

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-171053

(P2009-171053A)

(43) 公開日 平成21年7月30日(2009.7.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4J 3/06 (2006.01)	HO4J 3/06	Z 5K028
HO4L 7/00 (2006.01)	HO4L 7/00	B 5K047

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2008-4839 (P2008-4839)  
 (22) 出願日 平成20年1月11日 (2008.1.11)

(出願人による申告)平成19年度、総務省、安全運転を支援する車車間通信の実現に向けた周波数高度利用技術の委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(71) 出願人 000003609  
 株式会社豊田中央研究所  
 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1番地の1  
 (74) 代理人 100087723  
 弁理士 藤谷 修  
 (72) 発明者 今井 純志  
 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1番地の1 株式会社豊田中央研究所内  
 (72) 発明者 鈴木 徳祥  
 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1番地の1 株式会社豊田中央研究所内  
 Fターム(参考) 5K028 AA06 AA11 HH00 NN43  
 5K047 CC01 CC06 GG57 HH01 HH17

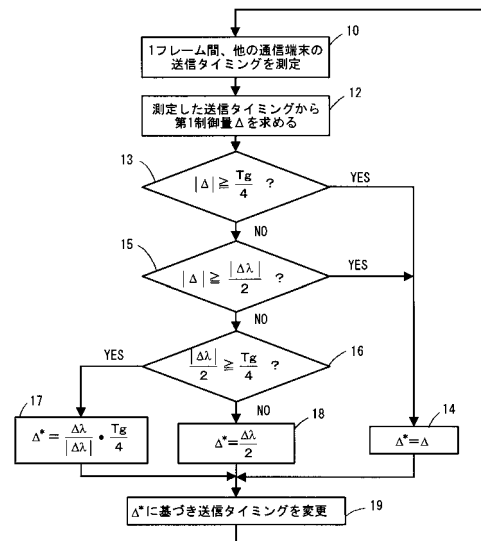
(54) 【発明の名称】 通信同期方法および通信端末

(57) 【要約】

【課題】基準局を必要としない通信同期方法において、同期に至るまでの収束時間が短い通信同期方法。

【解決手段】通信端末は、他の複数の通信端末の送信データを受信し、送信タイミング測定し(ステップ10)、送信タイミングから第1制御量を求める(ステップ12)。次に、最も絶対値の大きい送信タイミングとして、 $|\Delta| \geq Tg/4$ 、または $|\Delta| \geq \frac{|\Delta\lambda|}{2}$ である場合は、 $\Delta^* = \frac{\Delta\lambda}{2}$ とし、 $|\Delta| < Tg/4$ 、かつ $|\Delta| < \frac{|\Delta\lambda|}{2}$ の場合、つまりほぼ同期している状態である場合については、 $\Delta^* = \Delta/2$ (ただし上限を $Tg/4$ 、下限を $-Tg/4$ )、として第2制御量 $\Delta^*$ を決定する(ステップ13~18)。次に、第2制御量 $\Delta^*$ 分送信タイミングを変更してデータを送信する(ステップ19)。

【選択図】図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

時分割多元接続方式により通信を行う複数の第 1 通信端末で構成された通信システムを同期させる通信同期方法において、

第 1 通信端末は、

第 1 制御量 を、他の前記第 1 の通信端末の送信データを 1 フレームの間受信することで測定した他の前記第 1 の通信端末の送信タイミングにより求め、

他の前記第 1 の通信端末の送信タイミングのうち、最も絶対値が大きい送信タイミングを  $T_1$  として、

$|T_1 - T_2| < T_g / 2$  の場合は、前記第 1 制御量 を第 2 制御量  $T_2$  とし、

$|T_1 - T_2| > T_g / 2$  の場合は、絶対値が  $|T_1 - T_2| / 2$  以下で符号が  $T_1$  と同じある値を第 2 制御量  $T_2$  とし、

送信データを送信する際、前記第 2 制御量  $T_2$  に基づき送信タイミングを変更すること

を特徴とする通信同期方法。

## 【請求項 2】

時分割多元接続方式により通信を行う複数の第 1 通信端末で構成された通信システムを同期させる通信同期方法において、

前記通信システムは、ガード時間  $T_g$  を 2 単位時間以上、ここで 1 単位時間は時間制御量の最小単位、として設計され、

第 1 通信端末は、

第 1 制御量 を、他の前記第 1 の通信端末の送信データを 1 フレームの間受信することで測定した他の前記第 1 の通信端末の送信タイミングにより求め、

を  $0 < T_g / 2$  の定数として、

前記第 1 制御量 が、 $|T_1 - T_2| < T_g / 2$  である場合は、前記第 1 制御量 を第 2 制御量  $T_2$  とし、

前記第 1 制御量 が、 $|T_1 - T_2| > T_g / 2$  で、かつ、自己の送信タイミングと同期していない送信タイミングを測定した場合は、その同期していない送信タイミングと同一の符号で絶対値が  $|T_1 - T_2| / 2$  以下のある値を第 2 制御量  $T_2$  とし、

前記第 1 制御量 が、 $|T_1 - T_2| > T_g / 2$  で、かつ、自己の送信タイミングと同期していない送信タイミングを測定しなかった場合は、第 2 制御量  $T_2$  を 0 とし、

送信データを送信する際、前記第 2 制御量  $T_2$  に基づき送信タイミングを変更すること

を特徴とする通信同期方法。

## 【請求項 3】

時分割多元接続方式により通信を行う複数の第 1 通信端末で構成された通信システムを同期させる通信同期方法において、

前記通信システムは、ガード時間  $T_g$  を 2 単位時間以上、ここで 1 単位時間は時間制御量の最小単位、として設計され、

第 1 通信端末は、

第 1 制御量 を、他の前記第 1 の通信端末の送信データを 1 フレームの間受信することで測定した他の前記第 1 の通信端末の送信タイミングにより求め、

を  $0 < T_g / 2$  の定数、を他の前記第 1 の通信端末の送信タイミングのうち

、最も絶対値が大きい送信タイミングとして、

前記第 1 制御量 が、 $|T_1 - T_2| < T_g / 2$  である場合は、前記第 1 制御量 を第 2 制御量  $T_2$  とし、

前記第 1 制御量 が、 $|T_1 - T_2| > T_g / 2$  である場合であって、

$|T_1 - T_2| < T_g / 2$  の場合は、前記第 1 制御量 を第 2 制御量  $T_2$  とし、

$|T_1 - T_2| > T_g / 2$  の場合は、絶対値が  $|T_1 - T_2| / 2$  以下で符号が  $T_1$  と同じある値を第 2 制御量  $T_2$  とし、

10

20

30

40

50

送信データを送信する際、前記第 2 制御量 \* に基づき送信タイミングを変更すること、  
、  
を特徴とする通信同期方法。

【請求項 4】

時分割多元接続方式により通信を行う複数の第 1 通信端末で構成された通信システムを同期させる通信同期方法において、

前記通信システムは、ガード時間  $T_g$  を 2 単位時間以上、ここで 1 単位時間は時間制御の最小単位、として設計され、

第 1 通信端末は、

第 1 制御量 を、他の前記第 1 の通信端末の送信データを 1 フレームの間受信することで測定した他の前記第 1 の通信端末の送信タイミングにより求め、

を  $0 < T_g / 2$  の定数、を他の前記第 1 の通信端末の送信タイミングのうち、最も絶対値が大きい送信タイミングとして、

前記第 1 制御量 が、 $| \quad |$  である場合は、前記第 1 制御量 を第 2 制御量 \* とし、

前記第 1 制御量 が、 $| \quad | < \quad$  である場合は、 $( \quad + \quad ) / 2$  を第 2 制御量 \* とし、

送信データを送信する際、前記第 2 制御量 \* に基づき送信タイミングを変更すること

、

を特徴とする通信同期方法。

【請求項 5】

前記第 1 制御量 が、 $| \quad | < \quad$  で、 $| \quad | < | \quad / 2 |$  の場合であって、

$| \quad / 2 |$  である場合は、 $\pm$  (ただし符号は  $\quad$  と同一)、を第 2 制御量 \* とし、

$| \quad / 2 | < \quad$  である場合は、 $\quad / 2$  を第 2 制御量 \* とする、

ことを特徴とする請求項 3 に記載の通信同期方法。

【請求項 6】

前記第 1 制御量 が、 $| \quad | < \quad$  の場合であって、

$| ( \quad + \quad ) / 2 |$  である場合は、 $\pm$  (ただし符号は  $( \quad + \quad )$  と同一)、を第 2 制御量 \* とし、

$| ( \quad + \quad ) / 2 | < \quad$  である場合は、 $( \quad + \quad ) / 2$  を第 2 制御量 \* とする、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の通信同期方法。

