



# 基于 VR 技术的口语能力训练移动应用 “VR 口吃治疗与训练” APP 项目系统开发说明文档

项目成员：罗佳海 20172131144

吴梓祺 20172131096

李佳蔚 20172131057

谢礼冬 20172131061

华南师范大学计算机学院移动智能应用开发课程

2019. 12

## 目录

<b>〈一〉 产品设计方案</b>	5
<b>一、 项目实施可行性报告</b>	5
(一) 行业市场分析	5
(二) 竞争对手或同类产品分析	7
(三) 竞争优势	9
<b>二、 产品定位及目标</b>	10
(一) 产品定位	10
(二) 目标群体	10
<b>三、 产品内容策划</b>	10
(一) 部分应用流程规划	11
(二) 设计规范	13
(三) 测试规范	14
(四) 开发日程表	15
<b>四、 技术解决方案</b>	16
(一) VR 技术	16
(二) 语音识别及结果分析技术	16
<b>五、 推广方案</b>	17
<b>六、 运营规划书</b>	17
(一) 吸引用户	18
(二) 用户留存	18
<b>〈二〉 产品实现方案</b>	18
<b>一、 设计需求分析</b>	19
(一) 口吃本身	19
(二) 政策方面	19
(三) 市场方面	19
(四) 言语治疗师的角度	20
(五) 口吃患者的角度	20
<b>二、 软件完成情况基本展示</b>	20
<b>三、 项目难点及解决方案详述</b>	30
(一) Unity 3D 构建 VR 场景	31
(二) 手机 VR 框架和实现用户与应用交互	33
(三) 语音评测和语音合成的封装	33
(四) Unity 项目和 Android 项目的兼容和合并	34
(五) Java 和 Kotlin 混合编程	36
<b>四、 创新与特色</b>	37
(一) 创新	37
(二) 特色	38
<b>五、 详细实现过程</b>	39
(一) Unity 3D 方面	40
(二) Android Studio 方面	50
(三) 云数据库方面	59
<b>六、 开发环境</b>	60

---

(一) 开发环境 .....	60
七、 用户体验记录、分析和改进 .....	61
(一) 用户意见、评价和开发者分析 .....	61
(二) 已完成的改进和存在的问题 .....	64
八、 项目分工 .....	64
(一) 项目分工 .....	65
〈三〉 测试大纲和测试报告 .....	65
一、 软件测试与软件完成情况基本展示 .....	65
(一) 测试方案 .....	65
(二) 测试结果分析 .....	69
〈四〉 产品安装和使用说明 .....	70
参考资料 .....	70

## “VR 口吃治疗与训练” APP 系统开发说明文档

### 摘要

言语障碍治疗在国内尚处于起步阶段，相关的探索仍较少。另外，我国在口吃领域暂无市场监管，市场准入门槛低，大量私人机构孕育而生。患者忙中乱投医，导致口吃治疗效果不佳。而二三线城市的口吃患者去大城市的治疗成本高（时间，金钱），加上口吃的反复几率至多 30%<sup>[1]</sup>，难以达到满意的治疗效果。

VR+医疗在近几年发展很快，尤其是在自闭症、抑郁症的治疗上已有广泛的应用。但 VR 在口吃治疗上仍没有先例，值得研究者开拓。口吃所属的言语障碍治疗在大陆尚属于起步阶段，国内还没有言语治疗师的资格考试。而我国患有口吃的人数（严重度不等）比例约为 1%-2%，市场上有大量需求。

项目拟开发一款基于移动端的 VR 应用<sup>[2]</sup>，定位于口语基础训练和 VR 虚拟场景训练。为成人口吃患者提供演讲、面试等场景的康复训练，提高其重要情境下的言语流畅度和自信心。并提供字词句的复述训练，给出语音评测分数，帮助口吃患者基础构音上有所提升。

本系统开发文档叙述了四大部分：一是产品设计方案，其中介绍了项目的初步设计规划、需求分析、运营规划等。二是产品实现方案，其中介绍了项目开发过程中的难点重点，UI 设计、用户体验与分析等。三是测试大纲和测试报告，其中介绍了本项目在移动 App 测试的结果与分析。四是产品安装与使用说明。

## 〈一〉 产品设计方案

### 一、 项目实施可行性报告

#### （一） 行业市场分析

##### 1. 口吃训练的市场分析

今年 7 月，我们采访了广东省中医院的治疗构音障碍的陈医生，他向我们简单介绍了口吃患者如今的治疗手段。基本上是为患者提供随机文本，让患者复述文本，然后医生根据患者对某些特定文本有问题的表达进行阶段性的重复训练。则从治疗方法可见，国内对口吃治疗上可能还有一些局限性。

构音能力检查 (Dr. Speech 版)							
姓名:		出生日期:		病历号:		诊断:	
1、 单词检查							
例 1	例 2	1	2	3	4	5	6
桌	象	包	抛	猫	飞	刀	套
7	8	9	10	11	12	13	14
国	鹿	高	铸	河	鸡	七	吸
15	16	17	18	19	20	21	22
猪	出	书	肉	紫	粗	四	杯
23	24	25	26	27	28	29	30
袍	倒	筋	哭	壳	纸	室	字
31	32	33	34	35	36	37	38
刺	蓝	戴	心	星	船	床	拔
39	40	41	42	43	44	45	46
赠	一	家	浇	乌	雨	椅	鼻
47	48	49	50				
蛙	蛙	瓦	袜				

“省中医”提供的构音能力检查表

延伸来看，我国言语治疗师缺位，大量口吃患者无法得到治疗。到 2015 年，正式获得康复认证的治疗师大约为 1.4 万人。即使是发达的上海，物理治疗师加上作业治疗师合计也

仅仅为 3.28 个/10 万人口（2009 年日本为 42 人/10 万人口）。我国相关专业起步晚，而美国 top100 大学基本都设有言语康复学科。

而言语治疗从业人员学历普遍偏低，国内言语治疗从业人员专业多样，以康复治疗学专业为主，无培训上岗所占比例较高，年参加培训不多，非医疗系统更明显，取得的证书较杂。医疗系统中康复治疗师为主，非医疗系统中教师为主，故无论在医疗系统还是非医疗系统中的言语从业人员资质都存在很大的缺陷。

虽然医疗系统从业人员的工资要比非医疗系统从业人员的工资高，但仍低于国家平均工资水平，薪酬水平差距大，普遍认为薪酬和待遇有待提高。从零星的几个治疗师到中国国际言语语言听力协会 CISHA 建立起来，各方面的工作都在全面展开，发展的势头迅猛，相信在几年内会更有大的变化。目前为止，国内仅有 7 家大学开设了听力与言语康复学专业，而美国 TOP100 都有开设。

高等院校	专业	学位	开设年份
华东师范大学	言语听觉科学	本科/硕士/博士	2004
北京语言大学	言语听觉科学	本科	2015
	语言病理学	硕士	
山东中医药大学	听力与言语康复学	本科	2017
首都医科大学	听力与言语康复学	本科	2017
辽宁何氏医学院	听力与言语康复学	本科	2017
昆明医科大学	语言病理学	本科	2015
四川大学华西临床医学院	听力与言语康复学	本科	2015
中山大学新华学院	听力与言语科学	本科	2014
上海中医药大学	听力与言语康复学	本科	2014
滨州医学院	听力与言语康复学	本科	2013
浙江中医药大学	听力与言语康复学	本科	2002
长沙卫生职业学院	言语听觉康复技术	三年制专科	2014
宁波卫生职业技术学院	言语听觉康复技术	三年制专科	2012
南京特殊教育师范学院	儿童康复（听力语言康复方向）	三年制专科	2004
北京联合大学	听力语言康复	三年制专科	2001

