

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-269141

(P2008-269141A)

(43) 公開日 平成20年11月6日(2008.11.6)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
<b>G06F 17/30</b>	<b>(2006.01)</b>	G06F 17/30	110C		5B075
<b>H04L 12/56</b>	<b>(2006.01)</b>	H04L 12/56	100Z		5B089
<b>G06F 13/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G06F 13/00	351A		5K030

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2007-109301 (P2007-109301)	(71) 出願人	000004237
(22) 出願日	平成19年4月18日 (2007. 4. 18)		日本電気株式会社
			東京都港区芝五丁目7番1号
(出願人による申告) 平成18年度、総務省、「ユビキタスネットワーク制御・管理技術の研究開発」委託研究、産業再生法第30条の適用を受ける特許出願		(74) 代理人	100103090
			弁理士 岩壁 冬樹
		(74) 代理人	100124501
			弁理士 塩川 誠人
		(72) 発明者	中台 慎二
			東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内
		Fターム(参考)	5B075 KK02
			5B089 GB01
			5K030 GA14 JA10 LB05 LD17 LE03
			MD07

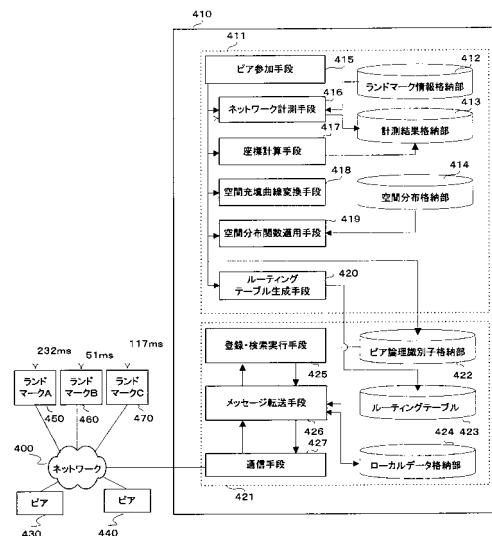
(54) 【発明の名称】 オーバレイ検索装置、オーバレイ検索システム、オーバレイ検索方法およびオーバレイ検索用プログラム

## (57) 【要約】

【課題】 ネットワークの近傍性情報を用いながら、ピアの論理識別子の分布を均一にし、特定のピアに負荷が偏らないオーバレイネットワークを構築することを目的とする。

【解決手段】 各ピアが、オーバレイネットワークに参加する場合に、ピア参加手段415が受け付ける参加要求の指示にもとづいて、ネットワーク計測手段416が複数のランドマーク450、460、470に対する通信の応答時間を測定し、座標計算手段417が取得した応答時間にもとづいて当該ピアの多次元の位置情報(座標)を算出し、空間充填曲線変換手段418が空間充填曲線を用いて多次元の位置情報を一次元の位置情報に変換し、空間分布関数適用手段419が一次元の位置情報に空間分布関数を適用して均一化された一次元の情報を取得する。そして、ピア参加手段415が一次元の情報と論理識別子空間の積をとることによって当該ピアの論理識別子を決定する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

オーバーレイネットワーク上に配置され、他の装置と共有するデータを検索するオーバーレイ検索装置であって、

他の特定のコンピュータとの間の近傍性に関するネットワーク特性を取得するネットワーク特性取得手段と、

取得された前記ネットワーク特性をもとづいて当該オーバーレイ検索装置の位置情報を算出する位置情報算出手段と、

算出された前記位置情報に対して複数のオーバーレイ検索装置の位置情報に関する分布関数を適用して前記位置情報を均一化する分布関数適用手段と、

均一化された情報にもとづいて当該オーバーレイ検索装置に割り当てる論理識別子を算出する論理識別子算出手段とを備えた

ことを特徴とするオーバーレイ検索装置。

**【請求項 2】**

多次元データを一次元データに変換する次元変換手段を備え、

位置情報算出手段は、ネットワーク特性をもとづいて当該オーバーレイ検索装置の多次元の位置情報を算出し、

前記次元変換手段は、算出された多次元の位置情報を一次元の位置情報に変換し、

分布関数適用手段は、変換された一次元の位置情報に分布関数を適用して均一化された一次元の情報に変換する

請求項 1 記載のオーバーレイ検索装置。

**【請求項 3】**

次元変換手段は、空間充填曲線を用いて多次元データを一次元データに変換する

請求項 1 または請求項 2 記載のオーバーレイ検索装置。

**【請求項 4】**

オーバーレイネットワーク上に配置された複数の端末を備え、各端末間で共有するデータを検索するオーバーレイ検索システムであって、

前記各端末は、

他の特定のコンピュータとの間の近傍性に関するネットワーク特性を取得するネットワーク特性取得手段と、

取得された前記ネットワーク特性をもとづいて当該端末の位置情報を算出する位置情報算出手段と、

算出された前記位置情報に分布関数を適用して前記位置情報を均一化する分布関数適用手段と、

均一化された情報にもとづいて当該端末に割り当てる論理識別子を算出する論理識別子算出手段とを備えた

ことを特徴とするオーバーレイ検索システム。

**【請求項 5】**

オーバーレイネットワーク上に配置された、他の装置とデータを共有する端末の制御部が、

他の特定のコンピュータとの間の近傍性に関するネットワーク特性を取得するネットワーク特性取得ステップと、

取得された前記ネットワーク特性をもとづいて当該端末の位置情報を算出する位置情報算出ステップと、

算出された前記位置情報に分布関数を適用して前記位置情報を均一化する分布関数適用ステップと、

均一化された情報にもとづいて当該端末に割り当てる論理識別子を算出する論理識別子算出ステップとを備えた

ことを特徴とするオーバーレイ検索方法。

**【請求項 6】**

多次元データを一次元データに変換する次元変換ステップを備え、  
位置情報算出ステップにおいて、ネットワーク特性をもとづいて当該端末の多次元の位置情報を算出し、

前記次元変換ステップにおいて、算出された多次元の位置情報を一次元の位置情報に変換し、

分布関数適用ステップにおいて、変換された一次元の位置情報に分布関数を適用して均一化された一次元の情報に変換する

請求項 5 記載のオーバーレイ検索方法。

【請求項 7】

次元変換ステップにおいて、空間充填曲線を用いて多次元データを一次元データに変換する

請求項 5 または請求項 6 記載のオーバーレイ検索方法。

【請求項 8】

オーバーレイネットワーク上に配置されたコンピュータが他のコンピュータと共有するデータを検索するためのオーバーレイ検索用プログラムであって、

他の特定のコンピュータとの間の近傍性に関するネットワーク特性を取得するネットワーク特性取得処理と、

取得された前記ネットワーク特性をもとづいて当該コンピュータの位置情報を算出する位置情報算出処理と、

算出された前記位置情報に分布関数を適用して前記位置情報を均一化する分布関数適用処理と、

均一化された情報にもとづいて当該コンピュータに割り当てる論理識別子を算出する論理識別子算出処理とを

コンピュータに実行させるためのオーバーレイ検索用プログラム。

【請求項 9】

多次元データを一次元データに変換する次元変換処理をもコンピュータに実行させ、

位置情報算出処理において、ネットワーク特性をもとづいて当該端末の多次元の位置情報を算出させ、

前記次元変換処理において、算出された多次元の位置情報を一次元の位置情報に変換させ、

分布関数適用処理において、変換された一次元の位置情報に分布関数を適用して均一化された一次元の情報に変換させる

請求項 8 記載のオーバーレイ検索用プログラム。

【請求項 10】

次元変換処理において、空間充填曲線を用いて多次元データを一次元データに変換させる

請求項 8 または請求項 9 記載のオーバーレイ検索用プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ネットワーク上における他の装置と共有するデータを検索するオーバーレイ検索装置、オーバーレイ検索システム、オーバーレイ検索方法およびオーバーレイ検索プログラムに関し、特に、ネットワークの近傍性情報を考慮して論理識別子を割り当てるオーバーレイ検索装置、オーバーレイ検索システム、オーバーレイ検索方法およびオーバーレイ検索プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

オーバーレイネットワークは、既存のリンクを用いて、その上位層における目的に応じて仮想的なリンクを形成し構成するネットワークである。すなわち、コンピュータネットワークの下位層のトポロジとは関係なく構築された上位層のネットワークをオーバーレイ・

10

20

30

40

50

ネットワークと呼ぶ。例えば、IPネットワークのトポロジとは無関係に構築されたP2P(Peer to Peer)ネットワークなどを指す。

【0003】

オーバーレイネットワークでは、中央サーバを必要とせず、容易に柔軟な耐故障性に優れたネットワークを構築できる。ノード(ピアともいう)は自由に参加・離脱を行い、ネットワークトポロジは動的に変化する。全てのノードに対等の権限が与えられ、ネットワークに接続されている全てのノードが持つデータにアクセスすることが可能となる。