【請求項 7】

前記  $\quad$  は、 $T_g / 2$  であることを特徴とする請求項 2 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の通信同期方法。

【請求項 8】

前記ガード時間  $T_g$  は、4 単位時間以上であり、

前記  $\quad$  は、 $T_g / 4$  であることを特徴とする請求項 2 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の通信同期方法。

【請求項 9】

前記通信システムに、まだ通信を開始していない第 2 通信端末が加入するとき、

前記第 2 通信端末は、

前記第 1 通信端末の送信データを 1 フレームの間受信することで前記第 1 通信端末の送信タイミングを測定し、

測定した前記第 1 通信端末の送信タイミングから第 1 制御量 を求め、

送信データを送信する際、前記第 1 制御量 に基づき送信タイミングを変更して送信し、前記通信システムに加入する、

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の通信同期方法。

【請求項 10】

時分割多元接続方式により通信を行う通信端末において、

、

、

、

、

、

10

20

30

40

50

前記通信端末は、  
 送信データを送信するデータ送信手段と、  
 他の前記通信端末の送信データを1フレームの間受信するデータ受信手段と、  
 前記データ受信手段により受信した他の前記通信端末の送信データの受信タイミングから各前記通信端末の送信タイミングを決定する送信タイミング決定手段と、  
 前記送信タイミング決定手段により求めた各前記通信端末の送信タイミングから、自己の第1制御量を決定する第1制御量決定手段と、

を他の前記第1の通信端末の送信タイミングのうち、最も絶対値が大きい送信タイミングとして、

| | | / 2 | の場合は、前記第1制御量を第2制御量 \* とし、  
 | | < | / 2 | の場合は、絶対値が | / 2 | 以下で符号が と同じある値を第2制御量 \* として、第2制御量 \* を決定する第2制御量決定手段と、

前記第2制御量決定手段により求めた第2制御量 \* に基づき、自己の前記通信端末の送信タイミングを変更する送信タイミング変更手段と、

を有することを特徴とする通信端末。

【請求項11】

時分割多元接続方式により通信を行う通信端末において、

ガード時間 T g は2単位時間以上、ここで1単位時間は時間制御量の最小単位、であり

前記通信端末は、  
 送信データを送信するデータ送信手段と、  
 他の前記通信端末の送信データを1フレームの間受信するデータ受信手段と、  
 前記データ受信手段により受信した他の前記通信端末の送信データの受信タイミングから各前記通信端末の送信タイミングを決定する送信タイミング決定手段と、  
 前記送信タイミング決定手段により求めた各前記通信端末の送信タイミングから、自己の第1制御量を決定する第1制御量決定手段と、

を  $0 < T g / 2$  の定数として、

前記第1制御量が、 | | である場合は、前記第1制御量を第2制御量 \* とし、

前記第1制御量が、 | | < で、かつ、自己の送信タイミングと同期していない送信タイミングを測定した場合は、その同期していない送信タイミングと同一の符号で絶対値が 以下のある値を第2制御量 \* とし、

前記第1制御量が、 | | < で、かつ、自己の送信タイミングと同期していない送信タイミングを測定しなかった場合は、第2制御量 \* を0として、第2制御量 \* を決定する第2制御量決定手段と、

前記第2制御量決定手段により求めた第2制御量 \* に基づき、自己の前記通信端末の送信タイミングを変更する送信タイミング変更手段と、

を有することを特徴とする通信端末。

【請求項12】

時分割多元接続方式により通信を行う通信端末において、

ガード時間 T g は2単位時間以上、ここで1単位時間は時間制御量の最小単位、であり

前記通信端末は、  
 送信データを送信するデータ送信手段と、  
 他の前記通信端末の送信データを1フレームの間受信するデータ受信手段と、  
 前記データ受信手段により受信した他の前記通信端末の送信データの受信タイミングから各前記通信端末の送信タイミングを決定する送信タイミング決定手段と、  
 前記送信タイミング決定手段により求めた各前記通信端末の送信タイミングから、自己の第1制御量を決定する第1制御量決定手段と、

を  $0 < T g / 2$  の定数、 を他の前記第1の通信端末の送信タイミングのうち

10

20

30

40

50

、最も絶対値が大きい送信タイミングとして、

前記第 1 制御量 が、 $| \quad |$  である場合は、前記第 1 制御量 を第 2 制御量 \* とし、

前記第 1 制御量 が、 $| \quad | < \quad$  である場合であって、

$| \quad | \quad | \quad / 2 |$  の場合は、前記第 1 制御量 を第 2 制御量 \* とし、

$| \quad | < | \quad / 2 |$  の場合は、絶対値が  $| \quad / 2 |$  以下で符号が \* と同じある値を第 2 制御量 \* として、第 2 制御量 \* を決定する第 2 制御量決定手段と、

前記第 2 制御量決定手段により求めた第 2 制御量 \* に基づき、自己の前記通信端末の送信タイミングを変更する送信タイミング変更手段と、

を有することを特徴とする通信端末。

10

#### 【請求項 1 3】

時分割多元接続方式により通信を行う通信端末において、

ガード時間  $T_g$  は 2 単位時間以上、ここで 1 単位時間は時間制御量の最小単位、であり、

前記通信端末は、

送信データを送信するデータ送信手段と、

他の前記通信端末の送信データを 1 フレームの間受信するデータ受信手段と、

前記データ受信手段により受信した他の前記通信端末の送信データの受信タイミングから各前記通信端末の送信タイミングを決定する送信タイミング決定手段と、

前記送信タイミング決定手段により求めた各前記通信端末の送信タイミングから、自己の第 1 制御量 を決定する第 1 制御量決定手段と、

を  $0 < \quad T_g / 2$  の定数、 $\quad$  を他の前記第 1 の通信端末の送信タイミングのうち

、最も絶対値が大きい送信タイミングとして、

前記第 1 制御量 が、 $| \quad |$  である場合は、前記第 1 制御量 を第 2 制御量 \* とし、

前記第 1 制御量 が、 $| \quad | < \quad$  である場合は、 $( \quad + \quad ) / 2$  を第 2 制御量 \* とし、第 2 制御量 \* を決定する第 2 制御量決定手段と、

前記第 2 制御量決定手段により求めた第 2 制御量 \* に基づき、自己の前記通信端末の送信タイミングを変更する送信タイミング変更手段と、

を有することを特徴とする通信端末。

30

#### 【請求項 1 4】

前記第 2 制御量決定手段は、

前記第 1 制御量 が、 $| \quad | < \quad$  で、 $| \quad | < | \quad / 2 |$  の場合であって、

$| \quad / 2 |$  である場合は、 $\pm$  (ただし符号は \* と同一)、を第 2 制御量 \* とし、

$| \quad / 2 | < \quad$  である場合は、 $\quad / 2$  を第 2 制御量 \* とする、

ことを特徴とする請求項 1 2 に記載の通信端末。

#### 【請求項 1 5】

前記第 2 制御量決定手段は、

前記第 1 制御量 が、 $| \quad | < \quad$  の場合であって、

$| ( \quad + \quad ) / 2 |$  である場合は、 $\pm$  (ただし符号は  $( \quad + \quad )$  と同一)、を第 2 制御量 \* とし、

$| ( \quad + \quad ) / 2 | < \quad$  である場合は、 $( \quad + \quad ) / 2$  を第 2 制御量 \* とする、

ことを特徴とする請求項 1 3 に記載の通信端末。

40

#### 【請求項 1 6】

前記  $\quad$  は、 $T_g / 2$  であることを特徴とする請求項 1 1 ないし請求項 1 5 のいずれか 1 項に記載の通信端末。

#### 【請求項 1 7】

前記ガード時間  $T_g$  は、4 単位時間以上であり、

前記  $\quad$  は、 $T_g / 4$  であることを特徴とする請求項 1 1 ないし請求項 1 5 のいずれか 1

50

項に記載の通信端末。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、時分割多元接続方式により複数の通信端末が通信を行う通信システムにおいて、通信の同期の基準となる基地局を持たずとも複数の通信端末間の通信を同期させることができる通信同期方法に関するもので、特に、同期するまでの時間を短縮させた通信同期方法に関するものである。また、その通信同期方法に用いる通信端末に関するものである。

【背景技術】

10

【0002】

基地局のような基準となる局を持たずに、複数の通信端末が時分割多元接続方式により通信を行っている場合に、通信端末間において送信タイミングの同期を取る方法として、特許文献1、2の方法が知られている。

【0003】

特許文献1、2に示された通信同期方法は、各通信端末の送信タイミング（自己のロットタイミングを基準とした、他の通信端末の送信ロットタイミングの基準からのずれ）を測定し、測定した送信タイミングの平均や最多のタイミングに合わせるものである。

