

基于模型自动判读的研究与实现

张 强^{1,2,3}, 郭丽丽², 马振林³

(1. 中国科学院大学, 北京 100090;

2. 中国科学院 空间应用工程与技术中心, 北京 100094;

3. 北京国科环宇空间技术有限公司, 北京 100080)

摘 要:针对空间有效载荷测试数据和遥测数据量大、判读复杂等特点,文中提出一种基于模型的自动判读方法,可对被测参数进行实时的动态判读。文中设计并实现了几种通用的判读规则,实现了对复杂规则的描述,用户也可以根据自己的需求来建立相应的判读规则。对每个要求判读的参数可通过图形化或文本的方式建立判读模型,图形化后能够自动生成 JavaScript 脚本,利用脚本驱动判读模型从而执行对测试数据的判读过程。该方法不仅节省了人力资源而且大大地提高了判读效率和准确度。

关键词:有效载荷;规则;自动判读;模型

中图分类号:TP399

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)07-0017-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.07.005

Design and Realization of Automatic Interpretation Based on Model

ZHANG Qiang^{1,2,3}, GUO Li-li², MA Zhen-lin³

(1. University of China Academy of Sciences, Beijing 100090, China;

2. Technology and Engineering Center for Space Utilization, China Academy of Sciences,
Beijing 100094, China;

3. Beijing Trans-universe Space Technology Co., Ltd., Beijing 100080, China)

Abstract: In view of the characteristics of large quantities and complex criterions for space payload data, a kind of automatic interpretation method based on the model has been put forward in this paper, it could measure the parameters in real-time dynamic interpretation. Several general rules of automatic interpretations have been designed and realized, implementing the description of complex rules, the users could establish the rules of automatic interpretations according to their own requirements. It needs to establish the model of interpretation for the parameter which needs to be interpreted in the form of graphic or text. After the model has been set up, it could generate script of JavaScript automatically, making use of the script to drive interpretation model to perform the interpretation process of test data. This method could not only save human resources, but also improve the efficiency and accuracy of interpretation.

Key words: effective payload; rule; automatic interpretation; model

0 引 言

在某地面检测综合仿真测试系统中,针对仿真测试系统采集到的数据进行判读是其中的一个重要环节。其判读结果是判断设备是否工作正常及测试过程是否正常的重要依据,并可对错误进行快速定位,方便找出故障所在。由于有效载荷数据量大,且数据类型多,判读规则形式多样。而分配给测试人员的判读时间有限,测试人员只能判读部分关键参数,导致判读数

据不完整^[1-2]。其次,判读工作也易受工作人员个人因素影响,易出现误判、漏判以及判读效率低下等问题。目前国内对有效载荷数据判读的自动化程度主要是对参数的越界判读,难以实现随着载荷工作状态变化的遥测量的动态判读。

为了加强数据判读的准确性、实时性和高效性,实现对被测参数的动态判读,提高发现故障的效率和可靠性,从而更好地完成测试任务。结合空间有效载荷

收稿日期:2013-09-06

修回日期:2013-12-16

网络出版时间:2014-04-24

基金项目:国家重大专项(Y2140411SN)

作者简介:张 强(1990-),男,江西吉安人,硕士研究生,研究方向为计算机应用技术;郭丽丽,研究员,研究方向为计算机控制与应用、软件可靠性。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140424.0842.099.html>

测试数据的特点,文中设计并实现了基于模型的自动判读系统^[3]。该系统根据有效载荷参数特点建立了相应的通用判读规则,针对需要判读的参数建立判读模型,自动生成脚本,通过被测参数及脚本驱动模型,从而实现对被测参数的自动判读功能^[4-5]。文中给出了自动判读系统的设计思想、系统组成和判读流程,并阐述了系统中实现的关键技术。

1 系统设计

自动判读系统的系统设计如图 1 所示,在某个航天设备的综合仿真测试系统中,将被测系统的工作状态以及采集到的遥测数据实时地存储在测试系统数据库中。该系统采用 Client/Server 模式,与数据库服务器连接,作为与测试系统之间的数据接口。最终将判读的结果通过人机交互接口呈现给用户。系统使用 Visual Studio 2008 作为编程工具,在 Windows XP 操作系统下编程实现,利用 ADO 技术对数据库进行操作。

