

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6969150号
(P6969150)

(45) 発行日 令和3年11月24日(2021.11.24)

(24) 登録日 令和3年11月1日(2021.11.1)

| | | | | | |
|--------------|--------------|------------------|------|-------|-----|
| (51) Int.Cl. | | F I | | | |
| HO4L | 7/00 | (2006.01) | HO4L | 7/00 | 990 |
| GO4G | 5/00 | (2013.01) | GO4G | 5/00 | J |
| GO4G | 21/00 | (2010.01) | GO4G | 21/00 | D |

請求項の数 4 (全 9 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2017-94324 (P2017-94324) | (73) 特許権者 | 000006105 株式会社明電舎 東京都品川区大崎2丁目1番1号 |
| (22) 出願日 | 平成29年5月11日(2017.5.11) | (74) 代理人 | 100086232 弁理士 小林 博通 |
| (65) 公開番号 | 特開2018-191229 (P2018-191229A) | (74) 代理人 | 100092613 弁理士 富岡 潔 |
| (43) 公開日 | 平成30年11月29日(2018.11.29) | (74) 代理人 | 100104938 弁理士 鶴澤 英久 |
| 審査請求日 | 令和2年3月3日(2020.3.3) | (72) 発明者 | 立石 靖 東京都品川区大崎2丁目1番1号 株式会社明電舎内 |
| | | 審査官 | 北村 智彦 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】時刻同期装置、時刻同期方法及び時刻同期プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ネットワークに属する一つの装置の内部時計を当該ネットワークの基準時計と時刻同期させる時刻同期装置であって、

前記一つの装置の内部時計が前記ネットワークに属する全ての装置のうちで前記基準時計の代替として最も優先度が高い装置の内部時計でない場合に当該基準時計が異常の際に当該一つの装置の内部時計を当該優先度の高い装置の内部時計と時刻同期させる同期処理部と、

前記一つの装置の内部時計が前記最も優先度の高い内部時計である場合に前記基準時計が異常の際に当該内部時計を当該基準時計の代替とさせる時計切り替え部と、

前記基準時計と時刻同期させた際の当該基準時計と前記一つの装置の内部時計の時刻変化の傾きの差で示される当該内部時計の時刻値の単位時間当たりの調整量を保存する記憶部と

を備え、

前記同期処理部は、前記優先度が高い装置の内部時計が前記基準時計の代替となった際に当該優先度が高い装置の前記記憶部から引き出した前記調整量に基づき当該優先度が高い装置の内部時計の時刻値の経過速度を補正すること

を特徴とする時刻同期装置。

【請求項2】

前記同期処理部は、前記優先度が高い装置の内部時計が前記基準時計の代替となった場

合に当該基準時計が正常であった際の当該内部時計の同期時におけるこの内部時計の時刻値の単位時間当たりの調整量が経時的に徐々にゼロに近づくように当該内部時計の時刻値の経過速度を補正することを特徴とする請求項1に記載の時刻同期装置。

【請求項3】

ネットワークに属する一つの装置の内部時計を当該ネットワークの基準時計と時刻同期させる時刻同期装置が実行する時刻同期方法であって、

前記一つの装置の内部時計が前記ネットワークに属する全ての装置のうちで前記基準時計の代替として最も優先度が高い装置の内部時計でない場合に当該基準時計が異常の際に当該一つの装置の内部時計を当該優先度の高い装置の内部時計と時刻同期させる過程と、

前記一つの装置の内部時計が前記最も優先度の高い内部時計である場合に前記基準時計が異常の際に当該内部時計を当該基準時計の代替とさせる過程と、

前記基準時計と時刻同期させた際の当該基準時計と前記一つの装置の内部時計の時刻変化の傾きの差で示される当該内部時計の時刻値の単位時間当たりの調整量を記憶部に保存する過程と、

を有し、

前記時刻同期の過程は、前記優先度が高い装置の内部時計が前記基準時計の代替となった際に当該優先度が高い装置の前記記憶部から引き出した前記調整量に基づき当該優先度が高い装置の内部時計の時刻値の経過速度を補正すること

を特徴とする時刻同期方法。

【請求項4】

コンピュータを請求項1または2に記載の時刻同期装置として機能させる時刻同期プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はネットワークの時刻同期の技術に関する。

