

一种时钟晶振同步的方法、装置及系统

技术领域

[0001] 本申请涉及时间同步的领域，尤其是涉及一种对由时钟晶振引起的时间误差的计算、评估、校正、补偿的时钟晶振同步的方法、装置及系统。

背景技术

[0002] 在使用计算单元进行数据分析等工作之前，通常要有传感器等外接设备对待处理数据进行收集，并传输到计算单元内存储等待处理。传感器硬件设备内均设置有时钟，计算单元内同样设置有其对应的时钟，传感器与计算单元建立连接时，二者时钟难免会自然走偏而使二者产生时间差，导致传感器与计算单元之间传输的数据存在较大延迟或提前。

[0003] 目前常用的解决方法为令传感器与计算单元连接时，传感器根据计算单元中的时钟来调整自身时钟，使传感器内时钟与计算单元内时钟进行同步，减少传感器与计算单元之间的时间偏差。

[0004] 但是随着项目的使用需求和技术的逐渐发展，在使用多台传感器和多台计算单元进行数据交换时，或者在同一个项目需要更换不同计算单元进行时，每个计算单元之间的时钟无法保证完全相同，若使传感器与连接的计算单元进行同步，最终连接不同计算单元的传感器采集的测量数据时间也会存在相应偏差，导致后续对所有传感器采集的测量数据进行整合处理时较为困难。

发明内容

[0005] 为了减小在单个或多个传感器与单个或多个计算单元共同进

行数据交换时的时间误差，本申请对由引起的时间误差的计算、评估、补偿、校正的提供了一种时钟晶振同步的方法、装置及系统。

[0006] 第一方面，本申请提供一种时钟晶振同步的方法，采用如下的技术方案：

[0007] 一种时钟晶振同步的方法，包括：

[0008] 在计算单元存在网络连接时，计算所述计算单元时间与网络时钟时间的第一偏差；

[0009] 根据所述第一偏差，更新基本偏差；

[0010] 根据所述基本偏差更新所述计算单元时间并计算所述计算单元的实际刷新频率；

[0011] 计算所述计算单元时间与传感器时间的第二偏差；

[0012] 根据所述第二偏差，更新所述传感器时间并计算所述传感器的实际中断频率。

[0013] 通过采用上述技术方案，先将计算单元时间与网络时钟的时间进行同步后，保证计算单元时间准确，再将传感器时间与计算单元时间进行同步，保证所有传感器时间都与网络时钟的时间保持同步，能够减小单个或多个传感器通过单个或多个计算单元进行数据交换时的时间误差，提高测量数据的准确性和适用性，也便于测量数据的整合处理。

[0014] 可选的，所述计算所述计算单元时间与网络时钟时间的第一偏差包括：

[0015] 每隔第一预设时间计算网络延时并记录；

[0016] 每隔第二预设时间根据所述网络延时计算所述计算单元时间

与所述网络时钟时间的第一偏差。

[0017] 可选的，所述每隔第一预设时间计算网络延时并记录包括：

[0018] 向所述网络时钟发送请求，记录请求发送时间 T_1 ；

[0019] 接收来自所述网络时钟的应答，记录应答接收时间 T_4 、请求接收时间 T_2 和应答发送时间 T_3 ；其中，所述请求接收时间 T_2 为网络时钟接收到请求的时间，所述应答发送时间 T_3 为网络时钟返回应答的时间；

[0020] 计算所述网络延时 $d = (T_2 - T_1) + (T_4 - T_3)$ 。

[0021] 可选的，所述每隔第二预设时间根据所述网络延时计算所述计算单元时间与所述网络时钟时间的第一偏差，包括：

[0022] 将所述第二预设时间内的所有所述网络延时 d 进行升序排序得到延时数据集，并将第二预设时间内所述网络延时 d 的总数记为 n ；

[0023] 在所述延时数据集中，从第 $\frac{n}{8}$ 个所述网络延时 d 开始，连续取 $\frac{n}{2}$ 个所述网络延时 d 的值，建立基础数据集；

