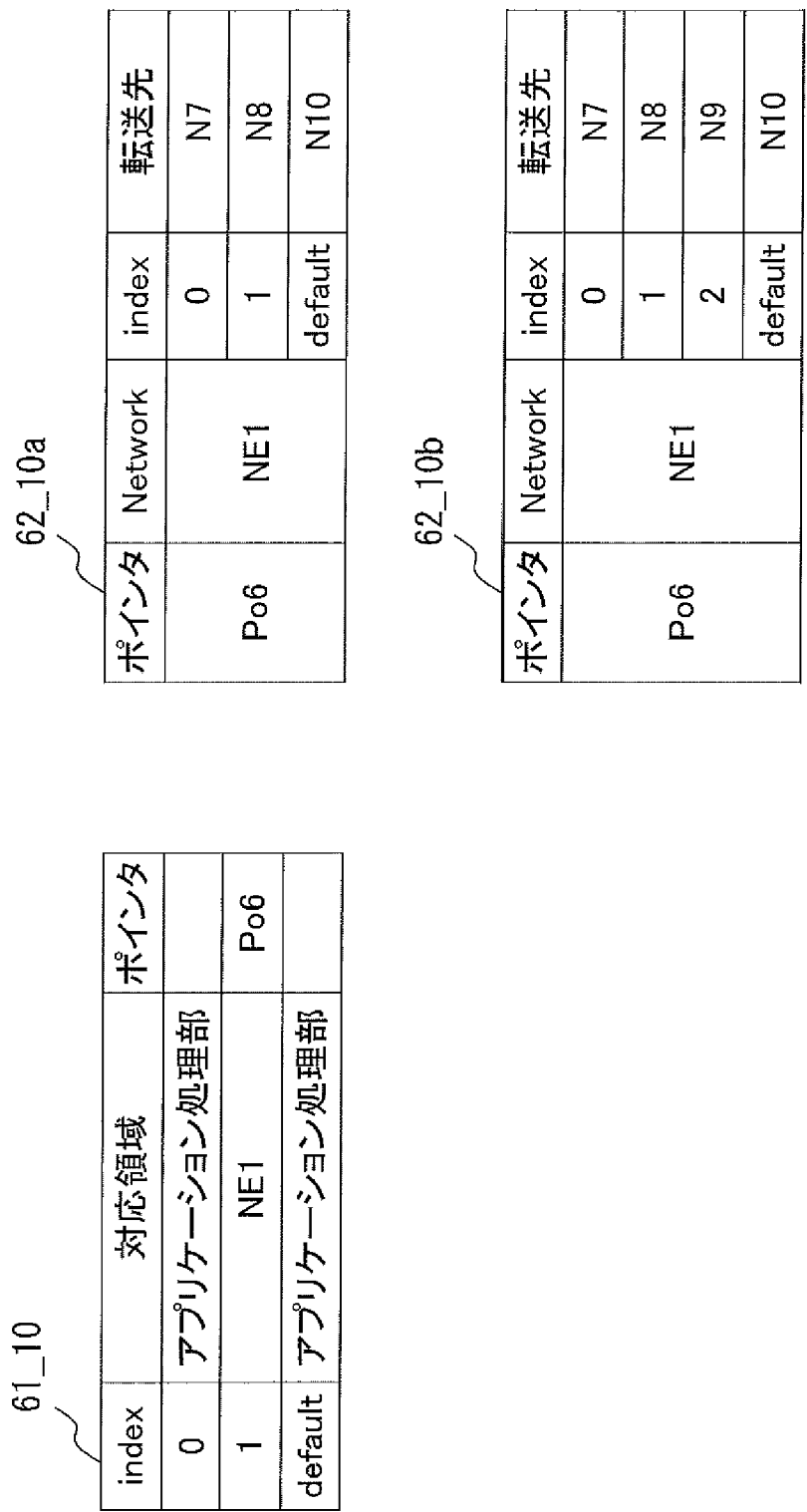
62b_9

ポインタ	Network	index	転送先
Po4	NE1	default	N10

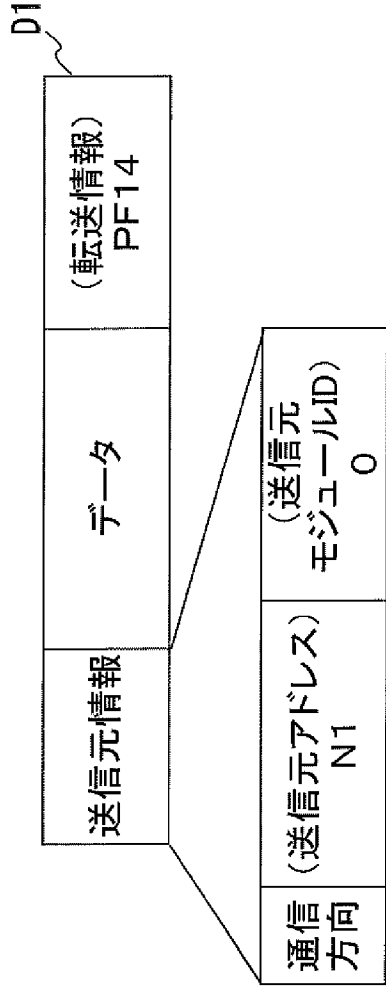
62c_9

ポインタ	Network	index	転送先
Po5	NE2	0	N4
		1	N5
		default	N9

[図10]



[図11]

