

(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
2013 年 9 月 6 日(06.09.2013)



(10) 国際公開番号

WO 2013/129671 A1

- (51) 国際特許分類:
H04W 40/02 (2009.01) H04W 84/22 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/055748
- (22) 国際出願日: 2013 年 3 月 1 日(01.03.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-047359 2012 年 3 月 2 日(02.03.2012) JP
- (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). 東京電力株式会社 (TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY, INCORPORATED) [JP/JP]; 〒1008560 東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号 Tokyo (JP). 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 近藤 泰二 (KONDO, Taiji); 〒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). 伊藤 孝男

(ITO, Takao); 〒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). 小林 克己 (KOBAYASHI, Katsumi); 〒1008560 東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号 東京電力株式会社内 Tokyo (JP). 小原木 敬祐 (KOHARAGI, Takahiro); 〒1008560 東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号 東京電力株式会社内 Tokyo (JP). 川角 浩亮 (KAWASUMI, Hiroaki); 〒1008560 東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号 東京電力株式会社内 Tokyo (JP). 安岡 充昭 (YASUOKA, Mitsuaki); 〒1008560 東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号 東京電力株式会社内 Tokyo (JP). 西潟 陽輔 (NISHIKATA, Yosuke); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 松原 茂正 (MATSUBARA, Shigemasa); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 城倉 義彦 (SHIROKURA, Yoshihiko); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

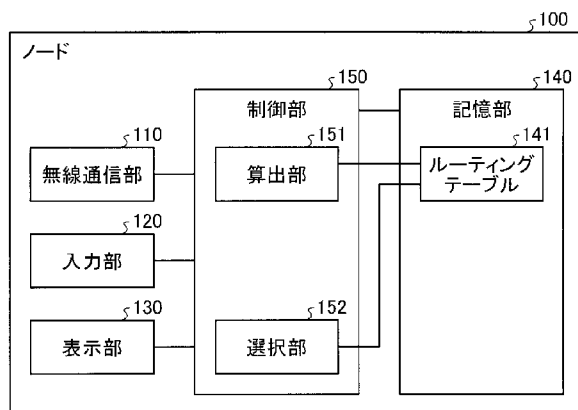
- (74) 代理人: 酒井 宏明 (SAKAI, Hiroaki); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 5 号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: AD HOC NETWORK SYSTEM, AND ROUTE SELECTION METHOD

(54) 発明の名称: アドホックネットワークシステム及び経路選択方法

[図5]



- 100... NODE
110... WIRELESS COMMUNICATION UNIT
120... INPUT UNIT
130... DISPLAY
140... STORAGE UNIT
141... ROUTING TABLE
150... CONTROLLER
151... CALCULATION UNIT
152... SELECTION UNIT

(57) Abstract: An ad hoc network system is configured from a plurality of nodes with which communication among specific nodes is performed. Each node is provided with a calculation unit and a selection unit. The calculation unit calculates a value expressing the accumulated number of nodes communicating via the local node from an upstream side, i.e. the side which is closer to a specific node than the local node. The selection unit selects, on the basis of the accumulated value of the communicating nodes calculated by the calculation unit, a node that will become a connection destination from among the nodes located upstream.

(57) 要約: アドホックネットワークシステムは、特定のノードとの間で通信が行われる複数のノードにより構成される。各ノードは、算出部と、選択部とを備える。算出部は、自ノードよりも特定ノードに近い側である上流側より、自ノードを経由する通信ノード数を累積した値を算出する。選択部は、算出部によって算出された通信ノード数の累積値に基づき、上流側に位置するノードから接続先となるノードを選択する。



(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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, 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, 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), ユーラシア (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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：アドホックネットワークシステム及び経路選択方法 技術分野

[0001] 本発明は、アドホックネットワークシステム及び経路選択方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、外部のサーバに対する窓口となる特定のノードであるゲートウェイ（GW：Gateway）との間で通信が行われる複数のノードにより構成されるアドホックネットワークシステムがある。アドホックネットワークシステムでは、各ノードは、隣接のノードから受信したパケットを他のノードに中継することで、通信経路を形成する。

[0003] パケットの通信経路を構築する従来の手法について説明する。従来の手法では、各ノードは、パケットのホップ数や受信レベル等の評価パラメータを用いて、GW等の特定のノードに至る複数の通信経路の評価値を算出する。そして、各ノードは、算出した各評価値に基づき、特定のノードに対する通信経路を選択する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2011-223394号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上述した従来技術では、GWを頂点とするツリー構造にアドホックネットワークシステムを適用した場合に、ツリー構造の上流側に位置する集約部分でトラフィック負荷が集中する恐れがあるという問題があった。

[0006] 開示の技術は、上記に鑑みてなされたものであって、GWを頂点とするツリー構造の上流側に位置する集約部分に対するトラフィック負荷を分散することができるアドホックネットワークシステム及び経路選択方法を提供する

ことを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本願の開示するアドホックネットワークシステムは、一つの態様において、特定のノードとの間で通信が行われる複数のノードにより構成される。各ノードは、算出部と、選択部とを備える。算出部は、自ノードよりも前記特定ノードに近い側である上流側より、自ノードを経由する通信ノード数を累積した値を算出する。選択部は、前記算出部によって算出された前記通信ノード数の累積値に基づき、前記上流側に位置するノードから接続先となるノードを選択する。

発明の効果

[0008] 本願の開示するアドホックネットワークシステムの一つの態様によれば、GWを頂点とするツリー構造の上流側に位置する集約部分に対するトラフィック負荷を分散することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本実施例に係るアドホックネットワークシステムの構成を示す図である。

[図2]図2は、本実施例におけるノードが経路を選択する処理の一例を説明するための図（その1）である。

[図3]図3は、本実施例におけるノードが経路を選択する処理の一例を説明するための図（その2）である。

[図4]図4は、本実施例のハローパケットのデータ構造の一例を示す図である。

[図5]図5は、本実施例に係るノードの構成を示す機能ブロック図である。

[図6]図6は、本実施例に係るルーティングテーブルのデータ構造の一例を示す図である。

[図7]図7は、本実施例における算出部が通信ノード数の累積値を算出する処理の一例を説明するための図である。

[図8]図8は、本実施例におけるGWが通知するGW広告フレームのデータ構

造の一例を示す図である。

[図9]図9は、本実施例におけるGWがGW広告フレームを通知する処理について説明するための図である。

[図10]図10は、本実施例に係るノードを含むアドホックネットワークシステムが転送先の経路を選択する処理の流れの一例を説明するための図（その1）である。

[図11]図11は、本実施例に係るノードを含むアドホックネットワークシステムが転送先の経路を選択する処理の流れの一例を説明するための図（その2）である。

[図12]図12は、本実施例に係るノードを含むアドホックネットワークシステムが転送先の経路を選択する処理の流れの一例を説明するための図（その3）である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、本願の開示するアドホックネットワークシステム及び経路選択方法の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施例により開示技術が限定されるものではない。

