

基于SDN架构5G智能节点的多精度时钟同步方法

|  |  |
| --- | --- |
| 申请号： | CN202010752261.4 |
| 申请日： | 20200730 |
| 申请（专利权）人： | [浙江工商大学, 三维通信股份有限公司] |
| 地址： | 浙江省杭州市下沙高教园区学正街18号 |
| 发明人： | [李传煌, 诸葛斌, 李军, 毛建洋, 张彬鑫, 梁刚, 陈青松, 鲁佳] |
| 主分类号： | H04J3/06 |
| 公开（公告）号： | CN111740800A |
| 公开（公告）日： | 20201002 |
| 代理机构： | 杭州求是专利事务所有限公司 |
| 代理人： | [刘静] |

www.patexplorer.com

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **（19）中华人民共和国国家知识产权局** | | |
|  |  |  |
| **（12）发明专利** | |
| **（10）授权公告号** CN111740800A  **（45）授权公告日** 20201002 | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **（21）申请号** CN202010752261.4  **（22）申请日** 20200730  **（71）申请人** [浙江工商大学, 三维通信股份有限公司]  **地址** 浙江省杭州市下沙高教园区学正街18号  **（72）发明人** [李传煌, 诸葛斌, 李军, 毛建洋, 张彬鑫, 梁刚, 陈青松, 鲁佳]  **（74）专利代理机构** 杭州求是专利事务所有限公司  **代理人** [刘静] |  |
| **（54）发明名称**  基于SDN架构5G智能节点的多精度时钟同步方法 |  |
| **（57）摘要**  本发明公开了一种基于SDN架构5G智能节点的多精度时钟同步方法，包括如下步骤：1）将被同步的5G智能节点看作SDN架构中的转发单元，并抽象出时钟同步逻辑功能块，利用XML文件实现对其逻辑功能描述；2）根据时钟同步逻辑功能块的定义，对XML文件中所有操作接口开发具体的操作程序；3）在控制器统一协调下，将控制器作为主时钟节点，所有5G智能节点作为从时钟结点；4）控制器根据用户时钟同步的不同精度要求通过相对应的同步协议对所有被同步的5G智能节点的时钟同步逻辑功能块实例进行控制，实现大规模的时钟同步。本发明方法布置方便，成本低廉，有较好的兼容性，能应用于大规模的终端节点多精度的时钟同步需求。 |

|  |
| --- |
| **权 利 要 求 书** |

1.一种基于SDN架构5G智能节点的多精度时钟同步方法，其特征在于，包括如下步骤： 1）将被同步的5G智能节点作为SDN架构中的转发单元，并在5G智能节点上定义一个时钟同步逻辑功能块，每个5G智能节点均为一个独立的智能终端，智能终端上配置有时钟同步逻辑功能块的管理软件；所述时钟同步逻辑功能块包括对5G智能节点的信息读取、参数配置以及事件上报功能，利用XML文件实现对时钟同步逻辑功能块的功能描述；具体为：利用XML文件对时钟同步逻辑功能块进行类和实例两种描述，一个类需要有一个XML文件描述，同一个类的时钟同步逻辑功能块有多个该类时钟同步逻辑功能块的实例，每个实例均需要单独一个XML文件描述，XML文件描述时钟同步逻辑功能块的实例中的具体参数的值以及对时钟同步逻辑功能块进行读写的接口和时钟同步逻辑功能块中事件上报接口； 2）根据时钟同步逻辑功能块的定义，对XML文件中所有操作接口开发具体的操作程序；具体为：根据时钟同步逻辑功能块的定义，对所有时钟同步逻辑功能块的实例，XML文件所描述的对时钟同步逻辑功能块进行读写的接口和时钟同步逻辑功能块中事件上报接口开发对应的函数，在函数中通过调用5G智能节点的管理软件所提供的功能实现对应接口的需求； 3）在SDN架构中的控制器统一协调下，将控制器作为主时钟节点，所有5G智能节点作为从时钟结点； 4）控制器根据用户时钟同步的不同精度要求，通过选择与精度要求对应的时钟同步协议，通过主时钟节点对所需被同步的从时钟结点的时钟同步逻辑功能块的实例进行控制，实现时钟同步；具体为：在主时钟节点接收到的用户时钟同步的精度要求和指定同步节点的范围后，首先根据不同的精度要求向指定范围被同步的从时钟结点发送相对应的时钟同步协议来创建所需的时钟同步逻辑功能块实例，并设置实例中与时钟同步协议相关的参数，随后主时钟节点向从时钟节点发送相关的set和get命令，从时钟节点会向主时钟节点回传同步后的时间戳消息，并通过主时钟节点向用户反馈指定范围从时钟结点的同步结果。 2.根据权利要求 1 所述的一种基于SDN架构5G智能节点的多精度时钟同步方法，其特征在于，所述5G智能节点作为智能终端配置有实时操作系统，系统中配置有管理软件，用于实现时钟同步逻辑功能块的功能控制和管理，利用5G网络联网，控制器通过5G网络通信协议对5G智能节点进行集中控制，支持分布式协同工作。 3.根据权利要求 1 所述的一种基于SDN架构5G智能节点的多精度时钟同步方法，其特征在于，根据ForCES转发件中LFB模型所规定的方法对5G智能节点的管理软件所实现的功能定义时钟同步逻辑功能块。

