

分布式网络高机密数据采集智能控制方法研究

马 蕾

(西北工业大学 明德学院, 陕西 西安 710124)

摘要: 针对传统控制方法受到网络时延影响而导致控制效果较差的问题, 提出了分布式网络高机密数据采集智能控制方法研究; 根据网络化控制体系结构, 将 LPC2292 型号控制器引脚作为输入功能基础配置, 并设置通信通道, 完成高机密数据采集; 将采集到的数据存储到数据库中进行综合控制, 按照 ARM 静态存储控制机制进行时序读写, 利用函数静态内联空隙 AT91Sysx 写入方式对出现时延的数据重新写入, 根据网络时延计算结果, 将数据读出, 由此完成分布式高机密数据采集的智能控制; 通过实验对比结果可知, 智能控制方法控制效果最高可达 98%, 大大提高网络数据高效采集能力。

关键词: 分布式网络; 高机密; 数据; 采集; 智能控制; 网络时延

Research on Intelligent Control Method of Distributed Network High Secret Data Acquisition

Ma Lei

(Ming De College, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710124, China)

Abstract: In order to solve the problem that the traditional control method is affected by the network delay and the control effect is poor, the intelligent control method of distributed network high secret data acquisition is studied. According to the network control system structure, the LPC2292 model controller pin is used as the basic configuration of the input function, and the communication channel is set up to complete the high secret data acquisition. The collected data are stored in the database for comprehensive control, the time series is read and written in accordance with the ARM static storage control mechanism, and the data of the time delay is re-written by using the function static inline AT91Sysx writing method. The data is read out according to the network time delay calculation results, and the Intelligent control of distributed high secret data acquisition is completed. The experimental results show that the control effect of intelligent control can reach up to 98%, and the data collection efficiency of network can be greatly improved.

Keywords: distributed network; high confidentiality; data; acquisition; intelligent control; network delay

0 引言

目前, 工业控制对象已从单一个体变为多个个体, 其普遍特点为目标分布范围较广、范围跨度较大、基础参数变化较快、电子工程领域较为复杂等, 因此, 电子领域要求数据采集的装置具有精准度高、性能稳定的特点。网络高机密数据采集广泛应用于计算机软硬件、分布式结构、信息信号转换等处理过程之中, 集传感、采集技术于一体, 是获取信息的重要工具。将不同分布中异构数据应用在不同硬件系统平台上, 对其进行处理, 按照安全有效方式提供给使用者, 成为了现阶段急需解决的主要问题^[1]。采用传统数据采集控制方法主要是以单片机和主机为主, 该方式在数据运算方面能力较差, 无法保证系统在无时延影响下对数据采集进行高效控制, 因此, 为了能够适应工业现场的网络实时数据采集方式, 提出了一种分布式网络高机密数据采集智能控制方法。结合以太网技术实现控制方式的网络化, 构成符合时代要求的信息化控制机制, 通过对网络化控制体系结构的分析, 最终达到管控一体化目标。

1 分布式网络数据采集控制实施方案

设计分布式网络数据采集控制实施方案, 就是将分布式网络系统处理环境中的通用性和可扩展性结合在一起, 并能正常在高机密数据采集过程中进行控制, 使得技术控制效果较好^[2]。因此, 为了实现该技术的通用性和可扩展性, 需以控制设备为基础框架, 实现海量高机密数据客户端的控制, 通过管理不同分布式服务器来完成对客户机与服务器的连接, 由此实现在两层模式下对分布式网络高机密数据采集的智能控制, 提供设备应用的可扩展的空间^[3]。因此, 设计了网络化控制体系结构如图 1 所示。

由图 1 可知: 该结构主要包括 4 个层次, 分别是数据采集层、控制层、通信层和应用层。其中数据采集层是通过不同测控设备来实现数据的采集; 控制层是对网络化数据库中实时数据进行存取, 实现数据的综合控制; 通信层主要是由中间件组成的, 通过信息传输以及接口处理来实现不同仪器设备之间良好兼容性, 通过对设备外部进行加工, 可获取返回的信息状态, 将良好状态信息传送到数据库中进行保存; 应用层是分布式网络化控制结构中的最外层基础应用, 通过对中间层采集到的数据信息进行加工, 实现对数据采集的智能控制。针对不同控制设备的管理, 需根