実施例

[0011] まず、本実施例に係るアドホックネットワークシステムの構成について説明する。図1は、本実施例に係るアドホックネットワークシステムの構成を示す図である。図1に示すように、本実施例に係るアドホックネットワークシステムは、GW1と、ノード100a～100hを有する。GW1は、特定のノードの一例である。GW1、各ノード100a～100hは、隣接のノードと無線により接続する。例えば、GW1は、ノード100a、100bに接続される。これにより、GW1及びノード100a～100hは、GW1を頂点とするツリー構造を形成する。本実施例では、ノード100a～100hを特に区別しない場合には、ノード100a～100hをノード100と表記することがあるものとする。また、ノード100よりもGW1に近い側を、ノード100の上流側と表記し、ノード100よりもGW1から

遠い側を、ノード１００の下流側と表記することがあるものとする。

[0012] ノード１００は、ハローパケット (Hello Packet) を送受信することで、通信経路を構築する。ノード１００は、通信経路を構築する場合に、ノード１００の上流側より、ノード１００を経由するノードの数を累積した値を算出する。ノード１００を経由するノードとは、言い換えると、ノード１００の下流側に位置するノードを意味する。以下では、ノード１００の下流側に位置するノードの数を、通信ノード数と表記し、ノード１００の通信ノード数を累積した値を、通信ノード数の累積値と表記する。

[0013] ノード１００は、算出した通信ノード数の累積値に基づいて、ノード１００の上流側に位置するノードから接続先となるノードを選択し、データ転送を行う。

[0014] 次に、図１に示したノード１００が経路を選択する処理の一例について説明する。図２及び図３は、本実施例におけるノードが経路を選択する処理の一例を説明するための図である。図２及び図３において、GW１、各ノード１００近傍に記載されたBは、通信ノード数を示し、ノード１００内に記載された数値は、上流側からノード１００に至る通信ノード数の累積値を示す。

[0015] ノード１００は、隣接のノードとのハローパケットの送受信時に、ハローパケットに含まれる情報を基にして、上流側から自ノード１００に至る通信ノード数の累積値を算出する。図２に示す例では、ノード１００aは、自ノード１００aの通信ノード数「２」と、ハローパケットに含まれるGW１の通信ノード数「８」とを加算することで、上流側から自ノード１００aに至る通信ノード数の累積値「１０」を算出する。ノード１００bは、自ノード１００bの通信ノード数「４」と、ハローパケットに含まれるGW１の通信ノード数「８」とを加算することで、上流側から自ノード１００bに至る通信ノード数の累積値「１２」を算出する。ノード１００cは、自ノード１００cの通信ノード数「１」と、ハローパケットに含まれる上流側からノード１００aに至る通信ノード数の累積値「１０」とを加算することで、上流側

からノード100cに至る通信ノード数の累積値「11」を算出する。同様に、ノード100dは、上流側からノード100dに至る通信ノード数の累積値「12」を算出する。ノード100eは、上流側からノード100eに至る通信ノード数の累積値「12」を算出する。ノード100fは、上流側からノード100fに至る通信ノード数の累積値「11」を算出する。ノード100gは、上流側からノード100gに至る通信ノード数の累積値「13」を算出する。

[0016] 続いて、ノード100は、算出した通信ノード数の累積値に基づいて、ノード100の上流側に位置するノードから接続先となるノードを選択する。例えば、図2に示す例では、ノード100gに対応する通信ノード数の累積値「13」がノード100fに対応する通信ノード数の累積値「11」よりも大きい。これは、ノード100gの上流側に位置する集約部分のノード（例えば、ノード100b）に集中するトラフィック負荷が、ノード100fの上流側に位置する集約部分のノード（例えば、ノード100a）に集中するトラフィック負荷よりも大きいことを意味する。このため、ノード100f、100gの下流側に位置するノード100hは、図3に示すように、上流側に位置するノード100g、100fのうち、上流側のトラフィック負荷がより低いノード100fを接続先として選択し、データ転送を行う。

[0017] ここで、ホップ数に基づいて通信経路を選択する従来技術では、以下の処理を行う。すなわち、自ノードからノード100gを経てGW1に至る経路のホップ数が「3」であり、自ノードからノード100fを経てGW1に至る経路のホップ数が「4」であるため、ノード100hは、よりホップ数が少ないノード100gを選択する。しかしながら、ノード100gの上流側に位置する集約部分（例えば、ノード100b）では、トラフィック負荷が集中している。このため、従来技術のようにノード100gが選択されると、GW1を頂点とするツリー構造の上流側に対するトラフィック負荷が増大し、通信障害などが発生する懸念がある。

[0018] そこで、本実施例では、ノード100hは、ホップ数に代えて、通信ノード

ド数の累積値を基にして、接続先となるノードを選択する。すなわち、ノード100hは、上流側のトラフィック負荷がより低いノード100fを接続先として選択し、ノード100hにデータ転送を行う。

[0019] このように、本実施例のアドホックネットワークシステムでは、各ノードが、上流側から自ノードに至る通信ノード数の累積値を算出し、通信ノード数の累積値を基にして上流側のノードから接続先を選択する。このため、本実施例のアドホックネットワークシステムによれば、GWを頂点とするツリー構造の上流側に位置する集約部分に対するトラフィック負荷を分散することができる。

[0020] 次に、ノード100が送受信するハローパケットのデータ構造について説明する。図4は、本実施例のハローパケットのデータ構造の一例を示す図である。図4に示すように、本実施例のハローパケットは、目的地、転送先、ホップ数、 ΣB を有する。このうち、「目的地」は、通信経路の目的地のノード（例えばGW）のアドレスを格納する。「転送先」は、ハローパケットの送信元となる隣接のノードのアドレスを格納する。「ホップ数」は、ハローパケットの「目的地」のノードから「転送先」のノードまでのホップ数を格納する。「 ΣB 」は、ハローパケットの「目的地」のノードから「転送先」のノードまでの通信ノード数Bの累積値を格納する。

[0021] 次に、図1に示したノード100の構成について説明する。図5は、本実施例に係るノードの構成を示す機能ブロック図である。図5に示すように、ノード100は、無線通信部110、入力部120、表示部130、記憶部140及び制御部150を有する。

[0022] 無線通信部110は、隣接するノードとの間で無線によりデータ通信する装置である。例えば、無線通信部110は、無線リンクモジュールなどに対応する。制御部150は、無線通信部110を介して、隣接するノードとの間でハローパケット等を送受信する。

[0023] 入力部120は、各種の情報をノード100に入力するための入力装置である。例えば、入力部120は、キーボード、マウス、タッチパネル等に対

応する。表示部 130 は、各種の情報を表示する表示装置である。例えば、表示部 130 は、ディスプレイ、タッチパネル等に対応する。

[0024] 記憶部 140 は、例えば、ルーティングテーブル 141 を記憶する。この記憶部 140 は、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ (Flash Memory) などの半導体メモリ素子、またはハードディスク、光ディスクなどの記憶装置に対応する。

[0025] ルーティングテーブル 141 は、通信経路の情報を記憶するテーブルである。図 6 は、ルーティングテーブルのデータ構造の一例を示す図である。図 6 に示すように、ルーティングテーブル 141 は、目的地、転送先、ホップ数、ΣB 及び優先順位を対応づけて記憶する。

[0026] 図 6 において、目的地は、パケットの目的地を示す。転送先は、目的地にパケットを送信する場合の接続先、言い換えると、目的地にパケットを送信する場合の転送先を示す。ホップ数は、自ノードから転送先のノードを経由して目的地のノードに至るまでのホップ数を示す。ΣB は、自ノードから転送先のノードを経由して目的地のノードに至るまでの通信ノード数の累積値を示す。

