

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4539603号
(P4539603)

(45) 発行日 平成22年9月8日(2010.9.8)

(24) 登録日 平成22年7月2日(2010.7.2)

(51) Int.Cl. F I
H O 4 L 12/56 (2006.01) H O 4 L 12/56 A

請求項の数 8 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2006-110626 (P2006-110626)	(73) 特許権者	000005267
(22) 出願日	平成18年4月13日(2006.4.13)		ブラザー工業株式会社
(65) 公開番号	特開2007-288307 (P2007-288307A)		愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号
(43) 公開日	平成19年11月1日(2007.11.1)	(74) 代理人	100083839
審査請求日	平成21年4月2日(2009.4.2)		弁理士 石川 泰男
		(74) 代理人	100109139
			弁理士 今井 孝弘
		(74) 代理人	100120189
			弁理士 奥 和幸
		(74) 代理人	100120237
			弁理士 石橋 良規
		(74) 代理人	100123515
			弁理士 石戸 孝則

最終頁に続く

(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

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

通信経路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オーバーレイネットワークを有する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、

情報の転送先の候補となるノード装置を示すノード情報を記憶する記憶手段と、

前記オーバーレイネットワークへの参加要求を示し、かつ、参加要求する参加要求ノード装置のノード情報を含む参加要求情報を受信した場合に、前記参加要求ノード装置のノード情報に応じた転送先のノード装置を示すノード情報を記憶しているか否かを判別し、当該転送先のノード装置を示すノード情報を記憶している場合には当該ノード装置に前記参加要求情報を転送する参加要求情報転送手段と、

前記参加要求情報を受信した場合に、当該参加要求情報の送信元である前記参加要求ノード装置のノード情報に応じた転送先以外のノード装置を示すノード情報を記憶しているか否かを判別し、当該転送先以外のノード装置を示すノード情報を記憶している場合には当該ノード装置に前記参加要求ノード装置のノード情報を含む存在確認情報を送信する存在確認情報送信手段と、

前記存在確認情報を受信した場合に、前記参加要求ノード装置に返信情報を送信する返信情報送信手段と、

を有することを特徴とする情報通信システム。

【請求項2】

10

20

通信経路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オーバーレイネットワークを有する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は、情報の転送先の候補となるノード装置を示すノード情報を記憶する工程と、

前記オーバーレイネットワークへの参加要求を示し、かつ、参加要求する参加要求ノード装置のノード情報を含む参加要求情報を受信した場合に、前記参加要求ノード装置のノード情報に応じた転送先のノード装置を示すノード情報を記憶しているか否かを判別し、当該転送先のノード装置を示すノード情報を記憶している場合には当該ノード装置に前記参加要求情報を転送する工程と、

前記参加要求情報を受信した場合に、当該参加要求情報の送信元である前記参加要求ノード装置のノード情報に応じた転送先以外のノード装置を示すノード情報を記憶しているか否かを判別し、当該転送先以外のノード装置を示すノード情報を記憶している場合には当該ノード装置に前記参加要求ノード装置のノード情報を含む存在確認情報を送信する工程と、

前記存在確認情報を受信した場合に、前記参加要求ノード装置に返信情報を送信する工程と、

を有することを特徴とする通信方法。

【請求項 3】

通信経路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オーバーレイネットワークを有する情報通信システムに含まれる一のノード装置であって、

情報の転送先の候補となるノード装置を示すノード情報を記憶する記憶手段と、

前記オーバーレイネットワークへの参加要求を示し、かつ、参加要求する参加要求ノード装置のノード情報を含む参加要求情報を受信した場合に、前記参加要求ノード装置のノード情報に応じた転送先のノード装置を示すノード情報を記憶しているか否かを判別し、当該転送先のノード装置を示すノード情報を記憶している場合には当該ノード装置に前記参加要求情報を転送する参加要求情報転送手段と、

前記参加要求情報を受信した場合に、当該参加要求情報の送信元である前記参加要求ノード装置のノード情報に応じた転送先以外のノード装置を示すノード情報を記憶しているか否かを判別し、当該転送先以外のノード装置を示すノード情報を記憶している場合には当該ノード装置に前記参加要求ノード装置のノード情報を含む存在確認情報を送信する存在確認情報送信手段と、

前記存在確認情報を受信した場合に、前記参加要求ノード装置に返信情報を送信する返信情報送信手段と、

を有することを特徴とするノード装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のノード装置から前記返信情報を受信したノード装置であって、

受信した前記返信情報の送信元のノード装置に対応する前記ノード情報を記憶する記憶手段を有することを特徴とするノード装置。

【請求項 5】

請求項 3 に記載のノード装置であって、

前記記憶手段は、前記ノード情報と、前記ノード情報に対応する固有の識別情報と、を前記識別情報の領域毎に対応付けて記憶し、

前記参加要求情報転送手段は、前記参加要求情報を転送する際に、前記記憶手段における所定の領域を指定した領域指定情報を当該参加要求情報に付加し、

前記存在確認情報送信手段は、受信した前記参加要求情報に前記領域指定情報が付加されているか否か及び前記領域指定情報の内容に応じて、送信先となる他のノード装置のノード情報を記憶している場合には当該ノード装置に前記存在確認情報を送信することを特徴とするノード装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のノード装置であって、

前記識別情報の領域は、前記識別情報の規則に従って複数の領域に分かれており、自ノード装置のみが属する前記領域の存在する段階まで、自ノード装置が属する前記領域が前記識別情報の規則に従ってさらに複数の領域に分かれており、

前記存在確認情報送信手段は、受信した前記参加要求情報に前記領域指定情報が付加されている場合には、記憶している前記識別情報の領域指定情報に対応する領域に属する他のノード装置に前記存在確認情報を送信し、

前記参加要求情報転送手段は、受信した前記参加要求情報に前記領域指定情報が付加されている場合には、当該領域指定情報に対応する前記識別情報の領域よりも小さな範囲に対応する領域を指定した前記領域指定情報を前記参加要求情報に付加することを特徴とするノード装置。

10

【請求項 7】

請求項 3、5 又は 6 のいずれか一項に記載のノード装置であって、

前記存在確認情報送信手段により前記存在確認情報を送信した場合に、当該存在確認情報の送信先であるノード装置のノード情報を前記参加要求ノード装置に送信するノード情報送信手段をさらに有することを特徴とするノード装置。

【請求項 8】

コンピュータを、請求項 3 乃至 7 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情報処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【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。

30

【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】岡敏生、森川博之、青山友紀、「分散ハッシュテーブルの軽量な負荷分散手法の検討」、電子情報通信学会技術研究報告、(日本)、社団法人電子情報通信学会、2004 年 2 月 5 日、第 103 巻、第 650 号、p.7-12

