

云计算环境下分布式大数据 多信道并行控制系统

李玉亭^{1,2}

(1. 云南大学 法学院, 昆明 650500; 2. 青海警官职业学院 现代教育技术中心, 西宁 810000)

摘要: 分布式大数据控制受到信道数量影响易产生不同步现象, 导致信道控制性能较差, 设计一种云计算环境下分布式大数据多信道并行控制系统; 系统硬件: 节点处理模块由 FPGA 芯片以及抗干扰器组成; 无线通信模块主要由射频芯片与无线收发器组成; USB 模块由接口芯片、寄存器、存储芯片以及周边电路构成; 系统软件: 分布式大数据多信道数据存储与处理模块的构成同步存储数据单元与数据多路实时处理单元; 多信道并行控制模块主要由多信道并行管理单元、多信道状态扫描单元以及生成数据流单元构成; 通过硬件与软件相结合实现了分布式大数据多信道并行控制; 实验结果证明, 分布式大数据信道平均传输速率数据则分布、保持的较为均匀, 实现了性能提升。

关键词: 云计算环境; 分布式大数据; 多信道; 并行控制; 多路处理; 同步存储

Distributed Large Data Multi-channel Parallel Control System in Cloud Computing Environment

Li Yuting^{1,2}

(1. College of Law, Yunnan University, Kunming 650500, China;

2. Modern Educational Technology Center, Qinghai Vocational of Police Officers, Xining 810000, China)

Abstract: The influence of the number of channels received by distributed big data control is easy to produce asynchronous phenomenon, which leads to poor performance of channel control. System hardware: node processing module consists of FPGA chip and anti-jamming device; wireless communication module consists of RF chip and wireless transceiver; USB module consists of interface chip, register, memory chip and peripheral circuit. System software: the distributed big data multi-channel data storage and processing module is composed of synchronous storage data unit and data multi-channel real-time processing unit; the multi-channel parallel control module is mainly composed of multi-channel parallel management unit, multi-channel state scanning unit and generating data flow unit. Through the combination of hardware and software, the distributed large data multi-channel parallel control is realized. The experimental results show that the average transmission rate data of the distributed big data channel is more evenly distributed and maintained, and the performance is improved.

Keywords: cloud computing environment; distributed big data; multichannel; parallel control; multiplexing; synchronous storage

0 引言

随着各种高新科学技术的发展与兴盛, 传感器无线网络迅速成为通信领域的研究热点, 包括嵌入式信息开发技术、分布式信息处理技术、微电子信息技术以及通信无线处理技术等, 都促进了传感器无线网络的发展。传感器无线网络是一种通过在监测通信区域中布设大量传感器无线节点从而实现无线通信的通信网络, 主要目的在于协作的处理、采集与感知覆盖网络区域内所有监测对象的具体信息, 并将数据向监控中心发送^[1]。传感器无线通信网络的三大要素为监测中心、监控对象以及传感器节点, 实现其通信需要综合多种技术, 包括应用层、无线

通信、嵌入式通信系统、数据管理融合、定位、同步时间、网络安全、网络协议以及拓扑技术等, 能够使人们在各种环境、各种地点以及各种时间内实时获取可靠、详实的信息^[2]。

传感器无线网络中的通信节点能够通过自组织节点的形式进行协同工作, 相较于传感器传统有线通信网络而言, 其优势较为显著, 包括较高的精度、较强的灵活性、较高的可靠性以及较好的经济性。其中较高的精度是指节点能够对监控区域实施空间密集采样以获取较高的感知信息精度; 较强的灵活性是指能够随机、临时布置, 并且网络具备自组织特性, 能够应用于偏、险、急的场合, 使用和布局上较为灵活; 较高的可靠性是指当节点出现失效或故障情况时, 其余节点能够迅速承担其功能, 整体可靠性较强; 较好的经济性是指省略传输线缆大大降低了通信成本^[3]。然而传感器无线网络由于采样频率非常高、

收稿日期: 2020-03-18; 修回日期: 2020-04-10。

作者简介: 李玉亭(1987-), 女, 青海西宁人, 硕士, 讲师, 主要从事计算机方向的研究。

采集的数据又种类十分复杂，因此网络中会在短时间内产生大量分布式大数据。为了解决这些分布式大数据的传输问题，设计一种云计算环境下分布式大数据多信道并行控制系统^[4]。

