

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2012年8月23日(23.08.2012)



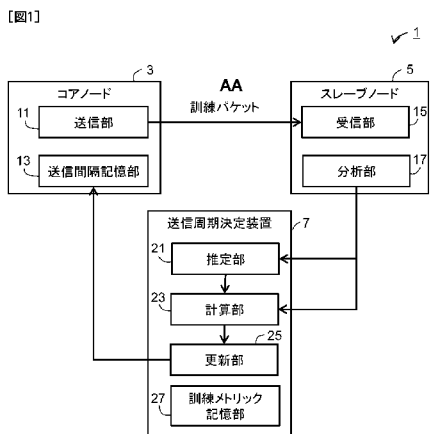
(10) 国際公開番号  
WO 2012/111796 A1

- (51) 国際特許分類:  
H04W 24/02 (2009.01) H04W 84/18 (2009.01)  
H04W 24/06 (2009.01) H04W 92/20 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/053788
- (22) 国際出願日: 2012年2月17日(17.02.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2011-033851 2011年2月18日(18.02.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 国立  
大学法人九州大学(Kyushu University, National Uni-  
versity Corporation) [JP/JP]; 〒8128581 福岡県福岡  
市東区箱崎六丁目10番1号 Fukuoka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 古川 浩  
(FURUKAWA Hiroshi) [JP/JP]; 〒8128581 福岡県福岡  
市東区箱崎六丁目10番1号 国立大学法人  
九州大学内 Fukuoka (JP). 金光日(JIN Guangri)  
[CN/JP]; 〒8128581 福岡県福岡市東区箱崎六丁目  
10番1号 国立大学法人九州大学内 Fukuoka  
(JP).
- (74) 代理人: 羽立 幸司(HADATE Koji); 〒8140001 福岡  
県福岡市早良区百道浜三丁目8番33号 福岡  
システムLSI総合開発センター701知的  
財産総合事務所NEXPA内 Fukuoka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保  
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,  
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,  
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,  
JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,  
LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,  
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT,  
QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,  
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保  
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,  
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ  
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨー  
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,  
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,  
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),  
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: TRANSMISSION PERIOD DETERMINATION METHOD, TRANSMISSION PERIOD DETERMINATION DEVICE, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 送信周期決定方法、送信周期決定装置及びプログラム



- 3 Core node
- 5 Slave node
- 7 Transmission period determination device
- 11 Transmitter
- 13 Transmission interval memory unit
- 15 Receiver
- 17 Analyzer
- 21 Estimation unit
- 23 Calculation unit
- 25 Update unit
- 27 Training metric memory unit
- AA Training packets

(57) Abstract: Provided is a transmission period determination method, etc. capable of setting the transmission period (IPT transmission period) of periodic intermittent transmissions by using general-purpose wireless modules and existing drivers. A wireless communication system (1) is a wireless back-haul. A route is established from a core node (3) to a slave node (5). The core node (3) assigns a specified transmission period and transmits a plurality of training packets to the slave node (5). The slave node (5) transmits, to a transmission period determination device (7), the number (Num) of training packets received at the very beginning and the very end and the training packets received without duplication. An estimation unit (21) estimates a training time (T). The training time (T) is the time for the slave node (5) to receive the plurality of training packets. A calculation unit (23) calculates a training metric candidate from the ratio of T and Num. An update unit (25) compares the values of the current training metric to the values of the candidate training metric, and determines the IPT transmission period or alters the transmission period and conducts the processing again.

(57) 要約: 周期的間欠送信の送信周期 (IPT 送信周期) の設定を、汎用無線モジュールと既存のドライバにより実現可能な送信周期決定方法等を提案する。無線通信システム(1)は、無線バックホールである。コアノード(3)からスレーブノード(5)へのルートは確立している。コアノード(3)は、スレーブノード(5)に対し、複数の訓練パケットを、所定の送信周期を与えて送信する。スレーブノード(5)は、送信周期決定装置(7)に対し、最初及び最後に受信した訓練パケット並びに重複無しで受信した訓練パケット数 Num を送信する。推定部(21)は、訓練時間 T を推定する。訓練時間 T は、スレーブノード(5)が、複数の訓練パケットを受信するための時間である。計算部(23)は、T と Num の比から訓練メトリックの候補を計算する。更新部(25)は、現在の訓練メトリックの値と、訓練メトリックの候補の値とを比較して、IPT 送信周期を決定するか、送信周期を変更して、再度処理を行わせる。



WO 2012/111796 A1

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称：

### 送信周期決定方法、送信周期決定装置及びプログラム

#### 技術分野

[0001] 本発明は、送信周期決定方法、送信周期決定装置及びプログラムに関し、特に、周期的間欠送信システムにおいて、始点ノードから終点ノードへのパケットの送信周期を決定する送信周期決定方法等に関する。

#### 背景技術

[0002] 次世帯モバイル無線通信では、100Mbpsオーダーの通信容量を満たすことが求められる。そのためには、半径数十メートルの狭小セル基地局群を大量に敷設しなければならない。そのため、基地局敷設コストが深刻な問題となる。無線バックホールは、各基地局間を無線マルチホップ中継により接続し、システムの導入に必要な有線回線の敷設コストを大幅に削減可能とする。無線バックホールは、この問題を解決するほぼ唯一の技術である。

[0003] 無線バックホールは、幾つかのコアノードと複数のスレーブノードにより構成される。そのうち、コアノードだけが、有線により基幹網に接続する。各スレーブノードは、コアノードまで無線マルチホップ中継することにより基幹網に接続する。そのため、低コストで基地局を敷設でき、基地局の再配置や追加を楽に行うことができる。

[0004] 無線バックホールの性能は、ノード間のパケット中継効率により決定される。発明者らは、無線バックホールのパケット中継効率の向上のため、周期的間欠送信 (Intermittent Periodic Transmit, IPT) を提案した (特許文献1、非特許文献1など参照)。無線バックホールでは、ネットワーク中継性能の劣化の主要な原因は、パケットを同時に送信する二つのノード間の相互干渉によるパケットの衝突である。IPTでは、始点ノードは、終点ノードにパケットを送信する際に、一定の間隔 (IPT送信周期) を与える。中継経路上の各ノードは、パケットを受信したら直ちに次のノードにパケットを中継す

る。始点ノードでIPT送信周期を与えることにより、周波数リユース間隔（パケットを衝突無しに同時に送信できる二つのノード間の間隔）を制御することができる（図6参照）。

[0005] 周波数リユース間隔は、IPT送信周期に比例する。IPT送信周期が一定の値以上であれば、送信ノード間の干渉は完全に回避できる。IPT送信周期がちょうどある閾値になるように設定すれば、始点ノードから終点ノードまでのスループットは最大値となる。そのため、IPT送信周期は、無線バックホールでIPTを適用する場合、一番重要なパラメータである。その値を適切に設定しなければ、システムの最適な性能を引き出すことはできない。一方、IPT送信周期は、周辺環境、各ノードの設置場所及びアンテナの方向などに依存している。そのため、適切に設定するのが難しく、自動的に設定する方法が求められている。

[0006] 特許文献1及び非特許文献1では、無線バックホールにおいてIPT送信周期を自動的に算出するプロトコルを提案している。具体的には、3種類のパケット（RTSS(Request To Stop Sending)パケット、CTP(Clear To Polling up)パケット及びCTPACK(CTP ACKnowledgement)パケット）を定義する。図7を参照して、従来の周期設定処理について説明する。(1)始点ノードは終点ノードに向け、一定の送信間隔でパケットを送信する。(2)中継ノードは、パケットの中継途中、干渉などによりパケットの滞留が発生する場合がある。パケットの滞留が発生したノード（図7の滞留発生ノード）は、直ちにパケットの中継を止め、始点ノードにRTSSパケットを送信する。(3)RTSSパケットを受信した始点ノードは、CTPパケットを送信する。CTPパケットを受信した中継ノードは、パケットをクリアする。これにより、中継経路内のパケットが一掃される。(4)終点ノードは、CTPパケットを受信すると、始点ノードにCTPACKパケットを送信する。(5)始点ノードは、CTPパケットを送信してからCTPACKパケットを受信するまで、パケットの送信を停止する。始点ノードは、CTPACKパケットを受信すると、送信間隔を少し増やしてパケット送信を再開する（パケットDAT1、DAT2…）。そして、(1)~(5)をパケットの衝突が

発生しなくなるまで繰り返すことにより、各スレーブノードの送信間隔は一定の値に収束する。その収束した値を該当終点ノード（スレーブノード）のIPT送信周期とする。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0007] 特許文献1：特許第4496336号公報

### 非特許文献

[0008] 非特許文献1：比嘉，外1名著，“線トポロジー型無線マルチホップネットワークにおける高効率中継伝送方式”，電子情報通信学会 B, Vol. J90-B, No. 12, 2007.

