

一种用于可编程序控制器的自动化测试方法及实现

刘红, 刘金, 原惠峰, 刘雪飞

(中国电子信息产业集团有限公司第六研究所, 北京 102209)

摘要: 针对可编程序控制器测试过程中重复操作量大、人工手动测试易引入误操作等问题, 设计实现了一种自动化测试方法。该方法包括测试用例的批量自动编译、自动执行、自动显示和存储测试结果以及自动生成测试报表的过程, 涵盖基本功能测试以及压力测试两方面。经实际验证, 使用基于该方法实现的软件进行测试, 提高了测试的准确性及其效率。

关键词: 自动化测试; 可编程序控制器; 压力测试

中图分类号: TN06; TP319

文献标识码: A

DOI: 10.16157/j.issn.0258-7998.191313

中文引用格式: 刘红, 刘金, 原惠峰, 等. 一种用于可编程序控制器的自动化测试方法及实现[J]. 电子技术应用, 2020, 46(9): 94-97.

英文引用格式: Liu Hong, Liu Jin, Yuan Huifeng, et al. An automatic test method for programmable logic controller and its implementation[J]. Application of Electronic Technique, 2020, 46(9): 94-97.

An automatic test method for programmable logic controller and its implementation

Liu Hong, Liu Jin, Yuan Huifeng, Liu Xuefei

(The 6th Research Institute of China Electronics Corporation, Beijing 102209, China)

Abstract: Aiming at the problems of large repetitive operation and easy incorrect operation in manual test of programmable logic controller, an automatic test method is designed and implemented. This method includes batch automatic compilation of test cases, automatic execution, automatic display and storage of test results and automatic generation of test reports, covering basic functional testing and stress testing. Experiments show that the software based on this method can improve the accuracy and efficiency of the test.

Key words: automatic test; programmable logic controller(PLC); stress testing

0 引言

目前可编程序逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC)控制系统在我国已经得到了广泛的应用并且发挥着重要作用^[1]。其广泛应用于石油、化工、高铁、电力等各行各业的自动化控制系统中。其中, PLC是整个控制系统的核心, 其计算结果的正确性直接关乎该可编程序控制系统的运行状态, 因此任何由于对 PLC 测试不充分、不全面所引发的问题, 都有可能对现场设备的损害, 甚至对人身安全的威胁, 给国家和人民造成不可估量的损失。

统计表明, 在一些典型的软件开发项目中, 软件测试的工作量往往占软件开发工作总量的 40% 以上, 并因此而占有 30%~50% 的开发总成本, 其重要性不言而喻^[2]。自动化软件测试从某种程度上可以减少测试的开销, 同时在有限时间内增加测试覆盖率^[3], 进而减少了开发总成本。

目前, 对 PLC 指令执行结果正确性的测试多是采用

人工手动的测试方式, 即通过测试人员依据自身的专业知识, 手动依次完成组建测试用例、运行测试用例等测试步骤。针对以上问题, 本文提出一种自动化测试方法, 并对该方法进行了设计、实现与验证。

1 整体方案

对 PLC 上位机逻辑组态软件中核心编译器编译结果正确性的测试, 传统方法是测试人员在逻辑组态软件中编写程序(即测试用例), 依次进行编译、登录、下装、运行, 最后人工比对运行结果。由于开发过程中软件不可避免地需要多次迭代, 这样测试人员就会多次重复进行同样的操作步骤, 导致工作量大、测试效率低的现象。

本文提出的自动化测试方法, 要求测试人员一次编写好测试用例后, 通过自动化测试软件自动完成编译、登录、下装、运行、结果比对等步骤。该方法的好处是在没有或只需较少人工干预的情况下, 就可自动地执行大量的测试工作, 从而可以把测试人员从单调重复的手工测试中解放出来, 这不仅会缩短测试时间, 减少测试成

计算机技术与应用

Computer Technology and Its Applications

本,而且可以降低测试人员的错误,提高测试质量^[4]。

如图 1 所示,自动化测试方案具体操作流程如下:

(1)导入测试用例,由测试人员使用上位机逻辑组态软件编写测试用例,并定义一个名为 Result 的任务变量,用于判断实际运行结果与预期结果是否一致。

(2)配置测试参数,测试人员依据当前测试需求配置测试时使用的 IP、端口号、密码、运行平台及运行模式等参数。

(3)选择测试项,测试人员依据当前测试需求选择基本功能测试或是压力测试,如选择压力测试,需进一步选择压力测试的阶段以及重复测试次数,如重新编译、增量编译、登录、下装、任务启动暂停、任务启动停止各个不同阶段。

(4)运行测试用例,点击运行后自动化测试软件自动运行,无需人工干预。

(5)读取或导出结果,本软件支持实时显示测试结果(包括测试过程中各个阶段的结果),方便当测试工程执行失败时查看具体出错的运行阶段,例如下装失败时,有利于开发人员进一步查找定位问题,缩短解决该问题所需的时间。同时软件支持测试完毕后导出测试结果至文本中,用于更好地记录每次测试执行结果,方便跟踪管理。

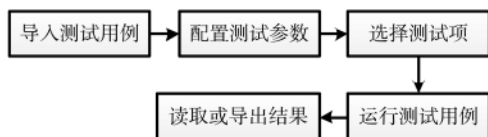


图 1 自动化测试方案

绝大多数逻辑组态软件均具备仿真功能,以方便工程人员在将应用程序投入使用前进行仿真,提早发现程序中的漏洞与错误的逻辑,所以该自动化测试软件同样包含仿真器指令的测试。此外还包含对 PLC 部分功能的压力测试。

该自动化测试软件采用跨平台的开发工具 Qt,支持在国产中标麒麟和 Windows 操作系统上跨平台运行,方便测试。

2 功能设计与实现

2.1 基本功能测试

基本功能测试主要包括:自动化测试软件能够自动运行多个测试用例工程,每个测试用例工程可以自动连续完成编译、登录、下装、运行及读取运行结果等步骤,其中任何一个步骤出错,则认为后续的操作步骤全部执行失败;该测试用例执行完成,继续执行下一个测试用例,直至本次测试结束。