收稿日期: 2018-06-29; 修回日期: 2018-08-13。

作者简介: 马 蕾(1985-), 女, 陕西汉中, 研究生, 讲师, 主要从事软件工程、智能计算方向的研究。

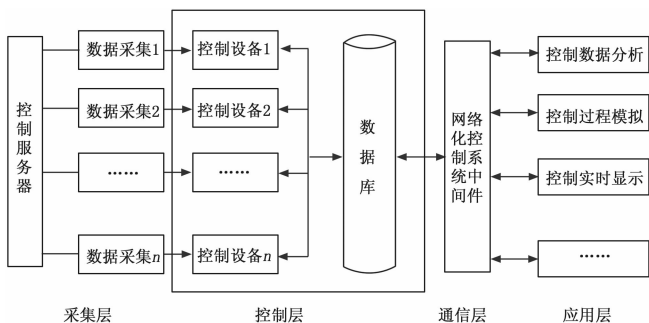


图 1 网络化控制体系结构

据在整个网络中的分布情况逐一分析，将需要控制的信息传输到数据处理中心，并由数据处理中心对需要控制的信息进行分析与处理，经过双向交互通信方式，保证多个控制设备之间能实现协同合作，以控制数据采集综合能力为目的，完成对整个网络高机密数据采集智能控制方法研究^[4]。

1.1 数据采集

将 LPC2292 型号控制器的引脚功能配置为 GPIO 的总线扩展器，方向为输入方向，主要用来控制不同电路开关量，开关量的状态是通过 LPC2292 型号控制器的内部寄存器 OOPIN 获得的^[5]。将 LPC2292 型号控制器的引脚作为输入功能的基础配置，利用反复循环方式对不同控制量进行采集，网络化控制体系结构中的程序执行过程为：启动程序，读取系统文件，定义传输数据的出入口地址，保证数据可以公平分配，设置向量控制准则，完成网络物联网环境下的协议加载，启动看门狗电路，读取 GPS 精准时钟数据，设置通信通道，实现数据高效采集^[6]。具体流程如下所示：

读取系统配置文件 INI，初始化 I/O 设备及看门狗电路，配置网络协议，启动看门狗电路，读取 GPS 时钟数据，设置采样间隔及通信通道，数据打包并发送数据报文到 LCD。查看看门狗是否中断，若中断则需重新启动采样；若没有中断，则需剔除该部分采集到的数据，重新设置采样时钟，返回到读取系统配置文件步骤。

1.2 控制模块设计

将上述采集到的数据存储到数据库中，提取数据库中的数据进行综合控制。采用 FRGA 的处理器，通过静态存储控制器发送的信号，控制外部存储设备完成读写操作^[7]。现场可编程门阵列字符型设备驱动程序可完成数据的采集，配置主处理器 ARM 可实现 FRGA 总线驱动的控制，按照 ARM 静态存储控制机制完成时序的读写。

根据上述采集到的数据，对控制芯片配置写入与读出数据，其中写入数据是以页数为基本单位而实现的具有周期性动作，写入与读出的指令时序图如图 2 所示。

由图 2 可知：当发送操作指令时，需设定固定页码地址，写入跳变结果，将不同字节从高到低依次写入，组成固定比特数据的单词。在信号接口处，以离散地址信号形

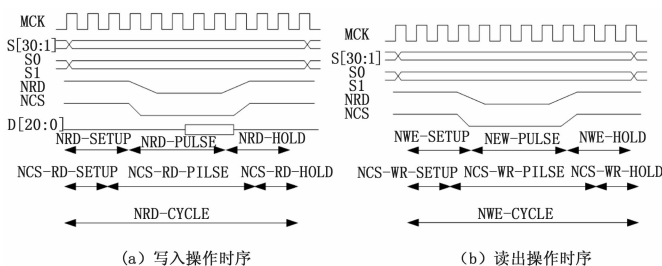


图 2 读、写操作时序图

式组合成数据实际值，通过读出操作时序将数据读出^[8]。在指定数据地址读取过程中，需先发送数据地址，将离散电平拉高，封锁信道相应存储器之中，并保证高电平禁止数据写入其中，在连续周期内赋予实际数值，将对应数据全部返回到离散地址信号线中^[9]。

ARM 静态存储控制配置是通过函数静态内联空隙 AT91Sysx 写入 static inline void at91_sys_write 实现的，根据静态存储控制配置情况，设置 FPGA 现场可编程门阵列字符设备驱动程序，并对其进行初始化处理，其余的则由 file_operation 驱动函数来编写结构。其中最为重要的是内核函数 static ssize_t fpga_arm_read，对应的应用层函数为 read。从 FPGA 中读取驱动程序需要的数据，完成对内存映射 I/O 空间的读取，使复制数据快速从内核位置到用户位置，实现对高机密数据采集的智能控制^[10]。

