

面向 UUT 问题域的测试需求分析方法研究

Research on Analysis Method for UUT Problem Domain-oriented Test Demand

刘金宁¹ 张大勇² 孟 晨² 赵锦成¹

(军械工程学院电子工程系¹,河北 石家庄 050003;军械工程学院导弹工程系²,河北 石家庄 050003)

摘 要: 针对当前 UUT 测试需求分析过程中存在的问题,提出了面向 UUT 问题域的测试需求分析方法。该方法解决了 UUT 测试需求分析过程中容易混淆软件分析过程和设计过程的界限,不能清楚地划分软件设计人员的角色和任务等问题,从技术上和体制上保证了 UUT 测试需求分析任务的实现。

关键词: 自动测试系统 测试需求 问题域 机器域 被测对象

中图分类号: TP274.5 **文献标志码:** A

Abstract: Aiming at the problems existing in current analyzing process for UUT test demand, the UUT problem domain-oriented test demand analysis method is proposed. The method resolved the problems, e. g. mixing up the boundary of software analysis process and design process, not clearly determining the role and tasks of software design personnel, etc. Thus it ensures the implementation of the mission of UUT test demand analysis at the technological and systematic aspects.

Keywords: ATS Test demand Problem domain Machine domain Measured object

0 引言

UUT(unit under test)测试需求分析一直是困扰 ATS 软件设计开发的棘手问题。当前的 UUT 测试需求分析主要采用结构化分析方法,未能清晰划分测试需求分析和测试程序 TPS(test program set)设计之间的界线,装备工程师提供的测试需求文档主要描述 UUT 的测试接口信号特征,且形式各种各样,详细的测试流程和测试逻辑需要通过软件工程师和装备工程师之间的口头交流来实现。以上现状带来了严重的后果:装备工程师和软件工程师的信息交流贯穿于 TPS 开发的全过程,浪费了二者大量的时间和精力;测试需求文档不稳定,容易变动,软件工程师需要根据测试需求任务的改变随时修改前期的劳动成果;另外,由于对 UUT 本身缺乏详细规范的分析 and 描述,使得故障推理和诊断维修举步维艰。

以上问题在西方国家的军用 ATS 软件研究过程中已经得到了足够的重视。最近几年在 IEEE AUTOTESTCON 上发表了很多关于如何在 UUT 设计-制造-维护阶段内分析和描述测试需求信息,实现测试信息在 UUT 生命周期内纵向流动和 ATS 之间横向传递的研究成果^[1-2],借此加强 UUT 测试信息的管理和

应用。我军在这方面的研究工作刚刚起步,具有工程实践价值的成熟研究成果相对较少。

传统的软件系统分析方法(比如结构化分析方法、面向对象分析方法等)均从软件设计领域引申过来,容易混淆软件分析过程和设计过程的界限,不能清楚地划分软件开发人员的角色和任务,是困扰当前 UUT 测试需求分析任务得以顺利实现的根本原因。Jackson 等人提出的面向问题域的系统分析方法^[3-4]改变了以往分析方法存在的弊端,适用于 UUT 测试需求分析。为此,本文提出了面向 UUT 问题域的测试需求分析方法。

1 面向问题域的系统分析方法

Jackson 等人提出的面向问题域的系统分析方法指出:需求本身是问题域设计的一部分,强调对软件将要作用的问题域进行刻画,将需求的含义转化到问题域的描述上。Jackson 认为:软件可以作用到现实世界中的问题是软件需求的真正内涵,对它进行结构化分析是需求分析的根本出发点。面向问题域的系统分析方法彻底划分、清晰了问题域及其解系统的边界,归纳了现实世界的问题模式,论述了每类模式的关注点和描述风格,提出了现实世界中的待解问题是由这些问题模式分解和组合而成的观点,认为现实世界的问题分析是分解问题模式和组合问题模式的过程^[3-4]。

1.1 问题域的概念

为了彻底划分清楚问题和其解系统的界限,Jackson

修改稿收到日期:2007-08-06。

第一作者刘金宁,男,1979 年生,2007 年毕业于解放军军械工程学院,获博士学位,讲师;主要从事武器装备自动检测与故障诊断方面的研究。

等人把“域”的概念引入到软件系统需求分析领域。“域”概念的提出用来界定软件问题及其解系统,问题域指问题的载体和其所处的环境,而机器域指计算机系统及其上面运行的软件。问题来源于问题域,而问题域与机器域相对应,二者之间的关系如下所述:配置机器 M 在域 D 上产生效果 R,其中域 D 为问题域,机器 M 为机器域,而效果 R 即为需求。以 ATS 为例,问题域是 UUT、机器域是 ATS,而需求就是 UUT 的测试需求。

