

现代交互技术下的 Story-Telling 方法综述

李翔^{1,2)}, 黄进¹⁾, 田丰^{1)*}, 刘杰¹⁾, 王宏安¹⁾, 戴国忠¹⁾

¹⁾ (中国科学院软件研究所人机交互北京市重点实验室 北京 100190)

²⁾ (中国科学院大学计算机与控制学院 北京 100190)
(tianfeng@iscas.ac.cn)

摘要: Story-Telling (ST) 是一种训练儿童语言表达能力的重要教育活动, 随着新型交互技术的不断发展, 大量工作致力于将这些新型交互技术融入 ST 场景之中, 涌现出一系列 ST 系统原型以及商业应用. 文中围绕近十年来关于 ST 应用技术的研究, 重点讨论了 ST 技术的应用需求以及 ST 系统中交互技术的运用, 并以应用场景作为划分介绍了典型的 ST 系统. 文中针对已有系统中存在的几个突出问题, 提出了一套基于场景树设计工具的儿童讲述故事应用设计方法, 并对这套设计方法的创新点和贡献做出了讨论. 最后对 ST 这一领域的未来发展方向进行了展望.

关键词: 故事讲述; 交互技术; 场景树设计工具; 笔式交互; 儿童教育
中图分类号: TP391.41 **DOI:** 10.3724/SP.J.1089.2019.17242

A Survey on Story-Telling Methods in Modern Interaction Technology

Li Xiang^{1,2)}, Huang Jin¹⁾, Tian Feng^{1)*}, Liu Jie¹⁾, Wang Hongan¹⁾, and Dai Guozhong¹⁾

¹⁾ (Beijing Key Laboratory of Human-Computer Interaction, Institute of Software, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190)

²⁾ (School of Computer and Control Engineering, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190)

Abstract: Story-telling (ST) is an important activity to train children's language expression ability. With the development of novel human-computer interaction technologies, a numerous of researches have been done aiming for integrating these new technologies into ST scenarios, and a series of ST prototypes and commercial systems have been developed. This paper reviewed researches in the field of ST in the last decade, and discussed technical requirements of the ST scenarios, as well as how interactive technologies can be applied in the scenarios. Typical ST systems categorized by application scenarios were summarized and introduced. To address the problems of the existing systems, this paper proposed a set of methods for designing ST applications based on a scenario tree design tool (SDT). Finally, the paper concluded with a discussion of future development in this field.

Key words: story-telling; interaction technology; scenario tree design tool; pen-based interaction; children education

Story-Telling (ST) 是一种培养儿童表达能力和创造力的交互活动, 儿童使用一些已经设定好的

场景、角色、道具创造有趣的故事, 并将创作的故事讲述给伙伴、教师、家长, 起到锻炼语言表达

收稿日期: 2018-04-28; 修回日期: 2018-10-15. 基金项目: 国家重点研发计划(2016YFB1001405). 李翔(1993—), 男, 硕士研究生, CCF 会员, 主要研究方向为人机交互; 黄进(1985—), 男, 博士研究生, CCF 会员, 主要研究方向为人机交互、计算机图形学; 田丰(1976—), 男, 博士, 研究员, 博士生导师, CCF 会员, 论文通讯作者, 主要研究方向为人机交互、虚拟现实; 刘杰(1981—), 男, 博士, 高级工程师, CCF 会员, 主要研究方向为人机交互、计算机图形学; 王宏安(1963—), 男, 博士, 研究员, 博士生导师, CCF 会员, 主要研究方向为实时智能、人机交互; 戴国忠(1944—), 男, 学士, 研究员, 博士生导师, CCF 会员, 主要研究方向为人机交互、计算机图形学.

能力的作用。在世界各地, ST 被认为是深受儿童喜爱、具有公益性与教育性的交互活动。Druin 等^[1]认为 ST 是传承历史文化、交流思想感受的极佳形式, 不仅仅盛行于儿童之间, 成年人与老年人也能感受其中的教育精髓。ST 除了能培养儿童个人能力之外, 亦能促进儿童与家长的交流, 给予儿童成长教育性、公益性指导。

ST 这种交互活动本身带有公益性质^[2], 在儿童之间的交流中, 会渐渐培养他们合作、分享、友好、助人、感恩的意识; ST 亦是需要秩序维持的活动, 儿童通过一些有秩序的活动达成讲述故事、创作故事的目标, 坚持不懈、独立、信任和包容心等优良品质是不可缺少的; ST 的过程充满了教育性和乐趣, 可以说这种交互活动是一种富有想象力的游戏, 培养儿童创造性的幻想。让 ST 伴随儿童的成长是信息时代学校教育、家庭教育一种新的选择。

针对不同的用户, ST 的呈现形式灵活自由, 以达到不同的目的。当儿童独自在家玩耍时, 儿童绘本是大受欢迎的呈现形式, 儿童不仅将自己脑海中的绘图想象成一个个生动的故事, 而且还能用画笔将自己脑海中幻想出的景色画在绘本上, 为故事添上惊艳的一笔; 当儿童与同伴一起玩耍时, 玩偶或者玩具是不可或缺的讲述故事的工具, 每个玩偶或者玩具代表着不同故事角色, 儿童们尝试着分配角色, 体验着不同角色带来的创作灵感, 相互合作完成整个故事的蓝图; 当儿童和家长在一起时, 儿童开始是一个享受故事的聆听者, 随着故事情节的推进, 儿童对复述故事或者改编故事兴致勃勃, 家长看着这些小作家创作故事也会倍感高兴。ST 的呈现形式多变, 呈现的内容必须丰富, 这样才能满足用户的需求, 耐用性才强, 创作出的内容才不乏趣味。

随着科学技术的发展, 世界已经步入计算机时代, 计算技术所带来的信息量是无法估量的。比起传统的呈现形式, 基于计算机技术开发的 ST 系统会给用户不同量级的信息, 让用户所创作出来的故事更为充实精彩。早在 1997 年, Glos 等^[3]提出的 Rosebud 将传统的玩具与计算程序结合, 为用户提供物理世界和电子世界的信息, 从而激发用户创造故事的灵感。随着大量的移动设备问世, 为 ST 提供了更多的创作平台, 像 KiaPad^[4]带有丰富绘图工具的触屏式 ST 系统层出不穷。随着计算机技术逐渐成熟, 人机交互技术也应用到 ST 系统中,

这些技术的诞生为完善 ST 技术提供了机遇。如何提高 ST 的创作效率、创作质量, 能否通过 ST 解决一些教学问题、家庭问题也是现在研究的热点。

1 ST 的教育需求与实用需求

近年来, 不断有 ST 系统出现在人们视野中, 研究者想利用新的交互技术设计出一些能解决儿童成长中所遇学习、心理、健康等问题并且能广泛推广的 ST 系统。该类系统应实用并且耐用, 不仅要让儿童在学习知识、语言表达上得到积累, 还要让儿童的人格素质、社交能力得到提高, 以增进儿童之间的友谊、家庭成员之间的感情。由上述看出, ST 系统需是一款实用性强的教育性软件^[5]。

1.1 教育性软件

一款软件或者一个系统是教育性软件^[5], 它的核心功能是为了儿童能够学会数学、物理、历史、阅读或者写作这类学术性内容而实现的, 而这些内容是儿童在学校所获得的必然经验, 是儿童未来进入社会所需的社会与学术技能的基础, 也是家长和学校较为重视的。但本文所指的教育性软件不只包含学术内容的需求, 人格素质和社交能力培养也是必不可少的。教育性软件应促进用户之间的交流, 它的用户不是单独个体, 在多个儿童的使用时, 孩子们会为了达到一个目的分工合作, 在此过程中, 信赖、坚持、谦让等美德会在儿童的心中萌生, 动手能力与语言表达亦能得到锻炼; 在儿童和长辈共同使用时, 尊敬、礼仪、感恩等高尚素质会深入儿童意识, 代沟问题、家庭感情问题也会得到疏通。教育性软件需要指导、规范儿童的行为, 有时为了达成一个目的, 儿童们需要在一些规则下完成一系列有序的操作, 违反了规则和操作无序都无法达成目的。教育性软件拥有普通软件的特性, 能运用编程原则给儿童设置一些规则限制、操作顺序, 隐式培养儿童遵守规则秩序的意识, 这对儿童的成长有极大的帮助。

1.2 教育需求

如何利用 ST 更好地培养儿童的学术能力、素养品质, 研究者进行了大量的探索与调研。经过调研发现, 有良好教育效果的 ST 系统会满足以下需求之一: (1) 系统有优秀的用户引导功能。一些 ST 系统的用户测试发现, 如果该系统没有使用提示, 用户会感到疑惑, 不知道下一步该如何操作。早在 1984 年, Crawford^[6]提出在游戏中定义一个明确的

