

(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2007-174145

(P2007-174145A)

(43) 公開日 平成19年7月5日(2007.7.5)

(51) Int.C1.	F 1	テーマコード (参考)
<b>HO4L 12/56</b>	HO4L 12/56	5K030
<b>HO4B 7/26</b>	HO4B 7/26	X 5K067

審査請求 未請求 請求項の数 7 O.L. (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2005-367416 (P2005-367416)	(71) 出願人 000006622 株式会社安川電機 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
(22) 出願日	平成17年12月21日 (2005.12.21)	(71) 出願人 399076312 安川情報システム株式会社 福岡県北九州市八幡西区東王子町5番15号
		(72) 発明者 武居 輝好 福岡県北九州市八幡西区東王子町5番15号 安川情報システム株式会社内
		F ターム (参考) 5K030 GA19 HA08 HB15 HD03 KA03 LB01 LD18 5K067 AA43 BB04 BB21 CC08 CC22 DD27 DD51 EE02 EE10

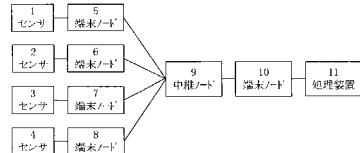
(54) 【発明の名称】ネットワークシステム

## (57) 【要約】

【課題】 マルチノードネットワークにおける複数の端末ノードと中継ノードを省電力化する。

【解決手段】 複数の端末ノード5～8から受信した次回通信予定期間tw1と通信遅延可能時間をもとに中継ノード9が起動-Sleepスケジュールを作成し、その起動-Sleepスケジュールに従って起動とSleepを繰り返す。また、複数の端末ノード5～8が中継ノード9の現在時刻情報を受信してチェックし、内部タイマの時刻補正をする。

【選択図】図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の端末ノード(5～8)と1つの端末ノード(10)が1つの中継ノード(9)を中継して通信するネットワークシステムにおいて、

前記中継ノード(9)は前記複数の端末ノード(5～8)のいずれか1つから受信した次回通信時刻tw1と通信遅延可能時間Tdから起動時刻と起動時間 を含む起動-Sleepスケジュールを作成してその起動-Sleepスケジュールに沿って稼動するとともに前記起動時刻に起動して前記複数の中継ノード(5～8)及び前記1つの端末ノード(10)と通信することを特徴とするネットワークシステム。

## 【請求項 2】

複数の端末ノード(5～8)と1つの端末ノード(10)が1つの中継ノード(9)を中継して通信するネットワークシステムにおいて、

前記中継ノード(9)は前記複数の端末ノード(5～8)のいずれか1つから受信した次回通信時刻tw1と通信遅延可能時間Tdから起動時刻と起動時間 を含む起動-Sleepスケジュールを作成してその起動-Sleepスケジュールに沿って稼動するとともに前記起動時刻に起動して前記複数の中継ノード(5～8)及び前記1つの端末ノード(10)と通信し、

前記複数の端末ノード(5～8)は前記中継ノード(9)から受信したAckパケットに含まれる現在時刻情報t2をもとに内部タイマを更新する、

ことを特徴とするネットワークシステム。

## 【請求項 3】

前記中継ノード(9)は、最大タイマ誤差dを次回通信時刻tw1から差し引いた第1の時刻から、次回通信時刻tw1に最大伝送時間tmとパケット受信後に要する処理時間と起動-Sleepスケジュールの更新にかかる時間とを加えた時刻までを起動状態とし、他の時間をSleep状態とすることを特徴とする請求項1または2に記載のネットワークシステム。

## 【請求項 4】

前記複数の端末ノード(5～8)は、前記現在時刻t2に最大伝送時間tmを加えた時間と、前記複数の端末ノード(5～8)が内蔵するタイマの値の差が所定値より大きければ、当該タイマをt2+tmに置き換えることを特徴とする請求項2に記載のネットワークシステム。