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0009] しかし、特許文献1及び非特許文献1記載の手法は、以下の問題点がある。すなわち、(1)RTSSパケット、CTPパケット及びCTPACKパケットは、IEEE802.11の仕様に定義されてない。これらのパケットは、MAC層パケットとして、新たに定義される必要がある。そのため、汎用無線モジュールによる実装が難しい。(2)パケットの送受信状態（成功か失敗か）は、無線モジュールのMAC層の状態を確認することにより判断されている。しかしながら、既存の無線モジュールのドライバ（例えばMadWiFiドライバ）は、このような機能を提供していない。(3)算出されたIPT送信周期は、システムのスループットが最大になることを保証していない。これらの問題点により、IPT送信周期設定の新しいプロトコルが必要となる。

[0010] そこで、本願発明は、汎用無線モジュールと既存のドライバによるIPT送信周期設定を実現可能な送信周期決定方法等を提案することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0011] 第1の観点では、始点ノードが終点ノードに対して送信周期を与えてパケットを送信する周期的間欠送信システムにおいて、前記送信周期を設定する送

信周期決定方法であって、前記始点ノードが、前記終点ノードに対して、送信間隔 $D$ で複数の訓練パケットを送信するパケット送信ステップと、推定手段が、前記終点ノードが訓練実行時間内に最初に受信した訓練パケット及び最後に受信した訓練パケットから、前記終点ノードが前記複数の訓練パケットを受信するに要した経過時間 $T$ を推定する推定ステップと、計算手段が、前記訓練時間 $T$ から訓練メトリックの候補 $New\_TM$ を計算する計算ステップと、更新手段が、訓練メトリック $TM$ の値と前記訓練メトリックの候補 $New\_TM$ の値とを比較して、後者が前者よりも大きい場合に、前記訓練メトリック $TM$ の値を前記訓練メトリックの候補 $New\_TM$ とし、前記送信間隔 $D$ を変更して、前記始点ノードに対して再度前記パケット送信ステップを行わせ、それ以外の場合には前記送信周期を決定する更新ステップを含むものである。

[0012] 第2の観点は、第1の観点において、前記推定ステップにおいて、前記推定手段が、前記始点ノードが最初に送信した訓練パケット及び最後に送信した訓練パケットを、それぞれ、前記終点ノードが受信すべき時刻 $T_{start}$ 及び $T_{end}$ を推定し、訓練時間 $T$ を $T_{end} - T_{start}$ として推定し、前記計算ステップにおいて、前記計算手段が、前記訓練時間 $T$ と、前記終点ノードが重複無しに受信した訓練パケットの数 $Num$ との比により前記訓練メトリックの候補 $New\_TM$ を計算するものである。

[0013] 第3の観点は、第2の観点において、前記推定ステップにおいて、前記推定手段が、前記始点ノードから送信された前記訓練パケットの数 $N$ 、並びに、前記最初に受信した訓練パケット及び前記最後に受信した訓練パケットが、それぞれ、前記始点ノードから送信された順番 $Seq_1$ 及び $Seq_2$ に対して、式(eq4)により前記訓練時間 $T$ を推定し、前記計算ステップにおいて、前記計算手段は、式(eq5)により前記訓練メトリックの候補 $New\_TM$ を計算し、前記更新ステップにおいて、前記更新手段は、訓練ステップ $\Delta$ に対し、前記訓練メトリック $TM$ の値及び前記訓練メトリックの候補 $New\_TM$ の値の一方が他方よりも大きい場合に、 $D + \Delta$ を新たな前記送信間隔として、再

度前記パケット送信ステップを行わせ、前記訓練メトリック  $T_M$  の値及び前記訓練メトリックの候補  $New\_TM$  の値が等しい場合に、前記送信周期を  $D$  又は  $D - \Delta$  と決定し、それ以外の場合に、前記送信周期を  $D - \Delta$  と決定するものである。

[0014] 第4の観点は、始点ノードが終点ノードに対してパケットを送信する際に与える送信周期を設定する送信周期決定装置であって、前記始点ノードが前記終点ノードに対して送信間隔  $D$  で送信した複数の訓練パケットを、前記終点ノードが訓練実行時間内に受信し、前記終点ノードが最初に受信した訓練パケット及び最後に受信した訓練パケットから、前記終点ノードが前記複数の訓練パケットを受信するための訓練時間  $T$  を推定する推定手段と、前記訓練時間  $T$  から訓練メトリックの候補  $New\_TM$  を計算する計算手段と、訓練メトリック  $T_M$  の値と前記訓練メトリックの候補  $New\_TM$  の値とを比較して、一方（例えば後者）が他方（例えば前者）よりも大きい場合に、前記訓練メトリック  $T_M$  の値を前記訓練メトリックの候補  $New\_TM$  とし、前記送信間隔  $D$  を変更して、前記始点ノードに対して再度前記パケット送信ステップを行わせ、それ以外の場合には前記送信周期を決定する更新手段を備えるものである。

[0015] 第5の観点は、コンピュータを、始点ノードが終点ノードに対して送信間隔  $D$  で送信した複数の訓練パケットを、前記終点ノードが訓練実行時間内に受信し、前記終点ノードが最初に受信した訓練パケット及び最後に受信した訓練パケットから、前記終点ノードが前記複数の訓練パケットを受信するための訓練時間  $T$  を推定する推定手段と、前記訓練時間  $T$  から訓練メトリックの候補  $New\_TM$  を計算する計算手段と、訓練メトリック  $T_M$  の値と前記訓練メトリックの候補  $New\_TM$  の値とを比較して、一方（例えば後者）が他方（例えば前者）よりも大きい場合に、前記訓練メトリック  $T_M$  の値を前記訓練メトリックの候補  $New\_TM$  とし、前記送信間隔  $D$  を変更して、前記始点ノードに対して再度前記パケット送信ステップを行わせ、それ以外の場合には前記送信周期を決定する更新手段として機能させることにより、

前記始点ノードが前記終点ノードに対してパケットを送信する際に与える送信周期を設定するためのプログラムである。

[0016] なお、更新ステップにおいて、更新手段が、訓練メトリックの候補  $New\_TM$  の値が現在の訓練メトリック  $TM$  の値よりも大きい場合に、送信間隔  $D$  の値を更新して、再度パケット送信ステップを行わせ、訓練メトリックの候補  $New\_TM$  の値が現在の訓練メトリック  $TM$  の値と等しい又は小さい場合に、終点ノードに対する送信周期を決定するものであってもよい。

[0017] また、本願発明を、第5の観点のプログラムを（定常的に）記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体として捉えてもよい。

