



(10)申请公布号 CN 105790920 A

(21)申请号 201610101820.9

(22)申请日 2016.02.24

(71)申请人 华东交通大学

地址 330013 江西省南昌市双港东大街808

(72)发明人 陈鹏展 杨辉 刘曦 茹岩 张欣  
杨希 于庆庆

(74) 专利代理机构 北京高航知识产权代理有限公司 11530

代理人 赵永强

(51) Int.Cl.

H04L 7/00(2006.01)

H04L 12/26(2006.01)

H04J 3/06(2006.01)

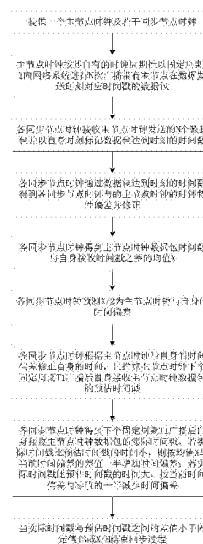
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

## (54)发明名称

# 网络系统中分布节点时钟同步方法

## (57)摘要

本发明公开了一种网络系统中分布节点时钟同步方法,旨在提供种能快速准确同步网络系统中同步节点时钟的方法,首先通过同步节点时钟接收主节点时钟发送数据包时的时间戳计算各同步节点时钟与主节点时钟的时钟特性偏差,并通过该偏差将固定周期内的各同步节点时钟的时钟频率向主节点时钟的时钟频率修正,通过各同步节点时钟预测 $\frac{1}{2}x$ 为主节点时钟与自身的时间偏差得到预计初始值,通过该的时间偏差推算主节点时钟下个固定周期T1广播后自身接收主节点时钟数据包的预估时间戳,并同主节点时钟与各同步节点时钟快速预测比较预估时间戳和实际时间戳,能迅速的同步网络系统的同步节点时钟。



1. 一种网络系统中分布节点时钟同步方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

a、提供一个主节点时钟及若干同步节点时钟;

b、主节点时钟按其自有的时钟周期性以固定周期T1向网络系统进行N次广播带有主节点在数据发送时刻对应时间戳的数据包;

c、各同步节点时钟接收主节点时钟发送的N个数据包并以自身时刻标记数据包达到时刻的时间戳;

d、各同步节点时钟通过数据包达到时刻的时间戳得到各同步节点时钟与主节点时钟的时钟特性偏差并修正;

e、各同步节点时钟得到主节点时钟数据包时间戳与自身接收时间戳之差的均值X;

f、各同步节点时钟预测 $\frac{1}{2}X$ 为主节点时钟与自身的时间偏差;

g、各同步节点时钟根据主节点时钟与自身的时间偏差修正自身的时间, 且推算主节点时钟下个固定周期T1广播后自身接收主节点时钟数据包的预估时间戳;

h、各同步节点时钟得到下个固定周期T1广播后自身接收主节点时钟数据包的 actual 时间戳, 若实际时间戳比预估时间戳的时间小, 则按均值X与当前时间偏差的差值一半增加时间偏差; 若实际时间戳比预估时间戳的时间大, 按当前时间偏差与零值的一半减少时间偏差;

i、当实际时间戳与预估时间戳之间的差值小于固定值T3或 $\frac{1}{M}X$ 结束同步过程。

2. 根据权利要求1所述的网络系统中分布节点时钟同步方法, 其特征在于: 所述的步骤a至步骤I间隔固定周期T2反复进行。

3. 根据权利要求1所述的网络系统中分布节点时钟同步方法, 其特征在于: 所述的同步节点时钟均设有数据缓冲区以记录接收主节点时钟数据包的时间戳。

4. 根据权利要求3所述的网络系统中分布节点时钟同步方法, 其特征在于: 所述的步骤a之前还包括以下步骤: 提供N个同步节点时钟, 各同步节点时钟均按自己独立时钟间隔T1向系统进行X次广播; 各同步节点时钟接收其他同步节点时钟X次广播并按时间先后将每次广播中其他同步节点时钟进行排序; 各同步节点时钟计算其他同步节点时钟达到顺序的方差; 通过方差确认一个同步节点时钟为网络系统的主节点时钟, 其余为同步节点时钟。