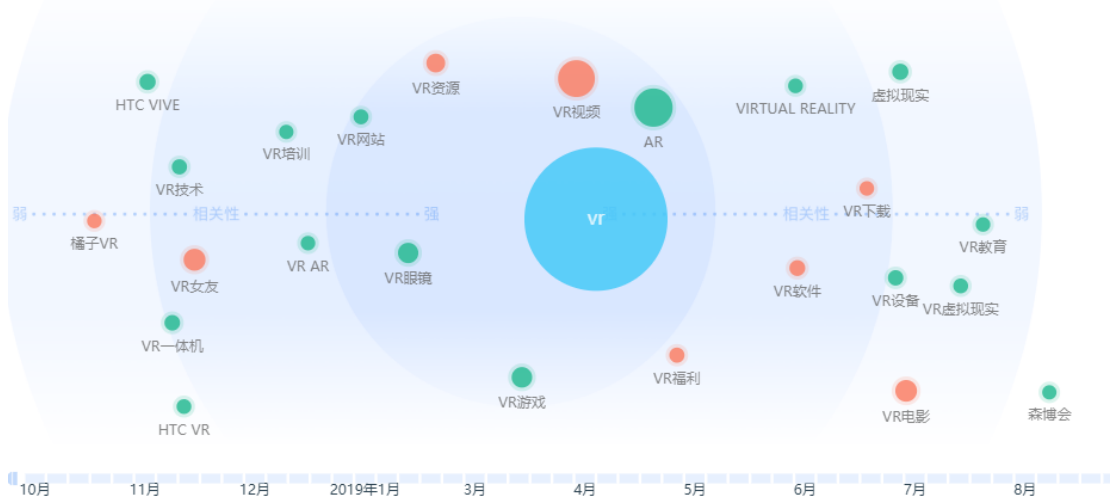
听力与言语康复学专业分布院校表

由治疗方式和专业开设俩看，针对口吃患者而开发的应用市场是发展缓慢的，而需求却一直存在，所以开发一个能辅助口吃患者改善患病情况的应用是有市场的。

## 2. VR 技术应用的市场分析

虚拟现实环境（VREs）可以使虚拟现实体验者沉浸在真实生活交互的说话环境中，同时允许研究人员对场景的分析与控制。近年来，国内对口吃治疗在 VR 虚拟现实技术的方面的研究与应用较为稀缺，国外的相关应用也并不多见。

从百度指数提供的需求图谱来看，VR 应用大多还是环绕在有关娱乐方面而开发的。并且由于移动平台的性能有限，大多数 VR 应用还是针对桌面平台开发，门槛也更加高。



百度指数 VR 需求图谱

## 3. 口吃训练 + VR 技术应用的市场分析

在国内，近年来不少学者的研究成果已经表明了 VR 技术在康复医学应用上的优势。严磊在《基于 VR 技术的虚拟口吃矫正医学产品的设计与应用》中指出了 VR 技术在该类疾病治疗过程中的优势，还列举了传统口吃康复治疗的局限与口吃康复与 VR 技术相结合的必要性。传统口吃治疗一来受到空间限制，表现不直观。二来道具沉重，不方便。三来难以达到真实，效果不好。而 VR 口吃康复系统可以打破传统方式的局限性，能够通过数字影像将心理引导与生理治疗结合起来，通过音乐、画面、文字和语音提示等多感官形式给患者以正面的激励反馈，帮助口吃患者构建一个康复训练的虚拟平台。

许多国内医学专家都对口吃与 VR 技术相结合表示赞同与支持，但目前由于 VR 技术在语音识别方面还存在一定技术局限，人工智能与情感传感方面还不能达到完美交互，国内并没有许多关于这个的研究。

### （二）竞争对手或同类产品分析

本产品在普通市场上几乎没有竞争对手。而在专业市场上，口吃训练+VR 技术应用还更多的处于“实验”阶段，即使有成型产品，但也止步于专业的小范围尝试。如严磊<sup>[3]</sup>开发的 3D 虚拟口吃辅助矫正软件仅仅证实该方式能为口吃矫正师在口吃矫正训练中起到更大的有效治疗作用，并没有向市场推广。以下举例一个言语康复市场的竞争对手。

**公司名：东方启音**

**规模：**

总部在深圳，目前已在北京、上海、广州、深圳等地区设有近三十家直营中心。

在我国，专科言语康复人才相对匮乏，而目前，东方启音已经建立起一支 800 多人的员工团队，其中，专业的言语治疗师将近 700 名，许多治疗师从海外留学生中引进。

在 2017 年，东方启音共服务约 25 万人次，营收超过亿元。

**市场痛点：**

1. 专业言语康复市场尚无行业标准，早期人才及培训师资由香港及国外引进。言语障碍包括失语症、构音障碍、儿童语言发育迟缓、社交障碍、吞咽障碍、发声障碍和口吃等。直接从事言语治疗工作的人被称为言语治疗师。

2. 儿童言语康复在我国没有准确的“定位归属”，多从属于儿童保健科、康复科或残联下属机构，而国内言语治疗师相关专业培训也还处在起步阶段。

3. 因此，为了更好地普及儿童言语治疗技术发展，使之成为专科临床体系，崔广利和东方启音董事长姚秋武开始从香港、美国、澳大利亚等发达国家及地区引进技术人才及培训导师，并培训本土医疗及教育行业人士，组建此领域的“专科技术团队”。

**定位：医疗+教育**

主要覆盖一线城市。目前言语治疗的学科建设，在不同国家和地区也处于中间地段，“比如在美国，言语治疗在病理学科下面，在中国香港则建到教育学下面。所以说言语康复本身就是一个中立的学科，我们现在的学科发展，在自己设计这个项目尽量跟国际接轨的时候，需要将医学与教育学完美结合，从而达到更好的言语康复效果。

**核心受众：**东方启音主要面向的核心人群包括三类：



1. 一是具有特殊障碍的儿童，如唐氏综合症等导致认知理解及发音表达障碍的儿童；这类人群通常采用偏医疗的治疗手段，如口部肌肉的训练，通过感知觉训练、下颚骨训练、唇舌训练、气息训练和喂吃训练等，提高口腔肌肉的控制和协调能力，利用医学康复元素对患儿进行治疗。针对自闭症、神经发育问题导致言语及社交能力缺陷的儿童，中心多采用美国权威的自闭症教学治疗方法 STAR 课程，对儿童进行接受性语言、表达性语言、自发性语言、日常功能、学习、游戏和社交技巧等训练。

2. 二是幼儿园及学校的儿童。大量筛查结果表明，幼儿园及学校中有 15%左右的儿童伴有发音不清、口吃、逻辑、社交专注力问题及学习障碍等诸多言语问题，通过言语治疗师的专业指导，可以让这些孩子的言语表达、社交等能力得到很好的提升。

3. 是具有言语障碍的成人，这是东方启音正在探索的一片领域。崔广利认为，成人的言语障碍群体相当庞大，尤其是脑卒中康复后的群体。现在及未来，在成人言语康复方面，东方启音将持续提供及探索的是指导性培训，即针对成人口吃、中风及术后失语等人群的陪护工作者进行培训。

**课程：**东方启音的言语课程主要分为一对一课程及套餐课程。最近开始发展线上，有线上远程的公益讲座以及一对一课程。

**康复项目：**通过线上线下的授课方式为不同言语问题群体提供课程，利用互联网远程技术开展言语问题筛查、家长培训班、言语治疗从业人士的专业课程培训。

**言语能力提升：**儿童及成人言语能力提升治疗，例如：发音不清、逻辑表达障碍、口吃、学习障碍、多动、专注力差、社交行为障碍等问题。

**言语障碍治疗：**运用美国口部肌肉定位治疗方法、香港启智及语言表达课程等，提供专业评估，制定个性化解决方案。通过系统化课程改善言语发育迟缓、脑瘫、唐氏综合症、自闭症、腭裂术后、听障等群体的言语障碍问题。

### （三）竞争优势

1. **存在需求：**我国患有口吃的人数（严重度不等）比例约为 1%-2%。

2. 医院治疗方式有限，言语治疗师稀缺。
3. 听力与言语康复学专业开设院校少。
4. 没有先例：VR 在口吃治疗上几乎没有先例，应用也较少。
5. 门槛低：产品基于移动端，获得门槛低。
6. 学科创新性：VR 介入口吃治疗横跨医学与计算机科学。

7. 治疗手段创新性：该治疗方法，对应于传统口吃治疗中的流畅塑型法、系统脱敏法等治疗方法，而传统治疗中受限于场地，往往是言语治疗师与心理治疗师共同完成，部分依靠患者的场景想象。

8. 交互创新：VR 的交互多基于头部的移动，而配合口吃治疗时则多基于患者的语音。

## 二、 产品定位及目标

### （一）产品定位

项目拟开发一款基于移动端的 VR 应用，为成人口吃患者提供自主康复训练。口吃患者受心理因素影响，在不同情境下表现出不同的口吃严重程度。综合 Ezrati-Vinacour 与 Levin(2004)，Messenger、Onslow、Packman 与 Menzies(2004)的两篇研究，明显看出成人口吃患者的焦虑与情境因素有关，尤其是与说话相关的情境最为明显。项目旨在通过对演讲/面试场景的 VR 建模，为成人口吃患者提供沉浸式的说话训练，并结合语音识别、语音评测的技术，创造交互性较强的沟通环境，提高训练的真实度。

