

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4732972号
(P4732972)

(45) 発行日 平成23年7月27日(2011.7.27)

(24) 登録日 平成23年4月28日(2011.4.28)

(51) Int.Cl.

F 1

H04L 12/56

(2006.01)

H04L 12/56

100Z

H04W 74/08

(2009.01)

H04L 12/28

307

H04W 84/12

(2009.01)

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願2006-182457 (P2006-182457)

(22) 出願日

平成18年6月30日 (2006.6.30)

(65) 公開番号

特開2008-11448 (P2008-11448A)

(43) 公開日

平成20年1月17日 (2008.1.17)

審査請求日

平成21年2月24日 (2009.2.24)

(73) 特許権者 392026693

株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ

東京都千代田区永田町二丁目11番1号

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和

(74) 代理人 100100712

弁理士 岩▲崎▼ 幸邦

(74) 代理人 100095500

弁理士 伊藤 正和

(74) 代理人 100101247

弁理士 高橋 俊一

(74) 代理人 100117064

弁理士 伊藤 市太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】アドホックネットワーク、ノード、経路制御方法、及び経路制御プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のノードによって構成されるアドホックネットワークであって、各ノードは、

複数の隣接ノードとの間に複数のリンクをそれぞれ設定するリンク設定部と、

リンク先に存在する各ノードを一意に識別するノード識別子をキーとし、前記ノード識別子を構成するビット列の論理和をとることによって生成されたブルームフィルターを各リンクと対応づけて記憶するブルームフィルター記憶部と、

データ送信時において、送信先ノードのノード識別子より生成したビット列を各リンクにおけるブルームフィルターと比較し、前記送信先ノードのノード識別子によるビット列において立っているビットが、前記ブルームフィルターと同位置で立っている場合には、該当するすべてのリンクへデータを送信するデータ送信部と、

隣接ノードとのリンクに変化が生じた場合、前記変化の生じたリンク以外の各リンクに対し、ブルームフィルターの更新を要求する更新要求メッセージを送信する更新要求メッセージ送信部と、

ブルームフィルターの更新を要求する更新要求メッセージを隣接ノードから受信した場合、前記記憶されたブルームフィルターを更新するか否かを判定し、判定結果に応じて前記記憶されたブルームフィルターを更新する更新処理部と、

前記ブルームフィルターが更新された場合、前記更新されたブルームフィルターに対応するリンク以外の各リンクに対し、前記更新要求メッセージを送信する更新要求メッセージ送信部と、

10

20

ジ送信部

とを備えることを特徴とするアドホックネットワーク。

【請求項 2】

複数のノードによって構成されるアドホックネットワークにおけるノードであって、複数の隣接ノードとの間に複数のリンクをそれぞれ設定するリンク設定部と、

リンク先に存在する各ノードを一意に識別するノード識別子をキーとし、前記ノード識別子を構成するビット列の論理和をとることによって生成されたブルームフィルターを各リンクと対応づけて記憶するブルームフィルター記憶部と、

データ送信時において、送信先ノードのノード識別子より生成したビット列を各リンクにおけるブルームフィルターと比較し、前記送信先ノードのノード識別子によるビット列において立っているビットが、前記ブルームフィルターと同位置で立っている場合には、該当するすべてのリンクへデータを送信するデータ送信部と、

隣接ノードとのリンクに変化が生じた場合、前記変化の生じたリンク以外の各リンクに対し、ブルームフィルターの更新を要求する更新要求メッセージを送信する更新要求メッセージ送信部と、

ブルームフィルターの更新を要求する更新要求メッセージを隣接ノードから受信した場合、前記記憶されたブルームフィルターを更新するか否かを判定し、判定結果に応じて前記記憶されたブルームフィルターを更新する更新処理部と、

前記ブルームフィルターが更新された場合、前記更新されたブルームフィルターに対応するリンク以外の各リンクに対し、前記更新要求メッセージを送信する更新要求メッセージ送信部

とを備えることを特徴とするノード。

【請求項 3】

前記アドホックネットワークに新たに参加する参加ノードから、前記参加ノードのノード識別子を変換して得られたビット列を受信した場合、前記受信したビット列を前記参加ノードとのリンクに対応するブルームフィルターとして前記ブルームフィルター記憶部に追加する追加処理部をさらに備えることを特徴とする請求項 2 に記載のノード。

【請求項 4】

前記追加処理部は、前記参加ノードとのリンク以外の各リンクに対応するブルームフィルターと、自ノードのノード識別子を変換して得られたビット列との演算結果を前記参加ノードへ送信することを特徴とする請求項 3 に記載のノード。

【請求項 5】

前記更新要求メッセージ送信部は、前記更新の要求が許可された場合、前記更新の要求を許可したノードとのリンク以外の各リンクに対応するブルームフィルターと、自ノードのノード識別子を変換して得られたビット列との演算結果を、前記更新の要求を許可したノードへ送信することを特徴とする請求項 2 に記載のノード。

【請求項 6】

複数のノードによって構成されるアドホックネットワークに適用される経路制御方法であって、各ノードが、

複数の隣接ノードとの間に複数のリンクをそれぞれ設定するステップと、

リンク先に存在する各ノードを一意に識別するノード識別子をキーとし、前記ノード識別子を構成するビット列の論理和をとることによって生成されたブルームフィルターを各リンクと対応づけて記憶するステップと、