[0018] [数1]

$$\delta = \frac{T_2 - T_1}{Seq_2 - Seq_1}, \quad (eq1)$$

$$T_{start} = T_1 - \delta \times (Seq_1 - 1), \quad (eq2)$$

$$T_{end} = T_2 + \delta \times (N - Seq_2), \quad (eq3)$$

$$T = T_{end} - T_{start}, \quad (eq4)$$

$$New\_TM = \frac{Num}{T}. \quad (eq5)$$

## 発明の効果

[0019] 本願の各請求項に係る発明によれば、最初に受信した訓練パケット及び最後に受信した訓練パケットから訓練メトリックの候補  $New\_TM$  を計算する。そのため、新たな制御パケットを定義する必要がない。よって、本願発明は、IEEE802.11などの仕様を変更することなく送信周期（IPT送信周期）を設定することができる。すなわち、汎用無線モジュールと既存のドライバにより容易に実装することができる。

[0020] 本願請求項2に係る発明によれば、推定手段は、終点ノードが、始点ノードが最初及び最後に送信した訓練パケットをそれぞれ受信すべき時刻から訓練時間  $T$  を推定する。そのため、通信途中パケットの欠落を考慮して、より精度の高い訓練時間の推定が可能になる。さらに、計算手段は、訓練メトリックの候補  $New\_TM$  を、訓練時間  $T$  と重複無しに受信した訓練パケットの数  $Num$  との比により計算する。そのため、コアノードから対象スレーブ



ノードまでのエンド・ツー・エンド (End to End) のスループットを評価して、送信周期を設定することが可能になる。

[0021] さらに、本願請求項3に係る発明によれば、式(eq1)~(eq5)により、精度の高い推定が可能になる。さらに、訓練ステップ $\Delta$ を基準として送信間隔を増加させて訓練メトリックの評価を行うことにより、訓練メトリックの値が増加から減少になった時点（又は、減少から増加になった時点）で、パケットの送信周期を決定することが可能になる。

### 図面の簡単な説明

[0022] [図1]本願発明の実施例に係る無線通信システム1の概要を示すブロック図である。

[図2]図1の無線通信システム1の処理の概要を示すフロー図である。

[図3]シミュレーションシナリオ1において構築されるストリングトポロジーの無線バックホールを示す図である。

[図4]シミュレーションシナリオ2において構築されるツリートポロジーの無線バックホールを示す図である。

[図5]実機による実験シナリオにおいて構築される無線バックホールを示す図である。

[図6]発明者らが提案した周期的間欠送信 (IPT) の概要を示す図である。

[図7]従来のIPT送信周期設定処理の概要を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0023] 以下では、図面を参照して、本願発明の実施例について説明する。なお、本願発明は、この実施例に限定されるものではない。

### 実施例

[0024] 図1は、本願発明の実施例に係る無線通信システムの概要を示すブロック図である。無線通信システム1（本願請求項の「周期的間欠送信システム」の一例）は、幾つかのコアノードと複数のスレーブノードにより構成される。コアノードは、基幹網に接続する。各スレーブノードは、コアノードまで無線マルチホップ中継することにより基幹網に接続する。

- [0025] 無線通信システム1において、スレーブノード5（本願請求項の「終点ノード」の一例）は、コアノード3（本願請求項の「始点ノード」の一例）により基幹網に接続する。その通信経路は、事前の処理により決定されている。この通信経路の決定については、発明者らにより多くの手法が提案されている（特許文献1、非特許文献1など参照）。無線通信システム1では、IPTにより、コアノード3からスレーブノード5へパケットが送信される。すなわち、コアノード3は、スレーブノード5に対し、IPT送信周期（本願請求項の「送信周期」の一例）を与えてパケットを送信する。本実施例では、送信周期決定装置7（本願請求項の「送信周期決定装置」の一例）が、スレーブノード5に対するIPT送信周期を自動的に設定するプロトコルについて説明する。
- [0026] コアノード3は、送信部11と、送信周期記憶部13を備える。送信部11は、スレーブノード5に対し、N個の訓練パケット（Training Packet）（本願請求項の「訓練パケット」の一例）を、送信間隔D（本願請求項の「送信間隔」の一例）で送信する。本実施例では、訓練パケットは、パケット長1450バイトのL<sub>2</sub>データパケットであるとする。各訓練パケットには、シーケンス番号が与えられている。各訓練パケットは、シーケンス番号により識別される。送信間隔Dは、初期値がD<sub>0</sub>（単位はμ秒）であり、訓練ステップΔ（単位はμ秒）で増加されるものである。送信間隔記憶部13は、送信間隔Dを記憶するものである。
- [0027] スレーブノード5は、受信部15と、分析部17を備える。受信部15は、訓練実行時間内に、送信部11が送信した訓練パケットを受信する。訓練実行時間は、予め定められた時間である。例えば、二つのノード間の相互干渉により、訓練パケットの衝突が生じうる。そのため、受信部15は、訓練実行時間内に、すべての訓練パケットを受信できるとは限らない。また、訓練パケットの再送などにより、同じ訓練パケットを重複して受信する場合もある。そのため、分析部17は、受信した訓練パケットを分析して、最初に受信した訓練パケットのシーケンス番号と受信時刻（Seq<sub>1</sub>, T<sub>1</sub>）、最後に

受信した訓練パケットのシーケンス番号と受信時刻 ( $Seq_2, T_2$ ) 及び重複無しに受信した訓練パケットの数  $Num$  (重複して受信された訓練パケットを1つとしてカウントしたもの) を得る。分析部17は、送信周期決定装置7に対し、レポートパケットにより分析結果を送信する。

[0028] 送信周期決定装置7は、推定部21 (本願請求項の「推定手段」の一例) と、計算部23 (本願請求項の「推定手段」の一例) と、更新部25 (本願請求項の「更新手段」の一例) と、訓練メトリック記憶部27を備える。

[0029] 推定部21は、最初に受信した訓練パケットのシーケンス番号と受信時刻 ( $Seq_1, T_1$ ) 及び最後に受信した訓練パケットのシーケンス番号と受信時刻 ( $Seq_2, T_2$ ) から、訓練時間  $T$  を推定する。訓練時間  $T$  は、 $N$  個の訓練パケットをすべて受信するために必要な時間として推定されるものである。

[0030] 推定部21は、まず、式(eq1)より、受信した各訓練パケットの1個あたりの送信時間  $\delta$  を得る。推定部21は、式(eq2)により、コアノード3から最初に送信されたパケットを受信するはずの時間  $T_{start}$  を得る。式(eq2)は、 $\delta \times (Seq_1 - 1)$  より、欠落した最初に送信された部分のパケットの受信予定時間を得て、これを  $T_1$  から減算することにより、受信時刻  $T_{start}$  とするものである。同様に、式(eq3)にあるように、コアノードから最後に送信されたパケットを受信するはずの時間  $T_{end}$  を得る。これは、 $\delta \times (N - Seq_2)$  により欠落した最後に送信された部分のパケットの受信予定時間を得て、これを  $T_2$  に加算することにより、受信時刻  $T_{end}$  とするものである。これは、訓練パケットの送信途中に、無線通信路の不安定及びパケットの衝突などによるパケットの欠落が発生することを考慮しているためである。そして、式(eq4)より、訓練時間  $T$  を、 $T_{end} - T_{start}$  と推定する。

[0031] 計算部23は、式(eq5)により、訓練時間  $T$  と重複無しに受信した訓練パケットの数  $Num$  とから、訓練メトリックの候補  $New\_TM$  を計算する。式(eq5)により、コアノード3からスレーブノード5へのエンド・ツー・エンドのスループットを実質的に評価することができる。そのため、この値を最大化する送信間隔を用いて送信周期を決定することにより、システムのスルー

プットを最大化することができる。

[0032] 訓練メトリック記憶部27は、訓練メトリック (Training Metric) TMを記憶するものである。

[0033] 更新部25は、訓練メトリック記憶部27に記憶された現在の訓練メトリックTMと、訓練メトリックの候補New\_TMとを比較する。訓練メトリックの候補New\_TMが訓練メトリックTMよりも大きい場合、送信間隔記憶部13に記憶された送信間隔を、 $D + \Delta$ に変更し、再度、送信部11に対し、複数の訓練パケットを送信させる。訓練メトリックの候補New\_TMが訓練メトリックTMよりも小さい又は両者が等しい場合には、直前の送信間隔が最もスループットが高いため、コアノード3からスレーブノード5への送信周期を $D - \Delta$ と決定する。