[0027] ΣB は、目的地を同一とする通信経路が複数存在する場合に、各通信経路において自ノードの上流側に位置する集約部分の他のノードに対して集中するトラフィック負荷の程度を示す評価値である。例えば、図 6 では、目的地「GW1」に対する通信経路が 2 つ存在する。具体的には、転送先を「ノード 100f」とする通信経路と、転送先を「ノード 100g」とする通信経路が存在する。ここでは、転送先を「ノード 100g」とする通信経路の ΣB が「11」であり、転送先を「ノード 100f」とする通信経路の ΣB が「13」である。このため、転送先を「ノード 100g」とする通信経路のほうが、自ノードの上流側に位置する集約部分の他のノードに対して集中するトラフィック負荷が大きい。

[0028] 優先順位は、目的地を同一とする通信経路が複数存在する場合に、各通信経路の優劣を示す順位である。例えば、図 6 では、転送先を「ノード 100

f」とする通信経路と、転送先を「ノード100g」とする通信経路が存在する。この場合には、転送先を「100f」とする通信経路の優先順位が「1」であり、転送先を「ノード100g」とする通信経路の優先順位が「2」であるため、転送先を「ノード100f」とする通信経路のほうが、優先順位が高い。

[0029] 制御部150は、算出部151及び選択部152を有する。例えば、制御部150は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) や、FPGA (Field Programmable Gate Array) などの集積装置に対応する。また、制御部150は、例えば、CPUやMPU (Micro Processing Unit) 等の電子回路に対応する。

[0030] 算出部151は、隣接のノードとの間のハローパケットの送受信時に、目的地のノードから隣接のノードを経由して自ノード100に至る通信ノード数の累積値を算出し、ルーティングテーブル141を更新する。

[0031] 算出部151が通信ノード数の累積値を算出する処理の一例について説明する。図7は、本実施例における算出部が通信ノード数の累積値を算出する処理の一例を説明するための図である。図7において、横軸は、時刻tを示す。図7に示すように、算出部151は、検針時間の上りデータ送信ごとに更新される下りルーティングテーブルのエントリ数を計数することで、自ノード100の下流側に位置するノードの数を自ノード100の通信ノード数として検出する。算出部151は、隣接のノードから定期的に出送されるハローパケットを受信し、ハローパケットに含まれる情報と検出した自ノード100の通信ノード数とを基に、目的地のノードから隣接のノードを経由して自ノード100に至る通信ノード数の累積値を算出する。具体的には、算出部151は、ハローパケットを受信し、ハローパケットのΣBの値に、検出した自ノード100の通信ノード数の値を加算することで、自ノード100に至る通信ノード数の累積値を算出する。

[0032] また、算出部151は、ハローパケットを受信した場合に、ハローパケットに含まれる情報と、算出した通信ノード数の累積値とに基づいて、ルーテ

ィングテーブル 141 を更新する。

[0033] 算出部 151 がルーティングテーブル 141 を更新する処理の一例について説明する。算出部 151 は、ハローパケットを受信し、ハローパケットに含まれる目的地をルーティングテーブル 141 の目的地に設定する。また、算出部 151 は、ルーティングテーブル 141 の転送先に、ハローパケットの送信元のノードを設定する。また、算出部 151 は、ハローパケットのホップ数の値に、1 を加算した値を、ルーティングテーブル 141 のホップ数に設定する。また、算出部 151 は、上記処理により算出した通信ノード数の累積値を、ルーティングテーブル 141 の ΣB に設定する。

[0034] 選択部 152 は、ルーティングテーブル 141 を基にして、目的地毎に優先順位を設定し、パケットを転送する経路を選択する処理部である。

[0035] 選択部 152 が、優先順位を設定する処理について説明する。選択部 152 は、ルーティングテーブル 141 を参照し、同一の目的地毎に、 ΣB の値を比較する。そして、選択部 152 は、 ΣB の値が小さいレコードの優先順位から順に、昇順で、値を割り当てる。図 6 に示す例では、1 行目、2 行目の目的地が「GW1」で同一であり、1 行目の ΣB の値よりも、2 行目の ΣB の値の方が大きい。この状況では、選択部 152 は、転送先を「100g」とする通信経路のほうが上流側に位置する集約部分の他のノードに対してより大きいトラフィック負荷が発生すると判断し、1 行目の優先順位を「1」、2 行目の優先順位を「2」に設定する。

[0036] また、選択部 152 は、転送対象となるパケットを受信した場合には、ルーティングテーブル 141 の優先順位に基づいて転送先を選択し、パケットを転送先のノードに転送する。例えば、パケットの目的地を「GW1」とすると、図 6 に示す例では、1 行目のレコードの優先順位の方が高い。このため、選択部 152 は、ノード 100f を転送先として選択し、ノード 100f にパケットを転送する。これにより、選択部 152 は、GW1 を頂点とするツリー構造において、ノード 100g の上流側に位置する集約部分のノードに対するトラフィック負荷を、ノード 100f の上流側に位置する集約部

分のノードへ分散することができる。

[0037] また、選択部152は、GW1から指定されたホップ数とGW1から自ノード100に至るホップ数とが同一であり、かつ、GW1から指定された特定のグループに自ノード100が属する場合に、上述の転送先の選択を行うようにしても良い。これにより、各ノード100が一斉に転送先の選択を行うことで、GW1を頂点とするツリー構造において、転送先のノードの上流側に位置する集約部分のノードに対するトラフィック負荷が過剰に増加する事態を回避することができる。

[0038] なお、GW1は、ホップ数及びグループを指定する場合には、指定すべきホップ数及びグループの情報を含むフレームであるGW広告フレームを各ノード100に通知する。各ノード100の選択部152は、GW広告フレームを基にして、GW1から指定されるホップ数及びグループの情報を確認する。

[0039] 図8は、本実施例におけるGWが通知するGW広告フレームのデータ構造の一例を示す図である。図8に示すように、GW広告フレームは、経路集中回避実行ホップ数、経路集中回避実行グループ番号及び経路集中回避実行グループ数を有する。このうち、経路集中回避実行ホップ数は、GW1から転送先の選択を行うノード100に至るホップ数を示す。経路集中回避実行グループ番号は、経路集中回避実行ホップ数に対応するノード100が属する特定のグループの番号を示す。各ノード100は、例えば、MACアドレスや、GW接続時にサーバが設定するシリアル番号などの、ノード位置とは関連のない値によりグループ化されており、経路集中回避実行グループ番号は、かかる値を特定のグループの番号として格納する。経路集中回避実行グループ数は、経路集中回避実行グループ番号に対応するグループの個数を示す。

[0040] GW1がGW広告フレームを通知する処理について説明する。図9は、本実施例におけるGWがGW広告フレームを通知する処理について説明するための図である。図9に示すように、GW1は、N、経路集中回避実行ホップ