【背景技術】

【0002】

IEEE 1588 PTP (Precision Time Protocol) は、ネットワークに属する各装置の時刻情報を基準の時刻情報に基づき同期するためのプロトコルである。IEEE 1588 PTPによる時刻同期によれば、ネットワークの基準時計から時刻を配信することにより当該ネットワークの各装置を同期できる。基準時計は一般的に原子時計やGPSを使用した高精度の時計であるが、電力設備の保護継電器等の用途では低精度な基準時計でも十分な場合がある。

【0003】

冗長性を確保するために基準時計を複数用意してネットワークに接続する場合がある。通常は優先度あるいは精度の一番高い基準時計により時刻同期をするが、その基準時計が故障あるいは通信できないときは予備の基準時計が選定されて時刻同期する。予備の基準時計の時刻が正しいのであれば問題はないが、時刻同期されていない低精度の基準時計は基準時計の選定により時刻値が不正確となることがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-111654号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般にIEEE 1588 PTPの基準時計は原子時計やGPSあるいは高精度の水晶デバイスを利用して標準時間を配信している。基準時計は優先度を設定することができて複数の基準時計が接続されていれば優先度あるいは精度が一番の高い基準時計が選定される

。基準時計の故障や、通信不能になれば他の基準時計が選定されて時刻同期が実行される。

【0006】

基準時計はGPSあるいは外部の時計を参照する場合があるが、他の基準時計に同期して動作するわけではない。

【0007】

大規模なシステムは冗長性を確保するため高価な基準時計を複数設置するためにコストが高くなるが、システムの目的によっては低精度であっても問題がない場合が多くある。例えば、電力設備の保護継電器は50Hzまたは60Hzの電源周波数に電圧及び電流を時刻配信による同期したタイミングで測定する必要があり、測定タイミングは数マイクロ秒程度の精度で十分である、また、標準時間に合わせる必要もなく独自の時間軸でも問題はな

10

【0008】

そこで、基準時計に水晶振動子を適用すれば時刻同期を低コストに行えるが、水晶振動子は低精度であり性能に固体差もあるので基準時計の切り替えに支障が生じることがある。

【0009】

本発明は、上記の事情に鑑み、ネットワークの基準時計の低廉な冗長化を図ることを課題とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0010】

そこで、本発明の一態様は、ネットワークに属する一つの装置の内部時計を当該ネットワークの基準時計と時刻同期させる時刻同期装置であって、前記基準時計が異常の際に前記一つの装置の内部時計を前記ネットワークに属する全ての装置のうちで当該基準時計の代替として最も優先度の高い他の装置の内部時計と時刻同期させる同期処理部と、前記一つの装置の内部時計が前記最も優先度の高い内部時計である場合に前記基準時計が異常の際に当該内部時計を当該基準時計の代替とさせる時計切り替え部を備える。

【0011】

前記時刻同期装置の一態様は、前記基準時計の時刻情報を保存する記憶部をさらに備え、前記同期処理部は、前記一つの装置の内部時計が前記基準時計の代替となった際に前記保存された時刻情報に基づき当該内部時計の経過速度を補正する。

30

【0012】

前記同期処理部の一態様は、前記一つの装置の内部時計が前記基準時計の代替となった場合に当該基準時計が正常であった際の当該内部時計の同期時におけるこの内部時計の経過速度の調整量が経時的に徐々にゼロに近づくように当該経過速度を補正する。

【0013】

また、本発明の一態様は、ネットワークに属する一つの装置の内部時計を当該ネットワークの基準時計と時刻同期させる時刻同期装置が実行する時刻同期方法であって、前記基準時計が異常の際に前記一つの装置の内部時計を前記ネットワークに属する全ての装置のうちで当該基準時計の代替として最も優先度の高い他の装置の内部時計と時刻同期させる過程と、前記一つの装置の内部時計が前記最も優先度の高い内部時計である場合に前記基準時計が異常の際に当該内部時計を当該基準時計の代替とさせる過程とを有する。

40

【0014】

尚、本発明の他の態様としては、コンピュータを前記時刻同期装置として機能させる時刻同期プログラムが挙げられる。

【発明の効果】

【0015】

以上の本発明によれば、ネットワークの基準時計の低廉な冗長化が図られる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 6 】

【 図 1 】 本発明の実施形態における時刻同期システムを例示したブロック構成図。

【 図 2 】 前記実施形態における時刻同期装置を例示したブロック構成図。

【 図 3 】 基準時計とその代替となる内部時計の時刻変化の差異。

【 図 4 】 内部時計が基準時計の代替となった際の補正前における当該内部時計の時刻変化

。

【 図 5 】 内部時計が基準時計の代替となった際の補正後における当該内部時計の時刻変化

。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 7 】

以下に図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。

10

【 0 0 1 8 】

[本実施形態の概要及び構成]