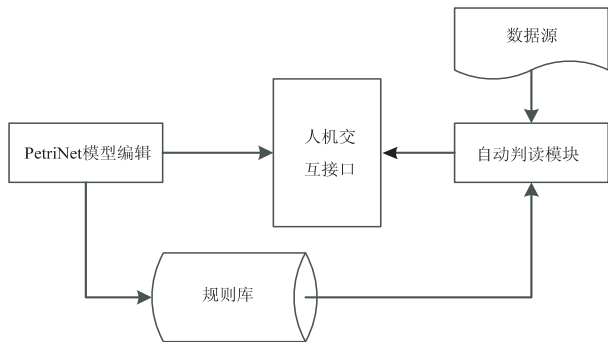


图 1 自动判读系统设计图

自动判读系统主要包括 PetriNet 模型编辑模块、规则库和自动判读模块。其中 PetriNet 模型编辑应用 PetriNet 图元绘制状态模型,主要是库所和迁移节点, PetriNet 模型^[6-7]中的每个库所节点对应一个状态(主要包含关联被测参数和状态显示),迁移节点对应变迁条件(主要是指指令和时间码)。规则库用来存储判读规则,算术运算和逻辑运算等规则。自动判读模块的主要任务是利用规则库中的各种判读规则建立判读模型,获取模型图形化后的脚本文件并进行模型驱动,并根据状态模型中各节点关联的被测参数是否正常来推理出模型当前所处状态。

系统在测试开始前,利用判读规则与被测参数建立判读模型。为系统加载判读模型,通过网络读取系统数据库服务器上的数据并存储于数据缓存队列中,再从缓存队列中读取测试数据。利用图形化自动生成的脚本文件执行判读。存储判读结果并将判读结果显示到界面,直至判读过程结束,生成判读报告。该系统的判读流程图如图 2 所示。

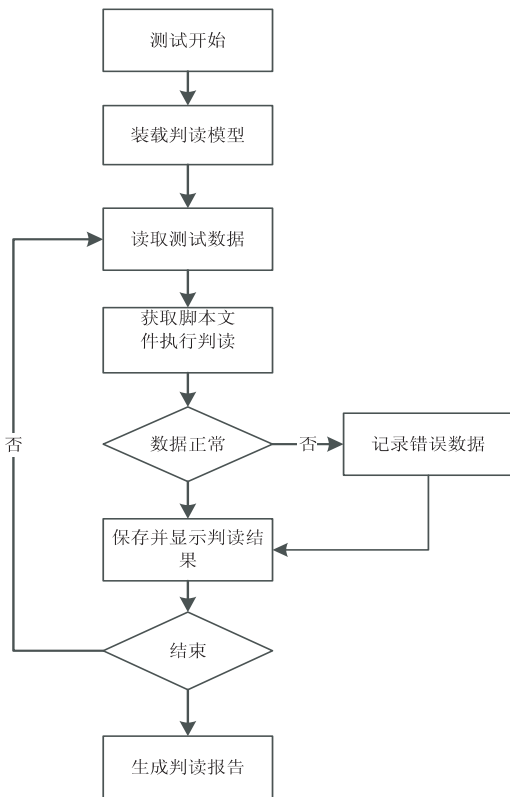


图 2 判读流程图

1.1 判读模型管理

判读模型管理用于添加、编辑、删除判读模型。提供图形化和文本两种方式编辑判读模型。针对已建立好的判读模型进行分类(一个模型只属于一个类别,一个类别下有多个模型)。用户可根据查询条件过滤模型,查询条件主要包括模型类别名称、模型名称和关联参数。

自动判读系统利用脚本驱动判读模型对被测参数进行判读,需要在判读开始前为被测参数建立相应的判读模型。获取判读规则 ID 号,为判读规则提供相应的参数输入从而建立模型。并在应用前验证模型是否正确建立。

某些状态可能需要由多个被测参数同时表征,为此在判读规则中设计了逻辑运算与算数运算规则以应对多参数的判读。针对每个关联参数建立判读模型,利用逻辑规则将多个规则模型连接起来,通过其逻辑值的真、假来判断当前状态是否正常。将所有的模型存储于数据库中,通过模型指针获取模型的关联参数,从而进行判读。所有判读模型图形化后可自动生成 JavaScript 脚本。其判读模型建立流程图如图 3 所示。

1.2 判读规则设计

判读规则的设计和总结是自动判读系统设计的关键问题之一。针对空间有效载荷测试数据的不同特点,需要建立相应的判读规则^[8-9]。主要有以下几种通用的判读规则形式:

- (1)计数类规则:用来反映被测系统进入某种状态的次数,当系统进入特定状态时,其正确值+=1。
- (2)心跳类规则:按照一定的周期进行变化,如0 V~1.5 V,2.0 V~3.5 V,10 s跳变一次。获取前后两次周期内的脉宽来判断是否正常。
- (3)越界类规则:直接给出规则的上下限,如1.0 V~2.5 V。
- (4)状态类规则:初始状态下或者在整个测试过程中状态对应的正确值为多少。
- (5)计算类规则:对被测参数进行公式计算。

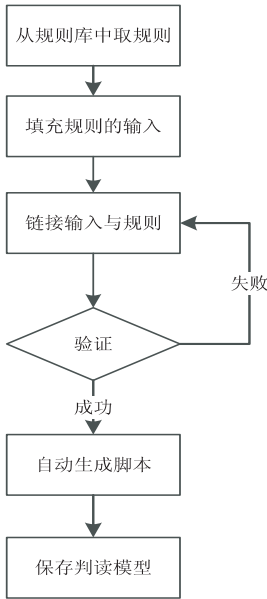


图3 建立判读模型流程图

- (6)动态变化类规则:该类型的被测参数的正确

值范围随时间动态变化,需要给出各个段及在该时间段内的正确范围,如0 s~15 s时,0 V~1.0 V;15 s~5 min时,3.0 V~4.0 V,5 min以后0 V~1.0 V。

特殊类型规则:这类规则是指不在通用型规则范围内的判读规则,如时间码、广播时间计数等。对于这类规则,系统提供专门的接口让用户定义,在程序中对每一种特殊类型的规则用专门的推理函数来实现。

每种规则都是以组件的形式显示,通过继承并调用COM接口^[10],定义规则接口。每个判读规则中包含一个或多个属性节点,规则对应函数中的参数个数就是图元显示中的节点个数,分别对应于判读规则需要的输入,参数预期的值或者预期的范围都由常量规则给出。以下给出了越界类规则的定义。

```
interface IEstFunc : Idispatch {  
    [id(1), helpstring("method AnalogCommon")]  
    HRESULT AnalogCommon( VARIANT sParam, DOUBLE  
        min,DOUBLE max,[ out,retval] BOOL * pVal);  
}
```

为了便于实现判读规则,该系统设计了一些关键类^[11],其中CEstCore类用于载入模型,接收设备采集到的遥测数据以及执行判读脚本。IBrAutoEst用于判读结果分配到界面,并在界面上显示。CEstBuilder类用于定义并建立判读规则。CBiParamBuf类用于将接收到的数据存储在缓冲中,以免有些数据因未及时得到处理而导致判读数据的丢失,影响数据判读的准确性。CScriptContainer类用于管理各种判读规则及脚本。部分类与接口之间的关系如图4所示。

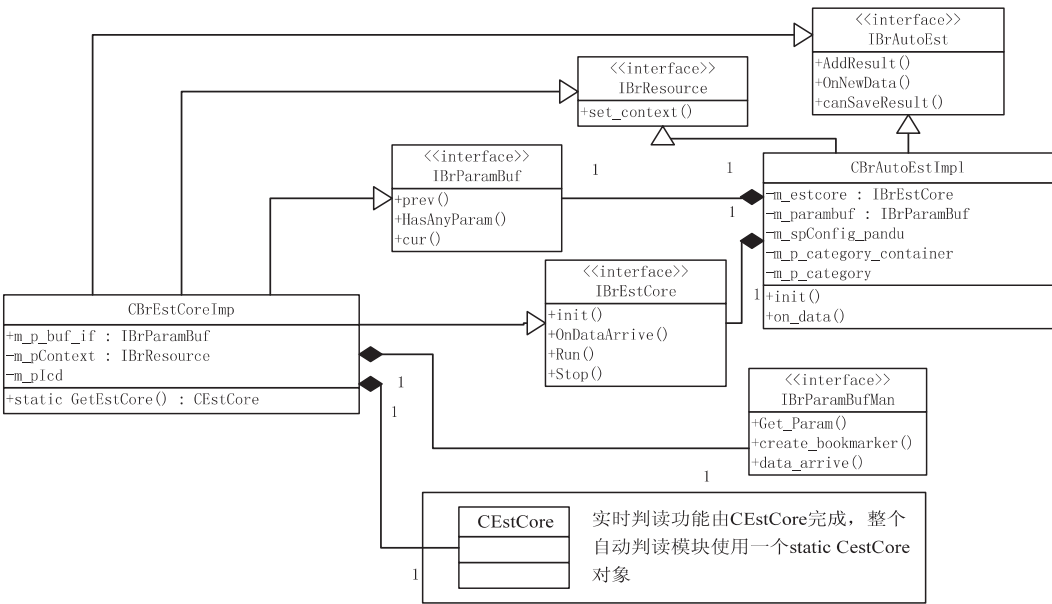


图4 关键类与接口关系图

1.3 判读执行过程

预先设置与各个设备分别对应的参数信息,测试实验开始后,接收来自设备的数据并对其进行数据解

析,调用数据接收函数 OnDatAarrive 通知有新的数据到来。将解析后的数据保存到数据库,调用数据更新函数 Update 同时将数据加入到数据缓存队列中。将