面向问题域的需求分析描述以问题关注点描述为核心,包括问题域描述、需求描述和接口描述三种文档,它们完整地定义了问题及其关注点。以问题域的解系统——机器域的设计过程作为研究对象,其开发过程包括需求设计、接口设计和软件设计三个环节。问题域和机器域是对立统一的,以上描述文档和设计环节之间是互为基础和互为补充的。问题域的需求描述信息作为机器域设计开发的基础,而机器域的设计开发方法反过来也能指导问题域需求的设计和描述,这与产品的设计-生产-使用-维护过程是一致的。

为了更好地描述问题域、机器域、需求设计、接口设计、程序设计、问题描述、需求描述和接口描述之间的关系,以 ATS 作为实例对象,UUT 问题域描述和 ATS 机器域设计之间的关系如图 1 所示。

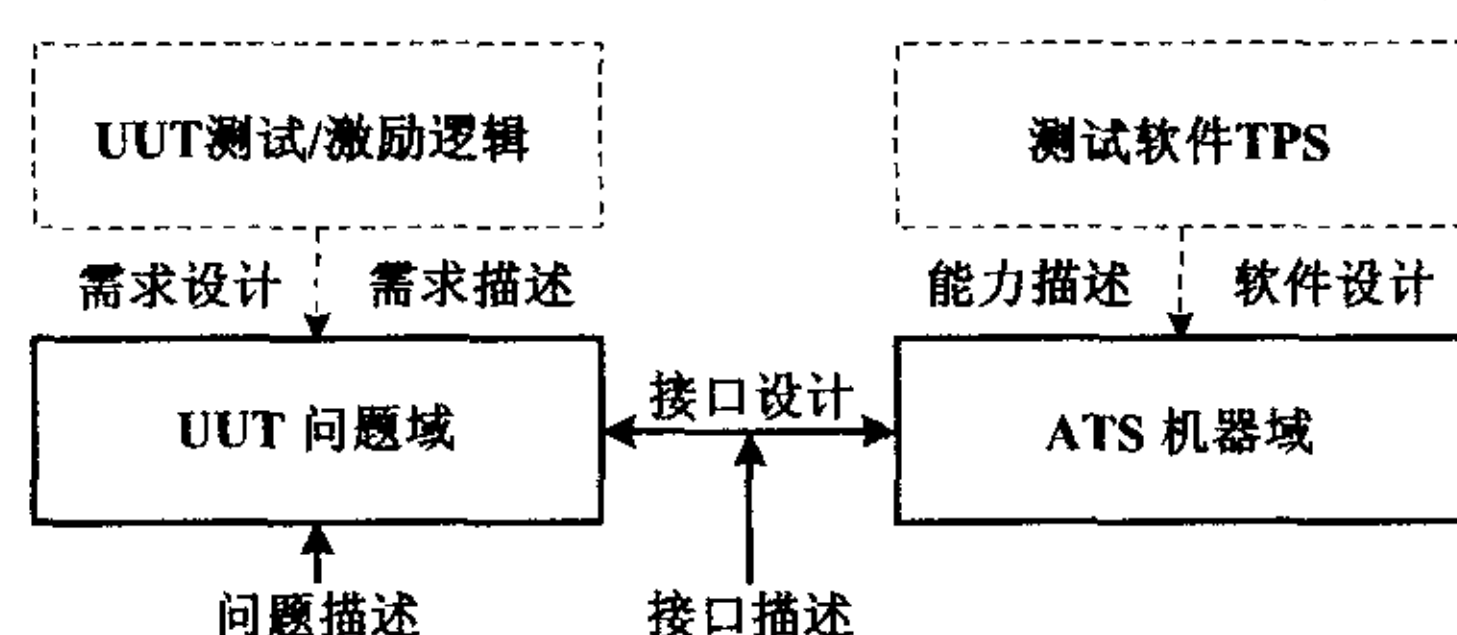


图 1 UUT 问题域描述和 ATS 机器域设计之间的关系

Fig. 1 Relationship between UUT problem domain description and ATS machine domain design

1.2 问题模式及其关注点

为了更好地定义问题的种类和框定问题描述的内容和风格,Jackson 把问题分成需求式行为问题模式、命令式行为问题模式、信息显示问题模式、工作问题模式和变换问题模式五种模式。各个问题模式均有不同的定义和特定的关注点。以需求式行为问题模式为例,其模式定义和关注点描述如图 2 所示。需求式行