データ送信時において、送信先ノードのノード識別子より生成したビット列を各リンクにおけるブルームフィルターと比較し、前記送信先ノードのノード識別子によるビット列において立っているビットが、前記ブルームフィルターと同位置で立っている場合には、該当するすべてのリンクへデータを送信するステップと、

隣接ノードとのリンクに変化が生じた場合、前記変化の生じたリンク以外の各リンクに対し、ブルームフィルターの更新を要求する更新要求メッセージを送信するステップと、

ブルームフィルターの更新を要求する更新要求メッセージを隣接ノードから受信した場

10

20

30

40

50

合、前記記憶されたブルームフィルターを更新するか否かを判定し、判定結果に応じて前記記憶されたブルームフィルターを更新するステップと、

前記ブルームフィルターが更新された場合、前記更新されたブルームフィルターに対応するリンク以外の各リンクに対し、前記更新要求メッセージを送信するステップとを含むことを特徴とする経路制御方法。

【請求項 7】

複数のノードによって構成されるアドホックネットワークに用いられる経路制御プログラムであって、各ノードに、

複数の隣接ノードとの間に複数のリンクをそれぞれ設定する手順と、

リンク先に存在する各ノードを一意に識別するノード識別子をキーとし、前記ノード識別子を構成するビット列の論理和をとることによって生成されたブルームフィルターを各リンクと対応づけて記憶する手順と、

データ送信時において、送信先ノードのノード識別子より生成したビット列を各リンクにおけるブルームフィルターと比較し、前記送信先ノードのノード識別子によるビット列において立っているビットが、前記ブルームフィルターと同位置で立っている場合には、該当するすべてのリンクへデータを送信する手順と、

隣接ノードとのリンクに変化が生じた場合、前記変化の生じたリンク以外の各リンクに対し、ブルームフィルターの更新を要求する更新要求メッセージを送信する手順と、

ブルームフィルターの更新を要求する更新要求メッセージを隣接ノードから受信した場合、前記記憶されたブルームフィルターを更新するか否かを判定し、判定結果に応じて前記記憶されたブルームフィルターを更新する手順と、

前記ブルームフィルターが更新された場合、前記更新されたブルームフィルターに対応するリンク以外の各リンクに対し、前記更新要求メッセージを送信する手順

とを実行させることを特徴とする経路制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のノードによってアドホックネットワークを構成するアドホックネットワーク、ノード、経路制御方法、及び経路制御プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、移動通信端末の発達と普及が進み、移動通信端末同士で動的にネットワークを構築するモバイルアドホックネットワークへの関心が高まっている。モバイルアドホックネットワークは、従来での移動無線通信ネットワークで不可欠な基地局やコアネットワークといったインフラストラクチャに依存せず、移動通信端末同士が自律的に構成するネットワークである。

【0003】

期待される適用例としては、センサネットワーク、災害時通信、車車間通信、パーソナルエリアネットワーク、家庭内ネットワーク、イベントにおける一時的なネットワーク、情報交換のためのネットワークがある。このような通信環境においては、携帯電話等の移動端末から、周囲に点在するデバイスを利用することや、異なるネットワークに存在する複数のデバイス同士が連携、協調して動作するサービスなど、新しい形のアプリケーションの実現が求められるようになると考えられる。

【0004】

モバイルアドホックネットワークのルーティングプロトコルとして、リアクティブ型の D S R (Dynamic Source Routing) やプロアクティブ型の O L S R (Optimized Link State Routing) などが提案されている。

【0005】

リアクティブ型の D S R はオンデマンド型とも呼ばれ、データ送信開始時に送信相手への経路発見プロセスを起動する。このプロセスは経路が見つかるか、利用可能なすべての

10

20

30

40

50

経路パターンを試し終えると終了する。一度、経路が発見、確立されると、宛先への通信が不可能になるか経路自体が不必要になるまで、その経路は保持される。データ送信開始の要求後に経路発見を行うため、データ送信を行わない期間においては通信パケットによるネットワークへの負荷は発生しない。一方、データ送信開始要求から実際に通信相手へデータ送信を行うまでに多少の遅延が発生し、さらに、経路が見つかるか、利用可能なすべての経路パターンを試し終えるまで、経路発見プロセスを実行するため、送信相手が発見できない場合にはオーバーヘッドが生じるといった欠点がある。

【0006】

プロアクティブ型のOLSRはテーブル駆動型とも呼ばれ、IETF (Internet Engineering Task Force)によって標準化されたその他のプロアクティブ型ルーティングプロトコルとしてはTBRPF (Topology Broadcast Based on Reverse-Path Forwarding) がある。各ノードは各ノードからネットワーク上のノードへのルーティング情報を格納するテーブルを持つ。各ノードはネットワークトポロジの変化に応じて各ノードのテーブルにある経路情報を更新し、ネットワークトポロジと経路情報の整合性を確保する。定期的にノード間で経路情報の交換を行うため、データ送信開始要求から実際に送信相手へデータ送信を行うまでの遅延は発生しないが、データ送信を行わない間もノード間で通信を行うため、ネットワークの通信負荷が発生する。どの程度の頻度で経路情報の更新を行うのか、どの範囲のノードで経路情報の更新を行うのかを検討することで、通信負荷を軽減することが研究されているが、効率性や利便性とのトレードオフとなっている。