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

あるノード装置がオーバーレイネットワークに新規に参加する際には、予め認識しているコンタクトノードへ参加要求メッセージを送信する。コンタクトノードや他のノード装置が以下のように動作することにより、参加要求メッセージの送信元のノード装置 (以下、参加要求ノードという) は、他のノード装置のリンク情報を取得し、DHT のルーティングテーブルを作成していく態様が考えられる。

【0005】

コンタクトノードは、参加要求ノードから参加要求メッセージを受け取ると、DHT の

50

ルーティングテーブルの最も大きな括りの段階に登録している他のノード装置のリンク情報を返信する。また、コンタクトノードは、自ノード装置が参加要求ノードのルートノード（リンク情報に対応する固有の識別情報（ノードID）が、参加要求ノードから最も近いノード装置）でなければ、参加要求メッセージを他のノード装置に転送する。コンタクトノードが参加要求メッセージを転送する際には、参加要求ノードにリンク情報を返信する次の段階の情報を併せて送信する。

【0006】

このように転送された参加要求メッセージを受信したノード装置は、リンク情報を返信する段階の情報に基づき、対応するノード装置のリンク情報を参加要求ノードに送信する。また、このノード装置は、自ノード装置が参加要求ノードのルートノードでなければ、参加要求メッセージを他のノード装置に転送する。参加要求メッセージを転送されたノード装置が、さらに参加要求メッセージを転送する際には、参加要求ノードにリンク情報を返信するさらに次の段階の情報を併せて送信する。

10

【0007】

このようにして、参加要求メッセージは参加要求ノードのルートノードまで転送され、参加要求メッセージを受信したノード装置は、それぞれ所定の段階のリンク情報を参加要求ノードに返信する。

【0008】

リンク情報を次々に受信した参加要求ノードは、当該各リンク情報を元に、DHTのルーティングテーブルを作成する。

20

【0009】

しかしながら、上述の手順で参加要求ノードがルーティングテーブルを作成すると、受信した他のノード装置のリンク情報の中に、既にオーバーレイネットワークから脱退しているノード装置の情報が含まれている可能性がある。そうすると、脱退しているノード装置又はこれに近いノードIDを有するノード装置に情報を送信したい場合に、情報の転送が滞る場合がある。

【0010】

そこで、本発明は、上記の不都合に鑑みてなされたものであり、通信経路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、参加要求ノードが、オーバーレイネットワークに参加している（脱退していない）ノード装置のリンク情報のみを取得することができる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。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するために、請求項1に記載の発明は、通信経路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オーバーレイネットワークを有する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、情報の転送先の候補となるノード装置を示すノード情報を記憶する記憶手段と、前記オーバーレイネットワークへの参加要求を示し、かつ、参加要求する参加要求ノード装置のノード情報を含む参加要求情報を受信した場合に、前記参加要求ノード装置のノード情報に応じた転送先のノード装置を示すノード情報を記憶しているか否かを判別し、当該転送先のノード装置を示すノード情報を記憶している場合には当該ノード装置に前記参加要求情報を転送する参加要求情報転送手段と、前記参加要求情報を受信した場合に、当該参加要求情報の送信元である前記参加要求ノード装置のノード情報に応じた転送先以外のノード装置を示すノード情報を記憶しているか否かを判別し、当該転送先以外のノード装置を示すノード情報を記憶している場合には当該ノード装置に前記参加要求ノード装置のノード情報を含む存在確認情報を送信する存在確認情報送信手段と、前記存在確認情報を受信した場合に、前記参加要求ノード装置に返信情報を送信する返信情報送信手段と、を有することを特徴とする情報通信システムである。

40

【0012】

50

これによれば、参加要求情報を受信したノード装置の存在確認情報送信手段が他のノード装置に存在確認情報を送信し、当該存在確認情報を受信したノード装置の返信情報送信手段が参加要求ノード装置（以下、単に参加要求ノードともいう。）に対して返信情報を送信するため、参加要求ノードは、返信情報の送信元のノード装置がオーバーレイネットワークに参加していることを確認できる。そのため、新規にオーバーレイネットワークに参加した参加要求ノードはオーバーレイネットワークに確実に参加しているノード装置のリンク情報となるノード情報（例えば、IPアドレス等）等を取得することができる。参加要求ノードは、この取得したノード情報等に基づき、記憶手段に各ノード情報を記憶していくことができる。

【0013】

なお、存在確認情報の送信元のノード装置は、他のノード装置に存在確認情報を送信してきた場合には、当該他のノード装置が存在していることを確認することができ、存在確認情報を送信できなかった場合には、当該他のノード装置が存在していないことを確認できるため、存在確認の動作も兼ねられて効率が良い。

【0014】

上記課題を解決するために、請求項2に記載の発明は、通信経路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オーバーレイネットワークを有する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は、情報の転送先の候補となるノード装置を示すノード情報を記憶する工程と、前記オーバーレイネットワークへの参加要求を示し、かつ、参加要求する参加要求ノード装置のノード情報を含む参加要求情報を受信した場合に、前記参加要求ノード装置のノード情報に応じた転送先のノード装置を示すノード情報を記憶しているか否かを判別し、当該転送先のノード装置を示すノード情報を記憶している場合には当該ノード装置に前記参加要求情報を転送する工程と、前記参加要求情報を受信した場合に、当該参加要求情報の送信元である前記参加要求ノード装置のノード情報に応じた転送先以外のノード装置を示すノード情報を記憶しているか否かを判別し、当該転送先以外のノード装置を示すノード情報を記憶している場合には当該ノード装置に前記参加要求ノード装置のノード情報を含む存在確認情報を送信する工程と、前記存在確認情報を受信した場合に、前記参加要求ノード装置に返信情報を送信する工程と、を有することを特徴とする通信方法である。

【0015】

上記課題を解決するために、請求項3に記載の発明は、通信経路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オーバーレイネットワークを有する情報通信システムに含まれる一のノード装置であって、情報の転送先の候補となるノード装置を示すノード情報を記憶する記憶手段と、前記オーバーレイネットワークへの参加要求を示し、かつ、参加要求する参加要求ノード装置のノード情報を含む参加要求情報を受信した場合に、前記参加要求ノード装置のノード情報に応じた転送先のノード装置を示すノード情報を記憶しているか否かを判別し、当該転送先のノード装置を示すノード情報を記憶している場合には当該ノード装置に前記参加要求情報を転送する参加要求情報転送手段と、前記参加要求情報を受信した場合に、当該参加要求情報の送信元である前記参加要求ノード装置のノード情報に応じた転送先以外のノード装置を示すノード情報を記憶しているか否かを判別し、当該転送先以外のノード装置を示すノード情報を記憶している場合には当該ノード装置に前記参加要求ノード装置のノード情報を含む存在確認情報を送信する存在確認情報送信手段と、前記存在確認情報を受信した場合に、前記参加要求ノード装置に返信情報を送信する返信情報送信手段と、を有することを特徴とするノード装置である。

【0016】

これによれば、ノード装置がこのような各手段を有していることにより、新規にオーバーレイネットワークに参加した参加要求ノードはオーバーレイネットワークに確実に参加しているノード装置のリンク情報を取得することができる。