【特許文献1】特開平9-46762

20

【特許文献2】特開2007-104621

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、特許文献1、2では、同期に至るまでの収束時間について考察されておらず、通信への加入、脱退が頻繁に生じるような、通信環境の変化が著しい場合であっても、すみやかに通信の同期をとることができるのかどうか、特許文献1、2の記述からは不明である。

【0005】

そこで本発明の目的は、基準局を持たない通信システムにおいて、同期に至るまでの収束時間が短縮された通信同期方法、およびその通信システムに用いる通信端末である。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

第1の発明は、時分割多元接続方式により通信を行う複数の第1通信端末で構成された通信システムを同期させる通信同期方法において、第1通信端末は、第1制御量を、他の第1の通信端末の送信データを1フレームの間受信することで測定した他の第1の通信端末の送信タイミングにより求め、他の第1の通信端末の送信タイミングのうち、最も絶対値が大きい送信タイミングを  $T_1$  として、 $|T_1 - T_2| > T_g / 2$  の場合は、第1制御量を第2制御量  $T_2$  とし、 $|T_1 - T_2| < T_g / 2$  の場合は、絶対値が  $|T_1 - T_2|$  以下で符号が  $T_1$  と同じある値を第2制御量  $T_2$  とし、送信データを送信する際、第2制御量  $T_2$  に基づき送信タイミングを変更すること、を特徴とする通信同期方法である。

40

【0007】

第2の発明は、時分割多元接続方式により通信を行う複数の第1通信端末で構成された通信システムを同期させる通信同期方法において、通信システムは、ガード時間  $T_g$  を2単位時間以上、ここで1単位時間は時間制御量の最小単位、として設計され、第1通信端末は、第1制御量  $T_1$  を、他の第1の通信端末の送信データを1フレームの間受信することで測定した他の第1の通信端末の送信タイミングにより求め、 $T_1 > T_g / 2$  の定数として、第1制御量  $T_1$  が、 $|T_1 - T_2| > T_g / 2$  である場合は、第1制御量  $T_1$  を第2制御量  $T_2$  とし、第1制御量  $T_1$  が、 $|T_1 - T_2| < T_g / 2$  で、かつ、自己の送信タイミングと同期していない送信タイミングを測定した場合は、その同期していない送信タイミングと同一の符号で絶対値

50

が以下のある値を第2制御量 $\tau^*$ とし、第1制御量 $\tau$ が、 $|\tau| < \tau_g/2$ で、かつ、自己の送信タイミングと同期していない送信タイミングを測定しなかった場合は、第2制御量 $\tau^*$ を0とし、送信データを送信する際、第2制御量 $\tau^*$ に基づき送信タイミングを変更すること、を特徴とする通信同期方法である。

【0008】

第3の発明は、時分割多元接続方式により通信を行う複数の第1通信端末で構成された通信システムを同期させる通信同期方法において、通信システムは、ガード時間 $T_g$ を2単位時間以上、ここで1単位時間は時間制御の最小単位、として設計され、第1通信端末は、第1制御量 $\tau$ を、他の第1の通信端末の送信データを1フレームの間受信することで測定した他の第1の通信端末の送信タイミングにより求め、 $\tau$ を $0 < \tau < T_g/2$ の定数、 $\tau$ を他の第1の通信端末の送信タイミングのうち、最も絶対値が大きい送信タイミングとして、第1制御量 $\tau$ が、 $|\tau| < T_g/2$ である場合は、第1制御量 $\tau$ を第2制御量 $\tau^*$ とし、第1制御量 $\tau$ が、 $|\tau| < T_g/2$ である場合であって、 $|\tau| > T_g/2$ の場合は、第1制御量 $\tau$ を第2制御量 $\tau^*$ とし、 $|\tau| < T_g/2$ の場合は、絶対値が $|\tau|/2$ 以下で符号が $\tau$ と同じある値を第2制御量 $\tau^*$ とし、送信データを送信する際、第2制御量 $\tau^*$ に基づき送信タイミングを変更すること、を特徴とする通信同期方法である。

10

【0009】

第4の発明は、時分割多元接続方式により通信を行う複数の第1通信端末で構成された通信システムを同期させる通信同期方法において、通信システムは、ガード時間 $T_g$ を2単位時間以上、ここで1単位時間は時間制御の最小単位、として設計され、第1通信端末は、第1制御量 $\tau$ を、他の前記第1の通信端末の送信データを1フレームの間受信することで測定した他の前記第1の通信端末の送信タイミングにより求め、 $\tau$ を $0 < \tau < T_g/2$ の定数、 $\tau$ を他の第1の通信端末の送信タイミングのうち、最も絶対値が大きい送信タイミングとして、第1制御量 $\tau$ が、 $|\tau| < T_g/2$ である場合は、第1制御量 $\tau$ を第2制御量 $\tau^*$ とし、第1制御量 $\tau$ が、 $|\tau| < T_g/2$ である場合は、 $(\tau + T_g/2)/2$ を第2制御量 $\tau^*$ とし、送信データを送信する際、第2制御量 $\tau^*$ に基づき送信タイミングを変更すること、を特徴とする通信同期方法である。

20

【0010】

本発明にいう他の第1通信端末の送信タイミングとは、自己のスロットタイミングを基準とした、他の第1通信端末の送信スロットタイミングの基準からのずれのことである。

30

【0011】

ここで、ある通信端末のスロットタイミングとは、1フレームを複数のスロットに分割した時のスロットの先頭のタイミングである。一般には各通信端末のスロットタイミングは同期していない。ここで同期とは、ある通信端末のスロットタイミングが、そのある通信端末から見た他の各通信端末のスロットタイミングと一致していることを意味し、通信システムが単位時間ごとの制御である場合は、1単位時間程度の拡がりをもってスロットタイミングが一致していることを意味する。

【0012】

第1制御量 $\tau$ は、送信タイミングの平均値や中央値を第1制御量 $\tau$ としたり、送信タイミングのうち最も頻度の大きいタイミングを第1制御量 $\tau$ とする、などの方法がある。また、分散を考慮して第1制御量 $\tau$ を求めてもよい。

40

【0013】

第5の発明は、第3の発明において、第1制御量 $\tau$ が、 $|\tau| < T_g/2$ で、 $|\tau| < T_g/2$ の場合であって、 $|\tau| > T_g/2$ である場合は、 $\pm \tau$ （ただし符号は $\tau$ と同一）、を第2制御量 $\tau^*$ とし、 $|\tau| < T_g/2$ である場合は、 $(\tau + T_g/2)/2$ を第2制御量 $\tau^*$ とする、ことを特徴とする通信同期方法である。

【0014】

第6の発明は、第4の発明において、第1制御量 $\tau$ が、 $|\tau| < T_g/2$ の場合であって、 $|\tau| > T_g/2$ である場合は、 $\pm \tau$ （ただし符号は $(\tau + T_g/2)$ と同一）、を第

50

2 制御量  $\tau$  とし、 $|\tau + T_g| / 2 < T_g / 2$  である場合は、 $T_g / 2$  を第 2 制御量  $\tau$  とする、ことを特徴とする通信同期方法である。

【0015】

第 7 の発明は、第 2 の発明から第 6 の発明において、 $\tau$  は、 $T_g / 2$  であることを特徴とする通信同期方法である。

【0016】

第 8 の発明は、第 2 の発明から第 6 の発明において、ガード時間  $T_g$  は、4 単位時間以上であり、 $\tau$  は、 $T_g / 4$  であることを特徴とする通信同期方法である。

【0017】

第 9 の発明は、第 1 の発明から第 6 の発明において、通信システムに、まだ通信を開始していない第 2 通信端末が加入するとき、第 2 通信端末は、第 1 通信端末の送信データを 1 フレームの間受信することで第 1 通信端末の送信タイミングを測定し、測定した第 1 通信端末の送信タイミングから第 1 制御量  $\tau$  を求め、送信データを送信する際、第 1 制御量  $\tau$  に基づき送信タイミングを変更して送信し、通信システムに加入する、ことを特徴とする通信同期方法である。

10

【0018】

第 10 の発明は、時分割多元接続方式により通信を行う通信端末において、通信端末は、送信データを送信するデータ送信手段と、他の通信端末の送信データを 1 フレームの間受信するデータ受信手段と、データ受信手段により受信した他の通信端末の送信データの受信タイミングから各通信端末の送信タイミングを決定する送信タイミング決定手段と、送信タイミング決定手段により求めた各通信端末の送信タイミングから、自己の第 1 制御量  $\tau$  を決定する第 1 制御量決定手段と、 $\tau$  を他の第 1 の通信端末の送信タイミングのうち、最も絶対値が大きい送信タイミングとして、 $|\tau - T_g| / 2$  の場合は、第 1 制御量  $\tau$  を第 2 制御量  $\tau$  とし、 $|\tau| < |\tau - T_g| / 2$  の場合は、絶対値が  $|\tau - T_g| / 2$  以下で符号が  $\tau$  と同じある値を第 2 制御量  $\tau$  として、第 2 制御量  $\tau$  を決定する第 2 制御量決定手段と、第 2 制御量決定手段により求めた第 2 制御量  $\tau$  に基づき、自己の通信端末の送信タイミングを変更する送信タイミング変更手段と、を有することを特徴とする通信端末である。