図 1 に示した本実施形態の時刻同期システム 1 はネットワーク 2 の I E E E 1 5 8 8 P T P (以下、 P T P) に基づく時刻同期システムの一例である。

【 0 0 1 9 】

ネットワーク 2 は、管理サーバ 3 0 が属するローカルネットワーク 3 と、複数の装置 6 が属するローカルネットワーク 4 と、このローカルネットワーク 3 , 4 を接続する広域ネットワーク 5 とを有する。

【 0 0 2 0 】

個々の装置 6 は本発明の一態様である時刻同期装置 1 0 を備える。時刻同期装置 1 0 はネットワーク 2 に属する装置 6 の内部時計 6 1 をネットワーク 2 の基準時計 3 1 と時刻同期させる。

20

【 0 0 2 1 】

図 2 に示された本実施形態の時刻同期装置 1 0 の構成例について説明する。

【 0 0 2 2 】

時刻同期装置 1 0 は、コンピュータのハードウェア資源 (中央演算装置、揮発性の記憶部、不揮発性の記憶部、通信部等) とソフトウェア資源との協働により、同期処理部 1 1 、時計切り替え部 1 2 及び記憶部 1 3 を実装する。

【 0 0 2 3 】

同期処理部 1 1 は、基準時計 3 1 が異常の際に前記一つの装置 6 の内部時計 6 1 をネットワーク 2 に属する全ての装置 6 のうちで基準時計 3 1 の代替として最も優先度の高い他の装置の内部時計 6 1 と時刻同期させる。

30

【 0 0 2 4 】

また、同期処理部 1 1 は、前記一つの装置 6 の内部時計 6 1 が基準時計 3 1 の代替となった場合に基準時計 3 1 が正常であった際の内部時計 6 1 の同期時における内部時計 6 1 の経過速度の調整量が経時的に徐々にゼロに近づくように当該経過速度を補正する。

【 0 0 2 5 】

前記調整量は、例えば、以下のように定義される。1回目のタイミング T 2 _ A で P T P に基づく時刻同期処理が実行されると基準時計 3 1 と内部時計 6 1 の時間差 D i f f _ A を得ることができる。次いで、2回目のタイミング T 2 _ B で時刻同期処理が実行されると、さらに、この基準時計 3 1 と内部時計 6 1 の時間差 D i f f _ B を得ることができる。そして、この得られた二つの時間差の差分を (単位時間当たりの調整量) = (D i f f _ B - D i f f _ A) / (T 2 _ B - T 2 _ A) の演算式のように1回目と2回目の経過時間で除すれば基準時計 3 1 と内部時計 6 1 の時刻変化の傾きの差が得られる。この差の値は、内部時計 6 1 と基準時計 3 1 の前記傾きを一致させるための単位時間当たりの調整量となる。

40

【 0 0 2 6 】

時計切り替え部 1 2 は、前記一つの装置 6 の内部時計 6 1 が前記最も優先度の高い内部時計 6 1 である場合に基準時計 3 1 が異常の際に内部時計 6 1 を基準時計 3 1 の代替とさ

50

せる。

【 0 0 2 7 】

記憶部 1 3 には、基準時計 3 1 と時刻同期させた際の内部時計 6 1 の経過速度の調整量が保存されている。同期処理部 1 1 は、前記一つの装置 6 の内部時計 6 1 が基準時計 3 1 の代替となった際に、この記憶部 1 3 から引き出した基準時計 3 1 の時刻情報に基づき内部時計 6 1 の経過速度を補正する。

【 0 0 2 8 】

[本実施形態の動作例]

以下に本実施形態の動作例について説明する。

【 0 0 2 9 】

(1) 基準時計 3 1 の代替としての選定と時刻の引継ぎ

時刻同期システム 1 においては、通常、ネットワーク 2 に属する個々の装置 6 の内部時計 6 1 の時刻は時刻同期装置 1 0 の同期処理部 1 1 によりネットワーク 2 の基準時計 3 1 と同期する。

【 0 0 3 0 】

ここで、基準時計 3 1 が異常となった際、個々の装置 6 の時刻同期装置 1 0 の時計切り替え部 1 2 は、ネットワーク 2 に属する全ての装置 6 のうち基準時計 3 1 の代替として最も優先度の高い装置 6 の内部時計 6 1 を基準時計 3 1 の代替とする。そして、個々の装置 6 の同期処理部 1 1 は、この装置 6 の内部時計 6 1 の時刻を前記代替となった内部時計 6 1 の時刻と同期させる。

