

7-2-2020

Application Research on Children's Indoor Fire Escape Education System Based on Virtual Reality Technology

Chunhua Hu

School of Cisco Informatics Guangdong University of Foreign Studies, Guangzhou 510006, China;

Xiaomei Chun

School of Cisco Informatics Guangdong University of Foreign Studies, Guangzhou 510006, China;

Shihong Chen

School of Cisco Informatics Guangdong University of Foreign Studies, Guangzhou 510006, China;

Follow this and additional works at: <https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal>



Part of the Artificial Intelligence and Robotics Commons, Computer Engineering Commons, Numerical Analysis and Scientific Computing Commons, Operations Research, Systems Engineering and Industrial Engineering Commons, and the Systems Science Commons

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

Application Research on Children's Indoor Fire Escape Education System Based on Virtual Reality Technology

Abstract

Abstract: It is significant to study children's fire escape education in the virtual reality. The existing fire escape educations for children mostly adopt the ways of watching books and videos, lacking vitality and interactivity. *According to the psychological characteristics of children, the models for virtual fire scene and the virtual character were built using the 3Ds Max. Based on Virtools platform, a game style of children's indoor fire escape education system was designed, with the integration of human-computer interaction, voice, smoke, and animation demo. Users experience the fire escape by auditory, visual and virtual behavior, with controlling virtual character to escape from the virtual fire scene via keyboard or mouse.* Experimental results show that the system can make children learn the knowledge of fire escape more interested and more firmly, and also has a good effect on the fire escape education.

Keywords

fire escape, virtual reality, 3Ds Max, Virtools

Recommended Citation

Hu Chunhua, Chun Xiaomei, Chen Shihong. Application Research on Children's Indoor Fire Escape Education System Based on Virtual Reality Technology[J]. Journal of System Simulation, 2016, 28(4): 934-939.

虚拟现实技术在儿童室内火灾逃生教育中的应用研究

胡春花, 陈晓梅, 陈仕鸿

(广东外语外贸大学思科信息学院, 广州 510006)

摘要: 虚拟现实在儿童火灾逃生教育中的研究具有重要意义。现有的儿童火灾逃生教育大多采用观看图书和录像的方式, 缺乏生动性和交互性。针对儿童的心理特点, 使用 3Ds Max 建立虚拟火灾场景和虚拟角色模型, 基于 Virtools 平台进行设计, 开发出一套集人机交互、声音、烟雾和动画演示于一体的、具有游戏式风格的儿童室内火灾逃生教育系统, 用户通过键盘或鼠标控制虚拟角色在虚拟火灾场景中逃生, 从听觉、视觉和虚拟行为上体验火灾逃生的情景。实验结果表明, 该系统能让儿童更有兴致、更牢固地学习火灾逃生知识, 收到良好的火灾逃生教育效果。

关键词: 火灾逃生; 虚拟现实; 3Ds Max; Virtools

中图分类号: TM391.1

文献标识码: A

文章编号: 1004-731X (2016) 04-0934-06

Application Research on Children's Indoor Fire Escape Education System Based on Virtual Reality Technology

Hu Chunhua, Chun Xiaomei, Chen Shihong

(School of Cisco Informatics Guangdong University of Foreign Studies, Guangzhou 510006, China)

Abstract: It is significant to study children's fire escape education in the virtual reality. The existing fire escape educations for children mostly adopt the ways of watching books and videos, lacking vitality and interactivity. According to the psychological characteristics of children, the models for virtual fire scene and the virtual character were built using the 3Ds Max. Based on Virtools platform, a game style of children's indoor fire escape education system was designed, with the integration of human-computer interaction, voice, smoke, and animation demo. Users experience the fire escape by auditory, visual and virtual behavior, with controlling virtual character to escape from the virtual fire scene via keyboard or mouse. Experimental results show that the system can make children learn the knowledge of fire escape more interested and more firmly, and also has a good effect on the fire escape education.