具体自动化测试流程如图 2 所示。

加载包含至少一个测试用例工程的测试用例包(支持 pro 格式和 xml 格式),然后对当前测试用例工程进行

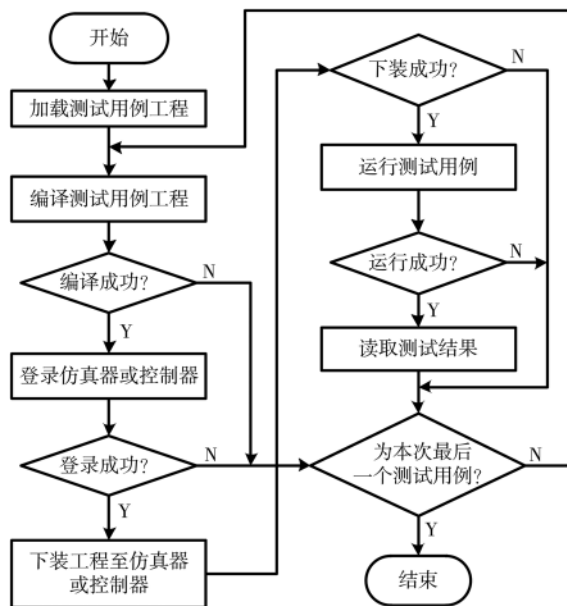


图 2 基本功能测试流程

检查与编译,以生成对应的可执行文件;如果当前测试用例编译成功,则根据预设的测试参数发送登录命令,以建立计算机与 PLC 的通信通道和数据传输通道;如果登录成功,将测试用例工程对应的可执行文件通过该建立的数据传输通道发送至 PLC;如果发送成功,则通过上位机发送任务启动命令和任务停止命令至 PLC,以控制 PLC 中任务的运行和停止;最后读取当前测试用例的实际执行结果,并与预期执行结果经过逻辑与运算得到最终测试结果,同时将结果实时显示在界面上;然后判断当前测试用例是否为本次测试的最后一个测试用例,如果是则结束本次测试,汇总各个测试用例的所有单步测试结果和最终测试结果,并生成测试结果报表;如果当前测试用例不是本次测试的最后一个测试用例,则继续重复上述步骤的测试,直至执行完成本次测试的所有测试用例。

其中,上述预设的测试参数包括用于连接计算机与 PLC 的通信 IP、通信端口号和密码。另外,以上所描述的编译、登录、下装、运行过程,任一阶段执行失败,则认为该后续阶段的测试结果均失败,并且跳转至判断该测试用例是否为本次测试最后一个测试用例步骤,直至本次测试结束。同时所述当前测试用例对应的可执行文件至少运行一个任务周期。

测试过程中各个阶段的测试结果均实时显示到软件界面,测试结束,测试结果可导出至 CSV 文件中,文件存储内容包括测试时间、测试工程、测试类型、测试参数以及测试结果等。

此外该软件还支持导出测试用例工程为 xml 格式,方便跨平台测试时测试用例同样可以跨平台使用,避免再次重复编写。

2.2 压力测试

压力测试是软件测试工作中必不可少的环节,为减少测试人员重复操作的次数,本软件包含了 PLC 部分压力测试项目,包括重复编译压力测试、增量编译压力测试、登录压力测试、下装压力测试、启动停止压力测试、启动暂停压力测试。在选择某一项压力测试的同时可设置重复测试的次数,以达到压力测试的目的。在每一次压力测试过程中,某一步骤运行失败后,则认为后续步骤均运行失败。项目具体描述如下:

(1)重复编译压力测试:依据测试参数,反复重新编译测试用例工程;

(2)增量编译压力测试:依据测试参数,反复增量编译测试用例工程;

(3)登录压力测试:依据测试参数,反复执行编译测试用例工程、登录 PLC、退出登录 PLC 的过程;

(4)下装压力测试:依据测试参数,反复执行编译测试用例工程、登录 PLC、下装工程、退出登录 PLC 的过程;

(5)启动停止压力测试:依据测试参数,反复执行编译测试用例工程、登录 PLC、下装工程,运行 IEC 任务,运行 2 s 后,停止 IEC 任务,退出登录 PLC 的过程;

(6)启动暂停压力测试:依据测试参数,反复执行编译测试用例工程、登录 PLC、下装工程,运行 IEC 任务,运行 2 s 后,暂停 IEC 任务,退出登录 PLC 的过程。

自动化测试软件依据测试人员勾选的测试项的不同,从编译开始进行不同的测试,实时将测试用例工程测试过程中失败的次数及测试项显示出来并继续进行接下来的测试。某一次的运行结果不会影响到下一次的运行,即此次运行失败后,下一次依然执行。例如任务启停的压力测试中,若编译或登录出错,则认为其后的下装、运行均测试失败,然后继续下一次测试。

同样,压力测试结果同支持导出至 CSV 文件中。

2.3 模块设计

自动化测试软件依据功能主要分为两个模块:界面输入输出模块和逻辑处理与数据管理模块。

2.3.1 界面输入输出模块

本模块是自动化测试软件人机交互接口,主要提供测试参数配置、测试过程的控制、测试结果的显示,具体内容包括:

(1)信息导入导出:主要包括 pro 和 xml 格式测试用例的批量导入,测试过程中测试结果的实时显示及导出,pro 格式测试用例批量转换为 xml;

(2)测试参数的配置:主要包括测试类型、模式的选择,IP、端口号等参数的配置及压力测试时压力测试参数的配置;

