

文章编号:1671-251X(2011)07-0050-04

DOI:CNKI:32-1627/TP.20110628.1414.012

Profibus-DP 总线单主站系统报文传输延时分析

孔维社

(中煤科工集团常州自动化研究院, 江苏 常州 213015)

摘要:采用确定与随机 Petri 网建立了 Profibus-DP 总线单主站系统报文传输延时的模型,并在 TimeNet 软件环境下对其进行了仿真分析,得出了报文传输延时与目标令牌循环时间的关系;并以 STEP7 软件为例,说明了在实际工程中如何根据 Profibus-DP 总线参数合理设定目标令牌循环时间、从而使监控系统获得最好的实时性的方法。仿真结果验证了该模型的正确性。

关键词:煤矿;监控系统;Profibus-DP 总线;单主站系统;报文传输;延时分析;确定与随机 Petri 网

中图分类号:TD655 文献标识码:A 网络出版时间:2011-06-28 14:14

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20110628.1414.012.html>

Analysis of Delay of Message Transmission of Profibus-DP Single Master-station System

KONG Wei-she

(Changzhou Automation Research Institute of China Coal Technology and Engineering Group Corporation, Changzhou 213015, China)

Abstract: The paper used determinate and stochastic Petri net to establish a model of message transmission delay of Profibus-DP single master-station system and did simulation analysis in TimeNet software. It got relationship between message transmission delay and target-token cycle time and gave a method of setting target-token cycle time reasonably according to parameters of Profibus-DP in actual projects taking STEP7 software as an example, so as to make monitoring and control system get better real-time performance. The simulation result showed correctness of the model.

Key words: coal mine, monitoring and control system, Profibus-DP, single master-station system, message transmission, delay analysis, determinate and stochastic Petri net

0 引言

煤矿井下控制网络具有负荷不均匀、信息流向不对称、网络结构变化大、信息速率跨度大、对实时性和可靠性要求苛刻等特点。高实时性可以保证控制信号的及时响应和紧急故障的及时处理,对于提高生产效率和安全性至关重要。因此,实时性能成为煤矿现场选择总线类型的一个决定因素。

Profibus 是一种国际化、开放式、不依赖于设备生产商的现场总线标准,在煤矿自动化领域的应用

日益广泛^[1]。它由 Profibus-DP、Profibus-PA 以及 Profibus-FMS 组成^[2]。基于主从式结构的 Profibus-DP 协议以其简单实用的规约为现场设备的报文交换提供了可靠的通信保证,在诸多煤矿现场均能正常工作。但是目前针对煤矿井下通信用 Profibus-DP 总线实时性的分析研究不多,用户大多是参照厂家提供的数据设置相关参数,在选择总线时没有定性和定量的概念,不利于 Profibus-DP 总线的煤矿现场应用和 Profibus 通信产品的开发。

对于 Profibus-DP 总线单主站系统来说,报文循环周期的变化直接反映了系统的实时性。报文循环周期由产生时延、传输延时和发送时延组成,其中产生时延、发送时延跟硬件性能有密切关系,报文循环周期的变化主要体现在传输延时的变化上。在煤矿井下通信的单主站系统中,更注重高优先级报文

收稿日期:2011-04-06

基金项目:天地(常州)自动化股份有限公司研发项目(10GY064)

作者简介:孔维社(1982-),男,山东宁阳人,助理工程师,硕士,现主要从事煤矿胶带运输控制与水泵控制产品的研发工作。
E-mail: kws.1982@163.com

的实时性,因为高优先级报文(控制、报警等信息)对实时性要求苛刻,直接影响系统的性能,而低优先级报文(系统配置等信息)对实时性要求不高。鉴此,本文在充分考虑煤矿井下通信环境的情况下,分析了最坏情况下的高优先级报文的传输延时,在TimeNET4.0环境下采用确定与随机Petri网(DSPN)对其进行建模仿真,从而得出Profibus-DP总线的传输延时随总线参数的变化趋势,解决了单一处理模型中高优先级报文传输延时的计算量过大的问题,并为实际工程应用提供了理论依据。

1 DSPN 概述

Petri网是C. A. PETRI博士于1962年提出的^[3],它可为一个系统的状态及其变化提供一种图形表达形式,具有可视描述功能;通过托肯的流动模拟系统的动态和活动行为,是动态图形工具,同时也是一种分析分布式并发系统的有效工具,在制造系统分析设计、计算机科学、自动化和通信等领域得到了深入的研究和广泛的应用。

