

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6595246号
(P6595246)

(45) 発行日 令和1年10月23日(2019.10.23)

(24) 登録日 令和1年10月4日(2019.10.4)

(51) Int.Cl. F I
G06F 13/00 (2006.01) G O 6 F 13/00 5 4 O P
G06F 1/32 (2019.01) G O 6 F 13/00 5 2 O D
 G O 6 F 1/32

請求項の数 24 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2015-149465 (P2015-149465)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成27年7月29日(2015.7.29)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2017-33078 (P2017-33078A)	(73) 特許権者	504133110 国立大学法人電気通信大学
(43) 公開日	平成29年2月9日(2017.2.9)		東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1
審査請求日	平成30年7月9日(2018.7.9)	(74) 代理人	110000578 名古屋国際特許業務法人
		(72) 発明者	京 拓磨 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		(72) 発明者	平山 泰弘 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信システムおよび情報提供装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

情報を収集提供する複数の情報提供装置(1)が、前記情報を利用する利用端末(10)に対して、前記情報を配信する通信システムにおいて、

前記情報提供装置は、それぞれが所有する情報を互いに共有し、共有された情報を連結した共有情報に対して誤り訂正符号化を実施することで、自装置が所有する情報以上の情報量を有する配信情報を生成して、前記利用端末に対して前記配信情報の配信を実施すると共に、前記配信情報の配信を一時的に停止するスリープ状態への遷移を、それぞれが自律分散的に実施し、更に、前記利用端末に対する前記配信情報の配信に使用可能な通信路容量を推定し、推定された通信路容量の下で前記共有情報を復元可能となるように設定された符号化率によって、前記誤り訂正符号化を実施する

ことを特徴とする通信システム。

【請求項2】

情報を収集提供する複数の情報提供装置(1)が、前記情報を利用する利用端末(10)に対して、前記情報を配信する通信システムにおいて、

前記情報提供装置は、それぞれが所有する情報を互いに共有し、共有された情報を連結した共有情報に対して、予め設定された符号化率によって誤り訂正符号化を実施することで、自装置が所有する情報以上の情報量を有する配信情報を生成して、前記利用端末に対して前記配信情報の配信を実施すると共に、前記配信情報の配信を一時的に停止するスリープ状態への遷移を、それぞれが自律分散的に実施し、更に、前記符号化率をRとして、

自装置が前記スリープ状態に遷移するスリープ遷移確率 P_{rs} を、 $P_{rs} = 1 - R$ に設定することを特徴とする通信システム。

【請求項 3】

情報を収集提供する複数の情報提供装置 (1) が、前記情報を利用する利用端末 (10) に対して、前記情報を配信する通信システムにおいて、

前記情報提供装置は、それぞれが所有する情報を互いに共有し、共有された情報を利用して自装置が所有する情報以上の情報量を有する配信情報を生成して、前記利用端末に対して前記配信情報の配信を実施すると共に、前記配信情報の配信を一時的に停止するスリープ状態への遷移を、それぞれが自律分散的に実施し、更に、前記スリープ状態にある前記周辺ノードの数が予め設定された閾値より少ないことを、前記スリープ条件の一つとする

ことを特徴とする通信システム。

【請求項 4】

情報を利用する利用端末に対して、前記情報を配信する情報提供装置であって、

自装置から予め設定された範囲内に存在する他の情報提供装置を周辺ノードとして、前記周辺ノードとの間で、それぞれが所有する情報を互いに共有する情報共有部 (4) と、

前記情報共有部により共有された情報を利用して自装置が所有する情報以上の情報量を有する配信情報を生成する配信情報生成部 (6) と、

前記情報生成部にて生成された前記配信情報を前記利用端末に対して配信する配信部 (7) と、

予め設定されたスリープ条件に従ってスリープ状態に遷移し、前記配信部による前記配信情報の配信を一時的に停止させるスリープ制御部 (4) と、

を備え、

前記スリープ制御部は、前記スリープ状態にある前記周辺ノードの数が予め設定された閾値より少ないことを、前記スリープ条件の一つとする

ことを特徴とする情報提供装置。

【請求項 5】

前記スリープ制御部は、前記周辺ノードのそれぞれについて、前記配信情報を最後に受信してからの経過時間を求め、該経過時間が予め設定された時間閾値を超えた周辺ノードを、前記スリープ状態にあるものと認識することを特徴とする請求項 4 に記載の情報提供装置。

【請求項 6】

前記スリープ制御部は、スリープ状態に遷移する場合に、前記周辺ノードにスリープ通知パケットを送信し、前記周辺ノードから前記スリープ通知パケットを受信した場合に、該パケットの送信元の周辺ノードを、前記スリープ状態にあるものと認識することを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載の情報提供装置。

【請求項 7】

前記配信情報生成部は、前記情報共有部により共有された情報を連結した共有情報に対して誤り訂正符号化を実施することで前記配信情報を生成することを特徴とする請求項 4 から請求項 6 までのいずれか 1 項に記載の情報提供装置。

【請求項 8】

前記配信情報生成部は、前記利用端末に対する前記配信情報の配信に使用可能な通信路容量を推定し、推定された通信路容量の下で前記共有情報を復元可能となるように設定された符号化率によって、前記誤り訂正符号化を実施することを特徴とする請求項 7 に記載の情報提供装置。

【請求項 9】

情報を利用する利用端末に対して、前記情報を配信する情報提供装置であって、

自装置から予め設定された範囲内に存在する他の情報提供装置を周辺ノードとして、前記周辺ノードとの間で、それぞれが所有する情報を互いに共有する情報共有部 (4) と、

前記情報共有部により共有された情報を利用して自装置が所有する情報以上の情報量を

10

20

30

40

50

有する配信情報を生成する配信情報生成部(6)と、

前記情報生成部にて生成された前記配信情報を前記利用端末に対して配信する配信部(7)と、

予め設定されたスリープ条件に従ってスリープ状態に遷移し、前記配信部による前記配信情報の配信を一時的に停止させるスリープ制御部(4)と、

を備え、

前記配信情報生成部は、前記情報共有部により共有された情報を連結した共有情報に対して誤り訂正符号化を実施することで前記配信情報を生成し、

前記配信情報生成部は、前記利用端末に対する前記配信情報の配信に使用可能な通信路容量を推定し、推定された通信路容量の下で前記共有情報を復元可能となるように設定された符号化率によって、前記誤り訂正符号化を実施する

ことを特徴とする情報提供装置。

【請求項10】

前記スリープ制御部は、予め設定されたスリープ遷移確率 P_{rs} で前記スリープ状態に遷移するように構成され、

前記配信情報生成部は、前記通信路容量を $C = 1 - P_{rs}$ 、前記符号化率を R として、 RC を満たす値に設定することを特徴とする請求項8または請求項9に記載の情報提供装置。

【請求項11】

前記配信情報生成部は、通信路で生じる受信誤りへの耐性を付与するための補正項を用いて、前記通信路容量を補正することを特徴とする請求項10に記載の情報提供装置。

【請求項12】

前記配信情報生成部は、前記誤り訂正符号の訂正能力を考慮した補正項を用いて、前記通信路容量を補正することを特徴とする請求項10または請求項11に記載の情報提供装置。

【請求項13】

前記周辺ノードのスリープ率を求めるスリープ率算出部(53)を備え、

前記配信情報生成部は、前記スリープ率算出部にて算出されたスリープ率を用いて、前記通信路容量を補正することを特徴とする請求項10から請求項12までのいずれか1項に記載の情報提供装置。

【請求項14】

前記周辺ノードのスリープ率を求めるスリープ率算出部を備え、

前記スリープ制御部は、前記符号化率を R 、前記スリープ率を C_s として、自装置が前記スリープ状態に遷移するスリープ遷移確率 P_{rs} を、 $P_{rs} = 1 - R - C_s$ に設定し、

