

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4548234号
(P4548234)

(45) 発行日 平成22年9月22日(2010.9.22)

(24) 登録日 平成22年7月16日(2010.7.16)

(51) Int.Cl. F I
H O 4 L 12/28 (2006.01) H O 4 L 12/28 2 0 7

請求項の数 5 (全 16 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2005-177902 (P2005-177902) (22) 出願日 平成17年6月17日(2005.6.17) (65) 公開番号 特開2006-352650 (P2006-352650A) (43) 公開日 平成18年12月28日(2006.12.28) 審査請求日 平成19年10月9日(2007.10.9)</p>	<p>(73) 特許権者 000000295 沖電気工業株式会社 東京都港区西新橋三丁目16番11号 (74) 代理人 100090620 弁理士 工藤 宣幸 (72) 発明者 松永 聡彦 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電 気工業株式会社内 審査官 大石 博見 (56) 参考文献 特開2005-094663 (JP, A) 特開2005-151525 (JP, A) 最終頁に続く</p>
---	---

(54) 【発明の名称】 通信制御装置、通信制御方法、ノード及び通信システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

通信システムを構成する複数のノードのそれぞれに設けられた通信制御装置において、
 近傍に位置する1又は複数の他ノードからデータ信号を送信するタイミングを示す通信
 タイミング信号を受信すると共に、自ノードの上記通信タイミング信号を送信する通信タ
 イミング信号通信手段と、

自ノードが送信する上記通信タイミング信号の送信周期を決定づける基本周期と、上記
 各他ノードからの上記通信タイミング信号とを用いて、自ノードの上記通信タイミング信
 号の送信タイミングを決定する通信タイミング決定手段と、

データ信号を送受信するデータ信号通信手段と、

上記データ信号通信手段が送信する送信データ信号のデータ量に応じて、上記通信タイ
 ミング決定手段の上記基本周期を変化させる基本周期調整手段と、

上記通信タイミング信号通信手段が受信した上記各他ノードからの上記通信タイミング
 信号の受信タイミング時間差と、当該周期における上記通信タイミング信号の受信の有無
 情報とを上記他ノード毎に格納する受信タイミング格納手段と

を備え、

上記基本周期調整手段による上記基本周期の調整後、上記通信タイミング決定手段は、
 上記各他ノードからの上記通信タイミング信号が、調整後の周期に対応する受信タイミン
 グで受信されているか否かを判定し、上記通信タイミング信号の受信有無に応じて、上記
 受信タイミング格納手段の受信履歴を更新し、上記受信履歴の更新情報に基づき、上記通

10

20

信タイミング信号の送信周期を決定する

ことを特徴とする通信制御装置。

【請求項 2】

上記基本周期調整手段が、上記データ信号通信手段の送信待ちデータ量を計測し、その計測した送信待ちデータ量と 1 又は複数の閾値との比較結果に応じた所定の周期に、上記基本周期を変更することを特徴とする請求項 1 に記載の通信制御装置。

【請求項 3】

通信システムを構成する複数のノードのそれぞれに設けられた通信制御方法において、近傍に位置する 1 又は複数の他ノードからデータ信号を送信するタイミングを示す通信タイミング信号を受信すると共に、自ノードの上記通信タイミング信号を送信する通信タイミング信号通信工程と、

自ノードが送信する上記通信タイミング信号の送信周期を決定づける基本周期と、上記各他ノードからの上記通信タイミング信号とを用いて、自ノードの上記通信タイミング信号の送信タイミングを決定する通信タイミング決定工程と、

データ信号を送受信するデータ信号通信工程と、

上記データ信号通信工程が送信する送信データ信号のデータ量に応じて、上記通信タイミング決定工程の上記基本周期を変化させる基本周期調整工程と、

上記通信タイミング信号通信工程で受信した上記各他ノードからの上記通信タイミング信号の受信タイミング時間差と、当該周期における上記通信タイミング信号の受信の有無情報とを上記他ノード毎に格納する受信タイミング格納手段と

を備え、

上記基本周期調整工程による上記基本周期の調整後、上記通信タイミング決定工程は、上記各他ノードからの上記通信タイミング信号が、調整後の周期に対応する受信タイミングで受信されているか否かを判定し、上記通信タイミング信号の受信有無に応じて、上記受信タイミング格納手段の受信履歴を更新し、上記受信履歴の更新情報に基づき、上記通信タイミング信号の送信周期を決定する

ことを特徴とする通信制御方法。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 に記載の通信制御装置を備えることを特徴とするノード。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のノードを複数配置して有することを特徴とする通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信制御装置、通信制御方法、ノード及び通信システムに関し、例えば、センサネットワーク、あるいは LAN (Local Area Network) に接続された複数の機器から構成されるシステム等のように、空間に分散配置された多数のノードや移動体に設置されたノードが、相互にデータ通信を行なう場合において、ネットワークのデータ送信タイミングを制御する方法に関し、特にデータ量等に応じた通信容量管理する通信制御装置に適用し得る。

【背景技術】

【0002】

空間に分散配置された複数のノードが衝突することなくデータ通信し得るようになるための方式として、TDMA方式、CSMA (CSMA/CA や CSMA/CD) 方式などがある (非特許文献 1)。

【0003】

しかし、TDMA方式の場合、タイムスロットの割り当てを行なう集中管理ノードが故障したときに通信システムがダウンしてしまう等の問題があるために、集中管理サーバを必要とせず、個々のノードが自律分散的にタイムスロットの割り当てを相互調整することによって、通信データの衝突を回避する方法が提案されている (特願 2003-3285

10

20

30

40

50

30号)。

【0004】

上記提案されている各ノードが自律分散的にタイムスロットの割り当てを調整する方法は、各ノードが近傍ノードとの間で周期的なインパルス信号(通信タイミング信号)の受信により相互作用することで調整する技術である。

【0005】

すなわち、非線形振動をモデル化した数式を用いて、他ノードがインパルス信号を発信するタイミングに応じて、自ノードがインパルス信号を発信するタイミングを調整する。これにより、各ノードにおいて、自ノード及び他ノードのインパルス信号の発信タイミングが極力離れるような調整を相互に行なうことにより、自律分散的なタイムスロットの獲得を実現することができる。

