



基于ATML标准的ATS软件建模技术

Modeling Technology for Automatic Test System Software Based on Automatic Test Markup Language Standard

杨占才¹ 王红¹ 范利花¹ 张桂英¹ 杨小辉²

1 北京长城航空测控技术研究所综合测试技术中心 2 西北工业大学机电学院

摘要: 论述了国外ATML标准体系结构和构成ATML标准所有子模型的描述方法,提出了在现有ATS软件平台基础上,实现兼容ATML标准所需的建模流程设计、模型识别及模型运行流程设计等技术途径,为实现ATS软件平台的通用性、开放性及武器装备各种维护级别的测试资源的共享奠定了技术基础。

Abstract: all the model definition method, system architecture and the expression manner for ATML standard are discussed. Several major technology problems for the existing automatic test system software platform compatible with ATML standard are presented, such as the design for modeling flow, model identification and model running flow. All the Technology Foundation is supplied for resolving the general and open issues of the automatic test system software platform, and the testing resources share for all the maintenance level.

关键词: ATML; ATS; TPS; 软件建模技术

Keywords: automatic test markup language; automatic test system; test program set; software modeling technology

0 引言

目前,自动测试系统被广泛地用于军事、航空航天、航海等多个领域,这些自动测试系统一般包括多台由不同厂家设计生产的仪器设备,每种仪器设备又由若干子系统和部件组成。自动测试系统集成部门根据最终用户的需求,将各种仪器设备利用各种平台集成起来,开发所需要的应用测试软件,提供用户使用。

自动测试系统比较复杂,涉及的制造商、子系统、部件商等众多。大量的自动测试系统大都采用C/C++、ATLAS、ADA等语言编写和实现,没有统一的程序描述格式和数据交换格式,导致了各个自动测试系统之间无法共

用测试程序和测试数据,增加了开发费用和维护成本。为了解决上述问题,各厂商必须使用统一的信息交换标准,以实现彼此之间各种所需信息和数据的有效交换,可以大大地缩短系统的开发时间、故障诊断时间和维护时间,提高工作效率,节省投资费用。

长期以来,通用性、开放性一直是自动测试系统追求的目标之一,但随着测试系统种类和软件应用格式的大量出现,不同的测试站与软件模块之间的接口成为解决开放性的一个难题。自动测试系统(ATS)中各模型的结构和数据逻辑关系都比较复杂。为了便于检索,大部分软件使用数据库保存模型数据,利用结构化查询语言(Structured

Query Language, SQL)语句检索数据。在这种情况下,各个ATS厂商各自为战,软件模型互不兼容,给设计人员和用户带来了很大的麻烦。

为了解决上述问题,IEEE标准制定委员会制定了自动测试标识语言(ATML)标准。ATML是用于通用ATS软件组件的接口标准,它以可扩展标识语言(Xtensilde Markup Language, XML)为基础。ATML的优越性体现在三方面。

1) 增强不同测试平台间的互操作性。

2) 通过对使用ATML的ATS、仪器和UUT的分析,提高了测试程序集(TPS)的可移植能力。

3) 极大地减少了软件工具的数量,所有适应ATML的测试站可使用相同的软件工具。

* 基金项目:“十一五”优秀航空科学基金(2008ZD41004)项目资助。

如果各个ATS厂商都兼容ATML模型,那么任一厂商设计的模型都可被其他厂商使用,而对于用户来说,产品某一阶段的模型经过简单的添加、修改和删除可以适应另一阶段的测试需求,这样改善了TPS性能和灵活性,增强ATS组件之间的可互操作性,同时也避免了设计人员的重复开发,减少了用户投资。ATML标准的使用,对于ATS的设计人员和用户都有很大益处。

1 基于ATML标准的ATS软件建模技术

1.1 基于ATML标准的ATS测试信息描述方法

ATML标准定义了一组基于XML的交换格式,用于表达测试配置、测试描述、测试适配器、测试站、仪器描述、UUT描述及测试结果等ATS相关信息。国外实际应用表明,该标准可以提高ATS软件的通用性和开放性,以及ATS软件与硬件无关的能力。ATML标准的体系结构如图1所示。

ATML标准包括如下子模型:

1) 通用模型:提供了通用的基础数据类型定义模式,定义的XML元素属性类型有简单类型(simpleType)、复合类型(complexType)、属性组类型(AttributeGroup)、组类型(Group)等。通用模型包括通用元素(Common)、硬件通用元素(Hardware Common)、测试设备通用元素(Test Equipment)、性能模型(Capabilities)、线缆列表(Wire Lists)等。通用模型可被其他模型所共用,是其他模型建立的基础。