### （二）目标群体

本产品的目标用户主要是口吃患者，或有其他言语表达障碍的人群。

本产品定位于口语基础训练和 VR 虚拟场景训练，口语基础训练可以提供字词句的发音评测，各音节时长的分布，音素结果等等。可以在一定程度上反应出用户的发音流畅程度，发音准确程度，发音错误与缺陷程度。VR 虚拟场景训练为用户提供虚拟场景，用户可以完成指定情景的流程，进而提升在现实生活中相应环境下的表现。

所以本产品同时也适合有口语表达能力的用户群体。需求可定位于初高中、大学等在校的口语水平能力测试和有口语表达需求的工作者等。

## 三、 产品内容策划

## （一）部分应用流程规划

### 1. 本地用户数据存储

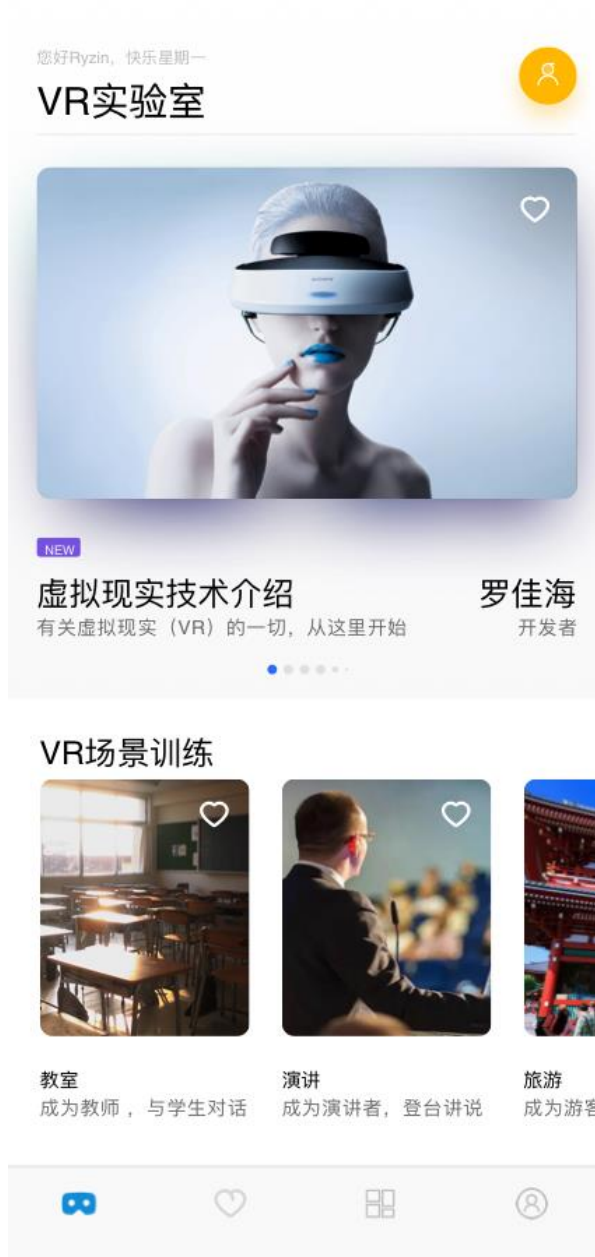
应用启动时，需要引导用户提供存储权限，并提供应用使用说明。该产品没有联网保存用户数据的功能，但提供了本地用户登录的选项，便于分离不同用户的进度。



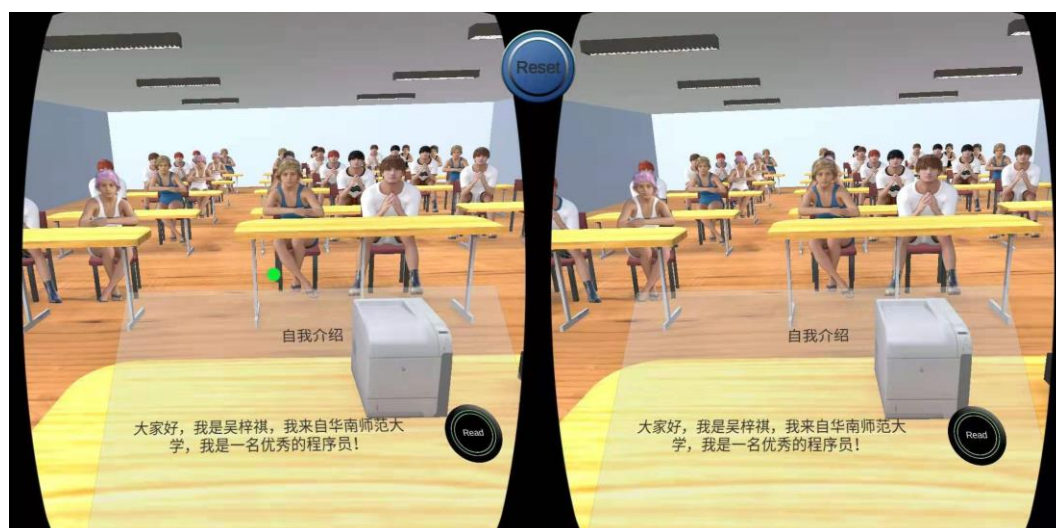
考虑可以引入课程作业的登录功能

### 2. “VR 实验室”

该页面展示轮播图和不同的 VR 场景选项。在选择轮播图的某一项后可以进入指定介绍页面。在点击某一 VR 场景后，启动有关 Unity3D 的 Activity。



应用首页设计



VR 教室场景

可能可以做到的效果，如在演讲场景下：

根据多次数据，得出最容易卡顿的关键词，当患者下一次正常发出此字后，给予掌声鼓励。当患者语言流畅度低于标准值时，观众会陆续离场，当语言流畅度保持在较高水平的时候，现场会更容易有掌声（体现在其他鼓掌条件的权重里）。当识别到关键词，诸如“谢谢大家”、“演讲完毕”、“谢谢”等等，现场有掌声。

演讲的过程中不会实时显示当前语言流畅度、重复、拖音等症状的得分和评估结果（以免影响场景体验感，造成场景游戏性大于真实性的效果），但是在每次演讲结束后会生成本次的演讲报告以及往次的报告比对。

### 3. 口语基础训练

提供字、词、句、短文的发音训练练习，可以根据请求返回的结果，转化成可视化的图表，帮助用户了解自己的情况。在未来可能与 VR 场景的训练结果结合，呈现更加全面的结果。

### 4. 个人设置

提供查看进度，统计数据，可视化图表等功能。便于追踪自己的情况。

## （二）设计规范

由于设计规范过于详细，在此不再赘述。

1. 参照 Google 的 material.io 的标准，但不会全部一致。
2. 临摹 ui.cn 中的作品。
3. 尝试用 Sketch 或 Adobe XD 设计界面与交互，完成产品原型。

### （三）测试规范

#### 1. 了解业务、分析需求点

首先，把用户需求转化为功能需求：

- 1) 对测试范围进度量
- 2) 对处理分支进行度量
- 3) 对需求业务的场景进行度量
- 4) 明确其功能对应的输入、处理和输出
- 5) 把隐式需求转变为明确。

其次，明确测试活动的五个要素：测试需求是什么、决定怎么测试、明确测试时间、确定测试人员、确定测试环境：测试中需要的技能，工具以及相应的背景知识，测试过程中可能遇到的风险等等。测试需求需要做到尽可能的详细明确，以避免测试遗漏和误解。

#### 2. 编写测试用例

编写测试用例之前需要对项目的需求有清晰的了解，对要测试什么，按照什么顺序测试，覆盖哪些需求做到心中有数，作为测试用例的编写者不仅了解要有常见的测试用例编写方法，同时需要了解被测软件的设计、功能规格说明、用户试用场景以及程序/模块的结构。

#### 3. 测试用例设计

完成以上两步则可进行测试用例设计，功能测试用例，应尽量考虑边界、异常、性能的情况，以便发现更多的隐藏问题。设计测试用例的常见方法：

- 1) 等价类
- 2) 边界值
- 3) 因果图
- 4) 判定表
- 5) 状态迁移
- 6) 正交实验
- 7) 场景法
- 8) 错误推断（注意：编写测试用例时，我们尽可能取的不应是有效等价类而应该是无效等价类）

#### 4. 编写完成后自我检查以及内部评审

- 1) 测试用例本身的描述是否清晰，语言准确；是否存在二义性；
- 2) 测试用例内容是否完整，是否清晰的包含输入和预期输出的结果；测试步骤是否清晰；
- 3) 测试用例中使用的测试数据是否恰当，准确；

