



北京大学

本科生学位论文

题目： 儿童移动应用中通用功能的交互设计评价
Evaluating the Interaction Design of General
Task Modules in Children's Mobile Apps

姓 名： 李文琦
学 号： 1000016625
院 系： 信息管理系
专 业： 信息管理与信息系统
指导教师： 王军

二〇一四 年 六 月

| | | | | | | |
|------------------|--|--|------|-----------|------|----|
| 学 号 | | 1000016625 | 学生姓名 | 李文琦 | 论文成绩 | |
| 学院（系） | | 信息管理系 | 专 业 | 信息管理与信息系统 | | |
| 导师姓名 | | 王军 | 导师单位 | 信息管理系 | 职 称 | 教授 |
| 论 文 题 目 | 中文 | 儿童移动应用中通用功能的交互设计评价 | | | | |
| | 英文 | Evaluating the Interaction Design of General Task Modules in Children's Mobile Apps | | | | |
| 导 师 评 语 | <p>智能手持设备的普及,使得儿童在智能应用上的交互行为成为一个大众关注的研究课题。论文以智能应用中的典型通用功能模块为研究对象,采用田野观察法收集了 12 位儿童使用这些通用功能模块的数据,分别进行了定性分析和定量分析,评测了所选通用模块的可用性。论文研究目标明确,研究方法适当,实验设计合理。在写作上,结构合理,叙述清楚。论文结论对儿童应用的设计者和研究者有一定的参考价值。是一篇合格的本科毕业论文。</p> <p style="text-align: right;">导师签名:</p> | | | | | |

版权声明

任何收存和保管本研究报告各种版本的单位和个人，未经本研究报告作者同意，不得将本研究报告转借他人并复制、抄录、拍照、或以任何方式传播。否则，引起有碍作者著作权益之问题，将有可能承担法律责任。

儿童移动应用中通用功能的交互设计评价

摘 要

随着移动计算设备的普及，儿童移动应用的市场也得到了快速发展。本文主要通过田野调查的方法对代表性的儿童移动应用中通用功能模块的可用性进行了测试，通过对收集到的数据进行定性及定量分析，总结了四到六岁儿童的在选择、删除和保存任务中的交互行为特征和认知水平，并提出了相应的交互设计建议以及内容呈现形式的重要性。

关键词：儿童移动应用，可用性，人机交互，儿童交互行为

Evaluating the Interaction Design of General Task Modules in Children's Mobile Apps

Abstract

The market of children's mobile application is thriving thanks to the popularity of mobile devices. Field study is adopted in the research to evaluate the usability of general task modules in typical children's mobile apps. Based on video data collected from participant observation, qualitative analysis and quantitative analysis are conducted to conclude the interactive behavior of children aged from 4 to 6. The paper further discussed better solution in designing the general task modules as well as the content.

Key words: children's mobile application, usability, human-computer interaction, children's interactive behavior

目录

| | |
|------------------------|----|
| 摘 要 | 3 |
| Abstract | 4 |
| 目录 | 5 |
| 表目录 | 6 |
| 图目录 | 7 |
| 1 引言 | 8 |
| 1.1 研究背景 | 8 |
| 1.2 研究意义 | 9 |
| 1.3 本文结构 | 9 |
| 2 研究目的 | 10 |
| 3 文献综述 | 11 |
| 3.1 人机交互领域研究问题 | 11 |
| 3.2 儿童交互设计相关研究 | 11 |
| 3.3 儿童交互产品评测方法 | 13 |
| 4 研究设计 | 16 |
| 4.1 研究方法 | 16 |
| 4.2 研究对象 | 16 |
| 4.3 测试应用选择 | 17 |
| 4.4 测试任务 | 18 |
| 5 数据分析及讨论 | 20 |
| 5.1 定性分析 | 21 |
| 5.1.1 选择功能模块 | 21 |
| 5.1.2 保存功能模块 | 23 |
| 5.1.3 删除功能模块 | 26 |
| 5.2 定量分析 | 29 |
| 5.2.1 选择任务定量指标分析 | 30 |
| 5.2.2 删除任务定量指标分析 | 32 |
| 5.3 讨论 | 33 |
| 6 总结 | 35 |
| 参考文献 | 36 |

表目录

| | |
|---|----|
| 表 1 皮亚杰理论-儿童认知发展阶段 | 12 |
| 表 2 埃里克森社会心理发展阶段 | 12 |
| 表 3 人机交互研究方法总结 | 14 |
| 表 4 Apple App Store 中儿童教育类应用适用年龄分布 | 17 |
| 表 5 测试应用的通用模块交互设计特点..... | 18 |
| 表 6 测试任务 | 19 |
| 表 7 测试任务完成情况统计 | 20 |
| 表 8 进入选择界面到第一次划动/点击的反应时 (t1) ANOVA 分析 | 30 |
| 表 9 进入选择界面到第一次划动/点击的反应时 (t1) 后效检验 | 30 |
| 表 10 完成选择任务的时间 (t2) ANOVA 分析 | 31 |
| 表 11 完成选择任务的时间 (t2) 后效检验 | 31 |
| 表 12 删除任务错误操作次数 ANOVA 分析 | 32 |
| 表 13 删除任务错误操作次数后效检验 | 32 |
| 表 14 完成删除任务所用时间 (t3) ANOVA 分析 | 33 |
| 表 15 完成删除任务所用时间 (t3) 后效检验 | 33 |

图目录

| | |
|-------------------------------|----|
| 图 1 手绘艺术家选择界面 | 21 |
| 图 2 Doodlecast 选择界面 | 22 |
| 图 3 Draw Animals 选择界面 | 23 |
| 图 4 Draw & Tell 保存界面 | 24 |
| 图 5 Doodlecast 保存界面 | 25 |
| 图 6 Hair Salon 2 拍照保存界面 | 25 |
| 图 7 Draw & Tell 删除界面 | 26 |
| 图 8 手绘艺术家删除界面 | 27 |
| 图 9 Draw & Tell 删除贴纸 | 28 |
| 图 10 Draw & Tell 确认删除 | 29 |

1 引言

1.1 研究背景

儿童移动应用软件是指以智能手机、平板电脑等移动计算设备为载体，以0-12岁儿童及其家庭为目标用户的应用程序^[1]。自从2007年iPhone问世，移动计算设备受到了广泛的青睐。据调查^[2]，在有8岁以下孩子的家庭中，40%的孩子可以接触到平板电脑，有63%的家庭中孩子可以接触到智能手机，有73%的孩子使用过平板电脑或者智能手机等移动设备，且这一比例一直在快速增长。随着移动计算设备的普及，儿童移动应用市场也得到了快速的发展。截至2014年5月5日，Apple App Store上的应用总数已达1,148,713个，其中教育类应用有122,231个^[3]，是应用类别中仅次于游戏的第二大类。根据13年8月对App Store的调研，大陆市场上热门教育类应用中有60%是面向儿童的。在美国，热门教育类应用中的儿童应用更是高达80%^[4]。尼尔森调查了美国国家中有12岁以下孩子、拥有平板电脑的家庭，77%的受访家庭表示，孩子用平板玩下载的游戏，另有57%受访者表示孩子会用平板下载教育应用软件^[5]。

对于儿童来说，在智能手机和平板这种触控的移动设备上的操作难度要比传统的鼠标键盘低，且互动性更强，内容形式也更加丰富，因此深受儿童喜爱。市场上现有的高质量应用，无论是教育类的还是娱乐类的，都能以儿童感兴趣的方式从各方面促进儿童的学习和能力培养，这也使得家长愿意孩子接受这种新兴教育方式。然而，移动应用的可用性是其实现教育功能的前提，佐治亚理工大学的学生在研究生课程“教育科技：设计与评价”的课程项目中发现，他们根本无法衡量他们设计的教育软件是否成功，因为可用性问题对其教学效果产生了干扰。如果儿童不能有效地使用教育类应用，那必然不能在使用的过程中有效地学习^[6]。可用性差的应用设计可能使儿童面临超出任务本身复杂度的操作，为其造成负担^[7]。因此，如何设计出可用性高的儿童移动应用，是设计者一直在思考的问题，也是教育学、认知科学、心理学以及IS领域所应该关注的。