|  |
| --- |
| **说 明 书** |

**基于SDN架构5G智能节点的多精度时钟同步方法**

<p>基于SDN架构5G智能节点的多精度时钟同步方法</p><p>技术领域</p><p>本发明属于通信技术领域，具体涉及一种基于SDN架构5G智能节点的多精度时钟同步方法。</p><p>背景技术</p><p>5G是今天电信行业甚至整个ICT行业最大的热点，也是国家战略的重要关注点。5G定义了eMBB（增强的移动宽带）、uRLLC（高可靠和低时延）和mMTC（大规模的机器连接）三大类业务场景，几乎涵盖了今天所能想象得到的业务应用领域。5G的接入速率、时延、连接密度这几个关键指标与4G相比都有10倍量级的提升，这是一个很显著的技术进步。回顾移动通信发展史，每10年技术标准发生一次升级换代。上世纪80年代的1G是模拟话音通信，90年代的2G是数字话音通信，本世纪的3G使移动网络从TDM发展到IP化阶段，并且幸逢乔布斯发明了智能手机，迎来了移动互联网时代，4G又为移动互联网尤其是移动视频提供了更强的网络环境。3G/4G移动互联网尚属于消费互联网阶段，应用以面向个人用户的生活和娱乐为主。与以往不同，今天产业互联网已成为互联网发展的下一波，5G的发展重心和业务增长点将在产业互联网和物联网领域，实现万物智联是5G的理想，也是5G的最大价值所在，5G独特的技术优势对社会和行业数字化转型有巨大吸引力。5G在这次新冠肺炎疫情防控中的积极贡献有目共睹，不但有力支撑了远程医疗，在远程教育、远程办公、视频直播、融合媒体、自动驾驶、无人机应用、复工复产技术支持等方面也发挥了重要作用。总之，5G不仅是移动通信的下一代，5G是各类无线、网络及IT新技术的融合和集成；5G不仅是技术变革，更是产业融合、跨界拓展和生态重构的新机遇，万物互联使得5G应用充满想象空间；5G是未来的大产业，产业边界远远超越传统的移动通信；5G是国际科技竞争的新战场，各国、各大企业正在展开角逐。</p><p>作为数字通信网的基础支撑技术，时钟同步技术的发展演进始终受到通信网技术发展的驱动。在网络方面，通信网从模拟发展到数字，从TDM网络为主发展到以分组网络为主；在业务方面，从以TDM话音业务为主发展到以分组业务为主的多业务模式，从固定话音业务为主发展到以固定和移动话音业务并重，从窄带业务发展到宽带业务等等。在与同步网相关性非常紧密的传输技术方面，从同轴传输发展到PDH，SDH，WDM和DWDM，以及最新的OTN和PTN技术。随着通信新业务和新技术的不断发展，其同步要求越来越高，包括钟源、锁相环等基本时钟技术经历了多次更新换代，同步技术也在不断地推陈出新，时间同步技术更是当前业界关注的焦点。</p><p>同步技术包括频率同步技术和时间同步技术两个方面，时间同步在通信领域中有着越来越广泛的需求，各种通信系统对时间同步的需求可分为高精度时间需求(微秒级和纳秒级)和普通精度时间需求(毫秒级和秒级)。针对不同精度的时间同步需求，在通信网中主要应用了以下几种现有的时间同步技术：(1) IRIG-B(Inter Range InstrumentaTIonGroup)和DCLS (DC Level Shift)；(2) NTP(Network TIme Protocal)；(3) 1PPS(1 Pulseper Second)及串行口ASCII字符串；(4) PTP(Precision Time Protocal)。</p><p>在计算机网络中传递时间的协议主要有时间协议(TIme Protocol)、日时协议(DayTIme Protocol)和网络时间协议(NTP)3种。另外，还有一个仅用于用户端的简单网络时间协议 (SNTP)。