

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2007年10月11日 (11.10.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/113980 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 12/56 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/054519
- (22) 国際出願日: 2007年3月8日 (08.03.2007)
- (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2006-095557 2006年3月30日 (30.03.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ブラザー工業株式会社 (BROTHER KOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4678561 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 松尾英輝 (MATSUO, Hideki) [JP/JP]; 〒4678561 愛知県名古屋市瑞

穂区苗代町15番1号 ブラザー工業株式会社内 Aichi (JP). 牛山建太郎 (USHIYAMA, Kentaro) [JP/JP]; 〒4678561 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー工業株式会社内 Aichi (JP).

- (74) 代理人: 石川泰男, 外 (ISHIKAWA, Yasuo et al.); 〒1050014 東京都港区芝二丁目17番11号 パーク芝ビル2階 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: INFORMATION COMMUNICATION SYSTEM, INFORMATION COMMUNICATION METHOD, NODE APPARATUS INCLUDED IN INFORMATION COMMUNICATION SYSTEM, AND RECORDING MEDIUM IN WHICH INFORMATION PROCESSING PROGRAM HAS BEEN RECORDED

(54) 発明の名称: 情報通信システム、情報通信方法、情報通信システムに含まれるノード装置および情報処理プログラムを記録した記録媒体

(A) AAノードZ:1013

		FF 各レベルの 注目桁X=0	GG 各レベルの 注目桁X=1	HH 各レベルの 注目桁X=2	II 各レベルの 注目桁X=3
BB レベル1	X***	0211 JJ ノードA	1013	2300 KK ノードB	3121 LL ノードC
CC レベル2	1X**	1013	1120 MM ノードD	1221 NN ノードE	1323 OO ノードF
DD レベル3	10X*	空	1013	1023 PP ノードG	1032 QQ ノードH
EE レベル4	101X	RR 空	RR 空	RR 空	1013 —

(B) SS ノード
TT ノードID
UU IPアドレス、ポート番号
VV HOP数

(C) WW ノードA
0211
112****, 23584
4

(D) XX ノードJ
0331
30.xxx.xxx.xxx, 02451
7

(E) YY ノードK
0103
223.yyy.yyy.yyy, 13526
2

(F) ZZ ノードL
1002
142.zzz.zzz.zzz, 10251
10

AA... NODE Z: 1013
BB... LEVEL 1
CC... LEVEL 2
DD... LEVEL 3
EE... LEVEL 4
FF... INTERESTED DIGIT OF EACH LEVEL X = 0
GG... INTERESTED DIGIT OF EACH LEVEL X = 1
HH... INTERESTED DIGIT OF EACH LEVEL X = 2
II... INTERESTED DIGIT OF EACH LEVEL X = 3
JJ... NODE A
KK... NODE B
LL... NODE C
MM... NODE D
NN... NODE E
OO... NODE F
PP... NODE G
QQ... NODE H
RR... EMPTY
SS... NODE
TT... NODE ID
UU... IP ADDRESS AND PORT NUMBER
VV... NUMBER OF HOPS
WW... NODE A
XX... NODE J
YY... NODE K
ZZ... NODE L

(57) Abstract: An information communication system and others wherein the communication load of the entire communication network has been reduced. In the information communication system comprising the participations of a plurality of node apparatuses mutually connected via the communication network, a node apparatus has a storing means that stores the IP addresses of one or more particular node apparatuses and the node IDs associated with those IP addresses for each of areas to which those node IDs belong. In a case where an area of the storing means, to which the node ID associated with a node apparatus (node K) that is a source of transmitting the received information belongs, has stored the node ID of another node apparatus (node A), if the number of HOPs from the node K to the local node apparatus is smaller than the number of HOPs from the node A to the local node apparatus, then the node ID is changed to the IP address and node ID of the stored node A, and the storing means is caused to store the IP address and identification information of the node K that is the source of transmitting the information. Thus, this information communication system can solve the problem.

[続葉有]



(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約: 通信ネットワーク全体の通信負荷を軽減した情報通信システム等を提供する。通信ネットワークを介して互いに接続された複数のノード装置の参加により形成された情報通信システムであって、あるノード装置は、一以上の特定のノード装置を示すIPアドレスと、当該IPアドレスに対応するノードIDと、をノードIDの属する領域毎に対応付けて記憶する記憶手段を有し、受信した情報の送信元のノード装置(ノードK)に対応するノードIDの属する記憶手段の領域に、さらに他のノード装置(ノードA)のノードIDが記憶されている場合に、当該ノードKから自ノード装置までのHOP数が、ノードAから自ノード装置までのHOP数よりも小さい場合には、ノードIDを記憶しているノードAのIPアドレス及びノードIDに変えて、情報送信元であるノードKのIPアドレス及び識別情報を記憶手段に記憶させる、情報通信システムにより、上記課題を解決する。

明 細 書

情報通信システム、情報通信方法、情報通信システムに含まれるノード装置および情報処理プログラムを記録した記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、ネットワークを介して互いに接続された複数のノード装置を備えたピアツーピア (Peer to Peer (P2P)) 型の情報通信システム及び方法等の技術分野に関する。

背景技術

[0002] 近年、ピアツーピアという技術が注目されてきている。ピアツーピア型の情報通信システムにおいて、例えば、分散ハッシュテーブル (以下、DHT (Distributed Hash Table) という) を利用して論理的に構築されたオーバーレイネットワークでは、各ノード装置が、当該オーバーレイネットワークに参加している全てのノード装置へのリンク情報 (例えば、IPアドレス) を認識しているわけではなく、参加の際などに得られる一部のノード装置へのリンク情報だけを保持 (記憶) しており、かかるリンク情報に基づき、データの問い合わせ等を行うようになっている。

[0003] このようなオーバーレイネットワークにおいては、ノード装置の参加及び脱退 (離脱) が頻繁に行われても、負荷分散が適切に行われる必要があり、非特許文献1には、オーバーレイネットワークにおいて、参加及び脱退 (離脱) が頻繁に行われる場合であっても、適切に負荷分散を行うための技術が開示されている。

非特許文献1:「分散ハッシュテーブルの軽量な負荷分散手法の検討」 社団法人
電子情報通信学会 信学技報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] あるノード装置はオーバーレイネットワークに参加している他のノード装置へのリンク情報をDHTのルーティングテーブルに登録 (記憶) しており、この登録している情報を元にさらに他のノード装置から受信した情報 (メッセージ) の転送先のノード装置を決定している。このルーティングテーブルへのリンク情報は、オーバーレイネットワークに

参加している他のノード装置と通信を行った際に、当該他のノード装置のリンク情報を登録するかたちで蓄積し、また変更することができる。

[0005] 具体的に、あるノード装置が他のノード装置と通信を行うと、当該他のノード装置のリンク情報に基づいて、ルーティングテーブルにおけるどの位置に当該リンク情報を登録するかを決定する。通常、他のノード装置と通信を行う際に、当該ノード装置を登録すべき位置にさらに他のノード装置のリンク情報が登録されていなければ、当該通信を行ったノード装置のリンク情報を登録する。

[0006] 一方、他のノード装置と通信を行う際に、ルーティングテーブルにおける当該ノード装置を登録すべき位置にさらに他のノード装置のリンク情報が登録されている場合には、(1)元々登録しているノード装置のリンク情報に変えて当該通信を行ったノード装置のリンク情報を登録することもできるし、(2)元々登録しているノード装置のリンク情報をそのまま保持することもできる。また、(3)当該通信を行ったノード装置のリンク情報を登録しなおすか、元々登録しているノード装置のリンク情報をそのまま保持するかをランダムに決定することも考えられる。

[0007] しかしながら、常に(1)通信を行ったノード装置のリンク情報を登録しなおす場合、他のノード装置と通信を行う度にルーティングテーブルが変更されるため、転送のための通信経路の変更が頻繁に起こる。また、(2)元々登録しているノード装置のリンク情報をそのまま保持する場合には、ネットワークに参加した時期が早いノード装置は他のノード装置のルーティングテーブルに登録されている確率が高くなるため、早い時期にネットワークに参加したノード装置がメッセージの転送経路になることが多く、当該ノード装置の負荷が大きくなる。さらに、(3)新たなノード装置のリンク情報を登録しなおすか、元々登録しているノード装置のリンク情報をそのまま保持するかをランダムに決定する場合には、特に根拠がないため、上記(1)(2)の不都合のいずれかが起こる可能性がある。

[0008] 本発明は、以上の不都合に鑑みてなされたものであり、通信ネットワークを介して互いに接続された複数のノード装置を備えたピアツーピア型の情報通信システム及び方法等において、あるノード装置が登録(記憶)する他のノード装置のリンク情報を変更するか否かを決定する手段を提供するものであって、通信ネットワーク全体の通信

負荷を軽減した情報通信システム及び方法等を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

- [0009] 上記課題を解決するために、請求項1に記載の発明は、通信ネットワークを介して互いに接続された複数のノード装置の参加により形成された情報通信システムであって、前記複数のノード装置に含まれる一のノード装置は、一以上の特定の前記ノード装置を示すノード情報と、前記ノード情報に対応する固有の識別情報と、を前記識別情報の属する領域毎に対応付けて記憶する記憶手段と、他の前記ノード装置から情報を受信する情報受信手段と、前記情報受信手段により受信した情報の送信元の前記ノード装置に対応する前記識別情報の属する前記記憶手段の領域に、さらに他の前記ノード装置の前記識別情報が記憶されている場合に、当該送信元のノード装置から自ノード装置までの通信負荷と、前記識別情報を記憶しているノード装置から自ノード装置までの通信負荷と、を比較し当該通信負荷の大きさを判断する比較手段と、前記比較手段が前記送信元のノード装置から自ノード装置までの通信負荷が前記識別情報を記憶しているノード装置から自ノード装置までの通信負荷よりも小さいと判断した場合に、前記識別情報を記憶しているノード装置の前記ノード情報及び前記識別情報に変えて、前記送信元のノード装置の前記ノード情報及び前記識別情報を前記記憶手段に記憶させる記憶情報変更手段と、を有することを特徴とする情報通信システムである。
- [0010] これによれば、受信した情報の送信元のノード装置（例えば、ノードK）に対応する識別情報（例えば、IPアドレスに対応するノードID等）の属する記憶手段の領域（例えば、DHTのルーティングテーブルにおける一の領域等）に、さらに他のノード装置（例えば、ノードA）の識別情報が記憶されている場合に、当該送信元のノード装置（ノードK）及び識別情報を既に記憶しているノード装置（ノードA）のうち、自ノード装置との通信負荷の小さい（例えば、HOP数が小さい等）ノード装置のノード情報（例えば、IPアドレス）及び識別情報を当該識別情報の属する領域に記憶することとなる。
- [0011] そのため、通信負荷のより小さいノード装置の情報に変更するときのみ通信経路の変更が起こり、通信ネットワークの通信負荷は安定する。また、記憶手段の情報を変

更した場合には、より通信負荷の小さいノード装置の情報を記憶し、そのノード装置と通信することとなるため、通信ネットワーク全体における通信負荷が軽減し、通信ネットワーク全体がより安定したものとなる。このように、上記情報通信システムによれば、情報通信システムにおける通信ネットワーク全体の通信負荷を軽減することができる。

[0012] 上記課題を解決するために、請求項2に記載の発明は、通信ネットワークを介して互いに接続された複数のノード装置の参加により形成された情報通信システムにおける通信方法であって、前記複数のノード装置に含まれる一のノード装置が、一以上の特定の前記ノード装置を示すノード情報と、前記ノード情報に対応する固有の識別情報と、を前記識別情報の属する領域毎に対応付けて記憶する工程、他の前記ノード装置から情報を受信する工程、受信した情報の送信元の前記ノード装置に対応する前記識別情報の属する領域に、さらに他の前記ノード装置の前記識別情報が記憶されている場合に、当該送信元のノード装置から自ノード装置までの通信負荷と、前記識別情報を記憶しているノード装置から自ノード装置までの通信負荷と、を比較し当該通信負荷の大きさを判断する工程、前記送信元のノード装置から自ノード装置までの通信負荷が前記識別情報を記憶しているノード装置から自ノード装置までの通信負荷よりも小さいと判断した場合に、前記識別情報を記憶しているノード装置の前記ノード情報及び前記識別情報に変えて、前記送信元のノード装置の前記ノード情報及び前記識別情報を記憶する工程、を有することを特徴とする通信方法である。

[0013] 上記課題を解決するために、請求項3に記載の発明は、通信ネットワークを介して互いに接続された複数のノード装置の参加により形成された情報通信システムに含まれるノード装置であって、一以上の特定の前記ノード装置を示すノード情報と、前記ノード情報に対応する固有の識別情報と、を前記識別情報の属する領域毎に対応付けて記憶する記憶手段と、他の前記ノード装置から情報を受信する情報受信手段と、前記情報受信手段により受信した情報の送信元の前記ノード装置に対応する前記識別情報の属する前記記憶手段の領域に、さらに他の前記ノード装置の前記識別情報が記憶されている場合に、当該送信元のノード装置から自ノード装置まで

の通信負荷と、前記識別情報を記憶しているノード装置から自ノード装置までの通信負荷と、を比較し当該通信負荷の大きさを判断する比較手段と、前記比較手段が前記送信元のノード装置から自ノード装置までの通信負荷が前記識別情報を記憶しているノード装置から自ノード装置までの通信負荷よりも小さいと判断した場合に、前記識別情報を記憶しているノード装置の前記ノード情報及び前記識別情報に変えて、前記送信元のノード装置の前記ノード情報及び前記識別情報を前記記憶手段に記憶させる記憶情報変更手段と、を有することを特徴とするノード装置である。

[0014] これによれば、ノード装置がこのような各手段を有していることにより、情報通信システムにおける通信ネットワーク全体の通信負荷を軽減することができる。

[0015] 上記課題を解決するために、請求項4に記載の発明は、請求項3に記載のノード装置であって、前記記憶手段は、他のノード装置の前記ノード情報と対応付けて前記通信負荷の情報を記憶していることを特徴とするノード装置である。

[0016] これによれば、ノード装置の記憶手段が他のノード装置のノード情報と対応付けて通信負荷の情報を記憶しているため、比較手段において通信負荷を比較する際に、既にノード情報と識別情報を記憶しているノード装置について改めて通信負荷の情報を取得する必要がなく、速やかに比較手段及び記憶情報変更手段を機能させることができる。

[0017] 上記課題を解決するために、請求項5に記載の発明は、請求項3又は4に記載のノード装置であって、前記通信負荷として、他のノード装置と自ノード装置とが通信する際に経由するネットワーク接続機器の数に基づく値を用いることを特徴とするノード装置である。

[0018] これによれば、他のノード装置と自ノード装置とが通信する際に経由するネットワーク接続機器の数に基づく値(例えば、TTL(Time To Live)、RTT(Round Trip Time:パケットの往復遅延時間)等)を通信負荷として比較手段が機能することにより、記憶情報変更手段により、明確な基準に基づいて記憶情報を変更するか否かを決定することができる。また、ネットワーク接続機器の数に基づく値は、各ノード装置間のネットワーク的な距離を考慮した値になるため、よりネットワーク的な距離が短いノード装置の情報がDHTのルーティングテーブルに記憶されることとなり、情報通信システ

ムにおける通信負荷を低減させることができる。

[0019] 上記課題を解決するために、請求項6に記載の発明は、請求項3乃至5のいずれか一項に記載のノード装置であって、前記情報受信手段は、前記情報の送信元のノード装置から前記通信負荷の情報を受信することを特徴とするノード装置である。

[0020] これによれば、情報の送信元のノード装置から通信負荷の情報を受信し、すなわち、情報を送信する側のノード装置が通信負荷の情報を併せて送信することとなるため、比較手段において通信負荷を比較する際に改めて通信負荷の情報を取得する動作を行う必要がない。そのため、他のノード装置から情報を受信すると、比較手段や記憶情報変更手段は、速やかに動作することができる。

[0021] 上記課題を解決するために、請求項7に記載の発明は、請求項3乃至6のいずれか一項に記載のノード装置であって、他のノード装置と通信を確立する初期段階において前記通信負荷の情報を取得し、当該他のノード装置に前記情報を送信する際に併せて前記通信負荷の情報を送信する通信負荷情報送信手段を有することを特徴とするノード装置である。

[0022] これによれば、ノード装置がこのような通信負荷情報送信手段を備えていることにより、情報通信システムが大きく複雑になることなく、他のノード装置から自ノード装置までの通信負荷の情報を取得することができる。

[0023] 上記課題を解決するために、請求項8に記載の発明は、請求項7に記載のノード装置であって、前記通信負荷情報送信手段は、他のノード装置と通信を確立する初期段階において、通信を確立するための信号を送信し、当該信号に応答し通信負荷の情報に対応する信号が含まれた信号を受信し、当該信号を読み取ることにより前記通信負荷の情報を取得することを特徴とするノード装置である。

[0024] これによれば、他のノード装置(例えば、ノードZ)から自ノード装置(例えば、ノードB)に向けての信号から通信負荷の情報を取得し、当該自ノード装置(ノードB)が当該他のノード装置(ノードZ)に通信負荷の情報を送信することにより、他のノード装置(ノードZ)は、自ノード装置(ノードZ)から他のノード装置(ノードB)への通信負荷の情報を取得することとなる。そのため、実際にノード装置(ノードZ)が他のノード装置(ノードB)に情報を送信する等の通信を行う際の通信負荷の情報を有していることに