1.2 研究意义

从实践上来讲，本研究可以为儿童移动应用设计者提供交互设计的理论参考，特别是通用功能模块的设计。儿童移动应用中的通用功能模块是指不同类别的应用都可能用到的任务功能模块，如主界面、导航、选择、删除、保存等。本研究旨在从通用功能入手，为应用设计者提出合理的模块设计建议，从而设计出可用性教育价值更高的高质量移动应用，真正使得移动应用在儿童教育中起到积极作用。

同时，从学科发展的角度来看，本研究对国内人机交互领域特别是儿童-计算机交互的学术研究可以作为补充和探索。对儿童交互的研究方法和设计理论在近几年才得到关注，且现有的国内外研究大多是对儿童心理、儿童认知以及相关研究方法的探究，缺少对儿童与移动应用的交互行为的研究。特别是国内，对于儿童交互行为和儿童信息产品的研究上有很大空白，希望本研究可以引起相关研究人员对儿童交互行为研究的重视。

1.3 本文结构

本文分为五个部分展开，第一部分介绍了儿童移动应用市场的兴起及本研究的意义。第二部分对以往的相关研究做了梳理，包括人机交互领域的发展、儿童信息产品交互设计的研究、以及儿童信息产品的评测方法等。第三部分介绍了本研究中的实验目的。第四部分从实验方法、实验对象、测试应用的选择和测试任务的制定介绍了本实验的设计和开展思路。第五部分是根据收集的数据定性分析总结出的儿童在各通用任务模块中体现的交互习惯，提出相应的交互设计建议，通过定量分析加以验证，并对验证结果进行了讨论。最后第六部分对儿童移动应用产品设计及其教育性的相关问题做了延伸思考。

2 研究目的

由于目前儿童移动应用交互设计研究上的空缺，许多应用设计者缺乏理论上的指导，因为我们希望首先从最基本、通用的方面入手进行探索研究，从而为更多的应用设计提供参考。根据我们对 Apple App Store 中的前 200 位热门畅销的教育类应用的统计分析，绘画、阅读、动手创作类应用以及益智游戏都是儿童应用中最受欢迎的主题类别。这些应用中绝大部分都会出现“选择”模块，如画板应用中需要选择画纸，游戏中需要选择角色。保存和删除也是经常会用到的两个通用模块，如对绘画、手工等作品的保存和删除以及游戏结果的保存等。什么样的选择模块设计对儿童来说操作效率是最高的，以及儿童对删除和保存功能的认知和需求程度，什么样的删除和保存模块设计是最适合儿童认知及操作能力的，这些问题一直是儿童应用设计者们的困惑，也是我们希望通过本次实验研究回答的基本问题。因此，本研究的主要目的是：

分析儿童应用中选择、删除和保存三个通用模块的不同交互设计的可用性，并提出合理的设计建议。

此外，儿童学习的一个特点是他们可以在游戏中自发地学习新的知识和掌握新的技能，实际上多数家长让儿童使用移动应用的出发点也是希望孩子能够在此过程中达到一定的教育目的。无论是通用功能模块（如选择、保存、删除）还是特殊功能模块（如阅读、绘画）的交互设计研究都只是在提高应用的可用性，而移动应用的教育性和有趣性则在更大程度上决定了儿童是否享受使用的过程以及能否在使用过程中充分学习，这是一个更为宏观的方向性问题。本研究希望通过对儿童与教育类移动应用交互过程的观察，根据儿童的信息行为、认知水平提出儿童应用设计者应该关注的方向。

3 文献综述

本研究通过对相关文献的梳理，总结了人机交互领域的发展、儿童交互设计研究及评测的方法：一方面可以继承和借鉴过去的研究方法从而对本次探索研究进行指导，选择适当的研究方法并正确实施，另一方面希望与先前的研究相比较，从历史的角度审视本研究的价值和意义。

3.1 人机交互领域研究问题

最初的信息系统（IS）定义包括“一个为组织提供信息以支持运营、管理及决策的人机整合系统”以及“组织中信息系统的有效设计、传达及使用”^[8]。一篇对 IS 研究领域的调查^[9]将人机交互（HCI）列为 IS 领域五个主要的研究分支之一。人机交互最初的研究主要围绕设计有效、高效的交互系统，而现在则更多的是关于如何设计交互系统使用户获得相应的体验，如开心、信任、学习等^[10]。人机交互作为一个交叉学科，除了关注技术本身，更多的要探究用户行为的相关问题，包括操作技能、感知、认知等，从而开发出功能完善、可用、易学的软件。^[11]随着人机交互领域研究的发展，对于特殊人群（如老人、儿童）的认知、行为及交互设计研究也更加深入，这为本研究建立了学科基础。

3.2 儿童交互设计相关研究

儿童交互设计研究是一个比较新的研究领域，但是相关领域的研究基础为其做了很好的铺垫，这些研究集中在儿童发展、儿童操作技能及科技对儿童的影响等方面^[12]。

认知发展：皮亚杰认知发展理论是在儿童认知发展研究中最主要的理论，对以后的发展心理学和教育学研究都有重要的影响。他对儿童如何学习这一问题的观点也对儿童交互设计领域有所启发。下表是皮亚杰理论的主要内容。

| 阶段 | 年龄 | 交互产品设计的关注点 |
|-------------|------|-------------------------------|
| 感觉运动阶段 | 0-2 | N/A |
| 前运算阶段-前概念期 | 2-4 | N/A |
| 前运算阶段-直觉思维期 | 4-7 | 能使用符号和词汇，区分现实和虚拟，能考虑别人的观点。 |
| 具体运算阶段 | 7-11 | 能对事物分类并理解会话观点，可以逻辑思考但不能思考抽象事物 |
| 形式运算阶段 | 11+ | 不执行也可以通过思考判断多种解决方案，可以处理假设情景 |

表 1 皮亚杰理论-儿童认知发展阶段
(引自文献[13]，本文译)

社会心理发展：埃里克森理论对儿童的社会心理发展不同阶段进行了总结。这一理论可以帮助儿童产品评测人员了解评测对象的心理特性，如所有的儿童都很有竞争性，年龄越大的儿童越容易遵守规则，而青春期儿童很难掌控等，从而选择合适的测试人群，并以更容易被接受的态度和方式进行评测。

| 社会心理发展阶段 | 年龄 | 挑战 |
|--------------|-------|----------------|
| 主动性 vs 内疚感 | 3-6 | 学会尝试新事物并正确应对失败 |
| 胜任 vs 自卑 | 6-青春期 | 学习基本技能并与他人合作 |
| 自我认同 vs 角色混淆 | 青春期 | 拥有团体归属感，为将来做准备 |

表 2 埃里克森社会心理发展阶段
(引自文献[13]，本文译)

精确动作控制：儿童对于精确动作的控制远不如成人，年龄越小，完成精细操作的难度越大。很多研究表明儿童对鼠标等其他输入设备的操作能力与年龄成正比^[12]。儿童在完成长时间按住鼠标以及拖拽这两种动作都十分困难^[14]，此外他们的手很小以至于很难握住鼠标，双击对他们来说也是不易完成的操作^[15]。而现在的点触移动设备使得各种点击、拖拽操作对儿童来说都比 PC 时代的鼠标键盘输入系统要简单的多。因此以往对儿童操作技能的研究在现在的移动设备中很多都不再适用。

学习：儿童的学习方式区别于成人。学习对于儿童来说是一个自然轻松的

过程，无需提前计划。并且儿童的学习是十分高效的，他们会在遇到困难时马上表现出来或者求助，并从中学习，且儿童在学到东西后并不理解也不关心为什么是这样的^[13]。这些都是在设计儿童教育产品时应考虑的特性。

儿童在交互设计研究中的参与程度：仅仅是了解儿童不同阶段的发展特征并不足以以为交互设计提供足够的参考，儿童在任何产品的交互设计中都应充分参与。儿童在产品的设计过程中扮演的角色可以分为四个阶段：儿童作为产品用户、儿童作为测试者、儿童作为信息提供者以及儿童作为设计合作者^[16]。这一划分为此后研究提供了参考框架，许多研究者都会指出自己的研究是属于哪个阶段，其中儿童作为设计合作者是参与度最高的，产出的结果也更能反应儿童的真实需求和习惯，但研究难度也更大。