【特許文献1】特開2003-516035号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

モバイルアドホックネットワークでは、電源非供給型のセンサを含むことも考えられ、センサ、携帯端末とともにメモリや処理能力は限られている。そのため、データ送信時と非送信時のオーバーヘッドを抑制し、さらにセンサや携帯端末のCPUリソースなどの消費を低減するプロトコルが必要となる。

【0008】

具体的にはリアクティブ型のルーティングプロトコルにおいてはデータ送信時のオーバーヘッドと遅延を低減することが課題であり、プロアクティブ型のルーティングプロトコルにおいては、データ非送信時におけるノード間の通信量及び、各ノードの持つ情報量（経路情報など）を低減することが課題となる。

30

【0009】

上記問題点を鑑み、本発明は、アドホックネットワークにおいて、データ送信時と非送信時のオーバーヘッドを抑制し、さらに各ノードのCPUリソースなどの消費を低減可能とするアドホックネットワーク、ノード、経路制御方法、及び経路制御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】

【0010】

上記目的を達成するために、本発明の第1の特徴は、複数のノードによって構成されるアドホックネットワークであって、各ノードは、複数の隣接ノードとの間に複数のリンクをそれぞれ設定するリンク設定部と、リンク先に存在する各ノードを一意に識別するノード識別子をキーとしたブルームフィルターを各リンクと対応づけて記憶するブルームフィルター記憶部と、データ送信時において、記憶されたブルームフィルターを経路情報として使用するデータ送信部とを備えることを要旨とする。

40

【0011】

本発明の第2の特徴は、複数のノードによって構成されるアドホックネットワークにおけるノードであって、複数の隣接ノードとの間に複数のリンクをそれぞれ設定するリンク設定部と、リンク先に存在する各ノードを一意に識別するノード識別子をキーとしたブルームフィルターを各リンクと対応づけて記憶するブルームフィルター記憶部と、データ送

50

信時において、記憶されたブルームフィルターを経路情報として使用するデータ送信部とを備えることを要旨とする。

【0012】

第3の特徴は、第2の特徴に係るノードにおいて、アドホックネットワークに新たに参加する参加ノードから、参加ノードのノード識別子を変換して得られたビット列を受信した場合、受信したビット列を参加ノードとのリンクに対応するブルームフィルターとしてブルームフィルター記憶部に追加する追加処理部をさらに備えることを要旨とする。

【0013】

第4の特徴は、第3の特徴に係るノードにおいて、追加処理部は、参加ノードとのリンク以外の各リンクに対応するブルームフィルターと、自ノードのノード識別子を変換して得られたビット列との演算結果を参加ノードへ送信することを要旨とする。

10

【0014】

第5の特徴は、第2の特徴に係るノードにおいて、隣接ノードとのリンクに変化が生じた場合、変化の生じたリンク以外の各リンクに対し、ブルームフィルターの更新を要求する更新要求メッセージを送信する更新要求メッセージ送信部をさらに備えることを要旨とする。

【0015】

第6の特徴は、第2の特徴に係るノードにおいて、ブルームフィルターの更新を要求する更新要求メッセージを隣接ノードから受信した場合、記憶されたブルームフィルターを更新するか否かを判定し、判定結果に応じて記憶されたブルームフィルターを更新する更新処理部と、ブルームフィルターが更新された場合、更新されたブルームフィルターに対応するリンク以外の各リンクに対し、更新要求メッセージを送信する更新要求メッセージ送信部とを備えることを要旨とする。

20

【0016】

第7の特徴は、第5又は第6の特徴に係るノードにおいて、更新要求メッセージ送信部は、更新の要求が許可された場合、更新の要求を許可したノードとのリンク以外の各リンクに対応するブルームフィルターと、自ノードのノード識別子を変換して得られたビット列との演算結果を、更新の要求を許可したノードへ送信することを要旨とする。

【0017】

第8の特徴は、第2～第7のいずれかの特徴に係るノードにおいて、データ送信部は、データの送信先ノードのノード識別子を検索キーとして、記憶されたブルームフィルターとリンク毎に比較し、比較結果に応じてデータを送信するリンクを複数のリンクから選択することを要旨とする。

30

【0018】

本発明の第9の特徴は、複数のノードによって構成されるアドホックネットワークに適用される経路制御方法であって、各ノードが、複数の隣接ノードとの間に複数のリンクをそれぞれ設定するステップと、リンク先に存在する各ノードを一意に識別するノード識別子をキーとしたブルームフィルターを各リンクと対応づけて記憶するステップと、データ送信時において、記憶されたブルームフィルターを経路情報として使用するステップとを含むことを要旨とする。

40

【0019】

本発明の第10の特徴は、複数のノードによって構成されるアドホックネットワークに用いられる経路制御プログラムであって、各ノードに、複数の隣接ノードとの間に複数のリンクをそれぞれ設定する手順と、リンク先に存在する各ノードを一意に識別するノード識別子をキーとしたブルームフィルターを各リンクと対応づけて記憶する手順と、データ送信時において、記憶されたブルームフィルターを経路情報として使用する手順とを実行させることを要旨とする。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、アドホックネットワークにおいてデータ送信時と非送信時のオーバー

50

ヘッドを抑制し、さらに各ノードのCPUリソースなどの消費を低減することができるアドホックネットワーク、ノード、経路制御方法、及び経路制御プログラムを提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