[0024] 根据所述基础数据集，计算所述基础数据集中每个所述网络延时 d 对应的运行频率和漂移频率的值，并得到运行频率差集和漂移频率差集；

[0025] 根据所述运行频率差集和所述漂移频率差集得到第一偏差拟合线，计算所述第一偏差拟合线的第一斜率，根据所述第一斜率计算所述第一偏差。

[0026] 可选的，所述计算所述计算单元时间与传感器时间的第二偏差，包括：

[0027] 获取所述传感器每次发送数据的数据发送时间和所述计算单

元接收所述数据的数据接收时间，计算每次所述数据接收时间与所述数据发送时间的第一差值；

[0028] 每隔第三预设时间确定所述第三预设时间内所述第一差值的最大值；

[0029] 每隔第四预设时间，根据每个所述第三预设时间内所述第一差值的最大值，以及与所述第一差值的最大值对应的所述数据发送时间计算所述传感器时间与所述计算单元时间的第二偏差，其中，所述第四预设时间包含多个所述第三预设时间。

[0030] 可选的，所述每隔第四预设时间，根据每个所述第三预设时间内所述第一差值的最大值，以及与所述第一差值的最大值对应的所述数据发送时间计算所述传感器时间与所述计算单元时间的第二偏差，包括：

[0031] 在一个所述第四预设时间间隔内，根据每个所述第三预设时间内所述第一差值的最大值和所述第一差值的最大值对应的所述数据发送时间，分别得到第一差值集和数据发送时间集；

[0032] 根据所述第一差值集和所述数据发送时间集得到第二偏差拟合线，并计算所述第二偏差拟合线的第二斜率，根据所述第二斜率计算所述第二偏差。

[0033] 可选的，所述计算所述传感器的实际中断频率包括：

[0034] 根据初始中断频率 f_0 计算得到初始中断时间间隔 t_1 ；

[0035] 根据所述中断时间间隔 t_1 和所述第二偏差 x_2 计算实际中断时间间隔 t_2 ；其中，所述实际中断时间间隔 $t_2 = t_1 + x_2 \times 10^6$ ；

[0036] 根据所述实际终端时间间隔 t_2 计算所述实际中断频率 f_1 ；其

中, 所述实际中断频率 $f_1 = \frac{1}{t_2}$

[0037] 第二方面, 本申请提供一种时钟晶振同步的装置, 采用如下的技术方案:

[0038] 一种时钟晶振同步的装置, 包括处理器和存储器, 以及存储在所述存储器上并可以在所述处理器上运行的计算单元程序, 所述处理器运行所述计算单元程序时能够实现如第一方面所述的时钟晶振同步的方法。

[0039] 通过采用上述技术方案, 该装置分别与计算单元和传感器进行时间同步, 同步完成后, 传感器才将自身采集得到的待处理数据上传至计算单元, 单独设置时钟晶振同步装置也能够便于管理该装置完成第一方面中的方法。

[0040] 第三方面, 本申请提供一种时钟晶振同步的系统, 采用如下的技术方案:

[0041] 一种时钟晶振同步的系统, 包括传感器、计算单元以及第二方面所述的一种时钟晶振同步的装置;

[0042] 所述传感器测量并发送待处理信息; 所述计算单元从所述传感器接收设施待处理信息;

[0043] 所述时钟晶振同步的装置在所述计算单元存在网络连接时, 计算所述计算单元时间与网络时钟时间的第一偏差; 根据所述第一偏差, 更新基本偏差; 根据所述基本偏差更新所述计算单元时间并计算所述计算单元的实际刷新频率; 以及

[0044] 计算所述计算单元时间与传感器时间的第二偏差;

[0045] 根据所述第二偏差, 更新所述传感器时间并计算所述传感器的

实际中断频率。

[0046] 通过采用上述技术方案，该系统中时钟晶振同步的装置分别与计算单元和传感器进行时间同步，同步完成后，传感器才将自身采集得到的待处理数据上传至计算单元，使系统中所有传感器和计算单元时间同步，无时钟误差，提高时钟同步的可靠性，降低计算的复杂程度。