Keywords: fire escape; virtual reality; 3Ds Max; Virtools

引言

火灾是人类所面临的最严重的灾害之一。据公安部消防局公布的统计数据, 2012 年, 全国共发生火灾 15.2 万起, 死亡人数 1 028 人, 受伤人数 575 人^[1]。



收稿日期: 2014-11-19 修回日期: 2015-03-02;
基金项目: 广东省科技计划项目(2010B031900041, 2012A030200012, 2013B040401015);
作者简介: 胡春花(1978-), 女, 广西平南, 硕士, 讲师, 研究方向为虚拟现实; 陈晓梅(1973-), 广州, 硕士, 副教授, 研究方向为信息检索。

儿童是火灾的高危群体, 据消防部门分析, 儿童在火灾中死亡人数众多的主要原因有: 第一, 儿童因为好奇、贪玩玩火而引发火灾; 第二, 一些幼儿园和中小学校消防安全隐患突出; 第三, 有些家庭中的成人消防安全意识薄弱, 违章用火用电。一旦火灾降临, 由于年纪尚小, 心智、体力等方面的发育尚未成熟, 难以适应这种突发的复杂情况, 在惊慌失措的情况下, 由于缺乏基本的消防常识和自防自救能力, 最终导致在烟火中发生意外。据儿童安全

网络统计资料显示, 在过去我国每年有将近 1 100 名 14 岁以下的儿童死于火灾, 至今这种状况仍未得到根本性的好转。在北京市, 仅从 2005 到 2010 几年间就有 20 多名 12 岁以下的儿童葬生于火灾, 在火灾死亡人数中的比例超过了 10%。

虚拟现实(Virtual Reality, 简称 VR)是指在视、听、触、嗅、味觉等方面高度逼真的计算机模拟环境, 该技术利用计算机模拟真实的场景创建三维虚拟世界, 让操作者如同身临其境一般, 可以实时、自由地观察三维空间内的事物。VR 技术诞生于美国, 最初的目的是为了满足不同国防和航空航天的需要。近年来, 随着计算机技术的发展, VR 技术的发展速度非常迅猛, 几乎所有发达国家都在大力研究该领域, 其应用已扩展到城市规划、医学、娱乐、艺术、教育、军事、航天、室内设计、房产开发等各个行业。

当前, 我国的中小学火灾教育主要还是采用观看图书和录像的方式, 缺乏生动性和交互性, 儿童学习的积极性不高。火灾演练的方式取得的教育效果虽好, 却因其复杂性难以推广普及。儿童天性就喜欢玩游戏, “游戏”是儿童重要的学习手段, 虚拟现实技术可为儿童火灾逃生教育提供一种新的开展模式。应用虚拟现实技术对火灾场景进行虚拟再现, 类似游戏式的火灾逃生训练增加学习的趣味性, 更能激发儿童的学习热情。

针对儿童的心理特点, 我们使用虚拟技术开发出一套集交互性、趣味性和奖励机制等为一体的儿童火灾教育系统, 用以辅助儿童火灾逃生教育。

1 系统的总体设计

1.1 剧情构思

按“开始”按钮进入本系统后, 系统会首先播放一段动画作为引子, 动画剧情: 小杨博(8 岁)正一个人在家里的大厅画画(5 楼), 隐约闻到一股呛鼻的浓烟味, 他向周围看去, 发现烟雾正从门缝下渗入, 此时, 本楼的嘈杂声越来越多, 并且听到了“着火啦, 着火啦”的叫声, 小杨博楞了一下, 很快意

识到是本楼发生了火灾, 于是, 逃生开始……动画播放完毕, 系统自动切换至逃生交互模式。动画播放期间, 用户可按“退出”按钮退出播放状态, 直接切换至逃生交互模式。

1.2 系统的构成

本系统包含 6 个模块: 环境模块、声音模块、表情模块、行为模块、演示模块和奖励模块。声音模块包括询问、表扬、警告等; 表情模块包括微笑、大笑、痛哭和惊恐; 演示模块包括 119 报警、楼梯逃生、窗户呼救等。当系统询问时表情为微笑; 当虚拟角色获得表扬时表情为大笑; 当虚拟角色受到警告时表情为痛哭; 当虚拟角色倒下时表情为惊恐(游戏结束)。为了切合儿童的兴致, 系统中的所有表情均采用可爱的卡通水仙头形象。总体模块设置如图 1 所示。