次に、図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。以下の実施形態における図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号を付している。

【0022】

(ブルームフィルター)

本実施形態に係るアドホックネットワークを説明する前に、本実施形態に係るアドホックネットワークで利用されるブルームフィルターについて、文字列検索例を用いて説明する。先ず、図1(a)に示すフローチャートを参照して、ブルームフィルターの生成手順例を説明する。

10

【0023】

図1(a)のステップS201において、Mビットのビット長を持ったビット列と、N個のハッシュ関数とが用意される(N, M; 2以上の整数)。また、ビット列は初期状態ではすべてのビットを“0”とし、ハッシュ値は1からMの範囲の値とする。図2の例では10ビットのビット列と、3つのハッシュ関数とを用いている。

【0024】

ステップS202において、ステップS201で用意されたハッシュ関数により、検索対象のデータ中のキーのハッシュ値が求められる。図2では、検索対象のデータを“アドホックネットワーク”とし、“モバイル”、“アドホック”、“ネットワーク”的ぞれをキーとしている。キー“モバイル”は3つのハッシュ関数よりハッシュ値が1, 10, 6となっている。

20

【0025】

ステップS203において、ステップS202で求められた各キーのハッシュ値より、対応するビット列中のビットを“1”とする。図2では、キー“モバイル”は3つのハッシュ関数よりハッシュ値が1, 10, 6となるため、キー“モバイル”的ビット列では左から1, 6, 10番目のビットを“1”としている。

【0026】

ステップS204において、検索対象データ中のすべてのキーに対して、ビット列を生成したか否か判断される。検索対象データ中のすべてのキーに対して、ビット列を生成している場合、ステップS205に移行する。検索対象データ中のすべてのキーに対して、ビット列を生成していない場合、ステップS201に処理が戻る。この結果、検索対象データ中のすべてのキーについて、ステップS201～S203が実行される。図2では、キー“アドホック”的ハッシュ値7, 1, 3に対応するビットに“1”が設定され、キー“ネットワーク”的ハッシュ値8, 3, 2に対応するビットに“1”が設定されている。

30

【0027】

ステップS205において、ステップS201～ステップS204で生成された各キーのビット列の論理和をとり、ブルームフィルターを生成する。図2では、キー“モバイル”的ビット列“1000010001”、キー“アドホック”的ビット列“1010001000”、キー“ネットワーク”的ビット列“011000100”的論理和操作を行い、“アドホックネットワーク”的ブルームフィルター“1110011101”を生成している。

40

【0028】

次に、図1(b)に示すフローチャートを参照して、文字列中よりキーを検索する場合を例として、ブルームフィルターの使用例を説明する。

【0029】

図1(b)のステップS301において、検索するキーに対して、ブルームフィルターの生成時に用いたハッシュ関数を用いて、ハッシュ値を求める。そして、図1(a)のステップS203と同様にハッシュ値よりキーのビット列を生成する。図2では、検索キー

50

を“アドホック”とし、ステップS203と同様の方法にてビット列“1010001000”を生成している。

【0030】

ステップS302において、図1(a)のステップS205にて生成したブルームフィルターと、検索キーのビット列とを比較する。検索キーのビット列にて立っているビットが、ステップS205のブルームフィルターと同位置のビットにおいてすべて立っていれば、検索を行うデータ中に検索キーが含まれている可能性がある。逆に1つでも立っていないものがあれば、検索対象データ中には確実に検索キーは含まれていない。図2では、検索対象データ“アドホックネットワーク”的ブルームフィルター“1110011101”と、検索キー“アドホック”的ビット列“1010001000”とを比較しており、検索キー“アドホック”的ビット列“1010001000”で立っているビットが検索対象データ“アドホックネットワーク”的ブルームフィルター“1110011101”においても同位置で立っているため、検索キー“アドホック”は検索対象データ“アドホックネットワーク”中に含まれていることが分かる。10

【0031】

ステップS302で「含まれている可能性がある」としているのは、ステップS205にてビット列の論理和操作を行っているため、いくつかの他のキーによってブルームフィルターが、検索キーのビット列と重複する可能性があるためである。このように、ブルームフィルターは「存在していないのに、存在している」という判定を確率的に許容する。20

【0032】

(アドホックネットワーク)

本実施形態に係るアドホックネットワークでは、ブルームフィルターをアドホックネットワークのルーティングプロトコルに用いる。上述したように、ブルームフィルターは、キーの存在のみをコンパクトなデータ構造で高速に判定するためのアルゴリズムである。「キーが存在しないのに存在している」という判定を確率的に許しつつデータ構造をコンパクトにしている。ブルームフィルターはビット列であり、キーのひとつひとつをハッシュ関数によりビット列に変換し、それらの論理和操作を行うことで構成される。

【0033】

図3の例においては、複数のノードA～Gによって、アドホックネットワーク2が形成されている。各ノードA～Gは、CPU、記憶装置、及び入出力装置等のハードウェア資源と、記憶装置に記憶されたソフトウェア資源を備えている。各ノードA～Gとしては、例えば携帯電話等の移動通信端末に限らず、センサ等を使用してもかまわない。各ノードA～Gでは、隣接ノード間にリンクが設定されている。30