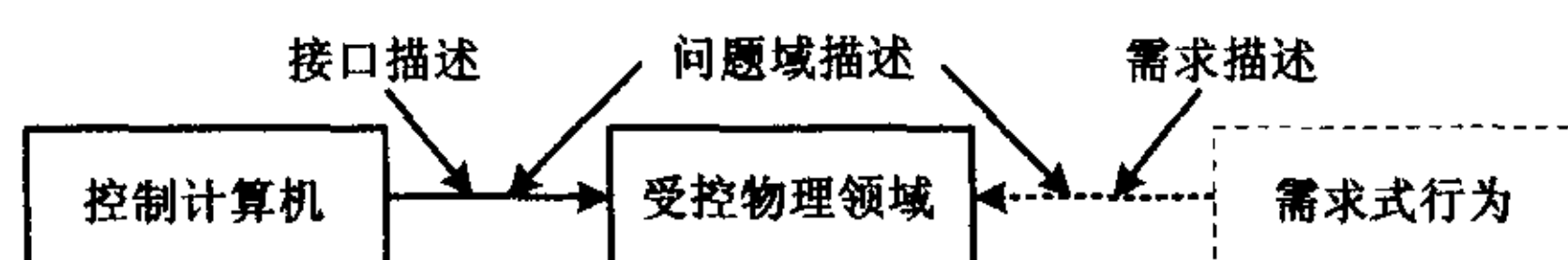


图 2 需求式行为问题模式框图及其关注点

Fig. 2 Problem mode of demanding behavior and the points to be noted

为问题模式指存在于物理世界的某个部分,要求其行为受控制,以使得它满足特定的条件,问题是要建立一个计算机系统,它将施加所需要的控制。

问题关注点是问题域中的待求解部分,是问题需求分析阶段所要着重描述的内容以及组合这些描述形成的正确问题论点。问题模式关注点描述主要包括问题域描述、需求描述和接口描述三部分内容,其它附加内容可以根据具体情况进行删减^[4]。在面向问题域的系统分析方法提出之初就有人质疑用三个描述文档去描述问题有点多余或者没有必要,其实不然,三个描述各有不同的侧重点,缺一不可。问题域描述侧重于对问题载体和应用环境的描述,它是需求描述和接口描述的信息源泉;需求描述侧重于问题陈述,是问题的焦点;而接口描述主要侧重于问题域和机器域的接口设计和连接关系描述,是问题域和机器域的连通部分。只提供一种描述文档造成的后果将使需求分析不充分,将给后期的软件设计带来困难。以 UUT 测试需求分析为例,本文引言部分所列举的问题就是 UUT 测试需求分析和描述不充分所造成的严重后果。

2 面向 UUT 问题域的测试需求分析方法

ATS 软件开发过程中需要解决的 UUT 测试需求问题可以归类到 Jackson 等人给出的五类问题模式之中,UUT 测试需求分析同样是问题模式的分解和组合。为此,本文提出了面向 UUT 问题域的测试需求分析方法。

ATS 软件系统包括激励、测试、数据处理、数据显示、辅助工具(比如测试信息交换文档的编辑工具或测试通道配置工具)等组成部分,其开发过程中出现的问题均能在五类问题模式中找到匹配对象。比如:数据采集和显示部分是信息显示问题模式;数据处理部分是转换问题模式;信号激励是需求式行为问题模式或命令式行为问题模式;而 ATS 软件辅助工具则属于工作问题模式。

2.1 应用实例

为了说明面向问题域的系统分析方法对于 UUT 测试需求分析任务的适用性,以给 UUT 某节点 Pin-1 施加频率为 1 kHz,幅度为 5 V 的正弦波信号为例进行说明。问题的逻辑框图如图 3 所示。

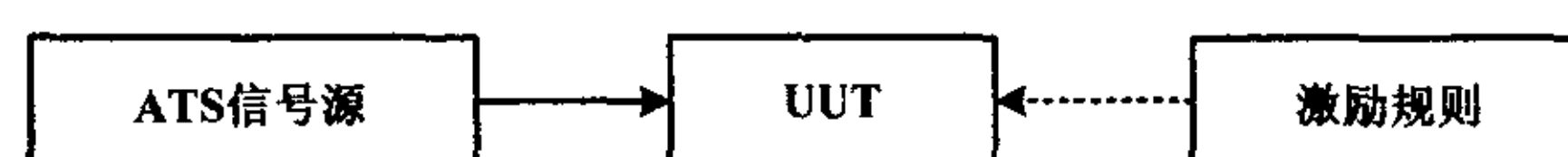


图 3 采用 ATS 对 UUT 施加激励信号的逻辑框图

Fig. 3 Logic frame using ATS to stimulate UUT

由图 3 可知,该问题框图与需求式行为问题模式相匹配,因此,其分析描述内容可以参考需求式行为问题模式的关注点及其描述内容,问题的相应转化如图 4 所示。



图 4 UUT 信号激励需求问题模式框图及其关注点
Fig. 4 Block diagram of UUT signal energizing demand problem mode and the points to be noted