目标,并提示玩家如何达成该目标是十分重要的。McKinley 等^[7]意识到操作提示的重要性,在系统中添加了一个简单的导航功能来提示用户创作故事时下一步该怎么做。Sylla 等^[8]在调研儿童用图片讲故事的行为时发现,如果不告诉儿童如何摆放图片,儿童摆放图片的顺序是不同的;系统如果设计成统一的故事讲述顺序会导致部分儿童讲述逻辑混乱。Massung 等^[9]在调研用户使用行为时也发现,在使用原型过程中如果不给予用户操作提示任其自然使用,儿童和家长对设备的操作反应不同,会造成不好的效果。(2) 系统中有角色扮演功能。扮演故事中的一个角色往往能够激发儿童的创造灵感^[10],当扮演一个角色儿童会沉浸在角色中,理解角色的性格情感,从而创作出情节细腻、内容夯实的故事。Wallbaum 等^[11]让儿童利用木偶舞台剧的形式讲故事,每个木偶角色不同的表情代表不同的感情,可以让儿童体验到故事情节的情感变化。在故事中,每个角色拥有自己独特的情节与视角,Picture this^[12]通过在角色人偶上安装摄像头和视频技术,当儿童讲述某个角色的故事情节时,可以获得该角色的视角,有一种身临其境的感觉。除此之外,Chu 等^[13]设计的系统别出心裁,将儿童分为设计故事的导演和扮演角色的演员,这既培养了儿童团队合作的意识,又激发了儿童的创作灵感。(3) 注重分享交流的系统。相比正式的教育,儿童往往能从跟同龄人的社会交流^[14]或者跟家长的分享交流中学到更多。Multisilta 等^[15]建立了视频学习分享平台,儿童可以在该平台观看一些有教学、教育性质的视频。InTouch Tactile Tales^[9]则通过对话让家长与孩子相互分享故事,并且通过特殊的传感器传播触觉。ToonTastic 系统^[16]视野更加广阔,通过互联网将儿童在一个笔式故事平台所创作的故事向世界共享,希望儿童的想法在不同文化背景下得到交流。(4) 培养语言表达能力和阅读能力的系统。语言表达能力阅读能力是众多技能的基础,是学校和家长比较关注的能力之一,培养语言表达能力和阅读能力的一种方式阅读后讲述,而故事就是从书籍中演变而来,故事生动有趣能让儿童探索和学习他们周围的世界^[17]。Zhou 等^[18]巧妙地将书设计一个可以折叠的方形体,随着方形体的形态变化故事情节也会推动,结合增强现实技术能让儿童看到立体的虚拟人物从而讲出的故事更为栩栩如生。TOK^[8]和

T-books^[19]将儿童讲述故事的道具设计成书的形状,左面是插入故事卡片槽,右面是显示动画的PC机,故事卡片能够跟PC机上的动画联动,儿童在讲述或者阅读故事卡片的时候能够享受到玩耍的乐趣。综上所述,ST的教育性需求应是在有较好的引导下,培养儿童学术性能力的同时,锻炼其品格素质,让儿童全面发展。

1.3 实用需求

儿童教育、家庭教育在市场上有很大的需求,但是目前没有一款ST系统在市场上取得巨大成功。尽管如此,研究者仍然在制作ST系统原型时将实用化、市场化考虑到研究计划之中,并从这些研究中归纳出一些实用化、市场化的需求:(1) 有玩具或者游戏参与系统的交互。玩耍是儿童的天性,儿童在玩耍的状态下能够完全放松自己全身心地参与到某个过程中学到更多的知识,而在讲述故事过程中加入玩具的活动或者以游戏的形式来讲述故事,更能激发儿童参与积极性与想象力。Ryokai 等^[20]将一个恐龙玩具加入了儿童讲述故事的过程中,儿童围绕着这个恐龙角色编造故事,所创作的故事具体且内容丰富。MakeAR^[21]是一个寻宝游戏的线索制作工具,儿童通过讲故事的形式提供宝藏的线索,这不仅培养了儿童的表述能力,还大大增加了ST系统的娱乐性,吸引了大量儿童参与。TanProStory^[22]则是用搭积木的方式锻炼儿童讲述故事和编程的能力,这种方式不仅简单易上手也易吸引儿童的注意。(2) 系统交互操作简单。儿童讲述故事的时候需要集中注意力,系统的操作不应给儿童带来过重的认知负担或打断其讲述故事思路。应该提倡简单且符合儿童讲述故事习惯的操作方式。TinkRBook^[23]是一款平板电脑上的ST的系统应用,系统中所有的操作由触屏操作和简单的手势完成,用手指着讲故事符合儿童的读书习惯,也易于跟其他人分享自己的故事。Sylla 等^[24]提出一个基于特殊方块的ST系统,该方块上面可用笔绘图亦可记录儿童的声音,最后将所有方块按一定顺序拼接后形成完整的故事,该系统及其简易的操作方法大大提高了儿童讲述故事的效率。(3) 系统在技术上有一定的创新。如果ST系统中使用的技术能让儿童眼前一亮,儿童就愿意花时间去研究如何用该技术讲述故事,并可能会用独特方式创造出独一无二的故事,技术创新引导出儿童的创造力。Ryokai 等^[25]创作一种电子画刷,它从现实世界中的物体上取色,儿童利用它在周围

环境中自由取色,然后在画板中描绘着自己的故事;该技术为儿童提供一个新的创造空间,更能发挥儿童想象力. InTouch Tactile Tales^[9]利用特殊的传感器传递儿童和家长的触感,想通过触感的反馈体现故事情节的变化,使故事讲述得更加生动. Huang 等^[26]所开发的 ST 系统能够在各个“实物”区域添加音效,让儿童讲述故事时更能沉浸在故事世界中,充分地发挥其想象力. (4) 系统做过充分的调研或用户测试. 系统要得到实用化,首先需要满足用户使用习惯和基本需求,通过用户测试、用户实验观察用户行为、调研用户需求,然后对系统进行迭代设计、迭代改进是常用的方法. Al-Mousawi 等^[27]通过对 4~5 岁儿童进行调查问卷的方式,调研阿拉伯儿童对 ST 系统的需求. TOK^[8]则通过观察 25 名学生利用故事卡片讲故事的动作行为,指定系统故事卡卡槽的原型. Stanton 等^[28]与学校的儿童和老师合作,经过 6 个月的迭代设计过程制作“魔毯”. 如果一个 ST 系统对使用对象进行了充分的用户调研,在技术上有一定创新,将玩具或者游戏的元素加入其中,并且使其易学、上手快,那么该系统的实用化、市场化并不是一件难事.

2 ST 中的交互技术

人机交互技术是一门综合性很强的技术,它不仅涉及计算科学的知识,也将心理学、设计学、人为因素学、人体工程学的技术融入其中^[29],是一门研究用户如何输入、计算机如何反馈的技术. 早期,研究者一直在研究简单、直接的交互方式,比如对直接操作图形对象、多窗口程序和鼠标的研究^[30],这为图形用户界面技术打下了坚实的基础. 随着计算机科学技术发展和研究者对用户心理学的理解加深,一些与传统图形用户界面技术风格不同的新型用户交互界面技术大量涌现,其中包括动作捕捉/识别、可触屏计算、增强现实等,这些技术风格迥异,但都考虑了用户在现实世界的行为习惯,使用户和计算机系统的交互更加自然舒适^[31]. ST 系统需要交互技术的支持,儿童需使用一些输入工具才能和计算系统进行交互从而创作故事,ST 系统大量地应用了上述交互技术.

2.1 基于 GUI 的交互技术

儿童平时所阅读的故事书里面有丰富的插图,ST 系统是儿童创作故事的系统,基于 GUI 交互技术的界面自然能够吸引儿童的兴趣. 基于 GUI 交

互技术的 ST 系统大多数在平板电脑、手机等移动设备上开发,传统 WIMP 风格的界面交互技术并未得到广泛应用. WIMP 是一种交互范式,代表了组成图形用户界面的 4 种基本交互组件: Windows (窗体)、Icons (图标/按钮)、Menu (菜单)和 Pointer (指点设备),基于 WIMP 开发的界面具有对象可视化、对象直接操作、语法极小化和快速语义反馈等的优点^[32],但大量鼠标键盘操作并不符合儿童讲述故事的行为习惯. 在移动设备上开发的 ST 系统不再需要使用鼠标,取而代之的是效率更高的直接触屏操作. 该类系统一般采用 Post-WIMP 风格的界面技术,Post-WIMP 界面技术指在用户界面中至少包含一个不属于传统 2D 交互组件的交互技术^[33]. 大多数移动设备上的 ST 系统采用 Post-WIMP 技术,一般舍弃了传统 WIMP 技术中的 Pointer,即指点设备,采用直接触屏交互的技术,使儿童创作故事时不再依靠指点设备,解放了使用额外道具的操作负担,提高了交互效率. 使用此类交互技术的研究工作有 KidPad^[4]和 Mystorymaker^[7]等系统. 在儿童看书、讲述故事时,笔是一种比较合适的辅助工具,起到标记、注释的作用,一些 ST 系统使用了笔式界面的交互技术. 笔式用户界面是 Post-WIMP 界面技术重要形态^[34],将传统图形界面的隐喻从桌面进化成纸笔,这符合儿童平时看书、编写故事的行为习惯,使用这类技术的系统有 ToonTastic^[16]. 除此之外,一些基于 Post-WIMP 技术的 ST 系统将声音录制、视频录制功能加入,丰富了儿童创作故事的素材,该类系统包括 StoryKit^[35], 1001Stories^[36-37]和 TellTable^[38]等.