## 【請求項 5】

前記所定値は、最大タイマ誤差か、もしくは前記最大伝送時間tmと最小伝送時間の差のうち大きい値であることを特徴とする請求項4記載のネットワークシステム。

## 【請求項 6】

複数の端末ノード(5～8)と1つの端末ノード(10)が1つの中継ノード(9)を中継して通信するネットワークシステムにおいて、

前記複数の端末ノード(5～8)の1つが、次回通信時刻tw1を含ませたパケットを送信した後の通信遅延可能時間Tdの間に、あらかじめ決めておいたタイムアウト時間までに前記中継ノード(9)からAckパケットが送信されなければ、当該複数の端末ノード(5～8)の1つがリトライして次回通信時刻tw1を含ませたパケットを送信することを特徴とするネットワークシステム。

## 【請求項 7】

前記中継ノード(9)は、前記複数の端末ノード(5～8)との間を無線通信することを特徴とする請求項1、2、6の何れかに記載のネットワークシステム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、マルチノードネットワークシステムにおける中継ノードと端末ノードの省電力化技術に関する。

## 【背景技術】

10

20

30

40

50

## 【0002】

従来から、マルチノードネットワークにおける中継ノードの省電力化に関する技術として、タイムスロットを用いた方法や、ビーコンを用いた方法などが知られている。

第一の従来技術としての前者の方法によると、タイムスロットを設けたフレームの少なくとも1つの対応するスロット期間に少なくとも1つのノードを低消費電力モードであるスリープモードからウェイクアップする工程が含まれている（たとえば特許文献1参照）。

第二の従来技術としての後者の方法によると、ビーコン信号に動作モードを識別する動作モード信号を埋め込み、その動作モード信号から近隣のノードの動作モードを知り、その情報をもとに送信タイミングが決められている（たとえば特許文献2参照）。この方法では、各通信局が自局並びに周辺局のアクティブとなる時間を自立分散的に管理し、さらに自己の近隣に存在する通信装置の動作モードからアクティブとなる時間を判断する。そして通信局が周期的に送信するビーコン信号の記載によって、その時点での動作モードを通知するとともに、周辺局がアクティブとなっている時間を管理する。隣接局宛にデータを送信する場合、当該隣接局がアクティブになっているタイミングを、自局の送信がアクティブになる設定をする。

【特許文献1】特開2004-336779号公報

【特許文献2】特開2005-101756号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

ところがこれらの従来技術には以下のような欠点があった。

第一の従来技術では、ネットワークが同期していなくてはならず、同期のための仕組みが別途必要となり、また端末ノードは、この同期の仕組みに従い通信時刻を決定せねばならず、自由に通信を行うことができないという欠点があった。

第二の従来技術では、定期的にビーコンを発信、受信する仕組みが必要となり、ネットワークに余分な負荷が必要となる。また、第一の従来技術と同様に、送信側は、自由に通信時刻を選択することができないという欠点があった。

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、あらかじめ送信予定時刻を設定することにより、送信側に通信時刻決定の裁量をあたえるとともに、かつ中継ノードが低消費電力を実現することができるマルチノードネットワークにおける通信方法を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0004】

そこで第1の発明は、複数の端末ノードと1つの端末ノードが1つの中継ノードを中継して通信するネットワークシステムにおいて、中継ノードは複数の端末ノードのいずれか1つから受信した次回通信時刻 $t_{w1}$ と通信遅延可能時間 $T_d$ から起動時刻と起動時間 $T$ を含む起動-Sleepスケジュールを作成してその起動-Sleepスケジュールに沿って稼動するとともに起動時刻に起動して複数の中継ノード及び1つの端末ノードと通信することを特徴としている。

また第2の発明は、複数の端末ノードと1つの端末ノードが1つの中継ノードを中継して通信するネットワークシステムにおいて、中継ノードは複数の端末ノードのいずれか1つから受信した次回通信時刻 $t_{w1}$ と通信遅延可能時間 $T_d$ から起動時刻と起動時間 $T$ を含む起動-Sleepスケジュールを作成してその起動-Sleepスケジュールに沿って稼動するとともに起動時刻に起動して複数の中継ノード及び1つの端末ノードと通信し、複数の端末ノードは中継ノードから受信したAckパケットに含まれる現在時刻情報 $t_2$ をもとに内部タイマを更新する、ことを特徴としている。