[0034] なお、送信周期決定装置7は、コアノード3と一体のものであってもよい。

[0035] [数2]

$$\delta = \frac{T_2 - T_1}{Seq_2 - Seq_1}, \quad (eq1)$$

$$T_{start} = T_1 - \delta \times (Seq_1 - 1), \quad (eq2)$$

$$T_{end} = T_2 + \delta \times (N - Seq_2), \quad (eq3)$$

$$T = T_{end} - T_{start}, \quad (eq4)$$

$$New\_TM = \frac{Num}{T}. \quad (eq5)$$

[0036] 図2は、無線通信システム1の処理の概要を示すフロー図である。無線通信システム1は、無線バックホールであり、ルートが確定されている(ステップST1)。続いて、コアノード3の送信部11は、未処理のスレーブノードを選択する(ステップST2)。更新部25は、送信間隔記憶部13に記憶された送信間隔の初期値を設定する。更新部25は、訓練メトリック記憶部27に記憶された訓練メトリックの初期値を設定する(ステップST3)。

[0037] 送信部11は、選択したスレーブノード(図1のスレーブノード5)に対し、シーケンス番号が1, ..., NのN個の訓練パケットを、送信間隔を与え

て送信する。スレーブノード5の受信部15は、訓練パケットを受信する（ステップST4）。分析部17は、受信した訓練パケットのシーケンス番号、受信時刻、及び、受信パケットの数を記録する。分析部17は、スレーブノード5宛の訓練パケットの受信が終了したら、送信周期決定装置7に対して、レポートパケットを送信する（ステップST5）。レポートパケットには、最初に受信した訓練パケットのシーケンス番号と受信時刻（Seq<sub>1</sub>, T<sub>1</sub>）、最後に受信した訓練パケットのシーケンス番号と受信時刻（Seq<sub>2</sub>, T<sub>2</sub>）、重複無しに受信した訓練パケットの数Numが含まれている。

[0038] 推定部21は、レポートパケットを受信すると、式(eq1)~(eq4)により訓練時間Tを推定する（ステップST6）。続いて、計算部23は、式(eq5)により訓練メトリックの候補New\_TMを計算する（ステップST7）。更新部25は、訓練メトリック記憶部に記憶された訓練メトリックの値TMと、訓練メトリックの候補New\_TMの値とを比較する（ステップST8）。New\_TM > TMの場合は、ステップST9へ進む。そうでない場合には、ステップST10へ進む。

[0039] ステップST9では、更新部25は、訓練メトリック記憶部27に対して、New\_TMを新たな訓練メトリックとして記憶させる。更新部25は、送信間隔記憶部13に対し、D+Δを新たなDとして記憶させる。そして、ステップST4の処理へ戻る。

[0040] ステップST9では、更新部25は、スレーブノード5に対する訓練を終了し、(D-Δ)を当該スレーブノード5のIPT送信周期に設定する。そして、訓練されていないスレーブノードが存在するか否かを判断する（ステップST11）。存在するのであれば、ステップST2の処理へ戻る。存在しないのであれば、処理を終了する。

[0041] 本実施例において提案されたプロトコルをまとめると、以下のとおりである。このプロトコルは、コアノードが各スレーブノードに訓練パケットを送信し、訓練メトリックが最大になるようにIPT送信周期を設定する。また、このプロトコルでは、無線バックホールのルートが確定した後に実行され、プ

ロトコルの実行中システムのルートは変化しないと仮定するものである。このとき、プロトコルの原理として、無線バックホールにおいて、コアノードと各スレーブノード間のエンド・ツー・エンドのスループットは、IPT送信周期が最適に設定されたとき、最大値に達することが認められる。

[0042] 無線バックホールにおいて、コアノードをC、コアノードCに属する（すなわち、Cを経由して有線網に接続する）スレーブノードを  $\{S_1, S_2, \dots, S_n\}$  とする。コアノードCは、システムのルートが確定された後、各スレーブノード  $S \in \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$  に対して、下記のような処理を行う。

[0043] (1)コアノードCは、スレーブノードS用に、訓練メトリックTMを、 $TM = -1$ として初期化する。

(2)コアノードCは、スレーブノードSに対して、シーケンス番号が1, 2, ..., Nの訓練パケットを送信する。ただし、連続したパケットは送信間隔Dを持っていて、その初期値は $D_0$ とする。

(3)スレーブノードSは、自分宛の訓練パケットを受信すると、受信パケットのシーケンス番号、受信時刻、受信パケットの数を記録する。

(4)スレーブノードSは、自分宛の訓練パケットの受信が終了したら、送信周期決定装置7に対して、最初に受信したパケットのシーケンス番号と受信時刻 ( $Seq_1, T_1$ )、最後に受信したパケットのシーケンス番号と受信時刻 ( $Seq_2, T_2$ )、重複無しに受信した訓練パケットの数Numを、レポートパケットにより送信する。

(5)送信周期決定装置7は、スレーブノードSからレポートパケットを受信したら、まず、式(eq1)~(eq4)により訓練時間Tを推定する。そして、式(eq5)により訓練メトリックの候補New\_TMをにより計算する。

(6)もし $New\_TM \leq TM$ であれば、更新部25は、スレーブノードSに対する訓練を終了し、 $(D - \Delta)$ を当該スレーブノードSのIPT送信周期に設定し、次のスレーブノードの訓練を開始する。

もし $New\_TM > TM$ であれば、更新部25は、New\_TMを新たなTMとし、 $D + \Delta$ を新たなDとして、ステップ(2)~(5)を繰り返す。

(7)コアノードCは、すべての $S \in \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ の訓練が完了するまで、ステップ(1)～(6)を繰り返す。

[0044] 続いて、提案プロトコルについて、マニュアル的に測定したIPT送信周期と、シミュレーションにより得られたIPT送信周期を比較して評価する。

[0045] 表1に、シミュレーション時のシミュレータのパラメータの設定を示す。シミュレーションでは、スループットは、式(eq6)により計算する。表1のパラメータで、シナリオ1とシナリオ2の両サイトで無線バックホールを構築し、提案プロトコルを実装する。まず、両シナリオで各スレーブノードのIPT送信周期をマニュアル的に測定し、スループットが最大となるIPT送信周期を探す。次に、提案プロトコルを実行し、各スレーブノードのIPT送信周期を自動的に算出し、マニュアル測定値と比較する。

[0046] [表1]

MACモデル	IEEE802.11aに準拠、Basicモード使用、再送回数 = 3。
PHYモデル	所要SINRは10dBとし、受信パケットが所要値以上の場合は確率1で受信に成功。
伝搬路モデル	2 Ray Ground Reflection モデル。
シャドウイング	壁による減衰のみ (12dB)。
フェージング	無し。
中継経路構成法	最小伝搬損ルーティング。
ノード数	コアノード1個 + スレーブノード10個。
データパケット長	1500バイト。

[0047] [数3]

$$\text{スループット} = \frac{\text{重複無しで受信したパケット数} \times \text{パケット長}}{\text{送信時間}} \quad (\text{eq6})$$

[0048] シミュレーションシナリオ1では、図3に示すようにストリングトポロジーの無線バックホールを構築する。各スレーブノードに対し、エンド・ツー・エンドのスループットを測定する。スループットの測定では、与えられたIPT送信周期により2000個のデータパケットを送信し、式(eq6)により受信側でスループットを計算している。表2に、マニュアルの測定値を示す。表3に、提案プロトコルにより自動的に算出された値を示す。