【0004】

オーバーレイネットワークにおいて、各ノードが隣接するノードの情報(IPアドレス等)のみを持つ場合は、データを検索する方法として、隣接するノードに問合せ(クエリ)をリレーで渡していく方法が採られることになる。このような検索方法の場合、検索用のネットワークトポロジを維持する必要があるためアドホック性に優れ、複製を利用することで耐故障性も優れているが、検索に時間がかかるためスケーラビリティに欠ける。一方、各ノードがネットワーク上の全てのノードの情報を持っている場合は、検索時間はかかるがスケーラビリティとアドホック性の点で適切でない。このように、オーバーレイネットワーク(P2Pネットワーク)では、要求されたデータを持つノードをどのように検索するかが重要と問題となる。

【0005】

オーバーレイネットワーク上の各ノードに経路情報として分散ハッシュテーブル(Distributed Hash Table: DHT)を持たせることにより、膨大なデータを高速(効率的)に検索する手法が用いられている。分散ハッシュテーブルでは、データはハッシュ空間上に配置され、各ノードがある値域を担当して値域内に存在するデータを保持、管理する。所定のノードがキーを通じてデータの検索を行う場合、キーをハッシュ関でハッシュ値に変換してハッシュ空間にマッピングを行い、目的のノードとデータを取得する。多くのDHTでは、ノードのIDを衝突なく均一にするために、一意性が担保された下位ネットワークのアドレス(IPアドレスとポートの組み合わせなど)のハッシュ値をIDとして用いる。

【0006】

しかし、分散ハッシュテーブルを利用したオーバーレイネットワークでは、実際の物理ネットワーク上のノードの近さと分散ハッシュ空間上のノードの近さは無関係となっている。従って、オーバーレイネットワーク上では無駄の無い検索ホップであっても、実際の物理ネットワークでは、一度遠くのネットワークに存在するノードまで検索が進んだ後、検索要求を行った(検索を開始した)ノードの近くのノードに検索が戻ってしてしまうような無駄が含まれる可能性がある。そこで、非特許文献1には、物理ネットワークの近傍性を考慮したオーバーレイ検索システムの一例が記載されている。以下、非特許文献1に記載されたオーバーレイ検索システムの構成について説明する。

【0007】

図5は、従来のオーバーレイ検索システムの構成を示すブロック図である。図5に示すように、従来のオーバーレイ検索システムは、ネットワーク100上でのアドレスを有する複数のピア110、130、140、および各ピア110、130、140がネットワーク計測の接続先として用いるランドマーク150、160、170から構成されている。なお、図5において、ピア110、130、140しか示されていないが、他の複数のピアもネットワーク100に接続されている。

【0008】

ピア110は、当該ピア110がオーバーレイネットワークに参加するときに当該ピア110の論理識別子とルーティングテーブルを生成する処理を行うピア初期化部111と、検索対象のデータの登録処理およびデータの検索処理を行う登録・検索実行部120とを備えている。なお、ピア130、140も、ピア110と同一の構成を備えている。

【0009】

ピア初期化部111は、図5に示すように、ランドマーク設定格納部112と、計測結

10

20

30

40

50

果格納部 1 1 3 と、ネットワーク計測手段 1 1 4 と、近傍順序論理識別子決定手段 1 1 5 と、ルーティングテーブル生成手段 1 1 6 と、ピア参加手段 1 1 7 とを備えている。

【 0 0 1 0 】

ランドマーク設定格納部 1 1 2 には、当該ピア 1 1 0 がネットワーク計測（ランドマークとの応答時間の計測）を行うために必要なランドマーク 1 5 0 , 1 6 0 , 1 7 0 のアドレス等が格納される。計測結果格納部 1 1 3 には、当該ピアとランドマーク 1 5 0 , 1 6 0 , 1 7 0 との間の応答時間（R T T : R o u n d T r i p T i m e）等が格納される。ネットワーク計測手段 1 1 4 は、ランドマーク設定格納部 1 1 2 に格納されているアドレスのランドマーク 1 5 0 , 1 6 0 , 1 7 0 に対して応答時間 R T T の計測を行い、その計測結果を計測結果格納部 1 1 3 に格納する。

10

【 0 0 1 1 】

近傍順序論理識別子決定手段 1 1 5 は、計測結果格納部 1 1 3 から R T T を取得し、取得した R T T にもとづいてランドマークを順序づけ、この順序から後述する一意に決定可能な手法で当該ピアの論理識別子を決定する。ここで決定される論理識別子は、他のピア 1 3 0 , 1 4 0 とは異なる、オーバーレイネットワークの中で一意な論理識別子である。

【 0 0 1 2 】

ルーティングテーブル生成手段 1 1 6 は、近傍順序論理識別子決定手段 1 1 5 によって決定（計算）された論理識別子をもとに、ルーティングテーブルを作成する。ルーティングテーブルとは、各ピアがメッセージのルーティングを行うときに参照するテーブルである。ルーティングテーブルには、当該ピアの接続先ピアの論理識別子とネットワークアドレス（例えば I P アドレス）とが格納されている。

20

【 0 0 1 3 】

ピア参加手段 1 1 7 は、当該システムの外部（外部インタフェース）からのオーバーレイネットワークへの参加要求を受け付ける手段である。ピア参加手段 1 1 7 は、参加要求を受け付けると、ネットワーク計測手段 1 1 4 に対して計測結果を取得するように指示し、ネットワーク計測手段 1 1 4 によって取得された計測結果の情報をもとに論理識別子とルーティングテーブルを作成するように近傍順序論理識別子決定手段 1 1 5 とルーティングテーブル生成手段 1 1 6 に対して逐次指示を行う。

【 0 0 1 4 】

登録・検索実行部 1 2 0 は、図 5 に示すように、ピア論理識別子格納部 1 2 6 と、ローカルデータ格納部 1 2 1 と、ルーティングテーブル 1 2 2 と、メッセージ転送手段 1 2 3 と、通信手段 1 2 4 と、登録・検索実行手段 1 2 5 とを備えている。

30

【 0 0 1 5 】

ピア論理識別子格納部 1 2 6 には、近傍順序論理識別子決定手段 1 1 5 によって決定（算出）された論理識別子が格納される。ローカルデータ格納部 1 2 1 には、オーバーレイネットワーク上における他のピア 1 3 0 , 1 4 0 と共有されるデータのうち、ピア 1 1 0 が管理するデータ（当該ピア 1 1 0 の論理識別子と関連する識別子を持つデータ）が格納される。ルーティングテーブル 1 2 2 には、ルーティングテーブル生成手段 1 1 6 によって生成されたルーティングテーブルが格納される。

【 0 0 1 6 】

40

メッセージ転送手段 1 2 3 は、当該ピア 1 1 0 の登録・検索実行手段 1 2 5、あるいは他ピアのメッセージ転送手段 1 2 3 から渡されるメッセージ（検索要求のメッセージ）を、ピア論理識別子格納部 1 2 6 あるいはルーティングテーブル 1 2 2 を参照しながら、他ピアへのメッセージの転送あるいはローカルデータ格納部 1 2 1 からのデータ取得などを行う。通信手段 1 2 4 は、他ピアのネットワーク 1 0 0 上でのアドレスを指定して、ネットワーク 1 0 0 上にメッセージを送受信する処理を担う。これにより、他ピアとのネットワーク 1 0 0 を介した通信が実行される。

【 0 0 1 7 】

登録・検索実行手段 1 2 5 は、当該システムの外部（外部インタフェース）からの要求によりデータの登録やデータの検索を受け付ける手段である。登録・検索実行手段 1 2 5

50

は、データの登録の要求を受け付けると、当該データを格納する先のピアを発見して、そのピアに対するデータ登録を指示するメッセージを発行し、そのメッセージをメッセージ転送手段 1 2 3 に受け渡す。また、登録・検索実行手段 1 2 5 は、データの検索の要求を受け付けると、当該データを格納しているピアを検索し、そのピアに対するデータ取得を指示するメッセージを発行し、そのメッセージをメッセージ転送手段 1 2 3 に受け渡す。