2) 测试描述:利用IEEE-Std-1641-2004标准中的信号和测试定义能力,描述了UUT执行测试时所需要的激励信号、响应信号、插针及所包含组件等信息。

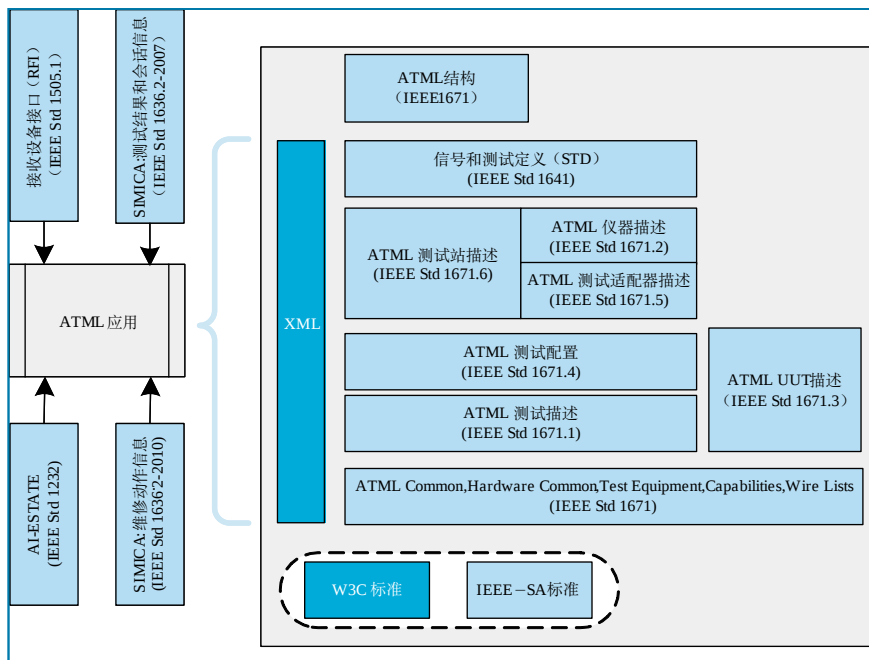


图1 ATML标准体系结构

3) UUT(被测对象)描述:对UUT的名称、编号、类型、电源需求、接口需求、物理特性及操作需求等信息的描述。

4) 仪器描述:用于描述仪器的功能,主要对仪器的生产商、模块标识、版本号、信号类型、信号范围、分辨率及测试精度等信息的描述。

5) 测试配置:对测试一个UUT所需的硬件、软件和相关文档等配置信息的描述。

6) 测试站:对测试站的物理特性、电气特性、测试端口和仪器的连接路径,测试站的容限和精度,以及测试站状态等信息的描述。与测试仪器描述信息相比,测试站增加了设施需求、控制器、软件、路径及仪器等信息的描述。

7) 测试适配器:对测试适配器名称、接口需求、物理特性及与UUT和测试站之间的接口关系等信息的描述。与测试仪器描述信息相比,测试适配器增加了设施需求、控制器、软件及路径等信息。

8) 测试结果:对在自动测试环境

下使用TPS执行UUT测试时所采集的测量值、通过/未通过状态、以及相关的操作员、测试站和环境等信息的描述。

1.2 基于ATML标准的ATS软件建模技术

在传统的方式下,开发人员需要打开文本编辑器,直接手写ATML模型文档。这种编辑方式不直观,对开发人员的要求也很高,还需要开发人员非常了解ATML的语法结构,而且无法检查语法错误,使得开发ATML模型非常困难。因此有必要提供一个界面友好的基于ATML标准的ATS建模软件,简称为ATML建模软件。

ATML建模软件用于建立符合ATML标准的信息模型。ATML建模软件设计流程如图2所示。

ATML建模软件根据ATML模型结构的特点,采用树形结构表示模型,对于每个ATML模型所需的元素、属性及其相互关系,每个要素都以一定的图元表示,可通过人机界面输入相关信息,待模型所需的信息输入完成后,动态生成ATML模型文档。