前記配信情報生成部は、前記通信路容量を $C = 1 - C_s$ として、前記符号化率 R を、 RC を満たす値に設定することを特徴とする請求項8または請求項9に記載の情報提供装置。

【請求項15】

前記配信情報生成部および前記スリープ制御部は、通信路で生じる受信誤りへの耐性を付与するための補正項を用いて、前記通信路容量および前記スリープ遷移確率を補正することを特徴とする請求項14に記載の情報提供装置。

【請求項16】

前記配信情報生成部および前記スリープ制御部は、前記誤り訂正符号の訂正能力を考慮した補正項を用いて、前記通信路容量および前記スリープ遷移確率を補正することを特徴とする請求項14または請求項15に記載の情報提供装置。

【請求項17】

前記配信情報生成部は、予め設定された符号化率によって、前記誤り訂正符号化を実施し、

前記スリープ制御部は、前記符号化率を R として、自装置が前記スリープ状態に遷移するスリープ遷移確率 P_{rs} を、 $P_{rs} = 1 - R$ に設定することを特徴とする請求項7から請求

10

20

30

40

50

項 1 6 までのいずれか 1 項に記載の情報提供装置。

【請求項 1 8】

情報を利用する利用端末に対して、前記情報を配信する情報提供装置であって、
自装置から予め設定された範囲内に存在する他の情報提供装置を周辺ノードとして、前記周辺ノードとの間で、それぞれが所有する情報を互いに共有する情報共有部(4)と、
前記情報共有部により共有された情報を利用して自装置が所有する情報以上の情報量を有する配信情報を生成する配信情報生成部(6)と、

前記情報生成部にて生成された前記配信情報を前記利用端末に対して配信する配信部(7)と、

予め設定されたスリープ条件に従ってスリープ状態に遷移し、前記配信部による前記配信情報の配信を一時的に停止させるスリープ制御部(4)と、

を備え、

前記配信情報生成部は、前記情報共有部により共有された情報を連結した共有情報に対して、予め設定された符号化率によって誤り訂正符号化を実施することで前記配信情報を生成し、

前記スリープ制御部は、前記符号化率を R として、自装置が前記スリープ状態に遷移するスリープ遷移確率 P_{rs} を、 $P_{rs} = 1 - R$ に設定する

ことを特徴とする情報提供装置。

【請求項 1 9】

前記周辺ノードのスリープ率を求めるスリープ率算出部(53)を備え、

前記配信情報生成部は、前記スリープ率算出部にて算出されたスリープ率を用いて、前記通信路容量を補正することを特徴とする請求項 1 7 または請求項 1 8 に記載の情報提供装置。

【請求項 2 0】

前記配信情報生成部および前記スリープ制御部は、通信路で生じる受信誤りへの耐性を付与するための補正項を用いて、前記スリープ遷移確率を補正することを特徴とする請求項 1 7 から請求項 1 9 までのいずれか 1 項に記載の情報提供装置。

【請求項 2 1】

前記配信情報生成部および前記スリープ制御部は、前記誤り訂正符号の訂正能力を考慮した補正項を用いて、前記スリープ遷移確率を補正することを特徴とする請求項 1 7 から請求項 2 0 までのいずれか 1 項に記載の情報提供装置。

【請求項 2 2】

当該情報提供装置を駆動するバッテリーの充電状態を監視するバッテリー監視部(2)を備え、

前記スリープ制御部は、前記バッテリー監視部にて検出されたバッテリーの残量が、予め設定された閾値以下となることを、前記スリープ条件の一つとすることを特徴とする請求項 4 から請求項 2 1 までのいずれか 1 項に記載の情報提供装置。

【請求項 2 3】

前記配信情報生成部は、前記情報共有部によって共有された情報を連結したものを前記配信情報とすることを特徴とする請求項 4 から請求項 2 2 までのいずれか 1 項に記載の情報提供装置。

【請求項 2 4】

前記スリープ制御部は、前記配信情報の配信を実行するウェイクアップ状態の継続時間が、予め設定された時間閾値を超えることを前記スリープ条件の一つとすることを特徴とする請求項 4 から請求項 2 3 までのいずれか 1 項に記載の情報提供装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、それぞれが情報を収集提供する複数の情報提供装置が、それらの情報を利用する利用端末に情報を配信する技術に関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

無線通信を用いたアプリケーションの一つとして、道路に沿って配置された複数の情報提供装置（ノード）のそれぞれに環境センシングを行わせ、その結果を、車両等に搭載された利用端末にブロードキャスト配信するものが考えられる。この場合、各ノードの設置場所は様々であり、その全てのノードに電源を設置することは現実的ではなく、電池駆動で動作するノードが散在することになる。

【0003】

このような電池駆動で動作するノードの省電力化を図るため、隣接する複数のノードでクラスタを構成し、代表となるクラスタヘッドを選出して、このクラスタヘッドに情報を集めて配信を実施する技術が知られている（非特許文献1, 2参照）。

10

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献1】W.Heinzelman, A.Chandrakasan, and H.Balakrishnan, "Energy-efficient communication protocol for wireless microsensor networks," Proc.IEEE 33rd Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2000.

【非特許文献2】O.Younis and S.Fahmy, "HEED: A hybrid, energy-efficient, distributed clustering approach for ad hoc sensor networks," IEEE Trans. Mobile Computing, " vol.3, no.4, pp.366-379, 2004.

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、クラスタヘッドを用いる従来技術では、例えば、大型車両の存在等により、小型車両に搭載された利用端末とクラスタヘッドとの無線通信環境が一時的に劣化する場や、利用端末を搭載した車両が高速に移動することによってクラスタヘッドの通信範囲内で通信を完了できない場合があり、このような場合には、情報を得ることができないという問題があった。

【0006】

本発明は、こうした問題に鑑みてなされたものであり、情報の収集および配信をする情報提供装置の省電力化と、情報提供装置と利用端末の間の信頼性の高い通信とを両立させる技術を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の通信システムは、情報を収集提供する複数の情報提供装置が、情報を利用する利用端末に対して情報を配信する。情報提供装置は、それぞれが所有する情報を互いに共有し、共有された情報を利用して自装置が所有する情報以上の情報量を有する配信情報を生成して、利用端末に対して配信情報の配信を実施すると共に、配信情報の配信を一時的に停止するスリープ状態への遷移を、それぞれが自律分散的に実施する。

【0008】

このような構成によれば、各情報提供装置は自律的分散的にスリープ状態に遷移することにより、通信システムを構成する全ての情報提供装置の消費電力をほぼ均等に削減することができる。また、各情報提供装置は、自身の所有する情報だけでなく提供された他の情報提供装置の情報も送信するため、一つの情報提供装置との通信状態が劣化した場合でも、その情報提供装置が収集した情報を、他の情報提供装置から取得することができるため、信頼性の高い通信を実現することができる。

40

【0009】

また、本発明の情報提供装置は、情報共有部と、配信情報生成部と、配信部と、スリープ制御部とを備える。情報共有部は、自装置から予め設定された範囲内に存在する他の情報提供装置を周辺ノードとして、これら周辺ノードとの間で、それぞれが所有する情報を

50

互いに共有する。配信情報生成部は、情報共有部により共有された情報を利用して自身が所有する情報以上の情報量を有する配信情報を生成する。配信部は、情報生成部にて生成された配信情報を利用端末に対して配信する。スリープ制御部は、予め設定されたスリープ条件に従ってスリープ状態に遷移し、配信部による配信情報の配信を一時的に停止させる。