【0034】

本実施形態では、ブルームフィルターを生成するためのキーとして、各ノードA～Gを一意に識別するノード識別子(ノードID)を使用し、アドホックネットワーク2に存在するノードA～Gの情報を複数のハッシュ関数を用いてブルームフィルターへ格納する。本実施形態で用いるブルームフィルターは、上述した固定長のビット列を用いるものとする。また、ハッシュ関数は適当数を用いるものとする。

【0035】

各ノードA～Gは、リンク毎にブルームフィルターを保持し、ブルームフィルターには対応するリンク先に存在するノードのノードIDの情報されている。各ノードA～Gは、データ送信時において、ブルームフィルターを経路情報として参照する。具体的には、送信先ノードのノードIDより生成したビット列を各リンクにおけるブルームフィルターと比較し、送信先のノードIDによるビット列において立っている(“1”である)ビットが、ブルームフィルターと同位置で立っている場合には、該当するすべてのリンクへデータを送信する。40

【0036】

各ノードA～Gは、以下のアルゴリズムに従ってブルームフィルターの更新を行う。各ノードは自ノードのリンクもしくはブルームフィルターに変化(他ノードの参加、離脱)50

があった場合には、ブルームフィルターの更新を要求する更新要求メッセージを、変化があったリンク以外のすべてのリンクへ送信する。また、更新要求メッセージには、固有のメッセージIDが付与されているものとし、更新要求メッセージを受信したノードは更新の可否をレスポンスとして送信する。

【0037】

更新を受け入れたノードは、ブルームフィルターの更新を行い、受信した更新のメッセージを受信したリンク以外のすべてのリンクへ転送する。ブルームフィルターの更新は、対応するノード間でブルームフィルターの交換等を行うことで実現される。

【0038】

上記アルゴリズムに沿うことで、各ノードA～Gはアドホックネットワーク2に存在するノードに対しての経路情報をブルームフィルターへ集約し格納していくことができる。

【0039】

本実施形態に係るアドホックネットワーク2によれば、リアクティブ型のルーティングプロトコルと比較し、データ送信要求後のフラッディングによるオーバーヘッドや遅延はなく、データ送信時のネットワーク負荷を最小限に抑えることができるといえる。また、各ノードが保持する経路情報は隣接ノード毎に1つのブルームフィルターであり、各ノードが持つ情報量をコンパクトにすることができる。

【0040】

さらに、本実施形態のアルゴリズムはプロアクティブ型のルーティングプロトコル等で用いられているDijkstraのアルゴリズムに比べ、単純であり、各ノードの処理量を低減できる。

【0041】

(ノード)

図4は、各ノードA～Gの構成例を示している。図4に示すノードは、無線通信装置31と、処理装置32と、記憶装置33とを備えている。無線通信装置31は、例えば無線LAN又はブルートゥース等を利用して無線通信を行う。記憶装置33は、複数のハッシュ関数をあらかじめ記憶するハッシュ関数記憶部331と、ブルームフィルターを記憶するブルームフィルター記憶部332とを備える。具体的には、ブルームフィルター記憶部332は、リンク先に存在する各ノードを一意に識別するノードIDをキーとしたブルームフィルターを各リンクと対応づけて記憶する。

【0042】

処理装置32は、ブルームフィルター生成部321と、リンク設定部322と、データ送信部323と、追加処理部324と、更新処理部325と、更新要求メッセージ送信部326とを備える。リンク設定部322は、複数の隣接ノードとの間に複数のリンクをそれぞれ設定する。

【0043】

データ送信部323は、データ送信時において、ブルームフィルター記憶部332に記憶されたブルームフィルターを経路情報として使用する。具体的には、データ送信部323は、データの送信先ノードのノードIDを検索キーとして、ブルームフィルター記憶部332に記憶されたブルームフィルターとリンク毎に比較し、比較結果に応じてデータを送信するリンクを複数のリンクから選択する。

【0044】

追加処理部324は、アドホックネットワークに新たに参加する参加ノードから、参加ノードのノードIDを変換して得られたビット列を受信した場合、受信したビット列を参加ノードとのリンクに対応するブルームフィルターとしてブルームフィルター記憶部332に追加する。また、追加処理部324は、参加ノードとのリンク以外の各リンクに対応するブルームフィルターと、自ノードのノードIDを変換して得られたビット列との演算結果を参加ノードへ送信する。

【0045】

更新要求メッセージ送信部326は、隣接ノードとのリンクに変化が生じた場合、変化

10

20

30

40

50

の生じたリンク以外の各リンクに対し、更新要求メッセージを送信する。

【0046】

更新処理部325は、ブルームフィルターの更新を要求する更新要求メッセージを隣接ノードから受信した場合、ブルームフィルター記憶部332に記憶されたブルームフィルターを更新するか否かを判定し、判定結果に応じてブルームフィルター記憶部332に記憶されたブルームフィルターを更新する。また、更新要求メッセージ送信部326は、ブルームフィルターが更新された場合、更新されたブルームフィルターに対応するリンク以外の各リンクに対し、更新要求メッセージを送信する。

【0047】

さらに、更新要求メッセージ送信部326は、更新の要求が許可された場合、更新の要求を許可したノードとのリンク以外の各リンクに対応するブルームフィルターと、自ノードのノードIDを変換して得られたビット列との演算結果を、更新の要求を許可したノードへ送信する。

【0048】

(ノード参加処理)