3.3 儿童交互产品评测方法

儿童交互设计研究作为人机交互的子领域，许多研究方法可以秉承人机交互领域的研究方法。文献[17]对人机交互研究方法做了整理和比较。

| | 方法 | 优点 | 缺点 | 使用情景 |
|----------|-------|------------------|----------------------|---------------|
| 自然设定 | 案例研究 | 自然环境，数据丰富 | 耗费时间，可推广性受限 | 描述，解释，建立假设 |
| | 田野调查 | 自然环境，可复制的 | 数据收集困难，不明确样本偏差 | 研究现有做法，评价新做法 |
| | 行动研究 | 一手经验，将理论付诸实践 | 道德问题、偏差、时间问题，不明确可推广性 | 产生并验证假设/理论 |
| 人工设定 | 实验室试验 | 控制变量，可复制的 | 有限的真实性，不明确可推广性 | 受控实验，验证理论或产品 |
| 不依赖环境的设定 | 调查研究 | 简单、成本低，减少样本偏差 | 上下文非敏感，无变量控制 | 从大量样本中收集描述性数据 |
| | 应用研究 | 目标是评测产品 | 需要进一步的设计使产品更通用 | 产品开发，验证假设或概念 |
| | 基础研究 | 不受解决方法的限制，解决新的问题 | 耗时、昂贵、可能无法产出结果 | 建立理论 |
| | 规范性著作 | 对一手经验提出见解 | 个人观点会影响结果 | 描述做法，建立框架 |

表 3 人机交互研究方法总结
(引自[17]，本文译)

基于表 3，文献[18]对现有的儿童科技产品设计研究中使用的方法进行了统计。从研究方法来看，在统计的 105 篇论文中，有 70%的研究是在自然环境下进行的，其中田野调查（Field Study）占 76%。田野调查也是所有研究方法中最多被采用的方法，105 篇论文中使用此方法的研究占 53%。从研究目的来看，有 67%的研究是为了评测产品，这些研究中有 53%是采用了田野调查。而同样是基于表 3，文献[19]对移动设备的人机交互研究中使用的方法也进行了统计，其中出于评测目的的研究使用田野调查方法的研究非常少，这主要是因为自然环境下很难对研究进行控制，难以判断许多环境因素的影响。而在儿童评测研究中田野调查如此多的被采用，一方面是因为这些外在环境因素影响被认为更有助于判

断产品设计的可用性和有用性，另一方面也是因为学校是最容易招到被试的地方，儿童也更容易适应环境。

儿童交互产品的评测难度要比成人大很多，由于语言、认知水平等限制，儿童有时并不能理解任务或准确的表达自己的想法和感受，测试者应该在设定评测任务时充分考虑指令的传达方式以及任务本身的难度是否适合这个年龄段的儿童，例如学龄前儿童不能在完成任务的同时进行有声思维。此外，儿童的注意力集中时间比较短，整个测试的时间应尽量缩到最短^[20]。

通过对以往研究文献的梳理，我们对人机交互及儿童交互设计研究领域的发展及研究方法有了全面的了解。我们发现虽然相关领域有一定的研究基础，但随着移动端产品的快速发展，对儿童移动应用的交互设计研究尚有欠缺，本研究从过去的研究中明确了研究方向并总结出了合适的研究方法。

4 研究设计

4.1 研究方法

本研究选择田野调查（Field Study）的方法进行探索性研究。选择若干具有代表性的儿童移动应用，设计相应的评测任务和观察指标，随机选取适龄儿童进行交互评测，并通过参与观察（Participant Observation）的方法收集视频数据，记录全部评测过程。视频记录可减轻研究者记录细节的负担，而将注意力集中在与受测者的互动对话上。行为研究中，肢体语言、手势及面部表情都是十分有价值的信息^[21]，特别是对低龄儿童，行为信息比语言信息的可信度更高。这是因为儿童在被提问时有取悦成人的心理，他们对提问倾向给出积极的回答^[22]。测试过程中记录下来的视频数据用于随后的细节收集和分析，以避免遗漏重要的行为信息。

4.2 研究对象

本研究选择 4~6 岁的儿童作为受试者，选择这个年龄段儿童有以下两点考虑：

第一，根据 2013 年 8 月的 Apple App Store 数据，前 200 位热门畅销的教育类应用中有 60%的教育类应用是面向儿童的，而这其中有 82%的应用时面向 4~6 岁儿童的（表 1）。这个年龄段的儿童虽然认知水平和学习能力已经有了一定的发展，但是尚未接受小学教育，所以家长们愿意借助智能应用对儿童进行早期教育及智力开发。因此，这个年龄段的儿童是教育类移动类应用最广泛的一群受众，移动应用开发者也更关注此年龄段儿童的信息行为及认知水平。

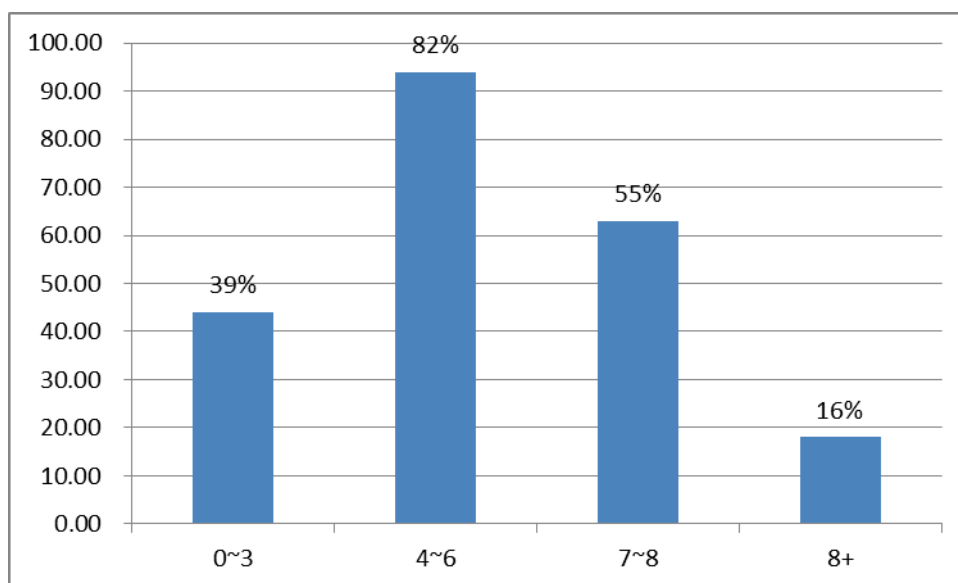


表 4 Apple App Store 中儿童教育类应用适用年龄分布

第二，儿童的成长过程中，在特定的年龄段会出现显著变化，跳跃式地进入一个新阶段。儿童的成长阶段可从社会心理、生理以及认知发展等角度进行划分。埃里克森的社会心理发展理论^[13]将 3~6 岁儿童划分为第一阶段，在这个阶段儿童有了尝试新鲜事物的意愿，并且能够应对一定程度的失败。从生理的角度讲，3~6 岁期间，儿童的精确操作技能和粗略操作技能都有了显著提升，因此这个年龄段的儿童的操作能力是可以独立完成与移动应用交互的。从认知角度来看，根据皮亚杰认知发展理论，4~7 岁被称为前运思期，这个阶段的儿童以自我为中心，很难从别人的角度理解问题，能够理解符号和词汇，并且能区分现实和虚幻，但对于抽象事物的理解有困难，且不具有逻辑思考的能力^[6]。此外，虽然这个年龄的儿童有许多已经开始识字，但在应用设计中依然要考虑到文字给他们造成的困惑。基于这些理论，可以看出 4~6 岁的儿童无论是在生理、心理还是认知发展上有很大共性，他们具备了使用移动应用的操作技能，并达到了理解应用交互的认知水平。然而与成人相比仍有显著差别。因此，对 4~6 岁儿童的信息行为进行深入了解，对应用的设计者以及引导儿童使用应用的家长都有指导意义。

4.3 测试应用选择

本研究一共选择了 4 款应用进行测试，分别是 *Doodlecast*, *Draw & Tell*, *Draw Animals* 和“手绘艺术家”。选择以上应用的原因有以下两点：