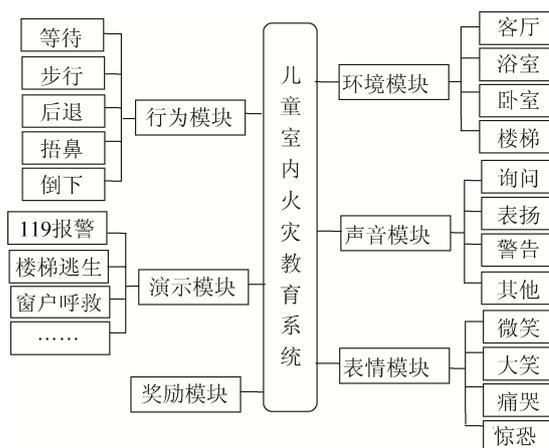


图 1 系统的模块

1.3 系统的交互流程

结合火灾逃生常识, 我们为系统设计了一系列的交互流程, 包括是否呼救、是否用湿毛巾捂住鼻子等。为了让儿童更好地掌握火灾逃生知识, 我们把更多的因素考虑进去。如对于是否开门逃生, 由于情况的复杂性和多变性, 如果用户选择“是”, 则系统自动判断用户是否已经符合开门条件, 如果符合, 则可进入到楼梯间场景继续漫游, 不符合则游戏结束; 如果用户选择“否”, 则在当前场景继续漫游。

系统的交互流程如图 2 所示。

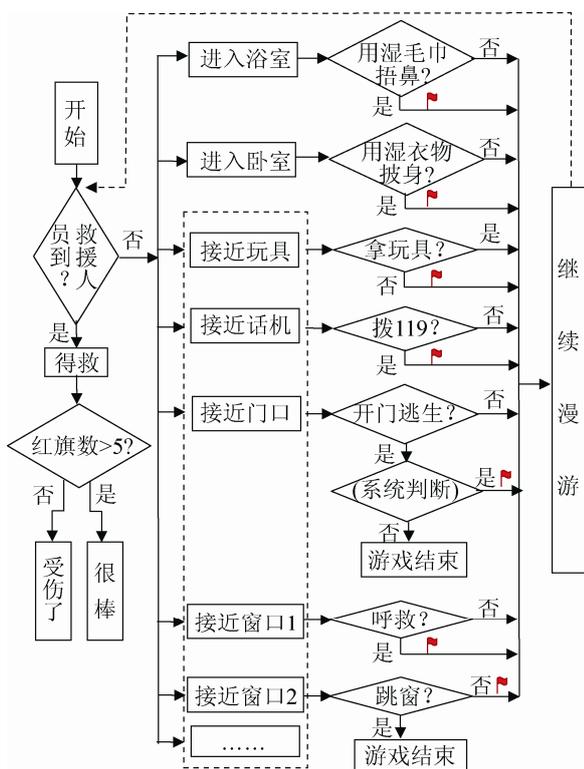


图 2 系统的交互流程

2 系统实现

2.1 虚拟环境的构建

一个好的火灾逃生教育系统首先需要逼真的火灾虚拟环境。本系统所需的场景模型和角色模型都是使用三维建模软件 3Ds Max 9.0 来完成。

系统的场景即环境模块包括客厅、浴室、卧室和楼梯间，为了提高系统运行的流畅性，在建模时我们主要执行几方面的工作：

(1) 在确保视觉要求的前提下，尽量减少模型的多边形面数。

(2) 为场景设置好材质、贴图 and 灯光以后，采用烘焙贴图技术(Render To Textures)进行处理(把 Max 光信息渲染成贴图，再把烘焙后的贴图贴回到场景中)。这样，场景导入到 Virtools 以后只需架设简单的灯光即可得到较逼真的贴图和灯光效果，大大节省系统资源。

(3) 把每一个空间单独导出成为独立的场景，方便 Virtools 进行场景切换，提高系统运行速度。

同样，为了节省系统资源，系统中虚拟角色的模型也尽量减少面数。模型建立以后，为角色架设骨架，蒙皮，然后再进行动作的设置。角色的骨架采用 Character Studio 的 Piped 骨架系统。

最后，使用 3Ds Max 的插件 Virtools Max Exporter 把模型导出成为 .NMO 文件：各个环境模型单独导出；而角色的每个动作分别作为 Animation(动作)导出。

2.2 系统的交互设计

问、答式的人机交互方式是本系统的一大特点。游戏式的问答方式为系统增添了趣味性，提高儿童的专注力；而系统中的奖励机制能激发儿童的求胜心理，帮助他们更牢固地掌握火灾逃生的知识。