5. 根据权利要求4所述的网络系统中分布节点时钟同步方法, 其特征在于: 通过方差确认网络系统中的主节点时钟是指: 各同步节点时钟向系统广播其他同步节点时钟达到顺序的方差; 任一同步节点时钟接收同步节点时钟发送的方差并将自身广播的方差和接收方差进行累加; 确定一个方差累加结果最小的同步节点时钟为主节点时钟。

6. 根据权利要求4所述的网络系统中分布节点时钟同步方法, 其特征在于: 通过方差确认网络系统中的主节点时钟是指: 各同步节点时钟向系统广播最小方差所对应的同步节点时钟; 任一同步节点时钟接收票选结果并叠加自身广播的票选结果; 确定一个票选结果最大的同步节点时钟为最优主时钟。

## 网络系统中分布节点时钟同步方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及精准时钟同步方法,更确切地说涉及一种网络系统中分布节点时钟同步方法。

### 背景技术

[0002] 现有的时钟同步方法主要由IEEE1588时钟同步方法,该方法中每次同步过程均需要在参考节点与同步节点之间进行三次数据通信以确定网络传输延迟,数据发送及接收延迟等未知参量,计算过程耗时较长;且由于在同步过程中需要往复进行数据请求与发送,降低时钟同步的实时性,不仅如此,现有的时钟同步方法默认分布系统各节点的时钟特性是一致的,由于系统中各节点起始工作的时刻不一致,导致系统中各节点的时钟差异,而实际上,分布系统中,各节点的时钟不仅起始工作的时刻不一致,而且各节点的时钟特性也不一致。

[0003] IEEE1588在一些对实时性要求不高的场合有一定的适用性,但在工业自动化以及实时性要求较高的场合,无法满足同步过程的计算量小、实时性强等要求。本发明的目的即为提供一类高速、实时的时钟同步方法,尤其适合在采用工业网络通信的自动化系统以及对实时性要求较高的应用场合,通过减少数据同步过程中的计算量,加快同步时间。

### 发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是,提供一种能快速准确同步网络系统中同步节点时钟的方法。

[0005] 本发明的技术解决方案是,提供一种网络系统中分布节点时钟同步方法,包括以下步骤:

[0006] a、提供一个主节点时钟及若干同步节点时钟;

[0007] b、主节点时钟按其自有的时钟周期性以固定周期 $T_1$ 向网络系统进行N次广播带有主节点在数据发送时刻对应时间戳的数据包;

[0008] c、各同步节点时钟接收主节点时钟发送的N个数据包并以自身时刻标记数据包达到时刻的时间戳;

[0009] d、各同步节点时钟通过数据包达到时刻的时间戳得到各同步节点时钟与主节点时钟的时钟特性偏差并修正;

[0010] e、各同步节点时钟得到主节点时钟数据包时间戳与自身接收时间戳之差的均值X;

[0011] f、各同步节点时钟预测 $\frac{1}{2}X$ 为主节点时钟与自身的时间偏差;

[0012] g、各同步节点时钟根据主节点时钟与自身的时间偏差修正自身的时间,且推算主节点时钟下个固定周期 $T_1$ 广播后自身接收主节点时钟数据包的预估时间戳;

[0013] h、各同步节点时钟得到下个固定周期 $T_1$ 广播后自身接收主节点时钟数据包的实

际时间戳,若实际时间戳比预估时间戳的时间小,则按均值 $X$ 与当前时间偏差的差值一半增加时间偏差;若实际时间戳比预估时间戳的时间大,按当前时间偏差与零值的一半减少时间偏差;