2.2 基于实物的交互技术

儿童讲述故事时,有时会借助道具作为辅助,使讲述故事的逻辑更加清晰流畅. 例如,儿童会边摆弄玩具边讲述故事,或边涂鸦边讲述故事. 研究者也发现,使用实物讲述故事不仅辅助儿童的思维,更能增加整个过程的娱乐性,吸引儿童的注意,于是在电子 ST 系统原型中使用实物交互技术. 实物交互技术指在交互界面中利用特殊的传感器和交互式拼接控制器将实物和系统连接起来,当操作实物同时,交互界面给予用户相应的反馈. 在 ST 系统原型中实物常常是以玩具、木偶、绘图本的形式呈现,这不仅增加了趣味性,还能使儿童更加专注地参与整个过程. 采用该技术的 ST 系统有 MagicCarpe^[28], ShadowStory^[39]和 Hybrid Digit-Physical Books^[40]等. 最新的实物交互技术不仅能

检测用户触发的触摸事件,还能识别手势和人体姿态^[41],这样儿童讲述故事时就能以自然的交互方式(现实世界中使用该物体的方式)与系统交互,Picture This^[12]就使用了该技术。

2.3 基于增强现实的交互技术

故事都有自己的独特故事场景、故事人物,但这些都是抽象的,儿童很难根据故事文字想象出场景的景色、人物的形象,2D的图片又不够形象,这让儿童讲述时很难讲述出内容细腻而丰富的故事,而增强现实技术正是一个连接虚拟世界与现实世界的桥梁,让儿童更加形象生动地了解故事中抽象的事物。增强现实技术意在将物理设备上或对象上叠加虚拟的表示^[42],将真实世界和虚拟世界无缝连接,实时地计算设备影像的位置及角度并加上相应图像;这种技术的目标是在设备上把虚拟世界套在现实世界并进行互动,给用户一种身临其境的感觉。在讲述故事时,如果儿童能将自己设定的角色、绘制的故事图画叠加在真实世界中,这无疑能让他们兴奋不已,从而激起他们的创作兴趣,更加主动地参与到活动之中。运用了增强现实技术的 ST 系统包括 Magic Story Cube^[17], Augmented Games^[21], GENTORO^[43-44]和 Prochinima^[45]等。

2.4 基于生理计算的交互技术

讲述故事的活动也是人体生理行为之一,这段时间内儿童的生理特征(皮肤温度、心跳、肌肉电等)会发生特定规律的变化。研究者认为监听这些生理特征能掌握儿童这段时间的情感、健康状况,于是在系统原型中引入生理计算技术。生理计算技术是一种人体生理特征与计算机系统直接交互的方式,最有代表性的生理计算方式是脑机接口^[46]和肌肉-机接口^[47]。生理计算技术的目标是将人类的生物信号实时转换为计算机系统的输入,从而增加了计算机系统的反馈信息及计算机系统的交互体验^[48]。ST 系统原型如果能够捕捉人体动作数据或者人体生理信号,并能够实时收集、监控这些数据,可为故事的讲述提供更多的信息输入空间,从而得到更多形式的反馈以提供给不同需求的用户。运用了此类技术的工作有 ReadyAction^[13], PINTER^[49]和 MediCubes^[50]等。

2.5 基于场景设计的交互技术

场景是故事中的一段情节,它包含角色、背景环境、场景道具和角色行为等^[51],场景的概念在设计、评价方法中应用广泛。场景设计早期运用到系统设计之中,它使用场景作为核心的描述并贯穿

于系统开发的整个周期。该方法鼓励用户参加,让用户和参与者之间共享大量的知识和信息,设想系统用户可能的任务,从而设计出更好的系统功能,并方便了指导性材料的编写^[51]。张婕等^[52]利用基于场景的方法对一款面向儿童的交互式讲故事系统进行设计;除了系统设计之外,王丹力等^[53]基于描述用户任务执行过程的界面场景,针对 ST 系统提出一套可用性评估方法。虽然很多系统是基于场景设计技术开发的,但很少有系统将场景设计的概念融合到用户功能上。如果一个系统将每个界面作为一个场景,并且能让用户自由编辑场景和场景之间的关系,就可认为该系统使用了基于场景设计的交互技术。场景树设计工具(scenario tree design tool, SDT)正是一款将场景设计概念融入用户功能的界面设计工具,它是一款使用了场景交互技术的笔式界面软件。假设将一个完整的故事分成几个场景讲述,这无疑会帮助儿童理清思路,使儿童的讲述逻辑更加清晰。SDT 可以让儿童利用场景树、场景步、UI 编辑器创造自己的故事。

3 ST 典型应用系统

近年来,研究者已经研发了大量的 ST 原型系统,其中应用了多门人机交互技术,依据目前调研的文献来看,研究者对于图形用户界面技术、实物交互技术、增强现实技术等交互技术较为关注;就设备而言,实物、移动设备使用偏多,针对不同的使用者提供了不同的适用环境。每个系统都有鲜明的功能特点,一些原型系统针对儿童玩耍或者儿童户外活动这类活动场景研发,旨在儿童在玩耍中也能学到知识、充分激发儿童的学习兴趣和创造力;一些原型系统的目标用户是儿童和家长,希望通过讲述故事这一交互性活动减少双方的隔阂,增加家庭幸福感;一些原型系统适合在课堂上使用,在培养儿童学习能力的同时,增强儿童的团队意识;还有些原型系统关注儿童的健康,让系统隐式地监测儿童讲述故事时的健康数据。表1所示为按照系统适用的使用环境作为基本划分,对近年来具有代表性和创新性的 ST 的应用系统简单介绍。

3.1 自由环境典型应用系统

在自由环境下,儿童没有师长的陪伴,更愿意花更多的时间在他们感兴趣的事情上面,因为他们感觉在这段时间里能自由地支配一切,有一种主人翁意识^[56-57]。一些 ST 系统抓住了这一点,为

表 1 近年来具有代表性和创新性的 ST 应用系统

名称	使用环境	关键交互技术	交互工具	特点
Picture This ^[12]	自由环境	实物交互技术	玩偶、摄像头	玩偶上装摄像头, 给予用户角色视角
DIME ^[13]	自由环境	动作捕捉技术	人体捕捉设备	讲述故事时有导演和演员的角色分配
MakeAR ^[21]	自由环境	增强现实技术	移动设备	使用增强现实技术做寻宝游戏的线索
I/O Brush ^[25]	自由环境	实物交互技术	画刷与实物	使用画刷从实物上取色
StoryKit ^[35]	自由环境	图形界面交互技术	手机	可自由地编辑现成的电子书
InTouch Tactile Tales ^[9]	家庭环境	实物交互技术	声音、触觉传感器	讲述故事向用户传递触感信息
ThinkRBook ^[23]	家庭环境	图形界面交互技术	平板电脑	利用多通道输入改变电子书内容
ICDL ^[54]	家庭环境	图形界面交互技术	手机	利用手机编辑电子书
TOK ^[8]	教育环境	实物交互技术	信号槽、PC 机	将故事卡片插入卡槽, PC 机上生成动画
MoViE ^[15]	教育环境	图形界面交互技术	手机	支持全球共享教育法和视频查询学习的平台
TellTable ^[38]	教育环境	图形界面交互技术	交互桌面、摄像头	利用摄像头制作故事元素, 并在交互桌面上讲述
ShadowStory ^[39]	教育环境	实物交互技术	皮影戏人偶、无线手持式定向传感器、平板电脑	利用无线手持式定向传感器操作投影中的皮影戏人偶
GENTORO ^[44]	教育环境	增加现实技术	便携式 PC、投影机、机器人	PC 机编写故事脚本, 投影机引导机器人推动故事
PINTER ^[49]	医疗环境	生理信号捕捉技术	EMG、GSR	利用传感器用户讲述故事时的生理信号
MediCubes ^[50]	医疗环境	实物交互技术	玩具、生理信号传感器	儿童利用积木讲述故事时隐式地收集其生理信号
MyMS ^[55]	医疗环境	图形界面交互技术	手机	利用手机故事会话的方式促进儿童患者与医生的交流

儿童提供了笔、移动设备等易携带且简单新颖的交互工具, 他们则利用这些工具将周围的世界融入其所要创作的故事中^[58]. 在自由环境下儿童也会对玩具感兴趣, 玩具可以让儿童的心智渐渐成熟^[59], 也能让儿童创造玩具角色的关系和故事情节^[60]. I/O Brush^[25]是一把极富创意的画刷, 画刷里装有触碰传感器和高速摄像机, 用于从实物中取色, 如图 1a 所示. 该画刷有纹理、颜色和动态图 3 种取色模式. 纹理模式给实物表面取一张快照作为渲染的一帧; 颜色模式则将捕捉计算一帧 RGB 值, 然后合成一种颜色; 动态图模式可以获取 30 s 的连续帧作为颜料素材. 这把画刷适合在自由环境下使用, 儿童可以自由地从周围环境中取色, 给儿童提供了更多的创造空间. 与它相似的是 StoryKit^[35], 该系统也能将周围的信息融入儿童的创作之中. StoryKit^[35]可以编辑 app 中提供的儿童电子书, 儿童利用手机将周围的事物拍成图片、录成视频或记录下一些声音, 然后将这些素材融入原有故事中创作出新的故事, 如图 1b 所示. 儿童将自身感兴趣的素材融入感兴趣的故事中, 其积极性大大提升. 如图 1c 所示 Picture This^[12] 和图 1d 所示 DIME^[13]将角色分配的概念融入讲述故事的过程中, 在自由环境下能让整个

讲述故事流程更加有秩序、有乐趣, 创作出来的故事结构更好、人物交流更多、情节感更强. Picture This^[12]将摄像头安装到玩具人偶上, 儿童就可在电脑端上看见该人偶“所见”的世界, 这让儿童讲述故事时有一种身临其境的感觉, 讲述出的故事更符合角色的设定、情感色彩更浓. 同时, Picture This^[12]通过识别儿童摆弄玩偶的动作来控制摄像头的录制. 例如, 儿童快速移动玩偶 3 次, 对面装有摄像头的玩偶就会开始录像, 这些交互动作跟儿童摆弄玩偶时的动作基本一致, 系统交互自然且充满了乐趣. DIME^[13]则将讲述故事的儿童分为导演与演员, 导演利用电脑软件编辑文字, 选择人物、场景与道具、控制录像; 演员则穿上动作捕捉设备戴上实体道具进行表演. 该系统给予了儿童导演和演员的角色, 让儿童在故事时有一种担当的自豪感, 儿童会更有热情地加入到活动之中. 图 1e 所示 MakeAR^[21]就直接将故事讲述转变成一场寻宝游戏, 一组儿童利用 MakeAR^[21]设计寻宝的线索, 然后将移动设备交给另一组寻宝的儿童, 当移动设备靠近线索点时画面中就会出现宝箱打开的动画. 比起传统用纸笔制作寻宝线索, 该工具制作的线索更加复杂, 能锻炼儿童思维能力.