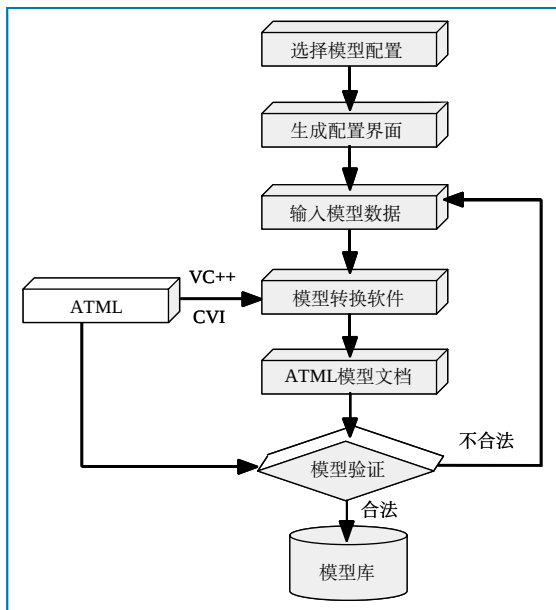


图2 ATML建模软件设计流程

ATML建模是指依据ATML标准的结构和定义方式,利用ATML建模软件设计模型定义界面,在该软件输入ATS、仪器、测试适配器及UUT等相关的信息,最终生成一个XML格式模型文件,该模型文件可以被其他遵循ATML标准的ATS平台读取并使用,从而解决了不同ATS平台共享ATML模型数据的问题,提高了ATS平台的通用性和开放性。

该ATML建模软件需要模型配置库的支持,模型配置库主要用于描述该模型可以利用的元素、属性、简单类型和复合类型。

除了要构造模型配置库外,对于ATML模型中的测试配置、测试描述、测试适配器、测试站、仪器描述、UUT描述模型及测试结果模型,必须生成相应的模型转换软件,完成用户输入的模型数据到ATML模型文档的转换工作。模型转换软件工作过程是在保存模型数据的时候,将开发人员填写好的模型数据,动态的转换为与之对应的模型文档,从树形结构的根目录开始,从上至

下搜索一遍,遇到不同类型的测试条目时,读取用户编辑的各种属性和数值信息,再将这些信息转换为字符串,并添加一些特定的标记,以使其符合ATML的语法要求,最后将该字符串添加到文件中。

ATML建模软件最重要的组成部分是模型转换软件,依据IEEE发布的ATML Schema架构标准,利用Visual C++或Lab Windows/CVI开发工具生成一个用于模型元素、属性信息动态生成的模型转换软件,ATML

建模软件利用该模块将从人机接口输入的模型数据转换为ATML模型文档,然后依据相应的架构对其进行验证,如果语法和语义符合标准,则存入模型库,否则重新输入模型数据。

ATML标准中的每一个模型需要相应建模界面,其中测试需求模型开发界面和UUT建模界面如图3和图4所示。由于篇幅限制,其他模型建模界面略过。

1.3 兼容ATML标准的自动测试系统实现技术

针对ATML标准的特性,国内的原有的ATS软件平台需要突破ATML模型文件与自动测试系统原有模型互相

转换技术,才能实现自动测试系统兼容ATML标准。

ATML模型文档的解析和转换工作需使用XML技术,现有的商业语言(比如Visual C++)都提供访问和读取XML数据的编程库,在这些编程库的基础上设计和编写标签定义工具、对照表工具、信息分类工具、解释器等,从而使访问和识别ATML模型文档的过程非常方便和简单。ATML测试模型识别方法如图5所示。

图中部分模块的含义如下:

- 标签定义工具:用于定义ATML标准中元素属性、名称、类型、描述等信息,是对每个标签内容的具体定义和描述。
 - XML引擎:分析和解释一个ATML模型文档,将其转换为一种树型结构。
 - 信息分类工具:利用XML分析的结果,将不同的模型数据,转换为不同模型的内存结构中,形成一个内存模型表。
 - 对照表定义工具:通过连线的方式,为ATML标签、ATML框架和自动测试系统原有模型结构之间的元素建立一种影射关系,产生一个对照表。
 - 解释器:读取内存模型表和对照表,进行转换型表和对照表,进行转换。
- 原有ATS软件平台兼容ATML标准后,ATML软件运行流程将引入