在本系统，用户通过键盘控制虚拟角色在场景中进行漫游，当触发一定的条件时，系统会以文字加声音辅助的方式来让用户选择答案，用户可以通过键盘或鼠标的方式给出答案。当答案正确时，奖励红旗，表情为大笑；当答案错误时，没有奖励，表情为痛哭。某些错误的答案会直接导致游戏结束，如询问“是否跳窗逃生？”，如果用户选择“是”，则表情为惊恐，游戏结束。

人机交互的对话内容(提问和回答)都放在同一个阵列 Array 中，为了使儿童牢固掌握火灾逃生的要点，我们加入了更多的细节。以开门逃生为例：当虚拟角色靠近厅门，触动到此处的辅助对象 BOX，BOX 会向 level 层发送消息，level 中的脚本捕捉到该信息，显示阵列 Array 中的相应记录，询问“是否开门逃生？”，当用户选择“是”，则系统判断用户是否之前已经正确选择了用湿毛巾捂鼻和湿衣服披身，如果都已正确选择，则奖励红旗并切换至楼梯间场景继续漫游，否则，游戏结束；当用户选择“否”，则虚拟角色在当前场景继续漫游。图 3 为开门逃生的交互图，图 4 为开门逃生的交互对话效果图，图 5 为当用户选择了“是”时系统判断的结果(发现用户之前并未选择用湿毛巾捂鼻和湿衣服披身)。

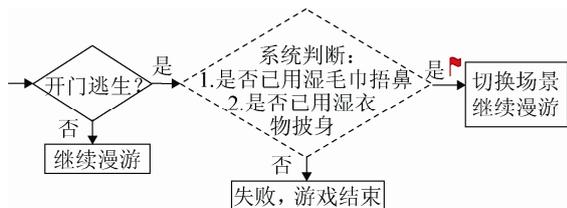


图 3 开门逃生交互图



图 4 交互对话效果图



图 5 游戏结束效果图

系统绝大部分的功能都使用 VSL 语言完成。开门逃生代码如下所示:

```

if(InY) //如果按下 Y 键(是)
{
..... //(省略代码)
if(k==4) //如果询问阵列中的第 4 行(内容为“是否开门逃生?”)
{
if(tag==2) //tag 为计数器, 记录是否选择了用湿毛巾捂鼻和湿衣物披身
{
rflag=rflag+1; //红旗数量加 1
bc.LaunchScene(scenelevator,actien,reseten);//
切换到场景楼梯间场景
}
else
{

```

```

my2D.SetMaterial(facesad);
bc.ActivateScript(beobj,"game
over",true,true); //激活 game over 脚本, 游戏结束。
}
}
}
if(InN) //如果按下 N 键(否)
{
size=arrayques.GetElementStringValue(k,4,null);
resvale.Resize(size-1);
arrayques.GetElementStringValue(k,4,resva
le.Str());
valques4=resvale; //显示阵列中第 4 列的
内容, 其中第 4 行第 4 列内容为(“继续漫游”)
}
}

```

2.3 火灾烟雾的实现

在火灾逃生场景中, 烟雾能增强用户的沉浸感和紧迫感。由于小杨博所在的场景空间并非直接的火灾发生地, 因此, 我们没有使用粒子系统模拟大火的燃烧效果, 而是采用雾化功能来模拟场景中由火灾引起的烟尘效果。

雾化公式如下:

$$color_{result} = f \cdot color_{scene} + (1 - f) \cdot color_{fog}$$

式中: $color_{result}$ 为场景雾化处理后的结果, $color_{scene}$ 为场景原来的颜色, $color_{fog}$ 为雾的颜色, f 为 $color_{scene}$ 和 $color_{fog}$ 的混合因子。我们采用指数的平方雾化公式, 混合因子 f 的计算如下:

$$f = 1 / [e^{(d \cdot density)^2}]$$

其中: d 是场景中对象的位置到观察点位置的相对距离, 雾化混合因子 f 随着距离 d 按指数规律而变化。density 是雾的浓度, 是一个需要设定的值。真实的火灾状况下, 火灾烟雾的浓度会随着火焰的强度、面积、时间等因素的变化而变化。本系统设置雾的浓度 density 随着时间的增加而增加, 自构建的 density 公式为: $density = \sqrt{timef} / a$ 。式中: timef 为整个系统的总时间(非倒计时), 以 ms 为计