第一，这四款应用中的选择、删除和保存模块的交互设计具有很强的代表性，覆盖了现有儿童移动应用中的典型的设计形式。在不同应用中我们选择不同模块作为评测任务，如表 5 所示。

| | Doodlecast | Draw & Tell | Draw Animals | 手绘艺术家 |
|----|-------------------|--|----------------------------|----------------------|
| 选择 | 列表浏览，上下划动 | N/A | 书本翻页式，可通过点击左右箭头或左右划动屏幕进行翻页 | 列表浏览，左右划动 |
| 保存 | 完成后点击对勾或返回主页时自动保存 | 退出时自动保存，并直接进入“My Drawings” | N/A | N/A |
| 删除 | N/A | 1. 点击垃圾桶-选择删除对象-确认删除； 2. 拖拽（贴纸）删除对象至屏幕外 | N/A | 划动界面以选中删除对象-垃圾桶-确认删除 |

表 5 测试应用的通用模块交互设计特点

第二，这四款应用的设计质量较高。选择高质量的应用，可以减少测试时由于不流畅的设计对受试者所带来的干扰，并保持受试者的兴趣。虽然前三款的语言是英文，但针对这个年龄段的应用设计一般都会假定使用者无识字能力^[6]，也就是说应用中即使没有文字引导儿童也能正常操作，因此可以认为这些应用的语言环境不会影响实验的评测结果。

4.4 测试任务

表 6 列举了针对每一个通用模块所设计的测试任务。为了避免因任务顺序而影响实验结果（包括儿童的兴趣、注意力和试错学习等），实验过程中安排每个受试者按照不同的先后顺序来完成任务。

其中，1) 选择任务的设置是为了观察受试者对翻页操作的理解和掌握程度，受试者需要选中的目标都在列表的第二页；2) 保存任务的设计是为了考察儿童

对保存的理解以及他们有没有保存的需求；3) 删除任务是为了了解什么样的删除操作流程和交互设计是易被儿童理解和操作的。

| | Doodlecast | Draw & Tell | Draw Animals | 手绘艺术家 |
|----|--|---------------------------|--------------|---------|
| 选择 | 找到一只小猫 | N/A | 找到一只小鸭子 | 找到一条小鱼 |
| 保存 | 询问： 刚刚画完的画是否被保存了？ 是否理解保存是什么意思？ 回到主页，询问能不能找到刚才完成的画 | | N/A | N/A |
| 删除 | N/A | 删除其中一幅画 删掉刚才放上去的贴纸 | N/A | 删掉其中一幅画 |

表 6 测试任务

5 数据分析及讨论

参与本次研究的儿童是通过方便取样的原则选择的，在公共场所和幼儿园随机邀请年龄在 4~6 岁的儿童参与测试，一共获得了 12 个儿童的测试样本。

在数据处理及分析的过程中，需要考虑受试者是否使用过 ipad。有 ipad 使用经验的儿童与无经验的儿童相比，交互过程明显更为顺畅。因此对于操作效率的评价，本研究重点参考使用过 ipad 的儿童的实验数据，而没有使用过 ipad 的儿童的行为更有助于评价交互设计是否符合这个年龄段儿童的认知水平。以下是实验测试中任务有效完成情况的统计信息。

| 编号 | 性别 | 年龄 | 是否用过 ipad | 测试应用及任务 | | | | | | |
|------|----|------|-----------|-----------|----|--------------|------------|----|-------|----|
| | | | | Draw&Tell | | Draw Animals | Doodlecast | | 手绘艺术家 | |
| | | | | 保存 | 删除 | 选择 | 选择 | 保存 | 选择 | 删除 |
| 1 | 男 | 5 岁半 | 是 | | √ | √ | | | | |
| 2 | 男 | 5 岁半 | 是 | | | | √ | √ | √ | √ |
| 3 | 女 | 5 岁半 | 是 | √ | √ | | | | | |
| 4 | 女 | 6 岁 | 是 | | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 5 | 男 | 6 岁 | 是 | √ | √ | | √ | | √ | √ |
| 6 | 女 | 6 岁 | 否 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 7 | 女 | 5 岁半 | 是 | √ | √ | | | | | |
| 8 | 男 | 4 岁半 | 是 | √ | √ | √ | √ | | √ | √ |
| 9 | 男 | 6 岁 | 否 | √ | √ | | √ | | | |
| 10 | 男 | 6 岁 | 否 | | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 11 | 男 | 6 岁 | 是 | | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 12 | 女 | 6 岁 | 是 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 数据统计 | | | | 7 | 11 | 7 | 9 | 6 | 8 | 8 |

表 7 测试任务完成情况统计

根据以上评测数据，本研究采用定性分析的方法对选择、保存和删除这三个通用任务模块的不同交互设计进行了比较，分析儿童在不同任务模块中的交互行为和认知水平，并提出了相应的设计指导。

5.1 定性分析

5.1.1 选择功能模块

绝大多数的儿童应用中的选择界面都采用最简单直观的平铺列表样式，浏览列表时的交互方式主要是左右划动、上下划动和左右箭头点击。“手绘艺术家”、*Doodlecast* 和 *Draw Animals* 的选择界面分别对应以上三种交互方式，经分析测试过程中录制的视频数据，所得结果如下：

第一，选择页面不应设置边界。图 1 和图 2 分别是“手绘艺术家”和 *Doodlecast* 的选择界面，这两个界面都是延展性的，没有边界，因此在测试时，所有在这两个应用中完成此任务的儿童都知道要找的目标需要往后翻才能找到，并且很熟练地上下/左右划动页面找到了目标。



图 1 手绘艺术家选择界面

而图 3 中的 *Draw Animals* 的选择界面是以书本的页面形式将可选对象呈现在矩形框中，在完成此任务测试的 7 个受试者中，只有 3 个用过 ipad 的儿童能够在任务提出时很快做出反应，向左划动进行翻页操作，其余有 2 个儿童（包括

一个首次使用 ipad 的) 迟疑了一段时间才尝试点击箭头或划动, 而另 2 个(包括一个首次使用 ipad 的) 儿童直接停留在第一个页面提出“找不到”或者“没有”, 没有进行任何翻页尝试, 直到提示其“翻翻看”才尝试翻页。

因此我们认为设置边界的选择页面会对儿童造成困惑, 使他们以为没有后续页面可以浏览、选择, 特别是对于没有使用经验的儿童很容易认为这个页面中的内容是所有可选范围。选择界面应设计为上下或左右可延展的, 而非封闭的, 这样儿童才更能知道还有更多的选择。



图 2 Doodlecast 选择界面

第二，划动比点击箭头更有效。在图 1 和图 2 两个界面中, 参与测试的儿童都能顺畅地进行相应的划动操作, 在图 3 中, 8 个受试者中最终只有 2 个是通过点击左右箭头来进行翻页的, 且点击完全凭直觉尝试, 不能准确地使每一次点击都能成功翻页。因此, 我们认为大多数 4~6 岁的儿童能够自然地通过划动操作进行翻页, 比用点击箭头操作更习惯。此外, 根据皮亚杰的认知理论, 2~7 岁的儿童已经能够对特定的目标进行点击操作, 不过这个目标必须足够大^[6]。而在图 3 界面中, 两个箭头过于紧凑且比较小, 这可能也是儿童无法通过点击箭头进

行准确高效的翻页的原因之一。



图 3 Draw Animals 选择界面

5.1.2 保存功能模块

用来测试保存模块的两款软件 *Doodlecast* 和 *Draw & Tell* 均为完成或退出时自动保存。基于儿童在完成保存模块的任务时的表现，本研究对儿童对保存的认知进行了分析，并提出了更容易被儿童理解的设计方案。

第一，4~6 岁儿童能理解保存的含义并且有保存成果的需要，但没有再次找出它们的需求。在 11 个受试者中，有 3 个主动提出想要保存完成的作品。其余 8 个受试者在完成绘画后被询问“想不想把它保存下来”时，均点头或回答想要保存。由此认为这个年龄的儿童有保存成果的需求。被询问“是否知道保存是什么意思”的 5 个受试者全部表示知道，有 2 个受试者还迅速说出了对保存的理解，分别是“就是藏在一个地方”，“保存就是有了”。然而在询问“是否想要找到刚才完成的画”时，11 个受试者中有 6 个没有做出反应，只有 5 个点头，这 5 个受试者中有 3 个回到原来的选择界面把原画纸找了出来，而不是自己完成的作品。据此，我们推测 4~6 岁儿童有保存需求，但回顾已保存成果的需求并不大。