1.3 网络时延计算

时延主要表现在主一从时钟之间的信息采集过程，由从时钟发送一个延时信息请求数据包给主时钟，不像同步数据包是以 2 m 为周期发送的信息数据包，而是以延时请求数据包在对延时出现的时候才发出，具体过程如图 3 所示。

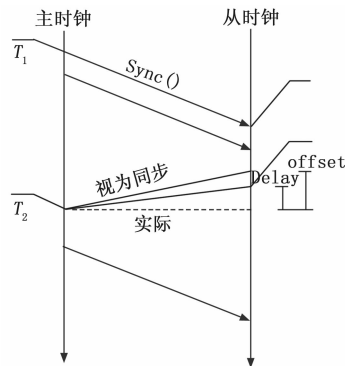


图 3 数据包发送情况

从时钟发送数据包出现网络延迟时，需及时记录当下延迟时间，计算由从时钟到主时钟数据包传送的时间，并发出延时请求数据包，在发射的同时记录当前时刻 T_1 ，当主时钟接收到延时请求数据包时，应立即记录时间为 T_2 。因为在从时钟处进行数据传输延时计算时，需用到时间 T_2 ，所以需要从主时钟向从时钟发送一个延时请求响应包。整个延时时间计算结果如下所示：

$$T = T_1 - T_2 \tag{1}$$

由于数据包之间的传输是具有对称属性的，主时钟到从时钟数据包的传输时间与从时钟到主时钟数据包的传输时间是一致的，因此，可计算网络传输时延。当从时钟接收到时间标 T_1 后，可利用公式 (2) 来估计主—从时钟之间的偏移误差量 $offset$ ，即为：

$$offset = T_1 - T_0 - delay \quad (2)$$

公式 (2) 中： T_0 为从时钟接收同步数据包的时间； $delay$ 为主—从时钟之间的延时误差。

假设时间延时不会发生较大变化，因此，不需要测量偏移时间间隔，这就使得时间延时测量与偏移量之间是相互影响的，需要进行多次计算才能使其精确到实际值，根据该值计算整体控制时间，保证分布式网络高机密数据采集不会受到延迟影响，而保持高精度控制效果。

1.4 控制方案的实现

根据网络化控制体系结构对数据采集层、控制层、通信层和应用层展开分析，依据不同测试设备在整个网络中的分布情况，以控制数据采集综合能力为目的，对数据采集和控制进行研究。将 LPC2292 型号控制器的引脚功能配置为 GPIO 的总线扩展器，以此设计数据采集流程，将采集到的数据存储到数据库中进行综合控制，按照 ARM 静态存储控制机制完成时序的读写。具体实现过程如下所示：

1) 将控制程序分成三个部分，分别是数据采集模块、控制读写模块和总线通信模块。其中总线通信模块位于最顶层，数据采集模块和控制读写模块位于最底层，通过最底层模块传送上来的数据，进行数字信号综合处理。

2) 对于数据采集模块需控制并行的时钟驱动 ADC_CLK ，在对其编写过程中，需沿读取采集的数据才是具有稳定可靠属性的，FPGA 现场可编程门阵列对两路是照片那个驱动采集的数据进行预处理，滤除 50 Hz 频率干扰，方可将数据写入存储器之中。

3) 控制读写模块选用的信号 CE 相对较低，利用 CY7C1021DV33 型号的 ARM 静态存储器对读操作时，应注意 OE 信号，需先拉低再升高，沿着信号走向完成数据的写入。

依据上述流程，实现分布式网络高机密数据在时无时延影响下的智能控制。

2 实验

针对分布式网络高机密数据采集智能控制方法的研究进行了实验设计与分析，通过实验验证控制方法的有效性，进而证明高机密数据采集的智能控制。

2.1 实验结果与分析

在实验过程中，模拟数据采集流程，对数据写入与读出两部分进行验证分析，通过在写入端施加激励，在读出端处获得响应的方式，对比响应结果与实际情况是否一致。因此，将传统方法与智能控制方法对数据写入与读出情况进行对比分析。