【0017】

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か

10

20

30

40

50

ら前記返信情報を受信したノード装置であって、受信した前記返信情報の送信元のノード装置に対応する前記ノード情報を記憶する記憶手段を有することを特徴とするノード装置である。

【0018】

これによれば、参加要求ノードは、受信した返信情報に基づき、その時点でオーバーレイネットワークに確実に参加している他のノード装置のノード情報を記憶できる。そのため、情報通信システムにおける情報の転送等の処理が滞りなく進むこととなり、情報通信システム全体の通信効率が向上する。

【0019】

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に記載のノード装置であって、前記記憶手段は、前記ノード情報と、前記ノード情報に対応する固有の識別情報と、を前記識別情報の領域毎に対応付けて記憶し、前記参加要求情報転送手段は、前記参加要求情報を転送する際に、前記記憶手段における所定の領域を指定した領域指定情報を当該参加要求情報に付加し、前記存在確認情報送信手段は、受信した前記参加要求情報に前記領域指定情報が付加されているか否か及び前記領域指定情報の内容に応じて、送信先となる他のノード装置のノード情報を記憶している場合には当該ノード装置に前記存在確認情報を送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、ノード装置は、参加要求情報を転送する際に領域指定情報を付加することにより、参加要求ノードの識別情報に適した識別情報の各領域に属する他のノード装置に存在確認情報を送信することができる。そして、この存在確認情報を受信したノード装置は返信情報を参加要求ノードに送信するため、参加要求ノードは、参加要求ノードの識別情報に適した識別情報の各領域に属するノード装置のノード情報を取得することができ、各ノード装置のノード情報をバランスよく記憶することができる。参加要求ノードがこのように他のノード装置のノード情報を記憶することにより、情報通信システムにおける情報の転送等の処理が滞りなく進むこととなり、情報通信システム全体の通信効率がより向上する。

【0021】

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5に記載のノード装置であって、前記識別情報の領域は、前記識別情報の規則に従って複数の領域に分かれており、自ノード装置のみが属する前記領域の存在する段階まで、自ノード装置が属する前記領域が前記識別情報の規則に従ってさらに複数の領域に分かれており、前記存在確認情報送信手段は、受信した前記参加要求情報に前記領域指定情報が付加されている場合には、記憶している前記識別情報の領域指定情報に対応する領域に属する他のノード装置に前記存在確認情報を送信し、前記参加要求情報転送手段は、受信した前記参加要求情報に前記領域指定情報が付加されている場合には、当該領域指定情報に対応する前記識別情報の領域よりも小さな範囲に対応する領域を指定した前記領域指定情報を前記参加要求情報に付加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、上記のように識別情報の領域が分かれており、上記のように領域指定情報を付加することにより、参加要求ノードは、参加要求ノードの識別情報に適した識別情報の各領域に属するノード装置のノード情報を取得することができ、各ノード装置のノード情報をバランスよく記憶することができる。このような形態は、例えば、DHTを用いたルーティングテーブルに適用することができ、情報通信システムにおける情報の転送等に用いられるルーティングの処理を円滑に行うことができるため、情報通信システム全体の通信効率がより向上する。

【0023】

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、5又は6のいずれか一項に記載のノード装置であって、前記存在確認情報送信手段により前記存在確認情報を送信した場合に、当該存在確認情報の送信先であるノード装置のノード情報を前記参加要

10

20

30

40

50

求ノード装置に送信するノード情報送信手段をさらに有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、存在確認情報送信手段を機能させたノード装置が、当該存在確認情報の送信先であるノード装置のノード情報を参加要求ノードに送信することにより、当該ノード装置は、記憶しているノード情報の一部を参加要求ノードに送信することになる。参加要求ノードは、他のノード装置が記憶しているノード情報の一部を受信し、また、当該ノード情報に対応するノード装置からの返信情報を受信することにより、より正確にオーバーレイネットワークに参加しているノード装置のノード情報を記憶することができる。

【0025】

上記課題を解決するために、請求項8に記載の発明は、コンピュータを、請求項3乃至7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情報処理プログラムである。

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、ノード装置が上記各手段、特に参加要求情報転送手段と存在確認情報送信手段と返信情報送信手段とを有していることにより、新規にオーバーレイネットワークに参加した参加要求ノードはオーバーレイネットワークに確実に参加しているノード装置のリンク情報を取得することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

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、新規にオーバーレイネットワークに参加するノード装置（参加要求ノード）が参加要求情報としての参加メッセージを任意のノード装置であるコンタクトノードに送信し、存在確認情報としての存在確認メッセージ及び返信情報としての応答メッセージを利用して、参加要求ノードがDHTルーティングテーブルを作成する。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。

【0028】

[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。

【0029】

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。

【0030】

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、FTH (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。

【0031】

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

10

20

30

40

50

・・・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。

【 0 0 3 2 】

[1 . 1 . D H T 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、D H T (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。

【 0 0 3 3 】

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 I P アドレスを知っていなければならない。

【 0 0 3 4 】

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 I P 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 I P 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 O N 或いは O F F 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 I P アドレスの更新が頻繁になり、運用上困難となる。

【 0 0 3 5 】

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 I P アドレスだけを覚えて（記憶して）おいて、I P 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。

【 0 0 3 6 】

このようなシステムの一例として、D H T を利用したアルゴリズムによって、図 1 の上部枠 1 0 0 内に示すような、オーバレイネットワーク 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。

【 0 0 3 7 】

本実施形態においては、D H T を利用したアルゴリズムによって構築されたオーバレイネットワーク 9 を前提としており、このオーバレイネットワーク 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（参加要求ノード）が、既に参加している任意のノード装置 1（以下、コンタクトノードともいう。）に対して参加要求情報（以下、参加メッセージともいう。）を送ることによって行われる。なお、参加要求情報としての参加メッセージは、オーバレイネットワークへの参加要求を示し、かつ、参加要求する参加要求ノードのノード情報を含むものである。

【 0 0 3 8 】

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 I D（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 b i t 数を持たせる必要がある。例えば、1 2 8 b i t 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。

【 0 0 3 9 】

より具体的には、各ノード装置 1 のノード I D は、それぞれのノード装置の I P 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 I D 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 I D は、当該 I P 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、I P アドレス（グローバル I P 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 I D（G U I D (Global Uni

10

20

30

40

50

que Identifier) ; 識別情報) とする。

【 0 0 4 0 】

[1 . 2 . ルーティングテーブルの作成]

図 2 を参照して、D H T 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、D H T 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。

【 0 0 4 1 】

各ノード装置 1 に付与されたノード I D 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 I D 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 8 b i t でノード I D を付与し、図示したものである。図中黒点はノード I D を示し、反時計回りで I D が増加するものとする。

