

多人网络虚拟现实儿童科普系统的设计研究

仲于珊

(大连东软信息学院, 辽宁 大连 116023)

摘要:针对传统儿童科普教育存在的沉浸感薄弱、知识传输方式单一的问题,设计基于多人网络虚拟现实(VR)技术的儿童科普系统。系统的设计采用模块化的构建方式,主要分为网络联机模块和虚拟现实科普教育业务控制模块。在网络联机模块中,建立起服务器、教师机、学生机之间的信息通信,实现多人信息的加载和多人空间位置的实时同步。虚拟现实科普教育业务控制模块主要包括场景加载模块、知识讲解模块、VR交互模块以及答题模块。系统运行时教师通过虚拟现实交互面板发出指令,控制场景的加载,把握整体教学进度,并与学生的虚拟角色答题互动。学生通过与虚拟场景的交互,完成教师安排的任务,获取科普知识。实验结果表明,该系统应用于儿童科普教学过程,有利于提升儿童的学习积极性和知识吸收效率。同时,这种多人网络的虚拟现实系统的设计方法也可以推广至其他教育教学领域。

关键词:虚拟现实;多人网络VR系统;VR科普教育;人机交互;VR教学;儿童科普

中图分类号:TP391.9

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2022)02-0177-06

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2022.02.029

Research on Design of Multiplayer Network Virtual Reality Children's Popular Science Education System

ZHONG Yu-shan

(Dalian Neusoft University of Information, Dalian 116023, China)

Abstract: To improve the weakness of immersion and monotonous teaching in traditional children's popular science education, a children's popular science education system based on multiplayer network virtual reality (VR) technology is designed. The design of the system adopts modular construction, which is mainly divided into network online module and VR popular science education control module. In the network online module, the information communication between the server, the teacher machine and the student machine is established to realize the loading of multi-user information and the real-time synchronization of multi-user space location. The VR popular science education control module mainly includes scene loading module, knowledge introduction module, VR interaction module and answer module. The teacher issues instructions through the VR interactive panel when the system runs, controls the loading of scenes, grasps the overall teaching progress, and interacts with students' virtual characters to answer questions. Students complete the tasks arranged by the teacher in the virtual scene and acquire popular science knowledge. The experiment shows that this system is conducive to improving children's learning enthusiasm and knowledge absorption efficiency in the process of children's popular science education. At the same time, this multi-person network virtual reality system design method can also be extended to other education and teaching fields.

Key words: virtual reality; multiplayer network VR system; VR popular science education; human-computer interaction; VR teaching; children's popular science

0 引言

随着中国科学技术的快速发展,高新技术产品逐渐渗透到人们日常生活,使人们的生活越来越智能化,提升了人们的生活质量。在近年来发展快速的高新技术中,虚拟现实技术是一种集三维图形生成技术、多传感交互技术、计算机并行处理技术等高新技术于一体

的综合科学技术,凭借良好的沉浸性、交互性、构想性、多感知性等特点,受到众多研究者的青睐,并广泛应用于教育、医学、军事、娱乐等众多领域^[1-3]。

在教育领域,基于虚拟现实技术的教育系统是指通过三维建模技术和编程技术构建虚拟的教学场景,并根据教学情境编写程序,在虚拟场景中设计多种逻

收稿日期:2021-03-01

修回日期:2021-07-02

基金项目:辽宁省社会科学规划基金项目(L19CXW006);大连市科技计划项目(2020JJ27FZ127)

作者简介:仲于珊(1988-),女,硕士,讲师,CCF会员(F7994M),研究方向为虚拟现实、增强现实、数字媒体技术。

辑触发事件,从而完成教学互动、教学任务、教学测评,达到教学目标的教学辅助系统^[4-5]。用户可以通过 VR 硬件交互设备参与虚拟现实教学,与虚拟场景中的道具互动,从多维度获取所学知识。由于传统单机虚拟现实教育辅助系统不能满足多学生用户的需求,因此基于计算机网络技术的多人网络交互式虚拟现实教育辅助系统应运而生,实现了线上多人 VR 教学的效果^[6-8]。