[0049] シミュレーションシナリオ2では、図4に示すようにツリートポロジーの無線バックホールを構築する。各スレーブノードに対し、エンド・ツー・エ

ンドのスループットを測定する。スループットの測定では、与えられたIPT送信周期により2000個のデータパケットを送信し、式 (eq6) により受信側でスループットを計算している。表4に、マニュアルの測定値を示す。表5に、提案プロトコルにより自動的に算出された値を示す。

[0050] 上記の両シナリオにおいて、提案プロトコルにより算出されたIPT送信周期は、マニュアル的に測定した最適なIPT送信周期に合致している。また、提案プロトコルは、訓練パケット数を1000にした場合にも、数十秒程度で完了する。

[0051] [表2]

IPT ( $\mu$ 秒)	各ノードのスループット (Kbps)						
	10	9	8	7	6	5	4
0	3083.9	3203.1	3404.3	3510.5	4148.7	4682.7	7233.6
700	3684.9	3710.4	3725.8	3842.0	4244.3	5058.9	7815.6
1000	3969.8	4021.8	4241.2	4245.8	4623.2	6077.7	8106.4
1300	4059.3	4263.8	4291.6	4417.7	4807.1	6233.0	6970.5
1600	4234.9	4411.5	4591.1	4760.9	5127.5	5902.0	5997.7
1900	5057.6	5069.2	5100.3	5162.4	4882.7	5165.6	5146.5
2200	4560.3	4625.4	4591.5	4559.4	4594.9	4618.4	4742.8

[0052] [表3]

N	$\Delta$	4	5	6	7	8	9	10	プロトコル 実行時間
100	300	1000	1000	1000	1600	1900	1900	1900	3.88秒
300	300	1000	1300	1600	1900	1900	1900	1900	11.68秒
500	300	1000	1300	1600	1900	1900	1900	1900	19.47秒
1000	300	1000	1300	1600	1900	1900	1900	1900	38.69秒

[0053] [表4]

IPT ( $\mu$ 秒)	各ノードのスループット (Kbps)			
	10	9	5	4
0	5146.712	6250.908	5675.874	7190.515
700	4962.676	5960.067	6110.178	8096.292
800	5305.039	6419.364	6213.759	8197.841
900	6248.718	6974.799	6341.753	8209.956
1000	6943.038	6983.890	6386.959	8326.279
1100	6994.748	7388.798	6388.619	7706.882
1200	7353.887	7567.595	6413.371	7384.206
1300	7529.601	7882.809	6424.086	6913.677
1400	6578.154	6596.052	6362.571	6594.892
1500	6238.335	6280.782	6144.173	6257.431
1600	5909.304	5928.326	5917.889	5961.488
1900	5194.557	5206.548	5151.187	5205.419



## [0054] [表5]

N	$\Delta$	ノード 4	ノード 5	ノード 9	ノード 10	プロトコル 実行時間
100	300	1000	1000	1000	1000	1.38秒
300	300	1000	1300	1300	1300	5.00秒
500	300	1000	1300	1300	1300	8.31秒
1000	300	1000	1300	1300	1300	16.6秒

[0055] さらに、実験による評価について説明する。すなわち、提案プロトコルを実機テストベッドに実装し、自動的に算出されたIPT送信周期とマニュアルで測定した値を比較する。

[0056] PicoMesh LunchBox (LB) を実機テストベッドとして使用する。表6に、LBの主要諸元を示す。実験シナリオは、図5に示すように、九州大学伊都キャンパスW4号館の9階にコアノード1つとスレーブノード6つの無線バックホールを構築する。ルートが確定したら、スレーブノード3、4、5、6に対し、エンド・ツー・エンドのスループットを測定する。なお、スループット測定にはiperfを使用し、毎回の測定時間は30秒とする。表7に、マニュアル的に測定したIPT送信周期の値を示す。表8に、提案プロトコルを実装して自動的に算出された値を示す。

[0057] 表7及び表8より、提案プロトコルにより算出されたIPT送信周期は、マニュアル的に測定した最適な値に合致している。

## [0058] [表6]

CPU	AMD Geode LX800
Memory	DDR 512MB
Backhaul Wireless IF	IEEE802.11b/g/a ×2
Access Wireless IF	IEEE802.11b/g/a ×1
OS	Linux kernel 2.6

## [0059]

[表7]

IPT ( $\mu$ 秒)	各ノードのスループット (Mbps)			
	3	4	5	6
0	4.57	4.18	3.47	3.34
700	4.73	4.58	4.22	3.66
1000	7.04	5.81	5.53	3.76
1300	6.68	6.48	6.20	5.22
1600	5.70	5.29	5.05	3.92
1900	4.26	4.29	4.25	3.36
2200	4.07	3.68	3.60	2.85

[0060] [表8]

N	$\Delta$	ノード 3	ノード 4	ノード 5	ノード 6	プロトコル 実行時間
1000	300	1000	1300	1300	1300	< 15秒

### 符号の説明

[0061] 1 無線通信システム、3 コアノード、5 スレーブノード、7 送信  
 周期決定装置、21 推定部、23 計算部、25 更新部

## 請求の範囲

### [請求項1]

始点ノードが終点ノードに対して送信周期を与えてパケットを送信する周期的間欠送信システムにおいて、前記送信周期を設定する送信周期決定方法であって、

前記始点ノードが、前記終点ノードに対して、送信間隔Dで複数の訓練パケットを送信するパケット送信ステップと、

推定手段が、前記終点ノードが訓練実行時間内に最初に受信した訓練パケット及び最後に受信した訓練パケットから、前記終点ノードが前記複数の訓練パケットを受信するに要した経過時間Tを推定する推定ステップと、

計算手段が、前記訓練時間Tから訓練メトリックの候補New\_\_TMを計算する計算ステップと、

更新手段が、

訓練メトリックTMの値と前記訓練メトリックの候補New\_\_TMの値とを比較して、後者が前者よりも大きい場合に、前記訓練メトリックTMの値を前記訓練メトリックの候補New\_\_TMとし、前記送信間隔Dを変更して、前記始点ノードに対して再度前記パケット送信ステップを行わせ、

それ以外の場合には前記送信周期を決定する更新ステップを含む送信周期決定方法。

### [請求項2]

前記推定ステップにおいて、前記推定手段が、前記始点ノードが最初に送信した訓練パケット及び最後に送信した訓練パケットを、それぞれ、前記終点ノードが受信すべき時刻 $T_{start}$ 及び $T_{end}$ を推定し、訓練時間Tを $T_{end} - T_{start}$ として推定し、

前記計算ステップにおいて、前記計算手段が、前記訓練時間Tと、前記終点ノードが重複無しに受信した訓練パケットの数Numとの比により前記訓練メトリックの候補New\_\_TMを計算する、請求項1記載の周期決定方法。

[請求項3] 前記推定ステップにおいて、前記推定手段が、前記始点ノードから送信された前記訓練パケットの数  $N$ 、並びに、前記最初に受信した訓練パケット及び前記最後に受信した訓練パケットが、それぞれ、前記始点ノードから送信された順番  $Seq_1$  及び  $Seq_2$  に対して、式 (eq4) により前記訓練時間  $T$  を推定し、

前記計算ステップにおいて、前記計算手段は、式 (eq5) により前記訓練メトリックの候補  $New\_TM$  を計算し、

前記更新ステップにおいて、前記更新手段は、訓練ステップ  $\Delta$  に対し、

前記訓練メトリック  $TM$  の値及び前記訓練メトリックの候補  $New\_TM$  の値の一方が他方よりも大きい場合に、 $D + \Delta$  を新たな前記送信間隔として、再度前記パケット送信ステップを行わせ、

前記訓練メトリック  $TM$  の値及び前記訓練メトリックの候補  $New\_TM$  の値が等しい場合に、前記送信周期を  $D$  又は  $D - \Delta$  と決定し、