10

【 0 0 4 2 】

まず、図 2 (A) に示す如く、I D 空間を幾つかのエリアに分割する。実際には、1 6 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、I D をビット長 8 B i t の 4 進数で表すこととした。そして、ノード装置 1 N のノード I D を「1023」とし、このノード装置 1 N のルーティングテーブルを作る例について説明する。

【 0 0 4 3 】

(レベル 1 のルーティング)

まず、I D 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 1 N は、当該ノード装置 1 N 自身のノード I D 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 1 N 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 を適当に選択し、当該ノード I D の I P 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 1 N 自身を示しているため、I P アドレスを記憶する必要は無い。

20

【 0 0 4 4 】

(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 を適当に選択し、当該ノード I D の I P 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 1 N 自身を示しているため、I P アドレスを記憶する必要は無い。

30

【 0 0 4 5 】

(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 を適当に選択し、当該ノード I D の I P 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 1 N 自身を示しているため、I P 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。

40

【 0 0 4 6 】

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、8 b i t の I D 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。

【 0 0 4 7 】

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

50

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 IP アドレスを記憶した DHT ルーティングテーブルを作成していく。本実施形態においては、ノード装置 1 は、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 1 N 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。

【0048】

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、64 bit 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。

【0049】

[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。

【0050】

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。

【0051】

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、本発明の参加要求情報転送手段、存在確認情報送信手段、返信情報送信手段、ノード情報送信手段、として機能する。

【0052】

[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 乃至図 7 を用いて説明する。本実施形態の情報通信システム S は、一のノード装置がオーバーレイネットワークに参加した後、他のノード装置から返信情報としての応答メッセージ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 ルーティングテーブルを作成していく。

以下の説明においては、参加要求ノードをノードZとし、ノードZが初めに通信を行う、既にIPアドレスを知っている任意のノード装置（以下、コンタクトノードという。）をノードBとする。

【0053】

なお、以下において、DHTR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。

【0054】

図5は、情報通信システムSに参加要求ノードが参加した後にDHTRルーティングテーブルを作成するための各メッセージの流れを示す概略図であり、図6の各図は、既に情報通信システムSに参加しているノードB、ノードE及びノードGがそれぞれ記憶しているDHTRルーティングテーブルの例であり、図7は、ノードZが返信情報（応答メッセージ）を受信することにより作成するDHTRルーティングテーブルの例である。

【0055】

図5に示すように、一のノード装置1（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、コンタクトノードであるノードBに参加要求情報としての参加メッセージを送信する（矢印101）。すると、ノードZは参加メッセージの送信が成功することにより、ノードBが存在していることを確認する（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6（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6（A）乃至図6（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。

【0056】

このとき、ノードZは、図7のテーブルにおけるノードA、ノードB、ノードC及びノードEのIPアドレスを取得するため、IPアドレスとこれに対応するノードIDとを対応付けて記憶できる。

【0057】

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である旨の領域指定情報を参加メッセージに付加する。次いで、ノードEは、図6（B）に示すように、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）。

【0058】

このとき、ノードZは、図7のテーブルにおけるノードD、ノードF及びノードGのIPアドレス及びノードIDを記憶できる。

【0059】

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である旨の領域指定情報を参加メッセージに付加する。次いで、ノードGは、図6（C）に示すように、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。

【0060】

このとき、ノードZは、図7のテーブルにおけるノードHのIPアドレス及びノードIDを記憶でき、以上の流れによりノードZは図7に示すDHTルーティングテーブルを作成することができる。このノードZのテーブルは、それぞれ存在する各ノード装置1から受信した応答メッセージに基づいて作成したものであるため、テーブルに記憶されている他のノード装置1が脱退しているために、テーブルに基づく情報等の転送又は送信が滞る確率が低くなる。従って、情報通信システムS全体として、通信効率が向上する。

【0061】

[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における各ノード装置1の動作について図5乃至図10を用いて説明する。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の各ノード装置1における処理について、図8乃至図10のフローチャートを参照して説明する。なお、各処理は、いくつかのノード装置1を例に説明するが、どのノード装置1も同様の処理を行う。

【0062】

(1) ノード装置の基本処理

図8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5に示した手順により図7に示すDHT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。

【0063】

ノードZの制御部11は、入力部11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アドレスを保持していることを前提とする。

【0064】

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)へ領域指定情報としてレベル1を指定した参加メッセージを送信する(ステップS1)。なお、ノードZの制御部11は、参加メッセージを送信するためにコンタクトノードBとの通信が確立した時点でコンタクトノードBが存在していることを確認し、後述する図10のステップS32に示すように、ノードBの情報をテーブルに登録することができる。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S2)、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S2; 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S3)。このとき、少なくともノードA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A)からメッセージを受信したと判断し(ステップS3; YES)、メッセージの受信処理を行う(ステップS4)。なお、メッセージ受信処理については、図9を用いて後述する。

【0065】

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S5)。このテーブルへの登録処理については、図10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=0のエリアに、ノードAの情報が登録される(図7参照)。

【0066】

次いで、制御部11は、ステップS2に戻り、電源が切られておらず(ステップS2; NO)、メッセージを受信していない場合には(ステップS3; 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S6)、ステップS2に戻る。ノードZの制御部11は、以後、ステップS2~S5または、ステップS2、S3、S6の動作の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S2; YES)、基本処理を終了する(エンド)。

【0067】

(2) ノード装置のメッセージ受信処理

10

20

30

40

50

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。

【0068】

(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S4)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Aからの応答メッセージを受信した前提で説明する。

【0069】

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S11)。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(ステップS11; 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S12)。

【0070】

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(ステップS12; 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S13)。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S13; YES)、元々の処理の流れに戻る(リターン)。

【0071】

(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6(A)に示すテーブルを記憶しているものとする。

【0072】

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S4)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S11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S11; YES)、当該参加メッセージに含まれるレベル1を示す領域指定情報を取得する(ステップS14)。制御部11は、この参加メッセージの領域指定情報に応じて、テーブルにおけるレベル数を1と決定する(ステップS15)。

【0073】

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S16)、ノードBのテーブルを示す図6(A)におけるレベル1、注目桁X=0のエリアに注目する。

【0074】

次いで、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S17)、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S17; 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S18)。

【0075】

ここでは、図6(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S18; 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S19)。

【0076】

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、制御部11はそのように判断し(ステップS19; 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、[レベ

10

20

30

40

50

ル数 1] [列数 0] に記憶されているノード ID [0 2 1 1] のノード装置 (ノード A) に当該存在確認メッセージを送信する (ステップ S 2 0) 。ここでは、メッセージの送信が成功したものとする。

【 0 0 7 7 】

次いで、制御部 1 1 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 S 2 1) 、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 S 2 1 ; Y E S) 。次いで、制御部 1 1 は、列数 0 の値に 1 を足して列数 1 とし (ステップ S 2 2) 、ステップ S 1 7 に戻る。