なるため、情報通信システムにおける通信負荷を軽減するために、より適切な他のノード装置のノード情報及び識別情報を記憶することが可能となる。

[0025] 上記課題を解決するために、請求項9に記載の発明は、請求項7又は8に記載のノード装置であって、前記通信負荷情報送信手段は、前記通信負荷の情報を取得する際にRAWソケットを用い、他のノード装置に前記情報及び前記通信負荷の情報を送信する際に通常のソケットを用いることを特徴とするノード装置である。

[0026] これによれば、ノード装置が通信負荷の情報を取得する際のインターフェイスとしてのみRAWソケットを用い、他のノード装置に情報及び通信負荷の情報を送信する際のインターフェイスとして通常のソケット(ノーマルソケット)を用いることにより、ノード装置における通信負荷の情報を取得することを実現できる。ノード装置が具体的にこのような通信負荷情報送信手段を備えていることにより、情報通信システムが大きく複雑になることなくノード装置において通信負荷の情報を取得することができる。

[0027] 上記課題を解決するために、請求項10に記載の情報処理プログラムがコンピュータ読み取り可能に記録されていることを特徴とする記録媒体は、コンピュータを、請求項3乃至9のいずれか一項に記載のノード装置として機能させることを特徴とする。

発明の効果

[0028] 本発明によれば、ノード装置が上記各手段、特に比較手段と記憶情報変更手段とを有していることにより、情報通信システムにおける通信ネットワーク全体の通信負荷を軽減することができる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]本実施形態に係る情報通信システムにおける各ノード装置の接続態様の一例を示す図である。

[図2]DHTによるID空間及びルーティングテーブルが作成される様子の一例を示す図である。

[図3](A)レベル1のテーブルの一例である。(B)レベル2のテーブルの一例である。(C)レベル3のテーブルの一例である。(D)完成したルーティングテーブルの一例である。

[図4]ノード装置1の概要構成例を示す図である。

[図5] (A)は、実施形態に用いられるノードZが保持するルーティングテーブルの一例、(B)～(F)は、登録されているノード装置及び新規のノード装置に対応する情報を示す各例である。

[図6] (A)は、自ノード装置と他のノード装置の通信形態を示す例であり、(B)は、送受信するパケットを模式的に表した図である。

[図7] 通常のTCPプロトコルを用いた場合のコネクションの確立方法を示す図である。

[図8] 通常のTCPプロトコルを用いた場合のコネクションの切断方法を示す図である。

[図9] TCPプロトコルを用いた場合のTTLの測定方法を示す図である。

[図10] UDPプロトコルを用いた場合のTTLの測定方法を示す図である。

[図11] ノード装置1における基本処理を示すフローチャートである。

[図12] ノード装置1におけるメッセージ送信処理を示すフローチャートである。

[図13] ノード装置1におけるメッセージ送信処理を示すフローチャートである。

[図14] ノード装置1における他のノード装置1のテーブルへの登録処理を示すフローチャートである。

[図15] ノード装置1における他のノード装置1のテーブルからの削除処理を示すフローチャートである。

[図16] ノード装置1が通信ネットワークに参加した後にDHTのルーティングテーブルを作成する様子を説明する図である。

[図17] (A)～(C)は、他のノード装置1が記憶するDHTのルーティングテーブルを示す各図である。

符号の説明

- [0030]
- 1 ノード装置
 - 8 ネットワーク
 - 9 オーバレイネットワーク
 - 11 制御部
 - 12 記憶部
 - 13 バッファメモリ
 - 14 デコーダ部

15 映像処理部

16 表示部

17 音声処理部

18 スピーカ

20 通信部

21 入力部

22 バス

S 情報通信システム

発明を実施するための最良の形態

[0031] 以下、本発明の最良の実施形態を図面に基づいて説明する。以下に説明する実施の形態は、DHT、ノード情報としてのIPアドレス、識別情報としてのノードIDを利用した情報通信システムに本発明を適用した場合の実施形態である。本実施形態では、上記情報通信システムにおいて、ノード装置が通信負荷の情報としてのTTL(Time To Live)を利用してDHTのルーティングテーブルにおける情報の変更を行うか否かを決定する。なお、本発明の情報通信システム等の発明は、以下に説明する実施形態に限定されず、本発明の技術思想の範囲内で適宜変更して実施される。

[0032] [1. 情報通信システムの構成等]

始めに、図1を参照して、情報通信システムの概要構成等について説明する。

[0033] 図1は、本実施形態に係る情報通信システムにおける各ノード装置の接続態様の一例を示す図である。

[0034] 図1の下部枠101内に示すように、IX(Internet eXchange)3、ISP(Internet Service Provider)4、DSL(Digital Subscriber Line)回線事業者(の装置)5、FTTH(Fiber To The Home)回線事業者(の装置)6、および通信回線(例えば、電話回線や光ケーブル等)7等によって、インターネット等のネットワーク(現実世界のネットワーク)8が構築されている。

[0035] 情報通信システムSは、このようなネットワーク8を介して相互に接続された複数のノード装置1a, 1b, 1c...1x, 1y, 1z...を備えて構成されることになり、ピアツーピア方式のネットワークシステムとなっている。各ノード装置1a, 1b, 1c...1x, 1y, 1z...

には、ノード装置を示す情報(本発明におけるノード情報)としての固有の製造番号およびIP(Internet Protocol)アドレスが割り当てられている。なお、製造番号およびIPアドレスは、複数のノード装置1間で重複しないものである。なお、以下の説明において、ノード装置1a, 1b, 1c...1x, 1y, 1z...のうち何れかのノード装置を示す場合には、便宜上、ノード装置1という場合がある。

[0036] [1. 1. DHTの概要]

以下に、本実施形態に係る分散ハッシュテーブル(以下、DHT(Distributed Hash Table)という)を利用したアルゴリズムについて説明する。

[0037] 上述した情報通信システムSにおいて、当該ノード装置1同士が、互いに情報をやり取りする際には、お互いのノード情報としてのIPアドレスを知っていなければならない。

[0038] 例えば、コンテンツを互いに共有するシステムにおいては、ネットワーク8に参加している各ノード装置1が互いにネットワーク8に参加している全てのノード装置1のIPアドレスを知っておくのが単純な手法であるが、端末数が何万何十万と多数になると、その全てのノード装置1のIPアドレスを覚えておくのは現実的ではない。また、任意のノード装置の電源がON或いはOFFとすると、各ノード装置1にて記憶している当該任意のノード装置のIPアドレスの更新が頻繁になり、運用上困難となる。

[0039] そこで、1台のノード装置1では、ネットワーク8に参加している全てのノード装置1のうち、必要最低限のノード装置1のIPアドレスだけを覚えて(記憶して) おいて、IPアドレスを知らない(記憶していない) ノード装置1については、各ノード装置1間で互いに情報を転送し合って届けてもらうというシステムが考案されている。

[0040] このようなシステムの一例として、DHTを利用したアルゴリズムによって、図1の上部枠100内に示すような、オーバーレイネットワーク9が構築されることになる。つまり、このオーバーレイネットワーク9は、既存のネットワーク8を用いて形成された仮想的なリンクを構成するネットワークを意味する。

[0041] 本実施形態においては、DHTを利用したアルゴリズムによって構築されたオーバーレイネットワーク9を前提としており、このオーバーレイネットワーク9上に配置されたノード装置1を、情報通信システムSに参加(言い換えれば、オーバーレイネットワーク9に参

加)しているノード装置1という。なお、情報通信システムSへの参加は、未だ参加していないノード装置が、既に参加している任意のノード装置1に対して参加要求(以下において、参加メッセージとも言う。)を送ることによって行われる。

[0042] 情報通信システムSに参加している各ノード装置1のノードID(識別情報)は、それぞれのノード装置毎にユニーク(固有)な番号を付与する。この番号は、ノード装置の最大運用台数を収容できるだけのbit数を持たせる必要がある。例えば、128bitの番号とすれば、 $2^{128} = 340 \times 10^{36}$ 台のノード装置を運用できる。

[0043] より具体的には、各ノード装置1のノードIDは、それぞれのノード装置のIPアドレスあるいは製造番号等のノード装置毎に固有の値を、共通のハッシュ関数(ハッシュアルゴリズム)によりハッシュ化して得たハッシュ値であり、一つのID空間に偏りなく分散して配置されることになる。このように共通のハッシュ関数により求められた(ハッシュ化された)ノードIDは、当該IPアドレスあるいは製造番号が異なれば、同じ値になる確率が極めて低いものである。なお、ハッシュ関数については公知であるので詳しい説明を省略する。なお、本実施形態では、IPアドレス(グローバルIPアドレス;ノード情報)を共通のハッシュ関数によりハッシュ化した値をノードID(GUID(Global Unique Identifier);識別情報)とする。

[0044] [1. 2. ルーティングテーブルの作成]

図2を参照して、DHTで用いるルーティングテーブルの作成手法の一例について説明する。図2は、DHTによってルーティングテーブルが作成される様子の一例を示す図である。

[0045] 各ノード装置1に付与されたノードIDは、共通のハッシュ関数によって生成したため、図2(A)乃至図2(C)に示す如く、同一のリング状のID空間上にさほど偏ることなく、散らばって存在するものとして考えることができる。同図は8bitでノードIDを付与し、図示したものである。図中黒点はノードIDを示し、反時計回りでIDが増加するものとする。

[0046] まず、図2(A)に示す如く、ID空間を幾つかのエリアに分割する。実際には、16分割程度が良く用いられるが、説明を簡単にするためここでは4分割とし、IDをビット長8Bitの4進数で表すこととした。そして、ノード装置1NのノードIDを「1023」とし、この

ノード装置1Nのルーティングテーブルを作る例について説明する。

[0047] (レベル1のルーティング)

まず、ID空間を4分割とすると、それぞれのエリアは4進数で表すと最大桁が異なる4つのエリア「0XXX」「1XXX」、「2XXX」、「3XXX」(Xは0から3の整数、以下同様。)で分けられる。ノード装置1Nは、当該ノード装置1N自身のノードIDが「1023」であるため、図中左下「1XXX」のエリアに存在することになる。そして、ノード装置1Nは、自分の存在するエリア(すなわち、「1XXX」のエリア)以外のエリアに存在するノード装置1とメッセージの送受信をした際に、当該ノードIDのIPアドレスをレベル1のテーブルに記憶する。図3(A)がレベル1のテーブルの一例である。2列目はノード装置1N自身を示しているため、IPアドレスを記憶する必要は無い。

[0048] (レベル2のルーティング)

次に、図2(B)に示す如く、上記ルーティングによって4分割したエリアのうち、自分の存在するエリアを更に4分割し、更に4つのエリア「10XX」「11XX」、「12XX」、「13XX」と分ける。そして、上記と同様に自分の存在するエリア以外のエリアに存在するノード装置1とメッセージの送受信をした際に、当該ノードIDのIPアドレスをレベル2のテーブルに記憶する。図3(B)がレベル2のテーブルの一例である。1列目はノード装置1N自身を示しているため、IPアドレスを記憶する必要は無い。

[0049] (レベル3のルーティング)

さらに、図2(C)に示す如く、上記ルーティングによって4分割したエリアのうち、自分の存在するエリアを更に4分割し、更に4つのエリア「100X」「101X」、「102X」、「103X」と分ける。そして、上記と同様に自分の存在するエリア以外のエリアに存在するノード装置1とメッセージの送受信をした際に、当該ノードIDのIPアドレスをレベル1のテーブルに記憶する。図3(C)がレベル3のテーブルの一例である。3列目はノード装置1N自身を示しているため、IPアドレスを記憶する必要は無く、2列目、4列目はそのエリアにノード装置が存在しないため空白となる。

[0050] このようにして、レベル4まで同様にルーティングテーブルを図3(D)に示す如く作成することにより、8bitのID全てを網羅することができる。レベルが上がる毎にテーブルの中に空白が目立つようになる。

[0051] 以上説明した手法に従って作成したルーティングテーブルを、全てのノード装置1が夫々作成して所有することになる。このように、ノード装置1は、他のノード装置1のノード情報としてのIPアドレスと、識別情報としてのノードIDと、識別情報の属する領域としてのノードID空間のエリア、すなわちDHTの各レベル及び各列と、を対応付けて記憶している。ここで、自ノード装置1NのノードIDに最も近いノードIDに対応するノード装置を、後述するルートノード(図2(C)及び図3(D)においてはノードID:1000のノード装置)とする。

[0052] なお、ノードIDの桁数に応じてレベルの数が決まり、進数の数に応じて図3(D)における各レベルの注目桁の数が決まる。具体的に、16桁16進数である場合には、64bitのIDとなり、レベル16で注目桁の(英)数字は0～fとなる。後述するルーティングテーブルの説明においては、各レベルの注目桁の数を示す部分を単に「列」又は「列数」ともいう。

[0053] [2. ノード装置の構成等]

次に、図4を参照して、ノード装置1の構成および機能について説明する。尚、各ノード装置1の構成は同じである。図4は、ノード装置1の概要構成例を示す図である。

[0054] 各ノード装置1は、図4に示すように、演算機能を有するCPU、作業用RAM、各種データおよびプログラムを記憶するROM等から構成されたコンピュータとしての制御部11と、コンテンツデータ、インデックス情報、上記DHTおよびプログラム等を記憶保存(格納)するためのHD等から構成された記憶手段としての記憶部12(上記コンテンツデータは、保存されていないノード装置1もある)と、受信されたコンテンツデータ等を一時蓄積するバッファメモリ13と、コンテンツデータに含まれるエンコードされたビデオデータ(映像情報)およびオーディオデータ(音声情報)等をデコード(データ伸張や復号化等)するデコーダ部14と、当該デコードされたビデオデータ等に対して所定の描画処理を施しビデオ信号として出力する映像処理部15と、当該映像処理部15から出力されたビデオ信号に基づき映像表示するCRT、液晶ディスプレイ等の表示部16と、上記デコードされたオーディオデータをアナログオーディオ信号にD(Digital)/A(Analog)変換した後これをアンプにより増幅して出力する音声処理部17と、当該音声処理部17から出力されたオーディオ信号を音波として出力するスピー

カ18と、ネットワーク8を通じて他のノード装置1との間の情報の通信制御を行うための通信部20と、ユーザからの指示を受け付け当該指示に応じた指示信号を制御部11に対して与える入力部(例えば、キーボード、マウス、或いは、操作パネル等)21と、を備えて構成され、制御部11、記憶部12、バッファメモリ13、デコーダ部14および通信部20はバス22を介して相互に接続されている。

[0055] そして、制御部11におけるCPUが記憶部12等に記憶された各種プログラムを実行することにより、ノード装置1全体を統括制御するようになっており、また、入力部21からの指示信号に応じて、コンテンツデータ登録処理等を行うようになっている。ノード装置1は、実行されるプログラムに応じて、情報を送信(転送)するノード装置、情報を受信するノード装置等として機能する。また、ノード装置1の制御部11は、本発明の情報受信手段、比較手段、記憶情報変更手段、通信負荷情報送信手段、として機能する。

[0056] [3. 情報通信システムの概略]

本実施形態の情報通信システムSの概略を図5を用いて説明する。本実施形態の情報通信システムSは、一のノード装置1が通信負荷の情報としてのTTL(Time To Live)又はHOP数を利用してDHTのルーティングテーブルにおける他のノード装置1の情報の変更を行うか否かを決定する。情報を変更する場合には、通信ネットワーク全体の通信負荷が小さくなるように行う。以下において、DHTのルーティングテーブルを単にテーブルとも言う。また、他のノード装置のノード情報及び識別情報の記憶について、「登録」という言い方も用いる。

[0057] 一のノード装置1(ノードZ)は、例えば、図5(A)に示すようなDHTのルーティングテーブルを記憶部12に記憶している。DHTのルーティングテーブルは、一以上の特定のノード装置1(ノードA～ノードH)を示すノード情報としてのIPアドレス及びポート番号と、当該ノード情報に対応する固有の識別情報としてのノードIDと、をノードIDの属する領域毎に対応付けて記憶されたものである。なお、以下の実施形態の説明においては、ノード情報としてのポート番号の記載は省略する場合があるが、IPアドレスとポート番号は常に組みにしてノード装置1に記憶されており、IPアドレスとポート番号とノードIDが対応付けてノード装置1に記憶されている。通常、ノード情報とし

てIPアドレスはノード装置1に必須に記憶されているが、これに対してポート番号は、各ノード装置1におけるポート番号を共通にすることによりノード情報として記憶する必要がない場合もある。

[0058] 本実施形態では、図5(B)に一の領域毎に記憶している情報の例を示すように、記憶部12が、このテーブルにおいて、HOP数の値を上記IPアドレス又はノードIDに対応付けて記憶しているものとする。図5(C)～図5(F)は、図5(B)に倣って、記憶している他のノード装置1(ノードA)の情報(図5(C))、メッセージ等を受信することにより取得したノード装置1(ノードJ)の情報(図5(D))、同様にメッセージ等を受信することにより取得したノード装置1(ノードK)の情報(図5(E))、同様にメッセージ等を受信することにより取得したノード装置1(ノードL)の情報(図5(F))、を示す。

[0059] ノードZが、例えば、図5(D)に示すノードJからメッセージ等の情報を受信した場合には、ノードJのノードID[0331]の属するテーブルの領域(レベル1、各レベルの注目桁X=0)に記憶されているノードAのHOP数(4)と、ノードJのHOP数(7)とを比較し、HOP数の小さい方(他のノード装置と自ノード装置とが通信を行った場合に通信ネットワーク全体に与える通信負荷が小さい方)のノード装置の情報を記憶する。ここでは、ノードJよりもノードAの方がHOP数が小さいため、ノードJの情報は記憶せずに、ノードAの情報を保持する。