#### 【 0 0 1 8 】

次に、従来のオーバレイ検索システムの動作について図 5 ~ 図 7 を参照して説明する。

#### 【 0 0 1 9 】

ピア 1 1 0 において、ピア参加手段 1 1 7 は、外部からのオーバレイネットワークへのピア 1 1 0 の参加要求を受け付けると、ネットワーク計測手段 1 1 4 に対して計測結果を取得するように指示する。ネットワーク計測手段 1 1 4 は、ピア参加手段 1 1 7 からの計測結果の取得の指示を受けると、ランドマーク設定格納部 1 1 2 に格納されているアドレスのランドマーク 1 5 0 , 1 6 0 , 1 7 0 に対して応答時間 R T T の計測を行う。例えば、ネットワーク計測手段 1 1 4 が、各ランドマーク 1 5 0 , 1 6 0 , 1 7 0 のアドレスにメッセージを送信すると同時に計測を開始し、各ランドマーク 1 5 0 , 1 6 0 , 1 7 0 からのメッセージに対する応答メッセージを受信した時点で計測を停止する。このような処理により、メッセージを送信してから応答メッセージを受信するまでの時間を応答時間として計測することが可能となる。そして、ネットワーク計測手段 1 1 4 は、応答時間の計測結果を計測結果格納部 1 1 3 に格納する。

#### 【 0 0 2 0 】

ここで、図 5 に示すランドマーク A 1 5 0 の応答時間が 2 3 2 m s 、図 5 に示すランドマーク B 1 6 0 の応答時間が 5 1 m s 、図 5 に示すランドマーク C 1 7 0 の応答時間が 1 7 m s であるものとする。

#### 【 0 0 2 1 】

図 6 は、オーバレイネットワークに参加しているピアとランドマークの物理的ネットワーク上における配置例を示す説明図である。図 6 に示すように、各ランドマーク 1 5 0 , 1 6 0 , 1 7 0 の応答時間と、計測を行ったピア 2 0 1 ( 図 5 のピア 1 1 0 ) と各ランドマーク 1 5 0 , 1 6 0 , 1 7 0 との距離は比例している。すなわち、ランドマーク B 1 6 0 の応答時間が最も短いので、ピア 2 0 1 とランドマーク B 1 6 0 との距離が一番近い。次にランドマーク C 1 7 0 の応答時間が短いので、ピア 2 0 1 とランドマーク C 1 7 0 との距離が次に短い。そして、ランドマーク A 1 5 0 の応答時間が最も長いので、ピア 2 0 1 とランドマーク A 1 5 0 との距離が一番長い。

#### 【 0 0 2 2 】

次に、ピア参加手段 1 1 7 は、ネットワーク計測手段 1 1 4 によって取得された計測結果の情報をもとに論理識別子を作成するように近傍順序論理識別子決定手段 1 1 5 に対して指示を行う。近傍順序論理識別子決定手段 1 1 5 は、ピア参加手段 1 1 7 からの指示を受けると、この従来技術の特徴的な方法により、当該ピアの論理識別子を決定する。

#### 【 0 0 2 3 】

具体的には、近傍順序論理識別子決定手段 1 1 5 は、計測結果格納部 1 1 3 から各ランドマーク 1 5 0 , 1 6 0 , 1 7 0 の応答時間 R T T を取得する。そして、近傍順序論理識別子決定手段 1 1 5 は、取得した各ランドマーク毎の応答時間 R T T をもとに、ランドマークを順序づける。ここで、上述したように、ランドマーク A 1 5 0 、ランドマーク B 1 6 0 、ランドマーク C 1 7 0 との R T T がそれぞれ 2 3 2 m s , 5 1 m s , 1 1 7 m s であるとする、順序は [ B , C , A ] となる。そして、近傍順序論理識別子決定手段 1 1 5 は、応答時間の順序から一意に決定可能な手法で当該ピアの論理識別子を決定する。このように、応答時間の順序から一意に決定可能な手法で論理識別子の範囲を求めることで、ランドマークに対して同一の応答時間の順序を持つピア、すなわちネットワーク距離の近いピアが近い論理識別子を持つこととなる。

#### 【 0 0 2 4 】

論理識別子を一意に決定する手法として、オーバレイネットワーク ( ハッシュ空間 ) に

おける論理識別子を決定するアルゴリズムであるCAN (Content - Addressable - Network) を用いることができる。CANは非特許文献2に記載されている。

#### 【0025】

多次元の論理識別子を持つCANにおいて、まず、一つ目の次元の論理識別子空間（ハッシュ空間）をランドマーク数で分割し、2つ目の次元の論理識別子空間をランドマーク数 - 1で分割する。仮に、論理識別子空間が2次元であり、その範囲が $[0, 1)$ であるとする、ランドマーク数が3であるので、図7に示すように、1次元目の論理識別子空間を $[0, 0.33)$ 、 $[0.33, 0.66)$ 、 $[0.66, 1)$ の3つに分割し、2次元目の論理識別子空間を $[0, 0.5)$ 、 $[0.5, 1)$ の2つに分割する。よって、論理識別子空間が6つのセグメントに分割されることになる。

10

#### 【0026】

次に、応答時間の順序が先頭（1番目）のランドマークから1次元目の論理識別子空間のどこの範囲に当該ピアが属するかを決定し、応答時間の順序が2番目のランドマークから2次元目の論理識別子空間のどこの範囲に当該ピアが属するかを決定する。例えば、図7に示すように、応答時間の順序が $[B, C, A]$ であるピアは、順序が1番目のランドマークは「B」であるため、そのアルファベット順序から $[0.33, 0.66)$ が1次元目の範囲となる。また、順序が2番目のランドマークは「C」であるため、そのアルファベット順序から $[0, 0.5)$ が2次元目の範囲となる。

#### 【0027】

20

このようにして、同一のランドマーク順序（例えば、 $[B, C, A]$ ）を持つピア同士が近い論理識別子を持つようになるが、論理識別子の衝突を避けるために、当該範囲の中でランダムに割り当てられる範囲がこのピアの論理識別子となる。

#### 【0028】

以上は、ピア初期化部111の動作について説明であるが、登録・検索実行部120の動作については、一般的に用いられているオーバレイネットワークにおけるデータ検索アルゴリズム（例えばCAN）を利用して実現されるため、説明を省略する。

#### 【0029】

なお、別の従来のオーバレイ検索システムが特許文献1に記載されている。この従来の検索システムでは、図5に示すピア初期化部111の中で行われる手順と対応するオーバレイネットワークに参加する処理の中で、複数の他ピアと当該ピアとの通信負荷を計測し、その結果に基づいて、それら他ピアの中から接続先ピアを選択する手段を有する。

30

#### 【0030】

【非特許文献1】Sylvia Ratnasamy, Mark Handley, Richard Karp and Scott Shenker, "Topology - Aware Overlay Construction and Server Selection", IP...

【非特許文献2】Sylvia Ratnasamy, P. Francis, Mark Handley, Richard Karp and Scott Shenker, "A Scalable Content - Addressable Network", SIGCOMM 2001

40

【特許文献1】特開2006 - 191489号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0031】

従来のオーバレイデータ検索システムでは、オーバレイネットワークへの参加時に、ランドマークとのRTTを計測することによって、図6の各ピア201～212は、図中の $[ ]$ 内に記載された順序を算出する。この順序にもとづいて、各ピアには図7の論理識別子空間に示された論理識別子が割り当てられる。ここで問題となるのが、論理識別子空間の特定の範囲（第1次元 $= [0.66, 1.0)$ 、第2次元 $= [0.5, 1.0)$ ）内に存

50

在するピア数が多く、全体として不均一であるという点である。これは、ネットワーク内に存在するピア分布が不均一であることによる。図6に示す例では、ランドマークCに最も近く、次にランドマークB、最後にランドマークAであるようなピアが、他の組み合わせに比べて多いため、これと対応する論理識別子空間の範囲内に存在するピア数が増加する。

#### 【0032】

このようにピアの論理識別子が不均一であると、特定のピアにデータの集中が発生するという問題が発生する。すなわち、オーバーレイネットワークのデータ検索システムにおいては、データに論理識別子を与えて、そのデータを管理するピアを対応づけるが（データの論理識別子に対応する論理識別子を持つピアにデータを管理（カバー）させるが）、ここで算出される論理識別子空間（データに割り当てる論理識別子の空間）は均一分布であるために、ピアの論理識別子の分布が不均一であると、特定のピアにデータが集中する。例えば、2次元の論理識別子空間に均一な分布を持つデータの論理識別子の算出方法としては、2つのHash関数を利用する方法がある。この場合、“Foo”というキーで指定されるデータの格納場所を決定する際には、第1のHash関数 $H_1(x)$ に当該値（“Foo”）を入力して0.28を得る。第2のHash関数 $H_2(x)$ にも同様に当該値を入力して0.78を得る。そして、これらをそれぞれ論理識別子の第1次元・第2次元の値とする。このようにして得られたデータの論理識別子にもとづいて、図7に示すようにデータがピア310に格納される。このことから明らかなように、Hash関数の出力が $[0, 1)$ に均一分布するのであれば、ピア309, ピア311, ピア302, ピア310に存在するデータ数は、ピア304, ピア308, ピア230, ピア307に存在するデータ数の8倍となる。

