

手机游戏软件一致性测试方法研究

赵会群^{1,2}, 孙晶¹, 金季春²

ZHAO Hui-qun^{1,2}, SUN Jing¹, JIN Ji-chun²

1.北方工业大学 信息工程学院,北京 100041

2.北京体育大学 运动科学学院,北京 100084

1.School of Information and Engineering, North China University of Technology, Beijing 100041, China

2.School of Sport Science, Beijing Sport University, Beijing 100084, China

E-mail: zhaohq@ncut.edu.cn

ZHAO Hui-qun, SUN Jing, JIN Ji-chun. Study on method of testing conformance of mobile game. Computer Engineering and Applications, 2007, 43(14): 98-101.

Abstract: A brief survey on mobile game development and testing first, and then focus on the WAP a common protocol that mobile game usually based on. Combining the WAE, an application layer of WAP stack, a general mobile game protocol model is proposed and demonstrated by MSC (Message Sequence Chart, MSC in short). To facilitate mobile game testing a TTCN (Test and Tree Combine Notation, TTCN in short) model for test is introduced too. In order to guide above method an Apple Game provided by Nokia company test is observed.

Key words: mobile game; software test; Test and Tree Combine Notation (TTCN)

摘要:在概述手机游戏开发和测试方法之后,重点讨论手机游戏采用的WAP(Wireless Application Protocol,简称WAP)协议。结合WAE(Wireless Application Environment,简称WAE),WAP协议的应用层,一个用MSC图(Message Sequence Chart,简称MSC)描述的游戏协议模型被提出;为了辅助游戏测试,给出了一个基于TTCN的手机游戏测试套框架。为了指导上述模型的应用,介绍一个由Nokia公司开发的苹果机游戏的测试工作。

关键词:手机游戏软件;软件测试;树表描述语言

文章编号:1002-8331(2007)14-0098-04 文献标识码:A 中图分类号:TP311

1 引言

数字娱乐产业是21世纪最具发展潜力的产业之一,它是以前信息和文化两大产业为支柱的新兴产业。数字娱乐在许多发达国家已经成为主导产业之一,中国的数字娱乐产业正以不可阻挡的趋势快速发展。游戏作为数字娱乐的主要形式之一已经迅速地发展起来。据统计,中国的网络游戏用户每年以100%的速度增长,这一增长还会以手机用户的不断增加而有新的突破^[1]。北京市已经把发展数字娱乐产业纳入新的发展规划^[2]。

然而,我国的(网络)游戏软件开发还刚刚起步,一些技术问题还没有解决,尤其是(网络)游戏软件测试技术和工具还没有得到很好的研究与开发,这给(网络)游戏软件的生产带来一定的障碍。网络游戏软件测试,除了需要进行网络交互的一致性和互操作性测试外,还需要对游戏情节、游戏平衡和游戏文化等可玩性和娱乐性进行测试。因此,传统的网络软件测试方法和技术遇到了新的挑战。

之所以遇到挑战,是因为对被测对象的故障发生机理和测试路线不够明确,即测试模型和模式还没有得到很好地研究。基于模型的测试方法是一种新的测试理论,它强调测试模型的设计,强调测试与开发的同步^[3]。文献[4]综述了基于模型的软件

测试方法的研究现状,介绍了三种软件系统建模方法,并给出了一些应用的评述。文献[5]从测试与开发过程的角度,讨论了测试与开发的关系。文献[7-9]分别对基于模型的面向对象系统、极限编程(Extreme Programming)和软件安全性的测试方法进行讨论,丰富了基于模型的软件测试方法的应用实例。上述研究展示了基础模型测试方法的能力和前景,为游戏软件测试提供了理论基础。

在基于模型的测试方法的指导下,深入挖掘游戏软件测试技术是网络游戏软件测试的关键。目前网络游戏主要采用面向对象的网络编程技术(如Java、C++和Open GL的网络编程技术)实现,所开发的游戏可分为“多玩家”游戏和基于回合的“多玩家”等类型。所以网络游戏软件测试大体包括:面向对象的程序测试、网络协议一致性测试或互操作测试以及游戏可玩性测试三种类型。

面向对象的程序测试已经有深入地研究^[10-13],研究中所形成的理论和方法可以直接用于网络游戏软件测试中的程序测试工作。

网络协议一致性测试是一个新的技术领域,该项测试的目标是检测网络协议实现与网络协议的一致性。国际电信联盟

基金项目:北京市自然科学基金(the Natural Science Foundation of Beijing City of China under Grant No.4062012)。