10

【0006】

また、無線ネットワークにおいて、データ送信量に応じて端末にリソースを割り当てる方式はさまざまなものがある(特許文献1参照)。

【0007】

特許文献1は、基準局を備え、基準局が、各無線端末からタイムスロットの割り当て要求を受けると、空きスロットと要求スロットとを調べ、空いていればスロットを割り当て、空いていなければ他の端末の割り当て量を削減したり又はビジーとしたりする方式が記載されている。

20

【0008】

【特許文献1】特開2000-341192号公報

【非特許文献1】松下温、中川正雄編著、「ワイヤレスLANアーキテクチャ」、共立出版、1996年、p.47、53~59、69

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、特許文献1に記載されているリソース割り当て方式は、基準局を備えことが前提であり、その基準局が各無線端末のリソース割り当てを管理するものである。すなわち、特許文献1の記載技術は、基準局とこれに従属する無線端末との間でのリソース割り当て方式である。

30

【0010】

そのため、上述した、基地局を備えず、各ノードが自律分散的にタイムスロットを割り当て調整する通信システムに、特許文献1に示すようなリソース割り当て方式をそのまま適用することができないという問題がある。

【0011】

また、基地局のないネットワークでリソース割り当てを行なおうとする場合、端末数の増加につれリソース割り当てのための制御信号を通信範囲内の全端末に送信する必要がある。そのため、通信可能範囲内の端末数が増加すると、通信リソースにしめる制御信号の割合が増加し、その結果スループットが低下するという問題が生じるおそれがある。

【0012】

そこで、各ノードが自律分散的にタイムスロットを割り当て調整するネットワークにおいても、各ノードが自律的にリソース割り当て制御を簡易に行なうことができる通信制御装置、通信制御方法、ノード及び通信システムが求められている。

40

【課題を解決するための手段】

【0013】

かかる課題を解決するために、第1の本発明の通信制御装置は、通信システムを構成する複数のノードのそれぞれに設けられた通信制御装置において、(1)近傍に位置する1又は複数の他ノードからデータ信号を送信するタイミングを示す通信タイミング信号を受信すると共に、自ノードの通信タイミング信号を送信する通信タイミング信号通信手段と、(2)自ノードが送信する通信タイミング信号の送信周期を決定づける基本周期と、各

50

他ノードからの通信タイミング信号とを用いて、自ノードの通信タイミング信号の送信タイミングを決定する通信タイミング決定手段と、(3)データ信号を送受信するデータ信号通信手段と、(4)データ信号通信手段が送信する送信データ信号のデータ量に応じて、通信タイミング決定手段の基本周期を変化させる基本周期調整手段と、(5)通信タイミング信号通信手段が受信した各他ノードからの通信タイミング信号の受信タイミング時間差と、当該周期における通信タイミング信号の受信の有無情報とを他ノード毎に格納する受信タイミング格納手段とを備え、基本周期調整手段による基本周期の調整後、通信タイミング決定手段は、各他ノードからの通信タイミング信号が、調整後の周期に対応する受信タイミングで受信されているか否かを判定し、通信タイミング信号の受信有無に応じて、受信タイミング格納手段の受信履歴を更新し、受信履歴の更新情報に基づき、通信タイミング信号の送信周期を決定することを特徴とする。

10

【0014】

第2の本発明の通信制御方法は、通信システムを構成する複数のノードのそれぞれに設けられた通信制御方法において、(1)近傍に位置する1又は複数の他ノードからデータ信号を送信するタイミングを示す通信タイミング信号を受信すると共に、自ノードの通信タイミング信号を送信する通信タイミング信号通信工程と、(2)自ノードが送信する通信タイミング信号の送信周期を決定づける基本周期と、各他ノードからの通信タイミング信号とを用いて、自ノードの通信タイミング信号の送信タイミングを決定する通信タイミング決定工程と、(3)データ信号を送受信するデータ信号通信工程と、(4)データ信号通信工程が送信する送信データ信号のデータ量に応じて、通信タイミング決定工程の基本周期を変化させる基本周期調整工程と、(5)通信タイミング信号通信工程で受信した各他ノードからの通信タイミング信号の受信タイミング時間差と、当該周期における通信タイミング信号の受信の有無情報とを上記他ノード毎に格納する受信タイミング格納手段とを備え、基本周期調整工程による基本周期の調整後、通信タイミング決定工程は、各他ノードからの通信タイミング信号が、調整後の周期に対応する受信タイミングで受信されているか否かを判定し、通信タイミング信号の受信有無に応じて、受信タイミング格納手段の受信履歴を更新し、受信履歴の更新情報に基づき、通信タイミング信号の送信周期を決定することを特徴とする。

20

【0015】

第3の本発明のノードは、第1の本発明の通信制御装置を備えることを特徴とする。

30

【0016】

第4の本発明の通信システムは、第3の本発明のノードを複数配置して有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、各ノードが自律分散的にタイムスロットを割り当て調整するネットワークにおいても、各ノードが自律的にリソース割り当て制御を簡易に行なうことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

(A) 第1の実施形態

以下、本発明の通信制御装置、通信制御方法、ノード及び通信システムの第1の実施形態について図面を参照して説明する。

40

【0019】

第1の実施形態は、各ノードがインパルス信号(通信タイミング信号)を発信し、また、自ノード以外のノードが発信するインパルス信号を有効に検出することにより、近傍ノードと相互に作用し合い、自律分散的にタイムスロットの割り当てを決定する通信システムに、本発明を適用した場合である。

【0020】

(A-1) 第1の実施形態の構成

50

図 1 は、第 1 の実施形態に係る通信システムを構成する各ノードの構成を示すブロック図である。図 1 において、本実施形態のノード 10A は、インパルス信号受信手段 11、通信タイミング計算手段 12、インパルス信号送信手段 13、データ通信手段 14、データ量計測手段 15、基本周期設定手段 16 を有する。