该文设计了多人网络虚拟现实儿童科普系统,将多人网络联机技术、虚拟现实技术与儿童科普教育结合起来,既可以突破时间与空间的限制,塑造现实中无法实现或展示的科普场景,创造一种良好的虚拟学习空间,又可以提供多人互动的沉浸式体验,启发儿童想象力与创造力,化被动学习为主动探索。在儿童科普系统的设计中,主要采用了模块化的结构进行整体设计,主要包括网络联机模块、场景加载模块、知识讲解模块、VR 交互模块、答题模块等。多种模块灵活构建,既有利于系统的快速搭建,也有利于系统在其他领域的推广。

1 虚拟现实儿童科普系统设计

(1) 教室场地的设计。

多人网络虚拟现实儿童科普系统需要部署在一个既可以用于虚拟现实应用开发,又可以进行儿童科普教学的教室中。该教室既需要拥有高性能计算机,工作站和多套 HTC VIVE 虚拟现实应用开发设备,又需要实现设备间的网络连接,信息传输。教室中的桌椅位置尽量保持固定,与虚拟现实场景中的 VR 教室桌椅位置保持一致,计算机和 VR 硬件设备固定在桌椅旁,方便用户的使用。根据场地的大小,在实验室的墙上安装多个 VR 定位器,提供了 360°移动追踪,实现多台 VR 设备的空间定位。通过以上软硬件的调试部署,为用户提供一个良好的多人网络交互式虚拟现实教室。

(2) 儿童科普内容的设计。

科普教育是儿童成长阶段必不可少的一种教育活动,通过普及基础科学知识,能够帮助儿童了解人类的科技发展水平,了解人类与人类社会,了解自然与宇宙,也有助于培养儿童的联想思维,提升儿童的环保意识、探索意识、创新意识以及自主学习能力与实践动手能力。结合虚拟现实特性,本系统主要针对一些由于物理限制无法实现、由于成本限制无法人人体验的,由于效率限制而无法快速便利,由于安全限制而不便体验的,由于时间空间限制而不可能体验的科普内容进行虚拟现实教学设计,主要分为三个方向:自然科普、安全教育科普以及红色教育科普。

(3) 系统模块化设计。

根据多人网络虚拟现实儿童科普系统中的主要功能,设计系统整体模块化结构。模块包括网络联机模块和虚拟现实科普教育业务控制模块,其中网络联机模块主要负责服务器,VR 教师机,VR 学生机之间的网络信息传递。虚拟现实科普教育业务控制模块分为场景加载模块、知识讲解模块、VR 交互模块、答题模块四个子模块,主要负责 VR 科普课程的教育教学实施。系统搭建时可以先完成网络联机模块的功能,然后根据儿童科普教学内容,按照课时撰写教学大纲和虚拟现实教学脚本,系统的设计者和开发者根据教学脚本中的要求,制作虚拟现实儿童科普课程系统,实现虚拟现实科普教育业务控制模块中的功能。基于多人网络虚拟现实技术的儿童科普系统采用模块化的设计结构,如图 1 所示。