1 系统结构及原理

分布式大数据多信道并行控制系统结构如图 1 所示。

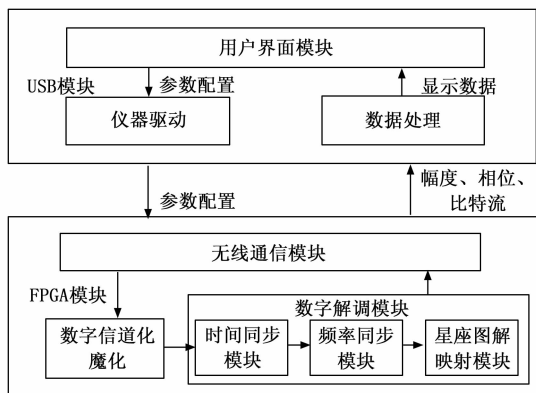


图 1 系统结构及原理图

由图 1 可以看出，该系统主要结构包括节点处理模块、无线通信模块以及 USB 模块。USB 模块包含了仪器驱动模块、用户界面显示模块和数据处理模块。仪器驱动模块负责仪器的配置和驱动，让仪器可以正常工作。用户界面显示模块完成人机交互，用户在界面上配置相关参数分析带宽、中也频点、参考功率、调制信号类型、信堪号和数据存盘路径等。FPGA 端程序主要完成数提高速传输、基于延时改进的 FFB 的数字信道化、时间同步、频率同步以及星座图解映射。数据高速传输模块包括 IQ 数据由矢量信号分析仪通过背板总线以 P2P 的方式传给 FPGA，经过 FPGA 处理后，再由 FPGA 以及 DMA 的方式传给主机。数字信道化模块完成接收信号的按频率分离，实现多路信号的并行接收解调。

2 分布式大数据多信道并行控制系统硬件

2.1 设计节点处理模块

云计算环境下分布式大数据多信道并行控制系统的硬件包括节点处理模块、无线通信模块、USB 模块^[5]。

节点处理模块由 FPGA 芯片和抗干扰器组成。其中 FPGA 芯片选用 EP5C3 型号，主要通过该芯片进行节点处理^[6]。该芯片的参数具体如表 1 所示。

表 1 芯片参数

序号	项目	具体参数
1	型号	EP5C3
2	引脚数量	138
3	锁相环数量	2
4	RAM 单元	156.777
5	逻辑单元	8.652

而该芯片的功耗情况则具体如表 2 所示。

表 2 该芯片的功耗情况

序号	项目	具体参数
1	型号	EP5C3
2	静态核功耗	42.37
3	动态核功耗	53.24
4	I/O 功耗	51.39
5	总功耗	147

由于 FPGA 芯片接电源与接地的引脚十分复杂，会产生噪声和干扰，因此利用抗干扰器进行抗干扰处理。抗干扰器主要通过去耦电容的布置，在邻近的地线与引脚间接入电容，具体为 $0.1\mu\text{F}$ ，以实现抗干扰的作用以及交流信号的过虑^[7]。

2.2 设计无线通信模块

无线通信模块主要由射频芯片与无线收发器组成。其中射频芯片选用的型号为 CC2420，其具体参数如表 3 所示^[8]。

表 3 射频芯片具体参数

序号	项目	具体参数
1	型号	CC24202
2	频段	2500 MHz
3	速率	250 kbps
4	电流	18.6 mA
5	灵敏度	-93 dB
6	功率	-4 dBm
7	调制方式	KSPKQ-Q

该芯片具备数据包的鉴权、加密、突发传输、缓存以及处理功能，具体构成为串行 4 线设备外围接口、串行时钟、电路板元器件、数据发送缓冲器、数据接收缓冲器、射频收发器。

2.3 设计 USB 模块

USB 模块由接口芯片、寄存器、存储芯片以及周边电路构成。其中接口芯片选择的型号为 C7CY01368，该芯片内置固件程序、USB 智能接口、8051 增强型内核，支持其他主控芯片的控制、同步高速传输以及数据批量上传，并且自带固件框架与调试界面^[10]。该芯片支持的接口方式共两种，包括 GPIF 可编程与 FIFO Slave 两种方式。利用芯片内置的固件程序对寄存器进行配置。C7CY01368 芯片还能够通过 FIFO Slave 方式与 FPGA 芯片相连接，具体连接方式如图 2 所示。