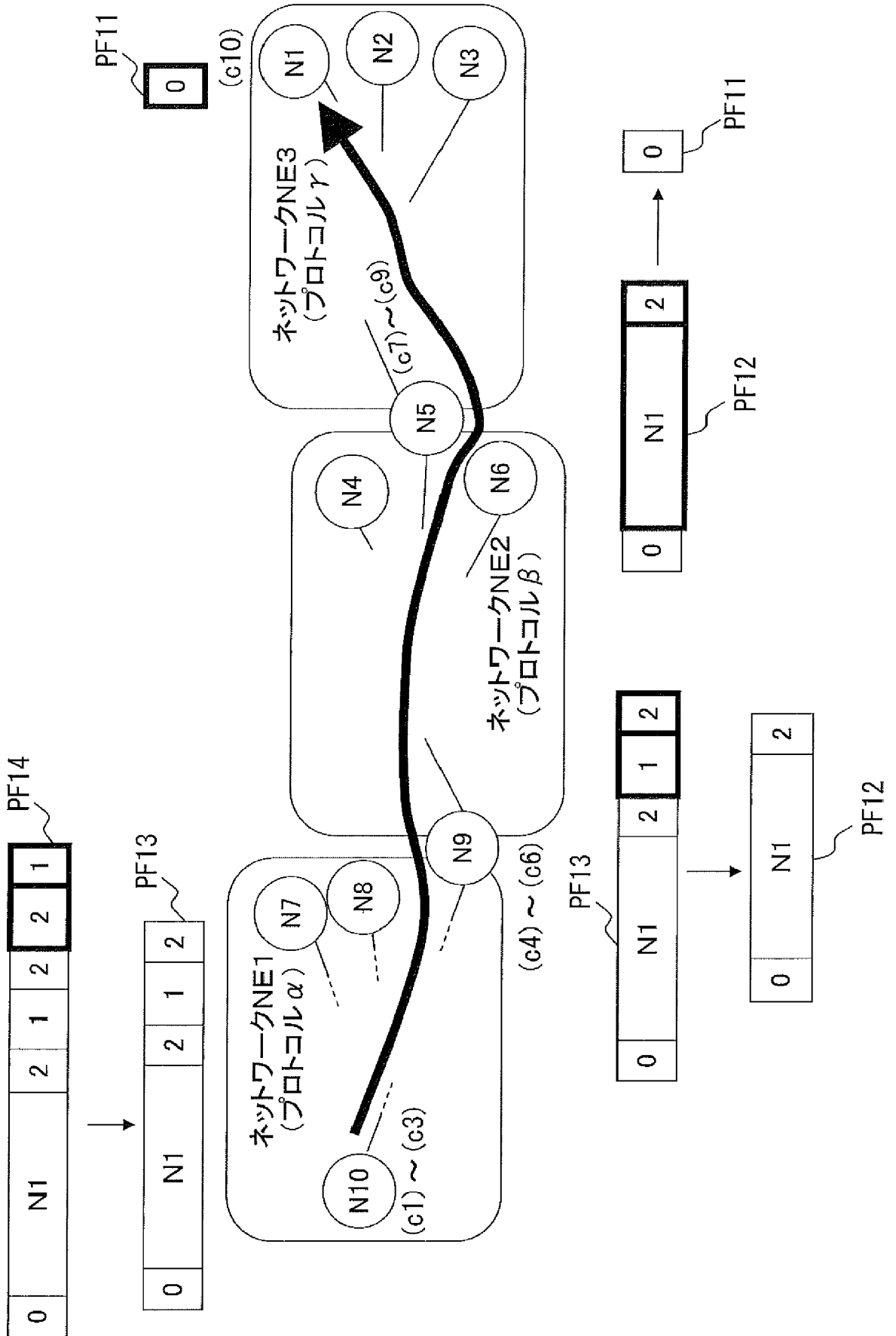


宛先アドレス		宛先モジュールID		転送情報						
N1		0		0	N1	2	1	2	2	1
...			