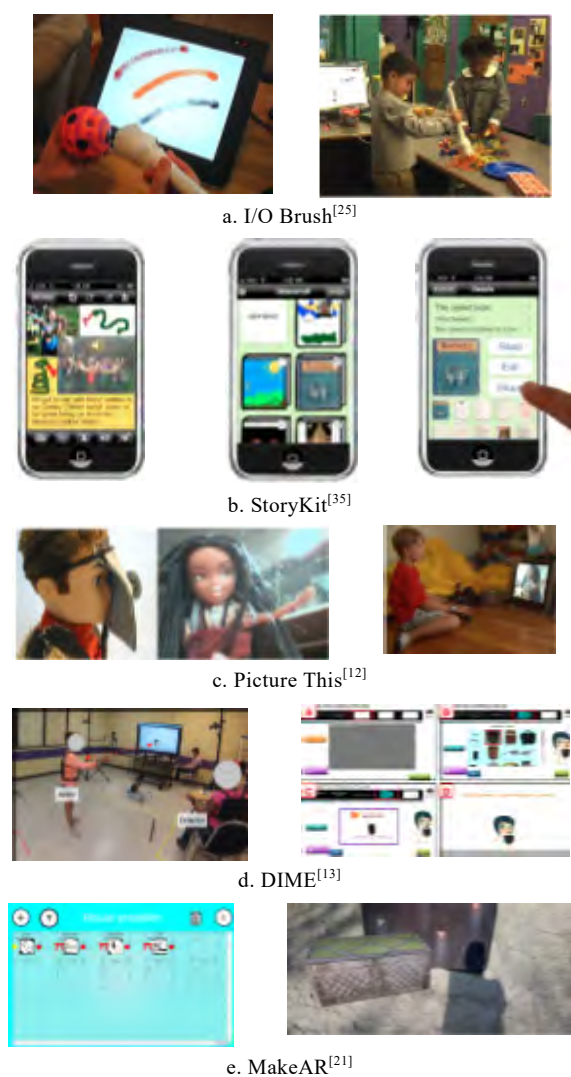


图1 5个典型的自由环境使用下ST系统

3.2 家庭环境典型应用系统

在家中读书对儿童在学校语言能力的提升有很大的帮助^[61],但儿童独自看书时难免会遇到困难,也缺少交流的人,所以分享阅读是一种提高儿童阅读能力的有效途径^[62].一些研究者以亲子阅读为目标设计了一些ST系统的原型.亲子阅读中长辈往往会做出指导性行为来指引儿童理解,儿童会更有动力学习,同时也是儿童学习地区文化的大好机会^[63]. InTouch Tactile Tales^[9]为了促进身处异地的家庭成员之间的亲密度,给亲子阅读提供了一种新的交互方式,在亲子通话时传递彼此的触感信息,如图2a所示.该系统建议2种情况下发送触感信息:一种是基于故事结构或文章语法,例如每一句话的末尾;另一种是基于故事情节,例如一只老虎咆哮了起来.该系统不仅加深了家长与儿童的交流,让儿童得到家长的指导,也促进了家庭的和睦度. ThinkRBook^[23]和 ICDL^[54]是亲子阅

读的典型系统. ThinkRBook^[23]采用触屏的交互方式,家长手握平板电脑,讲述故事时双方都可以用手指着屏幕讲述故事,这种交互方式更适合亲子之间的互动.该系统允许用户利用菜单和语音改变电子图书的内容,如改变电子图书中某个故事场景里的天气.如果儿童能够改变故事书的内容,那是一件令儿童兴奋不已的事情,同时也增加亲子间的互动.该系统能让儿童和家长利用手机键盘添加删除电子图书中的文本、能在电子图书中的插画上自由涂鸦、利用手机拍摄图片并放在电子图书的故事内容里.



图2 3个典型的家庭环境使用下ST系统

3.3 教育环境典型应用系统

讲述故事在儿童探索学习周围事物中起到重要作用^[64],也对儿童的阅读能力的培养有很大的帮助,在学校讲述故事是教师培养儿童语言能力的一种重要手段.随着计算机技术发展出现了众多的电子ST系统, Yuksel-Arslan等^[65]研究了教师如何将电子ST系统引入儿童教育中,他们发现,教师将电子ST系统视为激起儿童学习动机的一种学习工具.在教育环境下,分享和交流学习经验是十分重要的,许多ST支持多人操作,让多位儿童参与故事的创作与讲述,在培养儿童学习能力的同时,团队意识、分享交流已经深入人心. ShadowStory^[39]是一个能让多名儿童参与故事讲述的实

物交互型 ST 系统, 它利用 PC 软件让儿童设计故事舞台、舞台道具和出演角色, 并利用手持式定向传感器将设计好的出演角色与皮影戏人偶作一对一的绑定; 这样在讲述故事时, 儿童可以利用手中的人偶操纵屏幕里的虚拟角色, 如图 3a 所示. 该系统让多名儿童参与创作故事、讲述故事, 给予了儿童更多的创作空间与合作机遇; 同时也将当代传统文化融入儿童学习的过程之中, 开拓了儿童的视野. 图 3b 所示 MoViE^[15]则强调儿童之间的交流分享, 它是一个能将一些有教导性质的视频, 如动物实验、废物利用等视频上传的平台, 儿童在录制时相当于讲述故事, 同时也能从其他人分享的视频学到东西, 这也属于视频探索性学习的范畴. 图 3c 所示 TOK^[8]和图 3d 所示 GENTORO^[44]的课堂合作性则更强. TOK^[8]将场景、道具、角色做成了故事卡片的形式, 只需将故事卡片插入卡槽, 右边的 PC 机就会出现相应的动画. 故事创作的过程由几名儿童摆放的卡片和卡片的顺序有关, 如果儿童之间合作默契, 短时间内可以创作大量的故事. GENTORO^[44]让多名儿童在 PC 机上编写故事的脚本, 之后让儿童利用投影机引导机器人前行推动故事剧情的推进, 机器人和增强现实这类新技术的

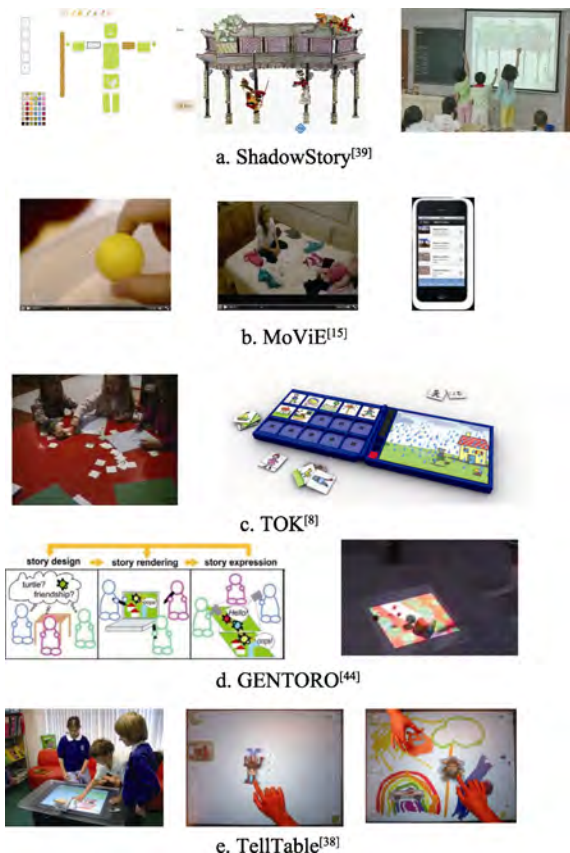


图 3 3 个典型的教育环境使用下 ST 系统

的组合会更能引出儿童的创作热情. 图 3e 所示 TellTable^[38]适合放置到图书室成为儿童日常读书活动的一环. 儿童阅读图书时正是大脑活跃的时刻, TellTable^[38]正是释放儿童此刻灵感的工具, 其交互方式自由灵活, 利用摄像头将周围的实物、人物拍成图片, 并进一步经过裁剪、组合、涂鸦等操作将这些图片制作成故事元素, 儿童在讲述故事时就能利用这些富有想象力的素材创作出新的故事.