网上的时间服务器会在不同的端口上连续的监视使用以上协议的定时要求，并将相应格式的时间码发送给客户。在上述几种网络时间协议中，NTP协议最为复杂，所能实现的时间准确度相对较高。在RFC-1305中非常全面地规定了运行NTP的网络结构、数据格式、服务器的认证以及加权、过滤算法等。NTP技术可以在局域网和广域网中应用，精度通常只能达到毫秒级或秒级。</p><p>近几年来还出现了改进型NTP。与传统的NTP不同，改进型NTP在物理层产生和处理时戳标记，这需要对现有的NTP接口进行硬件改造。改进型 NTP依旧采用NTP协议的算法，可以与现有NTP接口实现互通。与原有NTP相比，其时间精度可以得到大幅度提升。目前支持改进型NTP的设备还较少，其精度和适用场景等还有待进一步研究。改良行NTP号称能达到十微秒量级。</p><p>PTP与NTP的实现原理均是基于双向对等的传输时延，最大的不同是时间标签的产生和处理环节。PTP通过物理层的时戳标记来获得远高于NTP的时间精度。基于IEEE-1588的PTP技术原先用于需要严格时序配合的工业控制，为了顺应通信网中对高精度时间同步需求的快速增长，IEEE-1588 从原先的版本1发展到版本2，并且已在同步设备上、光传输设备上、3G基站设备上得到应用。</p><p>在我国，PTP技术主要是基于光传输系统实现高精度时间传送的，国内运营商在最近几年中开展了通过地面传输系统传送高精度时间的研究，在实验室及现网上进行了大量的试验，并取得了一定的成果，已超过了国外相关方面的研究水平。目前国内已在一定规模的网络环境下实现了PTP局间时间传送，精度能达到微秒级。</p><p>但目前的时钟同步过程的自动化程度普遍不高，我们的多精度时钟同步协议方法自动化程度可以达到一个很高的高度。</p><p>发明内容</p><p>本发明目的在于针对现有技术的不足，提出一种基于SDN架构5G智能节点的多精度时钟同步方法。</p><p>本发明的目的是通过以下技术方案来实现的：一种基于SDN架构5G智能节点的多精度时钟同步方法，包括如下步骤：</p><p>1）将被同步的5G智能节点作为SDN架构中的转发单元，并在5G智能节点上定义一个时钟同步逻辑功能块，每个5G智能节点均为一个独立的智能终端，智能终端上配置有时钟同步逻辑功能块的管理软件；所述时钟同步逻辑功能块包括对5G智能节点的信息读取、参数配置以及事件上报功能，利用XML文件实现对时钟同步逻辑功能块的功能描述；具体为：利用XML文件对时钟同步逻辑功能块进行类和实例两种描述，一个类需要有一个XML文件描述，同一个类的时钟同步逻辑功能块有多个该类时钟同步逻辑功能块的实例，每个实例均需要单独一个XML文件描述，XML文件描述时钟同步逻辑功能块的实例中的具体参数的值以及对时钟同步逻辑功能块进行读写的接口和时钟同步逻辑功能块中事件上报接口；</p><p>2）根据时钟同步逻辑功能块的定义，对XML文件中所有操作接口开发具体的操作程序；具体为：根据时钟同步逻辑功能块的定义，对所有时钟同步逻辑功能块的实例，XML文件所描述的对时钟同步逻辑功能块进行读写的接口和时钟同步逻辑功能块中事件上报接口开发对应的函数，在函数中通过调用5G智能节点的管理软件所提供的功能实现对应接口的需求；</p><p>3）在SDN架构中的控制器统一协调下，将控制器作为主时钟节点，所有5G智能节点作为从时钟结点；</p><p>4）控制器根据用户时钟同步的不同精度要求，通过选择与精度要求对应的时钟同步协议，通过主时钟节点对所需被同步的从时钟结点的时钟同步逻辑功能块的实例进行控制，实现时钟同步；具体为：在主时钟节点接收到的用户时钟同步的精度要求和指定同步节点的范围后，首先根据不同的精度要求向指定范围被同步的从时钟结点发送相对应的时钟同步协议来创建所需的时钟同步逻辑功能块实例，并设置实例中与时钟同步协议相关的参数，随后主时钟节点向从时钟节点发送相关的set和get命令，从时钟节点会向主时钟节点回传同步后的时间戳消息，并通过主时钟节点向用户反馈指定范围从时钟结点的同步结果。