图 4 列出了 UUT 激励需求问题的关注点及其与相关描述的对应关系,具体内容如下:

① UUT 描述。对 UUT 的接口 Pin-1 施加正弦波激励信号,UUT 的状态转化关系如图 5 所示。其中状态 1 表示其指示灯 1 熄灭,接口 Pin-8 输出 0 V 直流电压信号;状态 2 表示其指示灯 2 点亮,接口 Pin-8 输出 5 V 直流电压信号。

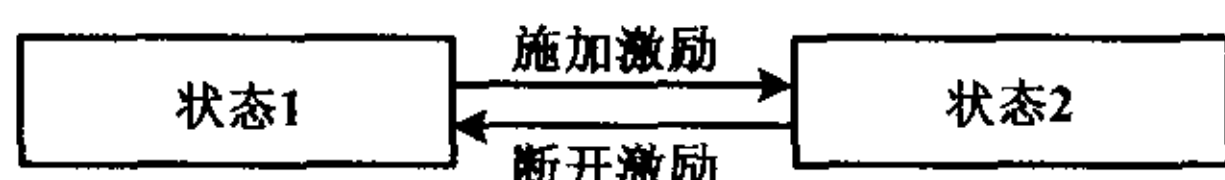


图 5 UUT 状态转化关系
Fig. 5 State conversion relationship of UUT

② 需求描述。对 UUT 的 Pin-1 施加的正弦波信号的频率为 1 kHz,幅度为 5 V。

③ 接口描述。ATS 信号源的端口 S-Pin1 与 UUT 的端口 Pin-1 相连,电缆使用标准同轴线,线长 1 m,软件控制函数为 Apply-Stimulus()。

2.2 基于 XML 的测试需求信息描述

测试需求文档是 UUT 测试需求分析的成果形式,如何描述测试需求信息是 UUT 测试需求分析过程的重要环节。为此,本文参考 ATML 标准^[5-6],给出了基于 XML 语言的 UUT 测试需求描述方法。该方法把面向问题域的系统分析方法中的问题域描述、需求描述和接口描述进行了整合,基于 XML 的 UUT 测试需求描述图如图 6 所示。其中 UUTDescription、Documentation、GeneralData 元素属于 UUT 问题域描述部分,DetailedTestInformation、FailureFaultData 元素属于 UUT 测试需求描述部分,而 InterfaceRequirement、PerformanceCharacteristics、ATPG 元素属于接口规格说明部分。