与被测参数对应的脚本加入到队列中,调用 DoStaticEst 函数判断是否使能,将使能的脚本加入到待执行脚本队列中。

如果有状态变量发生了变化,则调用 OnStateChange 函数处理需要由状态触发的脚本的触发信号。开辟一个判读执行线程,调用 Request 函数从待执行脚本队列中读取脚本文件。只要收到被测参数数据立即执行判读。调用 GetScriptResult 函数读取判读结果,读取对应判读结果的中间结果以及发生变化的状态变量并记录。调用 AddResult 函数将判读结果发往界面进行显示。其判读执行调用过程如图 5 所示。

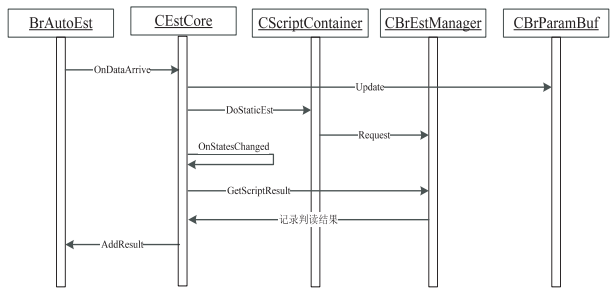


图 5 判读执行图

2 关键技术

2.1 图形化生成脚本技术

基于模型的自动判读系统应用 JavaScript 脚本驱动判读模型运行。如何将判读模型的图形化形式转化成脚本是该系统的关键技术之一。把模型中的每个规则看成是一个函数 $f(x,y)$, 将每个规则的输出转换为另一个规则的输入,如函数 $g(x), h(x)$ 的值看成规则的两个输入,则判读模型的最终输出即为 $f(g(x), h(x))$ 的值。针对越界类规则建立判读模型后生成的 JavaScript 脚本^[12-13]示例如下所示:

```
Var AnalogCommon_3285108014401770 = Analog-Common("1", 1, 2);  
log( AnalogCommon_3285108014401770 );
```

2.2 数据解析与推理

被测参数按照 ICD(Interface Control Document, 接口控制文档)格式进行定义并存储。数据按块接收,每个数据块中可能同时包含多个子块或参数。每个参数由一位或多位表示,且每一位表示的含义各不相同。预先按需求设置各参数的起始位置和数据长度,根据数据长度,按位依次遍历,读取一位后右移,直到该参数对应的结束位置时,将每位对应的值存入 map<参数,值>中。直至整个数据块对应的所有位被读取。

该系统中状态模型节点表征当前所处状态,通过关联被测参数来判断当前状态是否正常。按以下推理方法获取下一个模型节点的状态。

(1)实验开始时,获取与状态节点相关联的判读模型,依据判读结果的真假来显示模型当前所处的状态。未执行判读的模型则处于等待状态。

(2)只有一条路径时,沿路径查找下一个节点。有多条路径时,获取已发送的指令(指令中可能带有时间码)与模型中迁移节点的变迁条件进行对比^[14-15],当迁移条件中的时间码和指令同时满足时,沿着满足条件的路径查找下一个节点并对其进行判读。

(3)重复以上操作,直至整个判读过程结束。

3 系统验证结果

该系统建立相应的判读模型后就可以开始对测试数据进行自动判读,对满足通用性规则的参数只需花费 2~3 min 建模即可。在某集成测试仿真系统测试中,对 20 组测试用例进行测试。采用人工判读方式时,每组测试用例的测试数据需要 3 名测试人员判读大约 20 min,其误判漏判率约为 4%。采用自动判读方式时,只需 1 名测试人员对各个被测参数进行建模,测试结束时花 3~5 min 查看判读结果即可。在 20 多组测试用例的对比中,均未发现自动判读系统有误判和漏判现象,并且效率远高于人工判读。当有效载荷参数量越多,类型越复杂时,优势更显著。表 1 是人工判读与自动判读结果对比表。