【0010】

このように構成された本発明の情報提供装置は、上述の通信システムを構成する際に好適に用いることができる。

なお、特許請求の範囲に記載した括弧内の符号は、一つの態様として後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものであって、本発明の技術的範囲を限定するものではない。

10

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】通信システムの概要を示す説明図である。

【図2】第1実施形態の通信システムを構成する情報提供装置および利用端末の構成を示すブロック図である。

【図3】スリープ制御部が実行する処理の内容を示すフローチャートである。

【図4】情報格納部の構成を示すブロック図である。

【図5】格納処理部が実行する処理の内容を示すフローチャートである。

【図6】スリープノード数推定部が実行する処理の内容を示すフローチャートである。

20

【図7】誤り訂正符号化部の構成を示すブロック図である。

【図8】符号化率算出部が実行する処理の内容を示すフローチャートである。

【図9】無線通信部が実行する処理の内容を示すフローチャートである。

【図10】ノード間およびノードと利用端末との間で行う通信の概要を示すシーケンス図である。

【図11】情報提供装置での処理の流れを示す説明図である。

【図12】配信パケットの通信状態および利用端末での受信処理を例示する説明図である。

【図13】第2実施形態における情報提供装置の構成を示すブロック図である。

【図14】誤り訂正符号化部およびスリープ制御部の構成を示すブロック図である。

30

【図15】第3実施形態における情報提供装置の構成を示すブロック図である。

【図16】誤り訂正符号化部およびスリープ制御部の構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に本発明が適用された実施形態について、図面を用いて説明する。

[1. 第1実施形態]

[1.1. 全体構成]

図1に示す通信システムは、道路に沿って配置される複数の情報提供装置1と、車両に搭載され、情報提供装置1との無線通信により各種情報を取得する利用端末10とを備える。以下では情報提供装置1をノード、特に着目する情報提供装置1を自ノード、自ノードの通信範囲内に存在する他の情報提供装置1を自ノードも含めて周辺ノードともよぶ。

40

【0013】

通信システムでは、ノード間で送受信するパケットとして、情報を共有する際に使用する共有パケット P_c 、および自ノードがスリープ状態に入ることを他ノードに通知する際に使用するスリープ通知パケット P_s がある。また、各ノードが利用端末10に対して情報を配信する際に使用する配信パケット P (P_{ij} 、 P_j とも記載し、 i は送信元ノードを識別する識別子、 j は一連の情報を識別する識別子である)が存在する。なお、いずれのパケット P_c 、 P_s 、 P_{ij} も、送信元ノードを識別する情報が少なくとも含まれている。

【0014】

[1.2. 利用端末]

50

利用端末 10 は、図 2 に示すように、アンテナ 11、無線通信部 12、パケット格納部 13、復号部 14、処理部 15 を備える。

【0015】

アンテナ 11 は、情報提供装置 1 との通信に使用する所定周波数帯の電波を送受信する。

無線通信部 12 は、アンテナ 11 を介して情報提供装置 1 との間で、所定の通信規格に従った通信を実行する。ここでは、例えば、センサネットワークを主目的とする近距離無線通信規格の一つである Zigbee (登録商標) を用いる。

【0016】

パケット格納部 13 は、無線通信部 12 が受信したパケットを一時的に格納する。

10

復号部 14 は、パケットが誤り訂正符号によって符号化されている場合に、これを復号して、情報提供装置 1 から提供される配信情報を抽出する。

【0017】

処理部 15 は、復号部 14 により抽出された配信情報に基づいて各種処理を実行する。

なお、このような利用端末 10 は周知のものであるため、これ以上の詳細な説明については省略する。

【0018】

[1.3. 情報提供装置]

情報提供装置 1 は、図 2 に示すように、バッテリー監視部 2、観測情報取得部 3、スリープ制御部 4、情報格納部 5、誤り訂正符号化部 6、無線通信部 7、アンテナ 8 を備える。このうち、スリープ制御部 4、情報格納部 5、誤り訂正符号化部 6、無線通信部 7 は、公知のコンピュータが所定のプログラムに従って実行する処理により実現される。

20

【0019】

[1.3.1. バッテリー監視部]

バッテリー監視部 2 は、当該情報提供装置 1 を駆動する図示しないバッテリーの充電状態を表す電池残量 E_b を検出してスリープ制御部 4 に出力する。なお、バッテリーは、ソーラパネル等の充電装置によって適宜充電されるように構成されている。

【0020】

[1.3.2. 観測情報取得部]

観測情報取得部 3 は、予め指定された各種情報を図示しないセンサ等を介して取得し、これを観測情報 D_k s として情報格納部 5 や無線通信部 7 に出力する。

30

【0021】

[1.3.3. スリープ制御部]

スリープ制御部 4 は、無線通信部 7 からの要求 RQ に従い、バッテリー監視部 2 からの充電状態 E_b 、情報格納部 5 からのスリープノード数 N_s 等に基づいて自ノードをスリープ状態にすべきであるか否かを判断し、その判断結果を表すスリープフラグ F_{sleep} を設定し、必要に応じてスリープ通知パケット P_s の送信を無線通信部 7 に指示する。

【0022】

スリープ制御部 4 が実行する処理の詳細を、図 3 に示すフローチャートを用いて説明する。

40

無線通信部 7 からの要求 RQ に従って、本処理が起動すると、スリープ制御部 4 として機能するコンピュータは、S110 にて、スリープフラグ F_{sleep} を、スリープ状態ではないことを示すオフ (OFF) に初期化する。

【0023】

続く S120 では、乱数発生器を用いて所定範囲内 (ここでは 0 ~ 99) の値を有する乱数 N_r を生成する。

続く S130 では、予め設定されたスリープ状態への遷移確率を Pr_s ($0 < Pr_s < 1$) として、乱数 N_r がスリープ遷移確率 Pr_s を 100 倍した値より小さいか否かを判断する。乱数 N_r がスリープ遷移確率 Pr_s を 100 倍した値より小さい場合 ($N_r < Pr_s \times 100$)、スリープ状態にすべきと判断して S160 に移行する。一方、乱数 N_r がスリープ

50

遷移確率 P_{rs} を 100 倍した値以上である場合 ($N_r = P_{rs} \times 100$)、S140 に進む。

【0024】

S140 では、バッテリー監視部 2 から電池残量 E_b を取得する。

続く S150 では、電池残量 E_b が予め設定された電圧閾値 E_{th} より小さいか否かを判断する。電池残量 E_b が電圧閾値 E_{th} より小さい場合 ($E_b < E_{th}$)、スリープ状態に遷移すべきと判断して S160 に進む。一方、電池残量 E_b が電圧閾値 E_{th} 以上である場合 ($E_b \geq E_{th}$)、S170 に進む。

【0025】

S160 では、スリープフラグ F_{sleep} をスリープ状態であることを示すオン (ON) に設定して、本処理を終了する。

S170 では、情報格納部 5 からスリープノード数 N_s を取得する。

【0026】

続く S180 では、スリープノード数 N_s が予め設定された閾値 N_{th} より小さいか否かを判断する。スリープノード数 N_s が閾値 N_{th} より小さい場合 ($N_s < N_{th}$)、スリープ状態にすべきと判断し、S190 にてスリープ時間 T_{S1} を設定して、S230 に進む。一方、スリープノード数 N_s が閾値 N_{th} 以上である場合 ($N_s \geq N_{th}$)、S200 に進む。

【0027】

S200 では、スリープ状態以外の状態、即ちウェイクアップ状態の継続時間の計時値である駆動時間 T_{on} を取得する。

続く S210 では、駆動時間 T_{on} が予め設定された時間閾値 T_{th} より大きいか否かを判断する。駆動時間 T_{on} が時間閾値 T_{th} より大きい場合 ($T_{on} > T_{th}$)、スリープ状態にすべきと判断し、S220 にてスリープ時間 T_{S2} を設定して、S230 に進む。一方、駆動時間 T_{on} が時間閾値 T_{th} 以下である場合 ($T_{on} \leq T_{th}$)、スリープ状態にする必要はないものとして、本処理を終了する。