次に、ネットワークに新たなノードが参加した場合において、参加ノードと参加ノードの接続先ノード間でのブルームフィルターの更新について、図5(a)の構成図及び図5(b)のフローチャートを用いて説明する。図5(a)では参加ノードBが接続先ノードAへ接続をしており、両ノード間でビット列をやり取りすることで、ブルームフィルターの更新をしている。

10

20

【0049】

(1)図5(b)のステップS501において、参加ノードは、自分のノードIDのハッシュ値をハッシュ関数より求める。その後、ハッシュ値よりビット列(ブルームフィルター)を生成し、接続先ノードへ送信する。図5(a)では、参加ノードBがノードIDよりビット列を生成し、接続先ノードAへ送信を行っている。

【0050】

(2)ステップS502において、接続先ノードは、ステップS501で受信したビット列を、受信したリンクのブルームフィルターとして保持する。図5(a)では、接続先ノードAは、受信したビット列をノードB間とのブルームフィルター412として保持している。

30

【0051】

(3)ステップS503において、接続先ノードは、ステップS502にてビット列を受信したリンク以外のリンクのブルームフィルターと、自分のノードIDによるビット列の論理和をとり、参加ノードへ送信する。図5(a)では、接続先ノードAが、ステップS502にてビット列を受信したリンク以外のリンクのブルームフィルター413~415と、自分のノードIDによるビット列の論理和をとり、参加ノードBへ送信を行っている。

【0052】

(4)ステップS504において、参加ノードは、ステップS503にて接続先ノードから受信したビット列を、受信したリンクのブルームフィルターとして保持する。図5(a)では、参加ノードBが、接続先ノードAから受信したビット列を受信したリンクのブルームフィルター411として保持している。

40

【0053】

(5)ステップS505において、接続先ノードは、自ノードのリンクに変化が生じたので、変化の生じたリンク以外のリンクへ更新要求メッセージを送信する。図5(a)では、ノードAはリンクに変化が生じたため、変化が生じたリンク以外の各リンクへ更新要求メッセージを送信している。

【0054】

(ブルームフィルター更新処理)

次に、更新要求メッセージを受信し、更新を受け入れた場合について、図6(a)の構

50

成図及び図 6 (b) のフローチャートを用いて説明する。図 6 (a) の例では、ノード C が、ノード A より更新要求メッセージを受信し、更新を許可した場合の図を示している。

【 0 0 5 5 】

(1) 図 6 (b) のステップ S 7 0 1 において、送信元ノードは、自分のノード ID のハッシュ値をハッシュ関数より求める。その後、ハッシュ値よりビット列を生成したものと、送信先リンク以外の各リンクのブルームフィルターの論理和をとり、送信先ノードへ送信する。図 6 (a) では、ノード A は、自ノードのノード ID によるビット列と、送信先ノード C とのリンク以外の各リンクのブルームフィルター 6 1 2 , 6 1 3 , 6 1 5 の論理和をとり、ノード C へ送信している。

【 0 0 5 6 】

(2) ステップ S 7 0 2 において、送信先ノードは、ステップ S 7 0 1 で受信したビット列を、受信したリンクのブルームフィルターとして保持する。図 6 (a) では、ノード C は、ノード A より受信したビット列を、ノード A とのリンクのブルームフィルター 6 1 6 として保持している。

【 0 0 5 7 】

(3) ステップ S 7 0 3 において、送信先ノードは、自ノードのリンクのブルームフィルターに変化が生じたため、変化が生じたリンク以外のリンクへ更新要求メッセージを送信する。図 6 (a) では、ノード C が持つブルームフィルター 6 1 6 に変化が生じたため、ノード C は、変化があったリンク以外の各リンクへ更新要求メッセージを送信している。

【 0 0 5 8 】

(ノード離脱処理)

次に、ノードがネットワークから離脱した場合について、図 7 (a) の構成図及び図 7 (b) のフローチャートを用いて説明する。図 7 (a) では、ノード B がアドホックネットワークより離脱し、ノード A がそれを検知した場合を表している。

【 0 0 5 9 】

(1) ステップ S 9 0 1 において、ノードは、隣接ノードの離脱を検知するとすべてのリンクへブルームフィルター更新のメッセージを送信する。図 7 (a) では、ノード A が、ノード B の離脱を検知し、すべてのリンクへブルームフィルター更新のメッセージを送信している。

(データ送信処理)

次に、データ送信時の手順について説明する。データ送信時に、データ送信元ノードは、送信先をノード ID として指定するものとする。以下、図 8 のフローチャートを用いて説明する。

【 0 0 6 0 】

ステップ S 1 0 0 1 において、データ送信元ノードは、送信先のノード ID とハッシュ関数を用いてビット列を生成する。ここで用いるハッシュ関数、ブルームフィルターのビット数はブルームフィルターの更新で用いられたものと同様とする。

【 0 0 6 1 】

ステップ S 1 0 0 2 において、データ送信元ノードは、ステップ S 1 0 0 1 で生成したビット列と、送信元ノードがリンク毎に保持するブルームフィルターを比較する。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 1 0 0 3 において、データ送信元ノードは、ステップ S 1 0 0 1 で生成したビット列において立っているビットが比較しているブルームフィルターにおいて同位置で立っているかチェックする。立っていればステップ S 1 0 0 4 へ進む。立っていなければ他のリンクのブルームフィルターと比較する。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 1 0 0 4 において、リンクの先に送信先のノードが存在する可能性があるとみなし、データを送信する。