20

【0019】

第 11 の発明は、時分割多元接続方式により通信を行う通信端末において、ガード時間  $T_g$  は 2 単位時間以上、ここで 1 単位時間は時間制御量の最小単位、であり、通信端末は、送信データを送信するデータ送信手段と、他の通信端末の送信データを 1 フレームの間受信するデータ受信手段と、データ受信手段により受信した他の通信端末の送信データの受信タイミングから各通信端末の送信タイミングを決定する送信タイミング決定手段と、送信タイミング決定手段により求めた各通信端末の送信タイミングから、自己の第 1 制御量  $\tau$  を決定する第 1 制御量決定手段と、 $\tau$  を  $0 < \tau < T_g / 2$  の定数として、第 1 制御量  $\tau$  が、 $|\tau - T_g| / 2$  である場合は、第 1 制御量  $\tau$  を第 2 制御量  $\tau$  とし、第 1 制御量  $\tau$  が、 $|\tau| < |\tau - T_g| / 2$  で、かつ、自己の送信タイミングと同期していない送信タイミングを測定した場合は、その同期していない送信タイミングと同一の符号で絶対値が  $|\tau - T_g| / 2$  以下のある値を第 2 制御量  $\tau$  とし、第 1 制御量  $\tau$  が、 $|\tau| < |\tau - T_g| / 2$  で、かつ、自己の送信タイミングと同期していない送信タイミングを測定しなかった場合は、第 2 制御量  $\tau$  を 0 とし、第 2 制御量  $\tau$  を決定する第 2 制御量決定手段と、第 2 制御量決定手段により求めた第 2 制御量  $\tau$  に基づき、自己の通信端末の送信タイミングを変更する送信タイミング変更手段と、を有することを特徴とする通信端末である。

30

40

【0020】

第 12 の発明は、時分割多元接続方式により通信を行う通信端末において、ガード時間  $T_g$  は 2 単位時間以上、ここで 1 単位時間は時間制御量の最小単位、であり、通信端末は、送信データを送信するデータ送信手段と、他の通信端末の送信データを 1 フレームの間受信するデータ受信手段と、データ受信手段により受信した他の通信端末の送信データの受信タイミングから各通信端末の送信タイミングを決定する送信タイミング決定手段と、

50



送信タイミング決定手段により求めた各通信端末の送信タイミングから、自己の第1制御量を決定する第1制御量決定手段と、 $\tau$ を $0 < \tau < T_g / 2$ の定数、 $\tau$ を他の第1の通信端末の送信タイミングのうち、最も絶対値が大きい送信タイミングとして、第1制御量が、 $|\tau|$ である場合は、第1制御量を第2制御量 $\tau^*$ とし、第1制御量が、 $|\tau| < T_g / 2$ である場合であって、 $|\tau| < T_g / 2$ の場合は、第1制御量を第2制御量 $\tau^*$ とし、 $|\tau| < T_g / 2$ の場合は、絶対値が $|\tau|$ 以下で符号が $\tau$ と同じある値を第2制御量 $\tau^*$ として、第2制御量 $\tau^*$ を決定する第2制御量決定手段と、第2制御量決定手段により求めた第2制御量 $\tau^*$ に基づき、自己の通信端末の送信タイミングを変更する送信タイミング変更手段と、 $\tau$ を有することを特徴とする通信端末である。

10

## 【0021】

第13の発明は、時分割多元接続方式により通信を行う通信端末において、ガード時間 $T_g$ は2単位時間以上、ここで1単位時間は時間制御量の最小単位、であり、通信端末は、送信データを送信するデータ送信手段と、他の通信端末の送信データを1フレームの間受信するデータ受信手段と、データ受信手段により受信した他の通信端末の送信データの受信タイミングから各通信端末の送信タイミングを決定する送信タイミング決定手段と、送信タイミング決定手段により求めた各通信端末の送信タイミングから、自己の第1制御量を決定する第1制御量決定手段と、 $\tau$ を $0 < \tau < T_g / 2$ の定数、 $\tau$ を他の第1の通信端末の送信タイミングのうち、最も絶対値が大きい送信タイミングとして、第1制御量が、 $|\tau|$ である場合は、第1制御量を第2制御量 $\tau^*$ とし、第1制御量が、 $|\tau| < T_g / 2$ である場合は、 $(\tau + T_g / 2)$  / 2を第2制御量 $\tau^*$ として、第2制御量 $\tau^*$ を決定する第2制御量決定手段と、第2制御量決定手段により求めた第2制御量 $\tau^*$ に基づき、自己の通信端末の送信タイミングを変更する送信タイミング変更手段と、 $\tau$ を有することを特徴とする通信端末である。

20

## 【0022】

第14の発明は、第12の発明において、第2制御量決定手段は、第1制御量が、 $|\tau| < T_g / 2$ で、 $|\tau| < T_g / 2$ の場合であって、 $|\tau| < T_g / 2$ である場合は、 $\pm \tau$ （ただし符号は $\tau$ と同一）、を第2制御量 $\tau^*$ とし、 $|\tau| < T_g / 2$ である場合は、 $(\tau + T_g / 2)$  / 2を第2制御量 $\tau^*$ とする、ことを特徴とする通信端末である。

30

## 【0023】

第15の発明は、第13の発明において、第2制御量決定手段は、第1制御量が、 $|\tau| < T_g / 2$ の場合であって、 $|\tau| < T_g / 2$ である場合は、 $\pm \tau$ （ただし符号は $(\tau + T_g / 2)$ と同一）、を第2制御量 $\tau^*$ とし、 $|\tau| < T_g / 2$ である場合は、 $(\tau + T_g / 2)$  / 2を第2制御量 $\tau^*$ とする、ことを特徴とする通信端末である。

## 【0024】

第16の発明は、第11の発明から第15の発明において、 $\tau$ は、 $T_g / 2$ であることを特徴とする通信端末である。

## 【0025】

第17の発明は、第11の発明から第15の発明において、ガード時間 $T_g$ は、4単位時間以上であり、 $\tau$ は、 $T_g / 4$ であることを特徴とする通信端末である。

40

## 【発明の効果】

## 【0026】

第1～4の発明によると、通信タイミングがほぼ同期してはいるが、いくつかの通信端末の送信タイミング外れているような場合に、その外れた送信タイミング側に一定量自己の送信タイミングを移動させるように動作させることができる。そのため、従来の平均や最頻値などに送信タイミングを合わせる方法よりも同期に至る時間を短くすることができる。

## 【0027】

また、第5の発明のように、第1制御量が $|\tau| < T_g / 2$ で、 $|\tau| < T_g / 2$ の場合の第2制御量 $\tau^*$ を、 $(\tau + T_g / 2)$  / 2（ただし上限を $T_g / 2$ 、下限を $-T_g / 2$ ）とすることで、同期へ

50

の収束をより早くすることができる。

【0028】

また、第6の発明のように、第1制御量が  $| \quad | <$  の場合の第2制御量  $\quad$  を、 $( \quad + \quad ) / 2$  (ただし上限を  $\quad$ 、下限を  $- \quad$ ) とすることで、同期への収束をより早くすることができる。

【0029】

また、第7の発明のように、 $\quad$  を  $Tg / 2$  とすることができ、送信タイミングの制御量がガード時間  $Tg$  を超えないように送信タイミングの制御をすることができる。特に、第8の発明のように、ガード時間  $Tg$  が4単位時間以上である場合は、 $\quad$  を  $Tg / 4$  とすれば、自己の送信の数スロット手前の時間を第1、2制御量の算出に用いることを考慮した場合であっても、送信タイミングの制御量がガード時間  $Tg$  を超えないように送信タイミングの制御をすることができ、さらに同期への収束が早くなり望ましい。

10

【0030】

第9の発明によると、効率的に通信に参加することができる。

【0031】

また、第10～17の発明である通信端末を用いることで、完全自律で送信タイミングを同期することが可能で、同期に至るまでの収束時間が短い通信システムを構成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