#### 5. 测试用例更新完善

测试用例编写完成之后需要不断完善，如遇需求更改或功能新增时，测试用例必须配套修改更新，同时在测试过程中发现设计测试用例时考虑不周，需要对测试用例进行修改完善；在软件交付使用后客户反馈的软件缺陷，而缺陷又是因测试用例存在漏洞造成，也需要对测试用例进行完善。

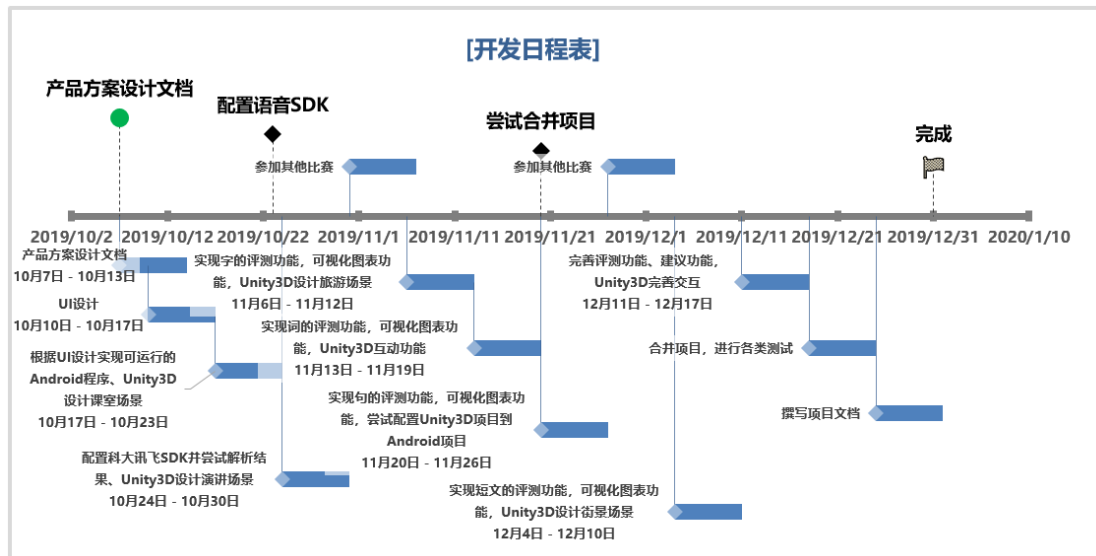
#### 6. 执行测试用例

首先搭建测试环境，准备好测试数据，进行预测，预测通过之后，按照测试用例进入正式测试，有效的测试执行可以将测试用例发挥最大的价值。因此，测试用例规范执行有助于更好的发现代码中存在的缺陷。

#### 7. 撰写测试报告

测试报告是指把测试的过程和结果写成文档，对发现的问题和缺陷进行分析，为纠正软件的存在的质量问题提供依据，同时为软件验收和交付打下基础。测试报告是测试阶段最后的文档产出物。优秀的测试经理或测试人员应该具备良好的文档编写能力，一份详细的测试报告包含足够的信息，包括产品质量和测试过程的评价，测试报告基于测试中的数据收集以及对最终的测试结果分析。

### （四）开发日程表



## 四、 技术解决方案

本产品基于 Android + Unity3D 开发, 主要的开发环境是: JDK + Unity3D + Android SDK。语音评测技术: 科大讯飞语音识别 SDK + 科大讯飞语音评测 SDK。

### (一) VR 技术

1. 学习使用 Unity 3D 游戏开发平台进行应用开发, 熟悉使用 Unity 3D VR 环境渲染的功能。
2. 学习 3D 图像构建的技术, 研究如何快速高效完成 3D 图形的构建工作。
3. 实时三维图形生成和显示技术, 在不降低图形的质量和复杂程度的前提下, 如何提高刷新频率, 从而提高 VR 场景的真实度。
4. 交互设计上, 根据语音分析得出的停顿、拖音等症状, 现场观众做出交互反应。控制方面, 可以通过计算停留某一区域的时间来触发按钮。当识别到关键词, 诸如“谢谢大家”、“演讲完毕”、“谢谢”等等, 现场有掌声等。

### (二) 语音识别及结果分析技术

1. 科大讯飞语音识别 SDK, 将自然语言音频转换为文本输出的技术。语音听写技术与语法识别技术的不同在于, 语音听写不需要基于某个具体的语法文件, 其识别范围是整个语种内的词条。在听写时, 应用还可以上传个性化的词表, 如联系人列表等, 提高列表中词语的匹配率。



2. 科大讯飞语音识别 SDK，通过智能语音技术自动对发音水平进行评价、发音错误、缺陷进行定位和问题分析。目前评音评测提供汉语、英语两种语言的评测，支持单字（汉语专有）、词语 和句子朗读三种题型。

3. 通过解析 SDK 返回的结果，得到评测结果，音素，音节，各音节帧长等内容，可以综合这些内容给用户相应的训练结果与建议。

## 五、 推广方案

1. 在 2020 年 1 月份完成 app 开发后，于暑假配合广东省中医院的安排，通过其官方公众号招募口吃患者参与到 app 志愿体验，帮助我们收集用户反馈数据。所得到数据将帮助完成一篇研究性论文，并作为产品合理性的依据。

2. 在暑假同一时间，我们拟在华师心理学院设计心理学实验，研究口吃患者在我们的“VR+口吃”的 app 使用过程中，皮肤电流指标（反映了紧张程度）的变化，用于验证 app 中相关模块设计能够提高人体焦虑度。官方招募信息通过公众号“华师备试”发布。

3. 在以上实验完成后，发表研究论文“口吃治疗 VR 化可行性探究”。

4. 向医院和企业继续寻求合作。与医院（广东省中医院）的合作包括：

4.1 我们提供 app 产品帮助口吃患者进行后期的在家康复。

4.2 医院方需要根据自己的判断，在患者就诊后以患者自愿的原则邀请其参与体验我们的 app 产品，签署免责声明后赠送其一套 VR 眼镜和账号信息。

4.3 医院需要协助我们分析后台数据，判断患者口吃情况是否好转，以帮助产品改进。

5. 向企业寻求合作，与企业的合作包括：

5.1 我们作为外包服务提供商，为企业提供 app 产品，帮助来该企业就诊的口吃患者进行后期的口吃康复治疗。

5.2 企业需要为我们提供患者来源，即以患者自愿为原则，参与我们 app 的口吃康复训练。企业需要向患者教学如何使用 app，并帮助患者解答使用过程中的疑惑。

5.3 企业需要提供专业的言语治疗师，帮助我们分析后台所得数据，更好改进产品。

5.4 注：或者与企业以实验室的名义开展实验合作。

## 六、 运营规划书

## （一）吸引用户

1. 由于该产品涉及口吃治疗，吸引用户必须依赖口吃的诊断机构。其中主要分为医院和民营企业。

2. 针对医院端，我们根据调研了解到，医院针对口吃并无绝对权威的规范性治疗流程，除非患者有严重言语发音障碍，否则医生不会对患者康复做出严格规定。我们在实验室阶段收集到足够数据，能够证明治疗可行性后，医生可以将我们的 app 产品作为推介方案，由患者自愿下载体验。

3. 针对企业端，我们具有更加广阔的市场。在国内，做口吃治疗的企业比医院具有更好的服务，企业有能力招聘专业的海龟言语治疗师。与企业合作，我们具有相对低的准入门槛。我们可以作为一项服务，与企业开展合作，或者与企业合作共同探究该研究方向的前途。据我们所知，东方启音本身作为企业，长期参与社会公益，与众多医学院开展实习合作。

## （二）用户留存

1. 作为一款言语治疗 app 产品，我们无需要刻意追求用户的留存率，而是重点跟踪每一个用户的治疗效果和使用情况，改进我们的产品。

2. 在与第三方的合作关系中（医院/企业），患者本身需要连续一段时间内使用我们的产品，方能缓解病情，同时帮助第三方做出下一步诊断方案。因此，我们需要依赖第三方来不断提供我们的用户，并由我们提供治疗过程，最后反馈给第三方。