【 0 0 6 4 】

10

20

30

40

50

(その他の実施形態)

上記のように、本発明は実施形態によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施形態、実施例及び運用技術が明らかとなる。

【 0 0 6 5 】

例えは、上述した実施形態の手法においては、ネットワーク構成に変化が発生する度に、ネットワーク上に各ノードが対応する更新要求メッセージが流れることになる。そのため、トラヒックを最適化するため、ブルームフィルター更新の操作に以下の条件を追加しても良い。

【 0 0 6 6 】

(条件 1) ブルームフィルター更新メッセージのメッセージ ID が、以前に受け取ったブルームフィルター更新メッセージのメッセージ ID と一致した場合には、ブルームフィルターの更新を行わず、メッセージを転送しない。

【 0 0 6 7 】

(条件 2) 他ノードから受信したブルームフィルターが、現在、受信したリンクで保持しているブルームフィルターと差異が無い場合、ブルームフィルターの更新を行わず、メッセージを転送しない。

【 0 0 6 8 】

(条件 3) 他ノードから受信したブルームフィルターに対して自分のノード ID によるビット列がすべて立っている場合、ブルームフィルターの更新、又は更新のメッセージを転送しない。

【 0 0 6 9 】

このように本発明は、ここでは記載していない様々な実施形態等を包含するということを理解すべきである。したがって、本発明はこの開示から妥当な特許請求の範囲の発明特定事項によってのみ限定されるものである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 0 】

【 図 1 】 図 1 (a) は本発明の実施形態に係るアドホックネットワークで使用されるブルームフィルターの生成処理手順を示すフローチャートであり、図 1 (b) は本発明の実施形態に係るアドホックネットワークで使用されるブルームフィルターのキー検索手順を示すフローチャートである。

【 図 2 】 本発明の実施形態に係るアドホックネットワークで使用されるブルームフィルターを説明するための模式図である。

【 図 3 】 本発明の実施形態に係るアドホックネットワークの一例を示すネットワーク構成図である。

【 図 4 】 本発明の実施形態に係るアドホックネットワークにおけるノードの構成例を示すブロック図である。

【 図 5 】 図 5 (a) は本発明の実施形態に係るアドホックネットワークにおけるノード追加処理を説明するためのネットワーク構成図であり、図 5 (b) は本発明の実施形態に係るアドホックネットワークにおけるノード追加処理手順を示すフローチャートである。

【 図 6 】 図 6 (a) は本発明の実施形態に係るアドホックネットワークにおけるブルームフィルター更新処理を説明するための模式図であり、図 6 (b) は本発明の実施形態に係るアドホックネットワークにおけるブルームフィルター更新処理手順を示すフローチャートである。

【 図 7 】 図 7 (a) は本発明の実施形態に係るアドホックネットワークにおけるノード離脱処理を説明するためのネットワーク構成図であり、図 7 (b) は本発明の実施形態に係るアドホックネットワークにおけるノード離脱処理手順を示すフローチャートである。

【 図 8 】 本発明の実施形態に係るアドホックネットワークにおけるデータ送信処理手順を示すフローチャートである。

【 符号の説明 】

10

20

30

40

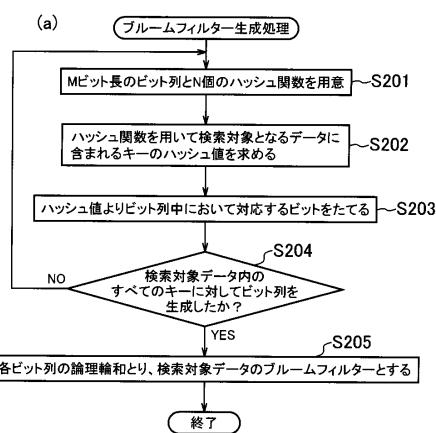
50

【0071】

A ~ G ... ノード
 2 ... アドホックネットワーク
 3 1 ... 無線通信装置
 3 2 ... 処理装置
 3 3 ... 記憶装置
 3 2 1 ... ブルームフィルター生成部
 3 2 2 ... リンク設定部
 3 2 3 ... データ送信部
 3 2 4 ... 追加処理部
 3 2 5 ... 更新処理部
 3 2 6 ... 更新要求メッセージ送信部
 3 3 1 ... ハッシュ関数記憶部
 3 3 2 ... ブルームフィルター記憶部
 4 1 1 ~ 4 1 8 , 6 1 1 ~ 6 1 8 , 8 1 1 ~ 4 1 6 ... ブルームフィルター