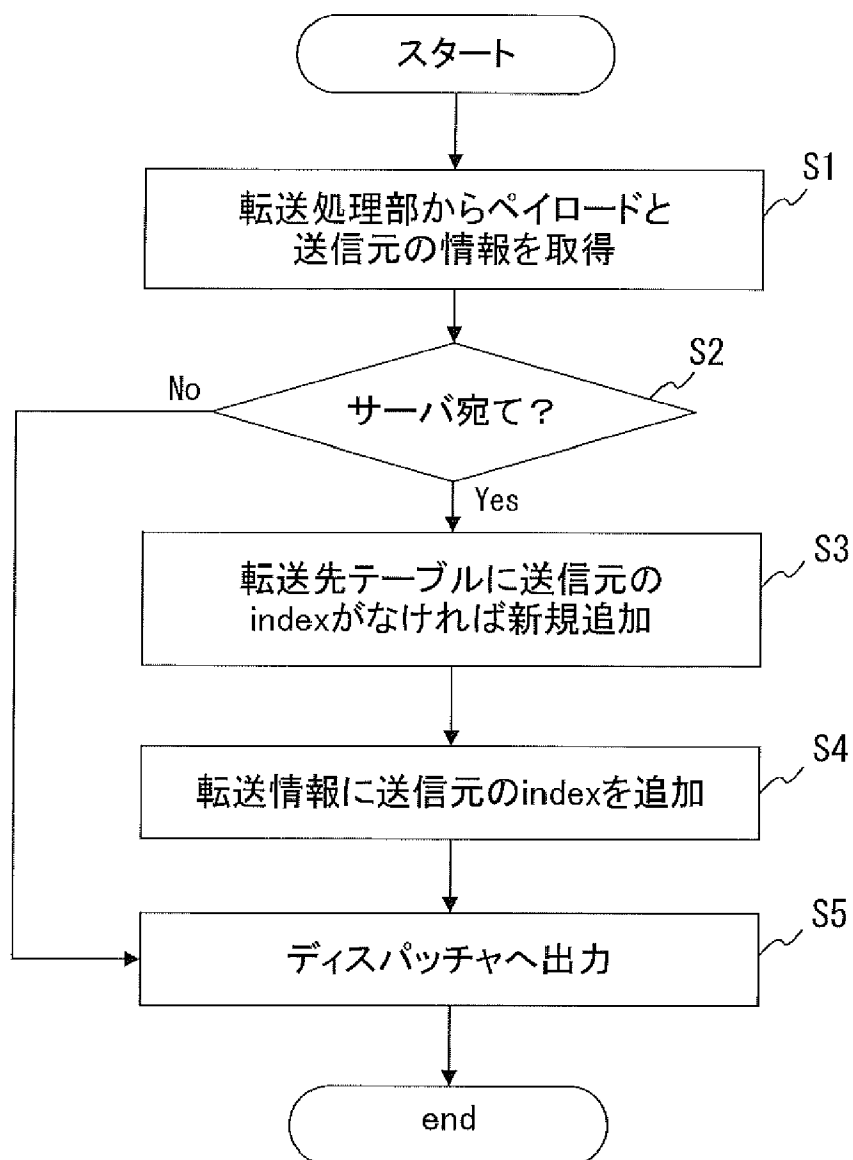
PF14

71