存储芯片的具体型号为 C6424L，主要负责进行 C7CY01368 芯片数据的外部存储^[11]。

周边电路主要由时钟、配置以及电源管理单元构成。

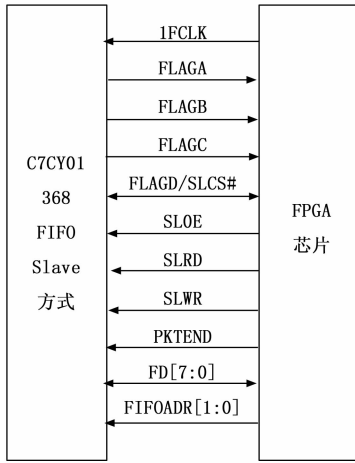


图 2 两种芯片具体连接方式

3 分布式大数据多信道并行控制系统软件

3.1 设计分布式大数据多信道数据同步存储与处理模块

云计算环境下分布式大数据多信道并行控制系统的软件构成成为分布式大数据多信道数据存储与处理模块、多信道并行控制模块^[12]。

在云计算环境下设计分布式大数据多信道数据同步存储与处理模块，该模块的构成为存储数据单元与数据多路处理单元，具体由 FIFO、处理数据状态机以及管理射频状态机构成。模块中的每一路数据通道分别对应一个射频信道^[13]。在分布式大数据多信道数据存储与处理模块的运行中，处理数据状态机以及管理射频状态机的具体功能分别如表 4、表 5 所示。

表 4 处理数据状态机的具体功能

序号	功能	具体内容
1	初始化功能	初始化对应射频信道
2	信号响应功能	无线通信模块进行数据接收时，负责响应其中断信号
3	数据包读取功能	利用 FIFORX 对接收数据包进行读取
4	复位功能	状态出现异常时，对无线通信模块进行复位

表 5 管理射频状态机的具体功能

序号	功能	具体内容
1	处理数据包功能	利用 LCHD 协议对数据包的读取结果进行处理
2	校验码功能	通过在尾部位置的数据包中增加校验 CRC 码，对 USB 是否正确传输进行校验，并将结果发送给监控中心
3	存储功能	数据包处理完后将其存储至存储数据单元的 FIFO 中

3.2 设计多信道并行控制模块

多信道并行控制模块主要由多信道并行管理单元、信道状态扫查单元以及生成数据流单元构成。其中信道首先对各个分布式大数据传输信道的状态进行扫查，确认信道的状态是满还是空，以及信道传输分布式大数据的具体情况，接着利用多信道并行管理单元根据具体扫查结果，通过读取使能控制对分布式大数据传输信道的并行进行管理，最后利用生成数据流单元对控制结果进行上传^[14]。

当信道状态扫查单元发现分布式大数据传输信道中存在大量传输数据后，多信道并行管理单元即开始进行管理工作，首先向分布式大数据多信道数据存储与处理模块中的管理射频状态机下达指令，令其关闭使能，从而使分布式大数据传输信道中的数据能够被读取，加速数据的处理与传输，对数据进行管理，使分布式大数据的传输能够实现多信道并行。当这些数据处理完毕后，多信道并行管理单元会重新下达指令，令其开启使能，使信道能够并行运行^[15]。在该过程中，需要不断进行信道的状态扫查，发现过载信道后需要立即对其进行处理，以免影响到其他分布式大数据传输信道的运行，保障多个分布式大数据传输信道能够时刻并行运行，避免分布式大数据传输中出现的传输错误与信道冲突。

多信道并行控制系统旨在不同频率下，完成调制信号的分离和数字解调，结合星座图以及比特流显示结果。具体控制流程如图 3 所示。

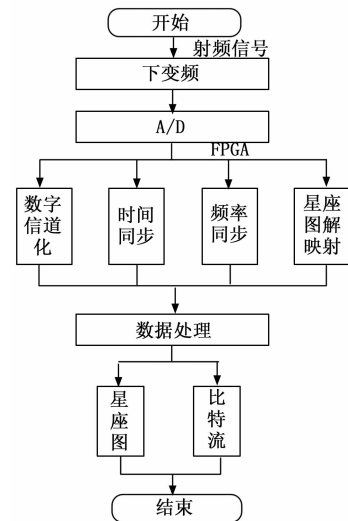


图 3 软件实现流程图

经过下变频模块，射频信号传输至基带，通过 A/D 转换，将射频信号转换为数字信号。由于码片速率较高，可结合高速传输方式将信号传输至 FPGA 模块，在该模块中进行高速挖掘处理。再将数据传给主机做进一步数据化处理和结果显示。数字信道化模块、时间同步模块、频率同步模块和星座图解映射模块都是在 FPGA 上完成的。