作者简介:赵会群(1966-),男,博士后,研究方向:协议测试;孙晶(1968-),女,副教授,博士,研究兴趣是软件测试。

(ITU)和欧洲电信联盟(ETSI)先后颁布的协议一致性测试框架,为协议一致性测试提供了标准方法^[14,15]。ISO/ITU颁布的协议一致性测试基本框架和方法标准(ISO/IEC 9646(ITU X.290 series)由5大部分构成,树表描述语言(Tree Tabular Combine Notation)是其中的第三部分,即ISO/IEC 9646-3。该标准的颁布为协议的一致性测试提供了准则^[16]。欧洲电信联盟最新颁布的TTCN-3已经不再局限于协议软件测试,TTCN-3可以用于一般的软件测试、计算机硬件和通信系统的测试^[17,18]。由于TTCN-3颁布的时间较晚,目前还没有国产化的基于TTCN-3的测试工具推出,一定程度上影响我国在该领域的发展。

游戏的可玩性测试是一项新的测试需求,随着(网络)游戏的发展这种需求还会不断增加。然而,游戏的可玩性测试的相关方法和技术还没有形成,游戏测试更多地是采用b测试来完成,即通过发布试用版游戏来达到检测可玩性目的。由于网络游戏不同于一般的单机游戏,它的运行需要建立在网络环境中,所以给游戏的可玩性测试带来一定的难度。

以上从多方面概述了网络游戏软件测试所涉及的基础理论和技术,并分析了目前该领域需要进一步研究的问题。本文结合手机游戏测试分析上述理论和技术的应用。第二章分析手机游戏网络协议的特点;第三章提出手机游戏协议的测试模型;第四章给出一个手机游戏的测试案例;最后归纳研究结论,提出下一步的研究工作。

2 手机网络游戏协议

在手机网络游戏中,采用的交互协议以WAP(Wireless Application Protocol)为主,下面对WAP协议进行分析。

WAP^[9]为无线通讯设备应用提供可扩展的开发环境,WAP协议站如图1所示,其中每层为上层提供了可访问的接口,同时也可以为其它应用提供服务。

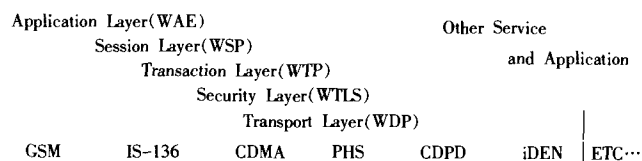


图1 WAP协议体系结构

第一层为无线应用环境WAE,它是基于WWW和移动电话的、通用的无线应用环境。WAE的主要目标是构建一个可以实现跨越各种不同无线平台,并提供高效服务和不同的使用方式。WAE包括一个微编辑环境,能够实现以下功能:有无线标记语言(Wireless Markup Language,简称WML)、无线电话应用接口(Wireless Telephony Application,简称WTA)、定义友好的数据格式集合(Content Format)。

第二层为无线会话协议层(Wireless Session Protocol 简称WSP)。该层通过接口向应用层提供两种会话服务。第一种会话服务是通过下层的传输层协议(Wireless Transaction layer Protocol,简称WTP)建立面向连接的服务。第二种会话服务通过安全或非安全的数据报服务(WDP)建立无连接的服务。WSP提供的功能有:压缩HTTP/1.1功能和语义、长生命周期的会话、会话挂起和恢复、可靠和非可靠的数据报服务和协议特性交互。

第三层为无线传输协议层。该层基于数据报服务并提供轻型的面向传输的协议,这种轻型协议可以很好地适应“瘦型”客

户的传输操作。

第四层为安全协议层(wireless Transport Layer Security,简称TLS),也称安全套接字层(Secure Sockets Layer,简称SSL)。该层提供了数据完整性、保密性、服务授权、拒绝服务保护等安全措施。

无线数据报协议(Wireless Datagram Protocol,简称WDP)层。作为传输服务,WDP可以与各种类型网络建立连接。在基础网络提供的服务下,WDP为上层应用提供一致、透明地的服务,尤其是通过通用化的接口为会话和应用层提供功能独立的服务,即会话和应用层可以直接建立与基础网络的服务。