[0014] i、当实际时间戳与预估时间戳时间之间的差值小于固定值 $T3$ 或 $\frac{1}{M}X$ 结束同步过程。

[0015] 优选的,所述的步骤a至步骤I间隔固定周期 $T2$ 反复进行。

[0016] 优选的,所述的同步节点时钟均设有数据缓冲区以记录接收主节点时钟数据包的时间戳。

[0017] 优选的,所述的步骤a之前还包括以下步骤:提供 $N$ 个同步节点时钟,各同步节点时钟均按自己独立时钟间隔 $T1$ 向系统进行 $X$ 次广播;各同步节点时钟接收其他同步节点时钟 $X$ 次广播并按时间先后将每次广播中其他同步节点时钟进行排序;各同步节点时钟计算其他同步节点时钟达到顺序的方差;通过方差确认一个同步节点时钟为网络系统的主节点时钟,其余为同步节点时钟。

[0018] 优选的,通过方差确认网络系统中的主节点时钟是指:各同步节点时钟向系统广播其他同步节点时钟达到顺序的方差;任一同步节点时钟接收同步节点时钟发送的方差并将自身广播的方差和接收方差进行累加;确定一个方差累加结果最小的同步节点时钟为主节点时钟。

[0019] 优选的,通过方差确认网络系统中的主节点时钟是指:各同步节点时钟向系统广播最小方差所对应的同步节点时钟;任一同步节点时钟接收票选结果并叠加自身广播的票选结果;确定一个票选结果最大的同步节点时钟为最优主时钟。

[0020] 采用以上结构后,本发明一种网络系统中分布节点时钟同步方法,与现有技术相比,具有以下优点:首先通过同步节点时钟接收主节点时钟发送数据包时的时间戳计算各同步节点时钟与主节点时钟的时钟特性偏差,并通过该偏差将固定周期内的各同步节点时钟的时钟频率向主节点时钟的时钟频率修正,由于主节点时钟同时向各同步节点时钟广播,即能同时修正各同步节点时钟的时钟频率,大大提高了同步速度,且这时各同步节点时钟直接得到主节点时钟数据包时间戳与自身接收时间戳之差的均值 $X$ ,该均值 $X$ 为各同步节点时钟在上述周期计算得到的固定值,实质是由主节点时钟与同步节点时钟的时间偏差和通信时间组成,通过各同步节点时钟预测 $\frac{1}{2}X$ 为主节点时钟与自身的时间偏差得到预计初始值,并通过该的时间偏差推算主节点时钟下个固定周期 $T1$ 广播后自身接收主节点时钟数据包的预估时间戳,之后各同步节点时钟得到下个固定周期 $T1$ 广播后自身接收主节点时钟数据包的实时时间戳,通过实际时间戳比预估时间戳的比较,使预测时间偏差更加接近实际偏差,很好的避免了通信时间的干扰,同步精度高,且运算量小,并同主节点时钟与各同步节点时钟快速预测比较,能迅速的同步网络系统的同步节点时钟。

#### 附图说明

[0021] 图1是本发明的一种网络系统分布节点时钟中的最优主时钟确定方法的流程示意图。

### 具体实施方式

[0022] 下面结合附图1和具体实施例对本发明作进一步说明。

[0023] 本发明提供一种网络系统中分布节点时钟同步方法,包括以下步骤:

[0024] a、提供一个主节点时钟及若干同步节点时钟;

[0025] b、主节点时钟按其自有的时钟周期性以固定周期T1向网络系统进行N次广播带有主节点在数据发送时刻对应时间戳的数据包;

[0026] c、各同步节点时钟接收主节点时钟发送的N个数据包并以自身时刻标记数据包达到时刻的时间戳;

[0027] d、各同步节点时钟通过数据包达到时刻的时间戳得到各同步节点时钟与主节点时钟的时钟特性偏差并修正;

[0028] e、各同步节点时钟得到主节点时钟数据包时间戳与自身接收时间戳之差的均值X;

[0029] f、各同步节点时钟预测 $\frac{1}{2}X$ 为主节点时钟与自身的时间偏差;

[0030] g、各同步节点时钟根据主节点时钟与自身的时间偏差修正自身的时间,且推算主节点时钟下个固定周期T1广播后自身接收主节点时钟数据包的预估时间戳;