10

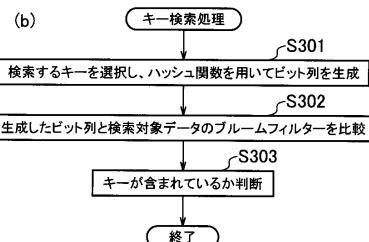
【図1】



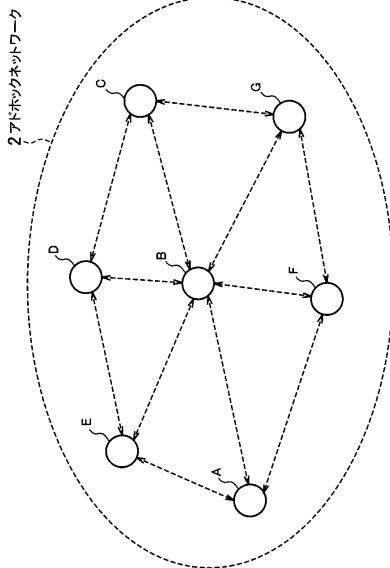
【図2】

$\begin{cases} \text{Hash1(モバイル)}=1 \\ \text{Hash2(モバイル)}=10 \\ \text{Hash3(モバイル)}=6 \end{cases}$
 $\begin{cases} \text{Hash1(アドホック)}=7 \\ \text{Hash2(アドホック)}=1 \\ \text{Hash3(アドホック)}=3 \end{cases}$
 $\begin{cases} \text{Hash1(ネットワーク)}=8 \\ \text{Hash2(ネットワーク)}=3 \\ \text{Hash3(ネットワーク)}=2 \end{cases}$

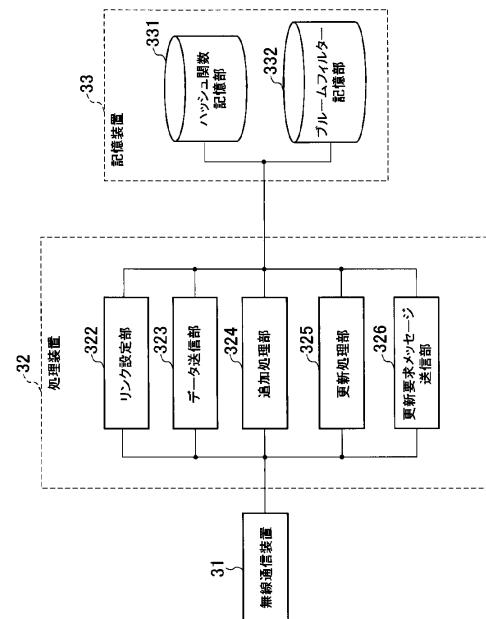
ビット列	
キー	モバイル
キー	アドホック
キー	ネットワーク
ブルームフィルター	モバイルアドホックネットワーク
検索キー	アドホック



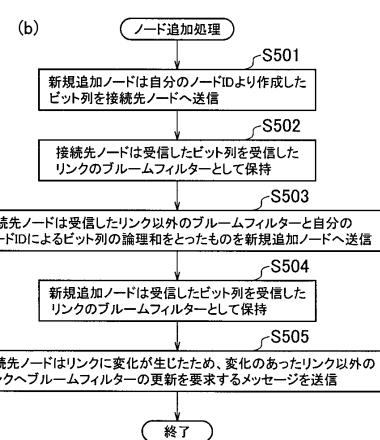
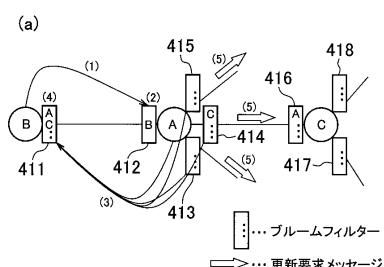
【図3】



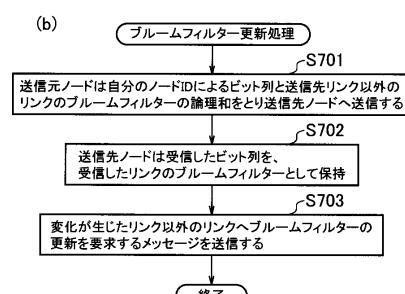
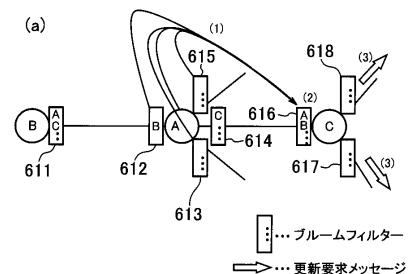
【図4】



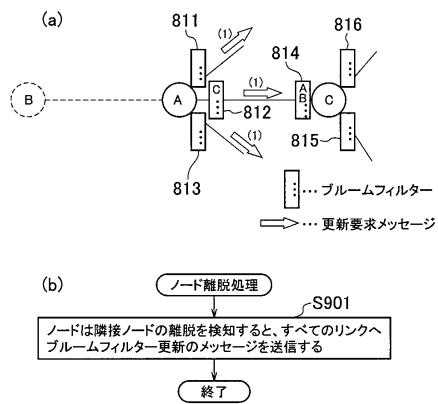
【図5】



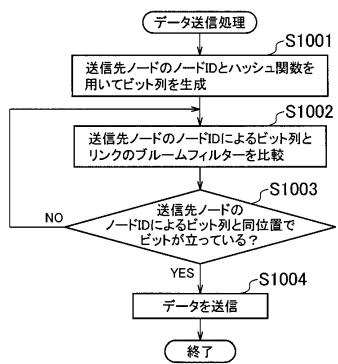
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 小佐野 智之

東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

(72)発明者 内田 良隆

東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

(72)発明者 石川 憲洋

東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

審査官 安藤 一道

(56)参考文献 特表2003-516035(JP,A)

特開2005-323346(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/56

H04W 74/08

H04W 84/12