量再转换为整数进行计算。 a 是一个固定的值,在不同的场景, a 的值有所不同。对比楼梯间场景和室内场景:楼梯间场景更接近火灾发生地,而小杨博所在的室内空间默认是厅门关闭的状态,因此,楼梯间场景的烟雾浓度会比室内场景要大,故楼梯间的 a 值设置要比室内的 a 值要低。

为了增加用户的沉浸感,系统设置了一些小情节:当 $density$ 的值超过 0.005 时,声音系统会播放声音“糟糕,烟雾越来越大了”;当 $density$ 的值超过 0.01 时,声音系统播放“咳咳咳,烟雾太大了,快受不了了!”。当时间越接近游戏结束的时间,随着烟雾浓度的增加,场景内的能见度将越来越低,此时,漫游对用户而言具有一定的挑战性。

2.4 声音系统

作为面向儿童的火灾教育系统,声音的作用也是不容忽略的。

考虑到年龄偏小的儿童对文字认识的局限,系统的交互问答除了以文字显示的方式以外,同时配以声音提问。如系统文字显示“是否拨 119 求救?”时,同时会播放事先录制好的声音:“小朋友,要打 119 报警吗?”,如果用户选择“是”,声音系统会播放声音:“奖励红旗!哇,小朋友你好棒哦”(此时,表情为“大笑”);如果用户选择“否”,声音系统会先播放哭的声音(此时表情为“痛哭”),然后播放声音:“小朋友,拨打 119 告诉警察叔叔,我们才能快点脱险哦。继续加油吧!”。

此外,系统中还包含一些场景声音。如上面提到的随 $density$ 值的变化而播放的警告声;当系统时间到达一定值时(或电话求救后的 20 分钟)的火警报警声等。

声音系统中大部分的交互问答语音都是水仙子形象角色的声音(儿童配音后稍作处理),可爱、乖巧的语音更能吸引儿童的注意力。

2.5 演示系统

由于系统面向的对象是儿童,为了加深对火灾

逃生知识的理解,我们为一些求救、逃生环节设计了动画演示效果。如系统询问“是否拨 119 求救?”,如果用户选择了“是”,则系统奖励红旗后,将播放一段动画,该动画演示了小杨博拨打电话求救的过程,其中包含了火警提问“你们家住在什么地方?”等细节问题。再如开门逃生问题,如果用户选择了“是”(开门),系统判断用户之前已经正确选择了湿毛巾捂鼻并用湿衣物披身,则播放一段动画,该动画演示小杨博开门逃生的过程(先用手背触碰把手,很烫,则拿衣服盖住把手再开门)。这些演示动画弥补了系统交互对话在逃生细节上的欠缺,让儿童更直观地了解求救、逃生的过程和期间容易忽略的细节。

演示动画以二维动画的形式展现,使用 FLASH CS6.0 软件进行制作并导出的成为 .AVI 文件,动画中嵌入了声音,包括人物的对话和用于营造环境气氛的声音等。

在 Virtools 中播放演示动画采用其自身提供的 BB 就可以很好地实现。我们主要使用 Video Loader 和 Video Player 两个 BB 来完成。让视频在一个 2D Frame 中播放,视频的载入使用 File(文件)的方式,渲染采用 Texture 方式,用户可以单击“退出”键退出演示动画的播放。动画演示效果如图 6 所示。



图 6 电话求救演示动画效果

2.6 碰撞检测

为了更具逼真感,本系统加入了检测碰撞(Collision Detection)功能。虚拟场景中的实体如墙壁、家具等对象的属性设置为“Fixed Obstacle”,地板属性设置为“Floor”。同时,为虚拟角色脚本添加

Prevent Collision BB, 避免虚拟角色穿越实体而过的情况。

系统在虚拟场景中一些特殊位置(如电话机旁、窗户旁, 厅门前等)放置了辅助物体 BOX, 并为它们设置了碰撞检测功能。当虚拟角色漫游触碰到这些 BOX 时, 被触碰到 BOX 会发送消息触发人机交互对话功能。

