

计量软件溯源中的 TraCIM 软件认证系统

汤洁¹, Frank Härtig², 石照耀¹

¹北京工业大学 北京市精密测控技术与仪器工程技术研究中心;

²Physikalisch – Technische Bundesanstalt Braunschweig und Berlin (PTB)

摘要: 工业计量领域、校准实验室和计量研究机构均需要一致的计算溯源框架以对计量软件进行溯源。计量软件溯源主要是对其算法进行溯源, 并与其特定的计算目标相关联。德国国家计量院 (PTB) 推出了国际计量软件认证系统 (TraCIM) 实施计量软件溯源, 国际软件认证包括高斯 (Gauss) 软件认证、切比雪夫 (Chebyshev) 软件认证和比对 (Comparison) 软件认证。TraCIM 计量软件认证通过在专用网络平台上实施“认证用户—服务器”间的应用来实现。认证流程主要包括索要标准输入数据、提交结果和获得认证报告。计量领域企业三丰 (Mitutoyo)、蔡司 (Zeiss) 均实施并通过认证。

关键词: 软件认证; TraCIM; 软件溯源; 国际比对; 标准数据

中图分类号: TG806; TH722

文献标志码: A

TraCIM Software Validation System Based on Computationally-Intensive Metrology

Tang Jie, Frank Härtig, Shi Zhaoyao

Abstract: Industry, calibration laboratories and metrology institutes require validation of metrological algorithms. Since May 2015, the Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig und Berlin (PTB) provides an online service named Traceability for Computationally-Intensive Metrology (TraCIM) which allows end-users to test their algorithms. Till now, it allows traceability of the metrology software with certain Computational Aims (CA) such as Gauss algorithm, Chebyshev algorithm and Comparison algorithm. The TraCIM operates as a web-shop services on the basis of a Client-server application. The process of the TraCIM service includes: registration, order, request test data sets, submit user results, get test report. The TraCIM system aims to provide a 24/7 software validation service for the users all over the world through the internet. The manufacturer of precision instruments and the metrology software can get an authorized certificate for metrological algorithm from National Metrology Institutes (NMIs), which can promote their market competitiveness.

Keywords: TraCIM; software validation; software traceability; key comparison; reference results

1 引言

计量软件应用于工业计量、校准和计量研究中, 成为测量仪器的重要组成部分, 或者独立完成测量任务。软件中的计算取决于有限的精度, 即便是没有错误的软件也不会给出理想结果。在计量软件中常被应用的逼近方法、实用简化方法是否正确是个问题。数据传输、转换、计算方法、用户操作都可能导致计量软件不能给出理想结果。工业计量领域、校准实验室和计量研究机构均需要一致的计算溯源框架来对计量软件进行溯源^[1,2]。

计量软件认证系统 (TraCIM) 为计量软件溯源提供了途径。TraCIM, 即为“Traceability for Computationally-Intensive Metrology”, 可译为“计算密集型计量的溯源”。欧洲计量联合研究计划 (European Metrology Research Programme, EMRP) 曾资助

TraCIM 项目^[1,2] (作者在德 PTB 访问时曾参与该项目), 德国 PTB 是 TraCIM 研究项目的牵头单位之一。参与该项目研究的计量研究机构还包括: 英国国家物理实验室 (NPL)、捷克国家计量院 (CMI)、荷兰国家计量院 (VSL)、意大利国家计量院 (INRiM); 高校有英国哈德斯菲尔德大学和约克大学、斯洛文尼亚的马里布大学; 参与应用的企业有海克斯康 (Hexagon)、三丰 (Mitutoyo)、维德 (Werth) 和蔡司 (Zeiss), 共同研究软件溯源。

TraCIM 系统中优先实现长度领域相关算法的软件认证。目前可进行长度领域的高斯 (Gauss) 软件认证、切比雪夫 (Chebyshev) 软件认证; 交叉领域的比对 (Comparison) 软件认证^[3]。TraCIM 软件认证系统旨在通过网络向全球用户提供不同领域的计量软件溯源, 其最主要用户是为精密仪器提供分析和评定软件的制造商。该软件认证允许通过认证的制造商拥有经权威认证的分析与评定算法, 有利于