それ以外の場合に、前記送信周期を  $D - \Delta$  と決定する、請求項 2 記載の周期決定方法。

[数1]

$$\delta = \frac{T_2 - T_1}{Seq_2 - Seq_1}, \quad (eq1)$$

$$T_{start} = T_1 - \delta \times (Seq_1 - 1), \quad (eq2)$$

$$T_{end} = T_2 + \delta \times (N - Seq_2), \quad (eq3)$$

$$T = T_{end} - T_{start}, \quad (eq4)$$

$$New\_TM = \frac{Num}{T}. \quad (eq5)$$

[請求項4] 始点ノードが終点ノードに対してパケットを送信する際に与える送信周期を設定する送信周期決定装置であって、

前記始点ノードが前記終点ノードに対して送信間隔  $D$  で送信した複数の訓練パケットを、前記終点ノードが訓練実行時間内に受信し、前記終点ノードが最初に受信した訓練パケット及び最後に受信した訓練

パケットから、前記終点ノードが前記複数の訓練パケットを受信するための訓練時間  $T$  を推定する推定手段と、

前記訓練時間  $T$  から訓練メトリックの候補  $New\_TM$  を計算する計算手段と、

訓練メトリック  $TM$  の値と前記訓練メトリックの候補  $New\_TM$  の値とを比較して、一方が他方よりも大きい場合に、前記訓練メトリック  $TM$  の値を前記訓練メトリックの候補  $New\_TM$  とし、前記送信間隔  $D$  を変更して、前記始点ノードに対して再度前記パケット送信ステップを行わせ、それ以外の場合には前記送信周期を決定する更新手段を備える送信周期決定装置。

[請求項5]

コンピュータを、

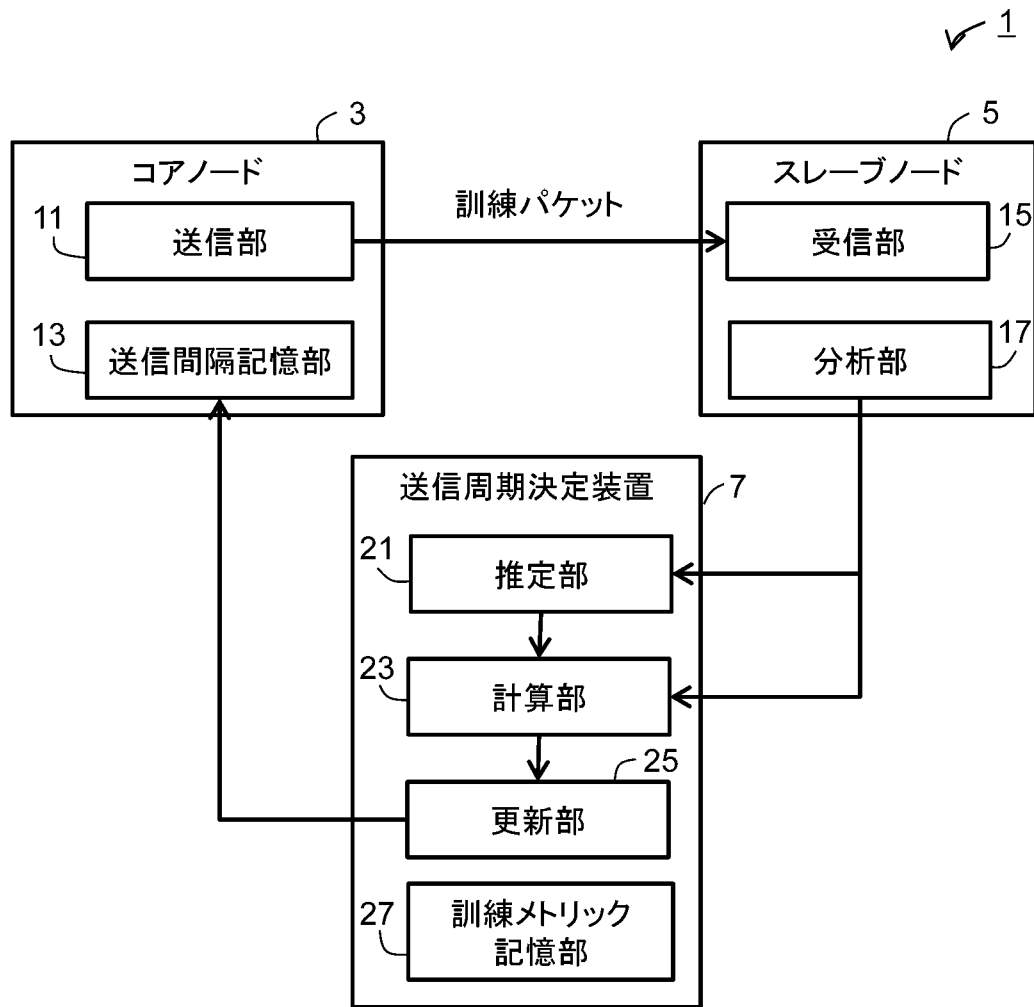
始点ノードが終点ノードに対して送信間隔  $D$  で送信した複数の訓練パケットを、前記終点ノードが訓練実行時間内に受信し、前記終点ノードが最初に受信した訓練パケット及び最後に受信した訓練パケットから、前記終点ノードが前記複数の訓練パケットを受信するための訓練時間  $T$  を推定する推定手段と、

前記訓練時間  $T$  から訓練メトリックの候補  $New\_TM$  を計算する計算手段と、

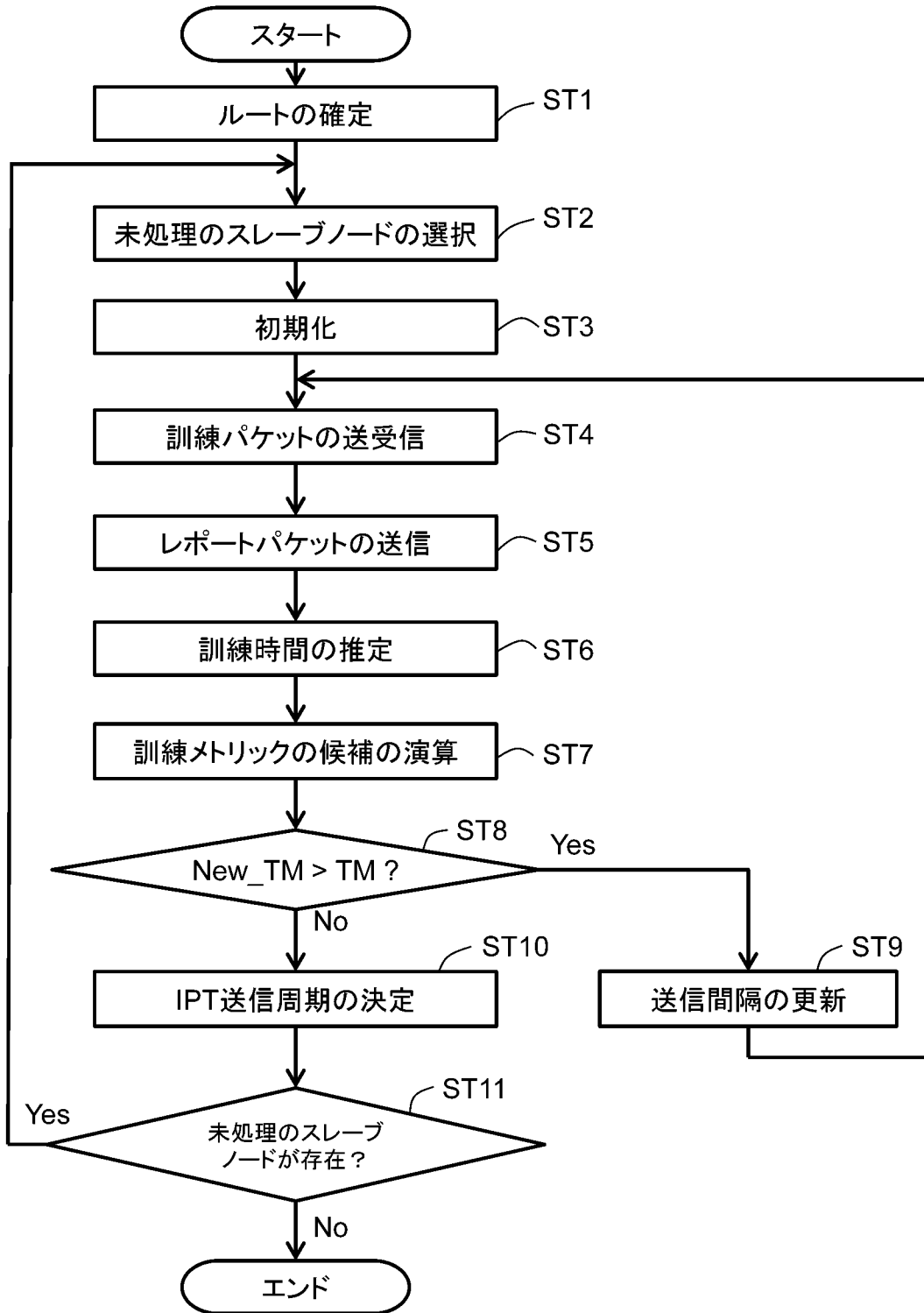
訓練メトリック  $TM$  の値と前記訓練メトリックの候補  $New\_TM$  の値とを比較して、一方が他方よりも大きい場合に、前記訓練メトリック  $TM$  の値を前記訓練メトリックの候補  $New\_TM$  とし、前記送信間隔  $D$  を変更して、前記始点ノードに対して再度前記パケット送信ステップを行わせ、それ以外の場合には前記送信周期を決定する更新手段