(3)测试启停控制:控制测试过程中的启动和停止。

通过继承自 QDialog 的 AutoTestDlg 来构建主界面,创建并维护 QTableWidgetItem *m_View,用于显示导入的测试

用例及基本功能测试时的实时测试结果,绑定数据模型 QStandardItemModel *m_Model。

2.3.2 逻辑处理与数据管理模块

本模块是接收界面配置的测试参数,依据测试类型,进行相应类型的测试。并存储和管理相应数据实体。

由于考虑到主界面的测试结果要实时刷新,为避免界面刷新时的卡顿现象,因此在测试运行数据模块时是独立的运行一个线程。由一个继承自 QThread 的运行线程 WorkThread,将基本功能测试、压力测试拆分成单步测试项,每项测试就是若干单步测试项的组合。

类及类关系如图 3 所示。

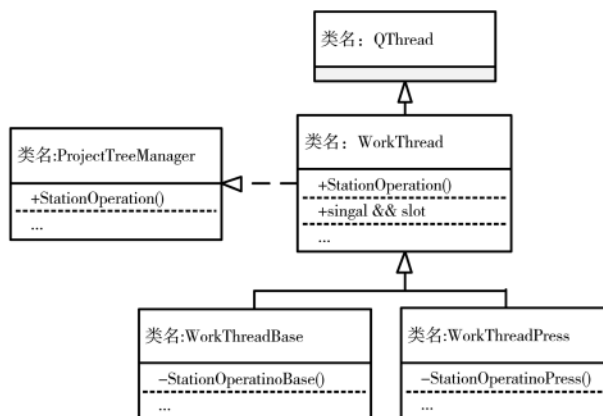


图 3 类及类关系

3 验证与总结

本自动化测试工具在上位机逻辑组态软件与 PLC 通信系统中进行验证,验证功能包括上述基本功能测试以及压力测试中的各项,同时包含仿真测试。例如,将编辑好的 3 个测试工程进行批量自动的基本功能测试,如图 4 所示,界面上实时显示各个用例各个测试阶段的测试结果,成功为 TRUE,失败为 FALSE,这样更方便在测试出现问题时开发人员快速定位。

图 5 所示为压力测试的实例,设置 5 次重复编译,在结果提示信息框中实时显示测试次数以及相应的测试结果。

4 结论

本文设计实现了一种用于可编程序控制器的自动化测试方法,并对该方法进行了验证,结果表明,使用基于该方法实现的软件进行测试,提高了测试的准确性及其效率。

参考文献

- [1] 谢济励.PLC 控制系统的分析研究[J].科技创新与生产力, 2017(2): 95-97.
- [2] 张丽波.基于自动化的软件测试与应用[D].广州:华南理工大学,2004.
- [3] 曾北溟.自动化测试框架的研究与实现[D].武汉:武汉大学,2004.



图 4 基本功能测试实例



图 5 压力测试实例

[4] 王达,赵千川,马喜春.基于 OPC 的 PLC 程序自动化测试[J].实验技术与管理,2011,28(10):100-104,108.

(收稿日期:2019-12-01)

作者简介:

刘红(1986-),女,硕士,工程师,主要研究方向:工业控

制系统测试、工控信息安全。

刘金(1990-),女,硕士,工程师,主要研究方向:工业控制系统测试、网络安全。

原惠峰(1990-),男,硕士,工程师,主要研究方向:工业控制软件、工控信息安全。

(上接第 93 页)

chmarking camera calibration and multi-view stereo for high resolution imagery[C].2008 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition.IEEE,2008:1-8.

[13] ZHANG Z Y.A flexible new technique for camera calibration[J].IEEE Transactions on Pattern Analysis and

Machine Intelligence,2000,22(11):1330-1334.

(收稿日期:2019-11-26)

作者简介:

蒙浩(1994-),男,硕士研究生,主要研究方向:数字化设计与制造、图像处理。

李自胜(1976-),男,博士,副教授,主要研究方向:智能制造技术、数字几何处理等。

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所