3.4 医疗环境典型应用系统

讲述故事的活动也是人体生理行为之一, 整个过程中人的生理信号都在不停变化, 因此这些生理信号反映出这段时间内人的生理状态. 一些 ST 系统趋于收集这些生理信号, 如图 4a 所示 PINTER^[49]让故事讲述者戴上 EMS 和 GSR 传感器收集生理信号数据. 但这是一种显式的监控技术, 很多人会有一种被监视的感觉, 从而拒绝佩戴传感器^[66]. 不仅如此, 这类系统往往收集的是用户完成特定任务下的生理数据, 不是用户自然活动的生理数据. MediCubes^[50]让儿童使用积木讲述故事, 积木中安装了各类生理信号传感器, 将对儿童生理信号的收集自然地融入讲述故事的过程中, 如图 4c 所示. MediCubes^[50]选择了“3 只小猪”的故事, 因为该故事包含了很多“呼吸”的元素, 如儿童模仿狼的咆哮. 当儿童讲述 3 只小猪时, 心跳、温度和血氧饱和度等生理数据都被收集到手机上,



图 4 3 个典型的医疗环境使用下 ST 系统

反馈给家长和医生.此外,还有一些系统将 ST 作为医生和儿童交流的手段,如图 4b 所示 MyMS^[55].在儿童做康复治疗时,最大的挑战是儿童与医生的交流,因为大多数儿童不习惯与陌生人交流.比起问卷或者直接询问的交流方式,手机是一种更为适合交流的方式,并且能让儿童变得更加积极主动^[67].MyMS^[55]能让儿童自己利用手机上的素材(图片、声音、文字)编辑故事或者日志,并能上传到网络账号上,在就诊时可以和自己的医生一起分享和编辑里面的内容,这无疑促进了儿童与医生的交流,方便医生在治疗过程中更加了解儿童的心理状态.

3.5 存在的问题

除了开发 ST 的原型系统,研究者也进行了一些调研性的工作^[68-73],如分析教师在故事讲述过程中的角色、道具在讲述故事过程中的作用.目前的 ST 系统采用的方法多样,能激起儿童兴趣,能培养儿童构思和讲述能力,并且在技术上有所创新,但是仍然存在一些问题:

3.5.1 易让儿童忽视创作任务

目前的 ST 系统中采用的交互技术十分丰富,基于图形用户界面的 ST 系统画面绚丽,借助道具和玩偶交互的 ST 系统更能吸引儿童的注意,如 ShadowStory^[39]等.还有像 MakeAR^[21]采用了增强现实技术的 ST 系统,能让儿童看到华丽的特效,也提供了一些具有游戏性的讲述活动,提升了整个故事讲述过程的趣味性.虽然上述系统因采用交互技术趣味性强,但是 ST 的主旨是培养儿童创作故事的能力,而儿童年龄较小,心智尚未成熟,容易被绚丽的人物或道具图标、好玩的人偶、有趣的戏剧情节所吸引,使得其忘记创作故事这个本来需要完成的任务.

3.5.2 儿童挑选创作素材困难

现代交互技术下的 ST 系统提供了丰富的故事创作素材,基于图形用户界面的 ST 系统提供了有许多素材的道具栏,如 KidPad^[4]和 Mystorymaker^[7]等.基于实物交互技术和增强现实技术的 ST 系统也提供了大量的交互道具,如 TOK^[8]和 GENTORO^[44].面对如此大量的创作素材,儿童常常会困扰于如何选择创作素材,毕竟儿童的各项能力正处于成长阶段,尤其是语言表达能力上还有所欠缺,从大量的素材中选择出对自己创作故事有用的素材还是有一定难度的.

3.5.3 对故事创作过程的支持不全面

故事创作是一个比较完整的过程,它包括故

事结构创作、故事逻辑创作和故事内容创作.现有系统虽交互技术丰富,但并未全面支持故事创作过程.一些 ST 系统没有支持故事创作的意识,只是给儿童提供丰富了现成的素材与道具,让儿童即兴表演故事,这很难达到培养儿童故事创作能力的目的.一些 ST 系统需要预先设计故事的脚本,按照预先设计好的情节推进故事的发展,如 GENTORO^[44],用这样的方式创作出故事逻辑较为单一,也无法创作出多结局的故事情节.一些系统将讲述故事分为创作模式和讲述模式,讲述模式将创作模式所创作的故事元素添加在场景中,然后开始讲述故事,如 TellTable^[38]和 ShadowStory^[39].这些方式将儿童的故事创作限定到单一场景之中,无法很好地支持故事结构的创作.

针对上述问题,我们把故事从词法(是什么)、句法(干什么)和语义(故事整体)角度抽象出 3 个维度:故事元素、故事场景和故事整体,并基于现有的 SDT 提出了一套儿童讲述故事应用设计方法.

4 基于 SDT 的 ST

SDT^[74]是一款将场景设计概念融入用户功能的界面设计应用,它基于 PGIS 范式开发.PGIS 范式是一种 Post-WIMP 范式,4 个字母分别代表 Paper (纸)、Gadget (小工具)、Icon (图标)和 Sketch (笔画);PGIS 界面范式从信息呈现和交互方式 2 个主要方面做了根本性的改变.从信息呈现的角度来看,PGIS 范式利用纸和框的信息呈现方式模拟人们在日常纸笔环境下的信息呈现方式,以此来提高用户在交互过程中的数据的质量,从而减轻用户的认知负担^[75].SDT 有场景树设计、场景步设计和 UI 设计 3 大设计功能.场景树设计让用户设计自己的软件结构,每个节点代表一个场景;而场景步设计让用户直接设计场景之间的跳转和场景中用笔式交互触发的功能,场景步与交互原语密不可分;UI 设计让用户利用 PGIS 范式中的组件设计场景界面.SDT 最终生成 C 语言源代码和可执行程序,让用户可以直接使用刚刚设计好的软件,它是一款面向用户、无需编码、简单快速的界面设计工具.儿童讲述故事也是一种具有设计性的创作活动,需要一种快速简单的设计工具来支持.SDT 作为一款简单方便的界面设计工具,能够很好地适应 ST 的需求;其中场景树设计能够很好地将故事结构可视化,从而让儿童把握整个故事的结构、清晰了儿童的故事逻辑;场景步设计能够让儿童直接

设计故事场景之间跳转和故事场景中触发的功能任务,让笔式操作支持儿童讲述故事的逻辑;UI设计为儿童提供丰富的界面设计元素,让儿童自由地创作故事场景内容.只需让儿童了解笔式操作的交互手势,SDT就能让儿童完成故事的快速创作.下文将介绍如何使用SDT的3个界面和使用SDT讲述故事的方法.

4.1 SDT 介绍

SDT由3大设计界面组成:场景树设计、场景步设计和UI设计,分别设计软件的整体结构、某个软件界面场景的跳转关系和该界面能够触发的功能任务、某个软件界面场景具体UI界面.SDT让用户使用场景树设计整个软件的结构,界面如图5a所示.在界面左边,是用来创建场景树节点的菜单,它包括根场景节点、管理场景节点、叶场景节点.整棵场景树只允许有一个根场景节点,它代表软件的主界面;而管理场景节点则允许有多个子场景节点,它往往表示软件中各大功能的场景界面;叶场景节点不再允许有子场景节点,表示软件中不能再次划分的功能场景.界面右边用来显示场景树的预览图,可以利用DragFrame(拖框)原语创建场景节点,利用Sketch(笔画)原语可以移动场景节点的位置、亦可以在场景节点之间连线表示两者的所属关系,还可以利用笔手势做一些删除操作.图5a界面右边是某用户使用场景树设计某个软件结构,它包括一个根场景节点,和3个主要功能的管理场景节点及其下层功能的场景节点.SDT使用场景树将软件结构可视化,利于用户把握软件结构,使软件开发更加高效.

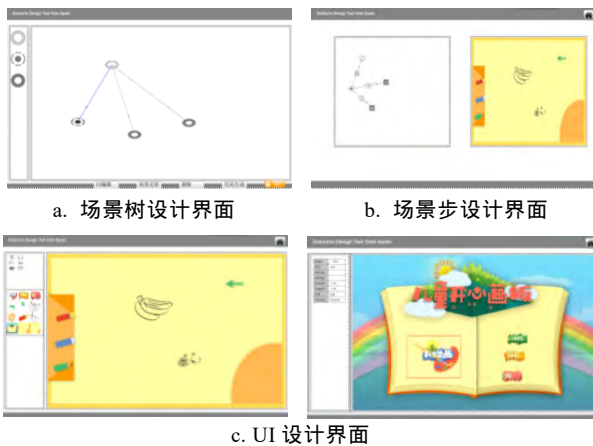


图5 场景树设计工具

为了实现软件中场景界面的跳转,SDT实现了场景步设计功能,界面如图5b所示.图中界面右边是UI设计的预览图,展示了某场景节点的场景

内容,从该预览图可以让场景步绑定图中的对象.图5b界面左边是场景跳转预览图,它表示该场景节点可以跳转的场景节点和该场景节点中能够触发哪些功能任务,这些功能任务由SDT提供让用户选择.场景跳转图中连线之间的图表代表了交互原语,它用来触发场景跳转和功能任务.交互原语需要由用户选定,PGIS引擎提供5个交互原语:(IP原语),Active(单击激活),Hold(按住不放),Sketch(笔画),Adjust(变框),DragFrame(拖框);并且交互原语需要关联一个交互对象,由交互对象绑定交互原语触发一个功能任务,此交互对象来自当前界面场景.场景步设计让用户快速设计软件界面场景之间的转换和界面场景内容能触发的功能任务.

SDT中的UI界面设计利用了PGIS提供设计元素来设计软件中具体的场景界面,利用笔式交互操作生成界面中相应的交互对象,并修改它们的属性、设定它们能够触发的功能,UI设计界面如图5c所示.界面左边是交互对象栏和道具图标,其中交互对象由PGIS提供,包括Static,Icon,Slider和Palette等.每个交互对象结合不同的交互原语可以触发不同的交互功能,界面的工作区可以让用户创建交互对象、编辑交互的属性.UI界面设计为用户提供丰富的界面设计元素,从而扩展了用户的设计空间,大幅度提升了用户设计界面的自由度.