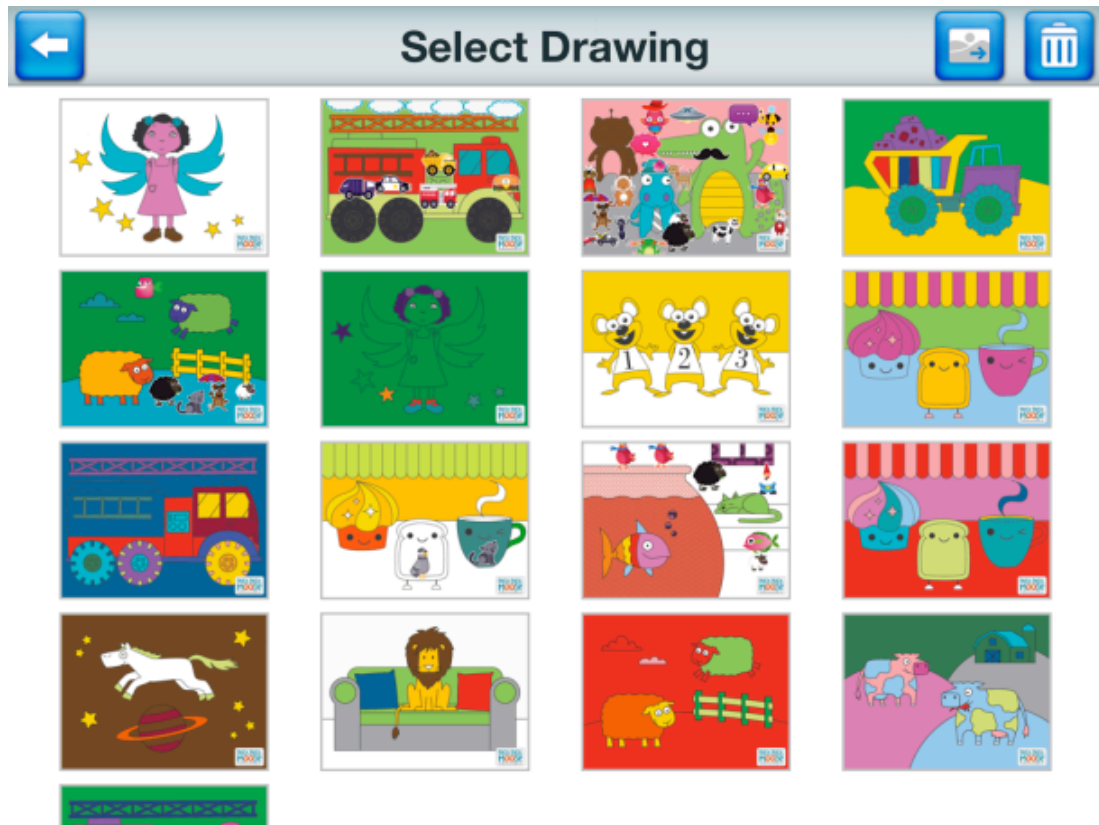


图 4 Draw & Tell 保存界面

第二，儿童更容易理解的保存方式是：1) 有反馈的自动保存；2) 通过拍照来保存。在测试中 3 个主动提出保存的儿童和 8 个被询问后表示想要保存的儿童，都在引导下完成自动保存并进入图 4 或图 5 界面。图 4 为 *Draw & Tell* 退出并自动保存后返回的界面，被询问且做出回答的 5 个受试者中有 4 个知道自己的画被保存了，只有 1 个表示不知道。图 5 为 *Doodlecast* 点击对勾并自动保存后返回的界面，被询问且做出回答的 6 个受试者中只有 2 个知道自己的画被保存了，有 1 个摇头表示没有被保存，有 3 个表示不知道。据此我们推测 *Draw & Tell* 的保存设计更容易被儿童理解。这是由于用户对系统的理解、控制难度很大程度上依赖于用户与其交互时是否能够获得及时、清晰的反馈^[7]。因此图 4 所示的清晰直接的反馈使儿童更易理解自己的作品被保存了。



图 5 Doodlecast 保存界面

此外，在 3 个主动提出要保存的儿童中，其中两个的表述是“想要给它照张相”。由于学龄前儿童倾向于将新的情景和以前经历过得相似情景联系起来^[12]，而照相是 4~6 岁的儿童生活中最熟悉的保存方式，所以像应用 *Toca Tailor* 中每完成一幅作品后通过拍照来保存的设计方式更贴近儿童生活，更容易理解

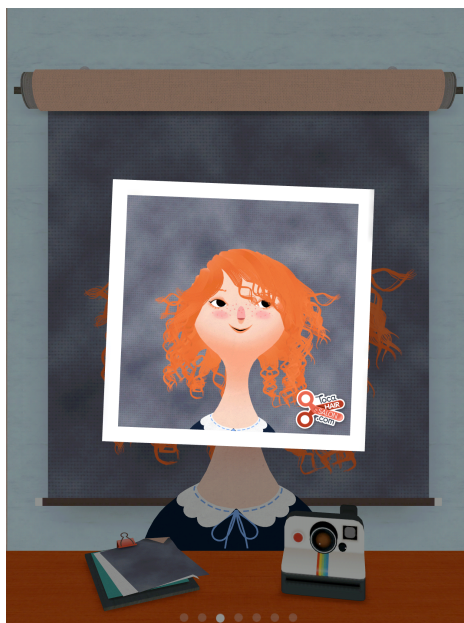


图 6 Hair Salon 2 拍照保存界面

5.1.3 删除功能模块

儿童应用中的删除功能主要有两种，一种是文档管理中的文档删除，如绘画软件中删除一副绘画；第二种是任务过程中的删除，如删除输入的某个数字或绘画中的某个贴纸。删除功能模块的交互设计主要有三种：1) 先选中对象选择操作；2) 先选择操作再选择对象；3) 直接对目标对象进行操作。“手绘艺术家”、*Draw & Tell*的删除绘画功能和*Draw & Tell*画板中的贴纸删除分别对应这三种形式。受试者在完成这三种删除任务时的交互行为具有很大的共性：



图 7 Draw & Tell 删除界面

第一，儿童习惯先选中对象再进行删除操作。在图 6 所示 *Draw & Tell* 的图画管理界面中，11 个受试者在被要求删除某副画时的第一反应都是先点击要删除的画，即使在提示他们返回图 6 界面进行操作后，有 9 个儿童依然会继续尝试点击要删除的画，在反复尝试后或进一步提醒下才发现并点击图 6 右上角的垃圾桶。

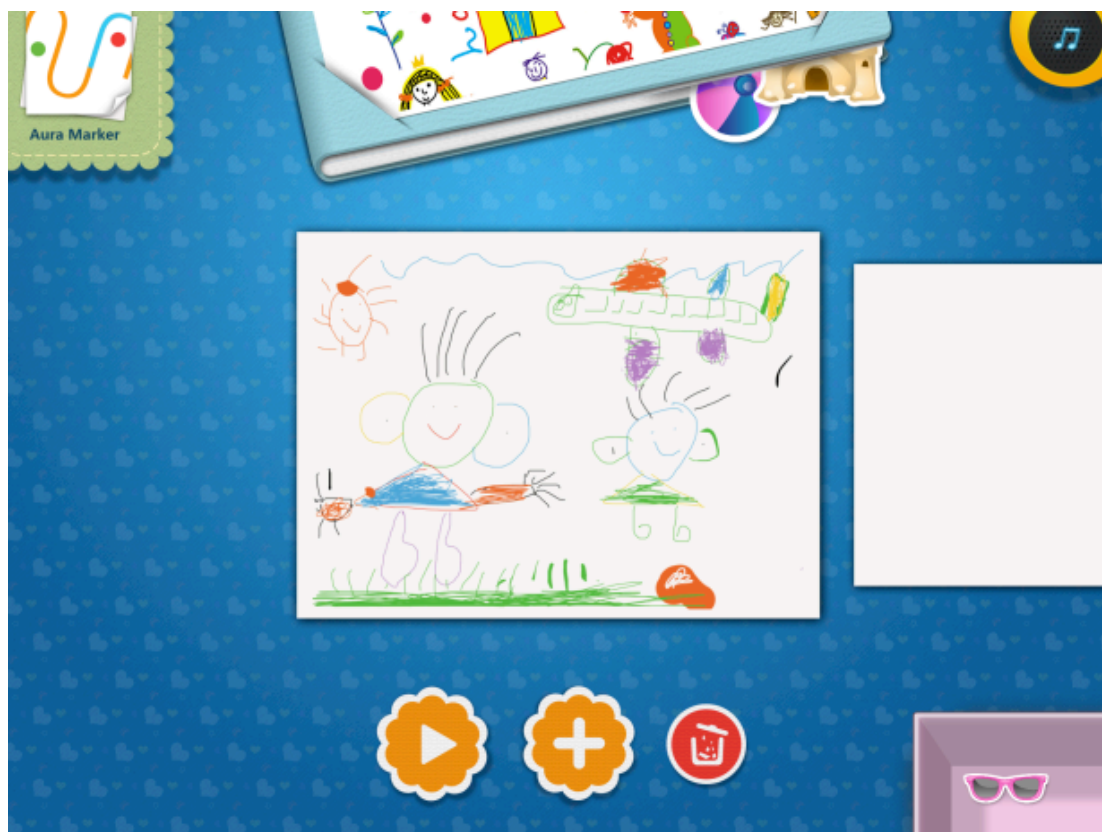


图 8 手绘艺术家删除界面

在图 7 所示的“手绘艺术家”的界面中，在 8 个被要求删除当前绘画的受试者中，有 3 个受试者能快速发现红色的垃圾桶图标完成操作，而其余 5 个受试者则会首先点击这个要删除的对象。