## 〈二〉 产品实现方案

本项目可主要分为三个功能块——“VR 实验室”、“口语卡片”、“进度统计”。目前，项目已经完成“VR 实验室”和“口语卡片”功能的基本框架，实现了这两个功能的基本使用，并且将 Unity3D 项目与 Android 项目做了打包，可以共同运行。开发方面，使用了 Unity 3D（C#）构建 VR 场景，3D MAX、DAZ Studio、Blender 进行物体建模；使用了 Android Studio（Java 和 Kotlin 混合）进行移动应用的开发。和数据库方面，本项目采用了阿里云的云数据库进行数据存储。语音评测方面使用了科大讯飞的 SDK，采用了其中语音评测和语音合成两个模块。软件测试使用了百度 MTC 移动 App 测试，分别进行了脚本兼容性测试、深度兼容测试、深度性能测试等。同时，我们也在线下寻找了数十名同学进行软件使用体验，并将反馈的问题进行记录和改进。

## 一、 设计需求分析

### （一）口吃本身

口吃是一种言语流畅性障碍,约占全人类总人数 1%(约 7000 万),在我国比例介于 1%~2% (约 1500 万),其中儿童口吃的发生率约为 5%。同时口吃病有较高的反复性, 复发率至多 30%。这使得口吃患者的内心焦虑程度高于常人,而心理压力本身又会加重口吃症状,形成恶性循环。然而,由于口吃成因复杂(遗传因素、生理和心理共同作用、神经损伤),严重程度不一(分为三级),我国起步较晚(约 20 年),口吃的治疗流程还很不完善。

### （二）政策方面

党的十八大报告强调指出“注重人文关怀和心理疏导,培育自尊自信、理性平和、积极向上的社会心态”。党的十九大报告也明确提出“加强社会心理服务体系建设,培育自尊自信、理性平和、积极向上的社会心态”。我国目前没有言语治疗师的认证制度,并且,残疾评定中的言语残疾基本不包括口吃(除了极为严重的失语),口吃患者成为我国数量相当庞大的隐形人,影响到社会的和谐稳定和理性平和。

### （三）市场方面

理论上口吃患者的正规就医途径如下图。然而我国的综合医院仅一线城市三甲医院的康复科会接诊口吃患者,康复医院和社区医院完全不收纳口吃患者。此外,我国在口吃方面没有任何市场监管,市场准入门槛低,大量私人机构孕育而生。患者忙中乱投医,导致口吃治疗效果不佳。二三线城市的口吃患者想要得到专业治疗只能去大城市,患者也难以达到短期内完全康复的目的。同时,由于治疗过程漫长,加上口吃的反复几率大,需要花费口吃患者大量的时间和金钱。



图 1 口吃患者正规就医途径

#### （四）言语治疗师的角度

到 2015 年，正式获得康复认证的治疗师大约为 1.4 万人。即使是发达的上海，物理治疗师加上作业治疗师合计也仅仅为 3.28 个/10 万人口（2009 年日本为 42 人/10 万人口）。我国相关专业起步晚，言语治疗从业人员学历普遍偏低，国内言语治疗从业人员专业多样，以康复治疗学专业为主，无培训上岗所占比例较高，年参加培训不多，非医疗系统更明显，取得的证书较杂。然而，医疗系统中康复治疗师为主，非医疗系统中教师为主，故无论在医疗系统还是非医疗系统中的言语从业人员资质都存在很大的缺陷。

#### （五）口吃患者的角度

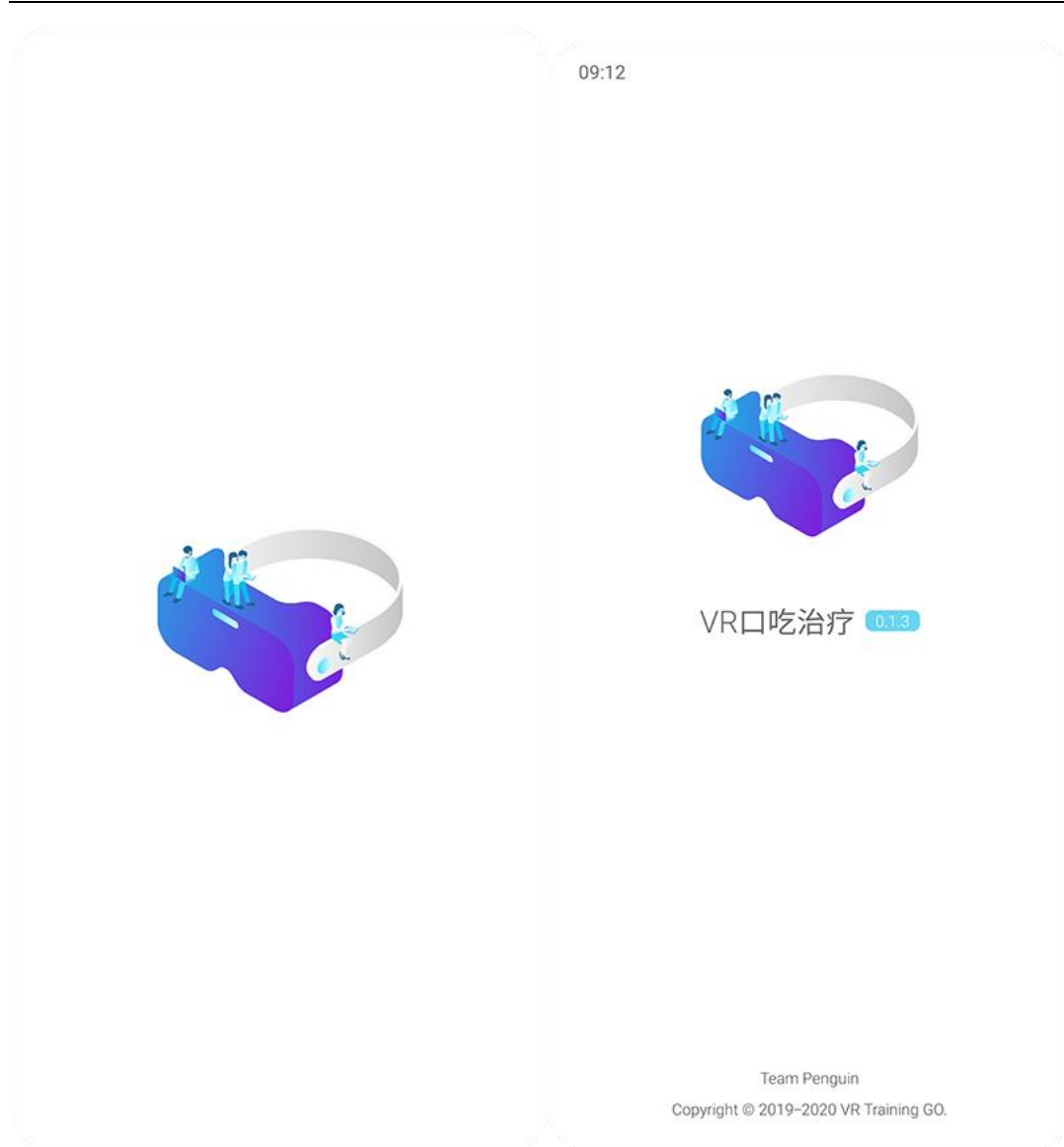
口吃会影响患者对现实感知，即患者对自己口吃的自我认知与现实不符。患者在受到外界的有色眼镜看待后，容易导致出现自卑、逃避、抑郁等症状。以至于口吃患者在正常融入交际圈会有一定难度，对升学，晋升，交友，婚姻等造成一定的困难。因此他们急需可帮助他们治疗口吃的工具。同时，不仅仅是口吃患者，口吃也会对患者家人的心理健康产生长期甚至毕生的影响。所以解决口吃患者的心理问题刻不容缓。