提升相关产品的市场竞争力。本文主要介绍软件性能评价方法、TraCIM 软件认证系统、软件认证流程以及软件认证中的主要原则。

2 软件性能评价

2.1 软件的误差源

通过软件计算获得的实际计算结果相对于其理想计算结果是有误差的。对计算结果产生影响的误差源主要有^[1]:参与计算的数据和计算过程中的数据精度有限;非线性问题求解需要迭代技术,用到收敛公差;软件中采用算法解决逼近问题;采用的计算方法可能不一致;软件中的编码错误;软件操作者输入错误数据等。

2.2 计算目标

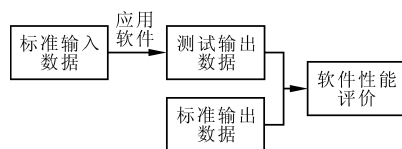
软件性能评价与特定的计算目标相关联。对软件进行性能评价时需要将计算目标进行清晰和完整的规格描述。计算目标的规格描述是产生标准数据、定义软件性能评价指标的基础,计算目标的规格描述包括:计算目标的算法名称、关键词、数学领域、输入描述和输出描述、拟解决的数学问题、参考文献等。规格描述中不需要指出如何解决该数学问题。

2.3 标准数据

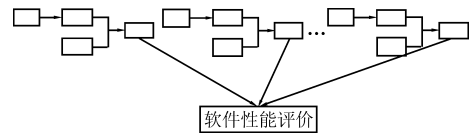
软件性能评价所用的标准数据由标准输入数据和标准输出数据组成。单对标准数据包含单组标准输入数据和标准输出数据;多对标准数据包含多组标准输入数据和标准输出数据。标准数据生成即为对标准输入数据应用标准算法生成标准输出数据;标准数据逆生成即为对标准输出数据应用计算目标的数学分析方法生成标准输入数据。

2.4 软件性能评价方法

软件性能评价方法如下:对于单对标准数据,针对单组标准输入数据,应用软件对计算目标进行计算,得到测试输出数据,与标准输出数据相比较,得到软件性能评价结果;对于多对标准数据,分别针对各组标准输入数据,应用软件对计算目标进行计算得到各组测试输出数据,分别与各组标准输出数据相比较,得到软件性能评价结果。软件性能评价方法见图1。



(a) 单对标准数据



(b) 多对标准数据

图1 软件性能评价方法

3 TraCIM 软件认证系统

TraCIM 软件认证系统见图2。TraCIM 系统拟在七大计量领域向认证用户提供特定计算目标的软件认证。计量软件认证的使用者主要包括工业领域的企业、校准实验室和计量研究机构。TraCIM 软件认证通过专用网络平台^[4]实现。目前在德国 PTB 运行的 TraCIM 系统能提供全球范围内、长期可用并易于维护的计量软件认证在线应用。

TraCIM 架构见图3,由用户在认证系统专用的网络平台上发起认证请求,通过与服务器通讯,索要标准输入数据、用户应用软件计算测试输出数据,并反馈给认证系统,由认证系统通过网络给认证用户返回软件性能评价。

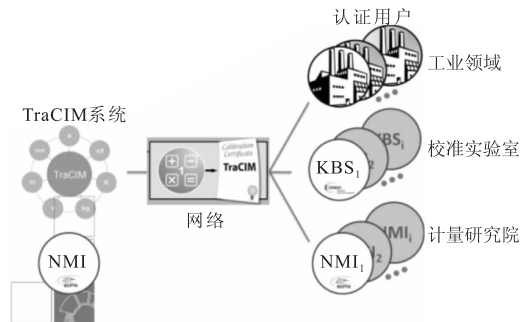


图2 TraCIM 软件认证系统

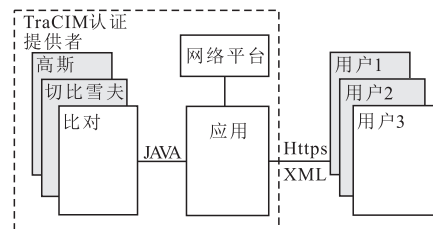


图3 TraCIM 架构

4 认证流程及主要原则

软件认证通过专用软件认证网站^[4]实施“客户—服务器”间的应用来测试计量软件。该软件认证系统实施的认证机制如下:每个软件认证服务的提供者(如国家计量院)均应保证软件认证测试的正确性和可靠性;软件认证服务的提供者可自定义测试范围、认证流程、数据维护、服务器运行以及