【0021】

インパルス信号受信手段 11 は、近傍のノード（例えば、そのノードの発信電波が届く範囲に存在する他のノード）が発信したインパルス信号を受信するものである。ここで、インパルス信号は、通信タイミング信号として授受されるものであり、例えば、ガウス分布形状等のインパルス形状を有するものである。また、インパルス信号は、宛先情報を含むものであっても、含まないものであってもよい。インパルス信号受信手段 11 は、受信したインパルス信号そのもの、それを波形成形したもの、又は、受信したインパルス信号に基づき再生成し直したインパルス信号を、通信タイミング計算手段 12 に与えるものである。

10

【0022】

通信タイミング計算手段 12 は、インパルス信号受信手段 11 から与えられた信号に基づいて、当該ノード 10A の通信タイミングを規定する位相信号を形成して出力するものである。ここで、当該ノード 10A をノード i とし、その位相信号の時刻 t での位相値を $\theta_i(t)$ とすると、通信タイミング計算手段 12 は、(1) 式に示すような変化分ずつ位相信号 $\theta_i(t)$ を変化させる。なお、(1) 式は、非線形振動をモデル化した式であるが、他の非線形振動をモデル化した式を適用することも可能である。また、位相信号 $\theta_i(t)$ は、当該ノードの状態変数信号と見ることができる。

20

【数 1】

$$d\theta_i(t)/dt = \omega + \sum_{k=1}^N P_k(t) \cdot R(\theta_i(t), \sigma(t)) \quad (1)$$

$$R(\theta_i(t), \sigma(t)) = \sin(\theta_i(t) + \sigma(t)) \quad (2)$$

$$\sigma(t) = \pi + \phi(t)$$

$\theta_i(t)$: ノード i の位相信号

ω : 固有角振動数パラメータ

$P_k(t)$: 近傍ノードから受信した受信インパルス信号

$R(\theta_i(t), \sigma(t))$: 位相応答関数

$\phi(t)$: ランダムノイズ関数

30

【0023】

(1) 式は、インパルス信号受信手段 11 から与えられた信号に応じて、自ノード i の位相信号 $\theta_i(t)$ の非線形振動のリズムを変化させる規則を表わしている。(1) 式において、右辺第 1 項（固有角振動数パラメータ）は、各ノードが備える基本的な変化リズム（「自己の動作状態を遷移させる基本速度」に対応する）を表わしており、右辺第 2 項が非線形変化分を表わしている。ここで、 ω の値は初期値としてはシステム全体で同一値に統一している。

40

【0024】

本実施形態において、固有角振動数パラメータ ω は、後述する基本周期設定手段 16 により変動されるものとする。その変動の態様については、動作の説明の項で詳細に説明する。

【0025】

関数 $P_k(t)$ は、近傍ノード k (k は 1 ~ N までとする) から受信したインパルス信号に基づいて、インパルス信号受信手段 11 が出力した信号を表わしており、関数 R (

50

$\phi_i(t)$ 、 $\phi_j(t)$ は、他ノードからのインパルス信号の受信に応じて、自己の基本的なリズムを変化させる応答特性を表現する位相応答関数であり、例えば、(2)式に従っている。(2)式は、時刻 t における位相信号 $\phi_i(t)$ の逆相にランダムノイズを重畳させた位相値の正弦波で位相応答関数を定めていることを表わしている。

【0026】

この位相信号の変化は、近傍のノード同士が逆相(振動の位相が反転位相)になろうとする非線形特性を実現し、その特性を用いて衝突回避を実現させようとしたものである。すなわち、近傍のノード間におけるインパルス信号の発信タイミングなどが衝突しないように、各ノードの位相信号の値が同じ値になるタイミングに、適当な時間関係(時間差)を形成させようとしている。

10

【0027】

(2)式において、関数 $\phi_i(t)$ を表現する定数項 $[rad]$ は、近傍のノード同士が逆相になろうとする非線形特性の働きをし、ランダムノイズ関数 $\phi_j(t)$ は、その非線形特性にランダムな変動性を与える働きをする(関数 $\phi_j(t)$ は、例えば、平均値が0のガウス分布に従う)。ここで、上記非線形特性にランダムな変動性を与えているのは、システムが目的とする安定状態(最適解)に到達せず、別の安定状態(局所解)に陥ってしまう現象に対処するためである。

【0028】

なお、(2)式では、位相応答関数 $R(\phi_i(t), \phi_j(t))$ の最も簡単な例として、 \sin 関数を用いる形態を示したが、位相応答関数として他の関数を用いてもよい。また、関数 $\phi_j(t)$ の定数項 $[rad]$ に代え、 \cos 以外の定数 $(0 < \theta < 2\pi)$ を用いてもよく、この場合、近傍のノード同士が逆相でなく、異なる位相になろうと機能する。

20

【0029】

通信タイミング計算手段12の機能の意味合いを図2及び図3を用いて詳述すると以下の通りである。なお、図2及び図3に示す状態変化は、インパルス信号送信手段13の機能も関係している。

【0030】

図2及び図3は、ある1つのノードに着目したときに、着目ノード(自ノード)と近傍ノード(他ノード)との間に形成される関係、すなわち、それぞれの非線形振動リズム間の位相関係が時間的に変化していく様子を示している。

30

【0031】

図2は、着目ノード i に対して近傍ノード j が1個存在する場合である。図2において、円上を回転する2つの質点の運動は、着目ノードと近傍ノードに対応する非線形振動リズムを表しており、質点の円上の角度がその時刻での位相信号の値を表している。質点の回転運動を縦軸あるいは横軸に射影した点の運動が非線形振動リズムに対応する。(1)及び(2)式に基づく動作により、2つの質点は相互に逆相になろうとし、仮に、図2(a)に示すように初期状態で2つの質点の位相が近くても、時間経過と共に、図2(b)に示す状態(過渡状態)を経て、図2(c)に示すような2つの質点の位相差がほぼ一定である定常状態に変化していく。