【0028】

S230 では、スリープフラグ F_{sleep} をスリープ状態であることを示すオンに設定する。

続く S240 では、無線通信部 7 にスリープ通知パケット P_s の送信を指示する。

【0029】

続く S250 では、無線通信部 7 がスリープ通知パケット P_s を送信した後に、先の S190 または S220 で設定されたスリープ時間 T_{S1} または T_{S2} の間、無線通信部 7 を含む自ノードの機能を停止させて省電力化を図るスリープ処理を起動して、本処理を終了する。

【0030】

つまり、本処理では、スリープ遷移確率 P_{rs} でスリープフラグ F_{sleep} をオンに設定する他、電池残量 E_b が少ない場合 ($E_b < E_{th}$)、スリープノード数 N_s が少ない場合 ($N_s < N_{th}$)、駆動時間 (ウェイクアップ状態の継続時間) T_{on} が長い場合 ($T_{on} > T_{th}$) にもスリープフラグ F_{sleep} をオンに設定する。特に、スリープノード数 N_s が少ない場合および駆動時間 T_{on} が長い場合には、スリープ通知パケット P_s を出力して、連続的なスリープ状態に遷移する。

【0031】

[1.3.4. 情報格納部]

情報格納部 5 は、図 4 に示すように、観測情報格納部 51、格納処理部 52、スリープノード数推定部 53、更新処理部 54 を備える。

【0032】

観測情報格納部 51 は、読み書き自在な周知のメモリからなり、周辺ノード毎に、スリープ状況 F_{sl} 、最新パケット受信時刻 T_{rs} 、観測情報 DM を記憶する領域が少なくとも確保されている。ここでは、周辺ノードの数を M 個として、周辺ノードを #1 ~ #M で識別

10

20

30

40

50

するものとする。スリープ状況 Fsl_i ($i = 1 \sim M$) は、周辺ノード # i がスリープ状態にあるか否かを表すフラグであり、最新パケット受信時刻 Trs_i は、周辺ノード # i を送信元とする配信パケット Pij を最後に受信した時刻を表す。但し、自ノードについては、スリープ状況 Fsl および最新パケット受信時刻 Trs の領域は使用されないものとする。

【 0 0 3 3 】

格納処理部 5 2 は、観測情報取得部 3 から取得した観測情報 DKs および無線通信部 7 を介して自ノード以外の周辺ノードから取得した観測情報を、観測情報格納部 5 1 に格納する。

【 0 0 3 4 】

格納処理部 5 2 が実行する処理の詳細を、図 5 に示すフローチャートを用いて説明する。本処理は、予め設定された一定期間毎に、他のノードと同時に起動する。

10

本処理が起動すると格納処理部 5 2 として機能するコンピュータは、S 3 1 0 にて、観測情報取得部 3 から自ノードの観測情報 DKs を取得し、観測情報格納部 5 1 の自ノードの情報を格納するエリアに保存する。

【 0 0 3 5 】

続く S 3 2 0 では、自ノードの観測情報 DKs を載せた共有パケット Pc の送信を指示することにより、自ノードの観測情報 DKs を他ノード (自ノードを除く全ての周辺ノード) に配信する。

【 0 0 3 6 】

続く S 3 3 0 では、本処理が起動してから予め設定された待機時間内に、無線通信部 7 を介して他ノードから受信した共有パケット Pc に基づき、共有パケット Pc に示された観測情報を、観測情報格納部 5 1 の送信元となった他ノードの情報を格納するエリアに保存する。

20

【 0 0 3 7 】

続く S 3 4 0 では、誤り訂正符号化部 6 を起動して、本処理を終了する。

これにより、各ノードで取得された観測情報が、周辺ノード間で互いに共有されることになる。

【 0 0 3 8 】

更新処理部 5 4 は、無線通信部 7 が受信するスリープ通知パケット Ps および配信パケット Pij を監視し、スリープ通知パケット Ps の受信が確認された時には、そのスリープ通知パケット Ps の送信元となった他ノードのスリープ状況 Fsl_i を、スリープ状態であることを示すオンに設定する。また、配信パケット Pij の受信が確認された時には、その配信パケット Pij の送信元となった他ノードの最新パケット受信時刻 Trs_i を更新すると共に、スリープ状況 Fsl_i を、スリープ状態ではないことを示すオフに設定する。

30

【 0 0 3 9 】

スリープノード数推定部 5 3 は、観測情報格納部 5 1 に格納された各周辺ノードのスリープ状況 Fsl および最新パケット受信時刻 Trs に基づいて、スリープノード数 Ns およびスリープ率 Cs を算出する。

【 0 0 4 0 】

スリープノード数推定部 5 3 が実行する処理の詳細を、図 6 に示すフローチャートを用いて説明する。本処理は、予め設定された一定周期または観測情報格納部 5 1 の内容が更新される毎に起動する。

40

【 0 0 4 1 】

本処理が起動すると、スリープノード数推定部 5 3 として機能するコンピュータは、S 4 1 0 にて、周辺ノードを識別するパラメータ i を 1 に、スリープノード数 Ns を 0 に初期化する。

【 0 0 4 2 】

続く S 4 2 0 では、周辺ノード # i の最新パケット受信時刻 Trs_i およびスリープ状況 Fsl_i を観測情報格納部 5 1 から取得する。

続く S 4 3 0 では、スリープ状況 Fsl_i がオンであるか否かを判断する。スリープ状況

50

Fsl_i がオン ($Fsl_i = ON$)、即ち周辺ノード # i がスリープ状態にあれば、S 4 6 0 に移行し、スリープノード数 N_s をインクリメント ($N_s \rightarrow N_s + 1$) して S 4 7 0 に進む。一方、スリープ状況 Fsl_i がオフ ($Fsl_i = OFF$) であれば、S 4 4 0 に移行する。

【 0 0 4 3 】

S 4 4 0 では、周辺ノード # i から配信パケット P_{ij} を最後に受信してからの経過時間 T_{int} を算出する。具体的には、現在時刻から、最新パケット受信時刻 T_{sr_i} を減算した結果を経過時間 T_{int} とする。

【 0 0 4 4 】

続く S 4 5 0 では、経過時間 T_{int} が予め設定された時間閾値 T_s 以上であるか否かを判断する。経過時間 T_{int} が時間閾値 T_s 以上であれば、周辺ノード # i はスリープ状態にあるものと認識して S 4 6 0 に進み、スリープノード数 N_s をインクリメントして S 4 7 0 に進む。一方、経過時間 T_{int} が時間閾値 T_s 未満であれば、S 4 6 0 をスキップして S 4 7 0 に進む。

【 0 0 4 5 】

S 4 7 0 では、パラメータ i をインクリメント ($i \rightarrow i + 1$) する。

続く S 4 8 0 では、パラメータ i が周辺ノード総数 M を超えているか否かを判断する。パラメータ i が周辺ノード総数 M を超えていなければ、S 4 2 0 に戻って上述の処理を繰り返す。一方、パラメータ i が周辺ノード総数 M を超えていれば、S 4 9 0 に進む。

【 0 0 4 6 】

S 4 9 0 では、スリープノード数 N_s を、周辺ノード総数 M で除算することでスリープ率 C_s を求め、スリープノード数 N_s をスリープ制御部 4 に、スリープ率 C_s を誤り訂正符号化部 6 に出力して、本処理を終了する。