[0047] 综上所述，本申请包括以下至少一种有益技术效果：

[0048] 1. 将所有参加项目的计算单元与网络时钟进行时间同步，之后再再进行传感器与计算单元之间的时间同步，保证所有传感器的时间与网络时钟时间之间的同步，减少传感器测量数据之间的误差；

[0049] 2. 对计算单元和传感器进行时间同步完毕后，会对装置内的实际刷新频率以及传感器内的实际中断频率进行修改，并在下次进行同步时使用更新后的实际刷新频率和实际中断频率进行同步，提高整个系统的稳定性，降低计算的复杂程度。

附图说明

[0050] 图 1 是本申请实施例一种时钟晶振同步的方法的流程图；

[0051] 图 2 是本申请实施例一种时钟晶振同步的方法中计算第一偏差的流程图；

[0052] 图 3 是本申请实施例一种时钟晶振同步的方法中计算第二偏差的流程图；

[0053] 图 4 是本申请实施例一种时钟晶振同步的装置的结构示意图；

[0054] 图 5 是本申请实施例一种时钟晶振同步的系统的结构示意图

图。

具体实施方式

[0055] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图 1-5 及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

[0056] 本申请实施例公开一种时钟晶振同步的方法，包括：

[0057] 在计算单元存在网络连接时，计算计算单元时间与网络时钟时间的第一偏差；

[0058] 根据第一偏差，更新基本偏差；

[0059] 根据基本偏差更新计算单元时间并计算实际刷新频率；

[0060] 计算计算单元时间与传感器时间的第二偏差；

[0061] 根据第二偏差，更新传感器时间并计算传感器的实际中断频率。

[0062] 参照图 1，作为时钟晶振同步方法的一种实施方式，该方法包括：

[0063] 步骤 S100，在计算单元存在网络连接时，通过计算单元与网络时钟建立连接，每隔第一预设时间计算计算单元与网络时钟之间的网络延时并进行记录。

[0064] 网络时钟，以 Network Time Protocol 服务器为例，是用来使计算单元时间同步化的一种协议，它可以使计算单元对其服务器或时钟源做同步化，提供高精度度的时间校正。

[0065] 步骤 S200，每隔第二预设时间，根据网络延时计算计算单元

时间与网络时钟时间的第一偏差 x_1 。每个第二预设时间内包括多个第一预设时间。

[0066] 步骤 S300, 根据第一偏差 x_1 更新基本偏差 x_0 并计算实际刷新频率 h_1 。

[0067] 基本偏差的初始值为零, 计算得到第一偏差后, 若第一偏差的绝对值小于等于预设阈值(如 100), 该第一偏差的数值合理, 将第一偏差的数值作为基本偏差进行更新。若计算所得的第一偏差的绝对值大于预设阈值, 该第一偏差值不合理, 将该结果舍去, 不用于更新基本偏差。tick 频率是时钟的一种指标, 在计算单元中其代表一秒内时钟的刷新次数, 在传感器中其代表一秒内时钟的中断次数。

[0068] 步骤 S400, 根据基本偏差更新计算单元时间, 更新后的计算单元时间等于更新前的计算单元时间与基本偏差的和。

[0069] 步骤 S500, 与传感器建立连接时, 持续获取传感器的数据发送时间以及计算单元接收对应数据的数据接收时间, 计算数据接收时间与数据发送时间之间的第一差值, 每隔第三预设时间确定该第三预设时间内第一差值的最大值。

[0070] 数据发送时间表示传感器将自身测量的待处理信息向计算单元发送的时间, 数据接收时间表示计算单元接收来自传感器的待处理信息的时间。

[0071] 步骤 S600, 每隔第四预设时间, 根据每个第三预设时间内的第一差值的最大值和对应的数据发送时间计算传感器时间与计算单元时间之间的第二偏差 x_2 ; 每个第四预设时间内包括多个第三预设时间。

[0072] 步骤 S700, 根据第二偏差 x_2 更新传感器时间, 更新后的传感器时间等于更新前的传感器时间与第二偏差的和。

[0073] 步骤 S800, 根据第二偏差 x_2 计算传感器的实际中断频率 f_1 。

[0074] 传感器的中断频率 f 指传感器在一秒内发射信号的中断次数, 传感器内存储有基础中断频率。

[0075] 在本实施例中, 步骤 S800 包括:

[0076] 根据初始中断频率 f_0 计算得到相邻两次中断之间的初始中断间隔时间 t_1 ; 其中, 初始中断间隔时间 $t_1 = \frac{1}{f_0}$

[0077] 根据中断时间间隔 t_1 和第二偏差 x_2 计算实际中断时间间隔 t_2 ; 其中, 实际中断时间间隔 $t_2 = t_1 + x_2$;

[0078] 根据实际中断时间间隔 t_2 计算实际中断频率 f_1 , 并将实际中断频率 f_1 ; 其中, 实际中断频率 $f_1 = \frac{1}{t_2}$ 。

[0079] 在本申请实施例的步骤 S100 中, 计算网络延时的方法包括:

[0080] 向网络时钟发送请求, 并记录请求发送时间 T_1 ;

[0081] 接收来自网络时钟的应答, 并记录应答接收时间 T_4 、请求接收时间 T_2 和应答发送时间 T_3 ; 其中, 请求接收时间 T_2 为网络时钟接收到请求的时间, 应答发送时间 T_3 为网络时钟返回应答的时间;

[0082] 计算网络延时 $d = (T_2 - T_1) + (T_4 - T_3)$ 。

[0083] 参照图 2, 本申请实施例步骤 S200 中, 计算第一偏差的方法包括:

[0084] 步骤 S210, 将第二预设时间内的所有网络延时 d 进行升序排序得到延时数据集, 并将第二预设时间内网络延时 d 的总数记为 n 。

[0085] 步骤 S220, 在延时数据集中, 从第 $\frac{n}{8}$ 个网络延时 d 开始, 连续取 $\frac{n}{2}$ 个网络延时 d 的值, 建立基础数据集。

[0086] 步骤 S230, 根据基础数据集, 对应计算基础数据集中每个网络延时 d 对应的运行 tick 和漂移 tick 的值, 并对应计算得到运行 tick 差集和漂移 tick 差集。tick 为一种相对时间单位, 其对应的具体时间与计算单元有关。

[0087] 步骤 S240, 根据运行 tick 差集和漂移 tick 差集得到第一偏差拟合线, 计算第一偏差拟合线的第一斜率, 将第一斜率乘以 10^6 得到计算单元时间与网络时钟时间的第一偏差 x_1 。

[0088] 将运行 tick 差集中的每项数据作为横坐标, 漂移 tick 差集中与运行 tick 差集对应的数据作为纵坐标进行线性拟合, 得到第一偏差拟合线, 第一偏差拟合线的第一斜率反映了漂移 tick 变化量与运行 tick 变化量的比值, 即计算单元时间与网络时钟时间的第一偏差。

[0089] 在本申请实施例中, 步骤 S230 包括:

[0090] 计算得到每个网络延时 d 对应的计算单元与 NTP 系统之间的基础时差 t, 计算公式为:

$$[0091] t = \frac{(T_2 - T_1) - (T_3 - T_4)}{2};$$

[0092] 根据基础时差 t 计算运行 tick 和漂移 tick, 并得到运行 tick 集和漂移 tick 集;

[0093] 其中, 运行 tick 等于 T_3 与基础时差 t 之和, 即

$$tick_{\text{运行}} = T_3 + t = \frac{(T_2 - T_1) + T_3 + T_4}{2}$$

[0094] 漂移 tick 等于 T_4 与运行 tick 的差值, 即

$$tick_{\text{漂移}} = T_4 - tick_{\text{运行}} = \frac{T_1 - T_2 - T_3 + T_4}{2}$$

[0095] 将运行 tick 集和漂移 tick 集中的每项数据分别与运行 tick 集和漂移 tick 集中的第一项数据做差, 对应得到运行 tick 差集和漂移 tick 差集。

[0096] 本申请实施例步骤 S300 中, 计算实际刷新频率 h_1 的方法包括:

[0097] 根据计算单元的初始刷新频率 h_0 , 计算初始刷新频率间隔 s_1 ; 其中, $s_1 = \frac{1}{h_0}$; 初始刷新频率 h_0 为预设值;

[0098] 根据初始刷新频率间隔 s_1 和基本偏差 x_0 , 计算实际刷新频率间隔 s_2 ; 其中, $s_2 = s_1 + x_0$;

[0099] 根据实际刷新频率间隔 s_2 计算实际刷新频率 h_1 ; 其中, $h_1 = \frac{1}{s_2}$ 。

[0100] 参照图 3, 本申请实施例中, 步骤 S600 包括:

[0101] 步骤 S610, 在一个第四预设时间间隔内, 根据其中每个第三预设时间内的第一差值的最大值和第一差值的最大值对应的数据发送时间, 分别得到第一差值集和数据发送时间集。

[0102] 第一差值集中的每项数据等于对应的第一差值与 10^6 的乘积, 数据发送时间集中的每项数据为每项第一差值对应的传感器向计算单元发送待处理信息的数据发送时间。

[0103] 步骤 S620, 根据第一差值集和数据发送时间集得到第二偏差拟合线, 计算第二偏差拟合线的第二斜率, 传感器时间与计算单元时间之间的第二偏差 x_2 等于第二斜率。

[0104] 将数据发送时间集中的每项数据作为横坐标, 第一差值集中与数据发送时间集对应的数据作为纵坐标进行线性拟合, 得到第二偏差拟合

线，第二偏差拟合线的第二斜率反映了数据发送时间与第一差值的比值，即传感器与计算单元的第一偏差。

[0105] 本申请实施例还公开一种时钟晶振同步的装置，参照图 4，作为时钟晶振同步的装置的一种实施方式，该装置包括存储器 11 和处理器 12，以及存储在存储器 11 上并可以在处理器 12 上运行的计算单元程序，并且处理器 12 运行计算单元程序时能够实现如上述说明书中的时钟晶振同步的方法。

[0106] 本申请实施例公开一种时钟晶振同步的系统，参照图 5，包括如本实施例提供的一种时钟晶振同步的装置 10、传感器 20 和计算单元 30，其中：

[0107] 传感器 20，用于测量并发送待处理信息；

[0108] 计算单元 30，用于从传感器 20 获取待处理信息；

[0109] 时钟晶振同步的装置 10，在计算单元 30 存在网络连接时，计算计算单元 30 时间与网络时钟时间的第一偏差；根据第一偏差，更新基本偏差；根据基本偏差更新计算单元 30 时间并计算实际刷新频率；计算计算单元 30 时间与计算单元 30 连接的传感器 20 时间的第二偏差；根据第二偏差，更新传感器 30 时间并计算传感器 20 的实际中断频率；完成计算单元 30 以及传感器 20 时钟进行校准。

[0110] 在本申请实施例中，时钟晶振同步的装置 10 可以安装在计算单元 30 上，时钟晶振同步的装置 10 的存储器 11 和处理器 12 为计算单元 30 的存储器和处理器。

[0111] 以上均为本申请的较佳实施例，并非依此限制本申请的保护范

围，本说明书(包括摘要和附图)中公开的任一特征，除非特别叙述，均可被其他等效或者具有类似目的的替代特征加以替换。即，除非特别叙述，每个特征只是一系列等效或类似特征中的一个例子而已。

权 利 要 求 书

1. 一种时钟晶振同步的方法，其特征在于，包括：

在计算单元存在网络连接时，计算所述计算单元时间与网络时钟时间的第一偏差；

根据所述第一偏差，更新基本偏差；

根据所述基本偏差更新所述计算单元时间并计算所述计算单元的实际刷新频率；

计算所述计算单元时间与传感器时间的第二偏差；

根据所述第二偏差，更新所述传感器时间并计算所述传感器的实际中断频率。

2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于：所述计算所述计算单元时间与网络时钟时间的第一偏差包括：