#### 【0033】

以上のように、ネットワーク内においてピアは均一には分布していないため、ピアの論理識別子の分布も特定の論理識別子の範囲に偏る。よって、通信の応答時間などのネットワークの近傍性情報をもとにオーバーレイピアの論理識別子を決定すると、特定のピアに負荷が偏ってしまう。

#### 【0034】

本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、ネットワークの近傍性情報を用いながら、ピアの論理識別子の分布を均一にし、特定のピアに負荷が偏らないオーバーレイネットワークを構築することができるオーバーレイ検索装置、オーバーレイ検索システム、オーバーレイ検索方法およびオーバーレイ検索用プログラム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】

#### 【0035】

以上の目的を達成するため、本発明のオーバーレイ検索装置は、オーバーレイネットワーク上に配置され、他の装置と共有するデータを検索するオーバーレイ検索装置であって、他の特定のコンピュータとの間の近傍性に関するネットワーク特性を取得するネットワーク特性取得手段と、取得されたネットワーク特性をもとづいて当該オーバーレイ検索装置の位置情報を算出する位置情報算出手段と、算出された位置情報に対して複数のオーバーレイ検索装置の位置情報に関する分布関数を適用して位置情報を均一化する分布関数適用手段と、均一化された情報にもとづいて当該オーバーレイ検索装置に割り当てる論理識別子を算出する論理識別子算出手段とを備えたことを特徴とする。

#### 【0036】

多次元データを一次元データに変換する次元変換手段を備え、位置情報算出手段は、ネットワーク特性をもとづいて当該オーバーレイ検索装置の多次元の位置情報を算出し、次元変換手段は、算出された多次元の位置情報を一次元の位置情報に変換し、分布関数適用手段は、変換された一次元の位置情報に分布関数を適用して均一化された一次元の情報に変換するように構成されていてもよい。このような構成によれば、ネットワークの近傍性を考慮しつつ、オーバーレイネットワーク全体におけるピアの論理識別子の分布を確実に均一

にすることができる。

【0037】

次元変換手段は、空間充填曲線を用いて多次元データを一次元データに変換するように構成されていてもよい。このような構成によれば、容易かつ確実に、ピアの多次元の位置情報（座標）を一次元の情報に変換することができる。

【0038】

また、本発明のオーバレイ検索システムは、オーバレイネットワーク上に配置された複数の端末を備え、各端末間で共有するデータを検索するオーバレイ検索システムであって、各端末は、他の特定のコンピュータとの間の近傍性に関するネットワーク特性を取得するネットワーク特性取得手段と、取得されたネットワーク特性をもとづいて当該端末の位置情報を算出する位置情報算出手段と、算出された位置情報に分布関数を適用して位置情報を均一化する分布関数適用手段と、均一化された情報にもとづいて当該端末に割り当てる論理識別子を算出する論理識別子算出手段とを備えたことを特徴とする。

10

【0039】

また、本発明のオーバレイ検索方法は、オーバレイネットワーク上に配置された、他の装置とデータを共有する端末の制御部が、他の特定のコンピュータとの間の近傍性に関するネットワーク特性を取得するネットワーク特性取得ステップと、取得されたネットワーク特性をもとづいて当該端末の位置情報を算出する位置情報算出ステップと、算出された位置情報に分布関数を適用して位置情報を均一化する分布関数適用ステップと、均一化された情報にもとづいて当該端末に割り当てる論理識別子を算出する論理識別子算出ステップとを備えたことを特徴とする。

20

【0040】

多次元データを一次元データに変換する次元変換ステップを備え、位置情報算出ステップにおいて、ネットワーク特性をもとづいて当該端末の多次元の位置情報を算出し、次元変換ステップにおいて、算出された多次元の位置情報を一次元の位置情報に変換し、分布関数適用ステップにおいて、変換された一次元の位置情報に分布関数を適用して均一化された一次元の情報に変換するように構成されていてもよい。このような構成によれば、ネットワークの近傍性を考慮しつつ、オーバレイネットワーク全体におけるピアの論理識別子の分布を確実に均一にすることができる。

【0041】

30

次元変換ステップにおいて、空間充填曲線を用いて多次元データを一次元データに変換するように構成されていてもよい。このような構成によれば、容易かつ確実に、ピアの多次元の位置情報（座標）を一次元の情報に変換することができる。

【0042】

また、本発明のオーバレイ検索プログラムは、オーバレイネットワーク上に配置されたコンピュータが他のコンピュータと共有するデータを検索するためのオーバレイ検索プログラムであって、他の特定のコンピュータとの間の近傍性に関するネットワーク特性を取得するネットワーク特性取得処理と、取得されたネットワーク特性をもとづいて当該コンピュータの位置情報を算出する位置情報算出処理と、算出された位置情報に分布関数を適用して位置情報を均一化する分布関数適用処理と、均一化された情報にもとづいて当該コンピュータに割り当てる論理識別子を算出する論理識別子算出処理とをコンピュータに実行させることを特徴とする。

40

【0043】

多次元データを一次元データに変換する次元変換処理をもコンピュータに実行させ、位置情報算出処理において、ネットワーク特性をもとづいて当該端末の多次元の位置情報を算出させ、次元変換処理において、算出された多次元の位置情報を一次元の位置情報に変換させ、分布関数適用処理において、変換された一次元の位置情報に分布関数を適用して均一化された一次元の情報に変換させるように構成されていてもよい。このような構成によれば、ネットワークの近傍性を考慮しつつ、オーバレイネットワーク全体におけるピアの論理識別子の分布を確実に均一にすることができる。

50

## 【 0 0 4 4 】

次元変換処理において、空間充填曲線を用いて多次元データを一次元データに変換させるように構成されていてもよい。このような構成によれば、容易かつ確実に、ピアの多次元の位置情報（座標）を一次元の情報に変換することができる。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 4 5 】

以上のように、本発明では、オーバレイネットワーク上の各装置（ピア）が、他の特定のコンピュータ（ランドマークまたは他の特定のピア）との間の近傍性に関するネットワーク特性を取得するネットワーク特性取得手段と、取得されたネットワーク特性をもとづいて当該装置の位置情報を算出する位置情報算出手段と、算出された位置情報に分布関数を適用して位置情報を均一化する分布関数適用手段と、均一化された情報にもとづいて当該装置に割り当てる論理識別子を算出する論理識別子算出手段とを備えているので、近傍の装置（ピア）間の論理識別子の距離を小さくしつつ、全体では均一な論理識別子分布をとるように、各装置（ピア）の論理識別子を決定することができる。その結果、本発明の目的である、データ管理負荷の偏りを生じさせずに、オーバレイデータ検索の応答速度を高めることができるという効果を達成することができる。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 4 6 】

以下、本発明の実施の一形態を図面を参照して説明する。

## 【 0 0 4 7 】

図 1 は、本発明のオーバレイ検索システムの構成を示すブロック図である。図 1 に示すように、本発明のオーバレイ検索システムは、プログラム制御により動作するコンピュータ（中央処理装置；プロセッサ；データ処理装置）であるピア 4 1 0、4 3 0、4 4 0 と、プログラム制御により動作するコンピュータ（中央処理装置；プロセッサ；データ処理装置）であるランドマーク 4 5 0、4 6 0、4 7 0 とから構成されている。図 1 に示すように、各ピア 4 1 0、4 3 0、4 4 0 および各ランドマーク 4 5 0、4 6 0、4 7 0 は、ネットワーク 4 0 0 に接続されている。

## 【 0 0 4 8 】

なお、図 1 において、ネットワーク 4 0 0 にはピア 4 1 0、4 3 0、4 4 0 およびランドマーク 4 5 0、4 6 0、4 7 0 だけが接続されているが、ほかにも複数のピアやランドマークがネットワーク 4 0 0 に接続されている。

## 【 0 0 4 9 】

図 1 に示すように、ピア 4 1 0 は、当該ピア 4 1 0 がオーバレイネットワークに参加するときに当該ピア 4 1 0 の論理識別子とルーティングテーブルを生成する処理を行うピア初期化部 4 1 1 と、検索対象のデータの登録処理およびデータの検索処理を行う登録・検索実行部 4 2 1 とを備えている。なお、ピア 4 3 0、4 4 0 も、ピア 4 1 0 と同一の構成を備えている。

## 【 0 0 5 0 】

登録・検索実行部 4 2 1 は、ピア論理識別子格納部 4 2 2 と、ルーティングテーブル 4 2 3 と、ローカルデータ格納部 4 2 4 と、メッセージ転送手段 4 2 6 と、通信処理手段 4 2 7 と、登録検索実行手段 4 2 5 とを備えている。