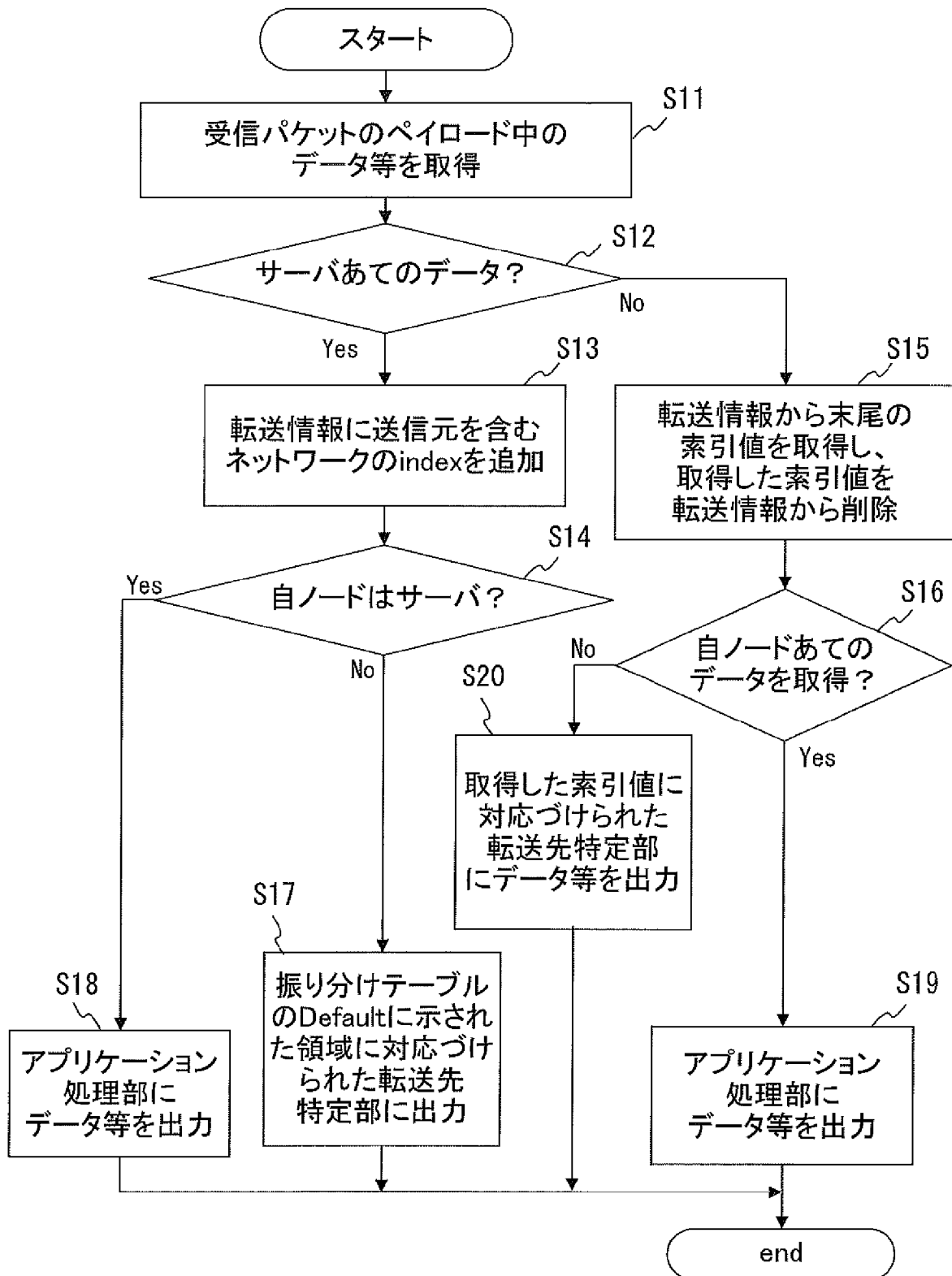
[図12]