また第3の発明は、中継ノードは、最大タイマ誤差 $d$ を次回通信時刻 $t_{w1}$ から差し引いた第1の時刻から、次回通信時刻 $t_{w1}$ に最大伝送時間 $t_m$ とパケット受信後に要する処理時間と起動-Sleepスケジュールの更新にかかる時間とを加えた時刻までを起動状態とし、他の

10

20

30

40

50

時間をSleep状態とすることを特徴としている。

また第4の発明は、複数の端末ノードは、現在時刻 $t_2$ に最大伝送時間 $t_m$ を加えた時間と、複数の端末ノードが内蔵するタイマの値の差が所定値より大きければ、当該タイマを $t_2 + t_m$ に置き換えることを特徴としている。

また第5の発明は、所定値は、最大タイマ誤差か、もしくは最大伝送時間 $t_m$ と最小伝送時間の差のうち大きい値であることを特徴としている。

また第6の発明は、複数の端末ノードと1つの端末ノードが1つの中継ノードを中継して通信するネットワークシステムにおいて、複数の端末ノードの1つが、次回通信時刻 $t_w$ 1を含ませたパケットを送信した後の通信遅延可能時間 $T_d$ の間に、あらかじめ決めておいたタイムアウト時間までに中継ノードからAckパケットが送信されなければ、当該複数の端末ノードの1つがリトライして次回通信時刻 $t_w$ 1を含ませたパケットを送信することを特徴としている。

また第7の発明は、中継ノードは、複数の端末ノードとの間を無線通信することを特徴としている。

#### 【発明の効果】

#### 【0005】

第1の発明によると、端末ノードから受信した次回通信時刻を元にして中継ノードの起動-Sleepスケジュールを作成し、そのスケジュールに従って中継ノードが稼動するので中継ノードを省電力化することができるという効果がある。

第2の発明によると、端末ノードから受信した次回通信時刻を元にして中継ノードの起動-Sleepスケジュールを作成し、そのスケジュールに従って中継ノードが稼動するとともに、中継ノードの現在時刻情報をもとにして端末ノードが内部タイマを更新するので、中継ノードを省電力化することができる上に、さらに端末ノードと中継ノードの時間を合せることができて時間ずれによる無駄時間を排除することができるという効果がある。

第3の発明によると、起動の開始と終了の時刻が規定されているので、中継ノードの起動-Sleepスケジュールが明確になる。

第4、第5の発明によると、中継ノードの現在時刻を元にして端末ノードが内蔵するタイマの時間を更新するので端末ノードと中継ノードの時間を合せることができて時間ずれによる無駄時間を排除することができる。

第6の発明によると、中継ノードがSleep状態にあっても端末ノードがリトライを繰り返して中継ノードが起動すればすぐに通信が確立され、たとえスケジュールがされていなくても通信リードタイムを許容範囲内にすることができるので、通信効率が向上するという効果がある。

第7の発明によると、中継ノードと端末ノードの間が無線通信されるので、第1及び第2の発明の効果を無線ネットワークにおいても享受することができるとい効果がある。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0006】

以下、本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。

#### 【実施例1】

#### 【0007】

図1は、本発明のネットワークシステムの接続図であり、複数のセンサの情報を処理装置が収集するよう構成された応用例を示している。1～4は機械やプラントなどで使われるセンサでありそれぞれ端末ノード5～8に接続されている。複数の端末ノード5～8と中継ノード9との間はネットワーク接続されており、中継ノード9と端末ノード10の間、端末ノード10と処理装置11の間もそれぞれ接続されている。複数の端末ノード5～8と中継ノード9との間と、中継ノード9と端末ノード10の間は、有線接続されていても無線接続されていても構わない。このように接続されているため、端末ノード5～8の何れかと端末ノード10が中継ノード9を介して情報の送受信をすることができる。センサ1～4が機能し検出することによって得られた情報は端末ノード5～8によってネットワークに向けて送信され、中継ノード9を経て端末ノード10が受信する。端末ノード1