4.2 基于SDT的Story-Telling方法

本文基于SDT提出了一套儿童讲述故事应用设计方法,该方法利用场景树、草图技术和智能辅助3种技术,对故事的3个维度进行描述、理解和辅助,希望帮助儿童更好地理解故事结构,提高故事创作技巧,如图6所示.其中,基于场景树的故事表示模块,使用场景树、场景迁移和场景内容描述故事,使系统对故事描述更全面,支持儿童对故事的全过程创作.基于草图理解的故事编辑,使用草图技术编排故事结构、设计故事情景并识别故事

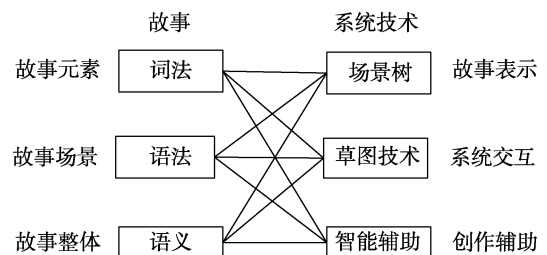


图6 问题解决方案

元素, 提高了儿童交互效率. 智能辅助模块中, 故事元素推荐为儿童推荐相关故事的素材, 故事情景反馈基于当前场景内容指引儿童完成下一步操作, 故事质量反馈指导儿童在创作过程中改善故事的质量.

场景树界面设计工具正是一款将场景设计概念融入用户功能的界面设计工具, 它可以利用场景树、场景迁移(场景步)和场景内容表示故事, 从而支持儿童对一个故事的全过程创作, 如图 7 所示. 以故事“小红帽”为例, 儿童首先利用场景树快速创作故事结构, 然后可以进入场景迁移设计故事场景之间的跳转或者该场景能触发的功能; 也可以进入该场景设计场景具体内容, 该过程支持对故事全过程的创作. 场景本是故事中的一段情节, 它包含角色、背景环境、场景道具和角色行为等^[51], 是组成故事的重要元素. 因此, 基于场景树的界面设计工具适用于儿童讲述故事.

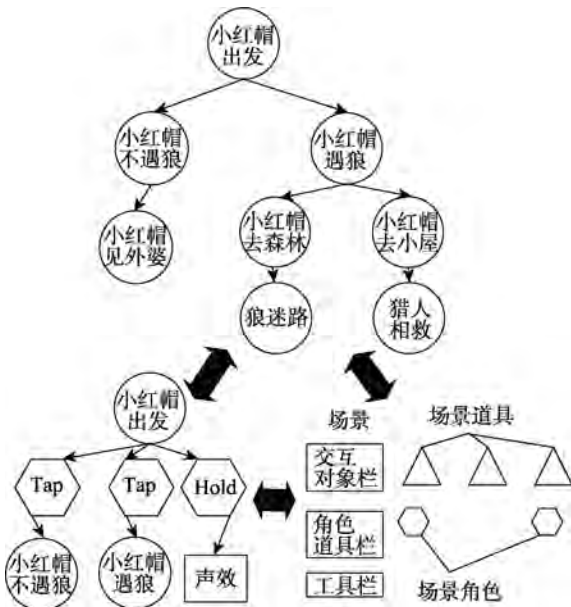


图 7 基于场景树的故事表示

基于草图理解技术对故事进行编辑, 如图 8 所示. 儿童可以利用草图技术快速地创建故事的结构. 草图理解技术可识别场景树中节点、边等基本元素, 并能识别一些编辑手势; 儿童对故事情节进行设计时, 可选择一个故事元素设计该元素能够触发的功能及如何触发; 在儿童创作具体故事场景时, 草图理解技术识别儿童所绘制的图形, 为儿童匹配图形库中的一个默认模版图片.

(1) 故事元素推荐. 在故事元素识别的基础上, 利用算法向儿童推荐与默认图元相似的图形和文

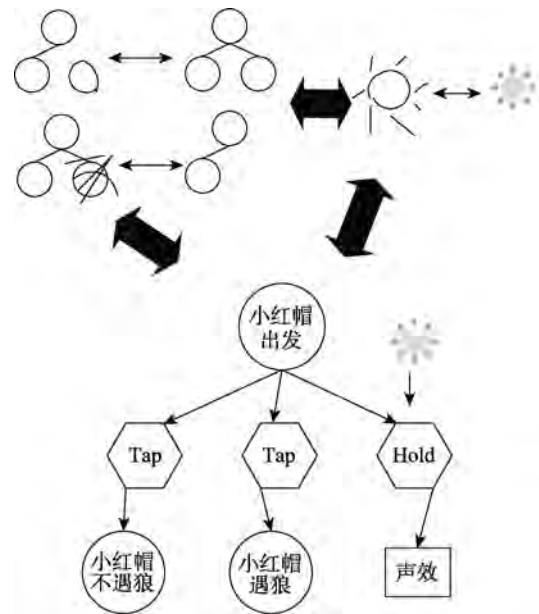


图 8 基于草图理解的故事编辑

字, 解决了儿童挑选大量素材的难题, 推荐过程如图 9 所示. 系统将草图预处理后提取颜色图、纹理、形状和 Hash 等特征, 图片库中的图片首先要进行边缘提取; 然后算出这些特征, 再根据这些特征将草图和图形库中的图片计算距离, 将距离相近的图片推荐给儿童作为儿童的创作素材; 并将对应的文字描述也推荐儿童, 给儿童提供创作思路.

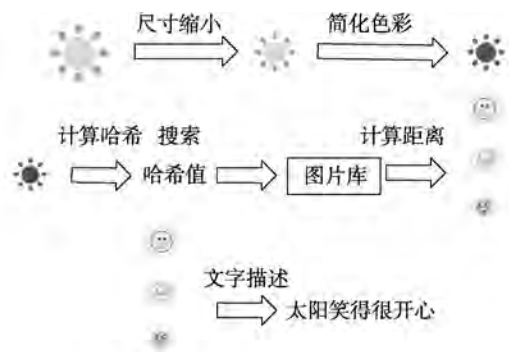


图 9 故事元素推荐

(2) 故事情景反馈. McKinley 等^[7]经过用户实验证明了故事情景反馈能使儿童更加关注创作任务, 并指引儿童创作故事, 不过该工作的情景反馈基于颜色变化和文字描述. 该方法使用部分可观测马尔可夫决策过程(partially observable Markov decision process, POMDP)提供故事情景反馈, 指引儿童创作一个较为理想的故事场景, 具体过程如图 10 所示. 在 POMDP 中, Ω 为当前的故事环境数据(当前故事元素), 用于推测当前场景是什么

状态, 即当前场景状态 S_i ; R 为收益函数由元素个数、类型数、功能、关系等决定, 它表示对当前场景状态做出操作 A 的收益; 根据收益最大操作的 A 给出故事情景反馈, 引导儿童达到下一场景. 例如, 若初始故事场景为空, 系统推出故事场景处于 S_0 , 根据收益函数 R_1 得到故事情景反馈指引儿童添加一只小猫; 接着儿童根据不同的收益函数 R_2, R_3 和 R_4 给出故事反馈, 从而创造出一个较为理想的故事场景.

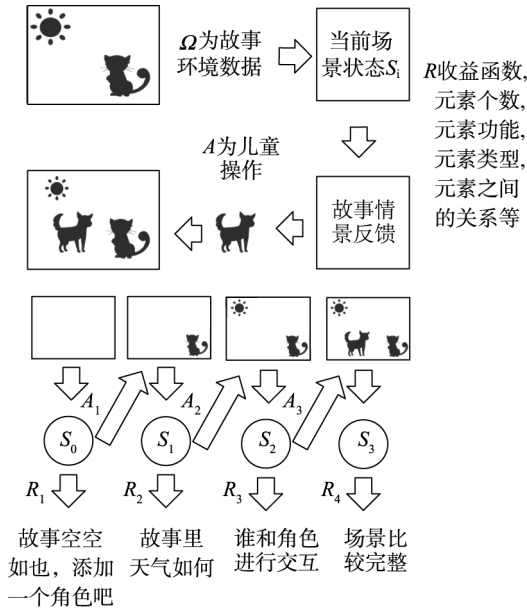


图 10 故事情景反馈

(3) 故事质量反馈. 即时的质量反馈可以帮助学生在课堂上提高学生写作质量^[76], 同样可以把即时的质量反馈用于儿童讲述故事, 让儿童意识到相对薄弱的部分, 在创作过程中改善故事的质量. 如图 11 所示, 从场景树、场景步和场景内容提取特征, 用机器学习方法将每个维度分为简单、适中和复杂, 并根据分类结果提供质量反馈. 例如, 儿童在创作故事结构时只画了 2 个节点, 结构相关的质量反馈就会提示儿童需要丰富故事情节.