## 【 0 0 5 1 】

登録・検索実行部 4 2 1 を構成する格納部（ピア論理識別子格納部 4 2 2、ルーティングテーブル 4 2 3、ローカルデータ格納部 4 2 4）には、それぞれ概略つぎのようなデータが格納されている。

## 【 0 0 5 2 】

ピア論理識別子格納部 4 2 2 には、オーバレイネットワークでの当該ピア（例えばピア 4 1 0）の論理識別子（ノード ID ともいう）が格納されている。論理識別子はオーバレイネットワーク上で各ピアを識別するための識別子である。

## 【 0 0 5 3 】

ローカルデータ格納部 4 2 4 には、全ピアで共有するデータのうち当該ピア 4 1 0 が担当（管理）するデータが格納される。どの部分を担当するかは、当該ピア 4 1 0 の論理識別子によって異なる。

【 0 0 5 4 】

ルーティングテーブル 4 2 3 は、当該ピア 4 1 0 がルーティングを行うときに参照するテーブルである。ルーティングテーブル 4 2 3 には、他のピアの論理識別子と、ネットワーク 4 0 0 上でのアドレス（例えば、Internet Protocol (IP) アドレス）の組を複数有する。このルーティングテーブルの管理方式は、任意のオーバーレイネットワークアルゴリズム（CAN、Chord など）に応じた方式でよい。

【 0 0 5 5 】

登録・検索実行部 4 2 1 を構成する手段（登録・検索実行手段 4 2 5、メッセージ転送手段 4 2 6、通信手段 4 2 7）は、それぞれ概略つぎのように動作する。

【 0 0 5 6 】

メッセージ転送手段 4 2 6 は、当該ピア 4 1 0 の登録・検索実行手段 4 2 5、あるいは他ピアのメッセージ転送手段 4 2 6 から渡されるメッセージ（検索要求のメッセージ）を、ピア論理識別子格納部 1 2 6 あるいはルーティングテーブル 1 2 2 を参照しながら、他ピアへのメッセージの転送あるいはローカルデータ格納部 1 2 1 からのデータ取得などを行う。通信手段 4 2 7 は、他ピアのネットワーク 4 0 0 上でのアドレスを指定して、ネットワーク 4 0 0 上にメッセージを送受信する処理を担う。これにより、あるピアのメッセージ転送手段 4 2 6 が、他のピアのメッセージ転送手段 4 2 6 を呼び出すことを可能とする。

【 0 0 5 7 】

登録・検索実行手段 4 2 5 は、外部（外部インタフェース）から要求（データ登録要求、データ検索要求）があった場合に呼ばれ、要求に対応する宛先となる論理識別子範囲を決定し、決定した論理識別子範囲をメッセージ転送手段 4 2 6 に渡し、返ってきた結果（登録結果、検索結果）を外部プログラムに与える役割を担う。

【 0 0 5 8 】

また、ピア初期化部 4 1 1 は、ランドマーク情報格納部 4 1 2 と、計測結果格納部 4 1 3 と、空間分布格納部 4 1 4 と、ピア参加手段 4 1 5 と、ネットワーク計測手段 4 1 6 と、座標計算手段 4 1 7 と、空間充填曲線変換手段 4 1 8 と、空間分布関数適用手段 4 1 9 と、ルーティングテーブル生成手段 4 2 0 とを備えている。

【 0 0 5 9 】

ピア初期化部 4 1 1 を構成する格納部（ランドマーク情報格納部 4 1 2、計測結果格納部 4 1 3、空間分布格納部 4 1 4）には、それぞれ概略つぎのようなデータが格納される。

【 0 0 6 0 】

ランドマーク情報格納部 4 1 2 には、当該ピア 4 1 0 がネットワーク計測を行う宛先のコンピュータ（ランドマーク）のアドレスが格納される。ここで、ランドマークは、計測専用設置されたコンピュータでも、他のピアであってもよい。

【 0 0 6 1 】

計測結果格納部 4 1 3 には、ランドマークに対してネットワーク計測した結果（応答時間）が格納される。空間分布格納部 4 1 4 には、オーバーレイネットワークに参加しているピアの多次元の座標分布情報を一次元の分布関数として保持している。好適には、このデータは他のピア 4 3 0、4 4 0 と共有される。

【 0 0 6 2 】

ピア初期化部 4 1 1 を構成する手段（ピア参加手段 4 1 5、ネットワーク計測手段 4 1 6、座標計算手段 4 1 7、空間充填曲線変換手段 4 1 8、空間分布関数適用手段 4 1 9、ルーティングテーブル生成手段 4 2 0）は、それぞれ概略つぎのように動作する。

【 0 0 6 3 】

ネットワーク計測手段 4 1 6 は、ピア参加手段 4 1 5 から計測指示を受けると、ランド

10

20

30

40

50

マーク情報格納部 4 1 2 から計測先のランドマークのアドレスを複数取得し、それらの宛先に対して P i n g プロトコルなどを用いて応答時間などを計測し、その応答時間を結果として計測結果格納部 4 1 3 に格納する。

【 0 0 6 4 】

座標計算手段 4 1 7 は、ピア参加手段 4 1 5 から座標計算指示を受けると、計測結果格納部 4 1 3 に格納された計測結果を用いて、当該ピア 4 1 0 のネットワーク 4 0 0 内での座標を計算し、計算した結果をピア参加手段 4 1 5 に返す。

【 0 0 6 5 】

空間充填曲線変換手段 4 1 8 は、ピア参加手段 4 1 5 から変換指示を受けると、受け付けた多次元の座標（ピア 4 1 0 のネットワーク 4 0 0 内での座標）を、空間充填曲線を用いて一次元の値に変換し、変換した結果をピア参加手段 4 1 5 に返す。このときに用いる空間充填曲線として、ヒルベルト空間充填曲線や Z カーブ空間充填曲線などがある。

【 0 0 6 6 】

空間分布関数適用手段 4 1 9 は、ピア参加手段 4 1 5 からの変換指示を受けると、空間充填曲線変換手段 4 1 8 にて変換された一次元の値（一次元の位置情報）を、空間分布格納部 4 1 4 に格納されている一次元の分布関数（空間分布関数）を用いて、均一化された一次元の値（一次元の位置情報）に変換し、変換した結果をピア参加手段 4 1 5 に返す。

【 0 0 6 7 】

ルーティングテーブル生成手段 4 2 0 は、ピア参加手段 4 1 5 から生成指示を受けると、当該ピア 4 1 0 の論理識別子をピア論理識別子格納部 4 2 2 から取得し、この論理識別子に応じたルーティングテーブルを作成し、ルーティングテーブル 4 2 3 に格納する。論理識別子の生成方法は、任意のオーバレイネットワークアルゴリズム（例えば C A N、C h o r d など）に応じた方式でよい。

【 0 0 6 8 】

ピア参加手段 4 1 5 は、外部プログラム（外部インタフェース）からのオーバレイネットワークへの参加要求を受け付ける手段である。ピア参加手段 4 1 5 は、参加要求を受け付けると、ネットワーク計測手段 4 1 6 に対して計測結果を取得するように指示する。そして、ピア参加手段 4 1 5 は、ネットワーク計測手段 4 1 6 によって取得された計測結果の情報をもとに、当該ピア 4 1 0 のネットワーク 4 0 0 内での座標を計算するように座標計算手段 4 1 7 に対して指示する。また、ピア参加手段 4 1 5 は、座標計算手段 4 1 7 によって計算された座標を一次元の値に変換するように空間充填曲線変換手段 4 1 8 に指示する。さらに、ピア参加手段 4 1 5 は、空間充填曲線変換手段 4 1 8 によって変換された一次元の値を均一化するように空間分布関数適用手段 4 1 9 に指示する。そして、ピア参加手段 4 1 5 は、空間分布関数適用手段 4 1 9 から得られた一次元の値と論理識別子空間のサイズとの積を当該ピア 4 1 0 の論理識別子と決定し、決定した論理識別子をピア論理識別子格納部 4 2 2 に格納する。

【 0 0 6 9 】

次に、ピア初期化部 4 1 1（ピア参加手段 4 1 5）の動作について、図 2 に示すフローチャートを参照して詳細に説明する。

【 0 0 7 0 】

ピア参加手段 4 1 5 が外部プログラムからピア参加指示を受けると、ピアの論理識別子が決定され、その論理識別子がピア論理識別子格納部 4 2 2 に格納される。その後、ルーティングテーブル生成手段 4 2 0 によってルーティングテーブル 4 2 3 に他ピアの情報（論理識別子、アドレス）が格納される。このような処理によって、登録・検索実行手段 4 2 5 が外部からの要求（登録要求、検索要求）を受付可能な状態となる。このうち、ピアの論理識別子の決定は、図 2 に示すフローチャートの各処理（手順）によって行われる。