2.1.1 写入

针对写入信号的输入，设 [一] 为离散数据锁存，

[二] 为离散地址信号采集，[三] 为离散地址数据指令值的形成，该指令值在对应时序中的 00_00ss、00_0022 和 00_00s0。经过激励施加后的写入数据标准值为：_1234，_0567，_89ss。由于传统控制方法受到网络时延影响，写入数据出现误差，导致控制效果较差，而智能控制方法计算网络时延时间，使写入数据出现的误差较小，具有良好控制效果。为了验证该点，将这两种方法进行对比，写入数据对比结果如下所示。

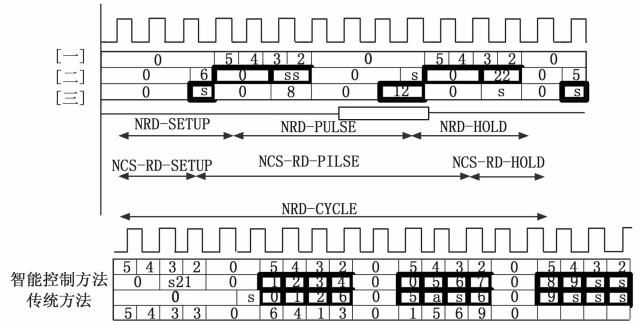


图 4 两种方法写入时序对比结果

由图 4 可知：施加激励后，采用传统方式获取的写入数据结果为：_0126，_5as6，_9sss；采用智能控制方法获取的写入数据结果为：_1234，_0567，_89ss。在时序对比图中，采用智能控制方法获取的时序结果较为准确，与标准值一致。

在该条件下，将传统方法与智能控制方法对分布式网络高机密数据采集智能控制效果进行对比，结果如图 5 所示。

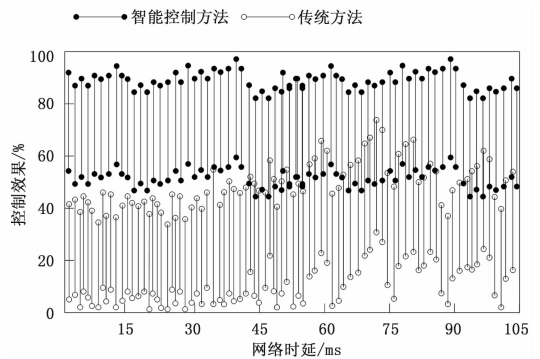


图 5 两种方法控制效果对比

由图 5 可知：当网络时延为 0~15 ms 时，传统方法最高控制效果为 48%，数据采集智能控制方法最高控制效果为 95%；当网络时延为 15~30 ms 时，传统方法最高控制效果为 47%，数据采集智能控制方法最高控制效果为 94%；当网络时延为 30~45 ms 时，传统方法最高控制效果为 56%，数据采集智能控制方法最高控制效果为 98%；当网络时延为 45~60 ms 时，传统方法最高控制效果为 70%，数据采集智能控制方法最高控制效果为 90%；当网络时延为 60~75 ms 时，传统方法最高控制效果为 78%，数据采集智能控制方法最高控制效果为 96%；当网络时延为 75~

90 ms 时，传统方法最高控制效果为 70%，数据采集智能控制方法最高控制效果为 98%；当网络时延为 90~105 ms 时，传统方法最高控制效果为 68%，数据采集智能控制方法最高控制效果为 88%。在写入过程中，采用传统方法控制效果较差，而采用数据采集智能控制方法的控制效果较好。

2.1.2 读出

读出操作验证与写入操作验证基本一致，设 [一]、[二]、[三] 分别为离散数据锁存、离散地址信号采集和离散地址数据指令值的形成。经过激励施加后的写入数据标准值为：XX_2589, XX_3670, XX_2481, XX_552s。同样将传统方法与智能控制方法进行对比，读出数据对比结果如下所示。

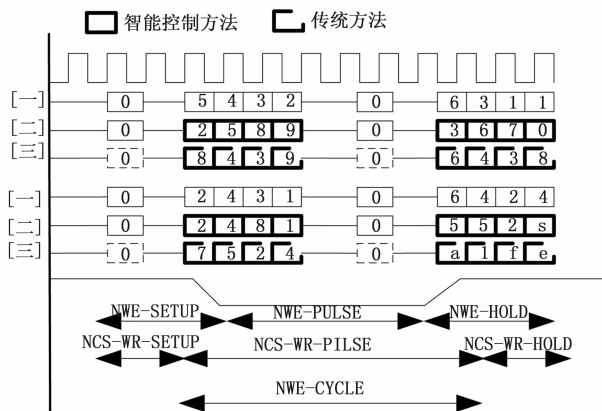


图 6 两种方法读出时序对比结果

由图 6 可知：施加激励后，采用传统方式获取的写入数据结果为：XX_8439, XX_6438, XX_7524, XX_alfc；采用智能控制方法获取的写入数据结果为：XX_2589, XX_3670, XX_2481, XX_552s。在时序对比图中，采用智能控制方法获取的时序结果较为准确，与标准值一致。