[0060] 一方、ノードZが図5(E)に示すノードKからメッセージ等の情報を受信した場合には、ノードKのノードID[0103]の属するテーブルの領域(レベル1、各レベルの注目桁X=0)に記憶されているノードAのHOP数(4)と、ノードKのHOP数(2)とを比較し、HOP数の小さい方を記憶する。ここでは、ノードAよりもノードKの方がHOP数が小さいため、ノードAに変えてノードKの情報を記憶する。

[0061] なお、ノードZが図5(F)に示すノードLからメッセージ等の情報を受信した場合には、ノードLのノードID[1002]の属するテーブルの領域(レベル3、各レベルの注目桁X=0)に他のノード装置が記憶されていないため、新規にノードLの情報を記憶する。

[0062] [3. 1本実施形態の情報通信システムの動作]

次に、本実施形態の情報通信システムSの動作について図5乃至図17を用いて説

明する。

[0063] [3. 1. 1. 情報通信システム全体の動作]

以下に、図5乃至図10を参照して、本実施形態の情報通信システム全体の動作について説明する。

[0064] 一のノード装置1をノードZとし、ノードZが図5(A)に示す4桁4進数からなるDHTのルーティングテーブルを保持していることが前提となる。このテーブル及び図5(B)の例に示すように、レベル1～4×各レベルの注目桁X=0～3のいずれかのエリアに属するノードA～ノードHのIPアドレス(ノード情報)、ノードID(識別情報)、HOP数(通信負荷の情報)を、ノードZが記憶している。

[0065] (テーブルを変更する形態)

ノード装置1(ノードZ)の制御部11は、他のノード装置1(例えば、図5(E)に示すノード装置1(ノードK))から情報を受信する。制御部11は、受信した情報の送信元のノードKに対応するノードID[0103]の属する記憶部12におけるテーブルの領域(レベル1、各レベルの注目桁=0)に、さらに他のノード装置1(ノードA)のノードID[0211]が記憶されている場合に、当該送信元のノードKから自ノード装置1(ノードZ)までのHOP数と、ノードIDを記憶しているノードAから自ノード装置1(ノードZ)までのHOP数と、を比較し当該HOP数の大きさを判断する。

[0066] 制御部11は、送信元のノードKから自ノード装置1(ノードZ)までのHOP数がノードIDを記憶しているノードAから自ノード装置1(ノードZ)までのHOP数よりも小さい(すなわち、各ノード装置と通信をした場合に通信ネットワーク全体に及ぼす通信負荷が小さい)と判断した場合に、ノードIDを記憶しているノードAのIPアドレス及びノードIDを変えて、送信元のノードKのIPアドレス及びノードIDを記憶部12のDHTのルーティングテーブルに記憶させる。

[0067] 一方、ノード装置1(ノードZ)の制御部11は、他のノード装置1(例えば、図5(D)に示すノード装置1(ノードJ))から情報を受信すると、送信元のノードJに対応するノードID[0331]の属する記憶部12におけるDHTのルーティングテーブルの領域(レベル1、各レベルの注目桁=0)に、さらに他のノード装置1(ノードA)のノードID[0211]が記憶されている場合に、当該送信元のノードJから自ノード装置1(ノードZ)までの

HOP数と、ノードIDを記憶しているノードAから自ノード装置1(ノードZ)までのHOP数と、を比較し当該HOP数の大きさを判断する。

[0068] 制御部11は、送信元のノードJから自ノード装置1(ノードZ)までのHOP数がノードIDを記憶しているノードAから自ノード装置1(ノードZ)までのHOP数よりも大きい(すなわち、各ノード装置と通信をした場合に通信ネットワーク全体に及ぼす通信負荷が大きい)と判断した場合には、ノードIDを記憶しているノードAのIPアドレス及びノードIDを変えずにそのまま保持する。

[0069] なお、制御部11は、情報の送信元のノード装置1から自ノード装置1(ノードZ)までのHOP数がノードIDを記憶しているノード装置1(A)から自ノード装置1(Z)までのHOP数と同じと判断した場合には、ノードIDを記憶しているノード装置1(例えば、ノードA)のIPアドレス及びノードIDを変えずにそのまま保持することもできるし、所定回数に一度等の割合で変更してもよい。

[0070] (通信負荷の情報を取得する形態)

ノード装置1が上述の通信負荷の情報であるTTLの値又はHOP数を取得する形態について図6乃至図10を参照して説明する。本実施形態においては、ノード装置1の情報受信手段としての制御部11が、情報の送信元のノード装置からTTLの値又はHOP数の情報を受信する。

[0071] 図6(A)に示すように、自ノード装置1(例えば、ノードZ)と他のノード装置1(例えば、ノードB)とは、一以上のルータを介して通信が行われる。そして、この通信においては、通常、図6(B)に示すIPヘッダとIPデータとからなるパケットが送受信されている。図6(B)に示すように、IPヘッダには、TTL(Time To Live;生存時間)等の通信負荷を示す情報が含まれている。

[0072] ここで、TTLは、パケットの有効期間を表す値であり、二つのノード装置間で通信する際に経由するルータ等のネットワーク接続機器の数に基づく値である。TTLは、最大255までの整数値で表され、ルータ等を一回経由する度に値が1減少する。TTLが0になったパケットは、その時点で廃棄され、廃棄通知がパケットの送信元に届くようになっている。TTLは、設定の誤りによるパケットの無限ループを防止するために設定された機能であり、元々は秒単位でのパケットの生存時間を示すことを意図して

いたが、実際に経過時間を測定することは困難なため、ルータの通過回数で有効期間を表す形になった。TTLは、送信元コンピュータが自由に設定できるが、ネットワーク上の距離が遠い(多くのルータを介しないと通信ができない)ノード装置に情報を送信するときには、TTLをある程度大きい値に設定してパケットを送出しないと、パケットが目的のノード装置に到達する前にTTLが0になってしまい、パケットが相手のノード装置に到達できなくなる。このTTLの設定値から、受信したパケットにおけるTTLの値を引いた値が、HOP数となる($\text{TTL設定値} - \text{TTL値} = \text{HOP数}$)。

[0073] 上述のように、ノード装置1が受信するパケットのIPヘッダには、TTLの情報が含まれているが、TCPプロトコルを扱う一般的なソケットプログラミングにおいて、通常のインターフェイスであるノーマルソケットを用いた通信の場合には、ノード装置1はTTLの値を読み取ることができない。他のインターフェイスであるRAWソケットを用いれば、TTLの値を読み取ることができるが、この場合にはプロトコル制御を全てプログラミングしなければいけなくなる。また、この手法によるとプログラマーの労力が多大になるため、以下に示すように、通信の一部分のみにRAWソケットを用いる手法を用いることが好ましい。

[0074] TTLを測定するために、ノード装置1(ノードZ)の通信負荷情報送信手段としての制御部11は、図6(A)に示すように、他のノード装置1(例えば、ノードB)に情報を送信する際には、その通信を確立する初期段階においてTTL測定用の要求パケットを送信し、TTL測定用の応答パケットを受信する。ノードZは、応答パケットの信号からTTLの値を読み出すことにより、他のノード装置1(ノードB)から自ノード装置(ノードZ)までのTTLの値を取得することができる。なお、TTLの初期値は予め決めておき、例えば、64、上記最大値の255等とする。

[0075] ここで、図7に通常のTCPプロトコルを用いた場合のコネクションの確立方法、図8に通常のTCPプロトコルを用いた場合のコネクションの切断方法、図9にTCPプロトコルを用いた場合のTTLの測定方法、図10にUDPプロトコルを用いた場合のTTLの測定方法を示す。

[0076] 図7に示すように、通常のTCPプロトコルにおいては、他のノード装置とのコネクションを確立するために、まず、自ノード装置1(ノードZ)があるノード装置1(ノードB)へ

SYNパケット(通信を確立するための信号)を送信する。当該SYNパケットをノードBが受信すると、ノードBはパッシブ・オープン処理を開始して、受信確認(ACK)とノードZへのSYNのパケットを送信する。当該ACK/SYNパケットをノードZが受信すると、ノードZは受信確認(ACK)のパケットをノードBに送信して、オープン処理が完了し、次いで、本来のメッセージ(情報)がノードZからノードBに送信されることとなる。

[0077] また、図8に示すように、通常のTCPプロトコルにおいては、本来のメッセージ(情報)がノードZからノードBに送信されて終わると、他のノード装置とのコネクションを切断するために、まず、自ノード装置1(ノードZ)がそれまで通信していたノード装置(ノードB)へFINパケットを送信する。当該FINパケットをノードBが受信すると、ノードBはクローズの要求を受理し、受信確認(ACK)のパケットをノードZへ送信する。また、ノードBは、ノードZへFINパケットを送信する。当該FINパケットをノードZが受信すると、ノードZはクローズの要求を受理し、受信確認(ACK)のパケットをノードBへ送信する。

[0078] ここで、TTLの値は図6(B)にも示したように、パケットのIPヘッダ部分に含まれている情報(または信号)であるが、TCPのソケットプログラミングにおける通常のインターフェイスであるノーマルソケットを用いた手順では、各ノード装置1がTTLの値を認識することができない。そのため、TTLの値を取得するために、他のインターフェイスであるRAWソケットを併用することが好ましい。

[0079] 図9にTCPプロトコルを用いた場合のTTLの測定方法を示すように、自ノード装置1(ノードZ)は、RAWソケットを用い、SYNパケットを他のノード装置1(ノードB)に送信する。SYNパケットを受信したノードBは、ノードZにACK/SYNパケットを送信する。ノードZは、RAWソケットを用いてACK/SYNパケットを受信することにより、ACK/SYNパケット中のTTLを取得することができる。このように、ノードZは、ノードBとのコネクションを確立する前にTTLを取得できるため、図7に示すACKパケットではなく、RSTパケットまたはFINパケットをノードBに送信し、RAWソケットを用いた通信を終了する。その後、ノードZは、受信したACK/SYNパケット(TTLの値の情報に対応する信号が含まれた信号)におけるTTLの値の情報に対応する信号を読み取

ることにより、TTLの値の情報を取得する。また、ノードZは、TTLの値からHOP数を算出できる。そして、ノードZは、ノーマルソケットを用い、ACK／SYNパケットから取得したHOP数の情報を本来のメッセージに付加してノードBに送信する。図9におけるこれ以下のオープン処理、メッセージ送信処理及びクローズ処理は、図7及び図8を参照して説明したものと同様である。このように、ノードBは、自ノード装置1(ノードB)から他のノード装置1であるノードZへの通信負荷の情報(HOP数)を取得することができる。

[0080] また、図10にUDPプロトコルを用いた場合のTTLの測定方法を示すように、自ノード装置1(ノードZ)は、パケットヘッダとメッセージ部とからなるUDPパケットを作成し、UDPパケットのヘッダが付加されたTTL測定用メッセージとして他のノード装置1(ノードB)に送信することもできる。このとき、RAWソケットを用いてUDPパケットを送信する。UDPパケットを受信したノードBは、ノードZに応答メッセージを送信する。ノードZは、RAWソケットを用いて応答メッセージを受信することにより、応答メッセージ中のTTLを取得することができる。その後、ノードZは、TTLの値から算出したHOP数の情報を本来のメッセージに付加し、ノーマルソケットを用いてノードBに送信する。このことにより、ノードBは、自ノード装置1(ノードB)から他のノード装置1であるノードZへの通信負荷の情報(HOP数)を取得することができる。

[0081] 本実施形態においては、図5(A)及び図5(C)等を示すように、あるノード装置1(ノードZ)が他のノード装置1(例えば、ノードA等)から情報を受信し、DHTのルーティングテーブルに当該ノード装置の情報を記憶する場合には、当該ノード装置のIPアドレス、ポート番号、ノードIDとともに受信したHOP数の情報を通信負荷の情報として記憶する。

[0082] [3. 1. 2. ノード装置の動作]

次に、一のノード装置1(上述のノードZ)が情報通信システムSにおける通信ネットワークに参加した後、DHTのルーティングテーブルにおけるあるエリアに既に他のノード装置1(例えば、上述のノードA)の情報が記憶されている場合に、さらに同じエリアに属する他のノード装置1(例えば、上述のノードJ、ノードK等)から情報を受信しノードAの情報を書き換えるか否かを決定する処理について、図11から図15のフロー

チャートを参照して説明する。

[0083] なお、このフローチャートを用いた説明においては、ノードZが通信ネットワークに参加した後、他のノード装置から応答メッセージ(返信情報)を受信することにより、当該応答メッセージの送信元のノード装置の情報を元にDHTのルーティングテーブルを作成する処理が含まれる。フローチャートの説明の前に、このDHTのルーティングテーブルを作成する処理の概要について、図16及び図17を参照して説明する。

[0084] (O) 参加後にDHTのルーティングテーブルを作成する態様

図16に示すように、ノードZが情報通信システムSにおける通信ネットワークに参加すると、ノードZは、コンタクトノード(既にIPアドレスを知っている任意のノード装置)であるノードBに参加メッセージを送信する(矢印101)。すると、ノードBは返信情報としての応答メッセージをノードZに送信する(矢印102)。次いで、ノードBは、存在確認情報としての存在確認メッセージを図17(A)に示すようにレベル1に登録しているノードA、ノードE、ノードCに順次送信する(矢印103、105、107)。すると、ノードAは応答メッセージをノードZに送信し(矢印104)、ノードEは応答メッセージをノードZに送信し(矢印106)、ノードCは応答メッセージをノードZに送信する(矢印108)。なお、図17(A)～(C)において、レベル数の左に▲印がある場合には、そのレベルに登録されたノード装置に存在確認メッセージを送信することを意味し、二重の四角で囲まれたノード装置は、当該ノード装置に参加メッセージを転送することを意味する。

[0085] そして、ノードBは、参加メッセージをノードZのルートノードに向けて、ここではノードEに転送する(矢印109)。このとき、存在確認メッセージの送信先を次のレベル2である旨の情報を参加メッセージに付加する。次いで、ノードEは、存在確認メッセージを次のレベル2に登録しているノードG、ノードD、ノードFに順次送信する(矢印110、112、114)。すると、ノードGは応答メッセージをノードZに送信し(矢印111)、ノードDは応答メッセージをノードZに送信し(矢印113)、ノードFは応答メッセージをノードZに送信する(矢印115)。

[0086] そして、ノードEは、参加メッセージをノードZのルートノードに向けて、ここではノードGに転送する(矢印116)。このとき、存在確認メッセージの送信先を次のレベル3である旨の情報を参加メッセージに付加する。次いで、ノードGは、存在確認メッセー

ジを次のレベル3に登録しているノードHに送信する(矢印117)。すると、ノードHは応答メッセージをノードZに送信する(矢印118)。ここで、ノードGは、ノードZのルートノードであり、これ以上転送先がないため、処理を終了する。

[0087] (1) ノード装置の基本処理

フローチャートに戻り、図11を参照してノード装置1(ノードZ)の基本処理について説明する。なお、ノードZは、通信ネットワークに参加した後、上述の図16に示した手順により図5(A)に示すDHTのルーティングテーブルを作成し、保持(記憶)するものとする。

[0088] ノードZの制御部11は、入力部21等により自ノード装置に電源が入れられたことを認識すると、当該ノードZの各種設定が初期化され、基本処理を開始する(スタート)。なお、ノードZは、通信ネットワークに参加した際にまず通信を行うコンタクトノード装置1(ノードB)のIPアドレスとポート番号を保持していることを前提とする。

[0089] 基本処理が開始されると、制御部11は、コンタクトノード(ノードB)へ送信する参加メッセージの packets を作成する(ステップS1)。

[0090] 次いで、制御部11は、作成した参加メッセージの packets について、メッセージ送信処理を行う(ステップS2)。なお、メッセージ送信処理については、図12を用いて後述する。

[0091] 次いで、制御部11は、電源が切られたか否かを判断し(ステップS3)、通常、電源が入れられた直後は電源が切られないため、電源が切られていないと判断し(ステップS3; NO)、他のノード装置1からメッセージ(情報)を受信したか否かを判断する(ステップS4)。このとき、少なくともノードBから応答メッセージを受信することとなるため、他のノード装置1(ノードB)からメッセージを受信したと判断し(ステップS4; YES)、メッセージの受信処理を行う(ステップS5)。なお、メッセージ受信処理については、図13を用いて後述する。

[0092] 次いで、制御部11は、受信したメッセージの送信元のノード装置1(ノードB)について、テーブルへの登録処理を行う(ステップS6)。このテーブルへの登録処理については、図14を用いて後述する。このとき、ノードZのテーブルにおける、レベル1、各レベルの注目桁X=2のエリアに、ノードBの情報が登録される(図5(A)参照)。

[0093] 次いで、制御部11は、ステップS3に戻り、電源が切られておらず(ステップS3;NO)、メッセージを受信していない場合には(ステップS4;NO)、入力部21等からの入力に応じたその他の処理を行い(ステップS7)、ステップS3に戻る。ノードZの制御部11は、以後、ステップS3～S6または、ステップS3、S4、S7の動作を場合に応じて繰り返し、ノードZの電源が切られた場合には、そのように判断し(ステップS3;YES)、基本処理を終了する(エンド)。