【0032】

2つの質点は、それぞれ固有角振動数パラメータ ω_i を基本的な角速度(自己の動作状態を遷移させる基本速度に相当)とする回転をしている。ここで、ノード間でインパルス信号の送受信に基づく相互作用が生じると、これらの質点は、それぞれ角速度を変化(緩急)させ、結果的に、適当な位相関係を維持する定常状態に到達する。この動作は、2つの質点が回転しながら相互に反発しあうことによって、安定な位相関係を形成するものを見ることが出来る。定常状態では、後述するように、それぞれのノードが所定の位相(例えば0)のときにインパルス信号を発信するとした場合、互いのノードにおける発信タイミングは、適当な時間関係を形成していることになる。

40

【0033】

また、図3は、着目ノード i に対して2個の近傍ノード j_1 、 j_2 が存在する場合を表

50

している。近傍ノードが2個存在する場合においても、上述と同様に、それぞれの質点が回転しながら相互に反発しあうことによって、安定な位相関係（時間的な関係に関する安定性）を形成する。近傍ノード数が3個以上の場合についても同様である。

【0034】

上述の安定な位相関係（定常状態）の形成は、近傍ノード数の変化に対して非常に適応的（柔軟）な性質を持つ。例えば、今、着目ノードに対して近傍ノードが1個存在し、安定な位相関係（定常状態）が形成されているときに、近傍ノードが1個追加されたとする。定常状態は一旦崩壊するが、過渡状態を経た後、近傍ノードが2個の場合における新たな定常状態を再形成する。また、近傍ノードが削除された場合や故障等により機能しなくなった場合においても、同様に適応的な動作をする。

10

【0035】

また、通信タイミング計算手段12は、得られた位相信号 $\phi_i(t)$ を、インパルス信号送信手段13及びデータ通信手段14に出力する。

【0036】

インパルス信号送信手段13は、位相信号 $\phi_i(t)$ に基づいて、インパルス信号を送信するものである。すなわち、位相信号 $\phi_i(t)$ が所定の位相 ($0 < 2\pi$) になると、インパルス信号を送信出力する ($\phi_i(t) = \theta$ のときに送信する)。ここで、所定の位相 θ は、予めシステム全体で統一しておくことが好ましい。以下では、 $\theta = 0$ にシステム全体で統一されているとして説明する。なお、図2の例で言えば、ノード i とノード j とでは、定常状態で相互の位相信号 $\phi_i(t)$ が θ だけずれているので、 $\theta = 0$ にシステム全体で統一しても、ノード i からのインパルス信号の送信タイミングと、ノード j からのインパルス信号の送信タイミングとは θ だけずれている。

20

【0037】

データ信号通信手段14は、他ノードからのデータを受信すると共に、自ノードが送信元となるデータや、自ノードが中継するデータを送信するものである。データ信号通信手段14は、自ノードや他の近傍のノードの間で行われるインパルス信号の送信タイミングの相互調整が、「定常状態」（図2(c)及び図3(c)に示す状態）である場合には後述するタイムスロットでデータ送信を行ない、「過渡状態」（図2(b)及び図3(b)に示す状態）である場合には送信動作を停止する。

【0038】

ここで、本実施形態におけるタイムスロットとは、位相信号 $\phi_i(t)$ が θ_1 から θ_2 である期間である。タイムスロットの開始点（そのときの位相信号の値を θ_1 とする）は、インパルス信号の送信が終了したタイミングであり、タイムスロットの終了点（そのときの位相信号の値を $\theta_1 - \theta_2$ とする）は、位相信号の周期毎の最初の受信インパルス信号のタイミングより多少のオフセット分 θ_2 だけ前のタイミングとしていいる。 θ_1 や θ_2 は、当該ノード10Aの近傍の無線空間で、インパルス信号（送信元は自ノードの場合、他ノードの場合の双方を含む）と、データ信号（送信元は自ノードの場合、他ノードの場合の双方を含む）とが同時に存在しないことを補償するためのごく短い時間に対応する位相幅である。 θ_1 及び θ_2 は、例えば、ノード10Aの設置状況下で実験的に決定する。

30

40

【0039】

例えば、図2(c)に示すような「定常状態」の場合、ノード i は、位相 ϕ_i が θ からインパルス信号を送信し始め、位相 ϕ_i が θ_1 になる前に、インパルス信号の送信を終了させておき、位相 ϕ_i が θ_1 からデータ信号を送信し始め、位相 ϕ_i が $\theta_1 - \theta_2$ になると（但し $\theta_1 > \theta_2$ ）、データ信号の送信を終了させ、それ以降、位相 ϕ_i が再び θ になるまで、インパルス信号の送信もデータ信号の送信も停止させる。他方のノード j も、位相 ϕ_j に基づいて同様な動作を実行するが、位相 ϕ_i と位相 ϕ_j とがほぼ θ だけずれているので、送信動作が競合することはない。ノード数が3以上の場合も同様に動作し、送信動作が競合することはない。

【0040】

50

上述のように、固有角振動数パラメータは、通信システム全体で同一の値に統一することとしている。固有角振動数パラメータが統一されていると、各ノードで不規則にばらついている場合に比べ、定常状態に入りやすく、逆に、固有角振動数パラメータが統一されていないと、異常なインパルス信号を送信するノードも多くなり、定常状態に入り難い。

【0041】

データ量計測手段15は、データ信号通信手段14から送信される送信待ちデータ量を計測するものであり、計測したデータ量が閾値以上であれば、基本周期設定手段16に対して基本周期を短縮させ、タイムスロット幅を広くするよう要求し、計測したデータ量が閾値未満であれば、基本周期設定手段16に対して基本周期にするように要求するものである。

10

【0042】

基本周期設定手段16は、通信タイミング計算手段12で計算する通信タイミング信号(インパルス信号)の送信間隔の基準となる周期の値を持ち、データ量計測手段15からの要求に応じて、周期の値を増減変動させるものである。ここで、周期とは、自ノード10Aがインパルス信号(通信タイミング信号)を送信する間隔をいい、固有角振動数パラメータをいう。