【 0 0 3 1 】

外部参照のない基準時計または低精度の基準時計は他の基準時計に対して正確な時刻を維持することができないことがある。上述のように本態様の時刻同期システム 1 においては、基準時計 3 1 の代替として優先度が最も高い、例えば、基準時計として精度が最も高い、内部時計 6 1 が選定される。そして、この選定された内部時計 6 1 がネットワーク 2 の基準時計 3 1 の代替となった際に、正常時であった以前の基準時計 3 1 の時刻情報が引き継がれる。したがって、ネットワーク 2 の基準時計 3 1 が異常となってもネットワーク 2 の時刻が正確に維持される。

【 0 0 3 2 】

(2) ネットワーク 2 に属する内部時計 6 1 間での経過速度の差異への対応

時刻の経過速度は複数の内部時計 6 1 の間で固体差がある。特に、内部時計 6 1 に比較的精度が低い水晶デバイスが適用された場合、複数の内部時計 6 1 の間で時刻の経過速度の誤差が大きくなる。

【 0 0 3 3 】

例えば、水晶の精度が 1 0 p p m であれば正確な 1 秒に対して最大 1 0 μ s e c の誤差がある可能性がある。誤差は温度や電圧等の環境要因や固体差により発生し、冗長性のために互いに離れた場所に設置された 2 つの基準時計は 1 秒間に 1 0 μ s e c の速度差があるものと考えられる。

【 0 0 3 4 】

基準時計 3 1 がその代替の内部時計 6 1 に切り替わると、図 3 に示されたように、基準時計 3 1 と内部時計 6 1 の時刻経過の間に数秒間のタイムアウトによる空白が生じる。この基準時計 3 1 と内部時計 6 1 の時刻は略一致するが、時刻の経過速度は相違するために前記タイムアウトの間で時刻の誤差が増大する。

【 0 0 3 5 】

そこで、基準時計 3 1 と時刻同期した際の内部時計 6 1 の経過速度の調整量が記憶部 1 3 に予め保存される。そして、装置 6 の内部時計 6 1 が基準時計 3 1 の代替となった際に、装置 6 の同期処理部 1 1 は記憶部 1 3 から引き出した前記調整量に基づき内部時計 6 1 の経過速度を補正する。これにより、正常時であった以前の基準時計 3 1 と時刻同期させた際の内部時計 6 1 の前記調整量そのまま適用されることにより、図 5 に示したように、基準時計 3 1 の経過速度が引き継がれるので、前記タイムアウトの数秒間の誤差が最小

10

20

30

40

50

限に抑えられる。

【0036】

(3) 内部時計61の経時的な調整

上記(1)(2)の機能が実行されると、比較的精度な基準時計31とその代替の内部時計61の切り替えが実行されてもネットワーク2の時刻が不連続となることはない。

【0037】

しかしながら、前記切り替えが繰り返し実行されると、以前の単位時間当たりの調整量を引き継ぐため、正確な時刻の経過速度から徐々に逸脱することもある。

【0038】

そこで、装置6の内部時計61が基準時計31の代替となった場合、この装置6の同期処理部11は、内部時計61の前記調整量を引き継ぎ、図4に示したように、この調整量が経時的に徐々にゼロに近づくように、内部時計61の経過速度を補正する。つまり、前記調整量がゼロになったとき内部時計61の水晶デバイスによる1秒で時刻配信されるため、経過速度が1秒から逸脱することがなくなる。したがって、基準時計31の代替が行われた際でもネットワーク2に属する装置6の連係への支障を回避できる。

10

【0039】

以上のように本実施形態の時刻同期システム1によれば、時刻同期が実行されるので、装置6の内部時計61が基準時計31の代替となっても基準時計31の時刻値は継続する。

【0040】

20

特に、内部時計61、基準時計31において時刻の経過速度に固体差のある水晶デバイスが適用されて装置6の内部時計61がネットワーク2の基準時計31の代替となっても、基準時計31の経過速度が引き継がれる。

【0041】

また、内部時計61の経過速度の調整量がゼロとなるまで徐々に調整されるので、基準時計31の代替を繰り返しても調整量が逸脱せず、ネットワーク2に属する装置6の連係を安定的に維持できる。