以下、本発明の具体的な実施例を図を参照にしながら説明するが、本発明はそれらの実施例に限定されるものではない。

20

【実施例1】

【0033】

実施例1は、通信の同期の際に基準となるような基地局を持たずに、複数の通信端末が時分割多元接続方式により通信している場合に、その通信を同期させる方法である。

【0034】

まず、実施例1の通信方式である時分割多元接続方式の概要について説明する。

【0035】

この通信システムでは、単位時間ごとに時間を制御するように設計されている。また、フレーム長およびスロット長は、それぞれ特定の値  $T1$ 、 $T$  に固定されて、各スロットにはガード時間  $Tg$  が設けられて、その長さ  $Tg$  は4単位時間以上である。ガード時間  $Tg$  は、伝搬遅延や処理遅延などを考慮して設けられた時間である。通信端末は、1スロットをデータ送信に使用し、1フレームを周期としてデータ送信を繰り返す。データ送信に使用するスロット以外のスロットにおいては受信状態にあるものとする。

30

【0036】

また、以下において他の通信端末の送信タイミングとは、自己の1スロット長を基準とし、他の通信端末の送信データが基準となる1スロット長のどのタイミングで送信されたかを示すものとする。言い換えれば、自己のスロットタイミング(スロットの先頭のタイミング)と他の通信端末の送信スロットタイミングとの差である。送信タイミングの符号については、自己のスロットタイミングに対して遅れているのを+、進んでいるのを-とする。したがって、他の通信端末の送信タイミングは、 $-T/2 \sim T/2$  の範囲の値である。

40

【0037】

図1(a)は、スロット分割の例について示している。送信から次の送信までの時間間隔  $T1$  が1フレーム長である。1フレーム長は、一定の時間間隔  $T$  で各スロットに分割されていて、 $T$  が1スロット長である。各スロットには、図1(c)に示すように、ガード時間  $Tg$  が設けられている。

【0038】

また、図1(b)は、自己の通信端末が測定した他の通信端末A、B、Cの送信タイミ

50

ングを示している。通信端末 A、B、C の送信タイミングは、自己のスロットタイミングと通信端末 A、B、C の送信スロットタイミングとの差であり、それぞれ  $T_a$ 、 $T_b$ 、 $T_c$  である。通信端末 A の送信スロットタイミングは自己のスロットタイミングに対して進んでいるので、 $T_a$  は負の値であり、通信端末 B、C の送信スロットタイミングは自己のスロットタイミングに対して遅れているので、 $T_b$ 、 $T_c$  は正の値となる。

【0039】

各通信端末は、自律的に自己の送信タイミングを変更する動作を繰り返し行い、送信タイミングの同期を図っている。各通信端末の動作は、通信への加入手順と加入後の同期手順に分けられる。

【0040】

図2のフローチャートは、その同期手順を示している。以下、図2のフローチャートに基づき、実施例1の通信同期方法における同期手順について説明する。

【0041】

通信端末は、自己のデータ送信の数スロット手前を基点として1フレームの間、受信しうるすべての通信端末の送信データを受信し、自己のスロットタイミングと受信タイミングとの差から、他の通信端末の送信タイミングを測定する(ステップ10)。この基点から1フレーム間に測定される送信タイミングが、後に述べる第1制御量、第2制御量の算出に用いられる。基点から自己のデータ送信までの間の時間は、第1制御量、第2制御量の算出のために使われる時間である。基点よりも前に測定された送信タイミングが今回の第1制御量、第2制御量の算出に用いられ、基点より後に測定される送信タイミングについては、次の第1制御量、第2制御量の算出に用いられる。

【0042】

たとえば、図1のように基点  $T_2$  を自己のデータ送信の2スロット前とし、図1(b)のように通信端末 A、B、C の送信タイミングを測定した場合、今回の自己の送信タイミング  $T_3$  の制御のための第1制御量、第2制御量の算出に用いられるのは、 $T_3$  より2スロット前の基点  $T_2$  から1フレーム前の基点  $T_2'$  までの時間  $T_4$  の間に測定した送信タイミングである。つまり、前回の自己の送信の後に測定した通信端末 A、B の送信タイミング  $T_a$ 、 $T_b$  と、前回の自己の送信の前に測定した通信端末 C の送信タイミング  $T_c'$  である。前回の自己の送信の後に測定した通信端末 C の送信タイミング  $T_c$  については、次の自己の送信タイミング制御のための第1制御量、第2制御量の算出に用いられる。

【0043】

次に、測定した送信タイミングの相加平均を求め、その値を第1制御量とする(ステップ12)。他の第1制御量の求め方としては、送信タイミングの相乗平均、調和平均などの相加平均以外の平均値や、送信タイミングの中央値を第1制御量としたり、送信タイミングのうち最も頻度の大きいタイミングを第1制御量とする、などの方法がある。また、分散を考慮して第1制御量を求めてもよい。たとえば、分散の値がある値より小さい場合には送信タイミングの平均値を第1制御量とし、分散の値がある値以上の場合には、自己の送信タイミングを変更したときに最も分散の小さくなる送信タイミングの制御量を第1制御量としてもよい。また、送信タイミングは  $-T/2 \sim T/2$  の範囲の値であるから、第1制御量は  $-T/2 \sim T/2$  の範囲を取り得る。

【0044】

この第1制御量を求めるステップ12の動作は、実際に1フレームの間測定したあとで実行する必要はなく、データを受信して送信タイミングを測定する毎に、逐次第1制御量を修正し、その時点での第1制御量を求めるようにしてもよい。たとえば、第1制御量を相加平均とする場合は、 $i$  番目の送信タイミングを測定した時点での第1制御量を  $\mu_i$  とし、 $i+1$  番目の送信タイミング  $t_{i+1}$  を測定した時点での第1制御量  $\mu_{i+1}$  は、 $\mu_{i+1} = (i * \mu_i + t_{i+1}) / (i + 1)$  であるから、この漸化式から逐次的に第1制御量を求めることができる。

【0045】

10

20

30

40

50

次に、第1制御量  $\tau$  と、測定した送信タイミングのうち、最も絶対値の大きい送信タイミング  $\tau_{max}$  とから、第2制御量  $\tau^*$  を求める。以下に述べるステップ13～18が第2制御量  $\tau^*$  を求める手順である。

【0046】

まず、第1制御量  $\tau$  の絶対値がガード時間  $T_g$  の4分の1以上であるかどうかを判定する(ステップ13)。このステップ13は、本発明における  $|\tau| \geq T_g/4$  か  $|\tau| < T_g/4$  の場合分けで、 $|\tau| \geq T_g/4$  としたものに相当している。 $|\tau| \geq T_g/4$  であれば、第2制御量  $\tau^*$  を第1制御量  $\tau$  とし(ステップ14)、 $|\tau| < T_g/4$  であれば、ステップ15へ進む。

【0047】

ステップ15では、第1制御量  $\tau$  と、最も絶対値の大きい送信タイミング  $\tau_{max}$  の2分の1のうち、どちらが絶対値が大きいかを判定する。 $|\tau| \geq |\tau_{max}|/2$  であれば、第2制御量  $\tau^*$  を第1制御量  $\tau$  とし(ステップ14)、 $|\tau| < |\tau_{max}|/2$  であれば、ステップ16へ進む。

【0048】

ステップ16～18では、第2制御量  $\tau^*$  を  $\tau_{max}/2$  (ただし上限を  $T_g/4$ 、下限を  $-T_g/4$ ) とする。すなわち、 $|\tau_{max}|/2$  がガード時間  $T_g$  の4分の1以上であるかどうかを判定し(ステップ16)、 $|\tau_{max}|/2 \geq T_g/4$  であれば  $\tau^* = \tau_{max}/2$ 、 $|\tau_{max}|/2 < T_g/4$ 、つまり、第2制御量  $\tau^*$  は、 $\tau_{max}$  の方へ自己の送信タイミングを  $T_g/4$  移動させる量とし(ステップ17)、 $|\tau_{max}|/2 < T_g/4$  であれば  $\tau^* = \tau_{max}/2$  とする(ステップ18)。

【0049】

次に、ステップ13～18の手順により求めた第2制御量  $\tau^*$  に基づいて、送信タイミングを変更してデータを送信する(ステップ19)。その後ステップ10に戻る。

【0050】

以上が実施例1の通信同期手順である。

【0051】

ここで、第2制御量  $\tau^*$  をステップ13～18のようにして決定したのは、以下に説明する各条件を満たすように第2制御量  $\tau^*$  を決定したためである。

【0052】

まず第1の条件として、第2制御量  $\tau^*$  は、送信タイミングの平均や最頻値などである第1制御量  $\tau$  に送信タイミングを揃えることから大きく逸脱しないような値であることである。