每隔第一预设时间计算网络延时并记录；

每隔第二预设时间根据所述网络延时计算所述计算单元时间与所述网络时钟时间的第一偏差。

3. 根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述每隔第一预设时间计算网络延时并记录包括：

向所述网络时钟发送请求，记录请求发送时间 T_1 ；

接收来自所述网络时钟的应答，记录应答接收时间 T_4 、请求接收时间 T_2 和应答发送时间 T_3 ；其中，所述请求接收时间 T_2 为网络时钟接收到请求的时间，所述应答发送时间 T_3 为网络时钟返回应答的时间；

计算所述网络延时 $d = (T_2 - T_1) + (T_4 - T_3)$ 。

4. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述每隔第二预设时间根据所述网络延时计算所述计算单元时间与所述网络时钟时间的第一偏差，包括：

将所述第二预设时间内的所有所述网络延时 d 进行升序排序得到延时数据集，并将第二预设时间内所述网络延时 d 的总数记为 n ；

在所述延时数据集中，从第 $\frac{n}{8}$ 个所述网络延时 d 开始，连续取 $\frac{n}{2}$ 个所述网络延时 d 的值，建立基础数据集；

根据所述基础数据集，计算所述基础数据集中每个所述网络延时 d 对应的运行频率和漂移频率的值，并得到运行频率差集和漂移频率差集；

根据所述运行频率差集和所述漂移频率差集得到第一偏差拟合线，计算所述第一偏差拟合线的第一斜率，根据所述第一斜率计算所述第一偏差。

5. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述计算所述计算单元时间与传感器时间的第二偏差，包括：

获取所述传感器每次发送数据的数据发送时间和所述计算单元接收所述数据的数据接收时间，计算每次所述数据接收时间与所述数据发送时间的第一差值；

每隔第三预设时间确定所述第三预设时间内所述第一差值的最大值；

每隔第四预设时间，根据每个所述第三预设时间内所述第一差值的最大值，以及与所述第一差值的最大值对应的所述数据发送时间计算所述传感器时间与所述计算单元时间的第二偏差，其中，所述第四预设时间包含多个所述第三预设时间。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述每隔第四预设时间，根据每个所述第三预设时间内所述第一差值的最大值，以及与所述第一差值的最大值对应的所述数据发送时间计算所述传感器时间与所述计算单元时间的第二偏差，包括：

在一个所述第四预设时间间隔内，根据每个所述第三预设时间内所述第一差值的最大值和所述第一差值的最大值对应的所述数据发送时间，分别得到第一差值集和数据发送时间集；

根据所述第一差值集和所述数据发送时间集得到第二偏差拟合线，并计算所述第二偏差拟合线的第二斜率，根据所述第二斜率计算所述第二偏差。

7. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述计算所述传感器的实际中断频率包括：

根据初始中断频率 f_0 计算得到初始中断时间间隔 t_1 ；

根据所述中断时间间隔 t_1 和所述第二偏差 x_2 计算实际中断时间间隔 t_2 ；其中，所述实际中断时间间隔 $t_2 = t_1 + x_2 \times 10^6$ ；

根据所述实际终端时间间隔 t_2 计算所述实际中断频率 f_1 ；其中，所述实际中断频率 $f_1 = \frac{1}{t_2}$ 。

8. 一种时钟晶振同步的装置，包括处理器、存储器以及存储在所述存储器上并可以在所述处理器上运行的计算机程序，其特征在于，所述处理器运行所述计算机程序时能够实现如权利要求 1-7 中任一项所述的时钟晶振同步的方法。

9. 一种时钟晶振同步的系统，其特征在于，包括传感器、计算单元以及如权利要求 8 所述的一种时钟晶振同步的装置；

所述传感器测量并发送待处理信息；所述计算单元从所述传感器接收设施待处理信息；

所述时钟晶振同步的装置在所述计算单元存在网络连接时，计算所述计算单元时间与网络时钟时间的第一偏差；根据所述第一偏差，更新基本偏差；根据所述基本偏差更新所述计算单元时间并计算所述计算单元的实际刷新频率；以及

计算所述计算单元时间与传感器时间的第二偏差；

根据所述第二偏差，更新所述传感器时间并计算所述传感器的实际中断频率。