[0031] h、各同步节点时钟得到下个固定周期T1广播后自身接收主节点时钟数据包的实际时间戳,若实际时间戳比预估时间戳的时间小,则按均值X与当前时间偏差的差值一半增加时间偏差;若实际时间戳比预估时间戳的时间大,按当前时间偏差与零值的一半减少时间偏差;

[0032] i、当实际时间戳与预估时间戳时间之间的差值小于固定值T3或 $\frac{1}{M}X$ 结束同步过程。

[0033] 采用以上结构后,本发明一种网络系统中分布节点时钟同步方法,与现有技术相比,具有以下优点:首先通过同步节点时钟接收主节点时钟发送数据包时的时间戳计算各同步节点时钟与主节点时钟的时钟特性偏差,所述的同步节点时钟均设有数据缓冲区以记录接收主节点时钟数据包的时间戳,通过该偏差将固定周期内的各同步节点时钟的时钟频率向主节点时钟的时钟频率修正,由于主节点时钟同时向各同步节点时钟广播,即能同时修正各同步节点时钟的时钟频率,大大提高了同步速度,且这时各同步节点时钟直接得到主节点时钟数据包时间戳与自身接收时间戳之差的均值X,该均值X为各同步节点时钟在上述周期计算得到的固定值,实质是由主节点时钟与同步节点时钟的时间偏差和通信时间组成,通过各同步节点时钟预测 $\frac{1}{2}X$ 为主节点时钟与自身的时间偏差得到预计初始值,并通过该的时间偏差推算主节点时钟下个固定周期T1广播后自身接收主节点时钟数据包的预估时间戳,之后各同步节点时钟得到下个固定周期T1广播后自身接收主节点时钟数据包的实际时间戳,通过实际时间戳比预估时间戳的比较,使预测时间偏差更加接近实际偏差,为使快速准确的接近预测时间偏差更加准确快速的接近实际偏差,本发明中通过下述步骤:若实际时间戳比预估时间戳的时间小,则按均值X与当前时间偏差的差值一半增加时间偏差;

若实际时间戳比预估时间戳的时间大,按当前时间偏差与零值的一半减少时间偏差;即使预测偏差在实际偏差两端逐渐靠近,由于整个方法是将预测时间偏差和实际偏差的差值指数级的缩小,即能快速准确的确认时间偏差,并能很好的避免了通信时间的干扰,同步精度高,且运算量小,并同主节点时钟与各同步节点时钟快速预测比较,能迅速的同步网络系统的同步节点时钟。

[0034] 所述的步骤a至步骤I间隔固定周期 $T_2$ 反复进行,能维持整个网络系统内各个同步节点时钟的同步精度,且通过实际时间戳与预估时间戳之间的差值小于固定值 $T_3$ 或 $\frac{1}{M}X$ 结束同步过程,使同步精度量化,方便不同情况下快速选择并调整网络中各个同步节点时钟的同步精度,固定值 $T_3$ 可由使用者设定, $\frac{1}{M}X$ 中的 $M$ 亦可以自由设定,类如10或20,本发明中提供由均值 $X$ 来限定同步精度的方法,使同步更加快速准确。

[0035] 所述的步骤a之前还包括以下步骤:提供 $N$ 个同步节点时钟,各同步节点时钟均按自己独立时钟间隔 $T_1$ 向系统进行 $X$ 次广播;各同步节点时钟接收其他同步节点时钟 $X$ 次广播并按时间先后将每次广播中其他同步节点时钟进行排序;各同步节点时钟计算其他同步节点时钟达到顺序的方差;通过方差确认一个同步节点时钟为网络系统的主节点时钟,其余为同步节点时钟。通过方差确认网络系统中的主节点时钟是指:各同步节点时钟向系统广播其他同步节点时钟达到顺序的方差,任一同步节点时钟接收同步节点时钟发送的方差并将自身广播的方差和接收方差进行累加,确定一个方差累加结果最小的同步节点时钟为主节点时钟;或者是各同步节点时钟向系统广播最小方差所对应的同步节点时钟,任一同步节点时钟接收票选结果并叠加自身广播的票选结果,确定一个票选结果最大的同步节点时钟为最优主时钟。