【0043】

(A-2)第1の実施形態の動作

次に、本実施形態の通信システムにおけるリソースの割り当て方法について図面を参照して詳説する。

20

【0044】

図4は、本実施形態のノード(無線通信端末)におけるリソース割り当て処理のフローチャートである。

【0045】

図5は、2台のノード間データ通信の場合の通信タイミングの変動の様子を説明する説明図である。図5において、実線矢印はその時点で通信タイミング信号(インパルス信号)を送信し、点線矢印はその時点で通信タイミングを受信することを示す。

【0046】

図4において、まず、各ノードのそれぞれは通信タイミング信号を送受信し、それぞれのノード間でデータ信号の送信タイミングを調整し、タイムスロットの獲得を行なう(S1-1)。

30

【0047】

例えば、図5(A)では、2台のノード間で、データ信号の送信タイミングが、一定間隔であり、かつ、他のノードとできるだけ離れた位置となるように、通信タイミング信号を送信し合うことで、均等なタイムスロットが割り当てられている。

【0048】

均等なタイムスロットが割り当てられると(すなわち、定常状態になると)、データ量計測手段15は、データ信号通信手段14が有する送信バッファ(図示しない)の送信待ちデータ量を計測する(S1-2)。ここで、データ量計測手段15が計測するデータ量は、データ信号通信手段14が送信しようとするデータの待ち量が計測できればどの数値を計測するにしても良いが、例えば、送信データのバイト数や、送信データの packets 数などが考えられる。

40

【0049】

データ量計測手段15が送信待ちデータ量を計測すると、データ量計測手段15により、その計測したデータ量と予め定められた閾値とを比較し、送信バッファの待ちデータ量が閾値以上であるか否かを判定する。

【0050】

待ちデータ量が閾値以上である場合、データ量計測手段15は、基本周期設定手段16に対して基本周期の短縮し、タイムスロット幅を増加させるように要求する。そして、基

50

本周期設定手段 1 6 は、データ量計測手段 1 5 からの要求に応じて周期を変動させた値を通信タイミング計算手段 1 2 に与える (S 1 - 4)。

【 0 0 5 1 】

そして、通信タイミング計算手段 1 2 は、変動された周期の値を用いて通信タイミング信号の送信タイミングを計算し、送信タイミングになると、インパルス信号送信手段 1 3 が通信タイミング信号を送信する。

【 0 0 5 2 】

また、各ノードのデータ信号通信手段 1 4 は、自ノードの通信タイミング信号の送信後、次に他のノードから通信タイミング信号を受信するまでの間に、データ信号を送信する (S 1 - 5)。

【 0 0 5 3 】

例えば、図 5 における端末 2 のリソース割り当てを例にして説明すると、端末 2 において、データ量計測手段 1 5 が待ちデータ量が閾値以上であると判定すると、データ量計測手段 1 5 は基本周期設定手段 1 6 に対して基本周期の短縮要求を行なう。

【 0 0 5 4 】

この基本周期の短縮要求は、例えば基本周期を 1 秒とする場合に 0 . 5 秒にすることを要求であり、その短縮する程度は任意に設定することができる。このように基本周期を短縮することにより、端末 2 は、基本周期で通信タイミング信号を送信していたときよりも、短い間隔で通信タイミング信号を送信するものとなる。

【 0 0 5 5 】

そうすると、図 5 (B) に示すように、端末 2 が送信する通信タイミング信号の送信間隔は短くなり、タイムスロット幅が広くなり、一方、端末 1 では、通信タイミング信号の送信後に、送信周期が短い端末 2 からの通信タイミング信号を受信するので、タイムスロット幅が狭くなる。

【 0 0 5 6 】

これにより、送信待ちデータ量が多いと判定した端末 2 は、端末 1 よりもタイムスロット幅を広く割り当てることができ、送信できるデータ量を多くすることができる。

【 0 0 5 7 】

なお、データ量計測手段 1 5 は、複数の閾値を有し、待ちデータ量と複数の閾値との関係より、基本周期を短縮させる程度を任意に設定指示できるようにしても良い。これにより、待ちデータ量が多い場合には割り当てるタイムスロット幅をより広くすることができるなど、待ちデータ量に応じて割り当てるタイムスロット幅を変えることができる。

【 0 0 5 8 】

データ量計測手段 1 5 により、送信バッファの待ちデータ量があるかどうか判断され、待ちデータ量がある場合には、S 1 - 2 に戻り繰り返し処理が行なわれる (S 1 - 7)。

【 0 0 5 9 】

一方、S 1 - 3 において、送信バッファの待ちデータ量が閾値未満であると判定されると、データ量計測手段 1 5 は、基本周期として又は基本周期に戻すように、基本周期設定手段 1 6 に要求する。そして、基本周期設定手段 1 6 は、基本周期の値を通信タイミング計算手段 1 2 に与えて計算させる (S 1 - 6)。

【 0 0 6 0 】

これにより、一度タイムスロット幅を広くした後でも、待ちデータ量が閾値未満になったときに、通常の基本周期に戻して通信タイミング送信時刻の計算をさせることができる (再度、図 5 (A) の状態にすることができる)。

【 0 0 6 1 】

(A - 3) 第 1 の実施形態の効果

以上のように、本実施形態によれば、送信待ちデータ量を計測するデータ量計測手段 1 5 を備えることにより、待ちデータ量が多い場合には通常の 1 周期 (基本周期) の間に複数の通信タイミング信号 (インパルス信号) を送信することができるので、タイムスロ

10

20

30

40

50

ト幅を広くすることができる。

【0062】

また、本実施形態によれば、通信タイミング信号の送信周期を変化させるだけでリソース割り当て制御を行なうことができるので、基地局のない無線ネットワークでも簡易にリソース割り当てを行なうことができるという効果が得られる。

【0063】

(B) 第2の実施形態

次に、本発明の通信制御装置、通信制御方法、ノード及び通信システムの第2の実施形態について図面を参照して説明する。

【0064】

(B-1) 第2の実施形態の構成

図6は、第2の実施形態に係る通信システムを構成する各ノードの構成を示すブロック図である。

【0065】

図6に示すように、本実施形態に係るノード10Bは、図1に示す構成のほかに、更に受信タイミング格納手段17を有する。

【0066】

受信タイミング格納手段17は、自ノード10Bの通信タイミング信号の送信周期を受け取り、送信周期に基づくタイミング差(通信タイミング信号送信時間差)を格納するものである。ここで、タイミング差(通信タイミング信号送信時間差)とは、自ノード10Bの通信タイミング信号の送信時刻と、次に受信したインパルス信号の受信時刻とに基づく時間差をいう。