在该条件下，将传统方法与智能控制方法对分布式网络高机密数据采集智能控制效果进行对比，结果如图 7 所示。

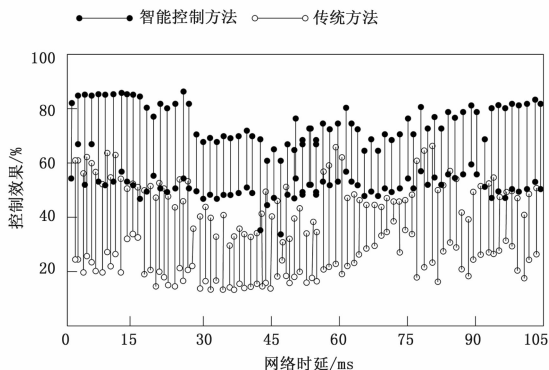


图 7 两种方法控制效果对比

由图 7 可知：当网络时延为 0~15 ms 时，传统方法最低控制效果为 20%，数据采集智能控制方法最低控制效果为 50%；当网络时延为 15~30 ms 时，传统方法最低控制效果为 18%，数据采集智能控制方法最低控制效果为 48%；当网络时延为 30~45 ms 时，传统方法最低控制效果为 17%，数据采集智能控制方法最低控制效果为 38%；当网络时延为 45~60 ms 时，传统方法最低控制效果为 19%，数据采集智能控制方法最低控制效果为 32%；当网络时延为 60~75 ms 时，传统方法最低控制效果为 21%，数据采集智能控制方法最低控制效果为 52%；当网络时延为 75~90 ms 时，传统方法最低控制效果为 19%，数据采集智能控制方法最低控制效果为 57%；当网络时延为 90~105 ms 时，传统方法最低控制效果为 20%，数据采集智能控制方法最低控制效果为 53%。在写入过程中，采用传统方法控制效果较差，而采用数据采集智能控制方法的控制效果较好。

2.2 实验结论

①在写入过程中：当网络时延为 0~15 ms 时，智能控制方法比传统方法控制效果高出 47%；当网络时延为 15~30 ms 时，智能控制方法比传统方法控制效果高出 47%；当网络时延为 30~45 ms 时，智能控制方法比传统方法控制效果高出 42%；当网络时延为 45~60 ms 时，智能控制方法比传统方法控制效果高出 20%；当网络时延为 60~75 ms 时，智能控制方法比传统方法控制效果高出 18%；当网络时延为 75~90 ms 时，智能控制方法比传统方法控制效果高出 28%；当网络时延为 90~105 ms 时，智能控制方法比传统方法控制效果高出 20%。由此可知，在该过程中，采用智能控制方法最高控制效果较好，且最高可达 98%。

②在读出过程中：当网络时延为 0~15 ms 时，传统方法比智能控制方法控制效果低 30%；当网络时延为 15~30 ms 时，传统方法比智能控制方法控制效果低 30%；当网络时延为 30~45 ms 时，传统方法比智能控制方法控制效果低 21%；当网络时延为 45~60 ms 时，传统方法比智能控制方法控制效果低 13%；当网络时延为 60~75 ms 时，传统方法比智能控制方法控制效果低 31%；当网络时延为 75~90 ms 时，传统方法比智能控制方法控制效果低 38%；当网络时延为 90~105 ms 时，传统方法比智能控制方法控制效果低 33%。由此可知，在该过程中，采用智能控制方法最低控制效果为 32%。

综上所述：分布式网络高机密数据采集智能控制方法的研究是具有有效性的，采用智能控制方法无论是写入，还是读出方面都比传统方法控制效果要好。

3 结束语

3.1 结论

结合 ARM 静态存储器和 FPGA 现场可编程门阵列两者的优点，研究了分布式网络高机密数据采集的智能控制，该方法具有良好时延计算性能，满足实时性要求，在网络