【 0 0 4 7 】

なお、S 4 2 0 ~ S 4 6 0 の処理は、パラメータ i が自ノードを示す値の場合には実行されないものとする。

[1 . 3 . 5 . 誤り訂正符号化部]

誤り訂正符号化部 6 は、図 7 に示すように、パラメータ格納部 6 1、符号化率算出部 6 2、符号化処理部 6 3 を備える。

【 0 0 4 8 】

パラメータ格納部 6 1 は、不揮発性メモリからなり、通信路で生じる受信誤りへの耐性を付与するための補正項である C_c と、符号化処理部 6 3 で使用する符号化方式の誤り訂正能力を考慮して設定される補正項である C を記憶する。補正項 C 、 C_c は、いずれも 0 より大きく 1 より小さい値に設定される。

【 0 0 4 9 】

具体的には、補正項 C は、補償したい通信路でのパケットロス確率を設定値とする。例えば、 $C = 0.1$ ($= 10\%$) と設定すると、10% のパケットロスに耐え得る符号化が実現されることになる。また、補正項 C_c は、システムで使用する符号と、理想的な符号との性能差を基に設定値を定める。例えば、10% のパケットが欠損する通信路で、受信失敗率 10^{-2} を達成するための符号を構成することを考える。このとき、理想的な符号化率は $R = 0.9$ であるが、実運用で使用する符号化率は $R = 0.8$ として符号化する必要があると判明しているものとする。この場合、 $C_c = 0.9 - 0.8 = 0.1$ とすることで、適切な符号化率を設定することができる。

【 0 0 5 0 】

符号化率算出部 6 2 は、パラメータ格納部 6 1 に格納された補正項 C 、 C_c 、スリープ制御部 4 で使用されるパラメータであるスリープ遷移確率 P_{rs} 、情報格納部 5 で生成されるスリープ率 C_s に基づいて、符号化処理部 6 3 での符号化に使用するパラメータである符号化率 R を算出する。

【 0 0 5 1 】

符号化率算出部 6 2 が実行する処理の詳細を、図 8 に示すフローチャートを用いて説明

10

20

30

40

50

する。本処理は、スリープ制御部 4 から起動指令に従って起動する。

本処理が起動すると、符号化率算出部 6 2 として機能するコンピュータは、S 5 1 0 にて、情報格納部 5 からスリープ率 C_s を取得する。

【 0 0 5 2 】

続く S 5 2 0 では、パラメータ格納部 6 1 から補正項 C_c , C_c を取得する。

続く S 5 3 0 では、スリープ制御部 4 からスリープ遷移確率 P_{rs} を取得する。

続く S 5 4 0 では、周辺ノード全体の通信路容量 C を (1) 式を用いて算出する。但し、 $C_{rs} = P_{rs}$ である。

【 0 0 5 3 】

$$C = 1 - C_{rs} - C_s - C_c - C_c \quad (1)$$

10

続く S 5 4 0 では、通信路容量 C に基づいて符号化率 R を設定して、本処理を終了する。具体的には、符号化率 R の値は、配信パケット P_{ij} の構造 (ヘッダ長やデータ長等) によって取り得る値が決まっているため、その取り得る値の中から $R \cdot C$ を満たす最大の値を選択する。なお、符号化率 R が低いほど誤り訂正能力は大きい。つまり、全ての周辺ノードがフル稼働し、かつ通信路での誤りが発生しない場合の通信路容量 C が 1 であり、自ノードはスリープ遷移確率 P_{rs} (= C_{rs}) の割合でスリープ状態となること、稼働していない周辺ノードがスリープ率 C_s の割合で存在することを考慮し、更に、補正項 C_c , C_c の分だけマージンをとると、通信路容量 C は (1) 式で表されることになる。

【 0 0 5 4 】

符号化処理部 6 3 は、情報格納部 5 から読み出した自ノードを含む全ての周辺ノード # 1 ~ # M の観測情報 D_M を連結した共有情報を生成し、この共有情報を、符号化率算出部 6 2 で設定された符号化率 R で誤り訂正符号化し、その結果を符号化情報 I_{cd} として無線通信部 7 に提供する。

20

【 0 0 5 5 】

[1 . 3 . 6 . 無線通信部]

無線通信部 7 は、情報共有処理、パケット監視処理、パケット配信処理を実行する。

情報共有処理では、情報格納部 5 の格納処理部 5 2 からの指示に従って、自ノードの観測情報 D_K_s を共有パケット P_c によって他ノードに配信すると共に、他ノードから共有パケット P_c を受信すると、これを情報格納部 5 の格納処理部 5 2 に転送する処理を行う。

30

【 0 0 5 6 】

パケット監視処理では、他ノードからスリープ通知パケット P_s または配信パケット P_{ij} を受信すると、これを情報格納部 5 の更新処理部 5 4 に転送する。

パケット配信処理では、誤り訂正符号化部 6 で生成された符号化情報 I_{cd} を複数に分割して、分割した情報をパケット化することで配信パケット P_{ij} を生成し、これらを利用端末 1 0 に順次配信する。

【 0 0 5 7 】

ここで、パケット配信処理の詳細を、図 9 に示すフローチャートを用いて説明する。本処理は、無線通信部 7 が機能している期間に、繰り返し実行される。

本処理が起動すると、無線通信部 7 として機能するコンピュータは、S 6 1 0 にて、誤り訂正符号化部 6 から提供される符号化情報 I_{cd} を N (N は 1 以上の整数) 分割する。なお、 $N = 1$ の場合は、符号化情報 I_{cd} を、そのまま一つのパケットとして扱うことを意味する。

40

【 0 0 5 8 】

続く S 6 2 0 では、分割された情報 (パケット) の識別に用いるパラメータ j を 1 に初期化する。

続く S 6 3 0 では、スリープ制御部 4 を動作させスリープフラグ F_{sleep} を取得する。

【 0 0 5 9 】

続く S 6 4 0 では、取得したスリープフラグ F_{sleep} がオンであるか否かを判断する。スリープフラグ F_{sleep} がオフであれば S 6 5 0 に進み、先の S 6 1 0 にて分割された j

50

番目の分割情報にヘッダ等を付加した配信パケット P_j を生成し、利用端末 10 に向けて送信して S 6 6 0 に進む。一方、スリープフラグ F_{sleep} がオンであれば、S 6 5 0 をスキップし、即ち配信パケット P_j を送信することなく S 6 6 0 に進む。

【 0 0 6 0 】

S 6 6 0 では、パラメータ j をインクリメント ($j \rightarrow j + 1$) する。

続く S 6 7 0 では、パラメータ j が分割数 N より大きいか否かを判断する。パラメータ j が分割数 N 以下であれば S 5 3 0 に戻って、上述の処理を繰り返す。一方、パラメータ j が分割数 N より大きければ、本処理を一旦終了する。

【 0 0 6 1 】

[1 . 4 . 動作]

このように構成された通信システムの動作概要を、図 1 0 ~ 図 1 2 を用いて説明する。各ノードは、周期的に同じタイミングで起動し、観測情報を共有する処理を実行する。

【 0 0 6 2 】

具体的には、各ノードは、起動して観測情報 (図 1 1 (a) 参照) を取得すると、その観測情報を観測情報格納部 5 1 に記憶すると共に、その観測情報を共有パケット P_c によって他ノードに配信する (図 1 0 参照)。他ノードからの共有パケット P_c を受信した各ノードは、共有パケット P_c に含まれる観測情報を観測情報格納部 5 1 に記憶する。これにより、周辺ノード間で、互いの観測情報が共有されることになる (図 1 1 (b) 参照)。

【 0 0 6 3 】

共有された観測情報 (共有情報) は、その時々周辺のノード全体の通信路容量 C に応じた符号化率 R により誤り訂正符号化され、更に N 分割されたものが配信パケット P_{ij} によって利用端末 10 に順次配信される (図 1 0、図 1 1 (c) 参照)。