数、経路集中回避実行グループ番号及び経路集中回避実行グループ数を対応付けるテーブルを保持しており、このテーブルを基にGW広告フレームを生成して各ノード100に一齐に通知する。図9に示したテーブルのNは、GW1がGW広告フレームを通知する順番を示す。経路集中回避実行ホップ数は、GW1から転送先の選択を行うノード100に至るホップ数を示す。経路集中回避実行グループ番号は、経路集中回避実行ホップ数に対応するノード100が属する特定のグループの番号を示す。経路集中回避実行グループ数は、経路収集回避実行グループ番号に対応するグループの個数を示す。GW1は、ラウンドロビン方式を用いて、 $N = 1 \sim 100$ の順番で各エントリに含まれる経路集中回避実行ホップ数、経路集中回避実行グループ番号及び経路集中回避実行グループ数を、GW広告フレームに設定する。そして、GW1は、各情報を設定したGW広告フレームを各ノード100に一齐に通知する。

[0041] 次に、本実施例に係るノード100を含むアドホックネットワークシステムがハローパケットを送受信して、ルーティングテーブルを更新し、転送先の経路を選択する一連の処理の一例について説明する。図10～図11は、本実施例に係るノードを含むアドホックネットワークシステムが転送先の経路を選択する処理の流れの一例を説明するための図である。なお、図10～図11に示すノードN1～N6が、図1に示したノード100に対応し、ノードGWが、図1に示したGW1に対応する。また、図10～図11に示すノードN1～N6各々のB値は、ノードN1～N6各々の通信ノード数の値を示す。

[0042] 図10に示すように、ノードN2は、ハローパケットを送信する。ノードN4は、ノードN2からハローパケットを受信し、目的地のノードGWから隣接のノードN2を経由して自ノードN4に至る通信ノード数Bの累積値「50」を算出し、ルーティングテーブル141の ΣB に設定する。

[0043] 同様に、ノードN4は、ノードN2からハローパケットを受信し、目的地のノードGWから隣接のノードN3を経由して自ノードN4に至る通信ノ

ド数Bの累積値「60」を算出し、ルーティングテーブル141の ΣB に設定する。同様に、ノードN4は、ノードN1からハローパケットを受信し、目的地のノードGWから隣接のノードN1を経由して自ノードN4に至る通信ノード数Bの累積値「70」を算出し、ルーティングテーブル141の ΣB に設定する。

[0044] ノードN4は、ノードGWからラウンドロビン方式で通知されるGW広告フレームを受信する。GW広告フレームは、例えば、図8に示したものである。ノードGWがGW広告フレームを通知する処理は、例えば、図9を用いて説明したものとなる。ノードN4は、ノードGWから受信したGW広告フレームを基にして、ノードGWから指定されたホップ数及びグループの情報を確認する。ノードN4は、ノードGWから指定されたホップ数とノードGWから自ノードN4に至るホップ数とが同一であり、かつ、GW1から指定されたグループ番号と自ノードN4に予め設定されたグループ番号とが一致する場合に、転送先の選択を行う。すなわち、ノードN4は、ルーティングテーブル141を参照し、同一の目的地であるノードGWに関して、 ΣB の値を比較する。そして、ノードN4は、 ΣB の値が小さいレコードの順位から順に、昇順で、優先順位となる値を割り当て、割り当てた優先順位を基にして転送先を選択する。図10に示す例では、1行目の ΣB の値「50」よりも、2行目の ΣB の値「60」の方が大きく、2行目の ΣB の値「60」よりも、3行目の ΣB の値「70」の方が大きい。このため、ノードN4は、転送先をノードN2とする通信経路において上流側に位置する集約部分に対するトラフィック負荷が最も小さいと判断し、1～3行目の優先順位を、それぞれ「1」～「3」に設定し、優先順位が最も高い転送先のノードN2を選択する。

[0045] ノードN4は、ハローパケットを送信する。ノードN5は、ノードN4からハローパケットを受信し、目的地のノードGWから隣接のノードN4を経由して自ノードN5に至る通信ノード数Bの累積値「60」を算出し、ルーティングテーブル141の ΣB に設定する。

- [0046] 同様に、ノードN 5は、ノードN 6からハローパケットを受信し、目的地のノードGWから隣接のノードN 6を経由して自ノードN 5に至る通信ノード数Bの累積値「7 5」を算出し、ルーティングテーブル1 4 1の ΣB に設定する。
- [0047] ノードN 5は、ノードGWからラウンドロビン方式で通知されるGW広告フレームを受信する。ノードN 5は、ノードGWから受信したGW広告フレームを基にして、ノードGWから指定されたホップ数及びグループの情報を確認する。ノードN 5は、ノードGWから指定されたホップ数とノードGWから自ノードN 5に至るホップ数とが同一であり、かつ、GW 1から指定されたグループ番号と自ノードN 5に予め設定されたグループ番号とが一致する場合に、転送先の選択を行う。すなわち、ノードN 5は、ルーティングテーブル1 4 1を参照し、同一の目的地であるノードGWに関して、 ΣB の値を比較する。そして、ノードN 5は、 ΣB の値が小さいレコードの順位から順に、昇順で、優先順位となる値を割り当て、割り当てた優先順位を基にして転送先を選択する。図1 0に示す例では、1行目の ΣB の値「6 0」よりも、2行目の ΣB の値「7 5」の方が大きい。このため、ノードN 5は、転送先をノードN 4とする通信経路において上流側に位置する集約部分に対するトラフィック負荷が最も小さいと判断し、1～2行目の優先順位を、それぞれ「1」、「2」に設定し、優先順位が最も高い転送先のノードN 4を選択する。
- [0048] 次いで、検針時間が到来し、上り方向のデータ通信が実行されたものとする。上り方向のデータ通信が完了すると、ノードN 1～N 6各々は、自身の下りルーティングテーブルのエントリ数を計数することで、新規に通信ノード数Bを検出する。この結果、ノードN 2は、図1 1に示すように、通信ノード数Bとして新たに「4 0」を検出する。
- [0049] ノードN 2は、ハローパケットを送信する。ノードN 4は、ノードN 2からハローパケットを受信し、目的地のノードGWから隣接のノードN 2を経由して自ノードN 4に至る通信ノード数の累積値「8 0」を算出し、ルーテ

ィングテーブル 1 4 1 の ΣB に設定する。

[0050] ノード N 4 は、ハローパケットを送信する。ノード N 5 は、ノード N 4 からハローパケットを受信し、目的地のノード GW から隣接のノード N 6 を経由して自ノード N 5 に至る通信ノード数の累積値「9 0」を算出し、ルーティングテーブル 1 4 1 の ΣB に設定する。

[0051] ノード N 4 は、ノード GW からラウンドロビン方式で通知される GW 広告フレームを受信する。ノード N 4 は、ノード GW から受信した GW 広告フレームを基にして、ノード GW から指定されたホップ数及びグループの情報を確認する。ノード N 4 は、ノード GW から指定されたホップ数とノード GW から自ノード N 4 に至るホップ数とが同一であり、かつ、GW 1 から指定されたグループ番号と自ノード N 4 に予め設定されたグループ番号とが一致する場合に、転送先の選択を行う。すなわち、ノード N 4 は、ルーティングテーブル 1 4 1 を参照し、同一の目的地であるノード GW に関して、 ΣB の値を比較する。そして、ノード N 4 は、図 1 2 に示すように、 ΣB の値が小さいレコードの順位から順に、昇順で優先順位となるとなる値を振り直し、振り直した優先順位を基にして転送先を選択する。図 1 2 に示す例では、2 行目の ΣB の値「6 0」よりも、3 行目の ΣB の値「7 0」の方が大きく、3 行目の ΣB の値「7 0」よりも、1 行目の ΣB の値「8 0」の方が大きい。このため、ノード N 4 は、転送先をノード N 3 とする通信経路において上流側に位置する集約部分に対するトラフィック負荷が最も小さいと判断し、1 ~ 3 行目の優先順位を、それぞれ「3」、「1」及び「2」に振り直す。そして、ノード N 4 は、優先順位が最も高い転送先のノード N 3 を新たに選択する。