10

20

30

40

50

0は受信した情報を処理装置11に出力し、処理装置11がその機能に応じて処理をする。なお、この図のうち、端末ノード5～8と中継ノード9、端末ノード10が本発明のネットワークシステムを構成している。また、この図にはネットワーク接続された端末ノード4台と、これらと端末ノード10を仲介する中継ノード1台が示されているが、本願発明の趣旨に従えば、端末ノードは4台に限られることはなく、中継ノードも1台に限定されるものではない。

#### 【0008】

図2は、本発明のネットワークシステムの起動時の動作を説明する通信シーケンス図である。図において時間の経過は上から下へ向かい矢印で示されており、以下、ネットワークシステムの起動後の動作を順に説明する。

(S1)まず、ネットワークシステムが起動すると、中継ノード9と端末ノード5～8、10の全てが起動状態となる。起動状態ではいずれも常に送受信が可能な状態になっている。中継ノード9が現在時刻t1を含むパケットを時刻t1に端末ノード5～8、10へ同報送信する。

(S2)そのパケットを端末ノード5～8、10が受信すると、時刻t1+tmの後に内部タイマを更新する。tmは中継ノード9と端末ノード5～8、10間の伝送時間の最大値のことであって最大伝送時間といい、情報の伝送開始から伝送完了までにかかる時間の最大値のことである。

(S3)端末ノード5～8、10は次回通信時刻tw0を含むAckパケットを中継ノード9に向かって送信し、その後Sleep状態に移行する(S6)。Sleep状態とは送受信をすることができないタイマ以外の機能が使えない状態のことであり、消費電力は起動状態より少ない。次回通信時刻とは、端末ノードが次回通信を予定している時刻のことである。

(S4)端末ノード5～8、10から送信されたAckパケットを中継ノード9が受信すると、中継ノード9は各端末ノードより受信した次回通信時刻tw0+tmがt0+nT時刻～起動時間内にはいるよう、また通信遅延時間>周期Tとなるような周期TとDUTY比Dを決定することにより起動スケジュールを作成し、その後Sleep状態に移行する(S5)。

#### 【0009】

つぎに起動-Sleepスケジュールの内容について図3を用いて説明する。この図は横軸が時間であり、中継ノード9の起動状態を示している。起動している時間 を経過するとSleep状態に移行し、起動状態とSleep状態が周期Tで繰返す。一番左にあるSleep状態から起動状態に移行する時刻をt0+nTとすると、Sleep状態から起動状態に移行する時刻は左から順にt0+nT、t0+(n+1)T、t0+(n+2)T、・・・となる。起動している時間 と周期Tの比率すなわちDUTY比をDとすると、これらは  $T = / D$  という式で関係づけられる。

#### 【0010】

次に本発明のネットワークシステムが通常の稼動状態にあるときの動作について、図4を用いて順に説明する。ここでいう通常の稼動状態というのは、中継ノード9と端末ノード5～8のいずれも起動-Sleepスケジュールに従って起動状態への移行とSleep状態への移行が繰り返されている状態を指している。

(S10)まずははじめに、端末ノード5～8が起動する前の時刻tw0-dに中継ノード9が起動する。時刻tw0は、それまでにスケジュールされている端末ノード5～8の起動する時刻であり、dは最大伝送時間tmと最小伝送時間の差と最大タイマ誤差のいずれか大きい値のことである。最小伝送時間とは、情報の伝送開始から伝送完了までにかかる時間の最小値のことである。最大タイマ誤差とは、中継ノードと端末ノードのタイマがカウントする時刻の誤差のうちシステム上考えられる最大値のことである。

(S11)時刻tw0-dになると速やかに端末ノード5～8が起動し、

(S12)時刻tw0に端末ノード5～8が次回通信時刻tw1を含むパケットを中継ノード9に向かって送信する。

(S13)そのパケットを中継ノード9が受信すると、時刻tw0+tmの後に、端末ノード10に向けてそのパケットを転送する。

(S14)端末ノード10がそのパケットを受信すると、中継ノード9に向けてAckパケ

10

20

30

40

50

ットを送信する。

(S15) そのAckパケットを中継ノード9が受信すると、そのパケットに含まれている次回通信時刻tw1を元にして中継ノード9が起動-Sleepスケジュールを作成し、それまで保持していた起動-Sleepスケジュールに上書きする。