【 0 0 7 8 】

次いで、制御部 1 1 は、ステップ S 1 7 ; Y E S 、ステップ S 1 8 ; N O 、ステップ S 1 9 ; Y E S 、ステップ S 2 0 、ステップ S 2 1 ; Y E S を経て、[レベル数 1] [列数 1] に記憶されているノード ID [1 2 2 1] 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 S 2 3) 、ステップ S 1 7 に戻る。

10

【 0 0 7 9 】

次いで、制御部 1 1 は、ステップ S 1 7 ; Y E S を経て、ステップ S 1 8 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 S 1 9 ; Y E S) 、列数 2 の値に 1 を足して列数 3 とし (ステップ S 2 2) 、ステップ S 1 7 に戻る。

【 0 0 8 0 】

次いで、制御部 1 1 は、ステップ S 1 7 ; Y E S 、ステップ S 1 8 ; N O 、ステップ S 1 9 ; Y E S 、ステップ S 2 0 、ステップ S 2 1 ; Y E S を経て、[レベル数 1] [列数 3] に記憶されているノード ID [3 1 2 1] 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 S 2 2) 、ステップ S 1 7 に戻る。

20

【 0 0 8 1 】

ここで、制御部 1 1 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 S 1 7) 、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 S 1 7 ; N O) 、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 S 2 3) 。このとき、図 2 を用いて説明したように、参加要求ノードであるノード Z のノード ID [1 0 1 3] に最も近いノード装置がノード ID [1 2 2 1] 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。

30

【 0 0 8 2 】

次いで、制御部 1 1 は、自ノード装置がルートノード、すなわち、参加要求ノードであるノード Z のノード ID [1 0 1 3] 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 S 2 4) 。上述のように、ここでは、参加要求ノードであるノード Z のノード ID [1 0 1 3] に最も近いノード装置がノード ID [1 2 2 1] 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 1 1 はそのように判断し (ステップ S 2 4 ; N O) 、注目してきたレベル数に 1 を足したレベル数の情報を領域指定情報として付加した参加メッセージを作成し、ステップ S 2 4 で認定した転送先に転送し (ステップ S 2 5) 、元々の処理の流れに戻る (リターン) 。ここでは、制御部 1 1 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 の領域指定情報を参加メッセージに付加し、ノード E に転送し、元々の流れに戻る。

40

【 0 0 8 3 】

(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 6 (B) に示すテーブルを記憶しているものとする。

【 0 0 8 4 】

ノード E の制御部 1 1 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 S 4) 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

50

タート)。ステップS 1 1において、ノードEの制御部1 1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S 1 1; YES)、当該参加メッセージに含まれるレベル2を示す領域指定情報を取得する(ステップS 1 4)。制御部1 1は、この参加メッセージの領域指定情報に応じて、テーブルにおけるレベル数を2と決定する(ステップS 1 5)。

【0085】

次いで、制御部1 1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S 1 6)、ノードEのテーブルを示す図6(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1 1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S 1 7)、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S 1 7; 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S 1 8)。

10

【0086】

ここでは、図6(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S 1 8; 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S 1 9)。

【0087】

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S 1 9; YES)、参加要求ノードであるノード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)に送信する(ステップS 20)。ここでは、メッセージ送信処理が成功したものとする。

20

【0088】

次いで、制御部1 1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S 21)、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S 21; YES)。次いで、制御部1 1は、列数0の値に1を足して列数1とし(ステップS 22)、ステップS 1 7に戻る。

【0089】

次いで、制御部1 1は、ステップS 1 7; YES、ステップS 1 8; NO、ステップS 1 9; YES、ステップS 20、ステップS 21; 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S 22)、ステップS 1 7に戻る。

30

【0090】

次いで、制御部1 1は、ステップS 1 7; YESを経て、ステップS 1 8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S 1 8; YES)、列数2の値に1を足して列数3とし(ステップS 22)、ステップS 1 7に戻る。

【0091】

次いで、制御部1 1は、ステップS 1 7; YES、ステップS 1 8; NO、ステップS 1 9; YES、ステップS 20、ステップS 21; 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S 22)、ステップS 1 7に戻る。

40

【0092】

ここで、制御部1 1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S 1 7)、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S 1 7; 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S 23)。このとき、参加要求ノードであるノード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

50

送先として認定する。

【 0 0 9 3 】

次いで、制御部 1 1 は、自ノード装置がルートノード、すなわち、参加要求ノードであるノード Z のノード ID [1 0 1 3] 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 S 2 4）。上述のように、ここでは、参加要求ノードであるノード Z のノード ID [1 0 1 3] に最も近いノード装置がノード ID [1 0 2 3] 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 1 1 はそのように判断し（ステップ S 2 4；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領域指定情報として付加した参加メッセージを作成し、転送先として認定した他のノード装置に転送し（ステップ S 2 5）、元々の処理の流れに戻る（リターン）。ここでは、制御部 1 1 は、注目してきた

10

【 0 0 9 4 】

ここで、ステップ S 2 0 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 1 1 は、ステップ S 2 1 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 S 2 1；NO）、該当する [レベル数] [列数] のノード装置 1 の IP アドレス等の情報をテーブルから削除し（ステップ S 2 6）、次のステップ S 2 2 に戻る。

【 0 0 9 5 】

（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 6（C）に示すテーブルを記憶しているものとする。

20

【 0 0 9 6 】

ノード G の制御部 1 1 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 S 4）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 S 1 1 において、ノード G の制御部 1 1 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 S 1 1；YES）、当該参加メッセージに含まれるレベル 3 を示す領域指定情報を取得する（ステップ S 1 4）。制御部 1 1 は、この参加メッセージの領域指定情報に応じて、テーブルにおけるレベル数を 3 と決定する（ステップ S 1 5）。

30

【 0 0 9 7 】

次いで、制御部 1 1 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 S 1 6）、ノード G のテーブルを示す図 6（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 1 1 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 S 1 7）、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 S 1 7；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 S 1 8）。

【 0 0 9 8 】

ここでは、図 6（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 S 1 8；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 S 1 9）。

40

【 0 0 9 9 】

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 S 1 9；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 S 2 2）、ステップ S 1 7 に戻る。

【 0 1 0 0 】

次いで、制御部 1 1 は、ステップ S 1 7；YES、ステップ S 1 8；NO、ステップ S 1 9；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 S 2 2）、ステッ

50

プ S 1 7 に戻る。

【 0 1 0 1 】

次いで、制御部 1 1 は、ステップ S 1 7 ; Y E S を経て、ステップ S 1 8 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 S 1 8 ; Y E S)、列数 2 の値に 1 を足して列数 3 とし (ステップ S 2 2)、ステップ S 1 7 に戻る。

【 0 1 0 2 】

次いで、制御部 1 1 は、ステップ S 1 7 ; Y E S、ステップ S 1 8 ; N O、ステップ S 1 9 ; Y E S、ステップ S 2 0、ステップ S 2 1 ; Y E S を経て、 [レベル数 2] [列数 3] に記憶されているノード I D [1 0 3 2] 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 S 2 2)、ステップ S 1 7 に戻る。

