

航空嵌入式软件测试技术研究

田雨

太原航空仪表有限公司

[摘要]在如今信息时代背景下,嵌入式系统应用的范围越发广泛。在嵌入式系统软件研发中,软件质量以及最终的运行结果会对研发进度产生重要的影响。基于此,软件测试技术越来越重要。因此在嵌入式软件的开发中,对软件质量的测试十分关键。本文基于某航空项目,分析讨论嵌入式软件的测试技术。

[关键词]嵌入式;软件测试;技术分析

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.10.1869

加强嵌入式软件的测试力度,发展专业规范的软件测试技术迫在眉睫。通过发展嵌入式软件测试技术,能在极大程度上提高软件的可靠性,对软件的稳定运行起到保障的效果。

一、嵌入式软件测试技术研究现状

相比通用软件而言,嵌入式软件在软硬件接口、运行稳定性、运行时间要求等多方面都有较大的限制,因此导致软件测试工作变得更加复杂。受此影响当前的嵌入式软件检测技术发展滞后于通用软件。因此,重点聚焦于以下几个方面^[1]:

(一) 自动化测试技术

在当前的测试技术中,大多依赖人工测试方式。但随着技术的发展,软件愈发复杂庞大,因此传统人工方式已经难以支撑测试需求,自动化测试技术就是在此背景下被提出的。

(二) 新的软件开发语言和技术

软件的开发语言和开发技术也在不断地升级迭代。例如早期的C语言,随后逐渐出现的C++、Java等语言。在研究开发测试时,也要根据这些新的开发语言等进行研究。

(三) 新的测试工具

在基于当前软件测试技术的基础上,研究更加可靠并且好用的测试工具,这也是当前国内外在测试研究工作中的一个焦点所在。例如测试过程管理工具、单元测试工具、可靠性测试工具以及静态分析工具等。

(四) 结合软件特点开展的研究

不同的软件具有其自身的特殊性,因此对实时软件的测试技术以及方法研究也是当下研究的热门话题。例如在嵌入式系统的基础上,结合实时系统以及不同类型软件的特点研发软件测试技术。

二、软件测试技术的基本概念

(一) 软件缺陷

软件的设计过程繁琐复杂,因此在设计中不可避免地出现一定的缺陷,这一缺陷也被称为bug。由于软件bug的存在,会对软件的正常运行造成影响。软件bug主要有以下几种情况:1.软件产品功能存在与需求等相违的错误和问题;2.软件产品的功能并不完全符合需求当中的要求,存在一定的功能缺陷;或是没有实现需求当中提出的功能;3.软件产品在使用过程中存在较为明显的运行缓慢问题,或者运行结果与预期不符的问题。

(二) 测试方法

在对软件进行测试时,根据测试的原则不同,测试方法也有很大的区别:

1.按照内容分类。根据软件测试的内容将其分为功能测试、接口测试、性能测试、余量测试、边界测试、强度测试、安装测试等不同的测试内容。2.按照过程分类。测试过程可以分为单元测试、集成测试、确认测试、系统测试、验收测试等不同的测试过程。3.按照方式分类。测试方式主要分为静态测试和动态测试。4.按实施组织分类。测试组织主要分开发方测试;用户测试和第三方测试。

三、航空软件测试技术

(一) 软件测试技术概述

软件测试一般可以将其分为静态测试和动态测试两种。静态测试指在不对源程序进行编译和运行的情况下,通过对源代码的架构、语法等进行分析的方式,去分析查找代码中可能存在的错误和问题,进而实现改正的效果。静态测试除了通过人工方式进行逻辑分析外,还可使用专业的测试工具对代码进行检查。

(二) 软件测试方法

航空软件测试方法可以分为自动测试和手动测试两种,自动测试是通过自动化测试工具,对软件进行测试的技术。通过该项技术可以实现对测试脚本的回放、对测试过程的执行与控制以及对测试结果进行分析,并给出测试报告等功能。

(三) 宿主测试技术

静态测试法需要优先对所有数据做分析,并通过监测实时追踪源代码,根据源代码绘制出程序逻辑图及嵌入式计算机系统软件对应的程序结构框图。它的优点在于逻辑图、框架图、流程图之间可随意转换,便于加强对遗漏代码的检测以及系统错误的识别,降低人工测试的错误率,同时还有利于提高嵌入式软件测试的效率。

四、嵌入式系统

(一) 嵌入式系统的特点

嵌入式系统指的是嵌入在主机设备当中的处理器系统。在该系统当中,操作系统以及应用软件等会将其统一集成在硬件中,让软硬件融为一体。因此在设计中,要求软硬件之间能高效协同,保证其在工作中能高效完成任务。相比起PC机应用系统而言,嵌入式系统主要有以下几方面的特点。

1.专用性。针对不同的场景,嵌入式系统都会有特定的

产品等，具有极强的专业性。并且在嵌入式系统当中，其硬件与软件部分的关联性极强，相比起通用计算机的而言，嵌入式系统很多用于特定的场景中，或面向定制的人群。因此在设计中会有各种各样的专用性要求，以此满足其特定的功能。2. 约束性。在嵌入式系统应用中，通常存在空间结构的限制要求。由此导致嵌入式系统的硬件资源有限。通常情况下，嵌入式系统应用的场景空间有限，因此在一定程度上会影响到内核大小、接口资源等。3. 实时性。在嵌入式系统的实用场景当中，大多有较高的实时性要求，因此不仅要求嵌入式操作系统有良好的实时性，整个系统的运行速度也要达到标准。因此为了保证空间资源和系统响应速度，其软件部分一般会被固化在存储芯片当中。