[0094] (2) ノード装置のメッセージ送信処理

図12及び上述の図9を参照してノードZのメッセージ送信処理について説明する。なお、ノードZは、各種メッセージ等の情報を送信する際に、その初期段階においてRAWソケットを用いてTTLの値の情報を取得し、その後、ノーマルソケットを用いてHOP数の情報を付加した情報を送信するものとする。

[0095] ノードZの制御部11は、上述の基本処理におけるメッセージ送信処理(ステップS2)がスタートすると、このメッセージ送信処理を開始する(スタート)。この前提として、メッセージの内容及び宛先となるノード装置のIPアドレスが含まれたパケットが作成されている。

[0096] メッセージ送信処理が開始されると、制御部11は、RAWソケットを作成する(ステップS11)。次いで、制御部11は、メッセージの宛先となるノード装置1に対し、TTL測定要求パケットを送信し、当該パケットを送信できたか否かを判断する(ステップS12)。ノードZがコンタクトノードであるノードBにパケットを送信した場合には、通常、ノードBが存在しており、パケットを送信できるため、そのように判断し(ステップS12;YES)、次いで、宛先となるノード装置からTTL測定応答パケットを受信できたか否かを判断する(ステップS13)。

[0097] ノードZがコンタクトノードであるノードBにパケットを送信した場合には、通常、存在するノードBから応答パケットを受信できるため、制御部11はそのように判断し(ステップS13;YES)、次いで、応答パケットのIPヘッダからTTLの値の情報を読み出す(ステップS14)。ここでは、TTLの値を仮に249とし、TTLの設定値を255とする。

[0098] 次いで、制御部11は、RAWソケットを閉じ(ステップS15)、TTLの設定値(255)から受信した応答パケットのTTLの値(249)を引き、この値(6)をHOP数とする(ス

テップS16)。制御部11は、自ノード装置のIPアドレス情報と算出したHOP数の情報を作成されているパケットに付加し、予め定められた送信先のノード装置1(ノードB)にノーマルソケットで当該パケットを送信し、メッセージ送信処理が成功したものであるとして、元々の処理の流れ、ここではステップ3に戻る(リターン・成功)。

[0099] 一方、メッセージの送信先のノード装置1が存在せず、TTL測定要求パケットを送信できなかった場合(ステップS12;NO)や、TTL測定応答パケットを受信できなかった場合(ステップS13;NO)は、RAWソケットを閉じ(ステップS18)、メッセージ送信処理が失敗したものであるとして、元々の処理の流れ、ステップ3に戻る(リターン・失敗)。

[0100] これらの処理により、ノードZからメッセージを受信したノード装置1(ここではノードB)は、HOP数(上記の6)の情報を受け取ることができ、メッセージを送信したノード装置1の情報をテーブルに登録する場合には、併せてHOP数の情報を記憶できることとなる。

[0101] (3) ノード装置のメッセージ受信処理

図13及び上述の図9を参照してノードZ、ノードB、ノードE、ノードG及びノードAのメッセージ受信処理について説明する。

[0102] (ノードZ)

ノードZの制御部11は、上述の基本処理におけるメッセージ受信処理(ステップS5)がスタートすると、このメッセージ受信処理を開始する(スタート)。ここでは、まずノードBからの応答メッセージを受信した前提で説明する。

[0103] メッセージ受信処理が開始されると、制御部11は、受信したメッセージが参加メッセージか否かを判断する(ステップS21)。ここでは、受信したメッセージは応答メッセージであるため、制御部11は、受信したメッセージが参加メッセージでないと判断し(ステップS21;NO)、次いで、受信したメッセージが存在確認メッセージか否かを判断する(ステップS22)。

[0104] ここでは、受信したメッセージは応答メッセージであるため、制御部11は、受信したメッセージが存在確認メッセージでないと判断し(ステップS22;NO)、次いで、受信したメッセージが応答メッセージであるか否かを判断する(ステップS23)。ここで、制

御部11は、受信したメッセージは応答メッセージであると判断し(ステップS23;YES)、元々の処理の流れに戻る(リターン)。

[0105] (ノードB)

一方、コンタクトノードBにおいて、通信ネットワークに参加したノードZから参加メッセージを受信した場合のメッセージ受信処理を以下に説明する。ノードBは、図17(A)に示すテーブルを記憶しているものとする。

[0106] ノードBの制御部11は、参加メッセージを受信し、上述の基本処理におけるメッセージ受信処理(ステップS5)がスタートすると、このメッセージ受信処理を開始する(スタート)。ステップS21において、ノードBの制御部11が受信したメッセージは参加メッセージであると判断すると(ステップS21;YES)、当該参加メッセージにレベル数を示す付加情報が含まれるか否かを判断する(ステップS24)。通信ネットワークに参加したノードZから受信した参加メッセージの packets には付加情報は含まれていないため、制御部11は、参加メッセージに付加情報が含まれていないと判断し(ステップS24;NO)、テーブルにおけるレベル数を1と決定する(ステップS25)。なお、参加メッセージを作成する参加ノード装置(ノードZ)は、レベル数を1とした付加情報を付加して参加メッセージを送信する形態とすることもできる。この場合にはステップS24、S25の代わりに後述するステップS40により付加情報に応じたレベル数1に決定し、続くステップに移る。

[0107] 次いで、制御部11は、参加メッセージ送信元であるノードZへ応答メッセージを送信する(ステップS26)。ステップS26においては、詳細には、後述するステップS32、S33及びS41のような動作を行うが、参加メッセージ送信元のノード装置1(ノードZ)がこの時点で存在しなくなっている確率は低いため、応答メッセージの送信が成功したものであるとして、次のステップS27に進む。

[0108] 次いで、制御部11は、テーブルにおける列数(各レベルの注目桁X)を0と決定し(ステップS27)、ノードBのテーブルを示す図17(A)におけるレベル1、注目桁X=0のエリアに注目する。制御部11は、決定した列数がテーブル全体の列数以下か否かを判断し(ステップS28)、決定した列数0がテーブル全体の列数3以下であるため(ステップS28;YES)、注目する[レベル数][列数]に該当するノード装置が自ノード装

置か否かを判断する(ステップS29)。

[0109] ここでは、図17(A)に示すように、注目する[レベル数1][列数0]に該当するノード装置が自ノード装置ではないため、そのように判断し(ステップS29;NO)、次いで、注目する[レベル数][列数]に他のノード装置の情報が記憶されているか否かを判断する(ステップS30)。

[0110] ここでは、[レベル数1][列数0]にノードID[0211]のノード装置が記憶されているため、そのように判断し(ステップS30;YES)、参加メッセージの送信元であるノードZのIPアドレスを含む存在確認メッセージを作成し、当該メッセージの送信先を[レベル数1][列数0]に記憶されているノードID[0211]のノード装置(ノードA)に決定する(ステップS31)。次いで、この作成した存在確認メッセージについて、送信先のノードAへのメッセージ送信処理を行う(ステップS32)。このメッセージ送信処理は、図12を用いて上記したものと同様であり、ここでは、メッセージ送信処理が成功したものとする。

[0111] 次いで、制御部11は、メッセージ送信処理が成功したか否かを判断し(ステップS33)、ここでは存在確認メッセージの送信処理が成功したため、そのように判断する(ステップS33;YES)。次いで、制御部11は、列数0の値に1を足して列数1とし(ステップS34)、ステップS28に戻る。

[0112] 次いで、制御部11は、ステップS28;YES、ステップS29;NO、ステップS30;YES、ステップS31、ステップS32、ステップS33;YESを経て、[レベル数1][列数1]に記憶されているノードID[1221]のノード装置(ノードE)に存在確認メッセージを送信し、列数1の値に1を足して列数2とし(ステップS34)、ステップS28に戻る。

[0113] 次いで、制御部11は、ステップS28;YESを経て、ステップS29において[レベル数1][列数2]のエリアは自ノード装置であると判断し(ステップS29;YES)、列数2の値に1を足して列数3とし(ステップS34)、ステップS28に戻る。

[0114] 次いで、制御部11は、ステップS28;YES、ステップS29;NO、ステップS30;YES、ステップS31、ステップS32、ステップS33;YESを経て、[レベル数1][列数3]に記憶されているノードID[3121]のノード装置(ノードC)に存在確認メッセージを送信し、列数3の値に1を足して列数4とし(ステップS34)、ステップS28に戻る。

[0115] ここで、制御部11は、決定した列数がテーブル全体の列数以下か否かを判断し(ステップS28)、決定した列数4がテーブル全体の列数3以下でないため(ステップS28;NO)、参加メッセージの転送先(送信先)のノード装置を認定する(ステップS35)。このとき、図2を用いて説明したように、参加ノード装置であるノードZのノードID[1013]に最も近いノード装置がノードID[1221]のノードEであるため、ノードEを参加メッセージの転送先として認定する。

[0116] 次いで、制御部11は、自ノード装置がルートノード、すなわち、参加ノード装置であるノードZのノードID[1013]に最も近いノード装置であるか否かを判断する(ステップS36)。上述のように、ここでは、参加ノード装置であるノードZのノードID[1013]に最も近いノード装置がノードID[1221]のノードEであり、自ノード装置がルートノードではないため、制御部11はそのように判断し(ステップS36;NO)、注目してきたレベル数に1を足したレベル数の情報を付加情報として付加した参加メッセージを作成する(ステップS37)。ここでは、制御部11は、注目してきたレベル数が1であり、これに1を足したレベル数2の付加情報を参加メッセージに付加する。

[0117] 次いで、制御部11は、この作成した参加メッセージについて、転送先のノードEへのメッセージ送信処理を行う(ステップS38)。このメッセージ送信処理は、図12を用いて上記したものと同様であり、ここでは、メッセージ送信処理が成功したものとする。

[0118] 次いで、制御部11は、メッセージ送信処理が成功したか否かを判断し(ステップS39)、ここでは存在確認メッセージの送信処理が成功したため、そのように判断し(ステップS39;YES)、元々の処理の流れに戻る(リターン)。

[0119] (ノードE)

次いで、ノードEにおいて、ノードBから参加メッセージを転送され、受信した場合のメッセージ受信処理を以下に説明する。ノードEは、図17(B)に示すテーブルを記憶しているものとする。

[0120] ノードEの制御部11は、参加メッセージを受信し、上述の基本処理におけるメッセージ受信処理(ステップS5)がスタートすると、このメッセージ受信処理を開始する(スタート)。ステップS21において、ノードEの制御部11が受信したメッセージは参加メッセージであると判断すると(ステップS21;YES)、当該参加メッセージにレベル数を

示す付加情報が含まれるか否かを判断する(ステップS24)。ノードBから受信した参加メッセージの packets にはレベル数2を示す付加情報が含まれているため、制御部11は、参加メッセージに付加情報が含まれていると判断し(ステップS24;YES)、テーブルにおけるレベル数を付加情報に応じてレベル数2と決定する(ステップS40)。

[0121] 次いで、制御部11は、テーブルにおける列数(各レベルの注目桁X)を0と決定し(ステップS27)、ノードEのテーブルを示す図17(B)におけるレベル2、注目桁X=0のエリアに注目する。制御部11は、決定した列数がテーブル全体の列数以下か否かを判断し(ステップS28)、決定した列数0がテーブル全体の列数3以下であるため(ステップS28;YES)、注目する[レベル数][列数]に該当するノード装置が自ノード装置か否かを判断する(ステップS29)。

[0122] ここでは、図17(B)に示すように、注目する[レベル数2][列数0]に該当するノード装置が自ノード装置ではないため、そのように判断し(ステップS29;NO)、次いで、注目する[レベル数][列数]に他のノード装置の情報が記憶されているか否かを判断する(ステップS30)。

[0123] ここでは、[レベル数2][列数0]にノードID[1023]のノード装置が記憶されているため、そのように判断し(ステップS30;YES)、参加メッセージの送信元であるノードZのIPアドレスを含む存在確認メッセージを作成し、当該メッセージの送信先を[レベル数2][列数0]に記憶されているノードID[1023]のノード装置(ノードG)に決定する(ステップS31)。次いで、この作成した存在確認メッセージについて、送信先のノードGへのメッセージ送信処理を行う(ステップS32)。このメッセージ送信処理は、図12を用いて上記したものと同様であり、ここでは、メッセージ送信処理が成功したものとする。

[0124] 次いで、制御部11は、メッセージ送信処理が成功したか否かを判断し(ステップS33)、ここでは存在確認メッセージの送信処理が成功したため、そのように判断する(ステップS33;YES)。次いで、制御部11は、列数0の値に1を足して列数1とし(ステップS34)、ステップS28に戻る。

[0125] 次いで、制御部11は、ステップS28;YES、ステップS29;NO、ステップS30;YES、ステップS31、ステップS32、ステップS33;YESを経て、[レベル数2][列数1]に

記憶されているノードID[1120]のノード装置(ノードD)に存在確認メッセージを送信し、列数1の値に1を足して列数2とし(ステップS34)、ステップS28に戻る。

[0126] 次いで、制御部11は、ステップS28;YESを経て、ステップS29において[レベル数2][列数2]のエリアは自ノード装置であると判断し(ステップS29;YES)、列数2の値に1を足して列数3とし(ステップS34)、ステップS28に戻る。

[0127] 次いで、制御部11は、ステップS28;YES、ステップS29;NO、ステップS30;YES、ステップS31、ステップS32、ステップS33;YESを経て、[レベル数2][列数3]に記憶されているノードID[1323]のノード装置(ノードF)に存在確認メッセージを送信し、列数3の値に1を足して列数4とし(ステップS34)、ステップS28に戻る。

[0128] ここで、制御部11は、決定した列数がテーブル全体の列数以下か否かを判断し(ステップS28)、決定した列数4がテーブル全体の列数3以下でないため(ステップS28;NO)、参加メッセージの転送先(送信先)のノード装置を認定する(ステップS35)。このとき、参加ノード装置であるノードZのノードID[1013]に最も近いノード装置がノードID[1023]のノードGであるため、ノードGを参加メッセージの転送先として認定する。

[0129] 次いで、制御部11は、自ノード装置がルートノード、すなわち、参加ノード装置であるノードZのノードID[1013]に最も近いノード装置であるか否かを判断する(ステップS36)。上述のように、ここでは、参加ノード装置であるノードZのノードID[1013]に最も近いノード装置がノードID[1023]のノードGであり、自ノード装置がルートノードではないため、制御部11はそのように判断し(ステップS36;NO)、注目してきたレベル数に1を足したレベル数の情報を付加情報として付加した参加メッセージを作成する(ステップS37)。ここでは、制御部11は、注目してきたレベル数が2であり、これに1を足したレベル数3の付加情報を参加メッセージに付加する。

[0130] 次いで、制御部11は、この作成した参加メッセージについて、転送先のノードGへのメッセージ送信処理を行う(ステップS38)。このメッセージ送信処理は、図12を用いて上記したものと同様であり、ここでは、メッセージ送信処理が成功したものとする。

[0131] 次いで、制御部11は、メッセージ送信処理が成功したか否かを判断し(ステップS39)、ここでは存在確認メッセージの送信処理が成功したため、そのように判断し(ステ

ップS33;YES)、元々の処理の流れに戻る(リターン)。

[0132] ここで、ステップS32におけるメッセージ送信処理が失敗に終わった場合(図12における<リターン・失敗>)、制御部11は、ステップS33において、メッセージ送信処理が成功でないと判断し(ステップS33;NO)、該当するIPアドレス等のテーブルからの削除処理を行い(ステップS41)、次のステップS34に戻る。同様に、ステップS38におけるメッセージ送信処理が失敗に終わった場合、制御部11は、ステップS39において、メッセージ送信処理が成功でないと判断し(ステップS39;NO)、該当するIPアドレス等のテーブルからの削除処理を行い(ステップS42)、再度、転送先を認定するステップS35に戻る。

[0133] (ノードG)

次いで、ノードGにおいて、ノードEから参加メッセージを転送され、受信した場合のメッセージ受信処理を以下に説明する。ノードGは、図17(C)に示すテーブルを記憶しているものとする。

[0134] ノードGの制御部11は、参加メッセージを受信し、上述の基本処理におけるメッセージ受信処理(ステップS5)がスタートすると、このメッセージ受信処理を開始する(スタート)。ステップS21において、ノードGの制御部11が受信したメッセージは参加メッセージであると判断すると(ステップS21;YES)、当該参加メッセージにレベル数を示す付加情報が含まれるか否かを判断する(ステップS24)。ノードEから受信した参加メッセージの packets にはレベル数3を示す付加情報が含まれているため、制御部11は、参加メッセージに付加情報が含まれていると判断し(ステップS24;YES)、テーブルにおけるレベル数を付加情報に応じてレベル数3と決定する(ステップS40)。

[0135] 次いで、制御部11は、テーブルにおける列数(各レベルの注目桁X)を0と決定し(ステップS27)、ノードGのテーブルを示す図17(C)におけるレベル3、注目桁X=0のエリアに注目する。制御部11は、決定した列数がテーブル全体の列数以下か否かを判断し(ステップS28)、決定した列数0がテーブル全体の列数3以下であるため(ステップS28;YES)、注目する[レベル数][列数]に該当するノード装置が自ノード装置か否かを判断する(ステップS29)。

[0136] ここでは、図17(C)に示すように、注目する[レベル数3][列数0]に該当するノード

装置が自ノード装置ではないため、そのように判断し(ステップS29;NO)、次いで、注目する[レベル数][列数]に他のノード装置の情報が記憶されているか否かを判断する(ステップS30)。