一个传统的Petri网是一种库所(由椭圆或圆表示)、跃迁(直线)、边(有向弧)和托肯(一个库所的标志)的集合。每一个边连接一个库所到一个跃迁,反之亦然。库所可考虑为系统控制状态和跃迁的条件和动作。一组通信实体可以描述为单一的或成组的相互通信的Petri网模型,网间通信由直接耦合或者由库所和跃迁表示的通道实现。网络的动态特性如控制流和数据流由发生规则和托肯分布描述。Petri网模型的主要分析方法依赖于可达树、关联矩阵和状态方程、不变量和分析化简规则^[4]。为适应不同协议说明及验证的需求,从基本Petri模型衍生出许多扩展模型系统,如时间Petri网(TPN)、随机Petri网(SPN)、DSPN等。

DSPN允许时间变迁的实施延时是常数,也可以是指数分布的随机变量。由于确定时间变迁可能被其它变迁抢占发生权而无法发生,所以必须首先限定所有的DSPN状态在一个状态最多只能使1个确定时间变迁发生,这样就可以将DSPN映射成一个半马尔可夫过程SMC。

DSPN的数学定义、求解思想以及求解过程可见参考文献^[5]。

2 单主站系统传输延时的DSPN模型

2.1 DSPN建模

根据参考文献^[6]对Profibus-DP总线报文传

输延时单一处理模型的分析,给出其DSPN模型,如图1所示。其中定时变迁 T_b 表示遗留延时,定时变迁Token和Token1表示令牌传递时间 τ ,随机变迁 T_{chm} 和 T_{TR} 分别表示处理一个高优先级任务的时间 T_{chm} 和处理 x 个高优先级任务的时间。托肯在 P_0, P_1, P_2, P_3, P_4 间的流动表示令牌的传递,初始状态 P_0 中包含一个托肯。

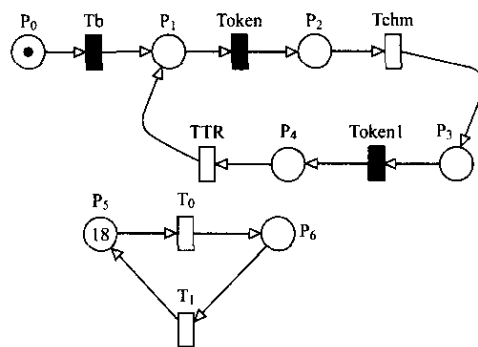


图1 单一处理模型的DSPN模型

基于单一处理模型,Profibus-DP的报文传输

$$R_i = T_{clm} + \tau + \left\lceil \frac{Y_h}{1+x} \right\rceil (T_{TR} + T_{chm} + \tau) + \alpha([\]$$

表示取整),其中 Y_h 为高优先级报文的个数, T_{clm} 为低优先级报文的最大处理时间, T_{TR} 为目标令牌循环时间(包括模型中的 T_{TR} 和 τ), α 为循环余量,即取整后的余数。由于在DSPN中无法实现取整的运算,故将 $\left\lceil \frac{Y_h}{1+x} \right\rceil (T_{TR} + T_{chm} + \tau) + \alpha$ 近似为

$$\frac{Y_h}{1+x} (T_{TR} + T_{chm} + \tau)。$$

可见, R_i 的大小与 T_{TR} 和 $\frac{Y_h}{1+x}$ 都有关。图1中, $P_0 \sim P_4$ 组成的子网体现了

R_i 与 T_{TR} 的关系。为了体现 R_i 与 $\frac{Y_h}{1+x}$ 的关系,加入了 P_5, P_6, T_0, T_1 组成的子网,利用 P_6 包含托肯的多少来反映 $\frac{Y_h}{1+x}$ 的大小。

DSPN的优势在于建模和稳态概率分析。本文利用 T_0 和 T_1 的实施速率(或实施延时)的设定来反映 $\frac{Y_h}{1+x}$ 对 R_i 的影响,进而反映 R_i 随 T_{TR} 的变化趋势。根据经验,设 T_1 的延时为9ms, T_0 的延时为 T_{TR} ,这样 T_{TR} 的大小将直接影响稳定状态下 P_6 中托肯的数量。

在单一处理模型的DSPN模型的3个定时变迁中, T_b 只有在初始状态是可实施的,对稳定状态没有影响,而Token和Token1对系统延时的变化趋势没有影响。根据DSPN的化简原则,可以将