(二) 嵌入式系统的软件开发流程

在整个嵌入式系统的软件开发中，首先要完成的内容是对硬件部分的开发工作。在此之后形成逻辑平台，完成测试后结合项目实际需求针对性的开发软件部分。

由上述的流程图内容可见，在整个软件开发环节中，测试部分决定着程序设计是否通过的关键，由此可见嵌入式系统软件测试的重要性，对其开展深入研究具有很大的实践意义。

五、嵌入式软件测试策略

(一) 嵌入式软件测试难点

在嵌入式系统测试中，要分别结合宿主机和目标机两种不同的环境开展测试分析。在宿主机对软件进行测试能很大程度上降低成本。在对嵌入式软件进行测试时，其测试的环境主要可以分为三种：

1. 全数字仿真。该种测试方式的优点在于灵活性和可控性较高，并且能通过控制输入量，各种异常数据和状态仿真模拟，同时不会受到外部硬件的影响，整体的测试成本较低。但这一测试方式的最大缺点在于，全数字仿真与硬件之间的联系几乎没有，数据的真实性以及实时性较差，对整个系统的强度以及性能测试无法完成。

2. 半实物仿真测试。这种测试方式的优点在于灵活性很高，同时也能与全数字仿真一样实现对异常数据的输入测试，并且成本较低，并且在一定程度上建立了与实际环境的联系。但缺点在于，这种测试方式与实际环境的联系有限，同时在信息搜集过程中会存在较大的限制。

3. 全实物仿真。全实物仿真能最大程度上保证运行环境的一致性，但这种测试方式的可控性较弱，并且全实物仿真下，无法实现对异常状态的数据输入模拟，而且灵活性较差，并且测试成本高昂。

基于上述的三种测试环境，半实物仿真的测试方式综合性较好。在此环境下进行仿真测试，首先要对测试部分进行分析。将需要进行实物测试的部分分配在目标机上，将可以通过仿真进行测试的部分放在宿主机上，以此保证测试功效的最大化。在降低成本的同时，也能有效的解决软件测试与硬件开发之间的冲突。

(二) 嵌入式软件测试模型

在整个软件测试过程中，要结合相应的测试模型作为指导，在此基础上完成软件的测试流程设计以及确定测试方法。测试模型对软件测试质量有直接的影响。在通用软件的基础上，相关研究人员设计了嵌入式软件的测试模型。

该模型具有以下特点：

1. 测试与开发之间的关联度好。在嵌入式系统当中，对于软件与硬件之间存在紧密联系的特点，在该模型当中，除了任务分析的阶段外，其它阶段都会涉及代码编写工作，有助于加强系统软硬件协调的效果，在设计人员进行软件开发时，能够较早地对软件和硬件系统中存在的问题进行排查，进而起到促进软硬件系统兼容性的提升，进而降低整个研发周期和成本^[3]。

2. 支持部分变更调整。该模型完全能支持嵌入式软件和硬件的交互开发中，该模型可以支持软硬件之间的并行开发，在整个模型当中，除了 1 阶段和 1' 阶段之外，其它阶段中都可以对代码进行变更，并且在后续的测试阶段中，也能实现对前面阶段中存在的问题进行排查，在需要对文档进行修改时，可以实现多次迭代。

(三) 嵌入式软件测试过程

嵌入式软件的测试过程伴随着整个开发环节。在开发的不同阶段中，会有不同的测试方式。整个测试阶段的基本流程如下图1所示。

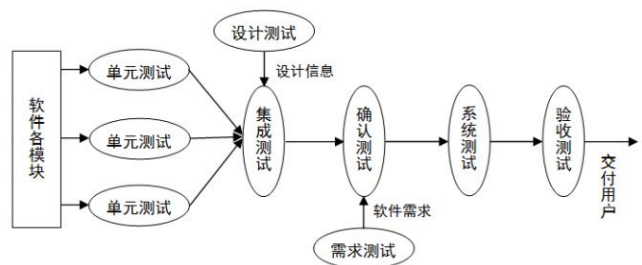


图 4-5 嵌入式软件测试基本流程图

图1 嵌入式软件测试基本流程图

结束语

基于此软件测试也越发受到重视。本文对当前软件测试研究的现状进行了分析，在此基础上阐述了当前嵌入式软件测试的模型，对嵌入式软件测试的基本流程以及策略进行了分析，以起到促进嵌入式软件测试技术发展的目的。

参考文献

[1]陈佐, 张怀相, 方景龙. 嵌入式软件自动化测试技术[J]. 计算机工程与设计, 2018, 39(10): 3125-3131.
 [2]栾图. 嵌入式软件测试方法的研究[D]. 大连理工大学, 2015.
 [3]盛晓彦. 嵌入式软件测试技术的研究[D]. 贵州大学, 2016.

作者简介:

通讯作者: 田雨(1988—), 女, 硕士, 工程师, 主要研究方向为航空机载嵌入式软件设计, 软件测试及软件开发工程管理。