(S16) その後、中継ノード9は現在時刻t2を含んだAckパケットを時刻t2に端末ノード5～8へ送信し、その後、Sleep状態に移行する(S18)。

(S17) 中継ノード9からAckパケットを受信した端末ノード5～8は、現在時刻t2と最大伝送時間tmの和t2+tmと内部タイマの値の差をチェックし、あらかじめ決められた閾値より大きければ内部タイマをt2+tmに更新し、その後、Sleep状態に移行する(S19)。

10

以上の一連の動作をした後は、上記と同じ一連の動作が繰り返される。

#### 【0011】

次に、前述した通常の稼動状態にないときに、端末ノード5～8から突発的に通信を行う場合について図5、図6を用いて説明する。突発的な通信とは、それまで中継ノードに次回通信時刻を伝えない状況で中継ノードと通信をすることをいう。図5は中継ノード9が起動状態にあるときのものであり、図6は中継ノード9がSleep状態にあって端末ノード5～8が次回通信時刻を送信するときのものである。

まず中継ノード9が起動状態にあるときの動作について図5を用いて順に説明する。

(S21) 端末ノード5～8が登録された次回通信時刻以外の時刻t3に突発的に時刻tw1を含むパケットを中継ノード9に送信すると、

20

(S22) そのパケットを受信した中継ノード9が、時刻t3+tmの後にそのパケットを端末ノード10に送信する。

(S23) そのパケットを受信した端末ノード10は、Ackパケットを中継ノード9に送信する。

(S24) 中継ノード9が、そのパケットを受信してから起動-Sleepスケジュールを作成すると、

(S25) その後、現在時刻t4を含むAckパケットを時刻t4に端末ノード5～8へ向けて送信する。

(S26) そのAckパケットを受信した端末ノード5～8は、時刻t4+tmの後に、Ackパケットに含まれている現在時刻t4と最大伝送時間tmの和t4+tmと内部タイマの値の差をチェックし、予め決められた閾値より大きければ、内部タイマをt4+tmに更新する。

30

#### 【0012】

次に中継ノード9がSleep状態にあって端末ノード5～8が次回通信時刻を送信するときの動作について図6を用いて順に説明する。

(S31) 端末ノード5～8が登録された次回通信時刻以外の時刻t5に突発的に時刻tw1を含むパケットを中継ノード9に送信し、

40

(S32) その後、端末ノード5～8が中継ノード9から送信されるAckパケットを待ち続ける。

(S33) 中継ノード9がSleep状態のままでパケットが受信されない状態が続けば、端末ノード5～8は1トランザクションに要する時間の間隔で通信遅延可能時間経過まで或いはAckパケットが受信されるまでリトライを繰り返す。通信遅延可能時間とは、通信開始から通信完了までにかかる時間のうちシステム上許される最大の時間のことである。

(S34) 中継ノード9は、通信遅延可能時間の範囲内に周期Tがおさまるようスケジュールがされているので、通信遅延可能時間経過までに必ず通信は成立する。そのスケジュールに従ってSleep状態から起動して中継ノード9が送信されたパケットを受信すると、そのパケットを端末ノード10に向けて送信する。

(S35) 端末ノード10がそのパケットを受信すると、Ackパケットを中継ノード9に向けて送信する。

(S36) 中継ノード9がそのAckパケットを受信すると起動-Sleepスケジュールを作成してそれまでに格納されていた起動-Sleepスケジュールに追記して更新する。

50

(S37) その後、現在時刻  $t_7$  を含む Ack パケットを端末ノード 5 ~ 8 に送信する。

(S38) 端末ノード 5 ~ 8 が中継ノード 9 の Ack パケットを受信すると、その後、端末ノード 5 ~ 8 は Ack パケットに含まれていた現在時刻  $t_7$  と最大伝送時間  $t_m$  の和  $t_7 + t_m$  と内部タイマの値の差をチェックし、所定値すなわち予め決められた閾値より大きければ、内部タイマを  $t_7 + t_m$  にする。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0013】