【0067】

また、受信タイミング格納手段17は、複数周期(1周期は通信タイミング信号の送信タイミングから次の送信タイミングまでをいう)の間で他のノードからの通信タイミング信号の未受信回数を格納するものである。

【0068】

なお、本実施形態において、通信タイミング信号(インパルス信号)は、宛先情報を含むものとし、受信タイミング格納手段17は宛先情報に基づいて各ノード毎に管理する。

【0069】

通信タイミング計算手段12は、通信タイミング信号の送信タイミングの基本的な計算方法は第1の実施形態と同様であるが、受信タイミング格納手段17に格納されている情報を利用して算出する点が第1の実施形態と異なる。

【0070】

(B-2) 第2の実施形態の動作

以下、第2の実施形態の通信システムにおけるリソース割り当て処理の動作について図面を参照して説明する。

【0071】

図7は、本実施形態のノード(無線通信端末)におけるリソース割り当て処理のフローチャートである。

【0072】

まず、第1の実施形態で説明した動作と同様にして、データ量計測手段15により送信バッファの待ちデータ量が計測され、データ量と閾値との比較結果により通信タイミング信号(インパルス信号)の送信周期が変動し、タイムスロット幅が変動する(S2-1)。ここでは、第1の実施形態と同様に、待ちデータ量が閾値以上である場合、基本周期の1/2の周期で通信タイミング信号を送信するものとする。

【0073】

ノード10Bにおいて、通信タイミング信号の送信周期が変動すると、その送信周期に基づく通信タイミング信号送信時間差が受信タイミング格納手段17に記入され、受信タイミング格納手段17は、その受信タイミング差で、他のノードからの通信タイミング信

10

20

30

40

50

号が受信するかどうかを確認する（S2-2）。このとき、受信環境を考慮し、受信タイミングに予め定めておいた所定の時間幅を持たせて、受信確認するようにしても良い。

【0074】

図8は、第1の実施形態（図5）と同様に、2台の端末間データ通信の場合の通信タイミング信号の送信間隔を示し、図9は、端末2における受信タイミング格納手段17の格納内容例を示す。なお、図9において、「タイミング差」は、自ノードが通信タイミング信号を送信してから当該他ノードから通信タイミング信号を受信するまでの時間差をいい、「未受信回数」とは、当該他ノードから通信タイミング信号を受信したか否かの受信履歴を示すものであり、今周期に受信していれば「0」、前周期に受信したが今周期に受信しない場合は「1」が記入される。

10

【0075】

例えば、図8において、端末2が送信周期を0.5秒とした場合、端末2における受信タイミング格納手段17は、図9に示すように、送信周期に基づくタイミング時間差「0.25（秒）」が記入される。そして、端末2では、端末2の通信タイミング信号の送信時刻から0.25秒後に、端末1から通信タイミング信号を受信するかどうかを確認する。

【0076】

S2-2において、受信タイミング格納手段17に格納されている受信タイミングで他のノードから通信タイミング信号を受信した場合、通信タイミング計算手段12は、受信した通信タイミング信号の受信時刻、すなわち、自ノード10Bの通信タイミング信号を送信してからの時間差を参照して（S2-3）、通信タイミング信号の送信時刻を計算する（S2-7）。

20

【0077】

このとき、ノード10Bの受信タイミング格納手段17は、受信した通信タイミング信号に含まれる宛先情報を読み取り、自ノードからの通信タイミング信号の送信時刻と他ノードからの通信タイミング信号の受信時刻の時間差をノード毎に格納する。また、このとき、未受信回数として「0」を記入する。

【0078】

例えば、図8の端末2が、予定通りのタイミングで端末1から通信タイミング信号を受信した場合には、図9に示すように、端末1について「タイミング差」を「0.25」とし、「未受信回数」を「0」とする。

30

【0079】

一方、S2-2において、受信タイミング格納手段17に格納されている受信タイミングで他のノードから通信タイミング信号を受信しない場合、通信タイミング計算手段12は、受信タイミング格納手段17を参照して、当該他ノードからの通信タイミング信号が、複数周期に渡り受信していないかどうかを確認する（S2-4）。これにより、当該他ノードが通信をやめたのか、それとも通信タイミング信号の送信周期が変動したのかを判断することができる。

【0080】

すなわち、通信タイミング計算手段12は、受信タイミング格納手段17の「未受信回数」が「0」であるか「1」であるかにより、前周期までの受信履歴を確認する。

40

【0081】

そして、通信タイミング計算手段12は、当該他ノードから複数周期に渡って通信タイミング信号を受信していない場合には、当該他ノードについての受信履歴を受信タイミング格納手段17から削除し、また前周期で受信していたが今周期で受信しなかった場合には、「未受信回数」を「1」にし、さらに、今周期受信した場合には、「未受信回数」を「0」にするように、受信履歴を更新する（S2-5）。

【0082】

例えば、端末2が、図10（A）に示す受信タイミング格納手段17の内容例を有するとする。図10（A）の「未受信回数」より、前々周期には端末3及び4からも通信タイ

50

ミング信号を受信していたことがわかる。そして、今周期に端末3及び4から通信タイミング信号の受信がなければ、端末3及び4の受信履歴を消去し、図10(B)のように更新する。

【0083】

受信履歴が更新されると、通信タイミング計算手段12は、受信タイミング格納手段17に格納されている格納内容(受信履歴)を参照して(S2-6)、自ノード10Bの通信タイミング信号の送信時刻を計算する(S2-7)。

【0084】

例えば、通信タイミング計算手段12は、図10(B)の格納内容を見て、タイミング差「0.25(秒)」に対応する送信周期「0.5(秒)」で通信タイミング信号を送信する。