[0052] ノード N 4 は、ハローパケットを送信する。ノード N 5 は、ノード N 4 からハローパケットを受信し、目的地のノード GW から隣接のノード N 4 を経由して自ノード N 5 に至る通信ノード数 B の累積値「7 0」を算出し、ルーティングテーブル 1 4 1 の ΣB に設定する。

[0053] ノード N 5 は、ノード GW からラウンドロビン方式で通知される GW 広告

フレームを受信する。ノードN5は、ノードGWから受信したGW広告フレームを基にして、ノードGWから指定されたホップ数及びグループの情報を確認する。ノードN5は、ノードGWから指定されたホップ数とノードGWから自ノードN5に至るホップ数とが同一であり、かつ、GW1から指定されたグループ番号と自ノードN5に予め設定されたグループ番号とが一致する場合に、転送先の選択を行う。すなわち、ノードN5は、ルーティングテーブル141を参照し、同一の目的地であるノードGWに関して、 ΣB の値を比較する。比較の結果、 ΣB の値に変動がないため、ノードN5は、現状の優先順位を維持し、現状の優先順位を基にして転送先を選択する。図12に示す例では、図10に示す例と同様に、1行目の ΣB の値「70」よりも、2行目の ΣB の値「75」の方が大きい。このため、ノードN5は、現状の優先順位を維持し、現状の優先順位が最も高い転送先のノードN4を選択する。

[0054] 次に、本実施例に係るアドホックネットワークの効果について説明する。アドホックネットワークに含まれるノード100は、自ノード100の上流側から自ノード100に至る通信ノード数の累積値を算出して、通信経路の優先順位を設定し、上流側のノードからパケットを転送する場合の接続先となるノードを選択する。このため、ノード100は、GW1を頂点とするツリー構造の上流側に位置する集約部分に対するトラフィック負荷を分散することができる。例えば、転送先をノード100gとする通信経路の上流側に位置するノード100bの通信ノード数が、転送先をノード100fとする通信経路の上流側に位置するノード100aの通信ノード数よりも大きい場合を想定する。この場合、ノード100は、ノード100fを転送先として選択し、ノード100fにパケットを転送することができ、ノード100bに対するトラフィック負荷を、ノード100aへ分散することができる。

[0055] また、ノード100は、GW1から指定されたホップ数とGW1から自ノード100に至るホップ数とが同一であり、かつ、GW1から指定された特定のグループに自ノード100が属する場合に、転送先の選択を行う。これ

により、各ノード１００が一斉に転送先の選択を行うことで、GW１を頂点とするツリー構造において、転送先のノードの上流側に位置する集約部分のノードに対するトラフィック負荷が過剰に増加する事態を回避することができる。

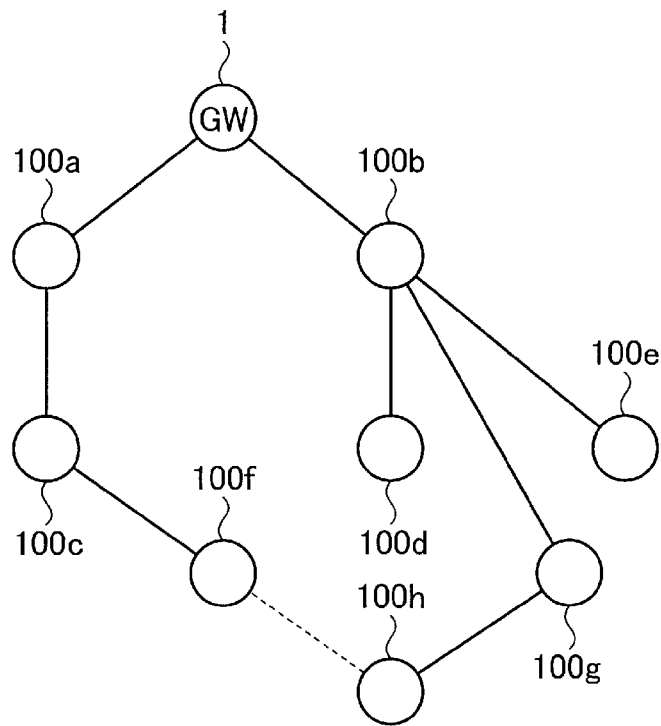
符号の説明

- [0056] 1 GW (Gate Way)
- 100 ノード
- 110 無線通信部
- 120 入力部
- 130 表示部
- 140 記憶部
- 141 ルーティングテーブル
- 150 制御部
- 151 算出部
- 152 選択部

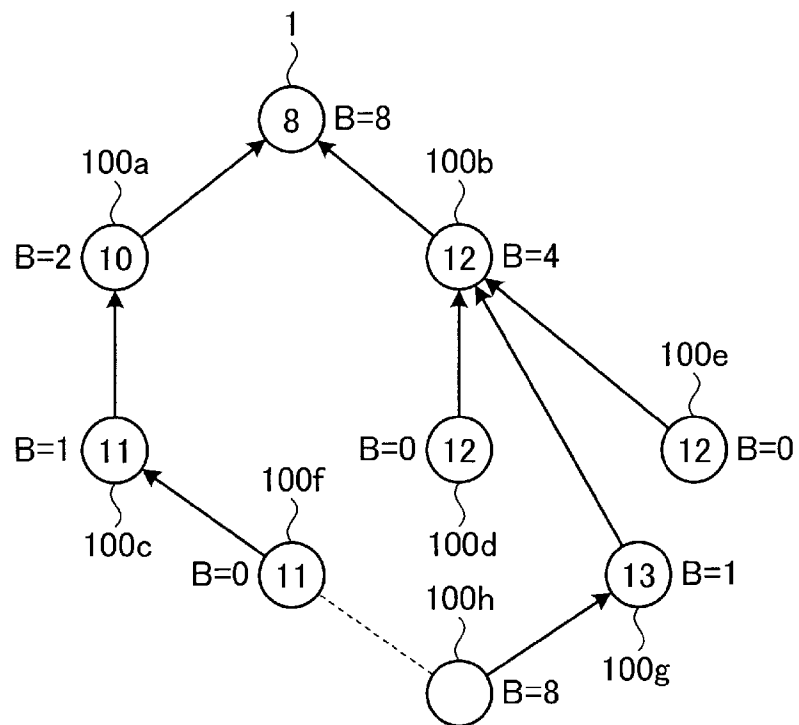
請求の範囲

- [請求項1] 特定のノードとの間で通信が行われる複数のノードにより構成されるアドホックネットワークシステムにおいて、
各ノードは、
自ノードよりも前記特定のノードに近い側である上流側より、自ノードを経由する通信ノード数を累積した値を算出する算出部と、
前記算出部によって算出された前記通信ノード数の累積値に基づき、前記上流側に位置するノードから接続先となるノードを選択する選択部と
を備えたことを特徴とするアドホックネットワークシステム。
- [請求項2] 前記各ノードは、ノード位置とは関連の無い値によりグループ化されており、
前記選択部は、前記特定のノードから指定されたホップ数と前記特定のノードから自ノードに至るホップ数とが同一であり、かつ、前記特定のノードから指定された特定の前記グループに自ノードが属する場合に、前記接続先のノードの選択を行うことを特徴とする請求項1に記載のアドホックネットワークシステム。
- [請求項3] 特定のノードとの間で通信が行われる複数のノードにより構成されるアドホックネットワークシステムにおいて実行される経路選択方法であって、
各ノードが、
自ノードよりも前記特定ノードに近い側である上流側より、自ノードを経由する通信ノード数を累積した値を算出し、
算出された前記通信ノード数の累積値に基づき、前記上流側に位置するノードから接続先となるノードを選択する
ことを含むことを特徴とする経路選択方法。