として機能させることにより、前記始点ノードが前記終点ノードに対してパケットを送信する際に与える送信周期を設定するためのプログラム。

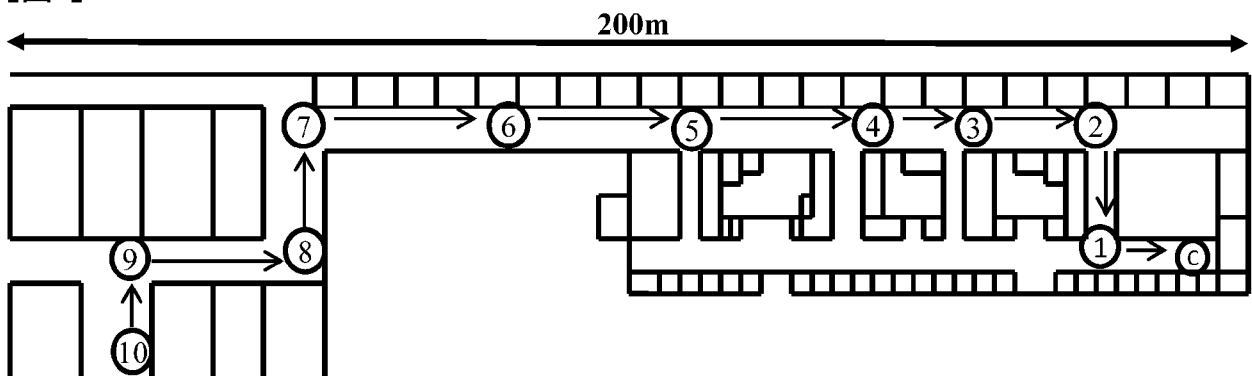
[図1]



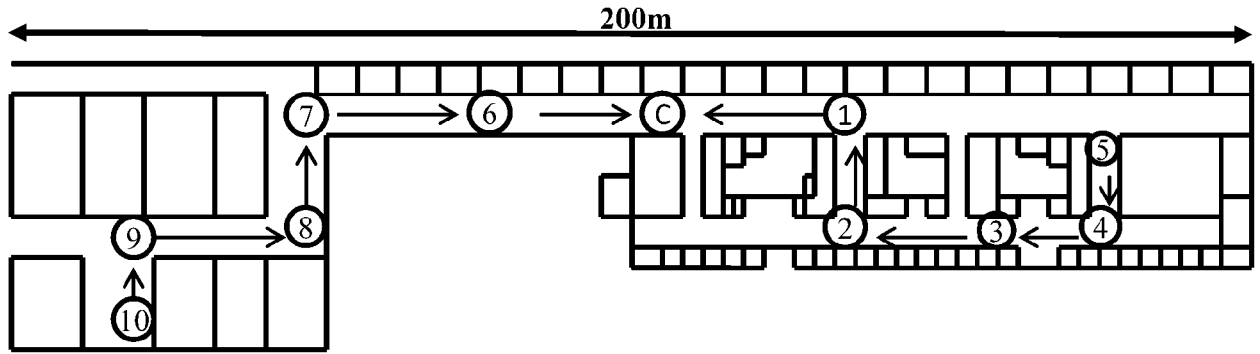
[図2]



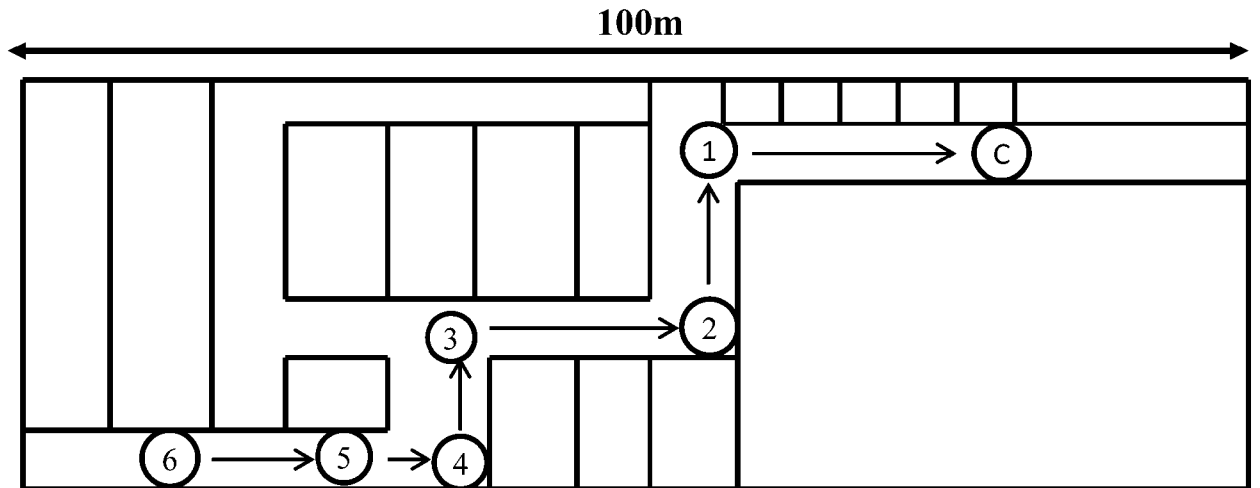
[図3]



[図4]