[0137] ここでは、[レベル数3][列数0]に他のノード装置が記憶されていないため、そのように判断して(ステップS30;NO)、このエリアを飛ばし、列数0の値に1を足して列数1とし(ステップS34)、ステップS28に戻る。

[0138] 次いで、制御部11は、ステップS28;YES、ステップS29;NO、ステップS30;NOを経て、[レベル数3][列数1]に他のノード装置が記憶されていないため、このエリアを飛ばし、列数1の値に1を足して列数2とし(ステップS34)、ステップS28に戻る。

[0139] 次いで、制御部11は、ステップS28;YESを経て、ステップS29において[レベル数2][列数2]のエリアは自ノード装置であると判断し(ステップS29;YES)、列数2の値に1を足して列数3とし(ステップS34)、ステップS28に戻る。

[0140] 次いで、制御部11は、ステップS28;YES、ステップS29;NO、ステップS30;YES、ステップS31、ステップS32、ステップS33;YESを経て、[レベル数2][列数3]に記憶されているノードID[1032]のノード装置(ノードH)に存在確認メッセージを送信し、列数3の値に1を足して列数4とし(ステップS34)、ステップS28に戻る。

[0141] ここで、制御部11は、決定した列数がテーブル全体の列数以下か否かを判断し(ステップS28)、決定した列数4がテーブル全体の列数3以下でないため(ステップS28;NO)、参加メッセージの転送先(送信先)のノード装置を認定する(ステップS35)。このとき、参加ノード装置であるノードZのノードID[1013]に最も近いノード装置がノードID[1023]の自ノード装置(ノードG)であるため、ノードGを参加メッセージの転送先として認定する。

[0142] 次いで、制御部11は、自ノード装置がルートノード、すなわち、参加ノード装置であるノードZのノードID[1013]に最も近いノード装置であるか否かを判断する(ステップS36)。上述のように、ここでは、自ノード装置(ノードG)がルートノードであるため、制御部11はそのように判断し(ステップS36;YES)、元々の処理の流れに戻る(リターン)。

[0143] このようにして、参加ノード装置であるノードZのDHTのルーティングテーブルを作

成するための存在確認メッセージの送信処理と、参加メッセージの転送処理と、が終了する。

[0144] (ノードA)

一方、ノードAにおいて、コンタクトノードBから送信された存在確認メッセージを受信した場合のメッセージ受信処理を以下に説明する。

[0145] ノードAの制御部11は、存在確認メッセージを受信し、上述の基本処理におけるメッセージ受信処理(ステップS5)がスタートすると、このメッセージ受信処理を開始する(スタート)。ここでは、ノードBからの存在確認メッセージを受信した前提で説明する。

[0146] メッセージ受信処理が開始されると、制御部11は、受信したメッセージが参加メッセージか否かを判断する(ステップS21)。ここでは、受信したメッセージは存在確認メッセージであるため、制御部11は、受信したメッセージが参加メッセージでないと判断し(ステップS21;NO)、次いで、受信したメッセージが存在確認メッセージか否かを判断する(ステップS22)。

[0147] 制御部11は、受信したメッセージは存在確認メッセージであると判断し(ステップS22;YES)、存在確認メッセージに付加された参加メッセージ送信元であるノードZのIPアドレスを取得し、ノードZへ送信する応答メッセージを作成する(ステップS43)。次いで、この作成した応答メッセージについて、送信先のノードZへのメッセージ送信処理を行う(ステップS44)。このメッセージ送信処理は、図12を用いて上記したものと同様であり、ここでは、メッセージ送信処理が成功したものとする。

[0148] 次いで、制御部11は、メッセージ送信処理が成功したか否かを判断し(ステップS45)、ここでは存在確認メッセージの送信処理が成功したため、そのように判断し(ステップS45;YES)、元々の処理の流れに戻る(リターン)。

[0149] なお、ステップS44におけるメッセージ送信処理が失敗に終わった場合(図12における<リターン・失敗>)、制御部11は、ステップS45において、メッセージ送信処理が成功でないと判断し(ステップS45;NO)、テーブルから該当するIPアドレス等を削除する削除処理を行い(ステップS46)元々の処理の流れに戻る(リターン)。

[0150] その他、ノード装置1が受信したメッセージが参加メッセージ、存在確認メッセージ

及び応答メッセージのいずれでもない場合には、ステップS21;NO、ステップS22;NO、ステップS23;NOと判断され、他のメッセージを受信した場合の処理を行い(ステップS47)、元々の処理の流れに戻る(リターン)。

[0151] (4) ノード装置における新規ノード装置のテーブルへの登録処理

図14及び上述の図5を参照してノードZにおける新規ノード装置の登録処理について説明する。なお、ノードZは、ノードJからメッセージを受信し、次いで、ノードK、ノードLからメッセージを受信したものとして、新規ノード装置の登録処理について説明する。

[0152] ノードZの制御部11は、上述の基本処理における新規ノード装置の登録処理(ステップS6)がスタートすると、このテーブルへの登録処理を開始する(スタート)。ここでは、まずノードJからメッセージを受信したものとして、説明する。

[0153] テーブルへの登録処理が開始されると、制御部11は、受信したメッセージから送信元ノード装置であるノードJの各情報、具体的には、IPアドレス、HOP数の情報等を取得する(ステップS51)。次いで、制御部11は、取得したIPアドレスから、テーブルにおける登録するエリアを認定する(ステップS52)。ノードJは、図5(D)に示すように、ノードIDが0331であるため、その登録するエリアは、図5(A)において、レベル1、各レベルの注目桁X=0である。

[0154] 次いで、制御部11は、このレベル1、各レベルの注目桁X=0のエリアが空か否かを判断する(ステップS53)。ここでは、図5(A)に示すように、当該エリアにノードAの情報が登録されているため、制御部11は、エリアが空でないと判断し(ステップS53;NO)、エリアに登録されているノードAのHOP数がメッセージ送信元であるノードJのHOP数以上か否かを判断する(ステップS54)。このとき、ノードAのHOP数(4)がノードJのHOP数(7)以上ではないため、そのように判断し(ステップS54;NO)、元々の処理の流れに戻る(リターン)。

[0155] 次いで、ノードZは、ノードKからメッセージを受信したものとして、以下に説明する。ノードZの制御部11は、上述の基本処理における新規ノード装置の登録処理(ステップS6)がスタートすると、このテーブルへの登録処理を開始する(スタート)。

[0156] テーブルへの登録処理が開始されると、制御部11は、受信したメッセージから送信

元ノード装置であるノードKの各情報、具体的には、IPアドレス、HOP数の情報等を取得する(ステップS51)。次いで、制御部11は、取得したIPアドレスから、テーブルにおける登録するエリアを認定する(ステップS52)。ノードKは、図5(E)に示すように、ノードIDが0103であるため、その登録するエリアは、図5(A)において、レベル1、各レベルの注目桁X=0である。

[0157] 次いで、制御部11は、このレベル1、各レベルの注目桁X=0のエリアが空か否かを判断する(ステップS53)。ここでは、図5(A)に示すように、当該エリアにノードAの情報が登録されているため、制御部11は、エリアが空でないと判断し(ステップS53; NO)、エリアに登録されているノードAのHOP数がメッセージ送信元であるノードKのHOP数以上か否かを判断する(ステップS54)。このとき、ノードAのHOP数(4)がノードKのHOP数(2)以上であるため、そのように判断し(ステップS54; YES)、登録していたノードAの情報を削除し(ステップS55)、メッセージ送信元であるノードKの情報を登録し(ステップS56)、元々の処理の流れに戻る(リターン)。

[0158] 次いで、ノードZは、ノードLのノード装置1からメッセージを受信したものととして、以下に説明する。ノードZの制御部11は、上述の基本処理における新規ノード装置の登録処理(ステップS6)がスタートすると、このテーブルへの登録処理を開始する(スタート)。

[0159] テーブルへの登録処理が開始されると、制御部11は、受信したメッセージから送信元ノード装置であるノードLの各情報、具体的には、IPアドレス、HOP数の情報等を取得する(ステップS51)。次いで、制御部11は、取得したIPアドレスから、テーブルにおける登録するエリアを認定する(ステップS52)。ノードLは、そのノードIDから、登録するエリアは図5(A)において、レベル3、各レベルの注目桁X=0である。

[0160] 次いで、制御部11は、このレベル3、各レベルの注目桁X=0のエリアが空か否かを判断する(ステップS53)。ここでは、図5(A)に示すように、当該エリアは何も登録されておらず空であるため、制御部11は、エリアが空であると判断し(ステップS53; YES)、メッセージ送信元であるノードLの情報を登録し(ステップS56)、元々の処理の流れに戻る(リターン)。

[0161] (5) ノード装置における他のノード装置のテーブルからの削除処理

図15を参照してノード装置1における他のノード装置のテーブルからの削除処理について説明する。なお、この処理は、ノード装置1が、上述のステップS41、S42、S46、S55におけるノード情報の削除処理を行う場合の処理である。以下においては、ノードZがテーブルに登録していたノードAの情報を削除するステップS55の処理として説明する。

[0162] ノードZの制御部11は、ノードAをテーブルから削除する削除処理(ステップS55)がスタートすると、この処理を開始する(スタート)。

[0163] テーブルからの削除処理が開始されると、制御部11は、削除するノードAのIPアドレス(112.***.***.***)から、ノードID[0211]を算出し、テーブルのエリア[レベル数1][列数1]を認定する(ステップS61)。次いで、制御部11は、削除するノード装置(ノードA)がテーブルに登録されているノード装置であるか否かを判断する(ステップS62)。ここでは、削除するノード装置(ノードA)がテーブルに登録されているノード装置であるため、制御部11はそのように判断し(ステップS62; YES)、ノードAのIPアドレス、ポート番号、HOP数、等の登録されていた情報を削除し(ステップS63)、元々の処理の流れに戻る(リターン)。なお、ステップS62において、制御部11が、削除するノード装置1がテーブルに登録されているノード装置でないと判断した場合には(ステップS62; NO)、そのまま削除処理を行わずに元々の処理の流れに戻る(リターン)。

[0164] [4. 変形形態]

上述の各実施形態においては、ノード装置1がDHTのルーティングテーブルを記憶しているものとして、登録されている他のノード装置の情報を変更するか否かを決定することとしているが、この実施形態に限定されない。ノード装置1は、その記憶手段が一以上の特定のノード装置1を示すノード情報と、ノード情報に対応する固有の識別情報と、を識別情報の属する領域毎に対応付けて記憶していればよい。

[0165] 上述の各実施形態においては、本発明における通信負荷の情報として、TTLの値、HOP数(ネットワーク的な距離)を用いて説明したが、通信負荷の情報はこれに限定されない。通信負荷の情報としては、他に、RTT(パケットの往復遅延時間)、通信の伝送速度、有効帯域、通信ネットワークの稼働率、該当ノード装置の通信稼働率等を

用いてもよい。本発明においては、通信システムにおける通信ネットワーク全体の通信負荷が小さくなるように、他のノード装置と自ノード装置との二装置間の通信が通信ネットワーク全体の通信負荷に与える影響の程度のパラメータを通信負荷の情報として用いることができる。

[0166] 上記実施形態においては、情報としてメッセージを受信した際にテーブルの登録された情報を変更するか否かを決定することとしているが、情報の受信については、メッセージの受信に限定されない。例えば、図7におけるノードZがACK／SYNパケットを受信した場合のように、他のノード装置からパケットを受信し、相手のノード装置の存在を確認できた場合であれば、情報を受信したとして、比較手段、記憶情報変更手段を機能させることができる。

[0167] 上記実施形態においては、RAWソケットを用いることにより、情報を送信する際に通信負荷の情報を併せて送信する形態とし、情報を受信する際に送信元のノード装置に対する通信付加の情報を取得できる形態としたが、通信負荷の情報の取得方法は、これに限定されず、他のノード装置に通信負荷の情報を問い合わせる通信負荷の情報を取得するようにしてもよい。また、本実施形態においては、記憶部12が、DHTのルーティングテーブルと併せて通信負荷の情報を記憶している形態としたが、これに限定されず、比較手段において必要が生じた場合に、その都度通信負荷の情報を他のノード装置から取得することとしてもよい。

[0168] 図13におけるステップS26において、参加メッセージの送信処理が失敗する場合については省略して説明したが、図12に示すように送信処理が失敗に終わった場合には、記憶している他のノード装置に再度参加メッセージを送信する態様としてもよいし、サーバ装置等にコンタクトノードの情報を問い合わせる態様としてもよい。

[0169] 上記実施形態においては、通信を確立する初期段階において、インターフェイスとしてRAWソケットを用いて、TTLの値の情報を取得することとしたが、ノード装置同士が互いに通信負荷の情報を取得する方法としては、この形態に限定されず、他の方法によって通信負荷の情報を得てもよい。

[0170] 本実施形態のノード装置1が情報通信システムSに参加する際の各ノード装置やシステム全体の動作は、図16及び図17を用いて説明したものに限定されず、参加した

ノード装置1は、その他種々の方法で他のノード装置のノード情報等を取得し、テーブルを作成することができる。

[0171] また、上述のノード装置1の各動作に対応するプログラムをフレキシブルディスク又はハードディスク等の情報記録媒体に記録しておき、或いはインターネット等のネットワークを介して取得して記録しておき、これをマイクロコンピュータ等により読み出して実行することにより、当該マイクロコンピュータを各実施形態に係る制御部11として機能させることも可能である。

[0172] また、2006年3月30日に出願された明細書、特許請求の範囲、図面、要約を含む日本の特許出願(No. 2006-95557)の全ての開示は、その全てを参照することによって、ここに組み込まれる。

請求の範囲

- [1] 通信ネットワークを介して互いに接続された複数のノード装置の参加により形成された情報通信システムであって、
- 前記複数のノード装置に含まれる一のノード装置は、
- 一以上の特定の前記ノード装置を示すノード情報と、前記ノード情報に対応する固有の識別情報と、を前記識別情報の属する領域毎に対応付けて記憶する記憶手段と、
- 他の前記ノード装置から情報を受信する情報受信手段と、
- 前記情報受信手段により受信した情報の送信元の前記ノード装置に対応する前記識別情報の属する前記記憶手段の領域に、さらに他の前記ノード装置の前記識別情報が記憶されている場合に、当該送信元のノード装置から自ノード装置までの通信負荷と、前記識別情報を記憶しているノード装置から自ノード装置までの通信負荷と、を比較し当該通信負荷の大きさを判断する比較手段と、
- 前記比較手段が前記送信元のノード装置から自ノード装置までの通信負荷が前記識別情報を記憶しているノード装置から自ノード装置までの通信負荷よりも小さいと判断した場合に、前記識別情報を記憶しているノード装置の前記ノード情報及び前記識別情報に変えて、前記送信元のノード装置の前記ノード情報及び前記識別情報を前記記憶手段に記憶させる記憶情報変更手段と、
- を有することを特徴とする情報通信システム。
- [2] 通信ネットワークを介して互いに接続された複数のノード装置の参加により形成された情報通信システムにおける通信方法であって、
- 前記複数のノード装置に含まれる一のノード装置が、一以上の特定の前記ノード装置を示すノード情報と、前記ノード情報に対応する固有の識別情報と、を前記識別情報の属する領域毎に対応付けて記憶する工程、
- 他の前記ノード装置から情報を受信する工程、
- 受信した情報の送信元の前記ノード装置に対応する前記識別情報の属する領域に、さらに他の前記ノード装置の前記識別情報が記憶されている場合に、当該送信元のノード装置から自ノード装置までの通信負荷と、前記識別情報を記憶しているノ

ード装置から自ノード装置までの通信負荷と、を比較し当該通信負荷の大きさを判断する工程、

前記送信元のノード装置から自ノード装置までの通信負荷が前記識別情報を記憶しているノード装置から自ノード装置までの通信負荷よりも小さいと判断した場合に、前記識別情報を記憶しているノード装置の前記ノード情報及び前記識別情報に変えて、前記送信元のノード装置の前記ノード情報及び前記識別情報を記憶する工程、を有することを特徴とする通信方法。

[3] 通信ネットワークを介して互いに接続された複数のノード装置の参加により形成された情報通信システムに含まれるノード装置であって、

一以上の特定のノード装置を示すノード情報と、前記ノード情報に対応する固有の識別情報と、を前記識別情報の属する領域毎に対応付けて記憶する記憶手段と、

他の前記ノード装置から情報を受信する情報受信手段と、

前記情報受信手段により受信した情報の送信元の前記ノード装置に対応する前記識別情報の属する前記記憶手段の領域に、さらに他の前記ノード装置の前記識別情報が記憶されている場合に、当該送信元のノード装置から自ノード装置までの通信負荷と、前記識別情報を記憶しているノード装置から自ノード装置までの通信負荷と、を比較し当該通信負荷の大きさを判断する比較手段と、

前記比較手段が前記送信元のノード装置から自ノード装置までの通信負荷が前記識別情報を記憶しているノード装置から自ノード装置までの通信負荷よりも小さいと判断した場合に、前記識別情報を記憶しているノード装置の前記ノード情報及び前記識別情報に変えて、前記送信元のノード装置の前記ノード情報及び前記識別情報を前記記憶手段に記憶させる記憶情報変更手段と、