[0036] 通过各同步节点时钟同时进行,检测快速,且通过各同步节点时钟同时进行选举方差最小的同步节点时钟或\和方差累加结果最小的同步节点时钟为网络系统的最优主时钟,通过顺序方差将各个同步节点时钟的特性依托于其他同步节点时钟进行综合考察,反应的情况恰当准确,选取该网络中性能最为稳定准确时钟节点为最优主时钟,使主节点时钟与同步节点时钟的时钟频率偏差和实际偏差均较小,使同步节点时钟与主节点时钟之间的时钟频率偏差、实际偏差能更快速的同步,使本发明的同步速度更快、结果更准确

[0037] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,本发明的保护范围并不局限于上述实施例,凡属于本发明思路下的技术方案均属于本发明的保护范围。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理前提下的若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

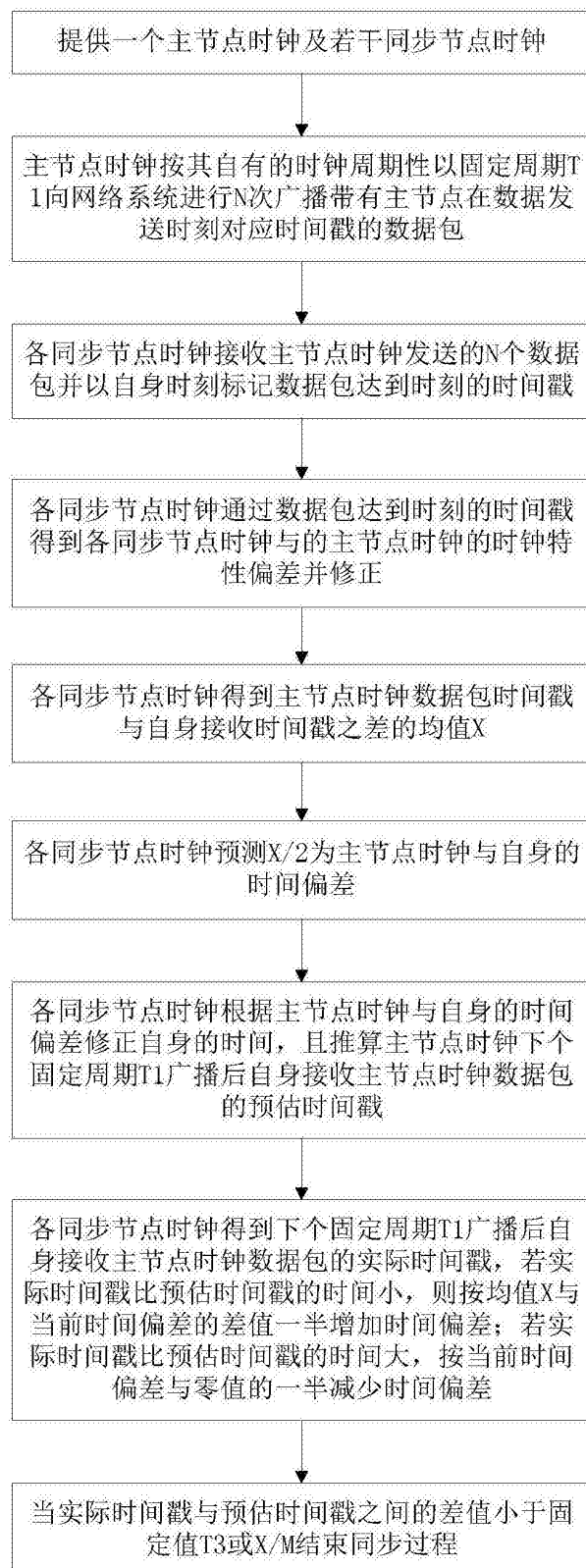


图1