2.7 其他

为增加操作者的时间紧迫感和学习成就感, 系统加入了倒计时功能和奖励机制: 倒计时的设置限制了操作者必须在规定的时间内成功逃生, 否则, 逃生失败; 奖励系统统计用户选择答案的正确情况, 当用户正确回答系统提出的问题, 系统奖励红旗 1 面, 答错不扣红旗。

3 结论

本系统利用 3Ds Max 建立了室内火灾逃生虚拟场景, 在 Virtools 开发平台上使用 VSL 编程语言开发出儿童室内火灾逃生教育系统。

针对儿童的心理特点, 本系统以游戏的方式进行设计, 在虚拟环境中, 儿童通过键盘控制虚拟角色在火灾虚拟场景中进行漫游探索, 火灾逃生知识以交互式问答的方式呈现, 增加游戏趣味性的同时也调动了儿童的学习积极性, 可爱的设计风格更能吸引儿童的注意力, 声音、烟雾等情景元素增加火灾逃生的沉浸感和紧迫感, 而期间穿插的演示动画能让儿童更直接、牢固地掌握火灾逃生的要点。

本系统从听觉、视觉和虚拟行为上让儿童体验火灾逃生的情景, 从中掌握火灾逃生的知识及注意事项, 达到良好的教育效果, 为儿童火灾逃生教育提供一种新的手段。

参考文献:

- [1] 消防局办公室. 2012年全国火灾情况分析 [EB/OL]. (2014-04-01) [2014-11-07] <http://www.119.gov.cn/xiaofang/nbnj/26870.htm>.
- [2] 人民公安报. 孩子: 请勿打开“潘多拉盒子” [N]. 人民公安报-消防周刊, 2013, 18(4): 1-2.
- [3] 董海友. 某儿童玩火引发火灾的事故调查 [J]. 中国公共安全-学术版, 2012 (29): 128-131.
- [4] 陆凤英, 赵崧钧, 楚秀娟. 如何提高中小学生的火灾自救能力 [J]. 教育教学论坛, 2012 (S3): 142-143.
- [5] 孟凡兴, 张伟. 火灾下紧急逃生的虚拟现实系统开发与评估 [J]. 人类工效学, 2013, 19(2): 23-26.
- [6] 谢海明, 刘箴. 基于虚拟现实技术的居家火灾逃生系统的研究 [J]. 系统仿真学报, 2012, 24(1): 108-112.
- [7] 谢海明, 刘箴, 卞玉龙. 儿童交通安全教育事故现场三维仿真研究 [J]. 系统仿真学报, 2011, 23(1): 2174-2177.
- [8] 刘永立, 杨虎. 煤矿火灾应急救援演练虚拟现实系统研究 [J]. 矿业安全与环保, 2013, 40(6): 22-25.
- [9] 张勇昌. 虚拟现实技术在矿难逃生模拟培训系统中的应用 [J]. 煤炭技术, 2013, 32(11): 274-275.
- [10] 谢弗. 儿童心理学 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [11] 王丹东, 徐英欣, 胥林. 三维游戏设计师宝典——Virtools行为模块词典大全 [M]. 重庆: 电脑报电子音像出版社, 2009.
- [12] 刘明昆. 三维游戏设计师宝典——virtools开发工具箱 [M]. 成都: 四川出版集团, 2005.
- [13] Management (S0916-8904), 2014, 87(5): 10-18.
- [14] Salcedo-Sanz S, Gallo-Marazuela D, Pastor-Sánchez A, et al. Offshore wind farm design with the Coral Reefs Optimization algorithm [J]. Renewable Energy (S0960-1481), 2014, 63(2): 109-115.
- [15] Salcedo-Sanz S, Pastor-Sánchez A, Del Ser J, et al. Feature selection in wind speed prediction systems based on a hybrid coral reefs optimization-Extreme learning machine approach [J]. Energy Conversion and Management (S0916-8904), 2014, 87(5): 10-18.
- [16] Salcedo-Sanz S, Del Ser J, Landa-Torres I, et al. The Coral Reefs Optimization algorithm: a novel metaheuristic for efficiently solving optimization problems [J]. The Scientific World Journal (S1573-744X), 2014: 739768-739768.
- [17] 林国汉, 章兢, 刘朝华, 等. 改进综合学习粒子群算法的 PMSM 参数辨识 [J]. 电机与控制学报 (S1007-449X), 2015, 19(1): 51-57.

(上接第 923 页)