基础网络承载层(Bearers)。该层提供各种类型的服务,如短信、链路交换数据、袖珍数据,不仅如此,还对流量、错误和延迟加以控制,提供不同需求的服务质量控制。

其它应用服务(Other Application and Service)。WAP为其他应用提供了良好地接口,它们可以直接访问会话、业务、安全和传输层。也就是说,WAP协议栈可以用于其他类型的服务,如电子邮件、日历、电话簿等,还可以用于电子商务等复杂的网络应用。

在WAP手机游戏中,玩家与WAP Portal站点的交互仅与WAE提供的应用程序接口有关,所采用的通信协议为HTTP/XML协议,而命令交互均使用POST方式的HTTP请求。命令请求和响应的内容都放在HTTP请求Entity Body中,并采用XML格式,内容类型(Content-Type)为:text/plain,在HTTP的包头里面的表示为:Content-Type:text/plain,请注意,在包头里,相关的限制和约定以HTTP及XML协议为准。

命令交互中Http请求和响应体中的XML格式如下:

```
<? xml version="1.0" ? >
<misc_command version="1.5">
  <command_name>command_name</command_name>
  <command_data_block>
    <data_tag1>data1</data_tag1>
    <data_tag2>data2</data_tag2>
    ...
  </command_data_block>
</misc_command>
```

其中:misc_command中的MISC为命令请求标志,所有MISC(中国移动信息中心)命令内容必须位于此标注中。command_name为MISC命令名称,其值可能为:provision,provision_response,sso,sso_response在同一个包中只有一个命令。command_data_block data_tag子元素数组为MISC命令数据块,所有MISC命令数据项必须置于此块内。data_tag随命令定义MISC命令数据项,此标注数量、名称和元素类型均根据命令不同来定义。

MISC命令交互中的HTTP响应体中,一个XML数据包反映了命令处理结果。在该XML数据包中,通常包含一个result_id(或者是其他Tag名)元素,该元素表示此次MISC命令交互是否完成。

result_id用一个整数来表示命令处理结果。通常,"0"表示命令成功;其他任何数值均表示命令失败;在需要的情况下,可以用特定的数值(一般用负数)表示与该命令有关的一个特定的错误类型。如下是一个命令结果表示规则示例:

```
result_id=0:命令处理成功;
result_id=-1:命令处理失败,原因:无效的spid;
result_id=-2:命令处理失败,原因:无效的sppassword;
```

result_id=-3;命令处理失败,原因:无效的 sid;
result_id=-4(或其他任何值);命令处理失败,原因:其他未知原因
错误。

3 WAP 手机游戏协议测试

目前,手机游戏开发主要的支撑平台为 Sun 开发的 J2ME。为此,手机游戏测试首先要考虑 J2ME 实现的 WAP 协议特点。

J2ME 的网络功能是由定义在通用连接框架(Generic Connection Framework,简称 GCF)中。这个框架给出了在资源有限的设备中存取和管理数据的统一方法。J2ME 所实现的网络协议也可以分为两层:一是传输层,提供了一组面向应用程序的高层协议,包括 HTTP、TCP、UDP 等,实际的传输可以基于 WAP 实现,也可以基于其它方式(比如 CSD、GPRS);另外一层是应用层,提供了全功能的 Java 开发环境,可以用 Client/Server 方式来访问 Internet 上的所有数据。J2ME 主要适用于需要智能处理的应用,比如 email、股票、复杂的网络游戏等。

上述分析可以得出手机游戏协议的特点为:采用 C/S 结构,手机作为客户端通过无线网络,采用轻型 HTTP 协议与服务器交互。其交互过程的消息顺序图如图 2。

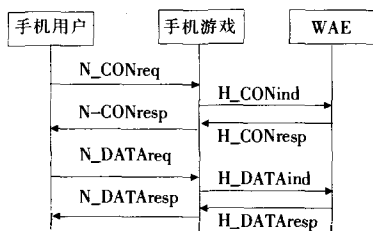


图 2 WAP 手机游戏的 MSC 图

图 2 中的 N_CONreq 表示 N 层连接请求, H_CONind 表示 H 层连接指示; N_CONresp 表示 N 层连接回应, H_CONresp 表示 H 层连接回应; N_DATAreq 表示 N 层数据请求, H_DATAind 表示 H 层数据指示; N_DATAresp 表示 N 层数据回应, H_DATAresp 表示 H 层数据回应, 数据请求和回应可随游戏回合不同而多次发生。