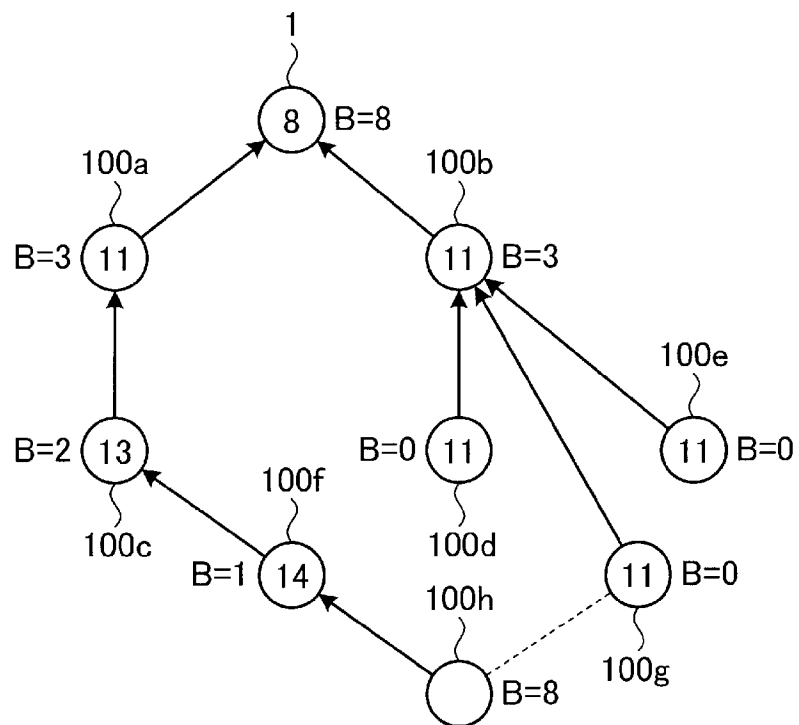
[図1]



[図2]



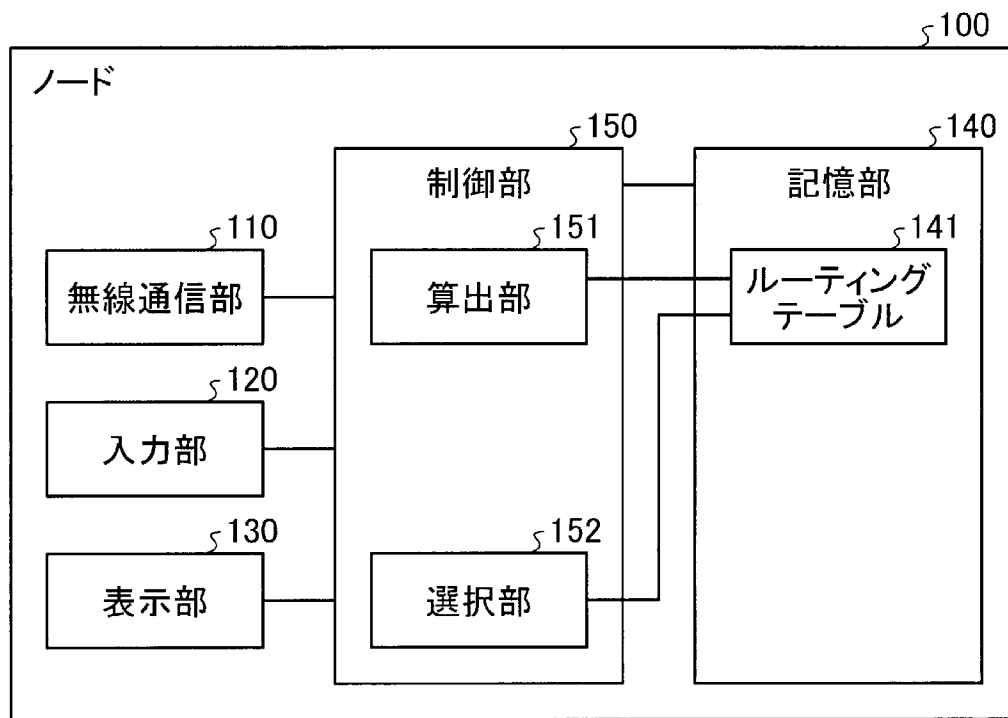
[図3]



[図4]

目的地	転送先	ホップ数	ΣB
-----	-----	------	------------

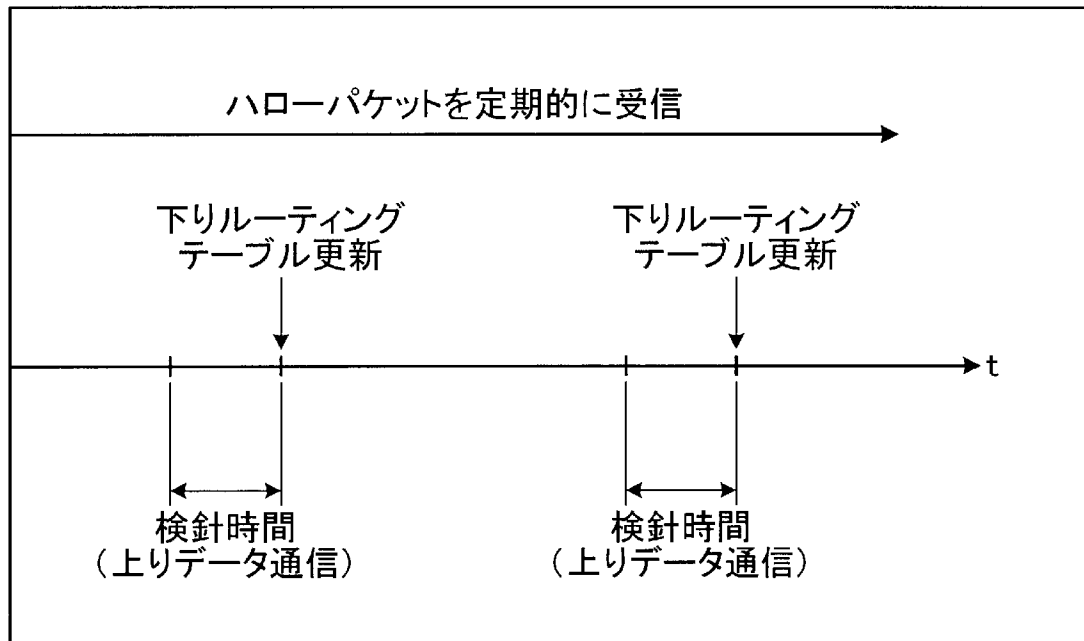
[図5]