## 二、 UI 设计和软件完成情况基本展示

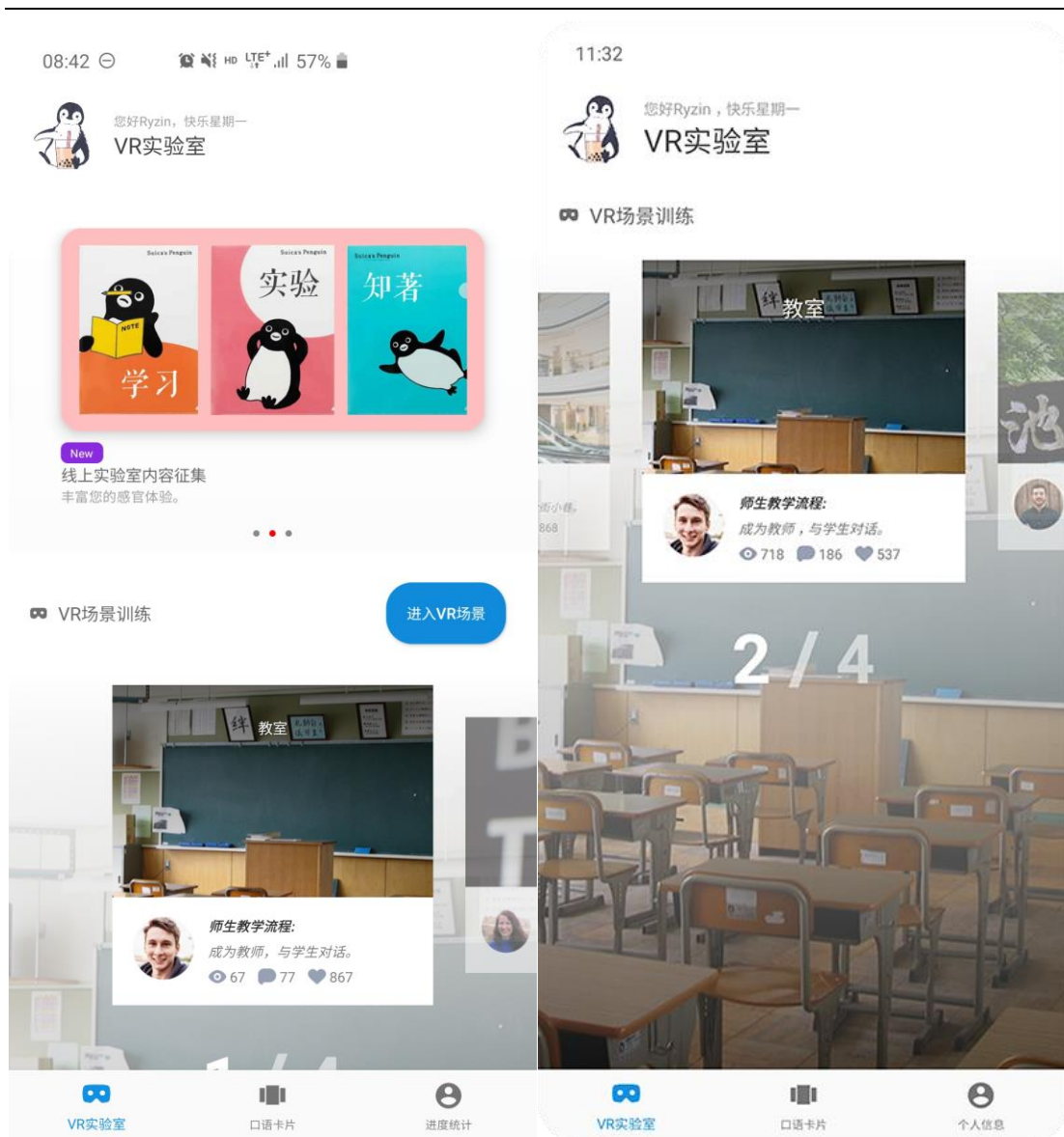
更加详细的 UI 设计，可以参考演示视频和截图，在 Github 项目中的：

`/ProjectDocument/UI-Design/`

`/ProjectDocument/Final-Sum/`

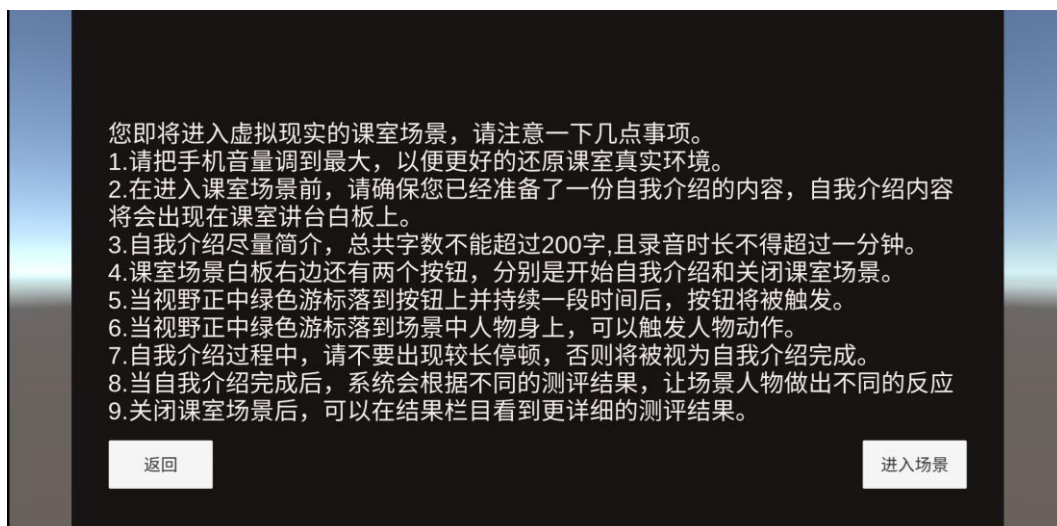


软件启动页



“VR 实验室” 页面

VR 场景训练中，左右滑动可以选择不同的场景（但只完成了前两个场景），然后点击“进入 VR 场景”按钮可以跳转到 Unity 项目。

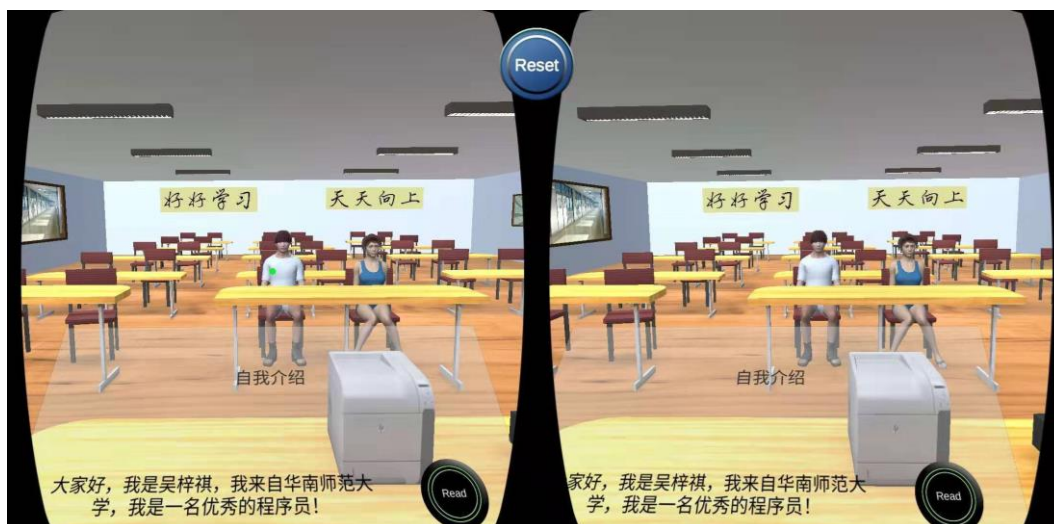


VR 场景注意事项提示

进入 VR 场景后，会有使用提示。在教室场景中，将游标对准教师的眼睛后，教师会邀请你上台演讲。点击“Reset”按钮可以重置视角。