在图 8 所示 *Draw & tell* 的绘画界面中，完成删除贴纸任务的 11 个受试者的第一反应也都是先点击要删除的贴纸，而非直接拖拽贴纸。虽然拖拽贴纸至屏幕外的设计看似简单，但是用户还是更容易掌握经典的交互界面，因为他们可以将已有的操作经验运用到新的应用中，而一个新颖独特但用户不熟悉的界面即使复杂度更低也有可能導致易用性降低^[7]。在设计删除或者其他操作任务时，设计者应注意儿童的交互习惯，从而减少无效操作，提高交互效率。

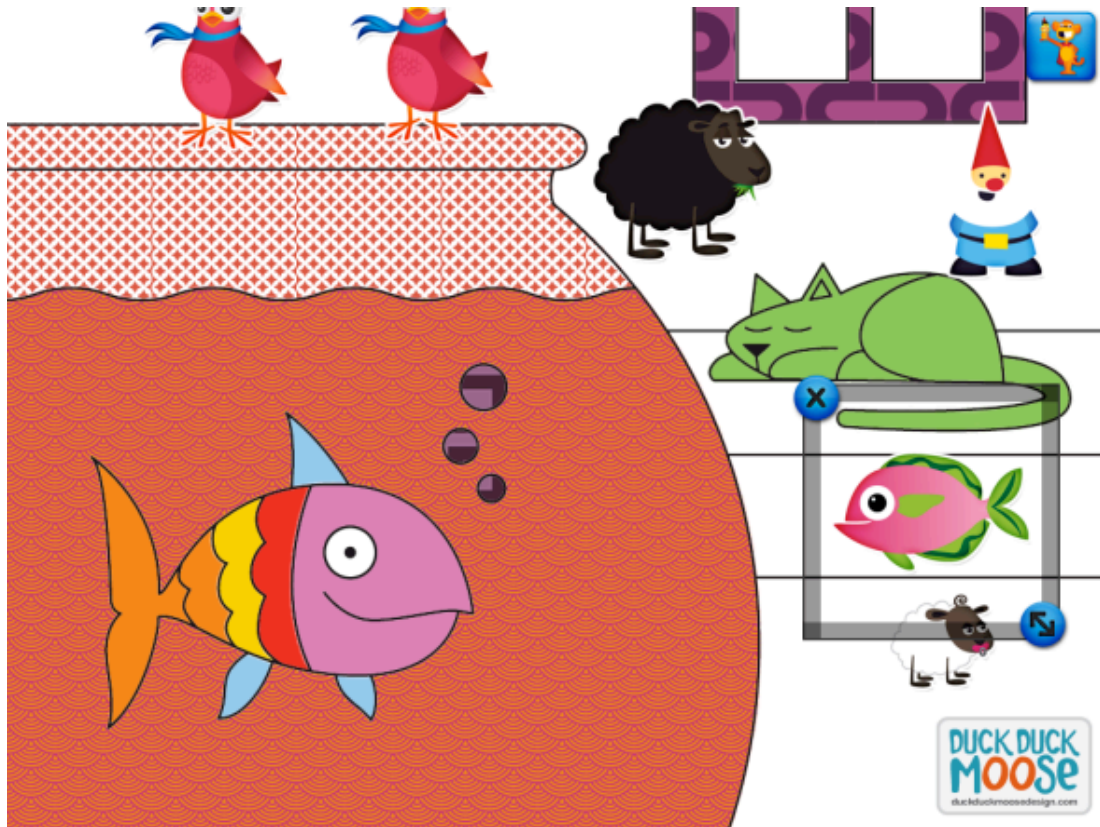


图 9 Draw & Tell 删除贴纸

第二，儿童对垃圾桶和叉号这种明显的图标很熟悉。在图 6 和图 7 的界面中，儿童在执行删除任务时，一旦发现垃圾桶标志就会立即进行点击操作。儿童在图 6 界面中点击垃圾桶并选中要删除的图画后会进入图 9 所示界面确认删除，此时 11 个受试者中有 3 个会点击图片上的叉号，而不是图片下的红色文字。在图 8 中，受试者在点击要删除的贴纸出现左上角的叉号时，会反复尝试点击叉号。根据以上三种现象我们可以推测，在儿童的认知中垃圾桶和叉号是具有删除语义的，并且他们对这些图标非常熟悉。Deloache 研究发现大多数三岁以上的儿童已经知道图标具有一定的含义，可以代表现实生活中的事物。他们在使用图标的过程中，需要把图标和现实生活中的事物通过相应的元素联系起来，从而理解其含义^[12]。因此在为儿童设计控件图标时，模拟现实生活中的事物可以使儿童更容易理解。

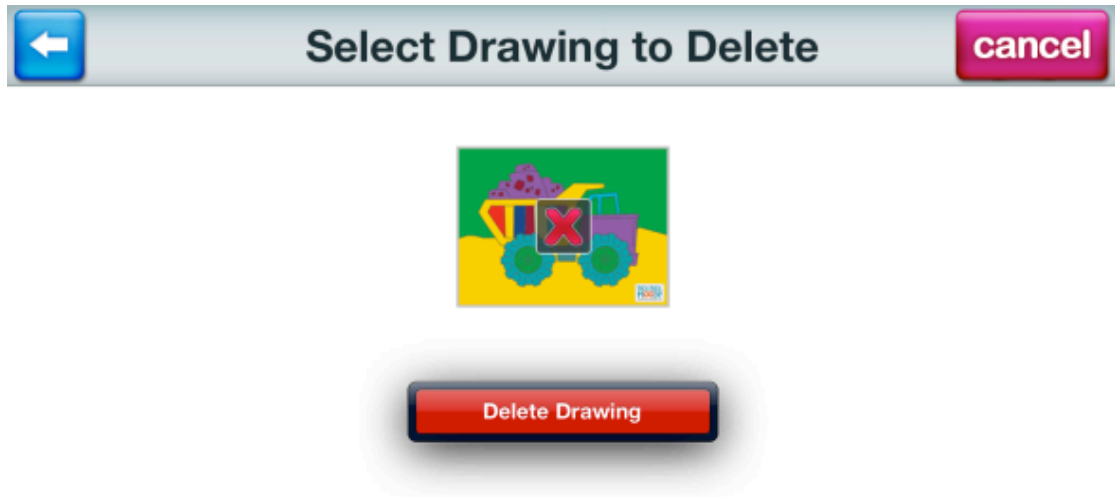


图 10 Draw & Tell 确认删除

第三，儿童更倾向于任务过程中的撤销或删除操作，但任务完成后没有进行删除管理的需求。在完成删除操作的受试者中，有 4 个受试者在点击进入绘画后使用橡皮擦或画纸内的撤销功能对图画进行擦除。我们推测，这些儿童并不理解为什么要删除整幅绘画，而是认为将画纸变回空白就是删除。大多数成人有对文档进行回顾、整理、删除等管理操作的需求，然而，如同浏览已保存的图画一样，删除等文档管理功能对大多数 4~6 岁儿童来说并没有意义，他们需要的只是任务过程中进行删除或撤销等修改。