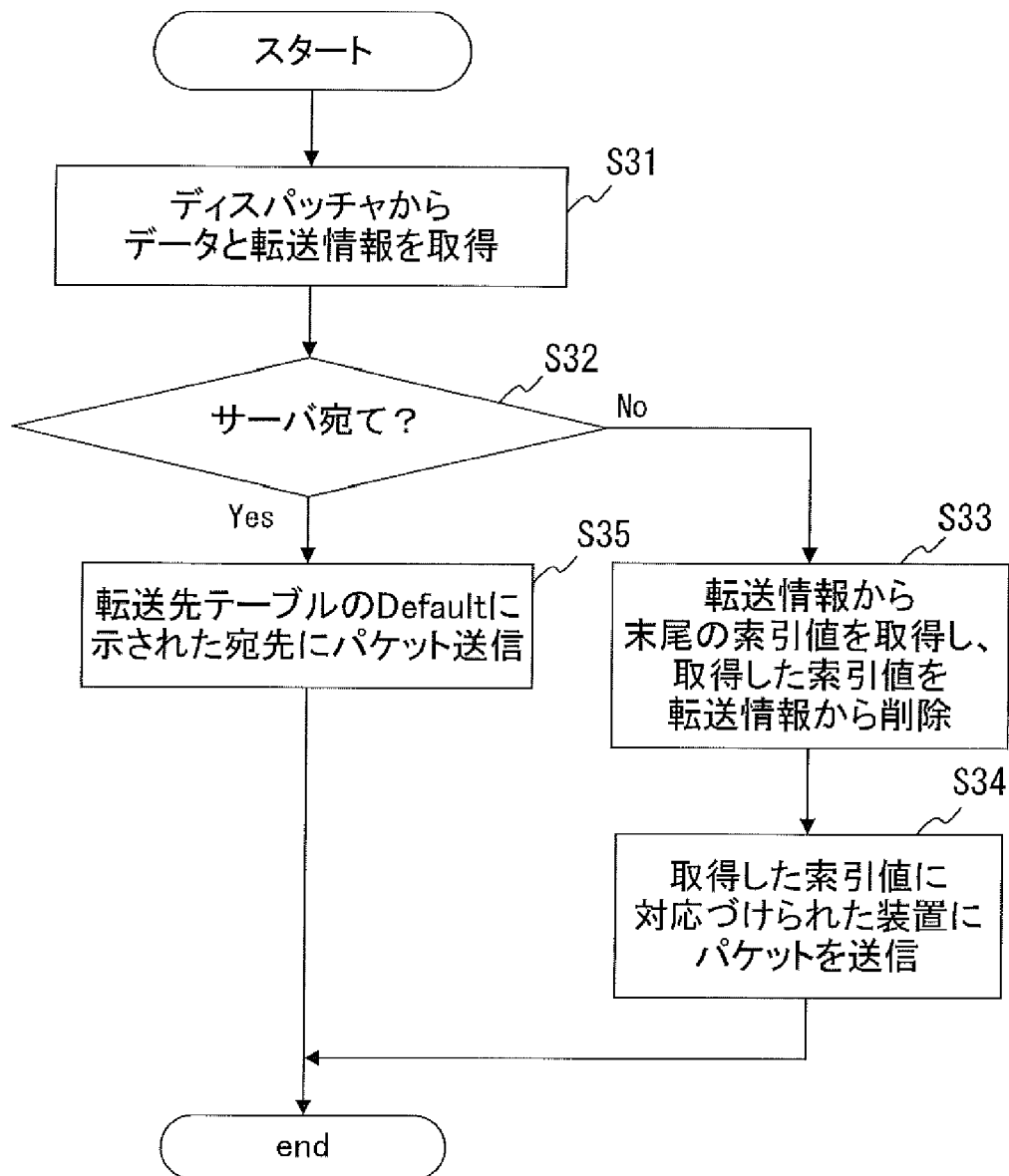
[図13]