【0053】

第2の条件として、ほぼ同期している場合には、第2制御量  $\tau^*$  は、そのほぼ同期した状態を維持する範囲の値であることである。ほぼ同期しているとは、第1制御量  $\tau$  が  $-T_g/2$  から  $T_g/2$  の範囲以内である場合である。この範囲内であると、自己の送信タイミングはガード時間  $T_g$  内にあり、データパケットの衝突が防止される範囲内である。したがって、第2制御量  $\tau^*$  も、ほぼ同期した状態を維持するため、 $-T_g/2$  から  $T_g/2$  の範囲以内である必要がある。この範囲で送信タイミングを制御すれば、送信タイミングを早める通信端末と、遅らせる通信端末があったとしても、両者の送信タイミングの差はガード時間  $T_g$  内に納まり、ほぼ同期した状態を維持できることになる。ガード時間  $T_g$  を超えて送信タイミングが制御されることになると、データパケットの衝突防止のためにガード時間  $T_g$  を設定した趣旨に反することになり、データパケットの衝突が発生してしまう可能性がある。また、第1の条件に反することにもなる。

【0054】

以上の第2の条件から、ほぼ同期している場合 ( $|\tau| < T_g/2$ ) には、第2制御量  $\tau^*$  を  $-T_g/2$  から  $T_g/2$  の範囲以内のある値とする必要がある。

【0055】

第3の条件として、自己のデータ送信の数スロット手前の時間は、第1制御量  $\tau$ 、第2

10

20

30

40

50

制御量  $\tau$  の算出に使われ、この間に測定した送信タイミングは、次回の第 1 制御量  $\tau$  算出に用いられることを考慮することである。たとえば図 1 ( a )、( b ) の場合は、通信端末 C の送信タイミングは、自己の送信の 2 スロット前であり、直後の自己の送信タイミングの制御時に、直前の通信端末 C の送信タイミングは反映されず、次回の自己の送信タイミングの制御時に、前回の通信端末 C の送信タイミングが反映される。その次回の自己の送信タイミングの制御までの間に、通信端末 C は 2 回送信タイミングを制御することになる。この 2 回の制御によってガード時間  $T_g$  を超えないためには、第 2 の条件におけるほぼ同期している状態を、第 1 制御量  $\tau$  が  $-T_g/4$  から  $T_g/4$  の範囲以内である場合とし、第 2 制御量  $\tau'$  を  $-T_g/4$  から  $T_g/4$  の範囲以内のある値とする必要がある。

【 0 0 5 6 】

第 4 の条件として、第 2 制御量  $\tau'$  は、最も離れた送信タイミング、つまり最も絶対値の大きい送信タイミング  $\tau$  の方に、なるべく大きく送信タイミングを動かすような値であることである。これは、より同期への収束を早めるためである。ただし、最も離れた送信タイミングである通信端末も、自己の送信タイミング側へ送信タイミングを動かす可能性があり、自己の送信タイミングが  $\tau$  と  $\tau'$  を行ったり来たりする場合が想定される。したがって、2 つの通信端末間のハンチングを防止するためには、第 2 制御量  $\tau'$  は  $|\tau|/2$  以下の値であることが必要である。また、第 1 の条件に反しないように、第 1 制御量  $\tau$  の方が  $|\tau'|/2$  よりも離れている場合には、第 2 制御量  $\tau'$  を第 1 制御量  $\tau$  とし、第 1 制御量  $\tau$  に送信タイミングを揃えることから大きく逸脱しないようにする。

【 0 0 5 7 】

第 1 ~ 4 の条件をすべて満たすように決めた第 2 制御量  $\tau'$  が、ステップ 1 3 ~ 1 8 に示したものであり、 $|\tau'| \leq T_g/4$ 、または  $|\tau'| \leq |\tau|/2$  である場合は、 $\tau' = \tau$  とし、 $|\tau'| < T_g/4$ 、かつ  $|\tau'| < |\tau|/2$  の場合、つまりほぼ同期している状態である場合については、 $\tau' = |\tau|/2$  (ただし上限を  $T_g/4$ 、下限を  $-T_g/4$ )、として第 2 制御量  $\tau'$  を決定するものである。

【 0 0 5 8 】

次に、まだ通信を開始していない通信端末が新規に通信に加入する方法を、図 3 に示すフローチャートをもとに説明する。

【 0 0 5 9 】

まず、ある時点から 1 フレームの間、他の受信しうるすべての通信端末の送信データを受信する。そして、自己のスロットタイミングと、そのデータ受信のタイミングとの差から、他の通信端末の送信タイミングを測定する (ステップ 2 2)。ある時点とは、たとえば、通信端末の電源が入った直後などである。

【 0 0 6 0 】

次に、他の通信端末が送信データの送信に使用していない空きスロット (送信データの送信間隔が 1 スロット長  $T$  よりも長い区間) を特定する (ステップ 2 4)。

【 0 0 6 1 】

次に、ステップにおいて測定した送信タイミングを用いて、自己の第 1 制御量  $\tau$  を求める (ステップ 2 6)。

【 0 0 6 2 】

次に、第 1 制御量  $\tau$  に基づき、送信タイミングを変更して空きスロットに送信データを送信、つまり通信に加入する。このとき、送信データに、自己の位置情報を含ませる (ステップ 2 8)。その後、図 2 のステップ 1 0 に移行する。

【 0 0 6 3 】

以上が実施例 1 の通信加入手順である。

【 0 0 6 4 】

この実施例 1 の通信同期方法によると、送信タイミングの平均や最頻値などである第 1 制御量  $\tau$  に送信タイミングを揃えることから大きく逸脱することなく、かつ、通信がほぼ同期している場合にはその同期のタイミングを維持できる範囲内で、送信タイミングを大きく動かすことができる。したがって、単に第 1 制御量  $\tau$  に送信タイミングを揃える場合

10

20

30

40

50

よりも同期までの収束時間が短くなる。

【0065】

この通信同期方法は、複数の通信端末からなる通信グループが2以上存在し、各通信グループ内では通信がほぼ同期している場合であって、通信グループの移動によって通信グループ同士が重なりつつある場合に特に有効である。たとえば、2つの通信グループX、Yが存在し、通信グループX、Yが移動して互いに重なりつつある場合、通信グループX内の通信端末の通信タイミングは、通信グループX内の通信タイミングを維持しつつ、通信グループYの通信タイミングの方へ大きく移動する。また、通信グループY内の通信端末の通信タイミングも、通信グループY内の通信タイミングを維持しつつ、通信グループXの通信タイミングの方へ大きく移動する。そのため、通信グループX、Yの通信タイミングが相互に接近し、通信グループX、Yを合わせた全体の通信タイミングは急速に同期へと収束していく。

10

【0066】

なお、実施例1では、第2制御量 $\tau^*$ を、上述した第1~4の条件すべてを満たすように決定したが、第1の条件以外の条件については少なくとも1つ満たせばよい。第1~4の条件すべてを満たすように第2制御量 $\tau^*$ を決定した場合と比べると、制御量がガード時間を超えてしまったり、同期への収束は遅くなる場合があるが、従来の平均や最頻値などである第1制御量 $\tau$ に合わせる方法に比べると同期への収束は早くなる。

【0067】

たとえば、第1、2、4の条件を満たすように第2制御量 $\tau^*$ を決定する場合は、ステップ13~18に示した第2制御量 $\tau^*$ 決定手順において、 $Tg/4$ を $Tg/2$ 以下のある値に置き換えればよい。図4は、 $Tg/4$ を $Tg/2$ と置き換えた場合の、第2制御量 $\tau^*$ の決定手順を示すフローチャートであり、図2のステップ13~18を図4の1-2に置き換えるものである。以下、図4のフローチャートについて説明する。

20

【0068】

まず、第1制御量 $\tau$ の絶対値がガード時間 $Tg$ の2分の1以上であるかどうかを判定する(ステップ113)。このステップ113は、本発明における $|\tau|$ が $Tg/2$ か $|\tau| < Tg/2$ の場合分けて、 $|\tau| = Tg/2$ としたものに相当している。 $|\tau| \geq Tg/2$ であれば、第2制御量 $\tau^*$ を第1制御量 $\tau$ とし(ステップ114)、 $|\tau| < Tg/2$ であれば、ステップ115へ進む。

30

【0069】

ステップ115では、第1制御量 $\tau$ と、最も絶対値の大きい送信タイミング $\tau_s$ の2分の1のうち、どちらが絶対値の大きいかを判定する。 $|\tau| \geq |\tau_s|/2$ であれば、第2制御量 $\tau^*$ を第1制御量 $\tau$ とし(ステップ114)、 $|\tau| < |\tau_s|/2$ であれば、ステップ116へ進む。