を有することを特徴とするノード装置。

[4] 請求項3に記載のノード装置であって、

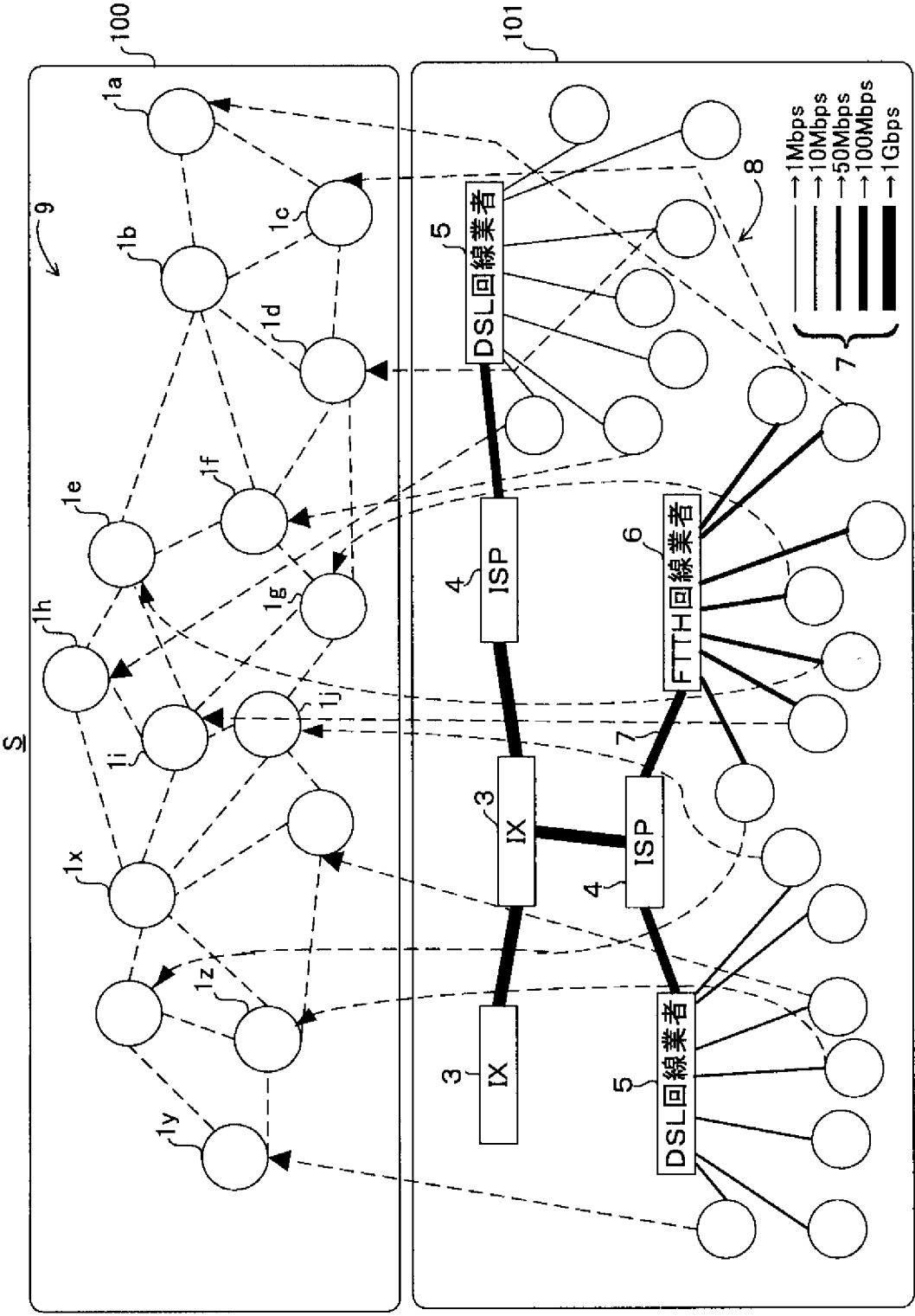
前記記憶手段は、他のノード装置の前記ノード情報と対応付けて前記通信負荷の情報を記憶していることを特徴とするノード装置。

[5] 請求項3又は4に記載のノード装置であって、

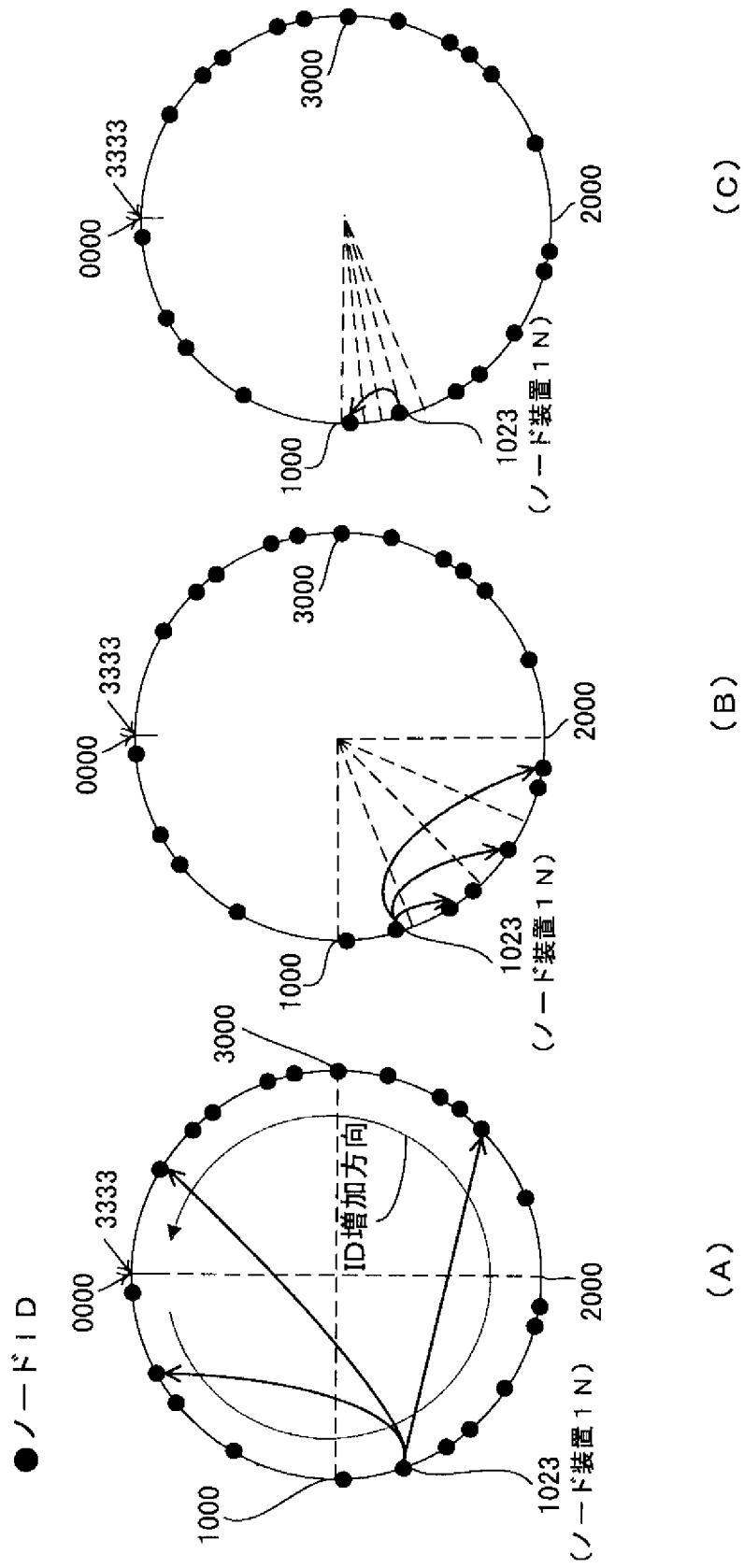
前記通信負荷として、他のノード装置と自ノード装置とが通信する際に経由するネットワーク接続機器の数に基づく値を用いることを特徴とするノード装置。

- [6] 請求項3乃至5のいずれか一項に記載のノード装置であって、
前記情報受信手段は、前記情報の送信元のノード装置から前記通信負荷の情報を受信することを特徴とするノード装置。
- [7] 請求項3乃至6のいずれか一項に記載のノード装置であって、
他のノード装置と通信を確立する初期段階において前記通信負荷の情報を取得し、当該他のノード装置に前記情報を送信する際に併せて前記通信負荷の情報を送信する通信負荷情報送信手段を有することを特徴とするノード装置。
- [8] 請求項7に記載のノード装置であって、
前記通信負荷情報送信手段は、他のノード装置と通信を確立する初期段階において、通信を確立するための信号を送信し、当該信号に応答し通信負荷の情報に対応する信号が含まれた信号を受信し、当該信号を読み取ることにより前記通信負荷の情報を取得することを特徴とするノード装置。
- [9] 請求項7又は8に記載のノード装置であって、
前記通信負荷情報送信手段は、前記通信負荷の情報を取得する際にRAWソケットを用い、他のノード装置に前記情報及び前記通信負荷の情報を送信する際に通常のソケットを用いることを特徴とするノード装置。
- [10] コンピュータを、請求項3乃至9のいずれか一項に記載のノード装置として機能させる情報処理プログラムがコンピュータ読み取り可能に記録されていることを特徴とする記録媒体。

[図1]



[図2]



[図3]

0130	1023	2203	3220
IPアドレス0	-	IPアドレス2	IPアドレス3

(A)

1023	1132	1202	1321
-	IPアドレス4	IPアドレス5	IPアドレス6

(B)

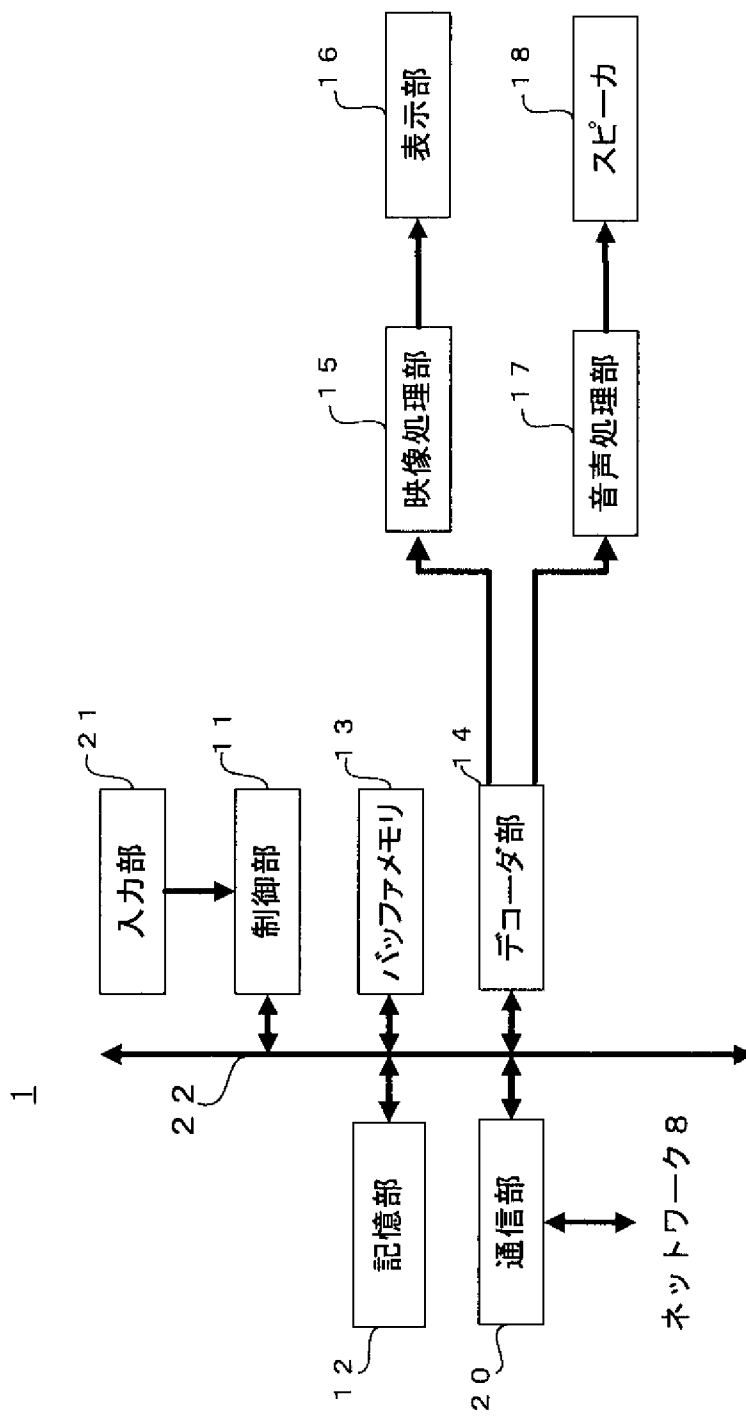
1000	-	1023	-
IPアドレス7	-	-	-

(C)

	各レベルの 注目桁0	各レベルの 注目桁1	各レベルの 注目桁2	各レベルの 注目桁3
レベル 1	0130 IPアドレス0	1023 -	2203 IPアドレス2	3220 IPアドレス3
レベル 2	1023 -	1132 IPアドレス4	1202 IPアドレス5	1321 IPアドレス6
レベル 3	1000 IPアドレス7	- -	1023 -	- -
レベル 4	- -	- -	- -	1023 -

(D)

[図4]



(A)

ノードZ:1013

	各レベルの 注目桁X=0	各レベルの 注目桁X=1	各レベルの 注目桁X=2	各レベルの 注目桁X=3
レベル1	X*** 0211 ノードA	1013 —	2300 ノードB	3121 ノードC
レベル2	1X** 1013 —	1120 ノードD	1221 ノードE	1323 ノードF
レベル3	10X* 空	1013 —	1023 ノードG	1032 ノードH
レベル4	101X 空	空	空	1013 —

(B)

ノード
ノードID
IPアドレス、ポート番号
HOP数

(C)

ノードA
0211
112.***.***.***、23584
4

(D)

ノードJ
0331
30.xxx.xxx.xxx、02451
7

(E)

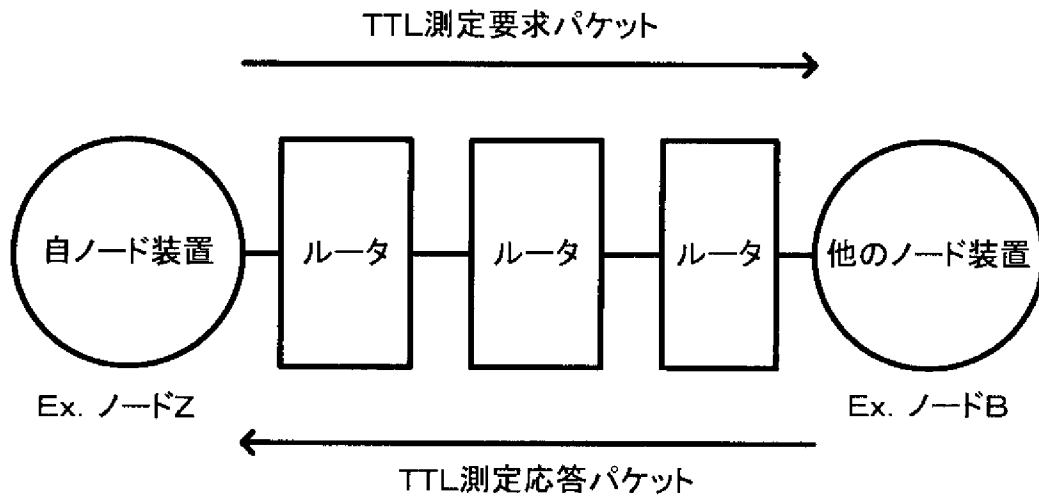
ノードK
0103
223.yyy.yyy.yyy、13526
2

(F)

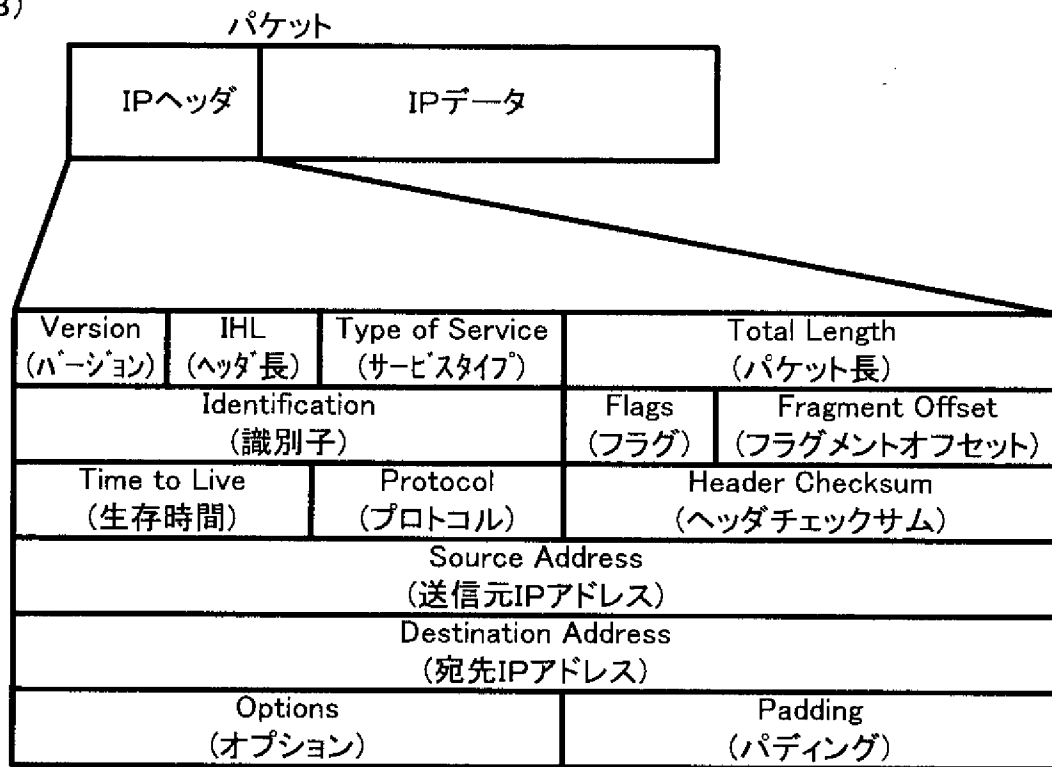
ノードL
1002
142.zzz.zzz.zzz、10251
10

[図6]