</p><p>进一步地，所述5G智能节点作为智能终端配置有实时操作系统，系统中配置有管理软件，用于实现时钟同步逻辑功能块的功能控制和管理，利用5G网络联网，控制器通过5G网络通信协议对5G智能节点进行集中控制，支持分布式协同工作。</p><p>进一步地，根据ForCES转发件中LFB模型所规定的方法对5G智能节点的管理软件所实现的功能定义时钟同步逻辑功能块。</p><p>本发明的有益效果：本发明基于SDN架构5G智能节点的多精度时钟同步方法有较好的兼容性，能应用于系统版本各不相同的智能终端，能在大规模5G智能节点之中实现半自动化设置。例如应用于大规模的无人机工作及表演，根据距离的不同可以切换相对应的时钟同步协议，从而将资源利用最优化。</p><p>附图说明</p><p>图1是时钟同步体系结构示意图；</p><p>图2是5G智能节点结构示意图；</p><p>图3是NTP授时原理图；</p><p>图4是PTP协议延迟响应机制示意图。</p><p>具体实施方式</p><p>以下结合附图对本发明具体实施方式作进一步详细说明。</p><p>本发明基于SDN架构5G智能节点的多精度时钟同步方法有较好的兼容性，能应用于大规模的终端节点多精度的时钟同步需求，并且自动化程度能达到一个很高的高度。</p><p>本发明利用5G环境与SDN架构，将低成本的智能网络传感节点进行集中控制和软件定义。随着网络应用的快速发展，越来越多的协议和服务器需要部署在网络中，而传统的路由器需要手动完成服务和协议的扩展，效率很低。可编程网络的出现，使得网络协议和服务的扩展可以通过一个开放的可编程的网络平台自动完成。首先使用ForCES这个IP网络设备的可编程接口标准，为IP网络设备中控制部件对转发部件的QoS功能进行配置，然后根据不同的精度要求通过NTP协议或者PTP协议对不同范围内的多网络节点实现精准时钟同步。精确时钟同步能够保证系统的实时性，结合SDN架构的技术优势，将SDN集中控制与精确时钟同步技术相结合，实现控制器对传感节点时钟同步的统一控制。</p><p>利用5G网络的超低延时特性作为智慧城市中的智能网络节点的通信基础，如图1所示，设定控制器作为主时钟节点，其余所有5G智能节点作为从时钟节点。所有的5G智能节点都基于SDN架构设计，SDN控制器对5G智能节点实现集中控制和软件定义。所有被同步的5G智能节点包括各类网络节点设备和网络终端设备，这些智能节点之间通过5G网络互联，并且都安装有特定管理软件的实时操作系统，利用管理软件定义时钟同步逻辑功能块。时钟同步逻辑功能块是根据时钟同步协议中转发元件模型所规定的方法对设备管理软件所能实现的功能进行定义，获得对设备信息读取、参数配置以及事件上报功能的接口定义。利用XML文件对时钟同步逻辑功能块进行类和实例两种描述，一个类需要有一个XML文件描述，同一个类的时钟同步逻辑功能块有多个该类时钟同步逻辑功能块的实例，每个实例需要单独一个XML文件描述，XML文件描述时钟同步逻辑功能块的实例中的具体参数的值以及对时钟同步逻辑功能块进行读写的接口和时钟同步逻辑功能块中事件上报接口。对所有时钟同步逻辑功能块的实例，XML文件所描述的对时钟同步逻辑功能块进行读写的接口和时钟同步逻辑功能块中事件上报接口开发对应的函数，在函数中通过调用设备的管理软件所提供的功能实现对应接口的需求。</p><p>如图2所示，控制器根据应用程序接收到的用户时钟同步的精度要求之后，向所有被同步的5G智能节点的操作接口发送对应精度要求的同步代码，并且下发参数。