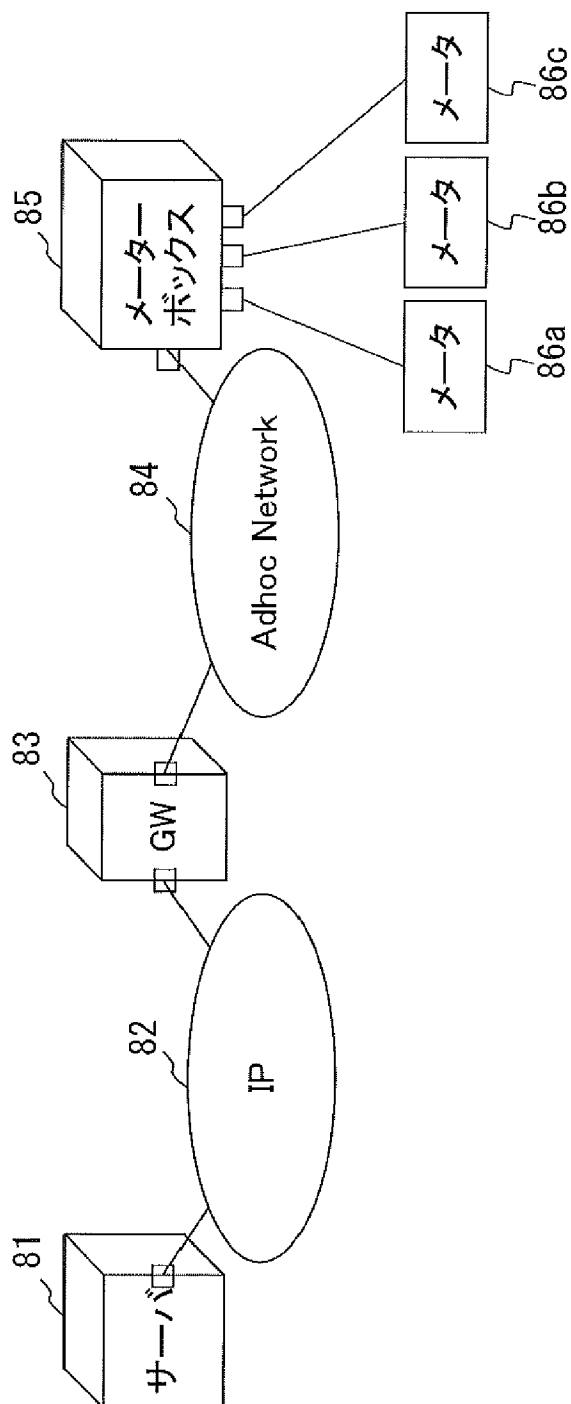
[図14]