3个定时变迁化简掉,得到如图2所示的模型。

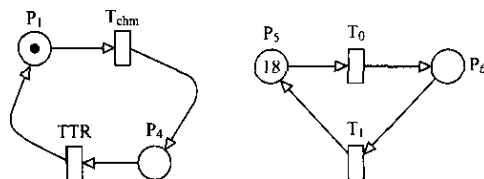


图2 DSPN化简模型

2.2 仿真分析

根据参考文献[6]构建的系统数据,在DSPN仿真软件TimeNet中将 T_{chm} 的延时设为3.243 ms。利用Little定理^[7]可求出系统的平均延时,即 $R_i = 3.243E\{\#P_6\}/P\{\#P_1=1\}$,其中 $E\{\#P_6\}$ 表示 P_6 中的托肯数;然后利用TimeNet的稳态分析方法进行仿真,即可得出 R_i 随 T_{TR} 的变化趋势,如图3所示。

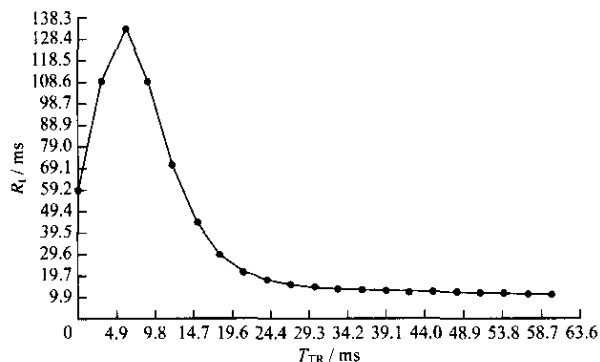


图3 R_i 随 T_{TR} 的变化趋势

由于在TimeNET4.0中无法完成取整计算,在建模过程中舍掉了取整操作,所以图3体现的只是变化趋势,并不是准确的变化曲线。为了更好地体现这种趋势,横轴的描点间隔取为3 ms。从图3可看出, R_i 随 T_{TR} 总的变化趋势是减小的,而且随着 T_{TR} 的增大,曲线的斜率越来越小,表明变化越来越缓慢;当 T_{TR} 大到一定程度时, R_i 的值将基本无变化。该结论与参考文献[6]中建立的单一处理模型理论计算结果一致,证明了本文所建模型的正确性。

3 研究工作的现实意义

DSPN模型的优势在于直观、易于理解,可由通信模型(单一处理模型)直接得出,而且可利用仿真平台进行模拟,避免了复杂的计算,结果既可以表明变化趋势,又体现了随机特性。在确定 T_{TR} 的具体数值时,只要计算曲线上几个点的传输延时即可确定满足截止期的最小 T_{TR} 值,大大减少了计算量。

(1) 对实际工程的指导意义

Profibus-DP协议多用于西门子的自动化产品中。在实际应用中,由于缺乏对总线协议的深入

研究,对于 T_{TR} 等参数,用户多是采用默认设置,一般没有根据实际情况进行修改。默认设置是针对一般的工业控制网络的,对于煤矿应用的特殊要求,默认设置不一定能够满足,无法使系统的性能得到最大程度的发挥。下面以西门子公司的PLC编程软件STEP7为例,说明如何按照本文的研究结果更改 T_{TR} 参数。

对于 T_{TR} 的调整,STEP7的编程手册并没有给予说明,在相关资料中也没有查到类似的阐述,不过STEP7提供了这一功能。

在STEP7中建立一条Profibus-DP总线以后,在其属性窗口中有一个名为“Bus Parameters”的窗口,如图4所示,在其中可以修改 T_{TR} 等参数。当装有STEP7的主机连接到总线上时,窗口中的参数就处于可更改状态。其中可以更改的参数有Tslot_Init、Max. Tsdrr、Min. Tsdrr、Tsdrr、Tset、Tqui、Gap Factor、Retry Limit、Ttr、Response Monitoring、Ttr即为前文论述的 T_{TR} 。软件本身提供一个计算按钮,但是这种计算仍然是按照一般情况来计算的,缺乏针对性。在实际应用中,可以根据总线实际的站点数和每个站点要处理的高优先级报文数,按照本文的研究结果计算出满足截止期要求的最小 T_{TR} 值,对 T_{TR} 进行设定。