[図6]

目的地	転送先	ホップ数	ΣB	優先順位
GW1	ノード100f	4	11	1
GW1	ノード100g	3	13	2

[図7]



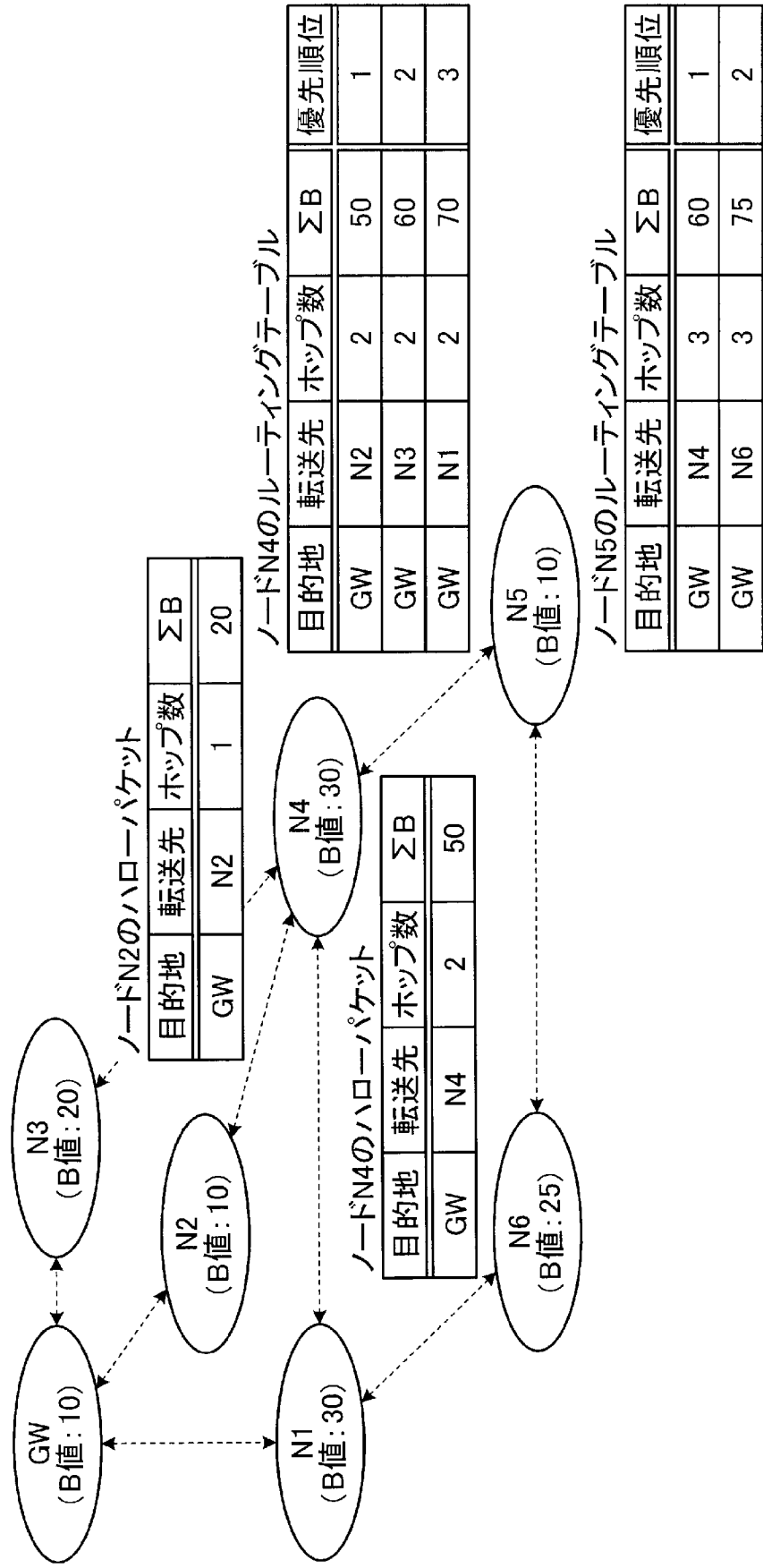
[図8]

経路集中回避実行 ホップ数	経路集中回避実行 グループ番号	経路集中回避実行 グループ数
------------------	--------------------	-------------------

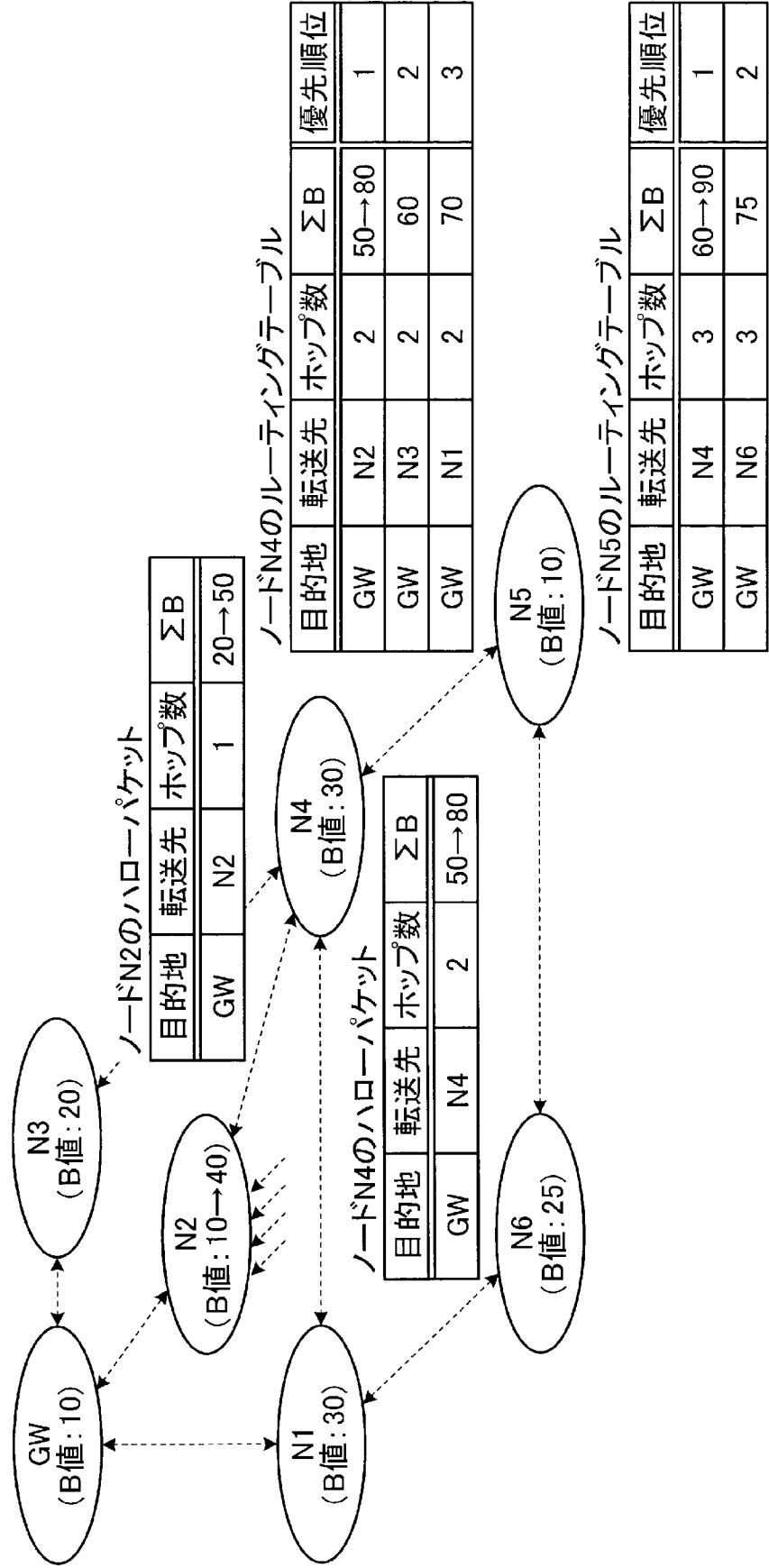
[図9]