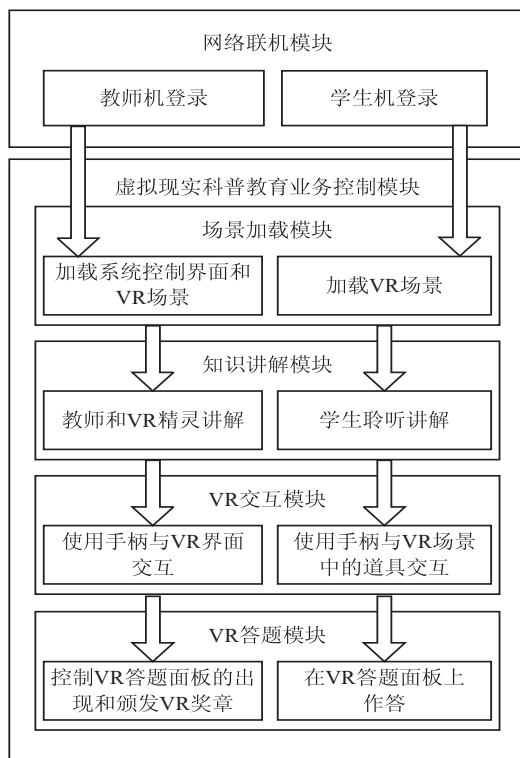


图 1 系统总体模块化结构

1.1 网络联机模块的设计

虚拟现实儿童科普系统基于计算机网络技术将服务器与多台连接 HTC VIVE 设备的计算机连接起来,形成一个可以相互通信的局域网^[9-11],如图 2 所示。在服务器上部署多人联机儿童科普系统的服务,在连接了 HTC VIVE 设备的计算机上部署多人联机儿童科普系统的客户端应用,并在需要安装客户端的计算机中选取一台作为教师机,安装教师客户端,其余的计算机安装学生客户端。学生和教师在客户端登录后,可以一起进入虚拟现实场景,并实现 VR 教师机和多台 VR 学生机之间的网络信息传递。

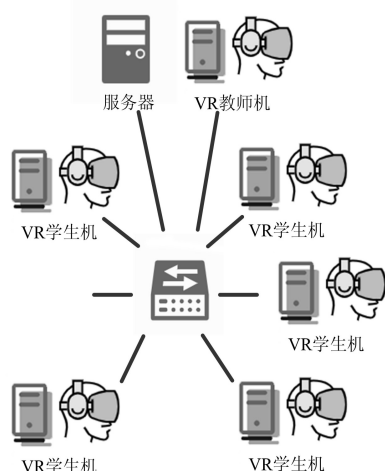


图2 网络结构

系统采用C/S的架构模式,适用于一个小型的网速较快的局域网内。系统大部分的数据和计算工作都放在服务器中执行,主要提供信息的传输,用户管理以及同步控制等功能。系统启动后,当有客户端成功连接到服务端时,服务器按照用户的机器编号进行角色标识。多个学生和教师同时操作后,服务器根据客户端传来的数据同步更新碰撞、学生和教师位置信息,再将同步后的信息分别发送到每个客户端,最终实现在虚拟场景的多人同步交互学习科普知识的效果。客户端采用Unity游戏引擎开发,主要负责虚拟场景的显示、与服务器数据传输以及同其他用户交流等工作。客户端分为教师端和学生端两种类型,教师端通过VR教师机发出指令,传达给VR学生机并控制整体的VR教学进度。学生端通过VR学生机将VR科普教学中的各种交互信息传递给服务器,反馈给VR教师机和其他VR学生机。在网络联机模块中,实时传递和处理各台VR设备反馈信息,同步多人VR空间位置,是实现多人网络虚拟现实角色同步的关键,以上的C/S局域网的设计既可以适用于现实空间内多名儿童VR科普教育,又可以应用在多人协作虚拟仿真实验中。

1.2 虚拟现实科普教育业务控制模块的设计

1.2.1 场景加载模块

虚拟现实科普教育系统中的VR场景,需要设计者和开发者根据教学内容采用三维建模软件,如3dMax、Maya、C4D等,进行三维科普场景的制作,然后将三维场景模型导入游戏引擎,如Unity或UE4,在游戏引擎中编写逻辑程序,实现多个场景的跳转加载功能。主要步骤如下:

(1) 场景模型的创建。

系统中主要有两种类型的VR场景,一类是当教师和学生登录多人网络虚拟现实儿童科普系统后,首先进入的一个与现实教室桌椅位置相同的VR虚拟现实场景。这个场景是通过测量真实的教室,并使用三