在主时钟节点上通过对所有被同步的从时钟节点的时钟同步逻辑功能块的直接操作来实现管理。当控制器接收到命令之后，会向从时钟节点发送set命令和get命令，从时钟节点通过时钟同步协议时刻保持精确同步，主从时钟节点之间进行同步数据帧的发送，记录数据帧的发送时间和接收时间信息，并且将该时间信息添加到数据帧中。从时钟节点获取这些时间信息，并计算从时钟节点与主时钟节点的时间偏差和网络节点之间的传输延时，对本地时钟进行纠正，使本地时钟与主时钟节点时钟同步。利用SDN架构将低成本的智能网络传感节点进行集中控制和软件定义，通过NTP协议或者PTP协议对多网络节点实现精准时钟同步。</p><p>NTP最典型的授时方式是Client/Server方式。如图3所示，客户机首先向服务器发送一个NTP 包，其中包含了该包离开客户机的时间戳T1，当服务器接收到该包时，依次填入包到达的时间戳T2、包离开的时间戳T3，然后立即把包返回给客户机。客户机在接收到响应包时，记录包返回的时间戳T4。客户机用上述4个时间参数就能够计算出2个关键参数：NTP包的T1和T2之间的往返延迟d1、T3和T4之间的往返延迟d2和客户机与服务器之间的时钟偏差t。客户机使用时钟偏差来调整本地时钟，以使其时间与服务器时间一致。</p><p>如图4所示，使用PTP同步协议的基本过程如下：主、从时钟之间交互同步报文并记录报文的收发时间，通过计算报文往返的时间差来计算主、从时钟之间的往返总延时，如果网络是对称的（即两个方向的传输延时相同），则往返总延时的一半就是单向延时，这个单向延时便是主、从时钟之间的时钟偏差，从时钟按照该偏差来调整本地时间，就可以实现其与主时钟的同步。主时钟向从时钟发送Sync报文，并记录发送时间t1；从时钟收到该报文后，记录接收时间t2。主时钟发送Sync报文之后，紧接着发送一个携带有t1的Follow\_Up报文。从时钟向主时钟发送Delay\_Req报文，用于发起反向传输延时的计算，并记录发送时间t3；主时钟收到该报文后，记录接收时间t4。主时钟收到Delay\_Req报文之后，回复一个携带有t4的Delay\_Resp报文。此时，从时钟便拥有了t1～t4这四个时间戳，由此可计算出主、从时钟间的往返总延时为[(t2 – t1) + (t4 – t3)]，由于网络是对称的，所以主、从时钟间的单向延时为[(t2 – t1) + (t4 – t3)] / 2。因此，从时钟相对于主时钟的时钟偏差为：Offset = (t2 – t1) - [(t2 – t1) + (t4 – t3)] / 2 = [(t2 – t1) - (t4 – t3) ] /2。在SDN的不断发展下，未来的城市必定是个“万物互联”的智慧城市，分布在智慧城市中的智能终端也会越来越多，并且这些智能终端的系统和版本也是多种多样。本发明基于SDN架构5G智能节点的多精度时钟同步方法的兼容性较好，能完美解决这个问题，使其在这些不同的系统版本上都能运行，从而进行集中控制。这些安装了实时操作系统的终端作为5G智能节点，通过软件定义对其进行集中控制，具有远程控制和配置功能。</p><p>本发明基于SDN架构5G智能节点的多精度时钟同步方法能在大规模5G智能节点之中实现半自动化设置。例如应用于大规模的无人机工作及表演，根据距离的不同可以切换相对应的同步协议，从而将资源利用最优化。</p><p>上述实施例用来解释说明本发明，而不是对本发明进行限制，在本发明的精神和权利要求的保护范围内，对本发明作出的任何修改和改变，都落入本发明的保护范围。</p>

|  |
| --- |
| **说 明 书 附 图** |