N	経路集中回避実行 ホップ数	経路集中回避実行 グループ番号	経路集中回避実行 グループ数
1	13	0	5
2	11	1	6
⋮	⋮	⋮	⋮
100	5	3	7

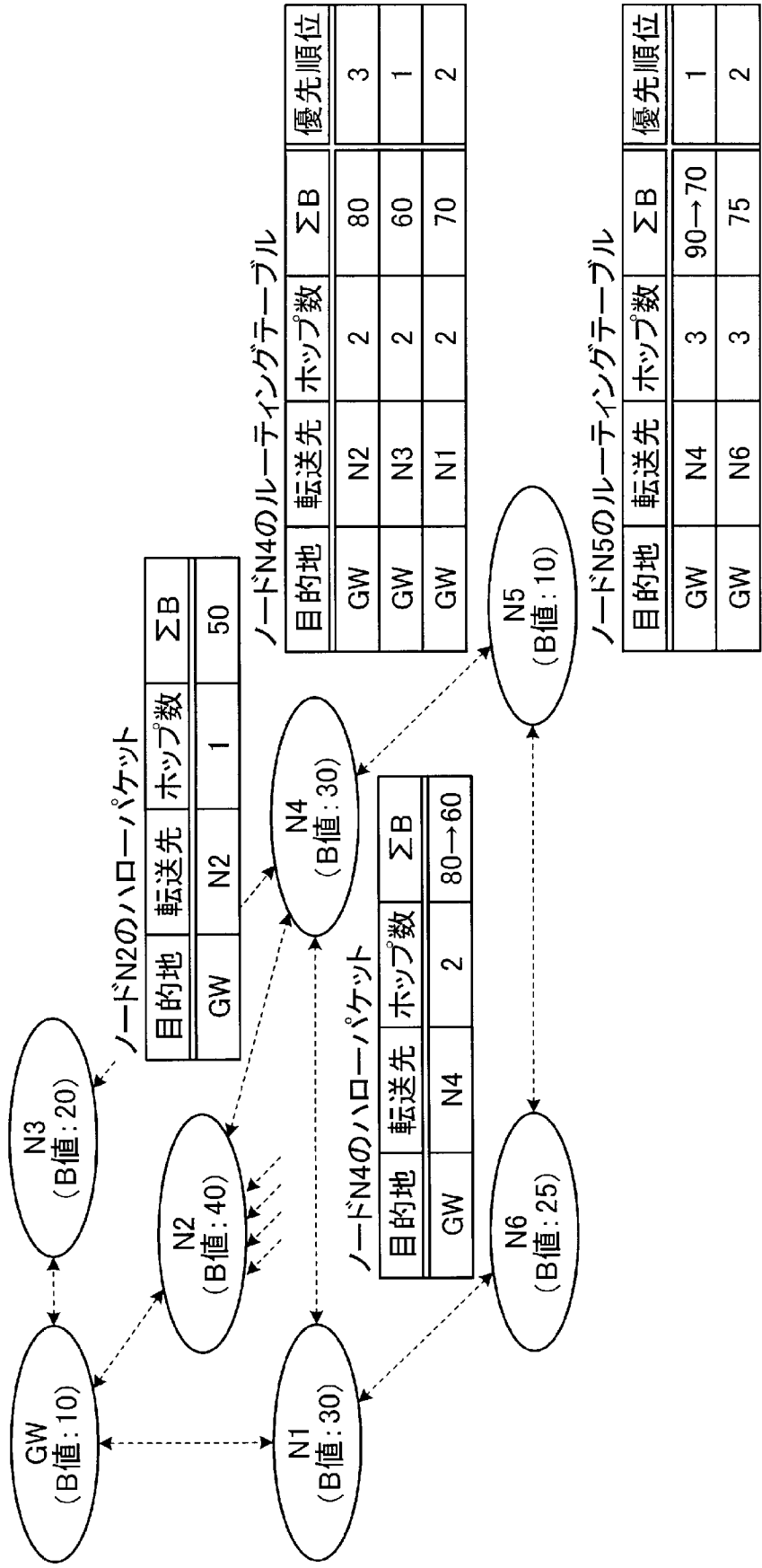
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/055748

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W40/02 (2009.01) i, H04W84/22 (2009.01) 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)

H04W40/02, H04W84/22

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 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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 2010-178145 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 12 August 2010 (12.08.2010), entire text; all drawings & US 2010/0195560 A1	1-3
A	JP 2009-515473 A (Thomson Licensing), 09 April 2009 (09.04.2009), entire text; all drawings & US 2009/0135824 A1 & WO 2007/055689 A1 & CN 2627432 A	1-3
A	JP 2010-233209 A (Mitsubishi Electric Research Laboratories, Inc.), 14 October 2010 (14.10.2010), entire text; all drawings & US 2010/0246473 A1	1-3



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 April, 2013 (03.04.13)Date of mailing of the international search report
16 April, 2013 (16.04.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/055748

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2011/105371 A1 (Kyushu University), 01 September 2011 (01.09.2011), entire text; all drawings & US 2012/0320781 A1 & CN 102792737 A	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. H04W40/02 (2009.01)i, H04W84/22 (2009.01)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（I P C））

Int.Cl. H04W40/02, H04W84/22

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

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 2010-178145 A（沖電気工業株式会社）2010.08.12, 全文, 全図 & US 2010/0195560 A1	1-3
A	JP 2009-515473 A（トムソン ライセンシング）2009.04.09, 全文, 全図 & US 2009/0135824 A1 & WO 2007/055689 A1 & CN 2627432 A	1-3
A	JP 2010-233209 A（三菱・エレクトリック・リサーチ・ラボラトリーズ・インコーポレイテッド）2010.10.14, 全文, 全図 & US 2010/0246473 A1	1-3

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 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

0 3 . 0 4 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 4 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

伊東 和重

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 3 4

5 J

8 8 3 9

C (続き) . 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	WO 2011/105371 A1 (国立大学法人九州大学) 2011.09.01, 全文, 全図 & US 2012/0320781 A1 & CN 102792737 A	1-3