VR 教室场景

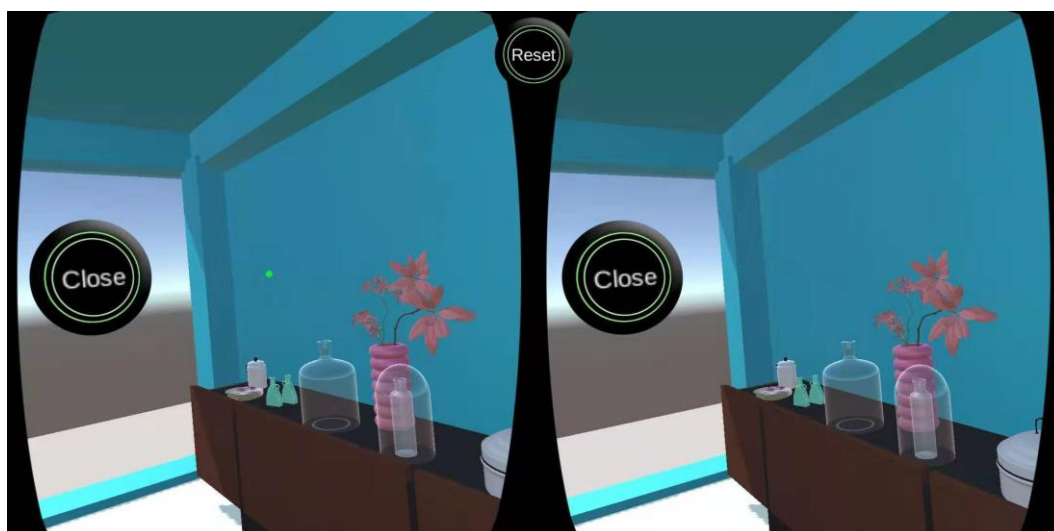


VR 教室场景

上台后，将游标滞留在讲台上的“Read”按钮上，会出现加载圈，表示即将开始演讲。  
当想结束时，可以再次停留在“Read”按钮上。

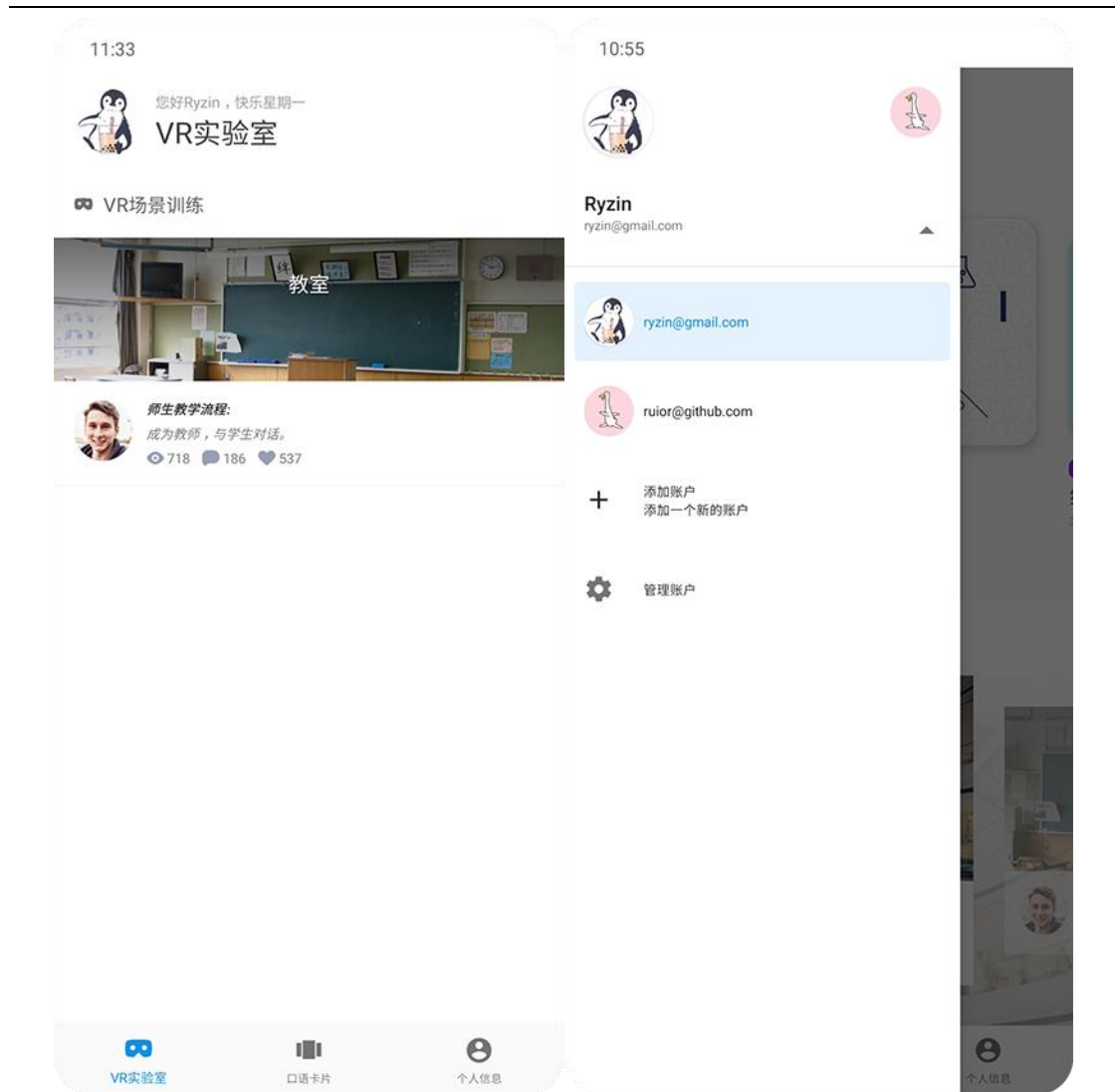
将游标对准学生，学生可以发出声音。

若想退出，可以将游标停留在“close”按钮上。



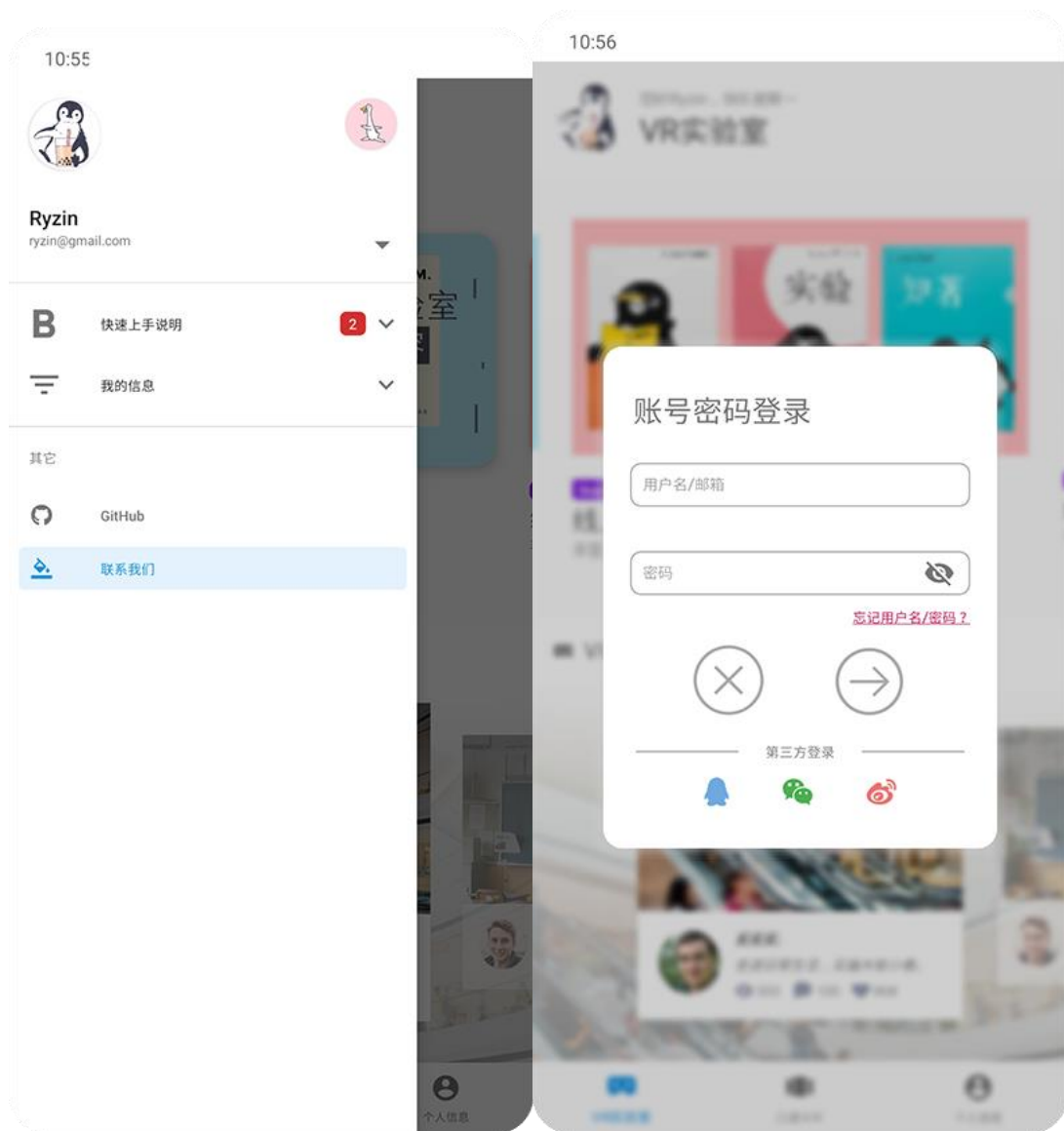
VR 卧室场景



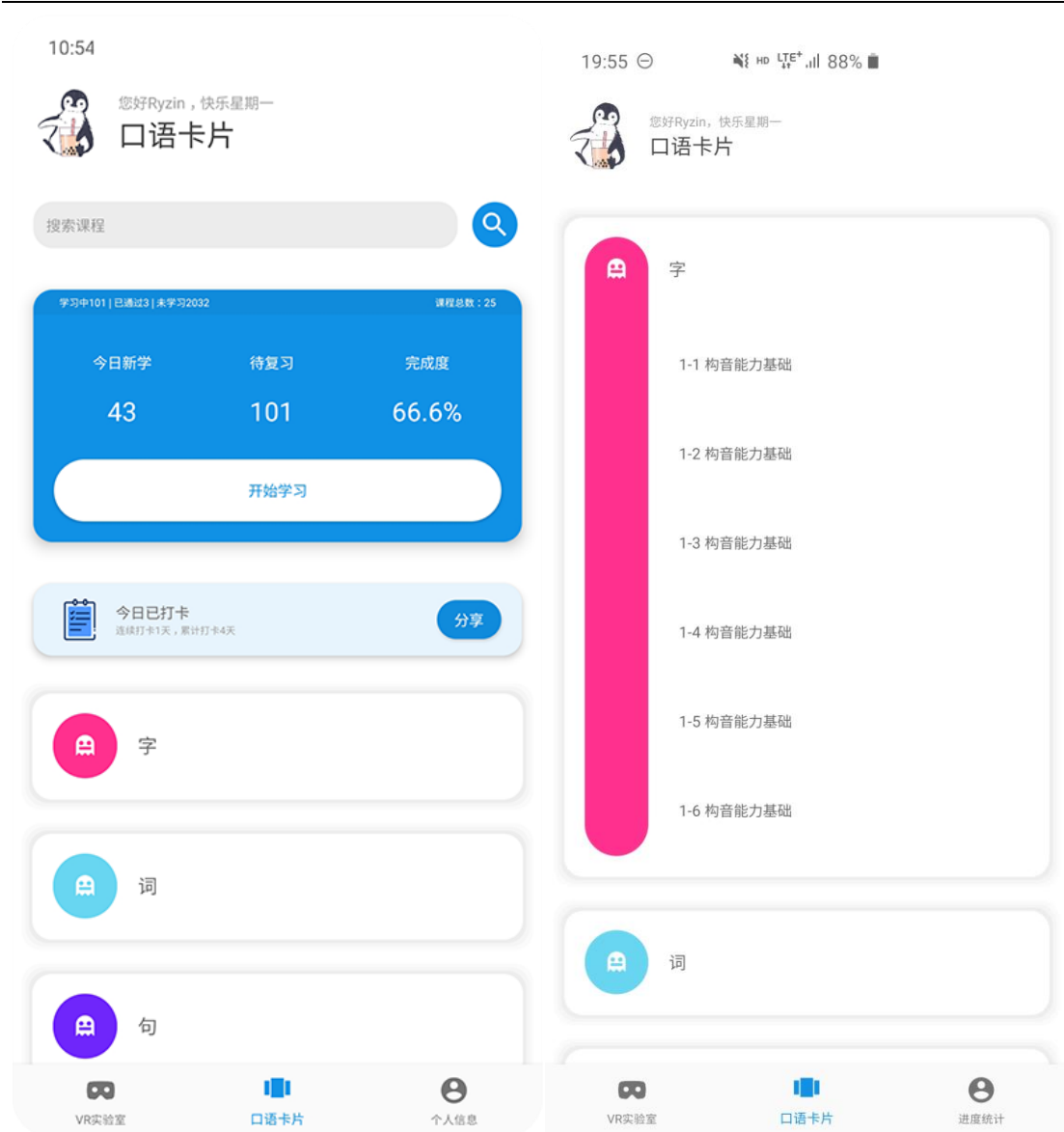


VR 场景卡片伸缩和侧边导航栏

在侧边导航栏，点击添加账户，会弹出登录对话框。



侧边导航栏和登录窗口



“口语卡片”页面