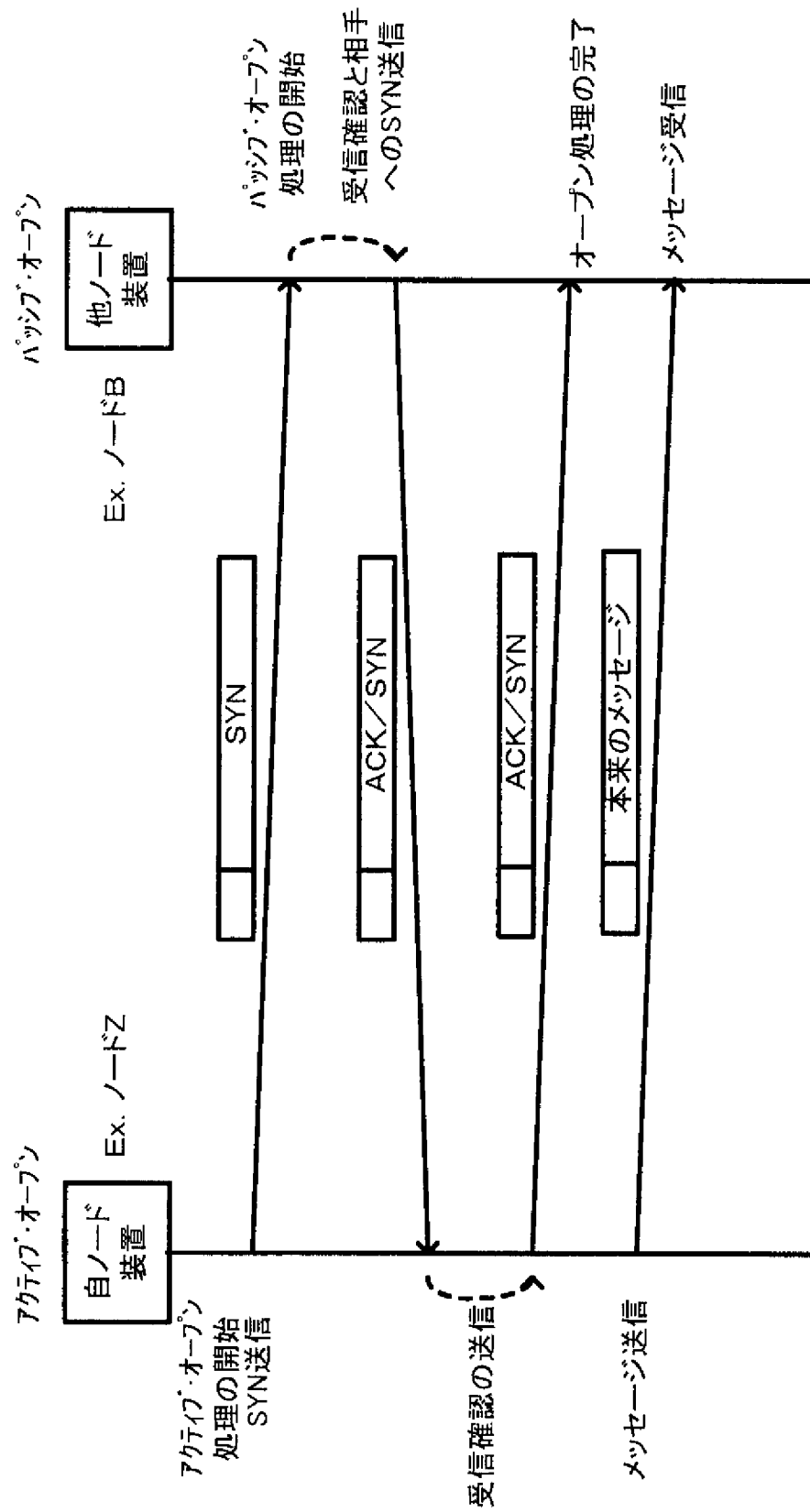
(A)



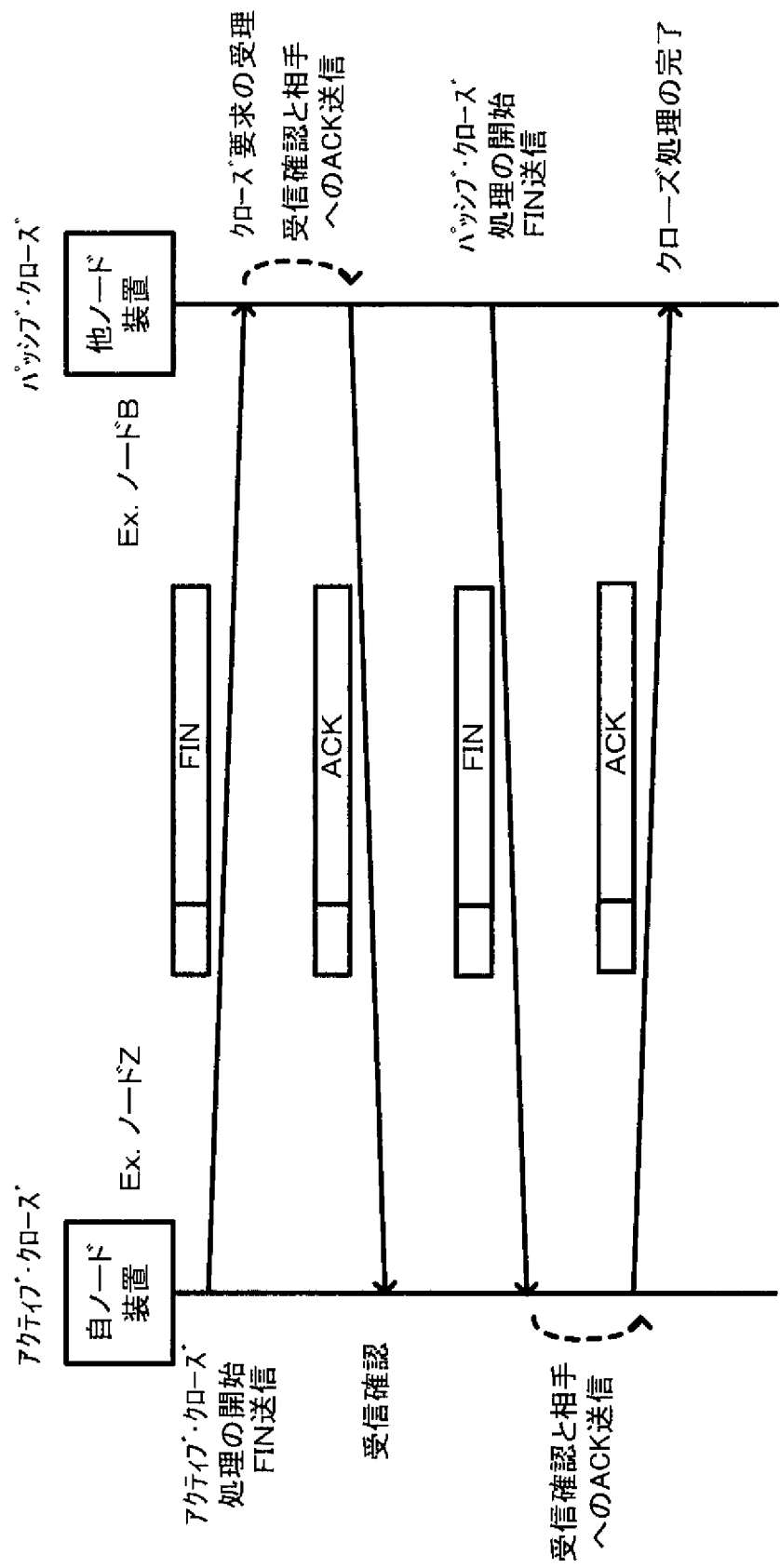
(B)



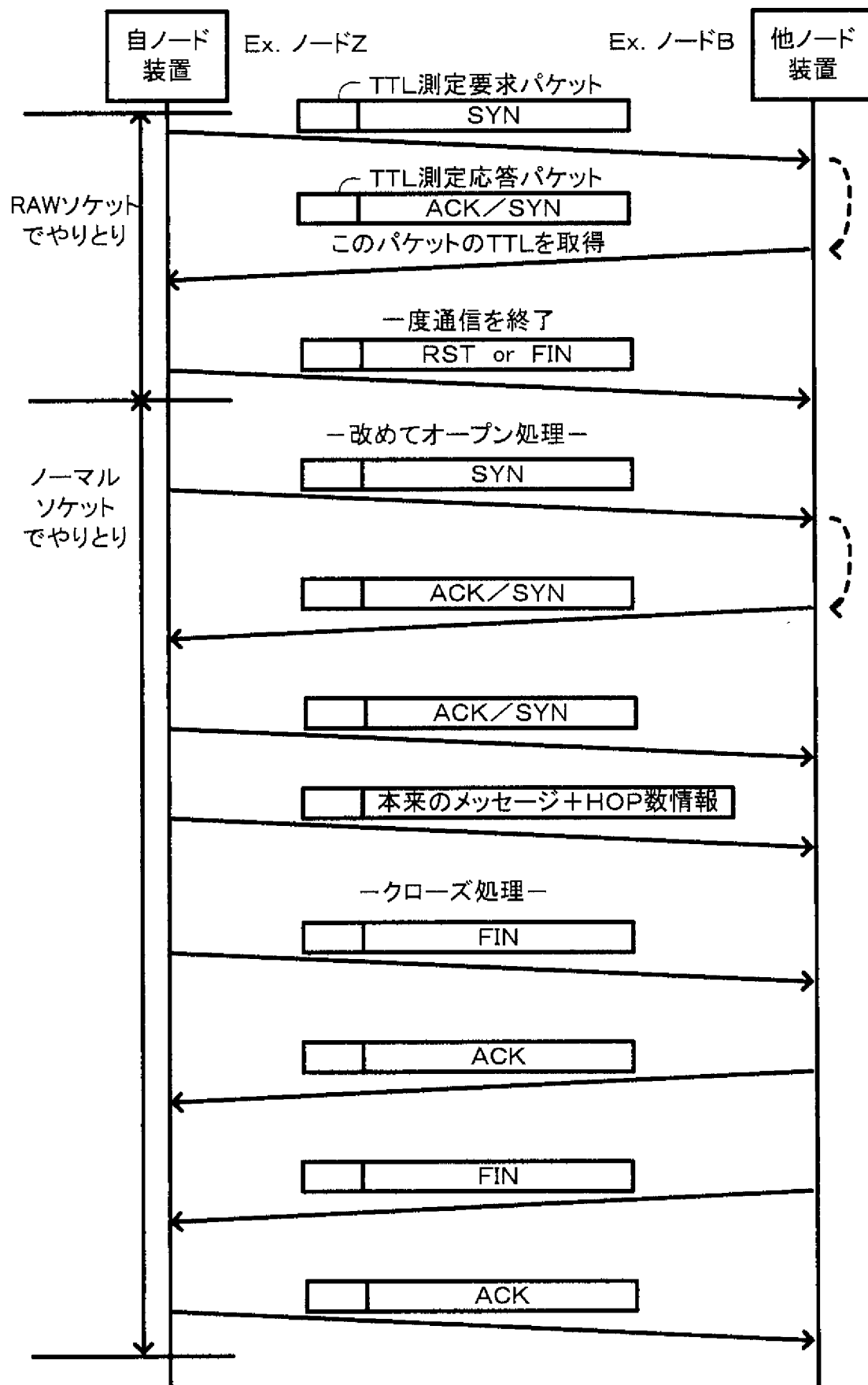
[図7]



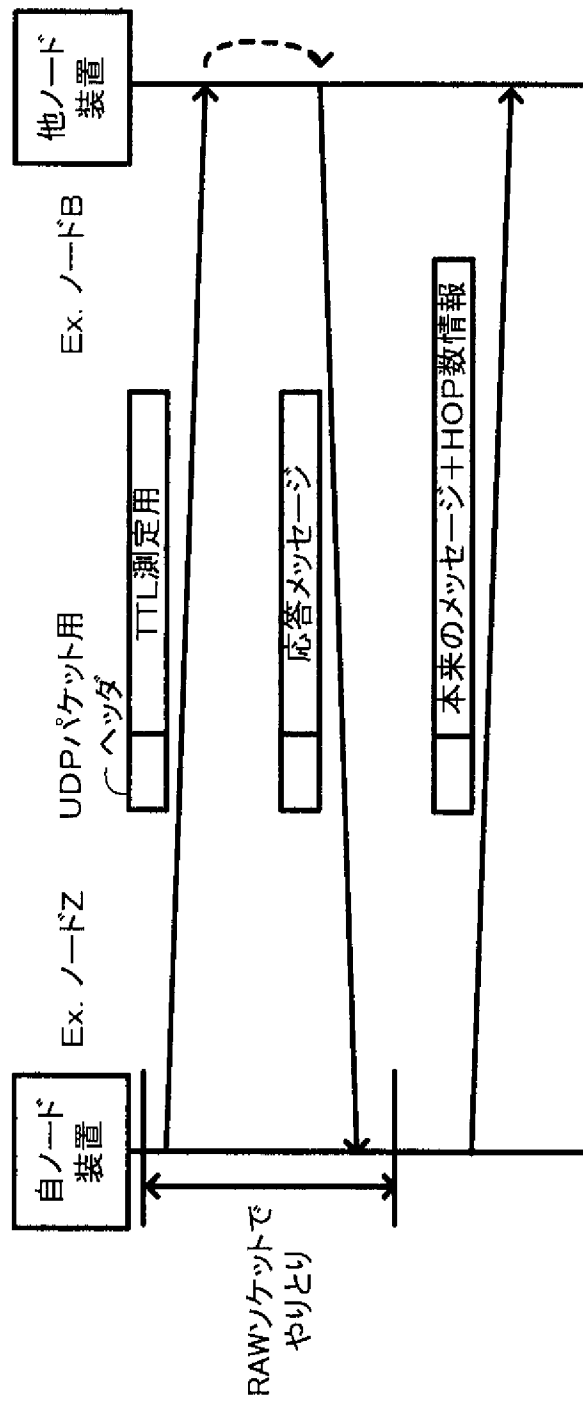
[図8]



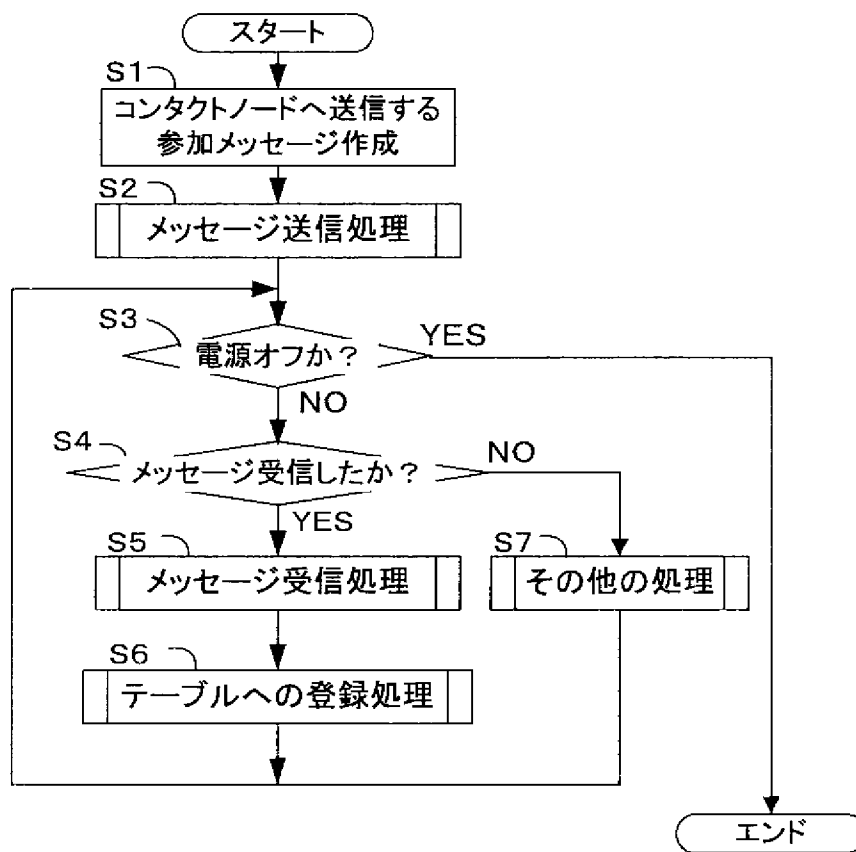
[図9]