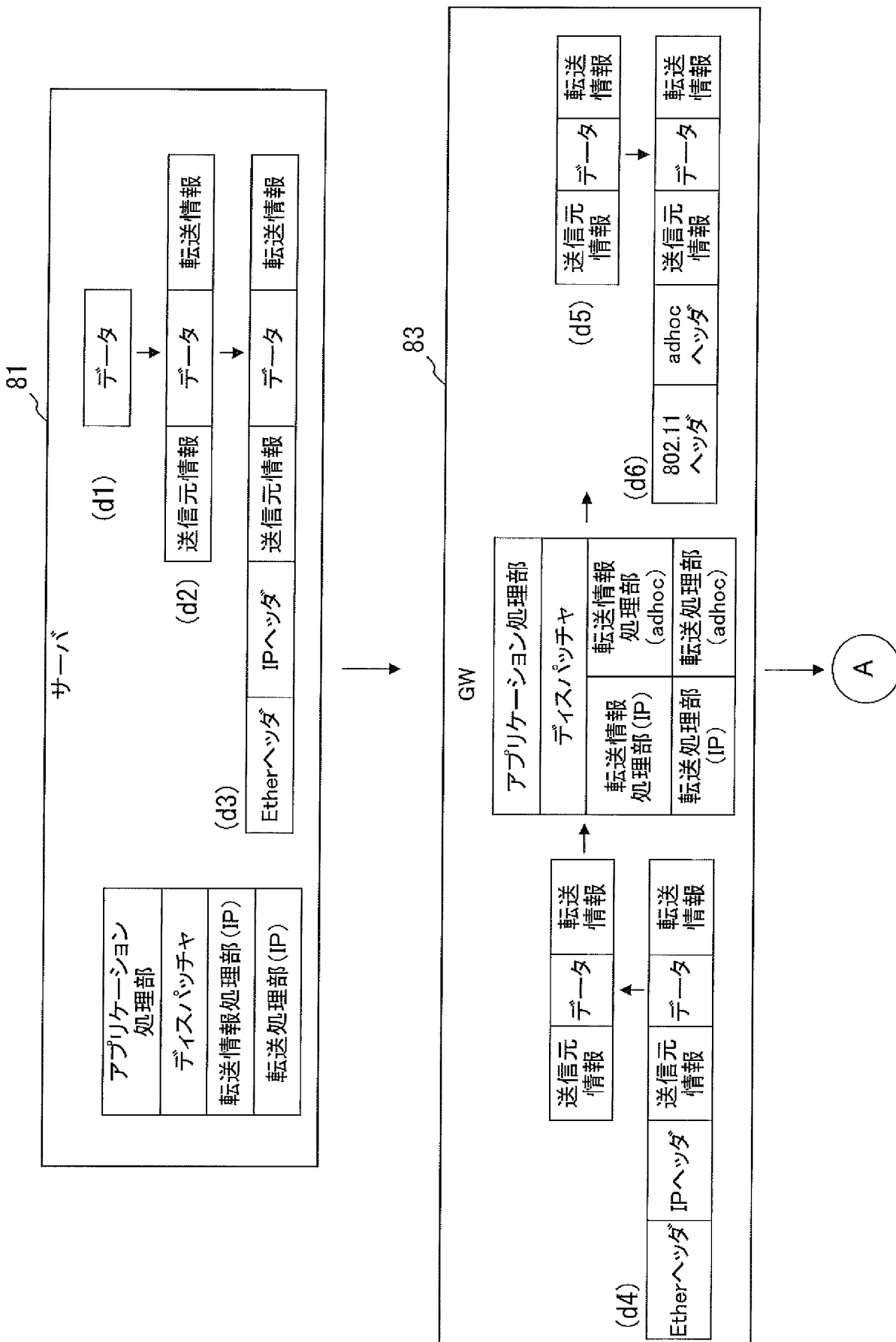
[図15]