【 0 0 7 1 】

図 2 に示す処理において、まず、ピア参加手段 4 1 5 が外部プログラムからピア参加指示を受けると、ネットワーク計測手段 4 1 6 に対して計測指示を行う（ステップ S 5 0 1）。上述したように、ネットワーク計測手段 4 1 6 は、ピア参加手段 4 1 5 からの計測指

10

20

30

40

50

示にもとづいて、ランドマーク情報格納部 4 1 2 から計測先のランドマークのアドレスを複数取得し、それらの宛先（他の複数のランドマーク）に対する応答時間（当該ピア 4 1 0 と各ランドマーク 4 5 0 , 4 6 0 , 4 7 0 との間の応答時間）を計測し、その応答時間を計測結果として計測結果格納部 4 1 3 に格納する。

#### 【 0 0 7 2 】

次いで、ピア参加手段 4 1 5 は、座標計算手段 4 1 7 に対して座標計算指示を行う（ステップ S 5 0 2 ）。上述したように、座標計算手段 4 1 7 は、ピア参加手段 4 1 5 からの座標計算指示にもとづいて、計測結果格納部 4 1 3 に格納された計測結果（各ランドマーク 4 5 0 , 4 6 0 , 4 7 0 との複数の応答時間）を用いて、当該ピア 4 1 0 のネットワーク 4 0 0 内での多次元の座標を計算（算出）し、計算した結果をピア参加手段 4 1 5 に返す。

10

#### 【 0 0 7 3 】

次いで、ピア参加手段 4 1 5 は、空間充填曲線変換手段 4 1 8 に対して変換指示を行う（ステップ S 5 0 3 ）。上述したように、空間充填曲線変換手段 4 1 8 は、ピア参加手段 4 1 5 からの変換指示にもとづいて、座標計算手段 4 1 7 によって算出された多次元の座標（ピア 4 1 0 のネットワーク 4 0 0 内での座標）を、空間充填曲線を用いて一次元の値に変換し、変換した結果をピア参加手段 4 1 5 に返す。

#### 【 0 0 7 4 】

また、ピア参加手段 4 1 5 は、空間分布関数適用手段 4 1 9 に対して変換指示を行う（ステップ S 5 0 4 ）。上述したように、空間分布関数適用手段 4 1 9 は、ピア参加手段 4 1 5 からの変換指示にもとづいて、空間充填曲線変換手段 4 1 8 にて変換された一次元の値（一次元の位置情報）を、空間分布格納部 4 1 4 に格納されている一次元の分布関数（空間分布関数）を用いて、均一化された一次元の値（一次元の位置情報）に変換し、変換した結果をピア参加手段 4 1 5 に返す。

20

#### 【 0 0 7 5 】

そして、ピア参加手段 4 1 5 は、空間分布関数適用手段 4 1 9 から取得した一次元の値と論理識別子空間のサイズ N との積を算出し、算出した値を当該ピア 4 1 0 の論理識別子 m と決定する（ステップ S 5 0 5 ）。そして、空間分布関数適用手段 4 1 9 は、決定した論理識別子 m をピア論理識別子格納部 4 2 2 に格納する。

#### 【 0 0 7 6 】

その後、ルーティングテーブル生成手段 4 2 0 は、ピア参加手段 4 1 5 から生成指示にもとづいて、当該ピア 4 1 0 の論理識別子をピア論理識別子格納部 4 2 2 から取得する。そして、ルーティングテーブル生成手段 4 2 0 は、取得した論理識別子に応じたルーティングテーブルを作成し、ルーティングテーブル 4 2 3 に格納する。

30

#### 【 0 0 7 7 】

以上の処理によって、登録・検索実行手段 4 2 5 が外部プログラムからの要求を受付可能な状態となる。なお、登録・検索実行部 1 2 0 の動作については、一般的に用いられているオーバーレイネットワークにおけるデータ検索アルゴリズム（例えば C A N 、 C h o r d など）を利用して実現可能であるため、説明を省略する。

#### 【実施例】

40

#### 【 0 0 7 8 】

次に、具体的な実施例を用いて本発明を実施するための最良の形態の動作を説明する。

#### 【 0 0 7 9 】

図 3 は、本発明の具体的な実施例を説明するための説明図である。図 3 において、左側上段の図（図 3 の 6 0 0 ）は、ピアとランドマークの物理ネットワーク上における配置例を示す図である。右側上段の図（図 3 の 6 1 0 ）は、座標計算手段 4 1 7 により算出されたピアの多次元の座標を示す図である。左側中段の図（図 3 の 6 2 0 ）は、空間充填曲線変換手段 4 1 8 により空間充填曲線を用いて変換された一次元の位置情報を示す図である。右側中段の図（図 3 の 6 3 0 ）は、空間分布関数適用手段 4 1 9 により空間分布関数を用いて均一化された一次元の位置情報を示す図である。左側下段の図（図 3 の 6 4 0 ）は

50

、ピア間でのメッセージの流れの具体例を示す図である。

【 0 0 8 0 】

図 3 の右側上段の図 ( 図 3 の 6 0 0 ) に示すように、インターネットなどのネットワーク 6 0 0 内に、ピア 6 0 1 と計測先のコンピュータであるランドマーク 6 0 2 , 6 0 3 , 6 0 4 が存在するとする。なお、図 3 の右側上段の図におけるドット ( 点 ) は、複数のピアの分布を示している。図 3 の右側上段の図に示す例では、ランドマーク 6 0 2 , 6 0 3 , 6 0 4 の近くに多数のピアが分布している。

【 0 0 8 1 】

ピア 6 0 1 がオーバレイネットワークに参加する際には、ピア参加手段 4 1 5 が起動され、図 2 に示したステップ S 5 0 1 ~ S 5 0 5 の処理が実行される。まず、ステップ S 5 0 1 では、当該ピア 6 0 1 のピア参加手段 4 1 5 がネットワーク計測手段 4 1 6 を用いて、複数のランドマーク 6 0 2 , 6 0 3 , 6 0 4 との応答時間を測定する。この場合、ネットワーク計測手段 4 1 6 は、ランドマーク情報格納部 4 1 2 からランドマーク 6 0 2 , 6 0 3 , 6 0 4 のアドレスを取得する。

【 0 0 8 2 】

ここでは、ランドマーク 6 0 2 , 6 0 3 , 6 0 4 の IP アドレスとして「 1 0 . 1 0 . 1 . 1 」、「 1 9 2 . 1 6 8 . 1 . 1 」、「 1 7 2 . 1 6 . 1 . 1 」がランドマーク情報格納部 4 1 2 に格納されているものとする。アドレスを取得したネットワーク計測手段 4 1 6 は、ランドマーク 6 0 1 , 6 0 2 , 6 0 3 それぞれのアドレスに対して、Ping などを用いて応答時間を計測する。この例では、ランドマーク 6 0 2 , 6 0 3 , 6 0 4 との応答時間が、それぞれ「 5 1 m s 」、「 2 3 2 m s 」、「 1 1 7 m s 」であったものとする。この計測結果は、計測結果格納部 4 1 3 に格納される。

【 0 0 8 3 】

次に、ピア参加手段 4 1 5 は、ネットワーク 6 0 0 内での当該ピア 6 0 1 の位置を座標として取得するために、座標計算手段 4 1 7 に座標の算出処理を実行させる ( ステップ S 5 0 2 ) 。ここでは、座標計算手段 4 1 7 は、先に計測した応答時間を計測結果格納部 4 1 3 から取得し、任意の座標計算アルゴリズムを用いて、当該ピア 6 0 1 の座標を算出する。仮に、ピア 6 0 1 の位置を図 3 の右側上段の図 ( 図 3 の 6 1 0 ) に示すような 2 次元の座標に写像し、先の計測結果から、ピア 6 0 1 の座標として、 $(x, y) = (75, 110)$  が得られたとする。この場合、ピア 6 0 1 は、座標 6 1 1 に写像されたこととなる。この座標上では 2 点間のユークリッド距離が、当該コンピュータ間の応答時間に相当するため、例えば座標が  $(75, 100)$  であるコンピュータと座標が  $(300, 200)$  であるコンピュータとは、およそ 2 4 2 m s の応答時間であると推測される。なお、良く知られた座標計算アルゴリズムとしては、GNP ( Global Network Positioning )、Lighthouses、主成分分析を用いる Virtual Landmark や ICS といった方法がある。