4.3 创新与贡献

基于 SDT 的 ST 方法, 利用其自身的功能特点让儿童用自然的交互方式快速地创作故事, 儿童在创作故事时可以随时掌握故事的结构, 让各个故事场景的联系更强, 树状的故事结构允许儿童创建多条情节路线的故事. 儿童利用笔式交互操作设计故事场景之间的跳转、故事场景中元素的布局和交互是十分简洁方便的; 儿童在讲述故事时, 利用笔式操作提供的交互原语表示讲述故事的逻

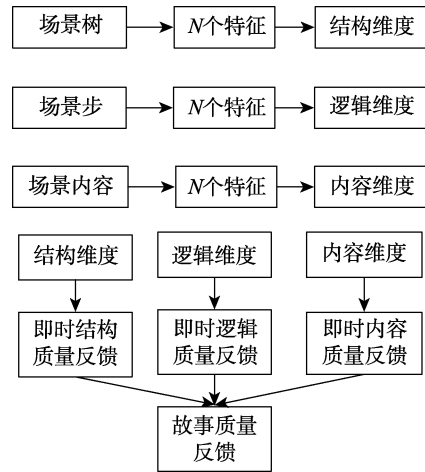


图 11 故事质量反馈

辑, 使讲述故事的过程生动活泼、简单高效, 符合儿童在自然环境下讲述故事时利用手势比划辅助自己理清思路的习惯. 同时, 基于草图理解的故事元素与内容(词法)推荐, 解决了儿童挑选相关素材的难题; 基于 POMDP 的故事情景(语法)辅助创作, 使儿童注意力回到创作任务上, 并指引儿童进行创作; 认知心理与机器学习相结合的故事质量(语义)反馈能指引儿童在创作过程中改善故事的质量, 培养儿童创作思维.

5 总结与展望

ST 是一种训练儿童语言表述能力的重要交流活动, 儿童的学习能力、社交能力以及心理素质, 也可通过讲述故事来提升, 老师和家长也视其作为一种实用的教育方式. 多年来, 研究者经过大量的调研工作, 开发出一些具有鲜明交互特点、运用特点的电子 ST 系统原型. 本文对 ST 的需求、其中运用的交互技术进行了叙述, 并以应用场景分类简单介绍了典型的 ST 系统及基于 SDT 的 ST 系统, 现对叙述与简介内容进行如下总结:

研究者对儿童讲述故事的教育需求、实用需求做出了大量的调研工作, 将图形用户界面交互技术、触控交互技术、实物交互技术、增强现实技术和生理信号捕捉技术等人机交互技术运用到 ST 系统之中, 力求做出交互简单自由且创作高效的 ST 的系统. 每个系统根据自己的功能特点运用到不同场景之中: 在自由环境下, 为儿童扩大故事的创作空间; 在家庭环境下, 促进儿童和家长之间的感情; 在教育环境下, 培养儿童的阅读写作能力和合作意识; 在医疗环境下, 监控儿童的健康. 这些

原型系统的研发,极大地拓展了 ST 的方式和运用场景,为 ST 技术的发展做出了巨大贡献.虽然大多数 ST 系统达到了训练儿童语言表达能力、培养儿童的个人素质的目标,但是细节上做得不够,没有让儿童在创作故事时有效地选择创作素材,也未能完全支持整个故事的创作过程.

本文还介绍了 SDT 讲述儿童故事的方法,它利用 SDT 的特性让儿童在创作故事时利用树状图形更好地把握故事结构,讲述故事时利用笔式操作能够支持儿童讲述故事的实时逻辑,符合儿童在真实环境下讲述故事时利用手势比划辅助自己理清思路的习惯,使系统的交互生动而高效.同时,也解决了素材的挑选、创作思路的提供以及故事质量的提高等难题.然而,受到目前的软硬件技术手段的约束,已有 ST 系统的交互性、反馈能力和扩展能力上还存在缺陷,今后还需研究者利用全新的软硬件技术来研发新的 ST 技术.

即使在目前的软硬件技术条件下,研究者仍然开发出大量极具交互特点、应用创新的 ST 原型系统,图形用户界面技术、实物交互技术、增强现实技术等是 ST 系统之中的点睛之笔,不断地改进 ST 技术的交互方式,促进了其发展.虽然 ST 技术还有一段漫长的路要走,期待它能采用全新的交互技术,真正使其实现普及化和实用化.

参考文献(References):

- [1] Druin A, Montemayor J, Hendler J, *et al.* Designing PETS: a personal electronic teller of stories[C] //Proceedings of SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM Press, 1999: 326-329
- [2] Friedrich-Cofer L K, Huston-Stein A, McBride Kipnis D, *et al.* Environmental enhancement of prosocial television content: effects on interpersonal behavior, imaginative play, and self-regulation in a natural setting[J]. *Developmental Psychology*, 1979, 15(6): 637-646
- [3] Glos J W, Cassell J. Rosebud: technological toys for storytelling[C] //Proceedings of International Conference on Document Analysis & Recognition. New York: ACM Press, 1997: 359-360
- [4] Hourcade J P, Bederson B B, Druin A. KidPad: collaborative storytelling for children[C] //Proceedings of CHI'02 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM Press, 2002: 500-501
- [5] Calvert S L, Others A. Educational and prosocial programming on saturday morning television[OL]. [2018-04-28]. <https://eric.ed.gov/?id=ED406062>
- [6] Crawford C. The art of computer game design[M]. New York: Osborne/McGraw-Hill, 1984
- [7] McKinley B, Lee Y L. Mystorymaker[C] //Proceedings of CHI'08 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM Press, 2008: 3219-3224
- [8] Sylla C, Branco P, Coutinho C, *et al.* TOK: a tangible interface for storytelling[C] //Proceedings of CHI'11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM Press, 2011: 1363-1368
- [9] Massung E, Dickins S, Torbett J, *et al.* Intouch tactile tales: haptic feedback and long-distance storytelling[C] //Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM Press, 2015: 1289-1294
- [10] Goldman L R. Child's play: myth, mimesis and make-believe[M]. Oxford: Berg Publishers, 1998
- [11] Wallbaum T, Ananthanarayan S, Borojeni S S, *et al.* Towards a tangible storytelling kit for exploring emotions with children[C] //Proceedings of on Thematic Workshops of ACM Multimedia. New York: ACM Press, 2017: 10-16
- [12] Vaucelle C, Ishii H. Picture this!: film assembly using toy gestures[C] //Proceedings of the 10th International Conference on Ubiquitous Computing. New York: ACM Press, 2008: 350-359
- [13] Chu S L, Quek F, Sridharamurthy K. Ready. action!: a performative authoring system for children to create animated stories[C] //Proceedings of the 11th Conference on Advances in Computer Entertainment Technology. New York: ACM Press, 2014: Article No.52
- [14] Cole M, John-Steiner V, Scribner S, *et al.* Mind in society[M]. Cambridge: Harvard University Press, 1978
- [15] Multisilta J, Niemi H, Hamilton E. Children designing videos: tools, pedagogical models, and best practices for digital storytelling and media-making in the classroom[C] //Proceedings of the Conference on Interaction Design and Children. New York: ACM Press, 2017: 693-696
- [16] Russell A. ToonTastic: a global storytelling network for kids, by kids[C] //Proceedings of the 4th International Conference on Tangible and Embedded Interaction. New York: ACM Press, 2010: 271-274
- [17] Bruner J. Acts of meaning[M]. Cambridge: Harvard University Press, 1990
- [18] Zhou Z Y, Cheok A D, Pan J H, *et al.* Magic story cube: an interactive tangible interface for storytelling[C] //Proceedings of the ACM SIGCHI International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology. New York: ACM Press, 2004: 364-365
- [19] Sylla C, Branco P, Goncalves S, *et al.* T-books: merging traditional storybooks with electronics[C] //Proceedings of the 11th International Conference on Interaction Design and Children. New York: ACM Press, 2012: 323-326
- [20] Ryokai K, Lee M J, Breitbart J M. Children's storytelling and programming with robotic characters[C] //Proceedings of the 7th ACM Conference on Creativity and Cognition. New York: ACM Press, 2009: 19-28
- [21] Oberhuber S, Kothe T, Schneeqass S, *et al.* Augmented games: exploring design opportunities in AR settings with children[C] //Proceedings of the Conference on Interaction Design and Children. New York: ACM Press, 2017: 371-377
- [22] Qi Y F, Wang D L, Zhang L, *et al.* TanProStory: a tangible pro-