5.2 定量分析

在上文定性研究的基础上，我们还从研究视频中提取了儿童测试时的操作时间、错误次数等定量数据，以期对定性研究的结果进行进一步的验证。根据实际数据的可获得性，最终获得了以下指标：进入选择界面后的反应时间（t1），选择任务完成时间（t2），删除任务错误操作次数，以及删除任务完成时间（t3）。对于以上指标，我们选择的定量分析方法是统计学中常用的 ANOVA 分析及后效

分析，从而检验不同应用间交互设计可用性的差异显著性，当 ANOVA 分析的 p 值在 $(0, 0.05]$ 时我们认为差异显著，当 p 值在 $(0.05, 0.1]$ 时我们认为差异边缘显著。

5.2.1 选择任务定量指标分析

上文定性研究的初步结果发现，*Draw Animals* 的选择界面由于设置了边界而对用户造成困惑，那么受试者在进入界面后反应的时间会比其他两个应用长。针对这个结果，我们对受试者在三种应用中，从进入选择界面到开始第一次划动/点击的时间 (t_1) 进行了 ANOVA 分析及后效检验。结果发现：“手绘艺术家”、*Doodlecast* 和 *Draw Animals* 三个应用在选择的用时上的差异达到边缘显著 ($F=2.831, p=0.082<0.1$)，具体结果见表 8。

| t_1 | 平方和 | 自由度 df | 均方 | F 值 | P 值 |
|-------|----------|----------|----------|-------|------|
| 组间误差 | 651.236 | 2 | 325.618. | 2.831 | .082 |
| 组内误差 | 2415.722 | 21 | 115.034 | | |
| 总误差 | 3066.958 | 23 | | | |

表 8 进入选择界面到第一次划动/点击的反应时 (t_1) ANOVA 分析

进一步的后效检验发现，*Draw Animals* 中进入选择界面后的反应时间显著高于“手绘艺术家” ($p=0.039<0.05$)；*Draw Animals* 的反应时间高于 *Doodlecast* 也达到边缘显著 ($p=0.064<0.1$)，而“手绘艺术家”和 *Doodlecast* 之间的反应时间差异并不显著 ($p=0.748>0.1$)，详见表 9。

| | | 均值差 | 标准误差 | p 值 |
|--------------|--------------|------------|---------|------|
| 手绘艺术家 | Doodlecast | -1.69444 | 5.21161 | .748 |
| | Draw Animals | -12.25000* | 5.55093 | .039 |
| Doodlecast | 手绘艺术家 | 1.69444 | 5.21161 | .748 |
| | Draw Animals | -10.55556 | 5.40510 | .064 |
| Draw Animals | 手绘艺术家 | 12.25000* | 5.55093 | .039 |
| | Doodlecast | 10.55556 | 5.40510 | .064 |

表 9 进入选择界面到第一次划动/点击的反应时 (t_1) 后效检验

此外，根据上文定性研究的初步结果，*Draw Animals* 除了选择界面的边界设置使受试者进入界面的反应时间要比其他两款应用长外，箭头翻页的交互方式可能使受试者完成任务的效率降低，那么受试者在 *Draw Animals* 中完成选择任务的时间也应更长。针对这个结果，我们对受试者在三种应用中完成选择任务的时间（t2）进行了 ANOVA 分析及后效检验。结果发现：“手绘艺术家”、*Doodlecast* 和 *Draw Animals* 三个应用在选择的用时上的差异达到显著（ $F=4.040$, $p=0.037<0.05$ ），具体结果见表 10。

| t2 | 平方和 | 自由度 df | 均方 | F 值 | P 值 |
|------|----------|--------|---------|-------|------|
| 组间误差 | 1440.696 | 2 | 720.348 | 4.040 | .037 |
| 组内误差 | 3031.504 | 17 | 178.324 | | |
| 总误差 | 4472.200 | 19 | | | |

表 10 完成选择任务的时间（t2）ANOVA 分析

进一步的后效检验发现，*Draw Animals* 的选择用时显著高于“手绘艺术家”（ $p=0.022<0.05$ ）；*Draw Animals* 的选择用时也显著高于 *Doodlecast*（ $p=0.020<0.05$ ），而“手绘艺术家”和 *Doodlecast* 之间的选择用时差异并不显著（ $p=0.982>0.1$ ），详见表 11。

| | | 均值差 | 标准误差 | p 值 |
|--------------|--------------|------------|---------|------|
| 手绘艺术家 | Doodlecast | -.16071 | 6.91124 | .982 |
| | Draw Animals | -19.68571* | 7.81918 | .022 |
| Doodlecast | 手绘艺术家 | .16071 | 6.91124 | .982 |
| | Draw Animals | -19.52500* | 7.61283 | .020 |
| Draw Animals | 手绘艺术家 | 19.68571* | 7.81918 | .022 |
| | Doodlecast | 19.52500* | 7.61283 | .020 |

表 11 完成选择任务的时间（t2）后效检验

以上对 t1 和 t2 两个时间指标的分析在一定的可信度区间内验证了我们对选择功能模块定性分析得出的结论，对定性分析做了很好的补充。

5.2.2 删除任务定量指标分析

在上文定性研究中我们发现发现，受试者对删除贴纸功能的交互设计并不熟悉，而对“手绘艺术家”和Draw & Tell的删除图画功能的交互设计中的垃圾桶等图标更熟悉。我们认为受试者对任务越不熟悉或者可用性越低，他们就需要越多的尝试，从而错误操作就越多，完成任务所需要的时间也更长。针对这个分析结果，我们首先对受试者在完成这三个删除任务过程中的错误操作次数进行了ANOVA分析及后效检验，在分析前我们对数据进行了清洗，删掉了其中一个极端值。结果发现：“手绘艺术家”、Draw & Tell删除图画和删除贴纸三个删除功能中的错误操作次数差异显著（F=3.420, p=0.050），具体结果见表12。

| 错误操作 | 平方和 | 自由度 df | 均方 | F 值 | P 值 |
|------|----------|--------|---------|-------|------|
| 组间误差 | 549.188 | 2 | 274.594 | 3.420 | .050 |
| 组内误差 | 1846.850 | 23 | 80.298 | | |
| 总误差 | 2396.038 | 25 | | | |

表 12 删除任务错误操作次数 ANOVA 分析

通过进一步的后效检验，我们发现删除贴纸任务中的错误操作次数显著大于“手绘艺术家”（p=0.018<0.05），而与 Draw & Tell 删除图画功能中的错误操作次数差异并不显著（p=0.110>0.1）；且“手绘艺术家”和 Draw & Tell 删除图画之间的错误操作次数差异也不显著（p=0.411>0.1），详见表 13。

| | | 均值差 | 标准误差 | p 值 |
|-------------|-------------|------------|---------|------|
| 手绘艺术家 | Draw & Tell | -3.75000 | 4.48045 | .411 |
| | 删除贴纸 | -10.82500* | 4.25053 | .018 |
| Draw & Tell | 手绘艺术家 | 3.75000 | 4.48045 | .411 |
| | 删除贴纸 | -7.07500 | 4.25053 | .110 |
| 删除贴纸 | 手绘艺术家 | 10.82500* | 4.25053 | .018 |
| | Draw & Tell | 7.07500 | 4.25053 | .110 |

表 13 删除任务错误操作次数后效检验

除了错误操作次数，我们也对反映删除功能模块的交互设计可用性的另一指标，即完成删除任务所用时间（t3）进行了 ANOVA 分析和后效检验，结果发现这三个删除功能模块中的任务完成时间没有显著差异（ $F=0.363$, $p=0.700>0.1$ ），详见表 14。在进一步的后效分析中也没有发现显著差异，详见表 15。

| t3 | 平方和 | 自由度 df | 均方 | F 值 | P 值 |
|------|-----------|--------|----------|------|------|
| 组间误差 | 956.540 | 2 | 478.270 | .363 | .700 |
| 组内误差 | 28994.900 | 22 | 1317.950 | | |
| 总误差 | 29951.440 | 24 | | | |

表 14 完成删除任务所用时间（t3）ANOVA 分析

| | | 均值差 | 标准误差 | p 值 |
|-------------|-------------|-----------|----------|------|
| 手绘艺术家 | Draw & Tell | -7.10000 | 17.22030 | .684 |
| | 删除贴纸 | -16.00000 | 18.78889 | .404 |
| Draw & Tell | 手绘艺术家 | 7.10000 | 17.22030 | .684 |
| | 删除贴纸 | -8.90000 | 17.89060 | .624 |
| 删除贴纸 | 手绘艺术家 | 16.00000 | 18.78889 | .404 |
| | Draw & Tell | 8.90000 | 17.89060 | .624 |