综上所述，通过硬件与软件相结合实现了分布式大数据多信道并行控制。

4 实验结果与分析

4.1 实验环境

利用设计的云计算环境下分布式大数据多信道并行控制系统进行分布式大数据多信道并行控制实验。实验环境：Windows7 操作系统，配置为 Intel Core i3-4170CPU3.70 GHz，内存为 4 GB，使用 Java 语言实现算法。

在搭建的实验环境中使实验分布式大数据传输信道进行分布式大数据传输，在传输过程中对其进行多信道并行控制。实验信道共设置 20 个，观察信道并行控制过程中各个实验信道的分布式大数据信道平均传输速率，若速率分布的较为平均，则证明分布式大数据多信道并行控制系统的信道并行控制性能较好；反之，则证明系统的并行控制性能较差。

4.2 实验结果分析

数据传输速率指单位时间内信道上所能传输的数据量。计算方法如下：

$$S = 1/\log_2 N \tag{1}$$

其中：T 表示码元传输速率，即每秒钟传输的码元速率，N 表示一个脉冲所能表示的有效值状态（相当于进制数）。

传统分布式大数据多信道并行控制系统的信道并行控制性能实验结果具体如表 6 所示。

表 6 传统系统的信道并行控制性能实验结果

实验信道编号	信道平均传输速率/Mbps	实验信道编号	信道平均传输速率/Mbps
1	0.325	11	1.224
2	1.432	12	1.369
3	1.329	13	1.841
4	1.892	14	1.892
5	1.874	15	1.329
6	0.986	16	1.634
7	0.339	17	1.369
8	0.228	18	1.368
9	1.209	19	1.362
10	1.228	20	1.445

云计算环境下分布式大数据多信道并行控制系统的信道并行控制性能实验结果具体如表 7 所示。

根据表 6 与表 7 可知，传统分布式大数据多信道并行控制系统各个实验信道的分布式大数据信道平均传输速率数据分布的上下起伏较大，而云计算环境下分布式大数据多信道并行控制系统各个实验信道的分布式大数据信道平均传输速率为 1.8 Mbps，分布较为均匀。也就是说云计算环境下分布式大数据多信道并行控制系统的信道并行控制性能优于传统分布式大数据多信道并行控制系统。

由于多信道数据分布散乱，会对数据检测造成阻碍，

因而对模型方法应用前后的字段分布进行分析。

表 7 本文系统的信道并行控制性能实验结果

实验信道编号	信道平均传输速率/Mbps	实验信道编号	信道平均传输速率/Mbps
1	1.862	11	1.901
2	1.835	12	1.821
3	1.850	13	1.836
4	1.833	14	1.835
5	1.832	15	1.839
6	1.849	16	1.832
7	1.843	17	1.834
8	1.841	18	1.839
9	1.845	19	1.836
10	1.851	20	1.839

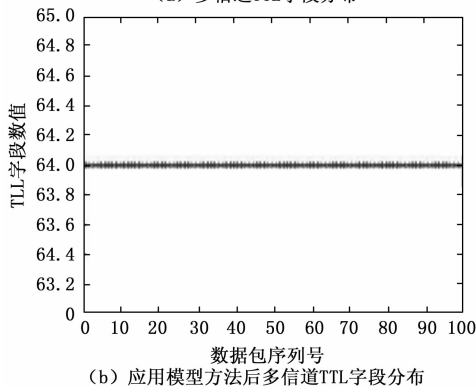
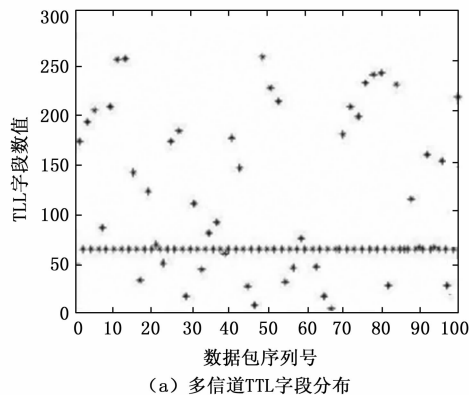


图 4 应用模型方法前后 TTL 字段多信道数值分布

由图 4 可以看出，多信道 TTL 字段数值随着数据包序列号的不断增多呈现杂乱无章的变化，应用模型方法后 TTL 字段分布呈现规律状态，从而证明模型方法可以有效完成多信道的并行控制。

5 结束语

数字信道化接收机利用带通滤波器组将接收信号按频率分离，它可对时域重叠信号进行全概率测量，且具有高频率分辨率。云计算环境下分布式大数据多信道并行控制系统实现了信道并行控制性能的提升，并且实现了分布式

(下转第 134 页)