维建模软件,如基于3dMax、C4D、Maya等,按比例制作VR教室场景^[12],学生和教师进入这个场景后,可以看到彼此的虚拟角色,教师可以在这个场景中检测并调整学生的VR设备,介绍课程和学习目标,等待学生课前准备完毕后,一起加载进入VR科普教学场景。第二类是根据教学内容,设计并制作VR科普教学场景,这一场景主要包括与课程内容相关的模型道具、特效、音效、动画等等,学生和教师在这一场景中完成科普教学过程。这一类场景的制作较为复杂、细致、美观,旨在吸引学生的学习兴趣,使学生可以身临其境地学习科普知识。

(2) 程序的控制。

场景模型导入Unity游戏引擎后,根据科普课程要求,开发者采用C#编写程序,实现场景的加载功能、道具的实例化功能、角色动画播放功能、特效播放功能、UI界面交互功能等。其中,实现多个场景之间的跳转功能,主要是使用了SceneManager.LoadScene(“场景名字/ID”)语句。当系统运行时,场景跳转加载功能,则主要是通过教师与UI界面交互,点选按钮,控制不同场景的加载顺序,确保VR教学顺利实施^[13]。

(3) 场景的优化。

虚拟现实儿童科普系统中的VR场景是复杂的、细碎的,并且有很高的真实感和特效方面的要求,为了实现高效与细节并存,提高系统画质,增强用户体验,在保证VR场景质量的情况下,需要进行场景的优化,从而解决大负载情况下的VR人机交互的问题。场景优化主要是针对场景中的纹理、模型、灯光、特效、动画等资源进行优化。场景的优化主要采用以下两种方式:一种是用户看不到的场景不要画出来,把它提前裁减掉。另一种是用户可能本来也看不清的场景,就用更低的细节程度把它画出来。例如,对于场景中的模型进行细节层次划分,当物体距离观察者较远的时候,采用粗糙层次的物体模型,靠近观察者之后,采用精细层次的物体模型,从而提升渲染效率。

根据以上步骤,可以完成VR儿童科普系统中场景的制作、加载和优化。

1.2.2 知识讲解模块

系统中知识的讲解分为两种形式,如图3所示,一种是教师头戴VR头盔,根据教师客户端UI界面上的虚拟科普教学内容文字提示,向在座学生讲解知识点。另一种是在虚拟场景中创建的VR3D精灵,将精灵所需要讲解的内容,提前录制成音频文件,载入系统。通过VR交互,教师控制精灵语音的播放,实现教师与精灵一问一答的效果,推进科普教学内容的进行。通过教师与VR精灵共同讲解科普知识的方式,实现虚拟

与现实的融合,增强科普教育的趣味性。

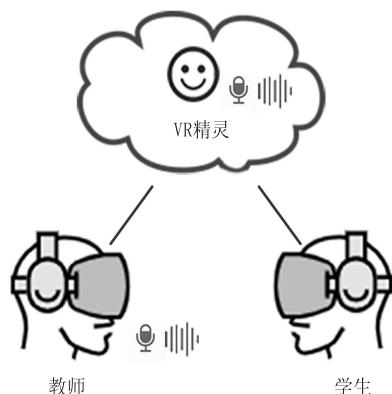


图 3 知识讲解

1.2.3 VR 交互模块

VR 中的交互是将用户与虚拟场景联系起来。在多人网络虚拟现实儿童科普系统中,教师和学生通过 VR 头盔和手柄与虚拟的科普场景进行交互^[14-15],其中 VR 头盔的交互方式体现在用户可以 360 度自由观看 VR 场景。手柄的主要交互方式分为三种,即射线交互、触碰交互和拾取交互,如图 4 所示。授课过程中,教师可以使用手柄的射线交互,控制教师客户端上的 UI 界面,也可以实现远距离道具的选取功能。学生和学生,使用手柄的触碰和拾取交互,可以实现道具的选择和移动功能。在手柄触碰交互过程中,伴随大量的触发特效效果,增强了系统的可玩性。在多人网络虚拟现实儿童科普教育系统中,为防止 VR 场景中多角色位置混乱的局面,不建议采用手柄交互中的位置瞬移功能。