10

【 0 1 0 3 】

ここで、制御部 1 1 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 S 1 7)、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 S 1 7 ; N O)、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 S 2 3)。このとき、参加要求ノードであるノード Z のノード I D [1 0 1 3] に最も近いノード装置がノード I D [1 0 2 3] 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。

【 0 1 0 4 】

次いで、制御部 1 1 は、自ノード装置がルートノード、すなわち、参加要求ノードであるノード Z のノード I D [1 0 1 3] 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 S 2 4)。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 1 1 はそのように判断し (ステップ S 2 4 ; Y E S)、元々の処理の流れに戻る (リターン)。

20

【 0 1 0 5 】

このようにして、参加要求ノードであるノード Z の D H T 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。

【 0 1 0 6 】

(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。

30

【 0 1 0 7 】

ノード A の制御部 1 1 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 S 4) 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。

【 0 1 0 8 】

メッセージ受信処理が開始されると、制御部 1 1 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 S 1 1)。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 1 1 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 S 1 1 ; N O)、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 S 1 2)。

40

【 0 1 0 9 】

制御部 1 1 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 S 1 2 ; Y E S)、存在確認メッセージに付加された参加要求ノードであるノード Z の I P アドレスを取得し、ノード Z へ応答メッセージを送信し (ステップ S 2 7)、元々の処理の流れに戻る (リターン)。

【 0 1 1 0 】

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

50

び応答メッセージのいずれでもない場合には、ステップ S 1 1 ; N O、ステップ S 1 2 ; N O、ステップ S 1 3 ; N O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 S 3 0)、元々の処理の流れに戻る(リターン)。

【 0 1 1 1 】

(3) ノード装置における他のノード装置のテーブルへの登録処理

図 1 0 及び上述の図 7 を参照してノード Z における他のノード装置 1 の登録処理について説明する。なお、ノード Z は、ノード A から応答メッセージを受信したのものとして、他のノード装置 1 の登録処理について説明する。

【 0 1 1 2 】

ノード Z の制御部 1 1 は、上述の基本処理における他のノード装置 1 の登録処理(ステップ S 5)がスタートすると、ノード A のテーブルへの登録処理を開始する(スタート)。

10

【 0 1 1 3 】

テーブルへの登録処理が開始されると、制御部 1 1 は、受信した応答メッセージから送信元ノード装置であるノード A の情報、具体的には IP アドレス等の情報を取得する(ステップ S 3 1)。次いで、制御部 1 1 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し、登録し(ステップ S 3 2)、元々の処理の流れに戻る(リターン)。ノード A は、図 6 (A) に示すように、ノード ID が 0 2 1 1 であるため、図 7 において、その登録するエリアはレベル 1、各レベルの注目桁 X = 0 である。ノード Z の制御部 1 1 は、このノード A の情報をテーブルのレベル 1、各レベルの注目桁 X = 0 のエ

20

【 0 1 1 4 】

なお、その後、ノード Z は、ノード E、ノード C、ノード G、ノード D、ノード F、ノード H から次々に応答メッセージを受信することとなる。これらのノード装置からの応答メッセージに対応し、上述のステップ S 3 1、S 3 2 により各ノード装置 1 の情報をテーブルに登録し、図 7 に示す D H T ルーティングテーブルを作成し、記憶する。また、ノード Z は、上述のノード B に参加メッセージを送信した際のように、他のノード装置 1 と通信が確立した時点で、当該他のノード装置 1 が存在していることを確認し、当該他のノード装置 1 の情報をテーブルに登録することもできる。

【 0 1 1 5 】

30

[4 . 変形形態]

上述の実施形態において、ノード装置 1 の記憶部 1 2 は、D H T ルーティングテーブルに他のノード装置 1 の IP アドレスとノード ID と対応付けて記憶している形態としたが、これに限定されず、少なくとも情報の転送先の候補となるノード装置 1 を示すノード情報を記憶していればよい。

【 0 1 1 6 】

ただし、ノード装置 1 の記憶手段としての記憶部 1 2 は、D H T ルーティングテーブルのように、上記ノード情報と、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ることが好ましい。この場合には、上述の領域指定情報を用いることにより、参加要求ノードは、その識別情報に対して適した識別情報の各領域に属する各ノード装置のノード情報を取得し、バランスよく記憶することができる。さらに、D H T のルーティングテーブルのように、識別情報の領域は、識別情報の規則に従って複数の領域に分かれており、自ノード装置のみが属する領域の存在する段階まで、自ノード装置が属する領域が識別情報の規則に従ってさらに複数の領域に分かれていることが好ましい。

40

【 0 1 1 7 】

ここで、ノード情報は、IP アドレスの他、ポート番号等を含んでいてもよく、特に限定されない。識別情報はノード ID に限定されず、ノード情報に対応する他の固有の識別情報であってもよい。

【 0 1 1 8 】

50

上述の実施形態において、ノード装置1の制御部11は、参加メッセージを受信した場合に、その転送先のノード装置1を記憶しているか否かを判別し、記憶している場合には当該ノード装置1に参加メッセージを転送する形態としたが(ステップS23、S24; NO、S25)、これに限定されない。ノード装置1の参加要求情報転送手段としての制御部11は、オーバーレイネットワークへの参加要求を示し、かつ、参加要求する参加要求ノードのノード情報を含む参加要求情報を受信した場合に、参加要求ノードのノード情報に応じた転送先のノード装置を示すノード情報を記憶しているか否かを判別し、当該転送先のノード装置を示すノード情報を記憶している場合には当該ノード装置に参加要求情報を転送すればよい。

【0119】

上述の実施形態において、ノード装置1の制御部11は、テーブルにおける一つのレベルに登録されているノード装置1に存在確認メッセージを送信する形態としたが(図6(A)乃至図6(C)の印参照)、これに限定されない。ノード装置1の存在確認情報送信手段としての制御部11は、参加要求ノード装置のノード情報に応じた転送先以外のノード装置を示すノード情報を記憶しているか否かを判別し、当該転送先以外のノード装置を示すノード情報を記憶している場合には当該ノード装置に参加要求ノードのノード情報を含む存在確認メッセージを送信すればよい。具体的に、制御部11は、複数のレベルに登録されているノード装置1に存在確認メッセージを送信する形態としてもよいし、任意に選択される登録されたノード装置1に存在確認メッセージを送信する形態としてもよい。また、制御部11は、上述の転送先以外のノード装置1に存在確認メッセージを送信していれば、参加要求ノード装置1のノード情報に応じた転送先のノード装置1に存在確認メッセージを送信してもよい。