【 0 0 8 4 】

ピア参加手段 4 1 5 は、座標計算手段 4 1 7 にて計算された座標を受け取ると、この 2 次元の座標を、空間充填曲線変換手段 4 1 8 を用いて一次元の位置情報に変換するために、空間充填曲線変換手段 4 1 8 に座標の変換処理を実行させる ( ステップ S 5 0 3 ) 。空間充填曲線に対する入力ビット列であるため、この座標を正規化して 8 ビットで表すと  $256 \times ((x + 100) / 400)$  や  $256 \times ((y + 100) / 400)$  などの変換が考えられ、これを適用すると 10 進数表記で ( 1 1 2 , 1 3 4 )、2 進数表記で ( 0 1 1 1 0 0 0 0 , 1 0 0 0 0 1 1 0 ) となる。この先頭 3 ビットのみを軸上に表記した座標が図 3 の左側中段の図 ( 図 3 の 6 2 0 ) となる。これを空間充填曲線に適用して一次元の値「 3 2 6 6 2 」が得られたとする ( 図 3 の 6 2 1 ) 。

【 0 0 8 5 】

なお、この空間充填曲線変換をするために用いる 2 次元データからの変換用のデータ構造の例を図 4 に示す。まず、2 次元の値 ( 0 1 1 1 0 0 0 0 , 1 0 0 0 0 1 1 0 ) の第 1 ビットの組「 0 1 」を、第 1 階層 7 1 0 の下段から探し ( 図 4 の 7 1 3 )、対応する上段

「01」を記憶する(図4の712)。次に、第2ビットの組「10」を、先に探した第1階層の下段(図4の713)の下第2階層720の下段から探し(図4の723)、対応する上段「11」を記憶する(図4の712)。以下同様に、8ビット目まで対応する各階層の上段の値を取得し、記憶した上段の値を結合させて、ビット列011111111100110110(10進数で32662)を取得する。

【0086】

ピア参加手段415は、空間充填曲線変換手段418にて計算された一次元の位置情報を取得すると、空間分布関数適用手段419に均一化された一次元の位置情報に変換する処理を実行させる(ステップS504)。空間分布関数適用手段419は、変換指示を受けると、空間分布格納部414から空間分布関数 $D(k)$ を取得する。この関数は、図3の右側上段の図(図3の610)に示すような多次元の分布の偏り情報にもとづき偏りのある一次元の位置情報を単調増加な一次元の位置情報(0~1の範囲内で均一に分布された一次元の情報)に変換する関数である。ここでは、先に算出された32662(図3の631)に $D(k)$ を適用して、0.63(図3の632)が得られたものとする。

【0087】

ピア参加手段415は、空間分布関数適用手段419にて均一化された一次元の位置情報を取得すると、取得した位置情報と、オーバレイネットワークの論理識別子空間のサイズとの積を算出する(ステップS505)。ここでは、図3の左側下段の図(図3の640)に示すような論理識別子が0から255までの論理識別子空間( $2^8$ の空間)を想定すると、当該ピア641の論理識別子は160( $0.63 \times 255 = 160$ )となる。

【0088】

ピア論理識別子が決定すると、ピア参加手段415は、ピア論理識別子格納部422に当該情報を格納する。そして、ピア参加手段415は、ルーティングテーブル生成手段420にルーティングテーブルを生成させる。ルーティングテーブル生成手段420は、決定されたピア論理識別子を参照しながら、ルーティングテーブル423のデータを更新し、登録・検索実行部421を起動する。

【0089】

登録・検索実行部421におけるルーティングテーブルやメッセージ転送手段のアルゴリズムは様々であるが、Chordを用いた場合の例を、図3の左側下段の図(図3の640)に示す。

【0090】

論理識別子160を持つピア641が、論理識別子が46であるデータを取得する際には、論理識別子が32であるピア642、論理識別子が40であるピア643、論理識別子が44であるピア644、論理識別子が46であるピア645と取得要求(検索メッセージ)が転送される。このとき、最初のピア642へのメッセージ転送は、論理識別子空間での距離が128と大きいので、ネットワーク上でも遠いところに所在している可能性が高いが、第2のピア643、第3のピア644、第4のピア645までの転送は、論理識別子空間での距離が小さいので、ネットワーク上で近いピアにメッセージ転送を行っていることとなり、全体としては、検索時間を短縮させる可能性が高くなる。

【0091】

以上のように、この実施の形態では、ピアが自身のピア論理識別子を決定する際に、ネットワーク内の他のコンピュータ(ランドマーク)との応答時間等を計測して、その結果に対して、オーバレイネットワークに参加しているピアの位置情報を含んだ分布関数を適用することで、ネットワーク的に近いピア間における、論理識別子空間内での距離を小さくしつつ、論理識別子空間内で均一に分布するように、各ピアの論理識別子を決定することができる。従って、オーバレイネットワーク上でのメッセージ転送時間を短縮することができるとともに、特定のピアに対して負荷が偏ってしまうのを防止することができる。

【0092】

なお、分布関数について補足説明を行う。分布関数は、偏りのある位置情報を単調増加で連続な0以上1以下の値に変換する関数である。確率変数に対して、 $F(x) = Pr$ (

10

20

30

40

50

$X < x$  ) (  $- < x <$  ) を確率変数  $x$  の分布関数と定義される。分布関数を累積分布関数ともいう。

【0093】

分布関数が確率で定義されていることより、次の性質が成り立っている。

- (1)  $0 \leq F(x) \leq 1$  (非負性)、
- (2)  $F(x_1) < F(x_2)$  ( $x_1 < x_2$ ) (単調性)、
- (3)  $\lim_{x \rightarrow a+0} F(x) = F(a)$  (右連続性)、
- (4)  $\lim_{x \rightarrow -\infty} F(x) = 0, \lim_{x \rightarrow \infty} F(x) = 1$  (極限)

【0094】

例えば、日本の年齢の密度関数を考える。この場合、60歳の年齢の人は、全体の0.05だとする。この密度関数を積分して得られるものが分布関数  $D(k)$  である。すなわち、60歳以下の人の割合が全体の0.7であり、およそ120歳で1となる。この  $D(k)$  は、同一分布に従うデータサンプルを0~1の間に均一化させるという特徴を持つ。例えば、任意の日本人を選んで、その人の年齢  $k$  を聞くと、20代くらいまでの年齢の人が比較的少なく、30代、40代が徐々に多くなり、58歳あたり(団塊の世代)の割合が最も多く、その後の年代では割合が少なくなっていく。しかし、分布関数  $D(k)$  を求めると0~1に均一に分布する。

10

【0095】

$2^m - 1$  は、上述したように、オーバレイネットワークにおけるID(論理識別子)の最大値で、 $m$  ビットの最大値を表わす。例えば、8ビットの数値は00000000 ~ 11111111の範囲となるが、この場合の最大値は  $2^8 - 1 = 255$  (2進数表示で11111111)である。

20

【0096】

分布関数  $D(k)$  と  $2^m - 1$  の積をとることで、位置情報は0 ~  $2^m - 1$  に均一に分布することになる。仮に、各ID毎にサーバ(端末)が存在するとすると、このデータ(位置情報)は同一確率で各サーバに配置されるため、負荷の偏りがおきないというメリットがある。

【0097】

上記の実施例では、空間分布関数適用手段419が、空間分布関数  $D(k)$  を偏りのある一次元の位置情報に適用して、偏りのない均一化された一次元の位置情報を取得することになる。このとき、空間分布関数  $D(k)$  は、図3の右側上段の図(図3の610)に示すような多次元の位置情報(オーバレイネットワーク上の各ピアの座標の分布を示す情報)を一次元の位置情報として表わされた(各ピアの座標の分布を示す情報が一次元に变换された)関数(情報)である。

30

【0098】

あるピアがオーバレイネットワークに参加する際に、他のピアから空間分布関数  $D(k)$  を取得し、空間分布格納部414に格納しておく必要がある。例えば、オーバレイネットワークに参加しようとするピアが、オーバレイネットワークに既に参加している既存のピア(このピアのIPアドレスを事前に知っている場合)に対して空間分布関数  $D(k)$  を要求して取得する。または、オーバレイネットワークに既に参加している任意のピアに対して空間分布関数  $D(k)$  を要求して取得する。また、あるピアがオーバレイネットワークに参加した場合は、そのことがオーバレイネットワーク上の他のピアに通知され、他のピアが保持している空間分布関数  $D(k)$  に反映される。また、あるピアがオーバレイネットワークから離脱した場合も、そのことがオーバレイネットワーク上の他のピアに通知され、他のピアが保持している空間分布関数  $D(k)$  に反映される。

40

【0099】

なお、上記の実施の形態では、空間充填曲線変換手段418が、多次元の位置情報を一次元の位置情報に変換した後に、空間分布関数適用手段419が、空間分布関数を適用して一次元の位置情報を均一化するように構成されていたが、空間分布関数適用手段419が、多次元の位置情報を均一化した後に、空間充填曲線変換手段418が、均一化された