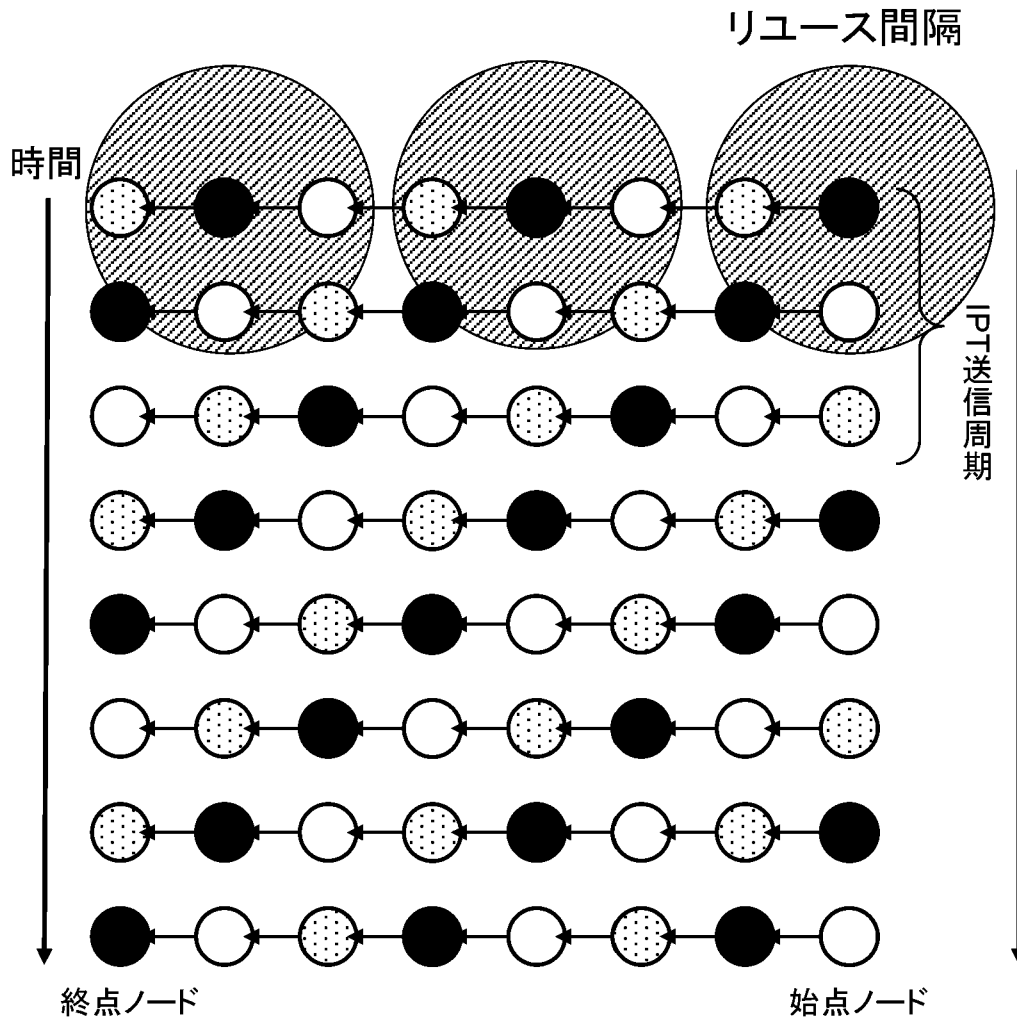


[図5]

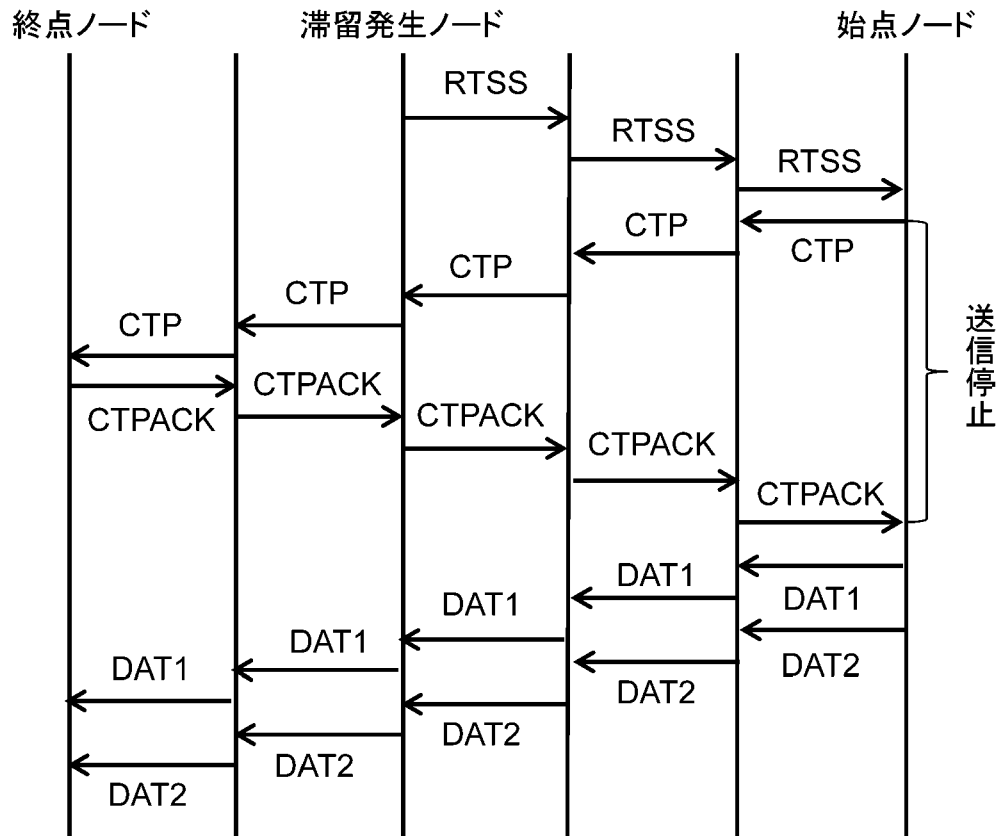




[図6]



[図7]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No. PCT/JP2012/053788
--

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
*H04W24/02* (2009.01) i, *H04W24/06* (2009.01) i, *H04W84/18* (2009.01) i, *H04W92/20* (2009.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
H04W4/00-99/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4496336 B1 (Kyushu TLO Co., Ltd.), 07 July 2010 (07.07.2010), claims & JP 2005-143046 A	1-5
A	JP 2005-39722 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 10 February 2005 (10.02.2005), abstract (Family: none)	1-5

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 09 March, 2012 (09.03.12)	Date of mailing of the international search report 19 March, 2012 (19.03.12)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053788

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-512473 A (Qualcomm Inc.), 28 April 2005 (28.04.2005), claims 29 to 31 & US 2003/0142629 A1      & EP 1452048 A & EP 2211572 A1          & WO 2003/051076 A1 & CA 2469707 A          & BR 214831 A & NO 20042911 A          & CN 1618243 A	1-5
A	JP 2008-258877 A (NEC Corp.), 23 October 2008 (23.10.2008), abstract (Family: none)	1-5
A	JP 2007-49602 A (Yokogawa Electric Corp.), 22 February 2007 (22.02.2007), abstract (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. H04W24/02(2009.01)i, H04W24/06(2009.01)i, H04W84/18(2009.01)i, H04W92/20(2009.01)i

B. 調査を行った分野  
 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. H04W4/00-99/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの  
 日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2012年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2012年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2012年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 4496336 B1（株式会社産学連携機構九州）2010.07.07, 特許請求の範囲 & JP 2005-143046 A	1-5
A	JP 2005-39722 A（日本電信電話株式会社）2005.02.10, 要約（ファミリーなし）	1-5

C欄の続きにも文献が列挙されている。  パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー  
 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 09.03.2012	国際調査報告の発送日 19.03.2012
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 青木 健 5 J   9 5 7 1 電話番号 03-3581-1101 内線 3534

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-512473 A (クゥアルコム・インコーポレイテッド) 2005.04.28, 請求項 29-31 & US 2003/0142629 A1 & EP 1452048 A & EP 2211572 A1 & WO 2003/051076 A1 & CA 2469707 A & BR 214831 A & NO 20042911 A & CN 1618243 A	1 - 5
A	JP 2008-258877 A (日本電気株式会社) 2008.10.23, 要約 (ファミリーなし)	1 - 5
A	JP 2007-49602 A (横河電機株式会社) 2007.02.22, 要約 (ファミリーなし)	1 - 5