- gramming system for children's storytelling[C] //Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM Press, 2015: 1001-1006
- [23] Chang A, Breazeal C. TinkRBook: shared reading interfaces for storytelling[C] //Proceedings of the 10th International Conference on Interaction Design and Children. New York: ACM Press, 2011: 145-148
- [24] Sylla C, Goncalves S, Branco P, *et al.* Peter piper picked a peck of pickled peppers: an interface for playful language exploration[C] //Proceedings of CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM Press, 2013: 3127-3130
- [25] Ryokai K, Marti S, Ishii H. I/O brush: drawing with everyday objects as ink[C] //Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM Press, 2004: 303-310
- [26] Huang C C, Lin Y J, Zeng X D, *et al.* Olegoru: a soundscape composition tool to enhance imaginative storytelling with tangible objects[C] //Proceedings of the 9th International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction. New York: ACM Press, 2015: 709-714
- [27] Al-Mousawi Z, Alsumait A. A digital storytelling tool for Arab children[C] //Proceedings of the 14th International Conference on Information Integration and Web-Based Applications & Services. New York: ACM Press, 2012: 26-35
- [28] Stanton D, Bayon V, Neale H, *et al.* Classroom collaboration in the design of tangible interfaces for storytelling[C] //Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM Press, 2001: 482-489
- [29] Chignell M, Hancock P A, Takeshita H. Human— computer interaction: the psychology of augmented human behavior[M] //Human Performance & Ergonomics. 2nd ed. New York: Academic Press, 1999: 291-328
- [30] Myers B A. A brief history of human-computer interaction technology[J]. *Interactions*, 1998, 5(2): 44-54
- [31] Wigdor D, Wixon D. Brave NUI world: designing natural user interfaces for touch and gesture[M]. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2011
- [32] Dai Guozhong, Tian Feng. Pen-based user interface[M]. Hefei: Press of University of Science and Technology of China, 2014(in Chinese)
(戴国忠, 田 丰. 笔式用户界面[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2014)
- [33] van Dam A. Post-WIMP user interfaces[J]. *Communications of the ACM*, 1997, 40(2): 63-67
- [34] Li Jie, Tian Feng, Dai Guozhong. Research on pen-based interaction information model[J]. *Journal of Software*, 2005, 16(1): 50-57(in Chinese)
(李 杰, 田 丰, 戴国忠. 笔式用户界面交互信息模型研究[J]. *软件学报*, 2005, 16(1): 50-57)
- [35] Bonsignore E. Sharing stories “in the wild”: a mobile storytelling case study[C] //Proceedings of CHI'11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM Press, 2011: 917-922
- [36] Blas N D, Paolini P, Sabiescu A. Collective digital storytelling at school as a whole-class interaction[C] //Proceedings of the 9th International Conference on Interaction Design and Children. New York: ACM Press, 2010: 11-19
- [37] Blas N D, Boretti B. Interactive storytelling in pre-school: a case-study[C] //Proceedings of the 8th International Conference on Interaction Design and Children. New York: ACM Press, 2009: 44-51
- [38] Cao X, Lindley S E, Helmes J, *et al.* Telling the whole story: anticipation, inspiration and reputation in a field deployment of TellTable[C] //Proceedings of the ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work. New York: ACM Press, 2010: 251-260
- [39] Lu F, Tian F, Jiang Y Y, *et al.* ShadowStory: creative and collaborative digital storytelling inspired by cultural heritage[C] //Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM Press, 2011: 1919-1928
- [40] Sylla C, Figueiredo A C, Pinto A L, *et al.* Merging physical and digital white canvas to unleash children's creativity[C] //Proceedings of the Workshops on Advances in Computer Entertainment Conference. New York: ACM Press, 2014: Article No.13
- [41] Sato M, Poupyrev I, Harrison C. Touché: enhancing touch interaction on humans, screens, liquids, and everyday objects[C] //Proceedings of SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM Press, 2012: 483-492
- [42] Azuma R T. A survey of augmented reality, presence[OL]. [2018-04-28]. <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2871075.2871077>
- [43] Ito T, Nguyen T N, Sugimoto M. A storytelling support system using robots and handheld projectors[C] //Proceedings of the 7th International Conference on Interaction Design and Children. New York: ACM Press, 2008: 113-116
- [44] Sugimoto M, Ito T, Nguyen T N, *et al.* GENTORO: a system for supporting children's storytelling using handheld projectors and a robot[C] //Proceedings of the 8th International Conference on Interaction Design and Children. New York: ACM Press, 2009: 214-217
- [45] Åkerman P, Puikkonen A. Prochinima: using pico projector to tell situated stories[C] //Proceedings of the 13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services. New York: ACM Press, 2011: 337-346
- [46] Mcfarland D J, Wollpaw J R. Brain-computer interfaces for communication and control[J]. *Communications of the ACM*, 2011, 54(5): 60-66
- [47] Saponas T S, Tan D S, Morris D, *et al.* Demonstrating the feasibility of using forearm electromyography for muscle-computer interfaces[C] //Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM Press, 2008: 515-524
- [48] Allanson J, Fairclough S H. A research agenda for physiological computing[J]. *Interacting with Computers*, 2004, 16(5): 857-878
- [49] Gilroy S, Porteous J, Charles F, *et al.* PINTER: interactive storytelling with physiological input[C] //Proceedings of the ACM International Conference on Intelligent User Interfaces. New York: ACM Press, 2012: 333-334
- [50] Vonach E, Ternek M, Gerstweiler G, *et al.* Design of a health monitoring toy for children[C] //Proceedings of the 15th International Conference on Interaction Design and Children. New

- York: ACM Press, 2016: 58-67
- [51] Go K, Carroll J M. The blind men and the elephant: views of scenario-based system design[J]. *Interactions*, 2004, 11(6): 44-53
- [52] Zhang Jie Sun Zhixia, Wang Danli, *et al.* An interactive storytelling system for children[C] //Proceedings of the 2nd Chinese Human-Computer Interaction Conference. Beijing: China Academic Journal Electronic Publishing House Press, 2006: 138-143(in Chinese)
(张婕, 孙志霞, 王丹力, 等. 面向儿童的交互式讲故事系统[C] //第2届和谐人机环境联合学术会议论文集. 北京: 中国学术期刊电子杂志社, 2006: 138-143)
- [53] Wang Danli, Li Jie, Sun Zhixia, *et al.* Usability evaluation of storytelling system for children using interface scenarios[C] //Proceedings of the 2nd Chinese Human-Computer Interaction Conference. Beijing: China Academic Journal Electronic Publishing House Press, 2006: 9-15(in Chinese)
(王丹力, 李洁, 孙志霞, 等. 基于界面场景的儿童讲故事系统可用性评估[C] //第2届和谐人机环境联合学术会议论文集. 北京: 中国学术期刊电子杂志社, 2006: 9-15)
- [54] Druin A, Bederson B B, Quinn A. Designing intergenerational mobile storytelling[C] //Proceedings of the 8th International Conference on Interaction Design and Children. New York: ACM Press, 2009: 325-328
- [55] Matthews M, Doherty G. My mobile story: therapeutic storytelling for children[C] //Proceedings of CHI'11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM Press, 2011: 2059-2064
- [56] Papert S. *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*[M]. New York: Basic Book, 1980
- [57] Resnick M, Rusk N, Cooke S. The computer clubhouse: technological fluency in the inner city[M] //High Technology and Low-Income Communities. Cambridge: MIT Press, 2009
- [58] Druin A. *Mobile technology for children*[M]. New York: John Wiley & Sons, 2009
- [59] Fein G G. Play and the acquisition of symbols[OL]. [2018-04-28]. <https://eric.ed.gov/?id=ED152431>
- [60] Pryor J B, Day J D. The development of social cognition[M] //The Development of Social Cognition. Hove: Psychology Press, 1997: 119-142
- [61] Honig A S, Brophy H E. Talking with your baby: family as the first school[M]. New York: Syracuse University Press, 1996
- [62] Whitehurst G J, Lonigan C J. Child development and emergent literacy[J]. *Child Development*, 1998, 69(3): 848-872
- [63] Ellis J B, Bruckman A S. Encouraging attitudinal change through online oral history [OL]. [2018-04-28]. https://www.cc.gatech.edu/fac/asb/papers/palaver_icls02.html
- [64] Bruner J S. *The culture of education*[M]. Cambridge: Harvard University Press, 1996
- [65] Yuksel-Arslan P, Yildirim S, Robin B R. A phenomenological study: teachers' experiences of using digital storytelling in early childhood education[J]. *Educational Studies*, 2016, 42(5): 427-445
- [66] Grönvall E, Verdezoto N. Beyond self-monitoring: understanding non-functional aspects of home-based healthcare technology[C] //Proceedings of the ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing. New York: ACM Press, 2013: 587-596
- [67] Mark M, Gavin D, John S, *et al.* Mobile phone mood charting for adolescents[J]. *British Journal of Guidance & Counselling*, 2008, 36(2): 113-129
- [68] Rubegni E, Landoni M. Modelling the role of teachers in introducing portable technology to the school curriculum[C] //Proceedings of the 31st European Conference on Cognitive Ergonomics. New York: ACM Press, 2013: Article No.13
- [69] Panjwani A. Constructing meaning: designing powerful story-making explorations for children to express with tangible computational media[C] //Proceedings of the Conference on Interaction Design and Children. New York: ACM Press, 2017: 358-364
- [70] Weibert A, Kai S. How the social structure of intercultural computer clubs fosters interactive storytelling[C] //Proceedings of the 9th International Conference on Interaction Design and Children. New York: ACM Press, 2010: 368-371
- [71] Williams J, Do E Y L. Locomotion storytelling: kinesthetic intelligence and tangible objects in storytelling creativity[C] //Proceedings of the 7th ACM Conference on Creativity and Cognition. New York: ACM Press, 2009: 415-416
- [72] Chu S L, Quek F. Things to imagine with: designing for the child's creativity[C] //Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children. New York: ACM Press, 2013: 261-264
- [73] Benton L, Vasalou A, Gooch D, *et al.* Understanding and fostering children's storytelling during game narrative design[C] //Proceedings of the Conference on Interaction Design and Children. New York: ACM Press, 2014: 301-304
- [74] Liu Jian, Deng Changzhi, Dai Guozhong. Pen-based interface software design tool based on scene method[J]. *Computer Engineering and Design*, 2009, 30(8): 2011-2014(in Chinese)
(刘健, 邓昌智, 戴国忠. 基于场景方法的笔式界面软件设计工具[J]. *计算机工程与设计*, 2009, 30(8): 2011-2014)
- [75] Shi Lei, Deng Changzhi, Dai Guozhong. Implementation of PGIS: a type of Post-WIMP user interface[J]. *Journal of Image and Graphics*, 2010, 15(7): 985-992(in Chinese)
(石磊, 邓昌智, 戴国忠. 一种 Post-WIMP 界面: PGIS 的实现[J]. *中国图象图形学报*, 2010, 15(7): 985-992)
- [76] Fan X M, Luo W C, Menekse M, *et al.* Scaling reflection prompts in large classrooms via mobile interfaces and natural language processing[C] //Proceedings of the 22nd International Conference on Intelligent User Interfaces. New York: ACM Press, 2017: 363-374