为软件认证客户提供咨询和支持。为此,每个软件认证服务提供者独立运行各自的 TraCIM 服务网页和服务器;每个服务器均有独立的网址,这样不同的服务范围由该软件认证服务提供者确定。当然,某一软件认证服务的提供者可向负责某项软件认证的计量院提供测试算法,成为该项软件认证的分包方,这将有利于增强所提供的软件认证服务。

4.1 软件认证流程

图4为通用的 TraCIM 计量软件认证流程,主要包括索要标准输入数据、提交测试输出数据、获得认证报告。主要认证流程如下:①用户在 TraCIM 网页注册,选择认证算法;②用户索要标准输入数据,认证服务器为该用户生成标准输入数据,并将标准输入数据和验证密码发送给用户;③用户使用标准输入数据运行计算软件,得到用户测试输出数据;④用户将测试输出数据和验证密码提交给服务器;⑤服务器比对用户测试输出数据和标准输出数据;⑥用户获得软件性能评价。

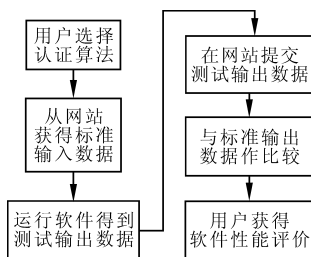


图4 TraCIM 计量软件认证流程

4.2 软件认证主要原则

软件认证中须遵循 TraCIM 系统的原则主要包括:①假设标准输入数据及其不确定度是无误差的;②软件认证提供者为标准输出数据的正确性负责;③认证提供者须提供标准输出数据及其不确定度数据;④认证提供者需清晰描述测试流程、待计算的参数以及认证通过准则;⑤软件标准数据需符合常见实际情况;⑥认证提供者需提供一组公开的标准数据对(标准输入数据和标准输出数据);⑦用户测试输出数据必须经过三种不同应用程序的测试验证;⑧用户仅提供一组测试输出数据。

4.3 软件认证证书格式

通过软件认证的用户将获得相应算法的软件认证证书(Certificate)。德国蔡司公司(Zeiss)于2014年11月21日实施了软件认证,所获的关于“坐标测量机最小二乘算法软件(Evaluation Software based on least-squares method for coordinate measuring machines)”的认证证书示例见图5。

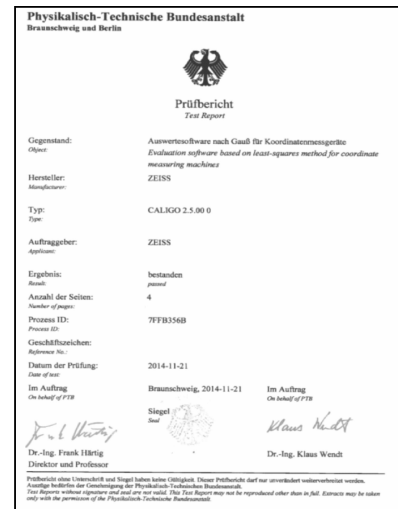


图5 软件认证证书示例

4.4 软件认证的 XML 数据交互

TraCIM 软件认证中的数据交互文件包括标准输入数据文件、用户测试输出数据文件,采用 XML (Extensible Markup Language) 语言格式。XML 是可扩展标记语言,用表示起始和结束的标签,按合适的顺序进行嵌套。XML 利于表示结构化数据的传输和存储,可在任何应用程序中读写数据。XSD (XML Schema Definition) 是可扩展标记语言架构,描述了可扩展标记语言文档的结构。TraCIM 软件认证系统中针对计算目标,为认证用户提供了相应的 XSD 文件,作为交互文件 XML 的格式说明。

5 结语

TraCIM 软件认证系统旨在通过网络向全球用户提供不同领域的计量软件认证服务。目前已推出的软件认证包括高斯(Gauss)软件认证、切比雪夫(Chebyshev)软件认证和比对(Comparison)软件认证。本文主要介绍软件性能评价方法、TraCIM 软件认证系统、软件认证流程以及软件认证中的主要原则。请感兴趣者多查阅相关文献及德国 PTB 的 TraCIM 主页。

参考文献

- [1] Ian Smith, Alistair Forbes (NPL), Frank Härtig, et al. Overview of EMRP joint research project NEW06 “traceability for computationally-intensive metrology” [C]. AMCTM 2014, St Petersburg 10 – 12 September, 2014.
- [2] F Härtig, H Bosse, M Krystek. Recommendations for unified rules for key comparison evaluation [C]. 11th International Symposium of Measurement Technology and Intelligent Instruments (ISMTH), Jul 1 – 5, 2013.