【0070】

ステップ116~118では、第2制御量 $\tau^*$ を $|\tau_s|/2$ (ただし上限を $Tg/2$ 、下限を $-Tg/2$ )とする。すなわち、 $|\tau_s|/2$ がガード時間 $Tg$ の2分の1以上であるかどうかを判定し(ステップ116)、 $|\tau_s|/2 \geq Tg/2$ であれば $\tau^* = |\tau_s|/2$ とし(ステップ117)、 $|\tau_s|/2 < Tg/2$ であれば $\tau^* = Tg/2$ とする(ステップ118)。

40

【0071】

なお、図4のフローチャートによる第2制御量 $\tau^*$ の決定手順を用いた通信同期方法の場合には、ガード時間の4分の1ではなく2分の1としたことから、ガード時間は2単位時間以上に設定されていけばよい。

【0072】

また、図5は、第1~3の条件を満たすように第2制御量 $\tau^*$ を決定する場合の第2制御量 $\tau^*$ 決定手順を示すフローチャートであり、図2のステップ13~18を図5の3-4に置き換えるものである。以下、図5のフローチャートについて説明する。

【0073】

50

まず、第1制御量  $\Delta T$  の絶対値がガード時間  $T_g$  の4分の1以上であるかどうかを判定する(ステップ213)。 $|\Delta T| \geq T_g / 4$  であれば、第2制御量  $\Delta T^*$  を第1制御量  $\Delta T$  とし(ステップ214)、 $|\Delta T| < T_g / 4$  であれば、ステップ215へ進む。

【0074】

次に、 $|\Delta T| \geq T_g / 4$  であるかどうかを判定する(ステップ215)。つまり、自己の送信タイミングと同期していない送信タイミングを測定したかどうかを判定する。 $|\Delta T| < T_g / 4$  であれば、測定したすべての送信タイミングが $\pm 1$ 単位時間以内であり、完全に同期している状態である。したがって、第2制御量  $\Delta T^*$  を0とする(ステップ216)。また、 $|\Delta T| \geq T_g / 4$  であれば、少なくとも1つ以上の他の通信端末は、自己の送信タイミングと同期していない。この場合は、 $\Delta T^* = \Delta T / |\Delta T| * T_g / 4$ 、すなわち、第2制御量  $\Delta T^*$  は、最も絶対値の大きい送信タイミング  $\Delta T$  の方へ自己の送信タイミングを  $T_g / 4$  移動させる量とする(ステップ217)。

10

【0075】

なお、 $|\Delta T| \geq T_g / 4$  の場合の第2制御量  $\Delta T^*$  は  $\Delta T / |\Delta T| * T_g / 4$  に限らず、最も絶対値の大きい送信タイミング  $\Delta T$  の方へ自己の送信タイミングを  $T_g / 4$  以下のある値移動させる量であってもよい。

【実施例2】

【0076】

図6は、実施例2の通信同期方法における同期手順を示したフローチャートである。これは実施例1のステップ16~18を、ステップ36~38に置き換えたものであり、 $|\Delta T| < T_g / 4$ 、かつ、 $|\Delta T| < |\Delta T_{avg}| / 2$  である場合の第2制御量  $\Delta T^*$  の決定方法が異なるものである。以下、実施例2の通信同期手順について説明する。

20

【0077】

ステップ10~15までの処理は実施例1と同様であるので説明を省略する。ステップ15において、 $|\Delta T| < |\Delta T_{avg}| / 2$  である場合、ステップ36へと進む。

【0078】

ステップ36~38では、第2制御量  $\Delta T^*$  を  $(\Delta T + \Delta T_{avg}) / 2$  (ただし上限を  $T_g / 4$ 、下限を  $-T_g / 4$ ) とする。すなわち、 $|\Delta T + \Delta T_{avg}| / 2 \geq T_g / 4$  がガード時間  $T_g$  の4分の1以上であるかどうかを判定し(ステップ36)、 $|\Delta T + \Delta T_{avg}| / 2 \geq T_g / 4$  であれば  $\Delta T^* = (\Delta T + \Delta T_{avg}) / |\Delta T + \Delta T_{avg}| * T_g / 4$ 、つまり、第2制御量  $\Delta T^*$  は、 $\Delta T + \Delta T_{avg}$  の方へ自己の送信タイミングを  $T_g / 4$  移動させる量とし(ステップ37)、 $|\Delta T + \Delta T_{avg}| / 2 < T_g / 4$  であれば  $\Delta T^* = (\Delta T + \Delta T_{avg}) / 2$  とする(ステップ38)。

30

【0079】

次に、ステップ13~15、ステップ36~38により求めた第2制御量  $\Delta T^*$  に基づいて、送信タイミングを変更してデータを送信する(ステップ19)。その後ステップ10に戻る。

【0080】

この実施例2の通信同期手順もまた、実施例1の場合と同様に、送信タイミングの平均や最頻値などである第1制御量  $\Delta T_{avg}$  に送信タイミングを揃えることから大きく逸脱することなく、かつ、通信がほぼ同期している場合にはその同期のタイミングを維持できる範囲内で、送信タイミングを大きく動かすことができるので、同期に至るまでの収束時間を早くすることができる。

40

【0081】

なお、実施例1、2におけるステップ13、および実施例1の変形例におけるステップ213において  $|\Delta T| \geq T_g / 4$  が否かで場合分けし、実施例1の変形例におけるステップ113において  $|\Delta T| \geq T_g / 2$  が否かで場合分けしているが、これに限るものではなく、 $|\Delta T| \geq (k * T_g / 2)$  (  $k$  は、 $0 < k < 1$  のある定数 ) で場合分けしてもよい。

【0082】

また、上記のような  $|\Delta T| \geq T_g / 4$  が否かの場合分けと、 $|\Delta T + \Delta T_{avg}| / 2 \geq T_g / 2$  が否かの場合分けとは、どちらか一方の場合分けのみを行うようにしてもよい。つまり、実施例1

50

の図 2 のフローチャート、実施例 2 の図 6 のフローチャートにおいては、ステップ 1 3 の処理を行わずにステップ 1 2 からステップ 1 5 へと進むようにしてもよいし、ステップ 1 5 の処理を行わずに、ステップ 1 3 で  $| \quad | < T g / 4$  である場合にステップ 1 6、またはステップ 3 6 へと進むようにしてもよい。同じく実施例 1 の変形例である図 4 のフローチャートにおいては、ステップ 1 1 3 の処理を行わずにステップ 1 2 からステップ 1 1 5 へと進むようにしてもよいし、ステップ 1 1 5 の処理を行わずに、ステップ 1 1 3 で  $| \quad | < T g / 2$  である場合にステップ 1 1 6 へと進むようにしてもよい。なお、実施例 1 の変形例である図 5 のフローチャートは、 $| \quad | \quad ( = T g / 4 )$  が否かの場合分けのみを行うようにしたものである。

【 0 0 8 3 】

また、実施例 1、2 における図 2 のステップ 1 6 ~ 1 8、図 6 のステップ 3 6 ~ 3 8 では、第 2 制御量  $\quad$  の上限を  $T g / 4$ 、下限を  $- T g / 4$  とする処理を行っていて、実施例 1 の変形例における図 4 のステップ 1 1 6 ~ 1 1 8 では、第 2 制御量  $\quad$  の上限を  $T g / 2$ 、下限を  $- T g / 2$  とする処理を行っているが、このような上下限を設ける処理は必ずしも必要ない。すなわち、ステップ 1 6 ~ 1 8 に替えてステップ 1 6 のみとし、ステップ 3 6 ~ 3 8 に替えてステップ 3 8 のみとし、ステップ 1 1 6 ~ 1 1 8 に替えてステップ 1 1 8 のみとしてもよい。

【 実施例 3 】

【 0 0 8 4 】

実施例 3 は、実施例 1、2 の通信同期方法に用いる通信端末である。通信端末の構成について図 7 を参照に説明する。

【 0 0 8 5 】

図 6 は通信端末の構成を示すブロック図である。通信端末は、受信タイミング観測部 1 0 0、復調部 1 0 1、演算部 1 0 2、送信タイミング制御部 1 0 3、変調部 1 0 4、送信データ生成部 1 0 5、により構成されている。受信タイミング観測部 1 0 0 が、本発明のデータ受信手段と送信タイミング決定手段に相当し、演算部 1 0 2 が、本発明の第 1 制御量決定手段、第 2 制御量決定手段に相当し、送信タイミング制御部 1 0 3 が、本発明のデータ送信手段、送信タイミング制御手段に相当している。

【 0 0 8 6 】

次に、通信端末の動作について説明する。通信端末は、他の通信端末からの信号を受信タイミング観測部 1 0 0 において受信し、自己のスロットタイミングとの差から他の通信端末の送信タイミングを測定する。測定した送信タイミングのデータは演算部 1 0 2 へ入力される。以上はステップ 1 0、2 2 の処理に対応している。また、受信した信号は復調部 1 0 1 において復調され、信号処理部（図示しない）に入力される。