图 4 手柄交互方式

教师使用 VR 手柄与虚拟场景中的界面进行交互,控制整个场景的加载、道具的实例化、动画播放、音频播放等功能。学生通过 VR 手柄操控虚拟场景中的道具,完成教师在每个 VR 授课环节中布置的任务,参与科普课程的互动。教师与学生,学生与学生之间可以通过控制虚拟场景中不同的虚拟角色实现角色与角

色之间的互动,系统的交互模式如表 1 所示。

表 1 交互模式

交互对象	交互形式	影响
教师与 VR 场景	1. 教师使用 VR 手柄,控制 UI 界面 2. 教师使用 VR 头盔观察 VR 场景的变化	1. 控制 VR 场景的加载 2. 观察每位学生与 VR 场景的交互情况
学生与 VR 场景	1. 学生使用 VR 手柄,获取场景中的道具 2. 学生使用 VR 头盔观察 VR 场景的变化	1. 与 VR 道具交互,完成教师给出的任务 2. 观察教师与其他学生在 VR 场景中的交互效果
学生与学生	1. 语言交流 2. 虚拟角色交流	学生在虚拟场景中控制虚拟角色产生交流
教师与学生	1. 语言交流 2. 虚拟角色交流	教师语言交流实现科普知识的讲解,并控制虚拟角色进行互动

1.2.4 答题模块

答题模块在多人网络虚拟现实儿童科普系统中起到知识检测和提升学生学习积极性的作用。它主要采用 VR 交互式的答题形式,教师通过教师客户端中的 UI 界面控制学生答题面板和选项模型的出现。当进入答题环节后,学生面前会出现答题面板和选项模型,学生可使用 VR 手柄触碰选项道具,如果回答正确,系统会触发答题正确的特效,如果回答错误,系统会提示正确的答案。用模型代替 A、B、C、D 文字选项,既有利于儿童快速掌握答题交互形式,又有利于增强系统的趣味性。教师根据学生的答题情况进行点评,并控制系统为正确答题的学生颁发虚拟奖章,为错误答题的学生颁发鼓励奖章。通过这种 VR 交互答题的形式,可以提高学生的学习兴趣,巩固科普知识点,同时加强教师对学生学习情况的掌握,进而促进精准教学。

2 系统的实施流程与效果

2.1 系统的实施流程

多人网络虚拟现实儿童科普辅助系统的实施流程如图 5 所示。首先将 VR 设备与计算机主机相连,在教室中安装 VR 定位基站,调试多台 HTC VIVE 设备,完成多台 VR 设备的空间定位,将每台 VR 设备的 VR 场景原点,定位在相对应的学生所坐的位置中心。当 VR 设备正确连接主机后,开启服务器,检查主机之间的网络连接是否有效,打开儿童科普系统的客户端。然后教师帮助学生佩戴好 VR 头盔和手柄,教师也佩戴好 VR 头盔和手柄。教师在 VR 儿童科普系统的 UI

界面上选择一节VR科普课程,登录系统,进入VR教室场景。随后,通过教师控制系统发出指令,使学生登录系统,并进入VR教室场景。教师通过VR场景中的UI界面控制场景跳转到VR科普教学案例场景,在VR科普教学案例场景中,教师通过UI界面控制课程讲解进度,动画的播放,音频的播放,特效的播放,模型道具的加载等,学生通过VR手柄与场景中的道具进行交互,实现VR交互功能,并进行VR答题检测,完成授课任务。最后VR课程结束,教师和学生退出系统,完成一次多人网络虚拟现实儿童科普教学。