图 2 给出一般 WAP 手机游戏协议过程模型, 所以手机游戏测试可以结合该模型进行。其测试模型 TTCN 抽象测试套如图 3-6 所示。

4 一款手机游戏的测试实现

本章介绍基于上述测试模型实现的苹果机游戏的测试案例。该游戏是由 Nokia 公司采用 J2ME 开发一款手机网络游戏, 其服务器端采用 Java Servlet 开发, 用户在进行游戏时, 需要和服务器端按照规定的协议(游戏规则)进行交互。为此, 游戏协议测试的上、下层测试端口分别解释成 HTTP 服务器和游戏玩家。

测试平台采用 TestTech 公司开发的 TTCN-3 编译器 TT-three, 以及运行环境 TTman。该运行环境并不是一个完整地测试平台, 用户需要通过编程来配置运行时接口。其中 TTman 中有两个接口需要使用者完成。

TriStatusType triMap (TriPortIdType compPortId, TriPortIdType tsiPortId)。用于动态建立测试部件端口和测试系统端口之间的映射; 同时也可以进行初始化的工作, 比如启动

```

LAB +ESTABLISH_CONNECTION(L)
    +LT_DATA_TRANSFER(L,CCP)
    +CLOSE_CONNECTION(L)
    
```

图 3 下层测试套主程序

```

L! N_CONreq
    L? N_CONresp
LAB L! N_DATAreq(count;=INC(count))
    [count<=max] START Timer
        L? N_DATAresp
            ->LAB
        ? TIMEOUTTimer
L! DR//断开连接
    
```

图 4 下层测试组件子程序

```

LAB +ACCEPT_CONNECTION(U)
    +UT_DATA_TRANSFER(U)
    
```

图 5 上层测试套主程序

```

U? H_CONind
    U! H_CONresp
LAB U! H_DATAAind(count;=INC(count))
    [count<=max] START Timer
        U? H_DATAAresp
            ->LAB
        ? TIMEOUTTimer
    
```

图 6 上层测试套子程序

HTTPServer 等。

TriStatusType triSend (TriComponentIdType componentId, TriPortIdType tsiPortId, riAddressType UAddress, TriMessageType sendMessage)。此接口用来实现测试系统向被测系统发送 PDU (Protocol Data Unit 协议数据单元, 简称 PDU) 数据, 发送前需要对 PDU 进行编码。

抽象测试套中描述的 PDU 是一种抽象描述形式, 并不适合直接传输, 必须编码成符合具体协议规范的形式。而接收方同样需要对 PDU 进行解码。为了增强系统的扩展性, 采用编码/解码规则库来定义这种转换关系, 由编码/解码模块对这种关系进行解释。

在实现测试平台配置后, 即可编写并运行游戏的测试套。下面给出苹果机游戏买币的测试套、PDU 定义和编码/解码规则, 如图 7-图 9。

```

L! PassWord
    L? Login-OK
LAB L! N_Buy_amount(count;=INC(count))
    [count<=max] START Timer
        L? N_Buy_Error
            ->LAB
        ? TIMEOUTTimer
        CCP! PTC_RESULT
        CPP! PTC_RESULT
    
```

图 7 苹果机游戏登陆与买币测试套

```

type record of charstring Payload;
type record Request {
    charstring method,
    Payload payload }
    
```

图 8 登陆数据的 PDU 的描述

```
Payload→for item in Payload item + "\n"
Request→method+"\n"+payload
```

图9 登陆数据编码/解码规则

5 结论

简单综述了手机游戏开发与测试技术的国内外研究现状之后,提出了手机游戏测试中需要解决的技术问题。结合 WAP 协议对手机游戏协议进行了分析,给出了手机游戏的协议模型和测试模型;结合一款苹果手机游戏给出了测试环境的配置策略和部分测试套。

上述工作的主要贡献有:提出了一种基于模型的手机游戏测试方法,给出手机游戏协议模型和测试模型,为其他手机游戏测试提供参考;给出手机游戏测试平台配置的一般策略,为进一步开发专用化的手机游戏测试工具提供了参考。

手机游戏测试是新的研究课题,有许多问题还有待于深入研究,如游戏的可玩性测试模型,手机游戏测试专用工具等,这些问题是一种新的挑战。(收稿日期:2006年12月)

参考文献:

- [1] 中国互联网实验室.2004年中国网络游戏产业发展报告[EB/OL].[2004-02-15].http://www.chinalabs.com/.
- [2] 陈艾.强势共推中国电子竞技规范化发展[EB/OL].[2004-12-24].http://news.xinhuanet.com/game/.
- [3] Stuart R.Model based test[EB/OL].http://www.fortest.org.uk/documents/reid.pdf.
- [4] 颜炯,王戟,陈火旺.基于模型的软件测试综述[J].计算机科学,2004,32(2):184-187.
- [5] Pretschner A,Slotosch O,Aiglstorfer E,et al.Model based testing for real-the inhouse card case study [J].Software Tools for Technology Transfer,2004,5(2/3):140-157.
- [6] Prenninger W,Pretschner A.Abstactions for model-based testing [C]//2nd Intl Workshop on Test and Analysis of Component Based Systems,2004.
- [7] Pretschner A,Lötzbeyer H,Philipps J.Model based testing in incremental system development [J].Journal of Systems and Software,

- 2004,70(3):315-329.
- [8] Hoden W E, Kim R, Tran P. Model-based extreme testing[C]// (2002) Proceedings of issre, 2002. http://www.chillarege.com/fastabstracts/issre.
- [9] Blackburn M R, Busser R D, Nauman A M, et al. Model-based approach to security test automation[C]// Proceeding of Quality Week 2001, June 2001.
- [10] Jorgensen A, Whittaker J A. An API testing method[C]// STAR-EAST'00, USA, 2000.
- [11] Binder R. Testing object-oriented systems: models, patterns, and tools[M]. MA: Addison-Wesley, 2001.
- [12] Cheon Y, Leavens G T. A simple and practical approach to unit testing: the JML and junit way[C]// Proc European Conference on Object-Oriented Programming (ECOOP), June 2002.
- [13] McDonald J, Murray L, Strooper P. Translating object-Z specifications to object-oriented test oracles[C]// 4th Asia-Pacific Software Engineering and International Computer Science Conference APSEC '97/ICSC '97, 1997.
- [14] ISO. International Standard IS-9646. CCITT X.290 - X.294. Information Technology, Open Systems Interconnection, Conformance Testing Methodology and Framework[S]. ISO, Geneva, 1991.
- [15] ETSI ES 201 873-1. Methods for Testing and Specification (MTS). The Testing and Test Control Notation version 3, Part 1: TTCN-3 Core Language[S], 2003.
- [16] ISO/IEC. International Standard ISO/IEC 9646 -3. Information Technology - Open Systems Interconnection - Conformance Testing Methodology and Framework - Part 3. The Tree and Tabular Combined Notation (TTCN)[S]. ISO/IEC, Geneva, 1997.
- [17] ETSI TR 102 026. Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON): Study on the use of TTCN-3 for SIP and for OSP test specifications[S].
- [18] Schieferdecker I, Grabowski J. Conformance testing with TTCN[J]. Elektronik Languages for Telecommunication Applications, 2000, 96(4): 85-95.
- [19] WAP Forum. Wireless Profiled TCP[EB/OL]. http://www.wapforum.org.

(上接 89 页)



(a) 3x3 地形网格俯视图

(b) 加入纹理后的地形

图7 屏幕截图

模地形的实时漫游,具有低 CPU 负载高三角形吞吐量的特点。同时,采用过渡带技术,有效地解决了地形与地形之间的缝合问题。使观察者在漫游的时候并不察觉地形之间的跨越。本文还利用双线程的技术,提供实时的地形动态载入,解决了游戏玩家在跨越场景时的等待问题。目前,地形场景中仅含有二维纹理,但是在实际应用中还需包含地表的大量建筑物和植被。在今后的工作中,将着重考虑更加复杂因素的室外地形场景的真实感绘制。(收稿日期:2006年12月)

参考文献:

- [1] Cline D, Egbert P. Terrain decimation through quadtree morphing[J]. IEEE Trans on Visualization and Computer Graphics, 2001, 7(1): 62-69.
- [2] Duchaineau M, Wolinsky M. ROAMing terrain: real-time optimally adapting meshes[C]// Yagel R, Hagen H. Proc of the IEEE Visualization. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 1997: 81-88.
- [3] Hoppe H. Smooth view-dependent level-of-detail control and its application to terrain rendering [C]// Ebert D S, Rushmeier H, Hagen H. Proc of the IEEE Visualization. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 1998: 35-42.
- [4] Cohen-Or D, Chrysanthou Y, Durand F, et al. Visibility: problems, techniques, and applications[C]// Course Notes of ACM SIGGRAPH 2001, 2001.
- [5] de Boer W H. Fast terrain rendering using geometrical mipmapping [EB/OL]. (2000) http://www.flipcode.com/articles/article_geomipmaps.shtml.