3 结束语

面向问题域的系统需求分析方法与以往系统分析方法的不同之处在于它侧重于问题描述,而非问题建模和方法实现。面向 UUT 问题域的测试需求分析方

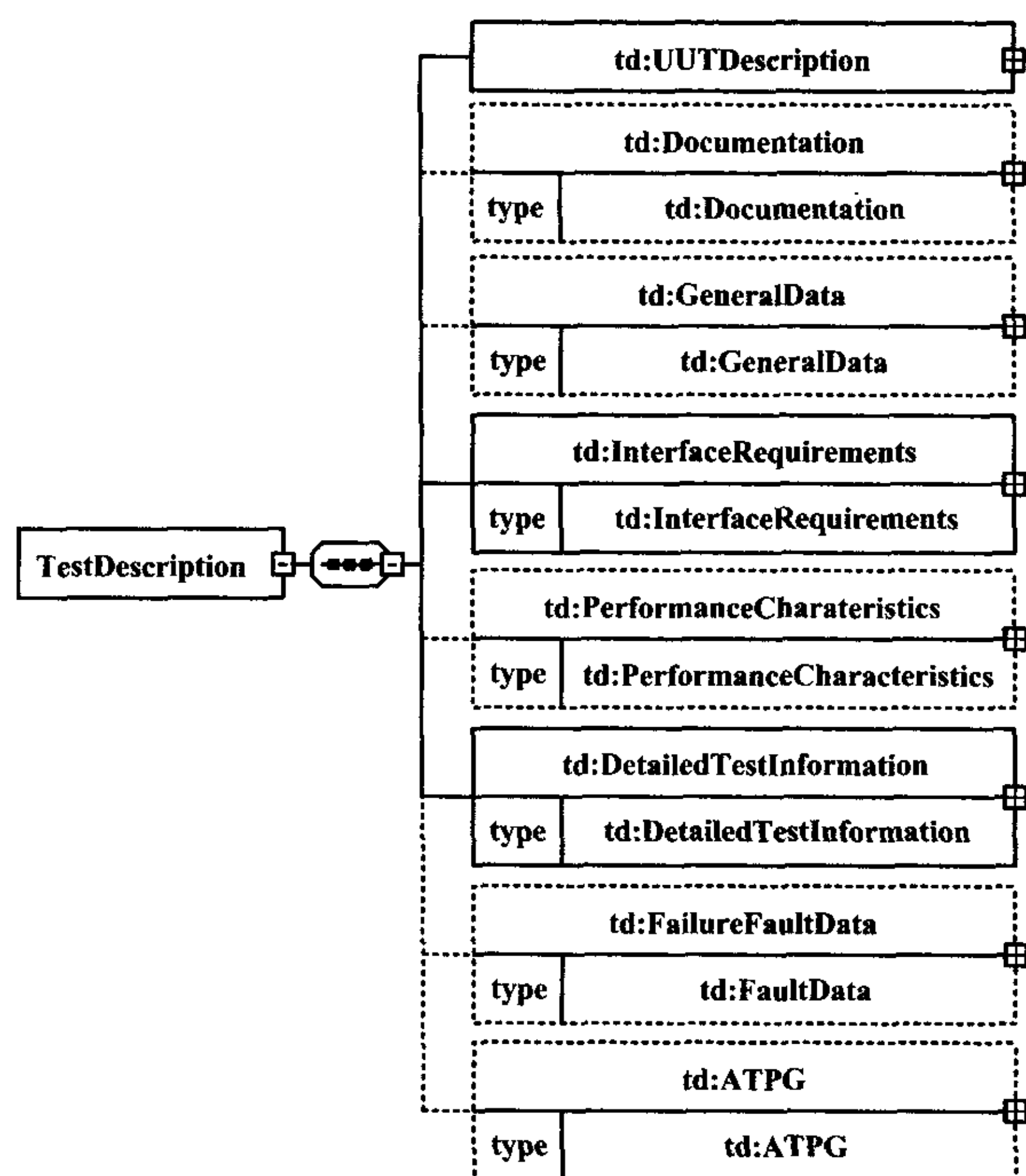


图 6 基于 XML 的 UUT 测试需求描述图
Fig. 6 UUT test demand description based on XML

法对 UUT 问题域和 ATS 机器域的角色和功能进行了划分和重新定义,划分清楚了二者之间的界限。该方法将避免以往 UUT 测试需求分析在 ATS 设计开发人员观念中不受重视、分析描述不充分等问题的出现,也将纠正以往 ATS 软件开发过程中以代码设计开发代替需求分析论证的错误逻辑。另外,该方法还将对 ATS 装备工程师、软件工程师和硬件工程师的角色和任务分工进行定义和区分,避免设计时任务不清和开发时角色混杂等不良后果发生。因此,从技术上和体制上保证了 UUT 测试需求分析过程的实现,将大大改善以往这一过程中存在的问题。

参考文献

- [1] VERHELST B, MORRON R, BAKER K. Using EDIF for Transfer of Test Data: Practical Experience[C]//International Test Conference, 1992: 459-465.
- [2] FORTIER S C, WILMOT A. Test and Diagnostics Product Data Representation[C]//International Test Conference, 1992: 579-586.
- [3] JACHSON M. 软件开发问题框架——现实世界问题的结构化分析[M]. 金芝,译. 北京:机械工业出版社,2005.
- [4] KOVITZ B L. 实用软件需求[M]. 胡辉良,张罡,译. 北京:机械工业出版社,2005.
- [5] ATML. UUTDescription. xsd[EB/OL]. [2006-12-12]. <http://grouper.ieee.org/groups/scc20/ATML>.
- [6] ATML. TestDescription. xsd[EB/OL]. [2006-12-25]. <http://grouper.ieee.org/groups/scc20/ATML>.
- [7] 刘金宁. 自动测试系统软件模型与关键实现技术研究[D]. 石家庄:军械工程学院,2007.