本方式により、ノードの省電力化が可能となり、電池駆動のセンサネットワークを構築することが可能となり、電力線配線が不要となるので、プラント等工場機器の異常診断システムなどに適用が可能である。また、電力線が不要となることから家庭内における家電間でのネットワークにも適用ができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0014】

【図1】本発明のネットワークシステムの接続図

【図2】システム起動時の通信シーケンス図

【図3】起動 Sleep スケジュールのタイムチャート

【図4】通常動作時の通信シーケンス図

【図5】中継ノード起動中の突発的通信リクエスト発生時の通信シーケンス図

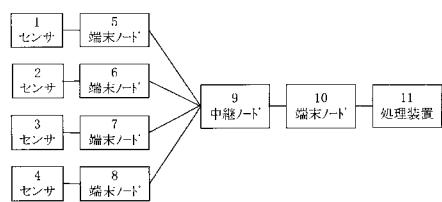
【図6】中継ノード Sleep 中の突発的通信リクエスト発生時の通信シーケンス図

#### 【符号の説明】

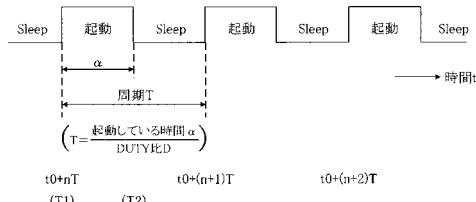
#### 【0015】

1 ~ 4 センサ、 5 ~ 8、 10 端末ノード、  
9 中継ノード、 11 処理装置

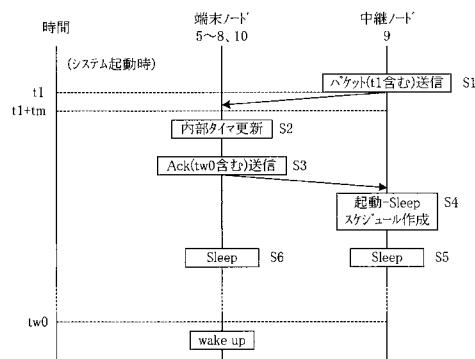
#### 【図1】



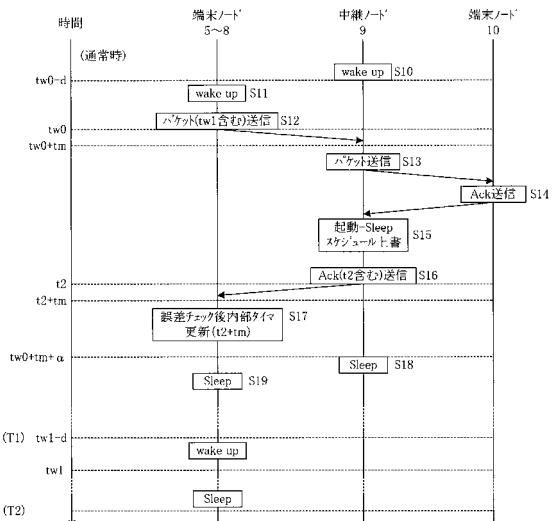
#### 【図3】



#### 【図2】



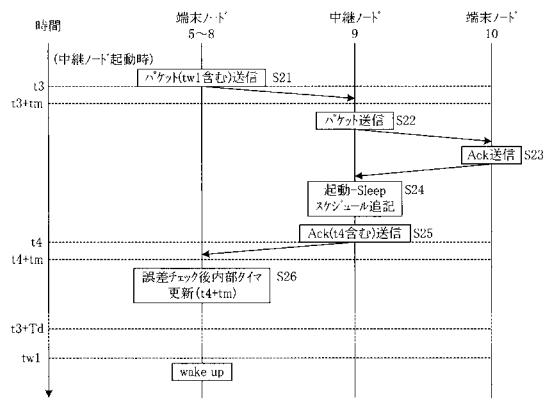
#### 【図4】



10

20

【図5】



【図6】