【 0 0 6 4 】

ノードがスリープ状態の時には、配信パケット P_{ij} が送信されず欠落する。また、各ノードは、スリープ状態への遷移を、それぞれ独立に判断し自律分散的な動作をするため、ノード毎に異なったパターンで配信パケット P_{ij} が欠落することになる (図 1 2 (a) 参照)。

【 0 0 6 5 】

利用端末は、各ノードから一部欠落した情報を順次受信することになるが、それらを総合すると、一部重複する配信パケット P_{ij} も存在するが、通信路符号化定理に従い、 $R \cdot C$ を満たすように設定されていることから、ほとんどの場合、全ての配信パケットを受信することになる (図 1 2 (b) 参照)。その結果、利用端末では、全ての共有情報、即ち各ノードで取得された全ての観測情報が取得されることになる。

【 0 0 6 6 】

[1 . 5 . 効果]

以上説明したように、本実施形態の通信システムによれば、全てのノードが、情報配信を停止するスリープ状態に自律分散的に遷移するため、いずれかのノードに偏ることなく通信システム全体として消費電力を低減することができる。

【 0 0 6 7 】

本実施形態では、周辺ノードが互いに共有した共有情報に基づき、利用端末 10 への配信情報を冗長化し、しかも、利用端末 10 への配信を特定のノードだけが実施するのではなく全ノードが実施している。このため、利用端末 10 は、あるノードとの通信環境が劣悪な場合でも、別のノードとの通信によって必要な情報を取得することができる。

【 0 0 6 8 】

本実施形態では、配信情報の冗長化に誤り訂正符号を用い、その際に用いる符号化率 R を、その時々周辺のノードの状態を考慮して推定した通信路容量 C を用いて、通信路符号化定理を満たすように設定している。このため、スリープ状態に遷移したノードによる未配信情報が発生しても、その影響を誤り訂正可能な範囲内に抑えることができ、信頼性の高い通信を実現することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 9 】

本実施形態では、通信路容量 C を推定する際に、データ配信の未実施に関わるスリープ遷移確率 $P_{rs} (= C_{rs})$ 、周辺端末のスリープ率 C_s だけでなく、通信路で生ずる誤りや、使用する誤り訂正符号の訂正能力を加味した補正項 C_c 、 C_c も用いている。このため通信システムの特徴や設置環境を反映した的確な通信路容量 C の推定、ひいては的確な符号化率 R を設定することができる。

【 0 0 7 0 】

本実施形態では、自ノードをスリープ状態にすべきか否かを判断する際に、電池残量 E_b 、スリープノード数 N_s 、連続駆動時間 T_{on} を考慮しているため、周辺ノード間で電池残量 E_b が大きくばらつくこと、必要以上に多くのノードが配信情報の送信を実施すること等を抑制することができ、消費電力の削減および所望の通信品質の確保を効率良く実現することができる。

10

【 0 0 7 1 】

なお、本実施形態では、通信路容量 C を推定する際に、スリープ率 C_s 、補正項 C_c 、 C_c を用いているが、これらの任意の一つまたは二つ、或いは全部を省略してもよい。

[2 . 第 2 実施形態]

第 2 実施形態は、基本的な構成は第 1 実施形態と同様であるため、共通する構成については説明を省略し、相違点を中心に説明する。

【 0 0 7 2 】

前述した第 1 実施形態では、スリープ遷移確率 P_{rs} として予め設定された固定値を用いている。これに対し、第 2 実施形態では、スリープ遷移確率 P_{rs} をその都度算出する点で第 1 実施形態とは相違する。

20

【 0 0 7 3 】

[2 . 1 . 構成]

本実施形態の情報配信装置 1 a は、図 1 3 に示すように、スリープ制御部 4 a、および誤り訂正符号化部 6 a が、第 1 実施形態におけるスリープ制御部 4 よび誤り訂正符号化部 6 とは異なっている。

【 0 0 7 4 】

誤り訂正符号化部 6 a は、図 1 4 に示すように、パラメータ格納部 6 1 に格納されている補正項 C_c 、 C_c および符号化率算出部 6 2 a で設定した符号化率 R をスリープ制御部 4 a に提供するように構成されている。

30

【 0 0 7 5 】

なお、符号化率算出部 6 2 a は、既出の (1) 式から $C_{rs} (= P_{rs})$ を取り除いた (2) 式を用いて通信路容量 C を算出し、この通信路容量 C を用いて $R = C$ となる符号化率 R を設定する。

【 0 0 7 6 】

$$C = 1 - C_s - C_{rs} - C_c \quad (2)$$

スリープ制御部 4 a は、誤り訂正符号化部 6 a から提供される補正項 C_c 、 C_c および符号化率 R に加え、情報格納部 5 からスリープ率 C_s を取得し、スリープ遷移確率 P_{rs} を (3) 式に従って算出する以外は、第 1 実施形態のスリープ制御部 4 と同様に構成されている。

40

【 0 0 7 7 】

$$P_{rs} = 1 - R - C_s - C_{rs} - C_c \quad (3)$$

つまり、この算出されたスリープ遷移確率 P_{rs} は、図 3 に示したフローチャートの S 1 3 0 の処理で使用されることになる。

【 0 0 7 8 】

[2 . 2 . 効果]

以上詳述した第 2 実施形態によれば、前述した第 1 実施形態の効果に加え、以下の効果が得られる。

【 0 0 7 9 】

50

即ち、本実施形態では、スリープ遷移確率 P_{rs} が固定値ではなく、その場の状況に応じた値に設定されるため、通信路容量 C の推定精度を向上させることができ、よりの確な符号化率 R の設定を実現することができる。

【0080】

なお、本実施形態では、通信路容量 C およびスリープ遷移確率 P_{rs} を算出する際に、スリープ率 C_s 、補正項 C_c 、 C_c を用いているが、これらの任意の一つまたは二つ、或いは全部を省略してもよい。

【0081】

[3. 第3実施形態]

第3実施形態は、基本的な構成は第1実施形態と同様であるため、共通する構成については説明を省略し、相違点を中心に説明する。

10

【0082】

前述した第1実施形態では、状況に応じて符号化率 R を可変設定している。これに対し、第3実施形態では、符号化率 R として固定値を用い、その代わりにスリープ遷移確率 P_{rs} を可変設定する点で第1実施形態とは相違する。

【0083】

[3.1. 構成]

本実施形態の情報配信装置 1b は、図15に示すように、スリープ制御部 4b、および誤り訂正符号化部 6b が、第1実施形態におけるスリープ制御部 4および誤り訂正符号化部 6とは異なっている。

20

【0084】

誤り訂正符号化部 6b は、図16に示すように、符号化率算出部 62の代わりに符号化率格納部 64を備えている。符号化率格納部 64は、不揮発性メモリからなり、符号化率 R が記憶されている。そして、パラメータ格納部 61に格納されている補正項 C_c 、 C_c および符号化率格納部 64に格納されている符号化率 R をスリープ制御部 4bに提供するように構成されている。

【0085】

スリープ制御部 4b は、誤り訂正符号化部 6b から提供される補正項 C_c 、 C_c および符号化率 R に加え、情報格納部 5からスリープ率 C_s を取得し、スリープ遷移確率 P_{rs} を第2実施形態と同様に上述の(3)式に従って算出する点、誤り訂正符号化部 6b へのスリープ遷移確率 P_{rs} の提供を行わない点以外は、第1実施形態のスリープ制御部 4と同様に構成されている。つまり、この算出されたスリープ遷移確率 P_{rs} は、図3に示したフローチャートの S130の処理で使用されることになる。