50

多次元の位置情報を一次元の位置情報に変換するように構成することが考えられる。

【0100】

なお、上記の実施の形態において、各ピア（および各ランドマーク）において、CPUなどの制御部がハードディスクなどの記憶手段に記憶されているプログラム（オーバーレイ検索用プログラム）に従って実施の形態で説明した処理を実行することにより各構成部（手段）が実現される。また、各ピアにおいて、格納部、テーブルなどはハードディスクなどの記憶手段で実現される。

【産業上の利用可能性】

【0101】

本発明は、広域でデータを共有するリレーショナルデータベースに適用できる。また、特定の属性データが発生した際に通知を受けることを可能とする広域メッセージ通知サービスにも適用できる。さらに、広域でのコンテンツ配信システムにも適用できる。特に、リレーショナルデータベースとしては、Radio Frequency Identifier (RFID) データの格納といった用途や、システム運用管理におけるログの格納といった用途や、メールやWebページの格納、Social Network Service (SNS) データの格納などにも適用可能である。また、メッセージ通知システムとしては、株価通知システムや、温度などのRFIDデータ値の変化を検知するといった用途にも利用可能である。さらに、コンテンツ配信システムとしては、映画やテレビ映像、ビデオの配信といった用途にも利用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0102】

【図1】本発明のオーバーレイ検索システムの構成を示すブロック図である。

【図2】ピア参加手段（ピア初期化部）の動作を示すフローチャートである。

【図3】本発明の具体的な実施例を説明するための説明図である。

【図4】空間充填曲線を用いて2次元データを1次元データに変換する処理のアルゴリズムを視覚的に表わすデータ構造を示す説明図である。

【図5】従来のオーバーレイ検索システムの構成を示すブロック図である。

【図6】オーバーレイネットワークに参加しているピアとランドマークの物理的ネットワーク上における配置例を示す説明図である。

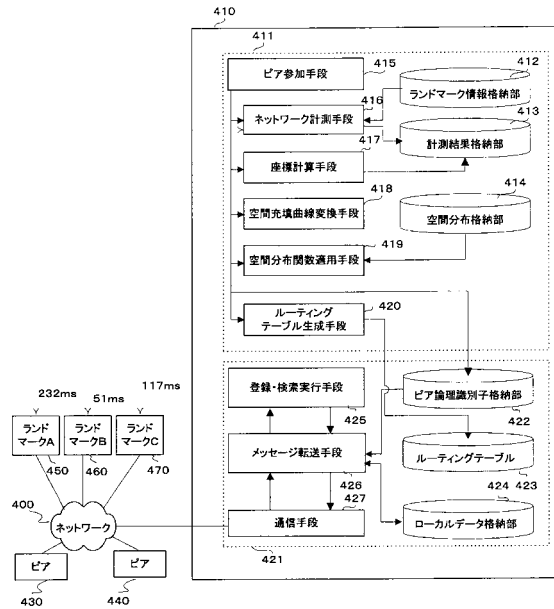
【図7】論理識別子空間におけるピアの配置例を示す説明図である。

【符号の説明】

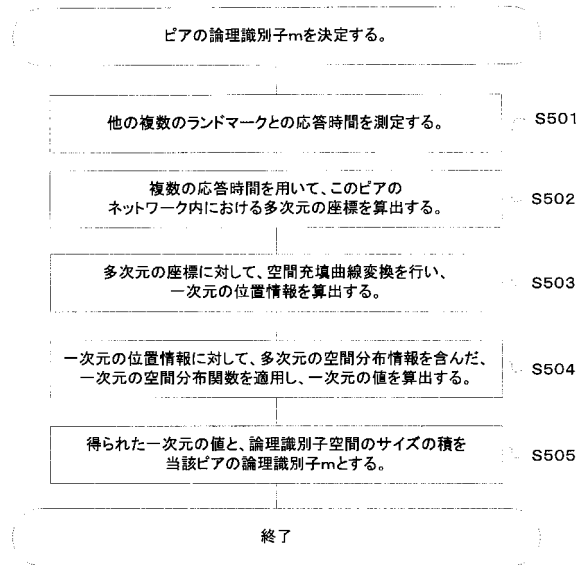
【0103】

- 410, 430, 440   ピア
- 411   ピア初期化部
- 412   ランドマーク情報格納部
- 413   計測結果格納部
- 414   空間分布格納部
- 415   ピア参加手段
- 416   ネットワーク計測手段
- 417   座標計算手段
- 418   空間充填曲線変換手段
- 419   空間分布関数適用手段
- 420   ルーティングテーブル生成手段
- 450, 460, 470   ランドマーク

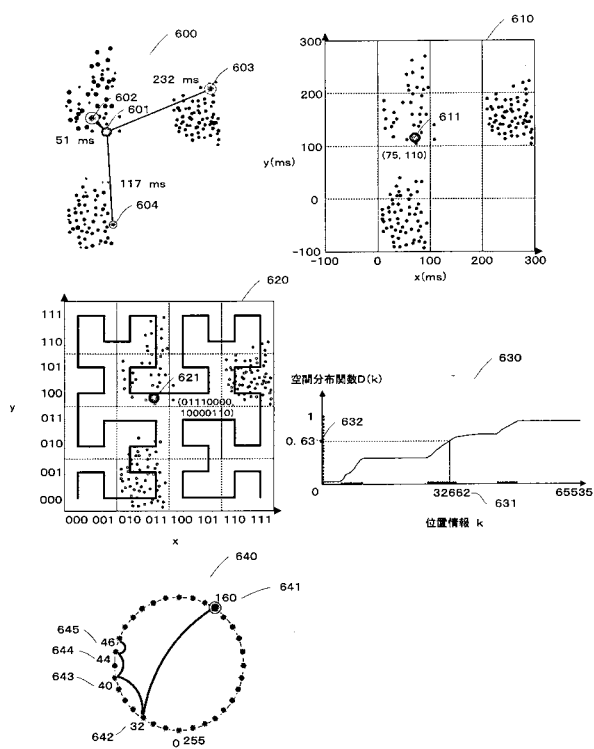
【図 1】



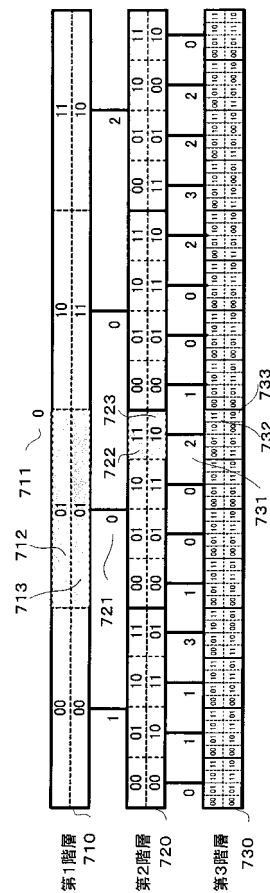
【図 2】



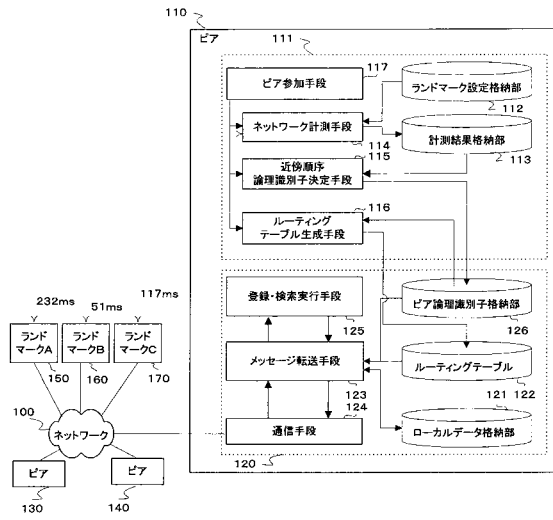
【図 3】



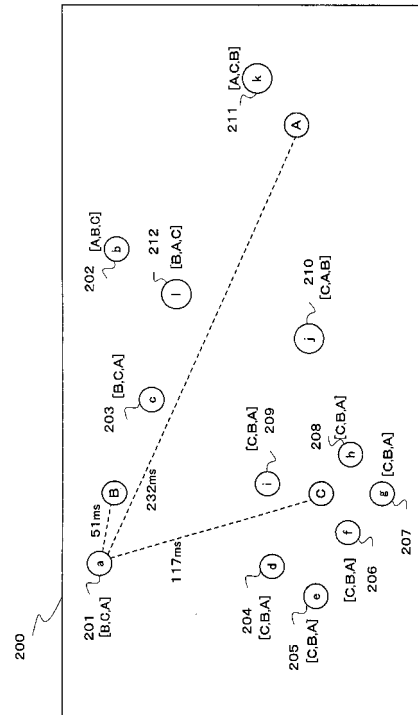
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