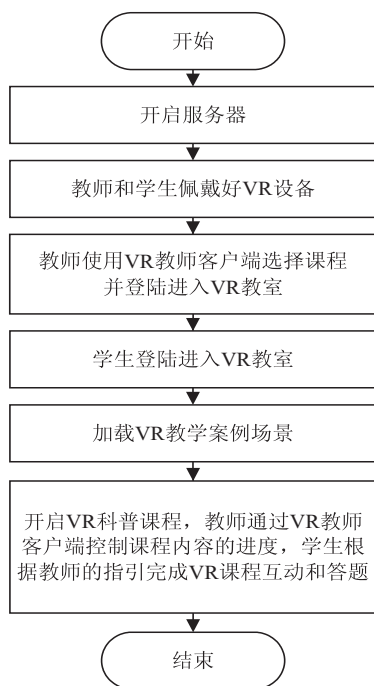


图5 系统实施流程

2.2 实施效果图

多人网络虚拟现实儿童科普辅助系统的目的是通过强烈的交互性、沉浸性和趣味性来直观地表现科学知识,让儿童游戏性地学习科普知识,增强主动学习的热情。从系统中选取《破茧成蝶》这一节的VR效果图,整体的场景以卡通风格为主,颜色较为多样,比较容易吸引儿童的眼球。图6是教师和学生登录系统后首先进入的场景。



图6 VR实验室场景图

图7所示为多名学生进入科普课堂场景,在VR场景中每名进入课堂的学生都会由一个虚拟卡通角色代替,系统会实时同步学生的空间位置信息。VR场景中有多种可交换道具,学生可以通过手柄使用道具与VR场景进行交互和VR答题。



图7 多名学生进入科普课堂场景图

2.3 实施结果

为验证多人网络虚拟现实儿童科普系统的教学效果,选择四十名年龄在5-6岁的学龄前儿童参与此次教学实验。将儿童分为两组,其中观察组二十人,在《破茧成蝶》这一节科普知识授课时采用多人网络虚拟现实儿童科普系统进行教学,另外一组对照组也是二十人,采用传统教师科普知识讲授法,讲授《破茧成蝶》这节科普内容,不使用多人网络虚拟现实儿童科普系统。学习结束后,教师以询问的方式分别对每位儿童的知识理解情况和学习兴趣,以及课堂参与度进行调查,并将三个条目的评测成绩记录下来,采用SPSS26.0统计软件对数据进行统计分析,计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 t 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

比较结果见表2。

表2 两组学生在测试中的成绩比较

条目	观察组	对照组	t	P
知识的理解	79±8.5	72.4±10.3	2.19	0.035
学习的兴趣	86.5±10.39	76.5±10.39	3.04	0.004
课堂参与度	92.5±9.1	83.5±9.3	3.08	0.004

实验结果表明,在知识的理解、学习的兴趣、课堂参与度三个方面,观察组学生的成绩均明显优于对照组($P < 0.05$)。

3 结束语

多人网络虚拟现实儿童科普系统应用在科普教育中优势明显。主要体现在可以通过虚拟现实技术打破时空限制构建科普场景,能够支持多人网络虚拟授课,具备良好的人机交互性和用户体验性。通过实际的系统验证,证实此系统对提升学生吸收知识的效率,调动学生学习的积极性有一定的帮助,且具有一定普适性,能够应用于多种教学系统。

参考文献:

- [1] 刘潇忆,金浩,刘伟.虚拟现实技术在教育领域的应用现状与发展趋势[J]. 无线互联科技,2020,17(23):63-65.
 - [2] KANG S,KANG S. The study on the application of virtual reality in adapted physical education[J]. Cluster Computing, 2019,22(1):2351-2355.
 - [3] 周碧静,吴宇贵,彭微. 社科普及教育推广中虚拟现实技术与传统多媒体技术结合方法探究[J]. 科技经济导刊, 2020,28(30):33.
 - [4] 谢峰. 5G 网络下基于虚拟现实技术沉浸式课堂教学的应用与研究[J]. 计算机工程与科学,2019,41(S1):14-17.
 - [5] ZHOU Xiang,TANG Liyu,LIN Ding, et al. Virtual & augmented reality for biological microscope in experiment education[J]. Virtual Reality & Intelligent Hardware, 2020, 2(4):316-329.
 - [6] PAPANASTASIOU G,DRIGAS A,SKIANIS C, et al. Virtual and augmented reality effects on K-12, higher and tertiary education students' twenty-first century skills[J]. Virtual Reality,2019,23(1):425-436.
 - [7] CHANG P W,CHEN B C,JONES C E, et al. Virtual reality supplemental teaching at low-cost (VRSTL) as a medical education adjunct for increasing early patient exposure[J]. Medical Science Educator,2018,28(1):3-4.
 - [8] 杨昌尧. 计算机虚拟现实技术的应用研究[J]. 信息通信, 2020(10):161-163.
 - [9] 李双营. 基于 VRML 及 B/S 结构的交互式建筑空间虚拟系统设计[J]. 现代电子技术,2021,44(4):75-78.
 - [10] 阙阔,张凯峰. 基于分布式虚拟现实的连铸多人协作系统[J]. 物联网技术,2019,9(4):102-103.
 - [11] 夏路遥,丁红海,陆剑锋,等. 基于 Unity 的分布式协同虚拟现实 VR 环境的实现[J]. 高校实验室科学技术,2019(1):57-60.
 - [12] 张玉芹. 基于几何模型的虚拟建模技术实现三维动漫场景建模[J]. 现代电子技术,2021,44(7):82-86.
 - [13] 郝夜奇,张文胜. 基于 Unity3D 的铁路实训虚拟仿真系统开发[J]. 计算机仿真,2020,37(6):99-103.
 - [14] 温子桑,刘莹. 基于 Unity3D 引擎的 VR 用户交互设计与实现[J]. 信息与电脑,2020,32(3):60-61.
 - [15] TIAN Yang,FU Chi-Wing,ZHAO Shengdong, et al. Enhancing augmented VR interaction via egocentric scene analysis [C]//Proceedings of the ACM on interactive, mobile, wearable and ubiquitous technologies. [s. l.]: ACM,2019:1-24.
- +++++
- (上接第 176 页)
- [3] 卿建飞,杨雅萍,李德平,等. 基于分布式 ElasticSearch 的海量遥感影像检索方法研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2019,42(6):64-66.
 - [4] 张恩红,尹海燕,李高洁. 基于 Elasticsearch 的气象数据检索技术研究[J]. 计算机技术与发展,2019,29(11):154-158.
 - [5] 刘现营. 面向医疗知识的 PDF 文本内容提取系统设计与实现[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2018.
 - [6] GERSTWEILER G,FURLAN L,TIMOFEEV M, et al. Extraction of structural and semantic data from 2D floor plans for interactive and immersive VR real estate exploration[J]. Technologies,2018,6(4):101.
 - [7] REDMON J,DIVVALA S,GIRSHICK R, et al. You only look once:unified,real-time object detection[C]//Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. Las Vegas,NV,USA:IEEE,2016:779-788.
 - [8] 唐朝国,朱泳标,杨科,等. 基于深度学习的岩土自动识别命名方法及系统:CN110490100A[P]. 2019-11-22.
 - [9] GOLDBERG Y,HIRST G. Neural network methods in natural language processing [M]. [s. l.]: Morgan & Claypool Publishers,2017.
 - [10] 王清波,陈青青,王琳斌. 基于 Jieba 分词的医疗设备信息查询一站式服务系统设计[J]. 中国医学装备,2020,17(1):131-134.
 - [11] 章芝青. 基于语义的单文档自动摘要算法[J]. 计算机应用,2010,30(6):1673-1675.
 - [12] 肖珂,戴舜,姜沫岐. 自然场景图像中的中文文本提取[J]. 计算机与数字工程,2020,48(1):183-188.
 - [13] HARTIGAN J A,WONG M A. Algorithm AS 136: a k-means clustering algorithm[J]. Journal of the Royal Statistical Society,1979,28(1):100-108.
 - [14] 赵文清,严海,邵绪强. 改进的非极大值抑制算法的目标检测[J]. 中国图象图形学报,2018,23(11):1676-1685.
 - [15] 成英燕,李夕银. 适用于不同椭圆的高斯平面坐标正反算的实用算法[J]. 测绘科学,2004,29(4):26-27.
 - [16] TATA S,PATEL J M. Estimating the selectivity of tf-idf based cosine similarity predicates[J]. ACM Sigmod Record, 2007,36(2):7-12.