图像处理在线束包覆定位中的应用

张慧敏, 余晓磊, 吉建佳

上海应用技术大学

摘要: 基于线束包覆设备提出一种能够检测定位线束端点及分支点的图像处理方法。运用 HALCON 软件内的函数库对摄像机进行标定,使用 Threshold、Skeleton 等算子对线束端点及分叉点的坐标进行定位。通过坐标点获取线束各段长度,并通过坐标系转换得到世界坐标系下各点的坐标值,将计算值与实际值进行比对分析得到相对误差与绝对误差。测量结果显示:平均相对误差小于 5%,平均绝对误差小于 5mm。该图像处理结果满足线束加工工艺的要求。

关键词: 线束包覆;图像处理;HALCON;坐标定位

中图分类号: TG806;TP391.7;TH128

文献标志码: A

Application of Image Processing in Positioning of Wire Harness Coverage

Zhang Huimin, She Xiaolei, Ji Jianjia

Abstract: Based on harness banding equipment, an image processing system that can detect and locate the end points and branch points of harnesses is presented. The camera is calibrated by using the function library in HALCON software. The end points of harness and the points of bifurcation are located by using Threshold, Skeleton, and so on. The length of each segment of the harness is obtained by the coordinate point, and the measured value in the world coordinate system is obtained by the coordinate system. The relative value and the absolute error are obtained by comparing the calculated value with the actual value. The average relative error of the experimental measurements is less than 5% and the absolute error is less than 5mm on average. The image processing results can meet the requirements of wire harness processing technology.

Keywords: wiring harness; image processing; HALCON; coordinate positioning

1 引言

随着电气产品的快速发展,线束的需求量越来越大。在线束生产过程中,裁剪、压接、插植等工序的自动化程度不断提高^[1],但目前线束包覆定型工序仍以手工为主,导致企业劳动成本增加。

线束缠绕机分为台式和手持式两种。张治国^[2]和刘伟民等^[3]研发的台式胶带缠绕机可实现线束的直线包覆,在多分支线束包覆时操作比较复杂,依旧需要人工操作,且设备售价昂贵;国内一家公司研发的手持式线束缠绕机^[4,5]提高了线束生产效率,但线束的包覆过程依然需要人工参与。

针对上述问题研发了全自动线束包覆机。根据全自动线束缠绕机的线束缠绕工艺设计了一台自动

化线束包覆的设备,可以自动完成多分支线束和不同工艺要求的线束包覆。在工业发展中,机器视觉图像处理技术被广泛应用于多个领域,如线束端子检测技术^[6]、衣服尺寸测量技术^[7]、汽车四轴定位检测技术^[8]等。根据线束加工工艺^[9],线束端点到分叉点的长度有严格标准。因此,在全自动线束包覆机的包覆过程中,线束端点及分叉点位置的定位识别尤为重要。将图像处理技术引入线束包覆加工过程实现线束端点与交叉点的识别。

2 线束包覆设备

全自动线束包覆机由工作台和包覆头两部分组成(见图1)。将未包覆线束用线夹定位于工作台,包覆头机构完成包覆线束、切断胶带、并束线束的工作。包覆过程中,通过图像处理方法对线束端点及

收稿日期:2017年4月

[3] Frank Härtig, Jie Tang, Daniel Hutzschenreuter. Online validation of comparison algorithms using the TraCIM-system [J]. Int J MechEngAutom Volume 2, Number 7, 2015: 312-327.

[4] TraCIM PTB. Homepage of TraCIM service at PTB, <http://tracim.ptb.de/>.

第一作者:汤洁,博士,北京工业大学机电学院,北京市精密测控技术与仪器工程技术研究中心,100124北京市

First Author: Tang Jie, Doctor, Beijing Engineering Research Center of Precision Measurement Technology & Instrument, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China