【 0 0 8 7 】

通信端末がまだ通信に加入していない場合は、送信タイミング制御部 1 0 3 において空きスロットを検出する（ステップ 2 4 の処理に対応）。

【 0 0 8 8 】

次に、演算部 1 0 2 において、他の通信端末の送信タイミングから第 1 制御量  $\quad$  を算出する（ステップ 1 2、2 6 の処理に対応）。そして、第 1 制御量  $\quad$ 、最も絶対値の大きい送信タイミング  $\quad$  から第 2 制御量  $\quad$  を算出する（ステップ 1 3 ~ 1 8、ステップ 3 6 ~ 3 8 の処理に対応）。算出した第 2 制御量  $\quad$  は、送信タイミング制御部 1 0 3 に入力される。通信に加入する場合は、第 1 制御量  $\quad$  が送信タイミング制御部 1 0 3 に入力される。

【 0 0 8 9 】

信号処理部からの入力をもとに送信データ生成部 1 0 5 において生成された送信データは、変調部 1 0 4 に入力されて、変調部 1 0 4 において搬送波を送信データにより変調して送信信号が出力される。その後、送信タイミング制御部 1 0 3 において、第 2 制御量  $\quad$ （通信に加入する場合は第 1 制御量  $\quad$ ）に基づき送信タイミングが変更されて送信信号が送信される。以上はステップ 1 9、2 8 に対応する。

10

20

30

40

50



## 【0090】

以上の動作により、実施例3の通信端末は、実施例1、2の通信同期方法を実現する。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0091】

本発明の通信同期方法は、車車間通信などに用いることができ、特に2つの車群が重な  
りつつある場合に急速に同期をとることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0092】

【図1】スロット分割の例を示す図。

【図2】実施例1の通信同期方法における同期手順を示すフローチャート。

10

【図3】実施例1の通信同期方法における通信への加入手順を示すフローチャート。

【図4】他の第2制御量決定手順を示すフローチャート。

【図5】他の第2制御量決定手順を示すフローチャート。

【図6】実施例2の通信同期方法における同期手順を示すフローチャート。

【図7】通信端末の構成を示すブロック図。

## 【符号の説明】

## 【0093】

T : 1スロット長

T1 : 1フレーム長

Tg : ガード時間

20

100 : 受信タイミング観測部

101 : 復調部

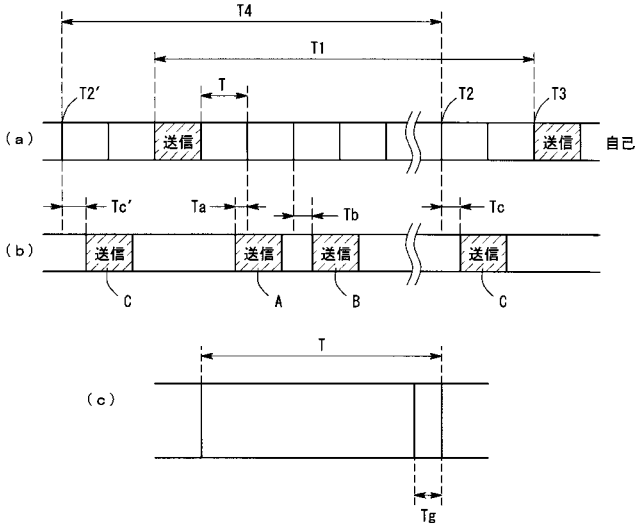
102 : 演算部

103 : 送信タイミング制御部

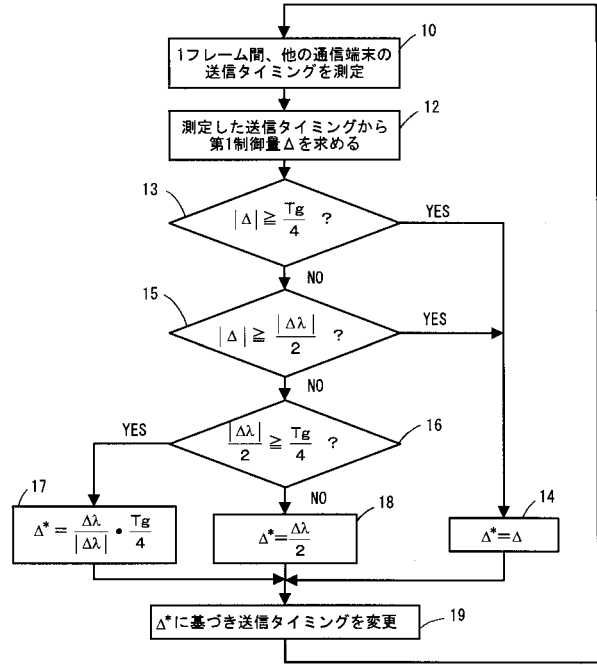
104 : 変調部

105 : 送信データ生成部

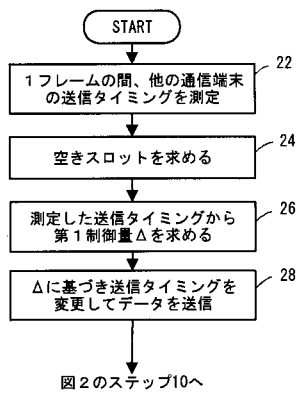
【図1】



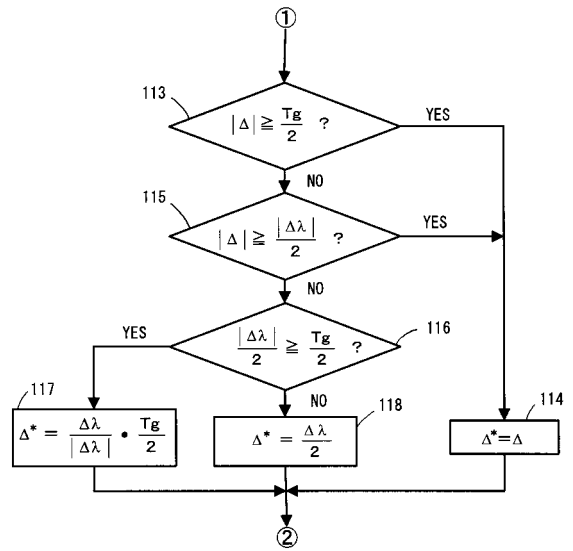
【図2】



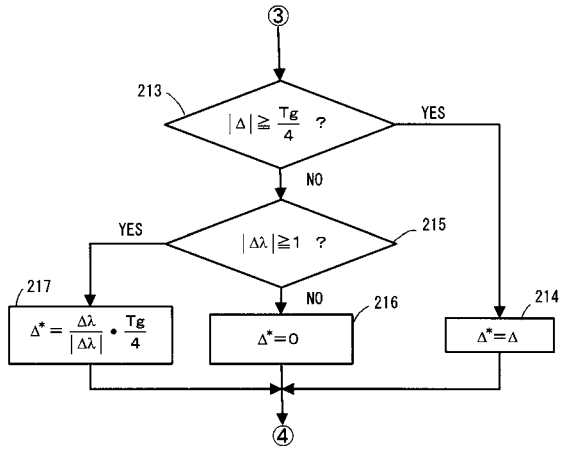
【図3】



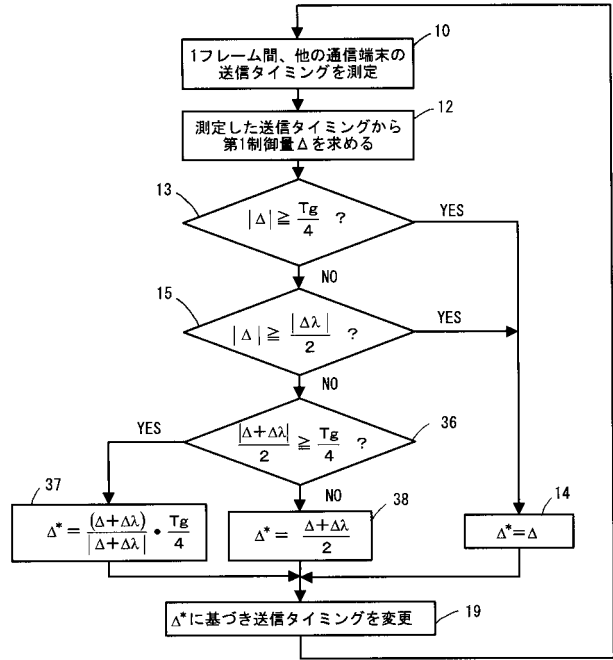
【図4】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