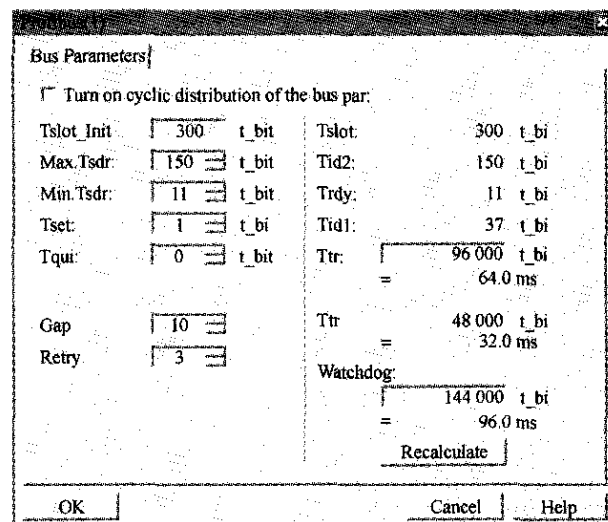


图4 总线参数配置窗口

对于单主站系统而言,上一次令牌提前释放将使得下一次得到一个提前的令牌,主站将有更多的时间进行报文循环,可以处理更多的报文;而上一次拥有令牌时发生超时将导致下一次令牌到达时主站持有令牌时间 T_{TH} (某主站收到令牌到该主站将令牌释放到下一主站的目标时间)超时。因此,在PLC编程时应尽量均匀地配置从站高优先级报文

文章编号:1671-251X(2011)07-0053-04

DOI:CNKI:32-1627/TP.20110628.1432.013

基于图像处理技术的井下机车速度测定方法

张传锴, 李玉良, 刘井元

(中国矿业大学信电学院, 江苏 徐州 221008)

摘要:针对传统的使用传感器测定井下机车速度存在的故障率及成本高的问题,提出了一种基于图像处理的新的测速方法。该方法通过对图像进行模板匹配求取模板质心坐标,利用模板质心坐标在前后连续两张图片中的变化求得模板在图像中的移动距离;将该移动距离通过比例系数转换为机车实际的行驶距离,再根据两张图像的时间差计算出机车速度。实验表明,该方法可实时确定机车速度,性能较可靠。

关键词:矿井;机车测速;图像处理;模板匹配;质心坐标

中图分类号:TD524.3;TP391.41

文献标识码:A

网络出版时间:2011-06-28 14:32

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20110628.1432.013.html>

Speed Measuring Method of Underground Locomotive Based on Image Processing Technology

ZHANG Chuan-kai, LI Yu-liang, LIU Jing-yuan

(School of Information and Electrical Engineering of CUMT., Xuzhou 221008, China)

Abstract: A new speed measuring method for underground locomotive based on image processing

收稿日期:2011-03-25

作者简介:张传锴(1986-),男,山东邹城人,硕士研究生,研究方向为图像处理与模式识别。E-mail: sisansanqi@163.com

的处理次序,避免高优先级报文的集中处理,这样可以获得更小的报文循环传输延时。

(2) 为进一步开发提供依据

DSPN 在软件开发中的应用日益广泛。根据提出的报文传输延时的 DSPN 模型,可以进一步开发相关的应用软件,达到利用计算机对 T_{TR} 进行辅助计算的目的,以降低手工计算 T_{TR} 的工作量和错误率。在应用软件中输入 Profibus-DP 总线的相关参数和截止期要求,就可以直接计算出满足要求的最小 T_{TR} 。软件的开发有待进一步的研究,但传输延时的 DSPN 模型可以为其提供开发的编程思想。

4 结语

对 Profibus-DP 报文传输延时的 DSPN 模型进行了仿真,通过分析仿真结果认为该模型可以较为准确地得出报文传输延时与目标令牌循环时间 T_{TR} 的关系,并以 STEP7 软件为例,说明了怎样在实际工程中根据 Profibus-DP 总线的实际参数合

理设定 T_{TR} 的值,以使监控系统获得最好的实时性,为实际工程提供了理论依据和配置参考,对提升自动化产品的应用水平有一定的实践意义。

参考文献:

- [1] 芦建军. Profibus-DP 现场总线在煤矿设备监控系统中的应用[J]. 煤, 2005, 14(3): 30-31.
- [2] 茹锋, 薛钧义. ProfiBus 协议实时性能的仿真计算[J]. 系统仿真学报, 2002, 14(6): 789-792.
- [3] 潘红艳, 于全. 用于通信网络协议开发的形式化方法[J]. 计算机工程, 2004, 30(2): 129-130.
- [4] 乐晓波, 陈黎静. Petri 网应用综述[J]. 长沙交通学院学报, 2004, 20(2): 51-55.
- [5] 林闯. 随机 Petri 网和系统性能评价[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [6] CHEONG J K S. Delay Modeling and Controller Design for Networked Control Systems[D]. Toronto: University of Toronto, 2003.
- [7] 李建东. 信息网络理论基础[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2001.