表 1 人工判读与自动判读结果对比表

	人工判读	自动判读
判读前准备	判读手册编写;2 人日	建立判读模型;2~3 min
单个用例判读时间	20 min	3~5 min
误判漏判率	4%	0%

4 结束语

文中设计并实现了一种基于模型的自动判读系统。解决了通用的遥测量的判读规则形式的总结和设计、模型图形化自动生成 JavaScript 脚本、数据解析及推理过程等关键技术。根据规则库中已存在的规则,针对被测参数建立判读模型从而进行判读。该系统中设计的规则具有一般通用性,能够很好地满足系统判读的需求,动态实时判读推理的准确性和实时性都比较高。

此外,该系统适用于进一步的扩展开发。在实际工程应用中,还需要考虑一些实际情况,如系统延时误差等。根据实际需求可在接口中定义相关新规则并编写相应函数实现即可满足工程需求。

络能够精确记忆训练过的样本,而 BP 神经网络对于训练过的样本,实际输出值与目标值之间存在着误差,由此可见基于样条权函数神经网络的 P2P 流量识别方法在多方面是优于基于 BP 神经网络的 P2P 流量识别方法的。

4 结束语

由于样条权函数神经网络算法克服了传统神经网络存在局部极小、收敛对初值敏感及收敛速度慢等缺点,所以,文中提出的基于样条权函数神经网络的 P2P 流量识别方法具有独特的优势,实现了对 P2P 流量的准确快速识别。由于该算法是基于流量特征的,所以可以检测加密甚至是未知的 P2P 流量。但是,该算法识别结果的实时性不够,不能实现流量包的瞬时捕获识别。

参考文献:

- [1] Sen S, Wang J. Analying peer-to-peer traffic across large networks[J]. IEEE/ACM Transactions on Networking, 2004, 12(2): 219-232.
- [2] Huang Shucheng, Qu Yahui. Survey on data stream classification technologies[J]. Application Research on Computers, 2009, 26(10): 3604-3609.

(上接第 20 页)

参考文献:

- [1] 谢明明, 沈湘衡, 贺庚贤, 等. 空间相机仿真测试数据自动判读系统的设计[J]. 计算机测量与控制, 2010, 18(6): 1277-1279.
- [2] 吴伟, 张威, 潘顺良, 等. 自动判读系统在载人航天器电测中的应用[J]. 航天器环境工程, 2011, 28(6): 628-631.
- [3] Robinson R, McNab D, McNab A. A rule-based expert system for automatic error interpretation within ultrasonic flaw model simulators[J]. IEEE Trans on Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, 2006, 36(6): 1202-1210.
- [4] 贺宇峰, 赵光恒, 吕从民, 等. 基于 CLIPS 专家系统的自动数据判读方法[J]. 中国科学院研究生院学报, 2011, 28(4): 505-513.
- [5] Du Zhiwei, Huang Yi. Design of automatic interpretation expert system for weapons ballistic testing data[C]//Proc of 3rd international symposium on systems and control in aeronautics and astronautics. Harbin: IEEE, 2010: 986-989.
- [6] 杨玉梅, 刁永锋. 基于 UML 顺序图的 Petri 网建模[J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(10): 130-133.
- [7] Shaw O, Steggle J, Wipat A. Automatic parameterisation of

- [3] 张代远. 神经网络新理论与方法[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [4] Yu Shiwei, Zhu Kejun, Diao Fengqin. A dynamic all parameters adaptive BP neural networks model and its application on oil reservoir prediction[J]. Applied Mathematics and Computation, 2008, 195(1): 66-75.
- [5] 邓河, 阳爱民, 刘永定. 一种基于 SVM 的 P2P 网络流量分类方法[J]. 计算机工程与应用, 2008, 44(14): 122-126.
- [6] 石萍, 陈贞翔, 荆山, 等. 基于对等特征的 P2P 流量识别方法[J]. 中国教育网络, 2007(2): 36-38.
- [7] 陈建华, 黄道颖, 张尧, 等. 计算机对等网络 P2P 技术[J]. 计算机工程与应用, 2003, 39(33): 162-164.
- [8] 陈浩. P2P 应用流量检测的研究与实现[D]. 北京: 北京邮电大学, 2007.
- [9] 张磊. 三种神经网络识别 P2P 流量的方法比较[D]. 重庆: 重庆大学, 2010.
- [10] 黄君毅, 吴静, 张晖. IP 流量分类算法中特征选择作用分析[J]. 计算机工程, 2010, 36(16): 68-70.
- [11] 张文, 侯立东. 基于传输层标志位的 P2P 流量识别技术[J]. 科技咨询, 2007(1): 163-164.
- [12] 陈宝钢, 张凌, 许勇, 等. 基于 P2P 应用的网络流量特征分析[J]. 计算机应用, 2007, 27(3): 531-533.
- [13] 沈富可, 常潘, 任肖丽. 基于 BP 神经网络的 P2P 流量识别研究[J]. 计算机应用, 2007, 27(S2): 44-45.