【0120】

上述の実施形態において、ノード装置1の制御部11は、参加メッセージを初めに送信する際や参加メッセージを転送する際に、DHTRーティングテーブルにおけるレベル数の情報である領域指定情報を送信する形態としたが(ステップS1、S25)、これに限定されない。ノード装置1の参加要求情報転送手段としての制御部11は、参加要求情報を転送する際に、記憶手段における所定の領域を指定した領域指定情報を当該参加要求情報に付加すればよく、領域指定情報は、レベル数の情報に限定されない。また、領域指定情報を用いた場合に、存在確認情報送信手段としての制御部11は、受信した参加要求情報に領域指定情報が付加されているか否か及び領域指定情報の内容に応じて(ステップS14、S15)、送信先となる他のノード装置のノード情報を記憶している場合には当該ノード装置に存在確認情報を送信する。

【0121】

さらに、上述の実施形態のように、存在確認情報送信手段としての制御部11は、受信した参加要求情報に領域指定情報が付加されている場合には、記憶している識別情報の領域指定情報に対応する領域に属する他のノード装置に存在確認情報を送信する(ステップS14、S15、S20)ことが好ましい。なお、存在確認情報送信手段としての制御部11は、参加ノードが領域指定情報を用いなかった場合等、受信した参加要求情報に領域指定情報が付加されていない場合には、記憶している識別情報の最も大きな領域(上記実施形態ではレベル1)に属する他のノード装置に存在確認情報を送信する(ステップS20)ことが好ましい。このとき、参加要求情報転送手段としての制御部11は、受信した参加要求情報に領域指定情報が付加されている場合には、当該領域指定情報に対応する識別情報の領域よりも小さな範囲に対応する領域を指定した領域指定情報を参加要求情報に付加する(ステップS14、S15、S25)。また、参加要求情報転送手段としての制御部11は、受信した参加要求情報に領域指定情報が付加されていない場合には、識別情報の最も大きな領域(上述の実施形態ではレベル1)の次の段階の領域(上述の実施形態ではレベル2)を指定した領域指定情報を参加要求情報に付加する(ステップS25)。

【0122】

本発明の情報通信システム等は、上述の領域指定情報を用いずに参加要求情報の転送処

10

20

30

40

50

理や存在確認情報の送信処理、返信情報の送信処理を行うこともできる。

【 0 1 2 3 】

上述の実施形態においては、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 8 乃至図 10 を用いて説明したものに限定されず、ステップ S 2 3、S 2 4、S 2 5 の動作により参加要求情報転送手段を機能させたノード装置 1 は、さらに存在確認メッセージの送信先であるノード装置 1 のノード情報を参加要求ノードに送信する形態としてもよい。この動作は、ノード情報送信手段としての制御部 1 1 により行われる。この場合には、参加要求ノードが二つのノード装置から他のノード装置のノード情報を取得でき、より正確な D H T ルーティングテーブルを記憶できることとなる。

10

【 0 1 2 4 】

上述の実施形態においては、存在確認メッセージを受信したノード A 等が応答メッセージを参加要求ノード（ノード Z）に送信する形態としたが、これに限定されない。ノード装置 1 の返信情報送信手段としての制御部 1 1 は、少なくとも存在確認情報を受信した場合に、参加要求ノードに返信情報を送信すればよい。例えば、ノード装置 1 の返信情報送信手段としての制御部 1 1 は、さらに、参加要求情報を受信した場合に、参加要求ノードに返信情報を送信する形態としてもよい。

【 0 1 2 5 】

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 1 1 として機能させることも可能である。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 2 6 】

【 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 】 D H T による I D 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。

30

【 図 4 】ノード装置 1 の概要構成例を示す図である。

【 図 5 】ノード装置 1 がオーバーレイネットワークに参加した後に D H T ルーティングテーブルを作成する態様を説明する図である。

【 図 6 】 (A) ~ (C) は、他のノード装置 1 が記憶する D H T ルーティングテーブルを示す各図である。

【 図 7 】参加要求ノードであるノード Z が作成する D H T ルーティングテーブルを示す図である。

【 図 8 】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。

40

【 図 9 】ノード装置 1 におけるメッセージ受信処理を示すフローチャートである。

【 図 10 】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。

【 符号の説明 】

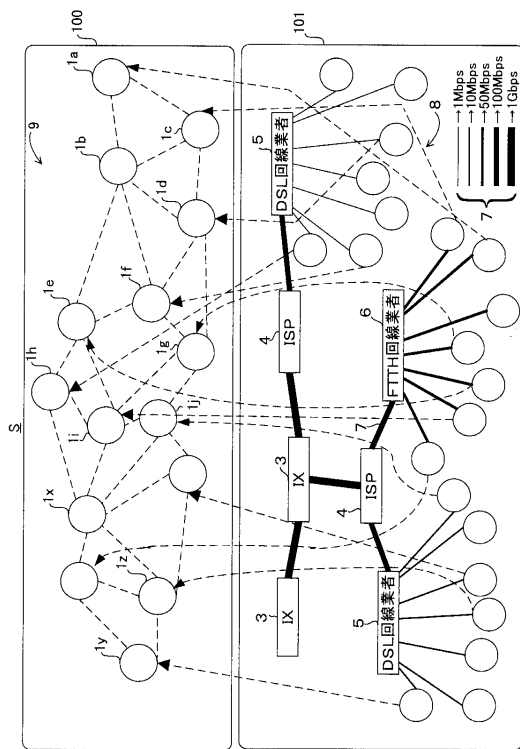
【 0 1 2 7 】

- 1 ノード装置
- 8 ネットワーク
- 9 オーバーレイネットワーク
- 1 1 制御部
- 1 2 記憶部

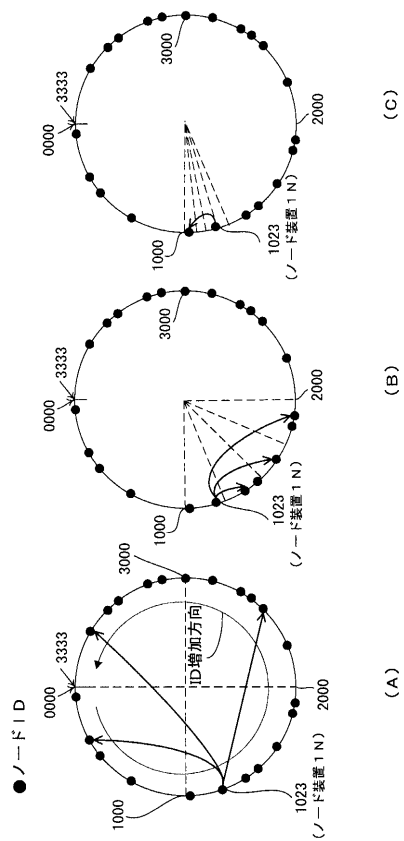
50

- 1 3 バッファメモリ
- 1 4 デコーダ部
- 1 5 映像処理部
- 1 6 表示部
- 1 7 音声処理部
- 1 8 スピーカ
- 2 0 通信部
- 2 1 入力部
- 2 2 バス
- S 情報通信システム