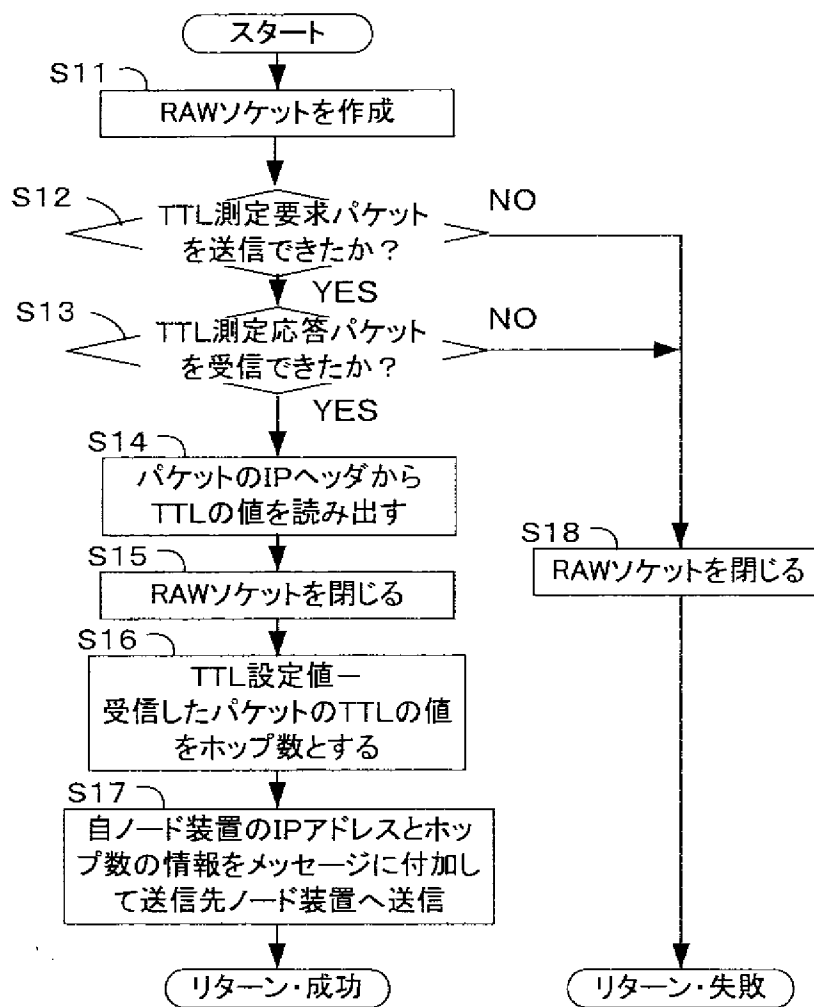
[図10]



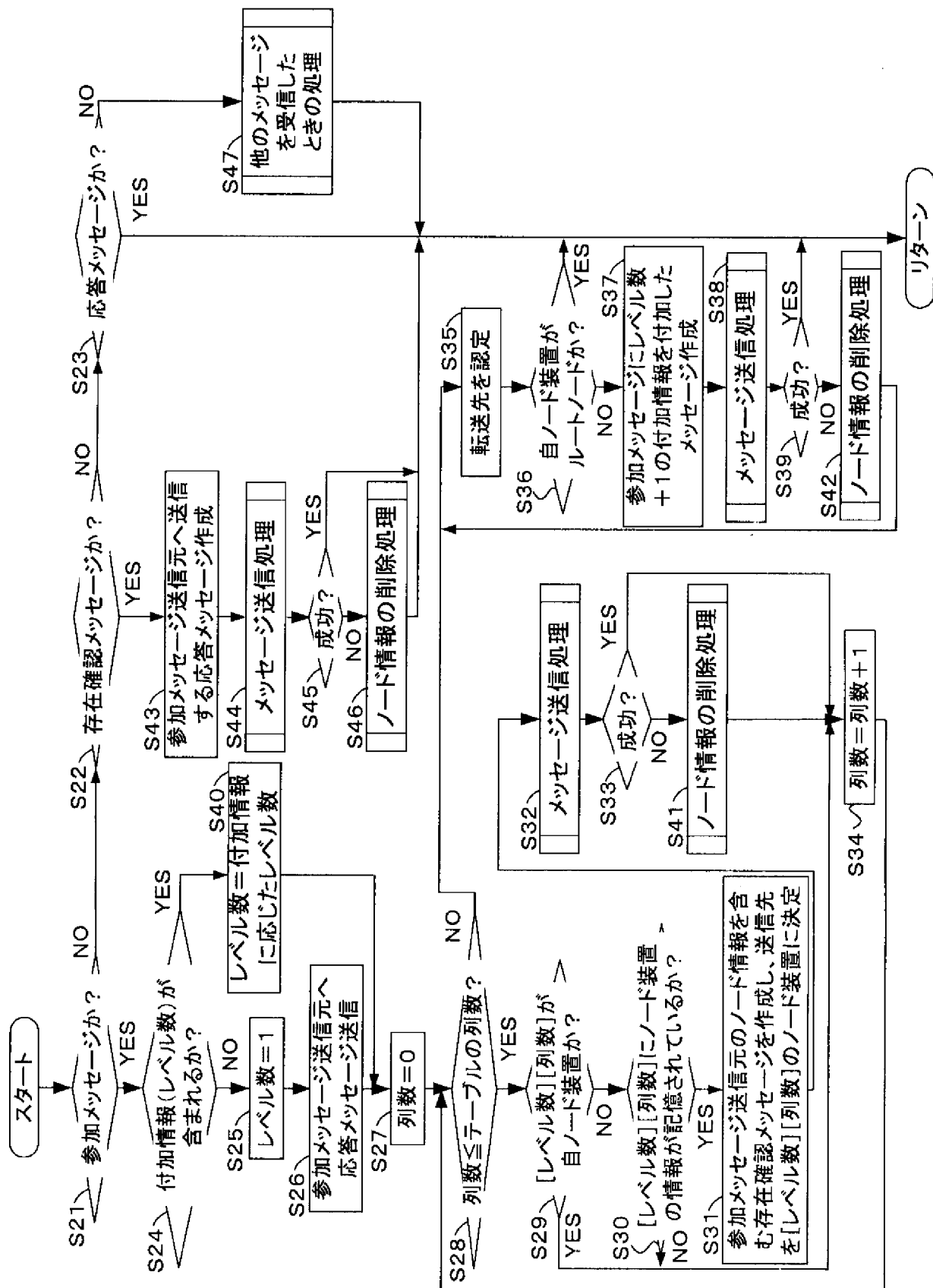
[図11]



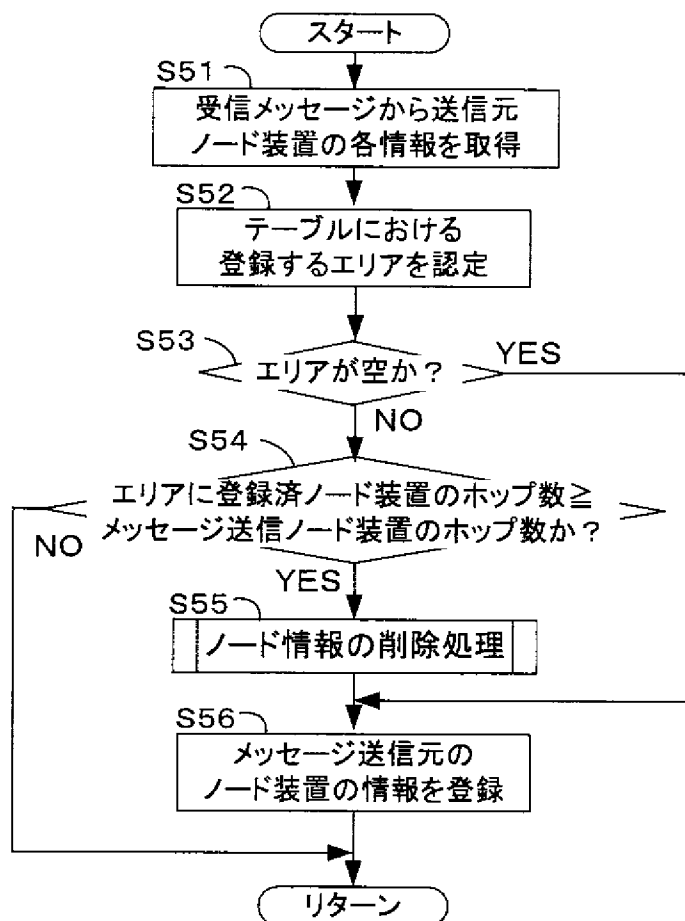
[図12]



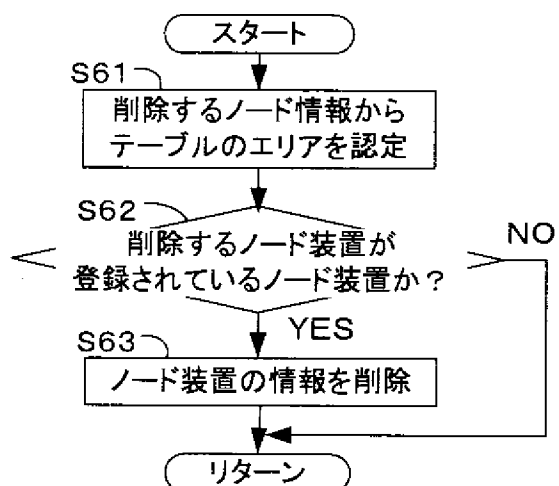
[図13]



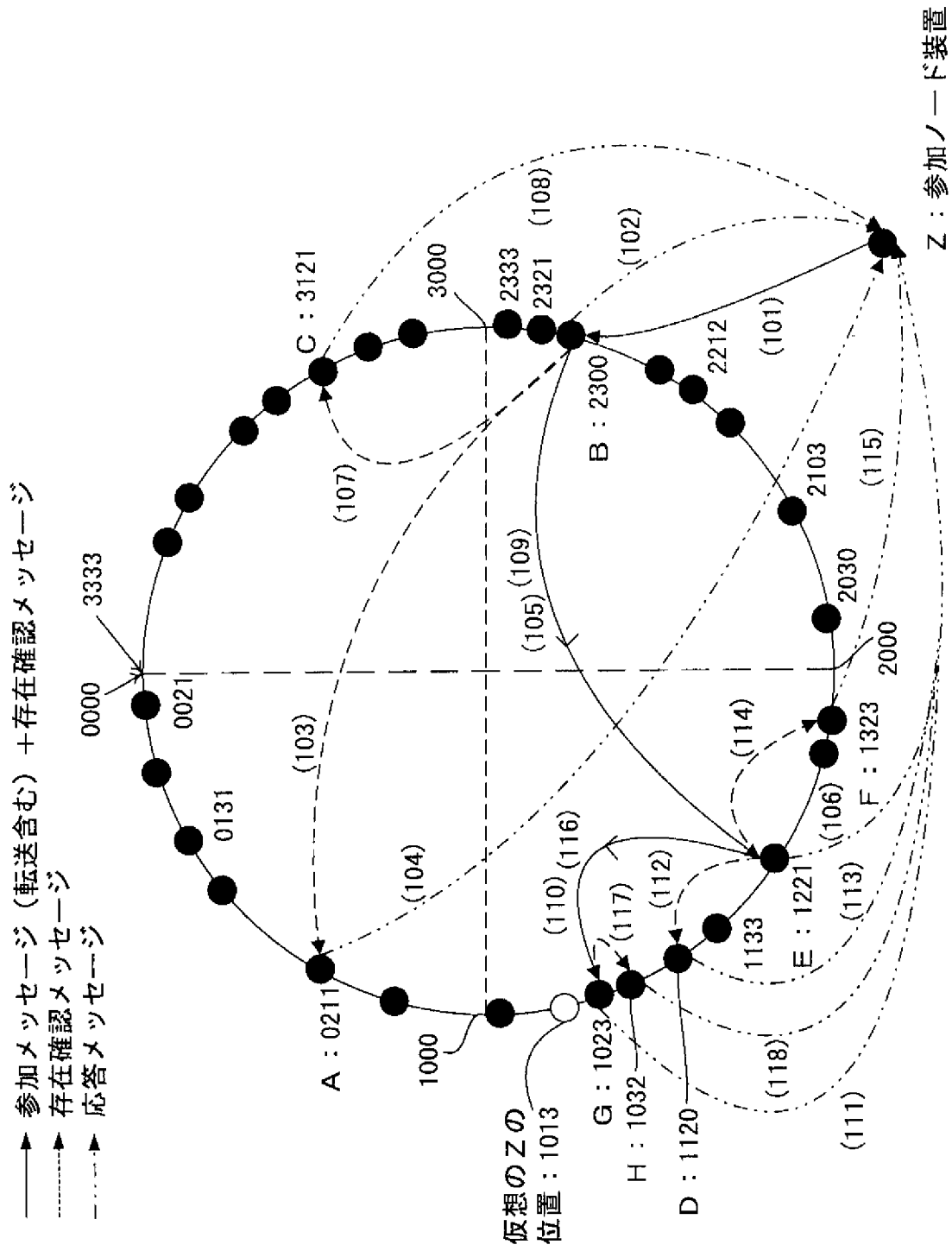
[図14]



[図15]



[図16]



[図17]

(A) ノードB: 2300

		各レベルの 注目桁X=0	各レベルの 注目桁X=1	各レベルの 注目桁X=2	各レベルの 注目桁X=3
▲ レベル1	X***	0211	1221	2300	3121
		ノードA	ノードE	—	ノードC
レベル2	2X**	2030	2103	2212	2300
		ノード*	ノード*	ノード*	—
レベル3	23X*	2300	空	2321	2333
		—		ノード*	ノード*
レベル4	230X	2300	空	空	空
		—			

(B) ノードE: 1221

		各レベルの 注目桁X=0	各レベルの 注目桁X=1	各レベルの 注目桁X=2	各レベルの 注目桁X=3
▲ レベル1	X***	0021	1221	2300	3201
		ノード*	—	ノードB	ノード*
レベル2	1X**	1023	1120	1221	1323
		ノードG	ノードD	—	ノードF
レベル3	12X*	空	1213	1221	1230
			ノード*	—	ノード*
レベル4	122X	空	1221	空	空
			—		

(C) ノードG: 1023
転送先なし→ルートノード

		各レベルの 注目桁X=0	各レベルの 注目桁X=1	各レベルの 注目桁X=2	各レベルの 注目桁X=3
▲ レベル1	X***	0131	1023	2212	3301
		ノード*	—	ノード*	ノード*
レベル2	1X**	1023	1133	1221	1311
		—	ノード*	ノードE	ノード*
レベル3	10X*	空	空	1023	1032
				—	ノードH
レベル4	102X	空	空	空	1023
					—

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/054519

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H04L12/56(2006.01) 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) H04L12/56, G06F13/00		
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 1996-2007 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007		
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.
X	Hirotake ABE, "DHT: Bunsan Hash Table -Pure Peer-to-Peer System no tame no Kiban Gijutsu", Computer Software, 26 January, 2006 (26.01.06), Vol.23, No.1, Japan Society for Software Science and Technology, pages 1 to 14, section 4.2, Figs. 7, 8	1-10
A	JP 2005-159911 A (Kabushiki Kaisha Fujitsu Puraimu Sofuto Tekunoroji), 16 June, 2005 (16.06.05), Par. Nos. [0119], [0121] to [0129]; Fig. 8 (Family: none)	1-10
☒ 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 23 March, 2007 (23.03.07)		Date of mailing of the international search report 10 April, 2007 (10.04.07)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/054519

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Tatsuya UEDA et al., "P2P ni yoru Internet Node no Kaisoteki Clustering Shuho no Teian", Information Processing Society of Japan Kenkyu Hokoku 2004-DSM-35-11, 24 September, 2004 (24.09.04), page 59, right column, lines 2 to 8, sections 3.1, 3.4	1-10
A	Takumi KIMURA, "Daikibo Overlay Network no tame no QoS Routing no Ichiteian", 2005 Nen The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers Sogo Taikai B-7-45, 07 March, 2005 (07.03.05), full text, all drawings	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H04L12/56(2006. 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. H04L12/56, G06F13/00			
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 0 7 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 0 7 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 0 7 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 請求の範囲の番号	
X	阿部洋丈, 「DHT:分散ハッシュテーブルーPure Peer-to-Peer システムのための基盤技術」, コンピュータソフトウェア, 2006. 01. 26, 第 23 巻, 第 1 号, 日本ソフトウェア科学会, 第 1-14 頁 第 4.2 節, 図 7, 図 8	1 - 1 0	
A	JP 2005-159911 A(株式会社富士通プライムソフトテクノロジー) 2005. 06. 16 (ファミリーなし) 段落 0119, 段落 0121-0129, 図 8	1 - 1 0	
☒ 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 2 3 . 0 3 . 2 0 0 7		国際調査報告の発送日 1 0 . 0 4 . 2 0 0 7	
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） ▲高▼橋 真之 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 9 6	5 X 2 9 4 7

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 請求の範囲の番号
A	上田達也外, 「P2P によるインターネットノードの階層的クラスタリング手法の提案」, 情報処理学会研究報告 2004-DSM-35-11, 2004. 09. 24 第 59 頁右欄第 2-8 行, 第 3. 1 節, 第 3. 4 節	1 - 1 0
A	木村卓巳, 「大規模オーバーレイネットワークのための QoS ルーチングの一提案」, 2005 年電子情報通信学会総合大会 B-7-45, 2005. 03. 07 全文, 全図	1 - 1 0