30

【0086】

[3.2. 効果]

以上詳述した第3実施形態によれば、前述した第1実施形態の効果に加え、以下の効果が得られる。

【0087】

即ち、本実施形態では、符号化率 R が固定されている場合でも、各ノードのスリープ遷移確率 P_{rs} が、符号化率 R に見合った通信路容量 C が得られるように設定されるため、所望の通信品質を確保することができる。

40

【0088】

なお、本実施形態では、スリープ遷移確率 P_{rs} を算出する際にスリープ率 C_s 、補正項 C_c 、 C_c を用いているが、これらの任意の一つまたは二つ、或いは全部を省略してもよい。

【0089】

[4. 他の実施形態]

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は、上記実施形態に限定されることなく、種々の形態を採り得る。

50

【0090】

(1) 上記実施形態では、情報提供装置1のスリープ制御部4、情報格納部5、誤り訂正符号化部6、無線通信部7の機能が、コンピュータが実行する処理によって実現されるものとして説明したが、これに限定されるものではない。これら処理の一部または全部を、例えばロジック回路等のハードウェアにて実現してもよい。

【0091】

(2) 上記実施形態では、自ノードをスリープ状態にすべきか否かの判断に、スリープ遷移確率 P_{rs} 、電池残量 E_b 、スリープノード数 N_s 、駆動時間 T_{on} を用いているが、いずれか一つまたはいずれか二つか三つを任意に組み合わせたものを用いてもよい。

【0092】

(3) 上記実施形態における一つの構成要素が有する機能を複数の構成要素に分散させたり、複数の構成要素が有する機能を一つの構成要素に統合させたりしてもよい。また、上記実施形態の構成の少なくとも一部を、同様の機能を有する公知の構成に置き換えてもよい。また、上記実施形態の構成の一部を省略してもよい。また、上記実施形態の構成の少なくとも一部を、他の上記実施形態の構成に対して付加または置換等してもよい。なお、特許請求の範囲に記載した文言のみによって特定される技術思想に含まれるあらゆる態様が本発明の実施形態である。

【0093】

(4) 上述した通信システム、情報提供装置の他、当該情報提供装置としてコンピュータを機能させるためのプログラム、このプログラムを記録した媒体、情報提供方法など、種々の形態で実現することもできる。

【符号の説明】

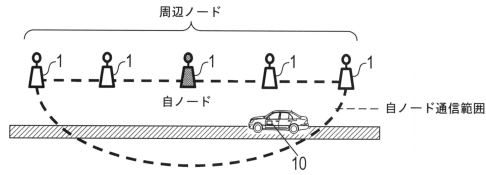
【0094】

1, 1a, 1b ... 情報提供装置、2 ... バッテリ監視部、3 ... 観測情報取得部、4, 4a, 4b ... スリープ制御部、5 ... 情報格納部、6, 6a, 6b ... 誤り訂正符号化部、7, 12 ... 無線通信部、8, 11 ... アンテナ、10 ... 利用端末、13 ... パケット格納部、14 ... 復号部、15 ... 処理部、51 ... 観測情報格納部、52 ... 格納処理部、53 ... スリープノード数推定部、54 ... 更新処理部、61 ... パラメータ格納部、62, 62a ... 符号化率算出部、63 ... 符号化処理部、64 ... 符号化率格納部