【図 1】



【図 2】



【図3】

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
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1	1023 IPアドレス0	2203 IPアドレス2	3220 IPアドレス3
レベル2	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

(A)

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
1023	1132	1202	1321
レベル1	1023 IPアドレス0	1202 IPアドレス5	1321 IPアドレス6
レベル2	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	-	-	-

(B)

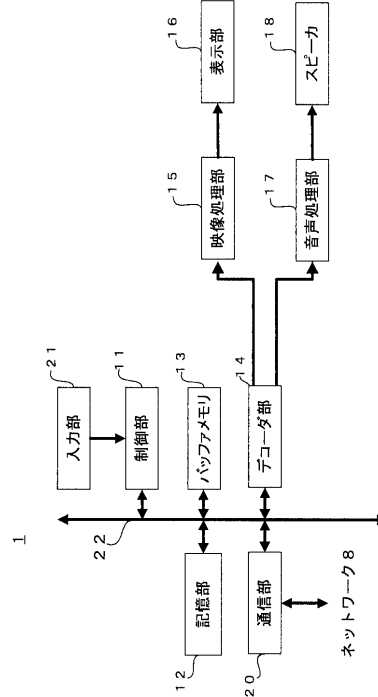
各レベルの注目桁0	各レベルの注目桁1	各レベルの注目桁2	各レベルの注目桁3
1000 IPアドレス7	-	1023	-
レベル1	-	1023	-
レベル2	-	-	-
レベル3	-	-	-
レベル4	-	-	-

(C)

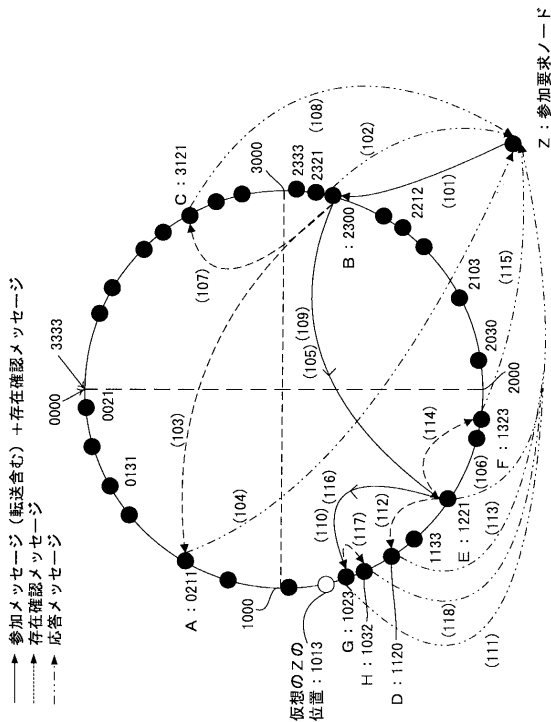
各レベルの注目桁0	各レベルの注目桁1	各レベルの注目桁2	各レベルの注目桁3
0130 IPアドレス0	1023	2203 IPアドレス2	3220 IPアドレス3
レベル1	1023 IPアドレス0	2203 IPアドレス2	3220 IPアドレス3
レベル2	1023 IPアドレス0	2203 IPアドレス2	3220 IPアドレス3
レベル3	1023 IPアドレス0	2203 IPアドレス2	3220 IPアドレス3
レベル4	1023 IPアドレス0	2203 IPアドレス2	3220 IPアドレス3

(D)

【図4】



【図5】



【図6】

(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*** ノードA	1221 ノードE	2300	3121 ノードC
レベル2	2X** ノード*	ノード*	ノード*	-
レベル3	23X* 2300	空	ノード*	2333 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*** ノード*	1221 ノードD	2300 ノードB	3201 ノード*
レベル2	1X** 1023 ノードG	1120 ノードD	1221	1323 ノードF
レベル3	12X* 空	1213 ノード*	1221	1230 ノード*
レベル4	122X 空	-	空	空

(C) ノードG: 1023
転送先なしルートノード

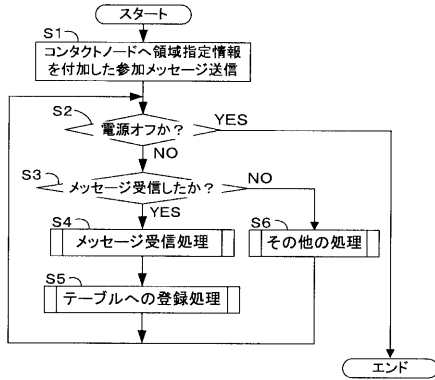
	各レベルの注目桁X=0	各レベルの注目桁X=1	各レベルの注目桁X=2	各レベルの注目桁X=3
レベル1	X*** 0131 ノード*	1023	2212 ノード*	3301 ノード*
レベル2	1X** 1023	1133 ノード*	1221 ノードE	1311 ノード*
レベル3	10X* 空	空	1023	1032 ノードH
レベル4	102X 空	空	空	1023

【図7】

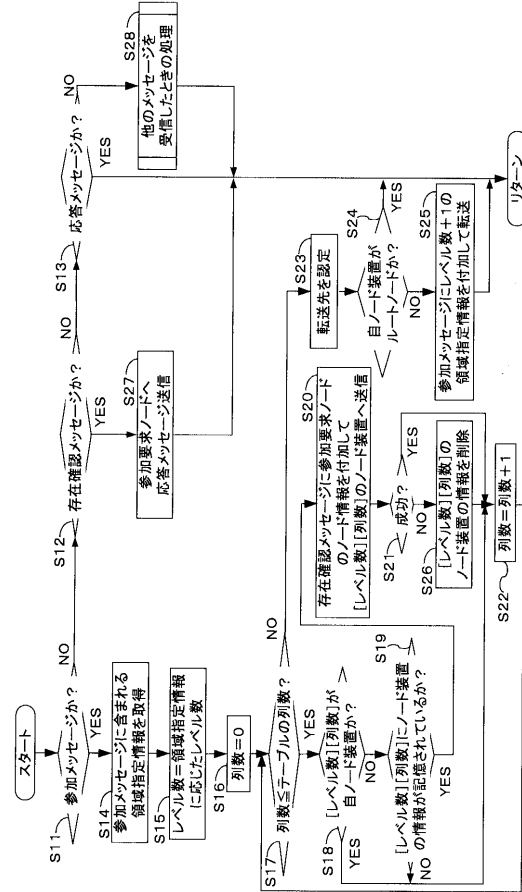
ノードZ:1013

		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 —

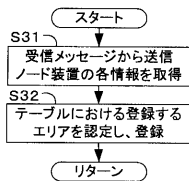
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 松尾 英輝

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

審査官 永井 啓司

(56)参考文献 特開2006-059133(JP,A)

岩田 真一 他, P2P技術の基礎知識[1], UNIX MAGAZINE, 株式会社アスキー, 2005年 9月 1日, 第20巻, 第9号, 第82-107ページ

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/00 - 12/26

H04L 12/50 - 12/66