表 15 完成删除任务所用时间（t3）后效检验

5.3 讨论

在定性研究的初步探索中我们得到了一些具有启发性的结论，随后我们又在研究过程收集到的视频中提取出了可用的定量指标，希望通过定量数据来共同探索定性分析中提出的问题。根据以上的分析结果，我们发现在对选择模块的分析中，定量分析的结果基本可以支持定性分析中的结论，而删除模块中的定量研究与定性研究则有一定出入，但我们并不能确定这是由于定性研究中的主观判断造成的，还是由于定量研究中的不足引起的。我们认为本研究的定量研究存在以下不足之处：

1) 样本量不足。在小样本中数据波动大且具有偶然性，我们认为样本量不足是导致分析结果不显著的主要原因；

2) 实验控制不严格。由于本研究采用的是田野调查,而非严格的控制实验,影响完成时间、错误操作次数等的变量并不只是定性分析中总结的原因,其他交互设计上的因素、受试者认知水平、以及外界环境因素都有可能对收集到的数据产生影响,使收集到的数据不能真实反应我们希望检验的交互设计因素的可用性,从而影响定量分析的检验结果。

因此我们希望在未来的研究中通过增大样本量,设计更科学、严格的实验等方法来进一步验证本研究的结果。

6 总结

本研究的数据来源是对 12 个儿童的实验观察。虽然实验的样本量有限，且定量分析结果并不能完全验证定性分析中的结论，但是考虑到实验对象是随机选取的，并且在实验过程中的交互行为表现出很大的共性，因此，可以认为本文观察得到的儿童交互行为习惯具有一定的代表性。据此，本文提出的若干设计建议，可以为儿童移动应用的研究者和设计者提供一定的参考。

通过本次研究，我们可以看出对交互设计细节的研究的重要性，因为任何一个细节设计都可能直接影响应用的可用性，从而影响儿童应用的教育性或娱乐性。此外，在测试过程中，我们也发现儿童的试错学习能力和适应能力是非常强的，在经过反复尝试后或者简单的引导下，儿童便可以很快掌握各种交互动作，熟练地完成操作任务。因此，交互设计的细节固然十分关键，但对于长时间接触或使用过类似应用的儿童来说，交互设计可能不再是影响其娱乐性或教育性的最主要因素。在了解儿童的交互习惯并保证可用性的基础上，儿童移动应用的设计者和研究者还应进一步思考如何通过恰当有趣的方式为儿童提供有价值的知识，培养儿童的能力，从而使儿童移动应用被儿童喜爱、被家长认同，并更好的发挥其教育意义。在下一步研究中，我们也将进一步考察和比较交互设计和内容呈现形式这两个因素对儿童移动应用的教育和娱乐效果影响的重要程度。

参考文献

- [1] 蔡晓芳.儿童移动应用软件中的交互设计研究[D].北京:北京大学, 2013.
- [2] Zero to Eight: Children's Media Use in America 2013. (2013): Common Sense Media.
- [3] <http://148apps.biz/app-store-metrics/>
- [4] Shuler, C., Levine, Z., & Ree, J. (2013). iLearn II: An Analysis of the Education Category Apple's App Store: The Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop.
- [5] U.S. KIDS LOOKING FORWARD TO IHOLIDAY 2011. (2011), from <http://www.nielsen.com/us/en/newswire/2011/us-kids-looking-forward-to-iholiday-2011.html>
- [6] Bruckman A., Bandlow A., Forte A. HCI for Kids [A]. In: Sears A, Jacko J A. The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications, Second Edition [C]. New York: CRC Press, 2008. 795-800.
- [7] Thomas J.C., Richards J.T.. Achieving Psychological Simplicity: Measures and Methods to Reduce Cognitive Complexity [A]. In: Sears A., Jacko J.A.. The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications, Second Edition [C]. New York: CRC Press, 2008. 490-497.
- [8] Zhang, P., Nah, F. F.-H., & Preece, J.. HCI studies in management information systems [J]. Behaviour & Information Technology, 2004, 23(3), 147 - 151.
- [9] Banker, R. D., & Kaufmann, R. J. The evolution of research on information systems: A fiftieth-year survey of the literature in management science [J]. Management Science, 2004, 50(3), 281 - 298.
- [10] Rogers Y, Sharp H, Preece J. Interaction design: beyond human-computer interaction [M]. John Wiley & Sons, 2011.
- [11] Gerlach J H, Kuo F Y. Understanding human-computer interaction for information systems design [J]. MIS Quarterly, 1991, 15(4): 527-549.
- [12] Hourcade J.P.. Interaction Design and Children [M]. Hanover: now Publisher Inc, 2008.13-22.

- [13] Markopoulos P., Read J.C., MacFarlane S., et al. Evaluating Children's Interactive Products [M]. Morgan Kaufmann, 2008. 6-12.
- [14] Strommen E. Children's use of mouse-based interfaces to control virtual travel [C] // Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, 1994: 405-410.
- [15] Bederson B B, Hollan J D, Druin A, et al. Local tools: An alternative to tool palettes [C] // Proceedings of the 9th annual ACM symposium on User interface software and technology. ACM, 1996: 169-170.
- [16] Druin A. The role of children in the design of new technology [J]. Behaviour and information technology, 2002, 21(1): 1-25.
- [17] Wynekoop, J.L. and Conger, S.A.: A Review of Computer Aided Software Engineering Research Methods. [C] // Proceedings of the IFIP TC8 WG 8.2 Working Conference on The Information Systems Research Arena of The 90's, Copenhagen, Denmark, 1990
- [18] Jensen J J, Skov M B. A review of research methods in children's technology design [C] // Proceedings of the 2005 conference on Interaction design and children. ACM, 2005: 80-87.
- [19] Kjeldskov J, Graham C. A review of mobile HCI research methods [M] // Human-computer interaction with mobile devices and services. Springer Berlin Heidelberg, 2003: 317-335.
- [20] Dumas J S, Fox J E. Usability testing: Current practice and future directions [J]. Human-Computer Interaction: Development Process, 2009: 231.
- [21] Goldman-Segall, R. Looking Through Layers: Reflecting Upon Digital Video Ethnography [J]. JCT: An Interdisciplinary Journal for Curriculum Studies, 1996, 13(1), 23 - 29.
- [22] Hanna, L., Ridsen, K., & Alexander, K.. Guidelines for Usability Testing with Children [J]. Interactions, 1997, 4(5), 9 - 14.

致谢

首先诚挚的感谢我的指导老师王军教授及徐毅斐老师的悉心教导，是他们使我对儿童移动应用的交互设计以及整个人机交互领域有了由浅至深的了解，他们不断的为我指出正确的方向和实用的研究方法，使我获益匪浅。老师对学问认真严肃的态度更是让我十分钦佩，是我学习的典范。

本论文的完成还要感谢心理系博士赖凯声，我们的大师兄。在我论文最后也是最纠结的修改阶段帮我梳理分析思路，规范我的分析方法和论文写作，使我的论文更有逻辑也更严谨，被大师兄修改后的论文感觉逼格高了好多。

此外，也要感谢张鹏翼老师和黄文彬老师在组会中提出的建议和指导，不仅在撰写论文初期有了更具体的思路，也让我更有动力把论文做好。

四年里，我在学术上有了一定的成长，感谢李常庆老师在我大二时给我机会加入他的研究，让我对科研有了初步的认识。感谢张鹏翼和刘畅老师，在跟她们做项目的过程中，我接触并了解了人机交互领域，体会到了这个学科的乐趣，明确了日后学习研究的发展方向。感谢王军老师的暑期课以及他和徐总一年来在儿童移动应用交互领域的深入密切指导，使我体会到了做研究的辛苦和快乐，也学到了很多干货。

还要感谢这四年里朝夕相处的 142 小伙伴，特别是在论文的最后阶段陪我吐槽。感谢没心没肺的 KEG 众陪我度过最忙碌大三上，一起学习和玩耍。感谢我的好伙伴们，在这里就不一一列举啦~

最后，谨以此文献给为我付出了那么多的爸妈，以及一直关心爱护我的亲人们。