图3 测试需求模型开发界面



图4 ATML建模软件-UUT建模界面

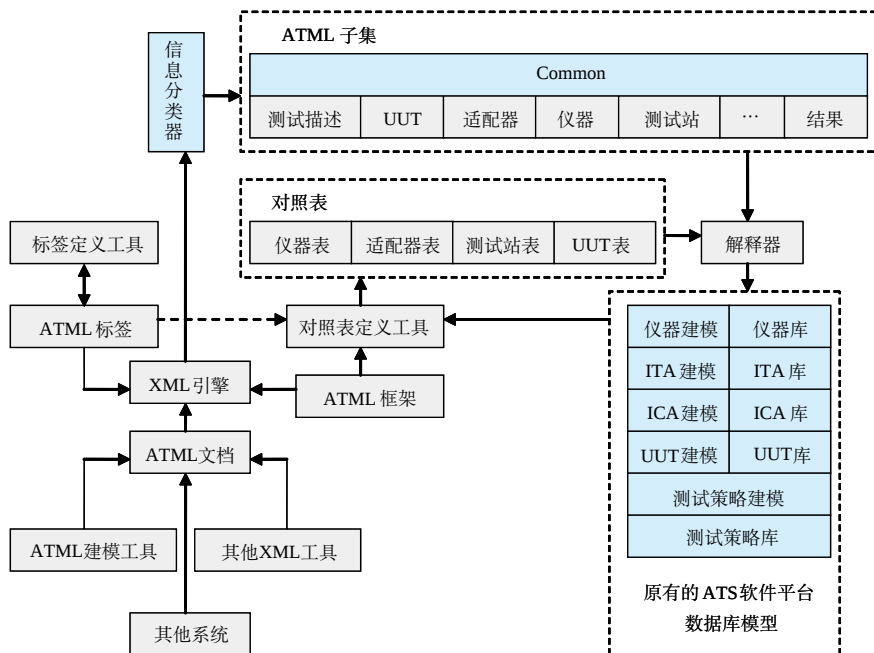


图5 ATML测试模型识别技术

ATML标准相关内容。基于ATML的ATS软件运行流程如图6所示。ATML模型文件信息的完备性和准确性是整个ATS系统运行的前提。在进行ATML模型文件解析前,需要对ATML关键设计信息进行审核确认。UUT描述的关键元素包括UUT识别信息、接口连接器、

端口、组件和连接信息。测试适配器描述的关键元素包括适配器识别信息、接口连接器、端口、组件、父组件、网络连接、路径、性能、资源、规范文档。测试描述的关键元素包括UUT、UUT的测试数据、电源需求、故障数据、测试信息、动作、测试组、接口需求、信号需求。测试站描述是对ATE性能的阐述,包括ATE性能

的阐述,包括ATE性能中所包含的所有仪器模型信息或者执行当前UUT测试所需的仪器模型信息。完备的ATML模型信息,经过ATML模型解析过程,再利用原有的自动测试系统软件平台的TPS开发,可以生成可执行的测试程序TPS。

2 应用展望

基于ATML标准的ATS软件建模技术

可应用于我国飞机系统设计、制造及维护阶段ATS系统中,也可以应用于综合测试设备的各类软件平台中。通过标准化的建模方法,可以实现ATS模型的共享,能够达到降低维护费用、提高维护效率的目的,为实现飞机系统全寿命周期过程中自动测试系统的通用性、开放性、测试资源的共享奠定坚实的基础。

AST

参考文献

[1] IEEE. P1671 IEEE Standard Automatic Test Markup Language (ATML) for Exchanging Automatic Test Equipment and Test Information Via XML [S].

[2] IEEE. P1636 IEEE Standard Software Interface for Maintenance Information Collection and Analysis (SIMICA) D0.2 [S].

[3] IEEE. P1636.1 IEEE Standard Software Interface for Maintenance Information Collection and Analysis (SIMICA): Exchanging Test Results via the Extensible Markup Language (XML) Specification D1.1[S].

作者简介

杨占才,高级工程师,主要从事信号处理及故障诊断方面的研究工作。

王红,研究员,主要从事航空自动测试设备及测试性设计技术的开发工作。

范利花,工程师,主要从事测试软件开发工作。

张桂英,工程师,主要从事自动测试软件开发工作。

杨小辉,副教授,主要从事航空自动化测试设备软件开发工作。

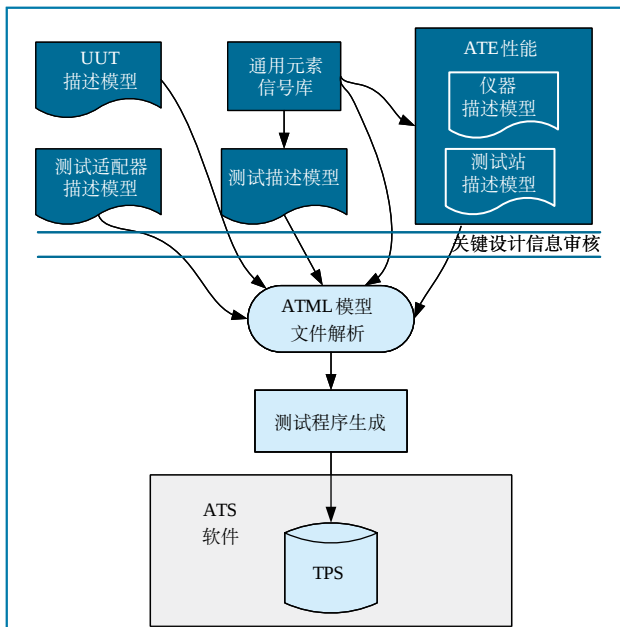


图6 基于ATML的ATS运行流程图