stochastic PetriNet models of biological networks[J]. Electronic Notes in Theoretical Computer Science, 2006, 115(3): 111-129.

- [8] 潘玲琳. 基于产生式规则的专家系统的研究实现[J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(5): 66-68.
- [9] 吴晓, 赵光恒, 于英杰, 等. 仿真测试自动判读专家系统的设计与实现[J]. 系统仿真学报, 2005, 17(12): 3050-3052.
- [10] 周振红, 周洞汝, 杨国录. 基于 COM 的软件组件[J]. 计算机应用, 2001, 21(3): 6-8.
- [11] 钟金琴, 辜丽川. 一种面向对象的软件设计模式库的设计[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(9): 22-25.
- [12] Tilkov S, Vinoski S. Node.js: using JavaScript to build high-performance network programs[J]. IEEE Internet Computing, 2010, 14(6): 80-83.
- [13] 金晓鸥, 钟宝燕, 李翔. 基于 Rhino 的 JavaScript 动态页面解析研究与实现[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(2): 1-4.
- [14] 王怡苹, 李文海, 文天柱. 面向信号测试的路径搜索算法研究[J]. 仪器仪表学报, 2013, 34(7): 1650-1658.
- [15] 何国辉, 陈家琪. 游戏开发中智能路径搜索算法的研究[J]. 计算机工程与设计, 2006, 27(13): 2334-2337.

作者: 张强, 郭丽丽, 马振林, ZHANG Qiang, GUO Li-li, MA Zhen-lin
作者单位: 张强, ZHANG Qiang(中国科学院大学, 北京 100090; 中国科学院 空间应用工程与技术中心, 北京 100094; 北京国科环宇空间技术有限公司, 北京 100080), 郭丽丽, GUO Li-li(中国科学院 空间应用工程与技术中心, 北京, 100094), 马振林, MA Zhen-lin(北京国科环宇空间技术有限公司, 北京, 100080)
刊名: 计算机技术与发展 **ISTIC**
英文刊名: Computer Technology and Development
年, 卷(期): 2014(7)

参考文献(15条)

1. 谢明明;沈湘衡;贺庚贤 空间相机仿真测试数据自动判读系统的设计 2010(06)
2. 吴伟;张威;潘顺良 自动判读系统在载人航天器电测中的应用 2011(06)
3. Robinson R;McNab D;McNab A A rule-based expert system for automatic error interpretation within ultrasonic flaw model simulators 2006(06)
4. 贺宇峰;赵光恒;吕从民 基于CLIPS专家系统的自动数据判读方法 2011(04)
5. Du Zhiwei;Huang Yi Design of automatic interpretation ex-pert system for weapons ballistic testing data 2010
6. 杨玉梅;刁永锋 基于UML顺序图的Petri网建模 2007(10)
7. Shaw O;Steggles J;Wipat A Automatic parameterisation of stochastic PetriNet models of biological networks 2006(03)
8. 潘玲琳 基于产生式规则的专家系统的研究实现 2007(05)
9. 吴晓;赵光恒;于英杰 仿真测试自动判读专家系统的设计与实现 2005(12)
10. 周振红;周洞汝;杨国录 基于COM的软件组件 2001(03)
11. 钟金琴;辜丽川 一种面向对象的软件设计模式库的设计 2008(09)
12. Tilkov S;Vinoski S Node. js:using JavaScript to build high-performance network programs 2010(06)
13. 金晓鸥;钟宝燕;李翔 基于Rhino的JavaScript动态页面解析研究与实现 2008(02)
14. 王怡苹;李文海;文天柱 面向信号测试的路径搜索算法研究 2013(07)
15. 何国辉;陈家琪 游戏开发中智能路径搜索算法的研究 2006(13)

引用本文格式: 张强, 郭丽丽, 马振林, ZHANG Qiang, GUO Li-li, MA Zhen-lin 基于模型自动判读的研究与实现[期刊论文]-计算机技术与发展 2014(7)