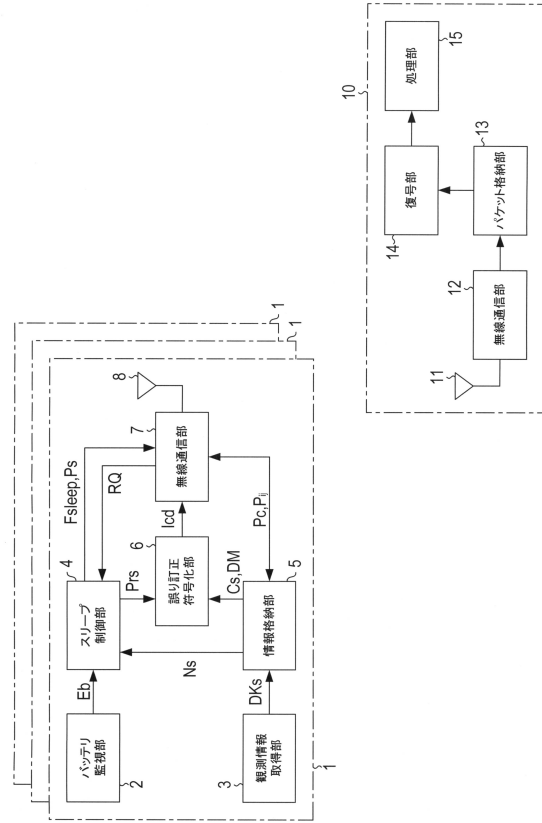
10

20

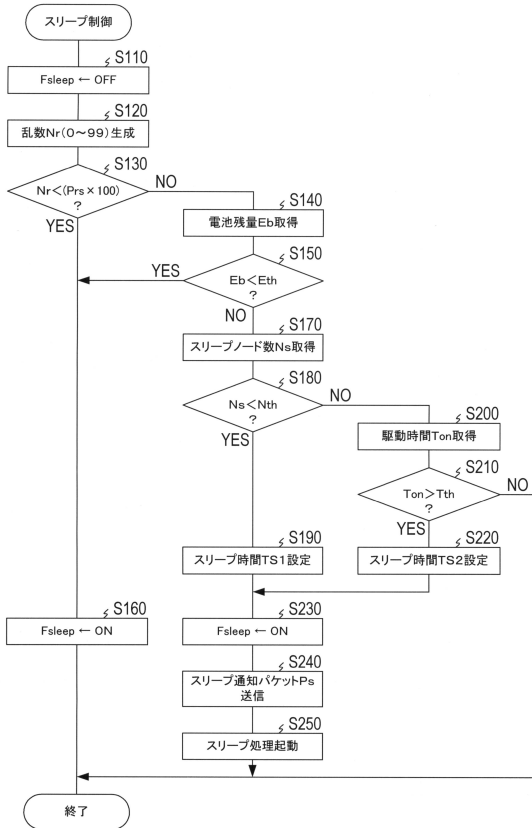
【図1】



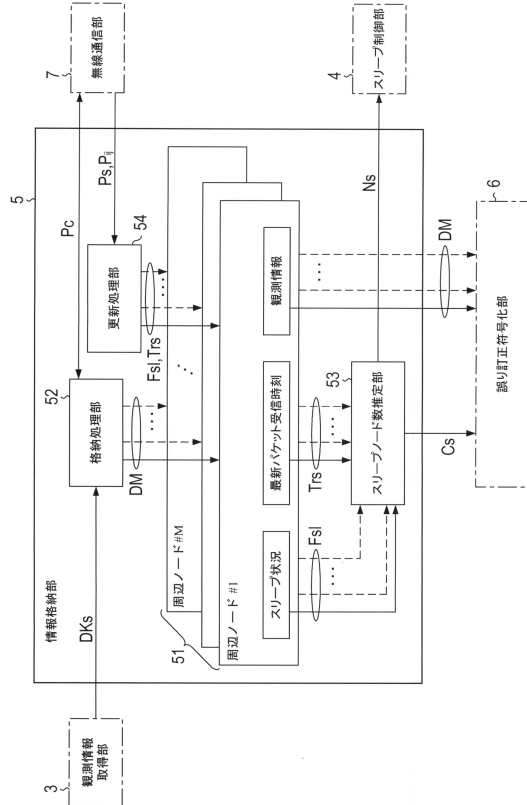
【図2】



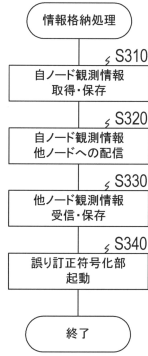
【図3】



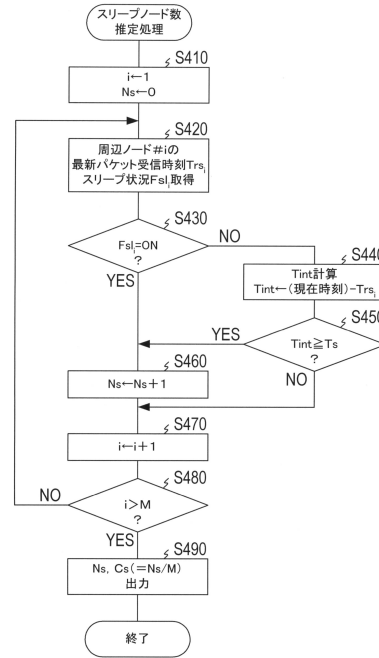
【図4】



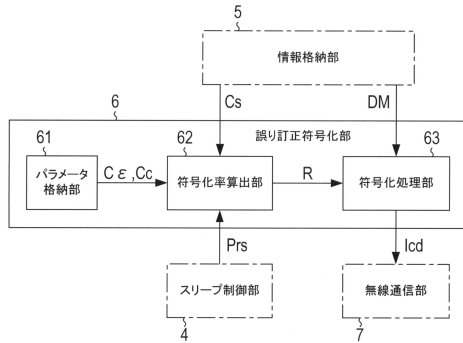
【図5】



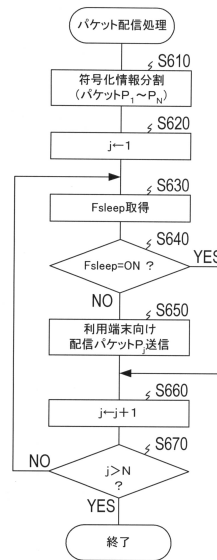
【図6】



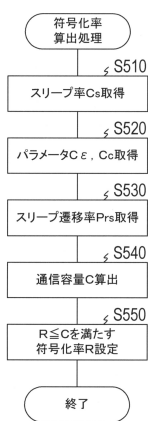
【図7】



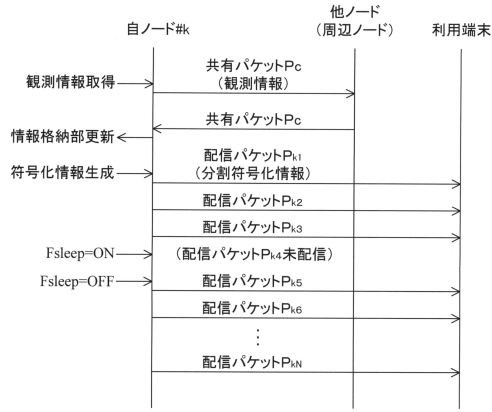
【図9】



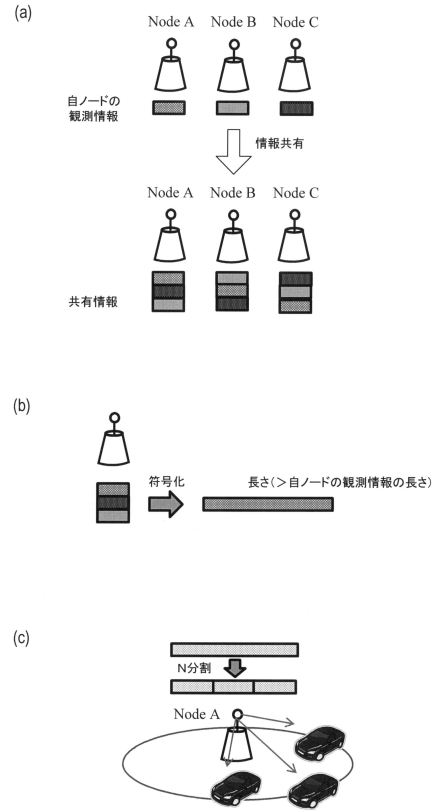
【図8】



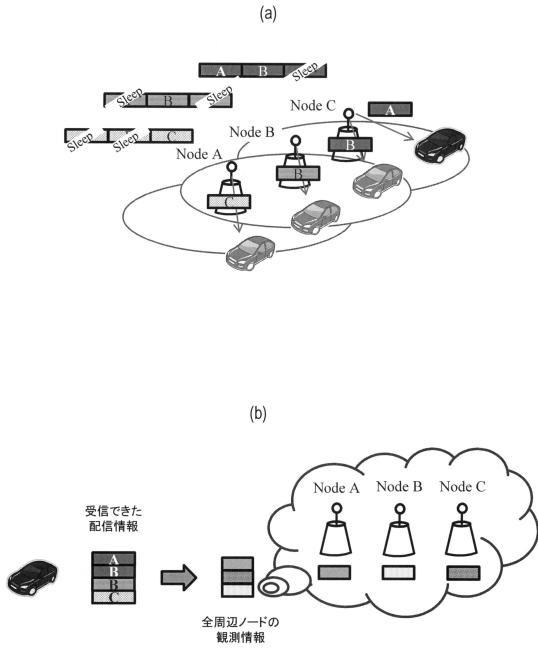
【図10】



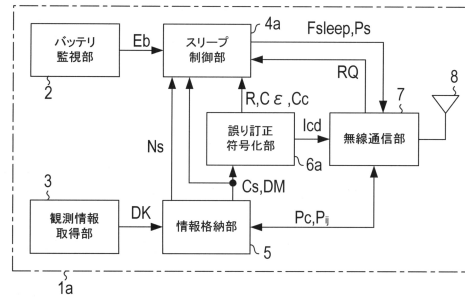
【図11】



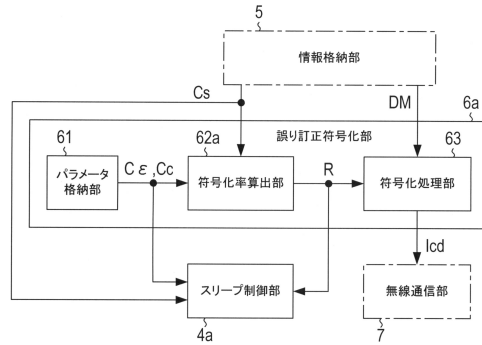
【図12】



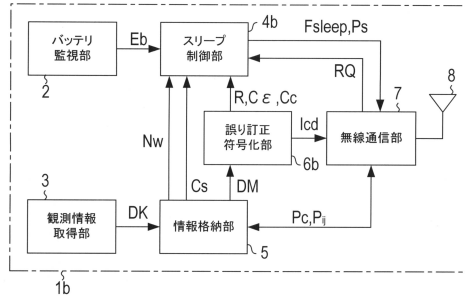
【図13】



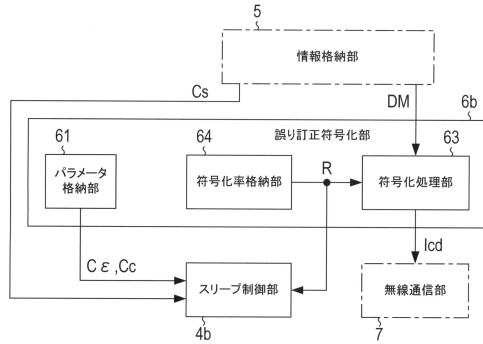
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

- (72)発明者 石橋 功至
東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内
- (72)発明者 山尾 泰
東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

審査官 安藤 一道

- (56)参考文献 特開2002-049988(JP,A)
特開2009-260582(JP,A)
特開2010-066854(JP,A)
特開2016-189093(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06F 13/00