10

【0085】

ここで、通信タイミング計算手段12は、受信タイミング格納手段17に格納されているタイミングで、通信タイミング信号を送信するようにしてもよい。

【0086】

例えば、図8において、端末2が、「3」や「7」のタイミング位置で、通信タイミング信号を送信するようにしてもよい。

【0087】

つまり、端末2は、「3」や「7」の位置では端末1から通信タイミング信号を受信しないが、本実施形態のように端末2が通信タイミング信号を送信することで、端末1は通信タイミング信号を受信したものとみなすことができ、受信履歴を参照して通信タイミングの計算を行ない、端末1と端末2が交互に通信タイミング信号を送信しているようにみせることができる。これにより、通常の通信タイミング信号の送信間隔で送信している端末1も正確に通信タイミングの計算を行なうことができ、タイムスロットは等間隔になる。

20

【0088】

なお、端末1は「3」の位置で通信タイミング信号を受信しなくても、一定間隔で送信することが可能であるが、この位置で端末2から通信タイミング信号を受信することで周囲と均等にタイムスロットを割り当てられていると認識できるようになる。

【0089】

そして、通信タイミング信号の送信時刻になると、インパルス信号送信手段13は、通信タイミング信号を送信し、自ノードが通信タイミング信号を送信してから、次に他ノードから通信タイミング信号を受信するまでの間でデータ信号通信手段からデータ信号を送信する(S2-8)。

30

【0090】

また、送信バッファ中の送信待ちデータが、予め定めておいた閾値以上であるかを確認し、閾値以上であればS2-2に戻り繰り返し、閾値未満であればデータ信号の送信間隔を通常に戻す(S2-9)。

【0091】

(B-3)第2の実施形態の効果

40

以上のように、本実施形態によれば、第1の実施形態と同様の効果を奏することができる。

【0092】

また、本実施形態によれば、複数周期の近傍のノードのタイミング信号を用いて自ノードのタイミング信号の送信タイミングを決定するようにしたので、周期毎にタイムスロット幅が不均一になるのを改善することができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0093】

【図1】第1の実施形態のノードの構成を示すブロック図である。

【図2】第1の実施形態の通信システムでのノード間の同調の説明図である(1)。

50

【図3】第1の実施形態の通信システムでのノード間の同調の説明図である(2)。

【図4】第1の実施形態のノードにおけるリソース割り当て処理を示すフローチャートである。

【図5】第1の実施形態のノード間の通信タイミング信号の送受信タイミング図である。

【図6】第2の実施形態のノードの構成を示すブロック図である。

【図7】第2の実施形態のノードにおけるリソース割り当て処理を示すフローチャートである。

【図8】第2の実施形態のノード間の通信タイミング信号の送受信タイミング図である。

【図9】第2の実施形態の受信タイミング格納手段の格納内容例を示す図である。

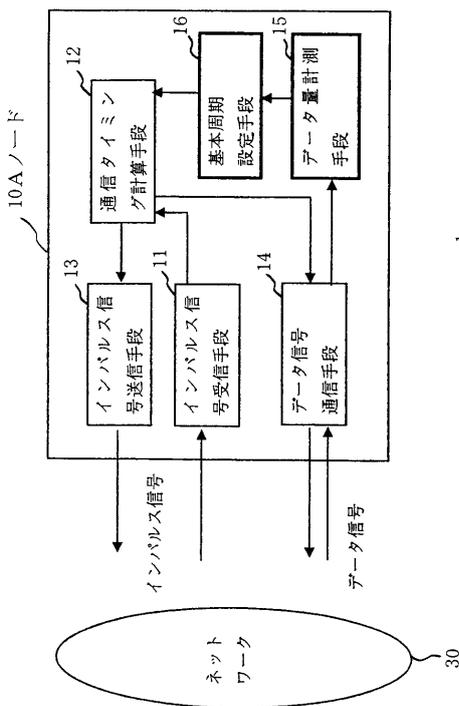
【図10】第2の実施形態の受信タイミング格納手段の格納内容例を示す図である。

【符号の説明】

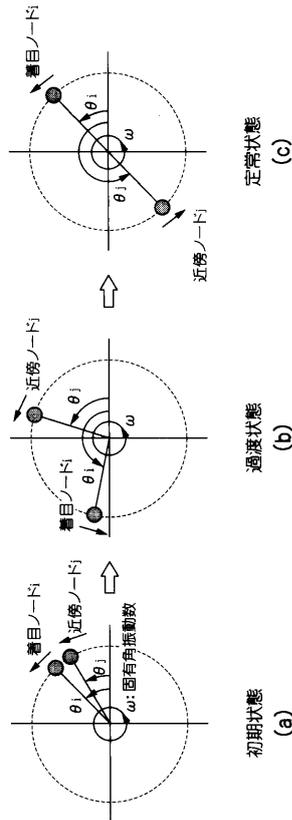
【0094】

1...通信システム、10A及び10B...ノード、11...インパルス信号受信手段、12...通信タイミング計算手段、13...インパルス信号送信手段、14...データ信号通信手段、15...データ量計測手段、16...基本周期設定手段、17...受信タイミング格納手段。