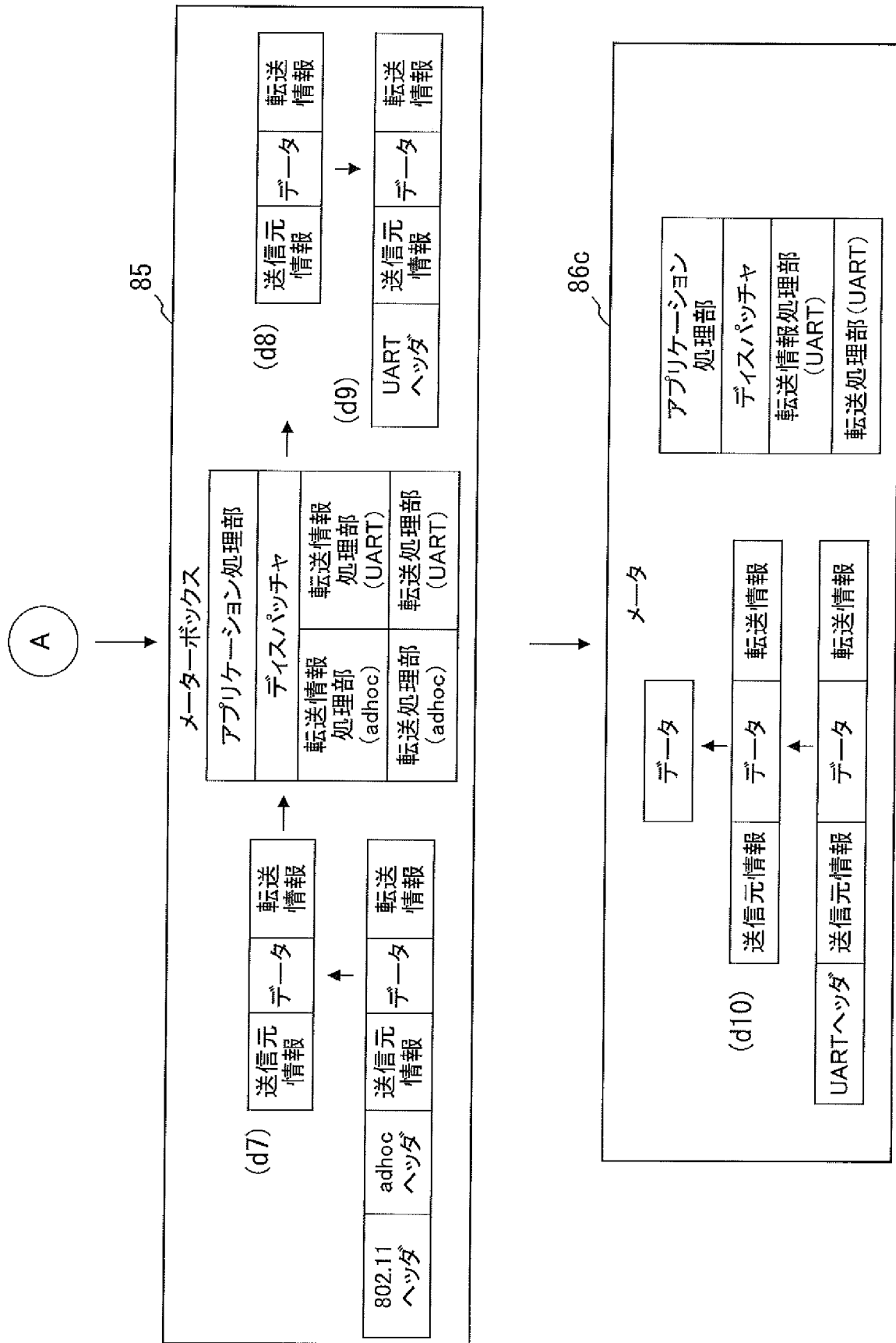
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/059514

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04L12/66(2006.01)i, H04L12/721(2013.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04L12/66, H04L12/721

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-243011 A (Yazaki Corp.), 11 September 1998 (11.09.1998), claims & US 6131124 A & EP 860957 A2	1-12
A	JP 11-341060 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 10 December 1999 (10.12.1999), claims (Family: none)	1-12
A	JP 2011-4096 A (Ueda Japan Radio Co., Ltd.), 06 January 2011 (06.01.2011), paragraph [0035] (Family: none)	1-12

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 18 June, 2014 (18.06.14)	Date of mailing of the international search report 01 July, 2014 (01.07.14)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04L12/66(2006.01)i, H04L12/721(2013.01)i										
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04L12/66, H04L12/721										
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:30%;">日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2014年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2014年	日本国実用新案登録公報	1996-2014年	日本国登録実用新案公報	1994-2014年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2014年									
日本国実用新案登録公報	1996-2014年									
日本国登録実用新案公報	1994-2014年									
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
A	JP 10-243011 A (矢崎総業株式会社) 1998.09.11, 特許請求の範囲 & US 6131124 A & EP 860957 A2	1-12								
A	JP 11-341060 A (富士電機株式会社) 1999.12.10, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-12								
A	JP 2011-4096 A (上田日本無線株式会社) 2011.01.06, 【0035】 (ファミリーなし)	1-12								
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。										
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%; border:none;"> * 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 </td> <td style="width:50%; border:none;"> の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献						
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 18.06.2014	国際調査報告の発送日 01.07.2014									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 衣鳩 文彦 電話番号 03-3581-1101 内線 3596	5 X 9 1 9 9								