【0042】

さらに、基準時計31、内部時計61において比較的安価な水晶デバイスを適用できるのでネットワーク2の基準時計の冗長化が低廉に実現する。

30

【0043】

本発明の他の態様としては、時刻同期装置10の一部若しくは全てとしてコンピュータを機能させるプログラムで構成しこれを当該コンピュータに実行させることにより実現できる。または、時刻同期装置10が実行する時刻同期方法の過程の一部若しくは全てをコンピュータに実行させるプログラムで構成しこれを当該コンピュータに実行させることにより実現できる。そして、このプログラム(時刻同期プログラム)をそのコンピュータが読み取り可能な周知の記録媒体に格納して提供できる。または、前記プログラムをインターネットや電子メール等でネットワークを介して提供できる。

【0044】

尚、本発明は、以上の実施形態に限定されるものではなく、本発明の特許請求の範囲内で様々な態様で実施が可能である。

40

【符号の説明】

【0045】

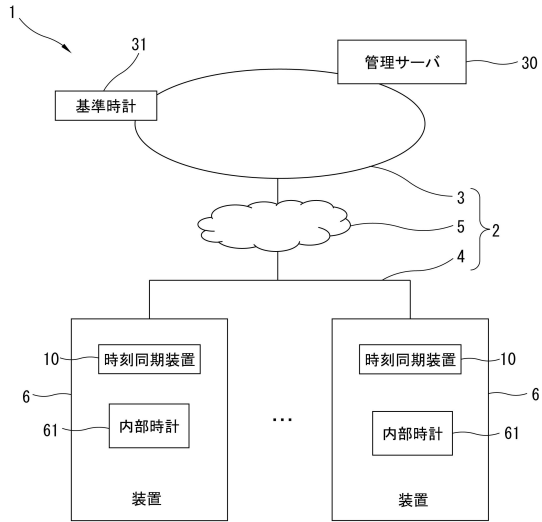
1...時刻同期システム

2...ネットワーク、31...基準時計

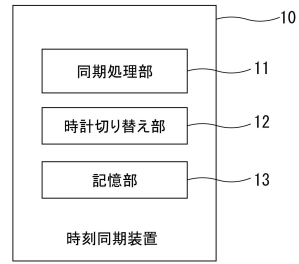
6...装置、61...内部時計

10...時刻同期装置、11...同期処理部、12...時計切り替え部、13...記憶部

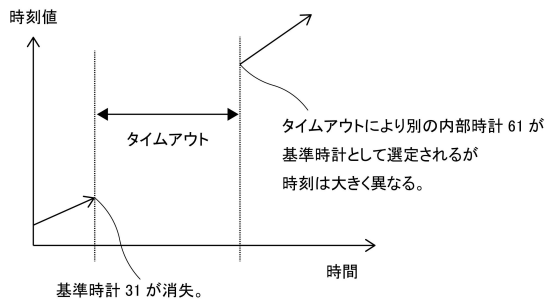
【図1】



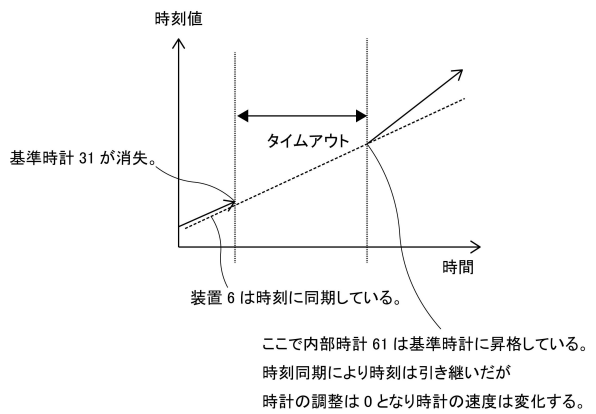
【図2】



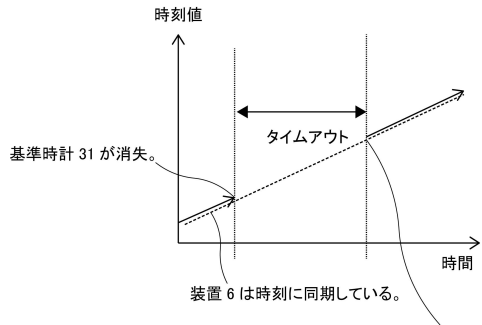
【図3】



【図4】



【図5】



ここで内部時計 61 は基準時計に昇格している。
時刻同期により時刻は引き継ぎ、
単位時間あたりの調整量も引き継ぐ。

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-115210(JP,A)
特開2012-249040(JP,A)
特開2003-194974(JP,A)
特開2018-189592(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 7/00
G04G 5/00
G04G 21/00
IEEE Xplore