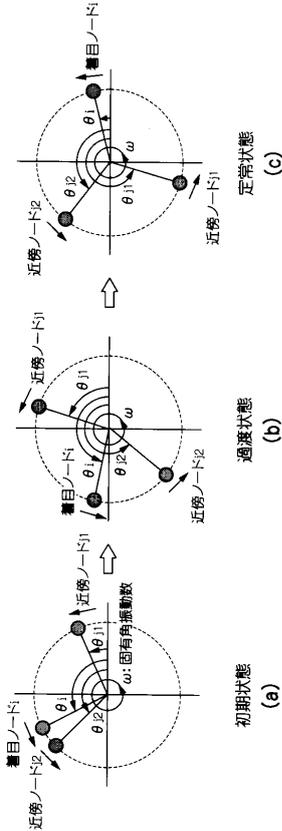
【図1】



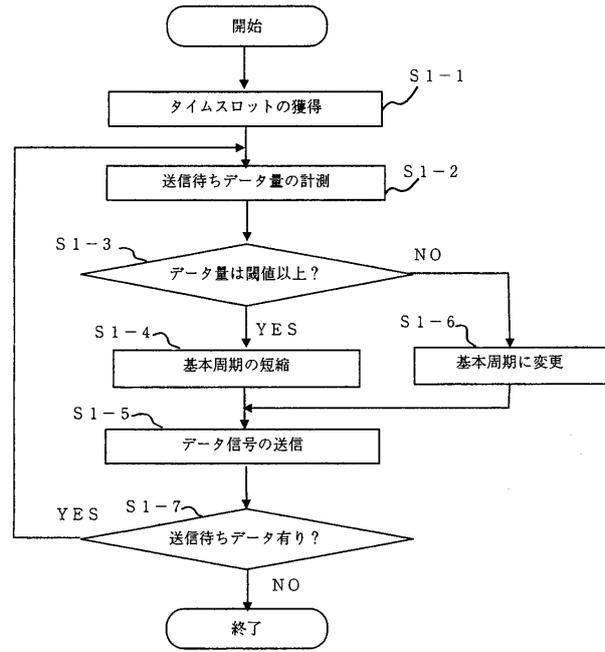
【図2】



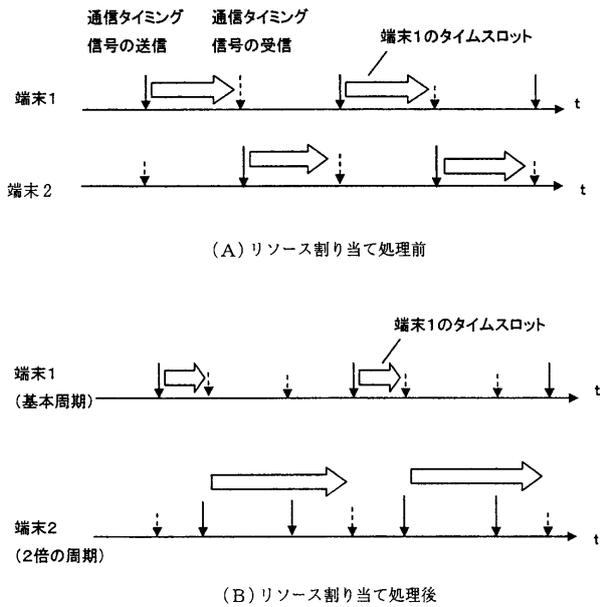
【図3】



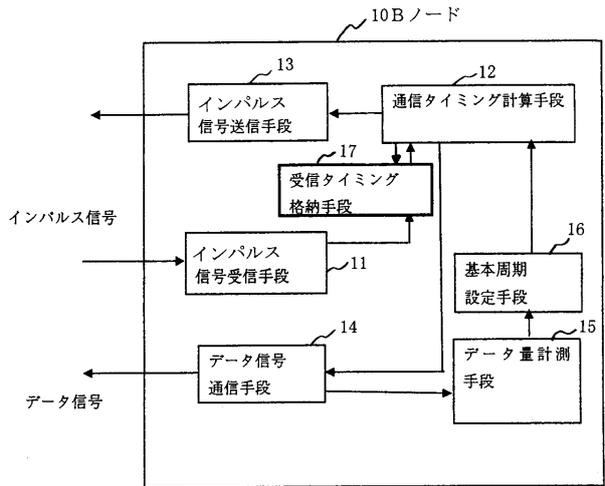
【図4】



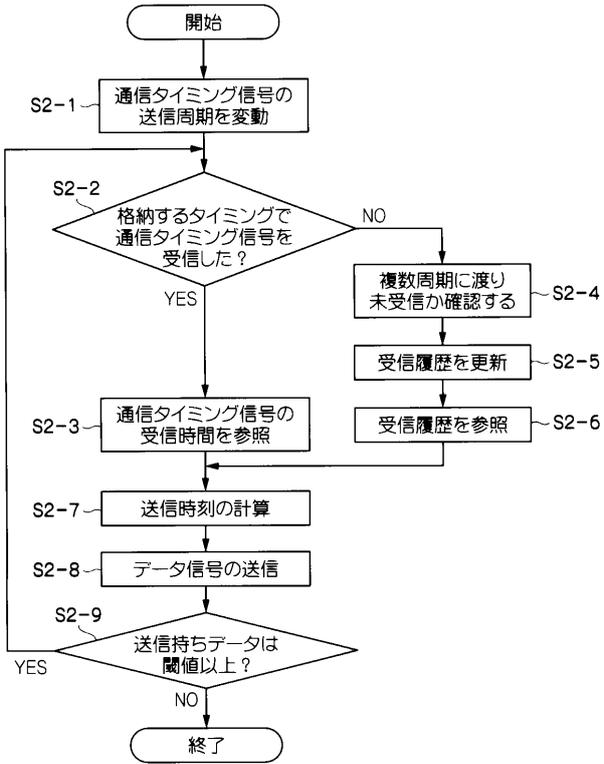
【図5】



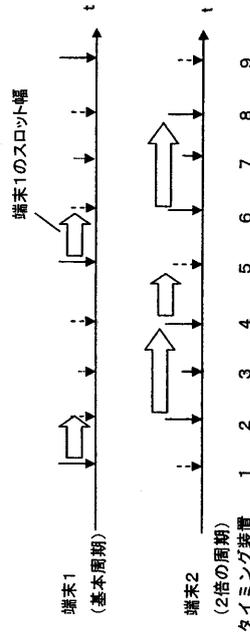
【図6】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

(A)

端末番号	タイミング差 (通信タイミング信号送信時間差)	未受信回数
端末1	0.25	

(B)

端末番号	タイミング差 (通信タイミング信号送信時間差)	未受信回数
端末1	0.25	0

【 図 10 】

(A)

端末番号	タイミング差 (通信タイミング信号送信時間差)	未受信回数
端末1	0.25	0
端末3		1
端末4		1

(B)

端末番号	タイミング差 (通信タイミング信号送信時間差)	未受信回数
端末1	0.25	0

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/28