在“口语卡片”页面，可以选择不同的课程进行学习。点击分享按钮，可以分享应用海报到其他应用。



“进度统计”页面



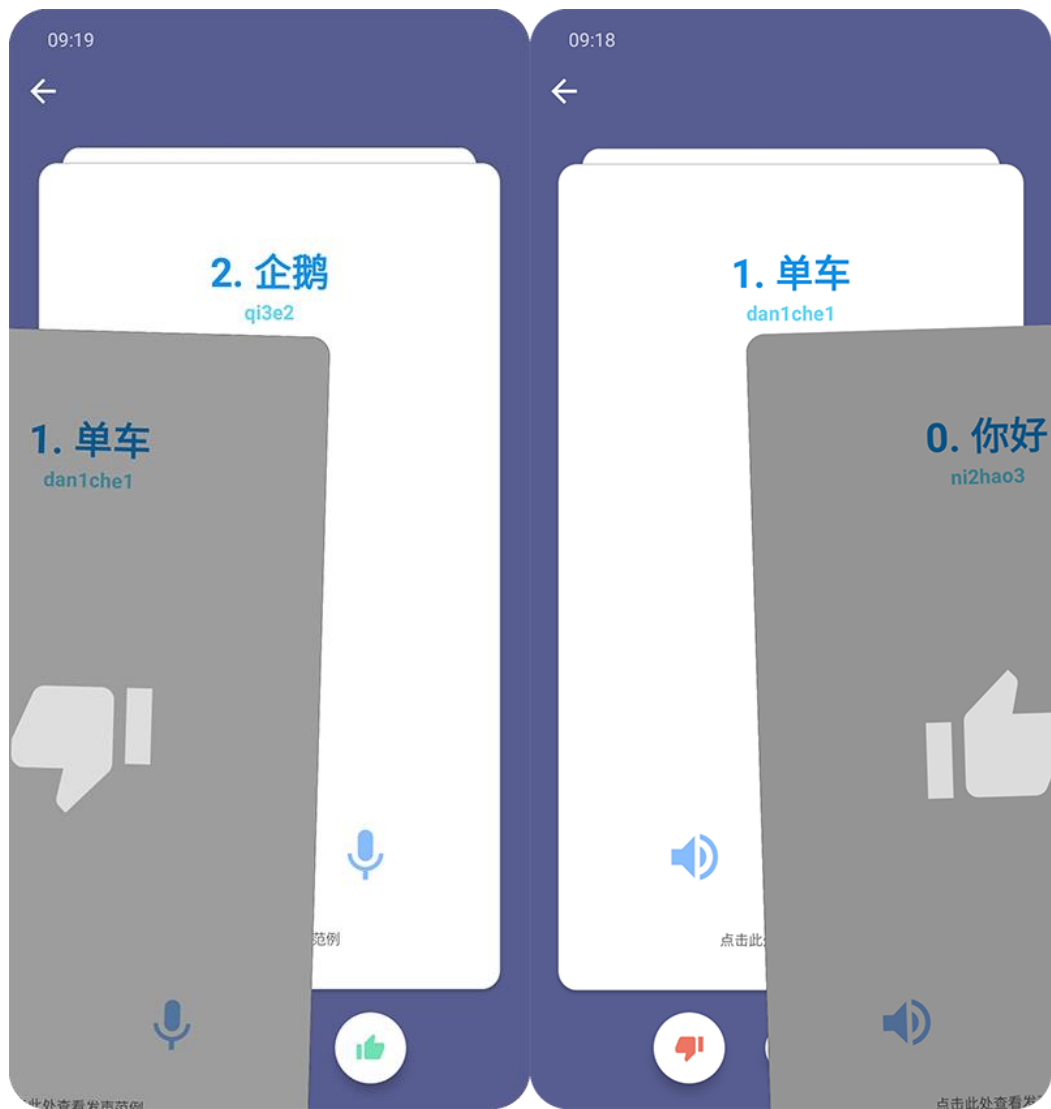
“口语卡片”功能展示

进入相应课程后, 点击“麦克风”按钮, 用户就可以开始朗读卡片上的文字。再点击一次“麦克风”就结束录制。届时如果网络状况良好, 即可获得得分。

获得得分后, 点击中间的“朗读历史”按钮, 即可查看分析结果, 折线图表示每个字的得分。柱状图表示每个字的朗读情况。如“错”字, 将会分解为2个音素“c”和“uo”; 又如“天”字, 也将分解为“t”和“ian”两个音素。每个音素的朗读时长将在栈式柱状图展示。

点击“喇叭”按钮, 可以聆听自己刚才的朗读情况。

当用户重读, 回读, 漏读时, 可以直观地从图表中发现。图表也提供了拉伸和放大地功能, 用户可以仔细查看图表。



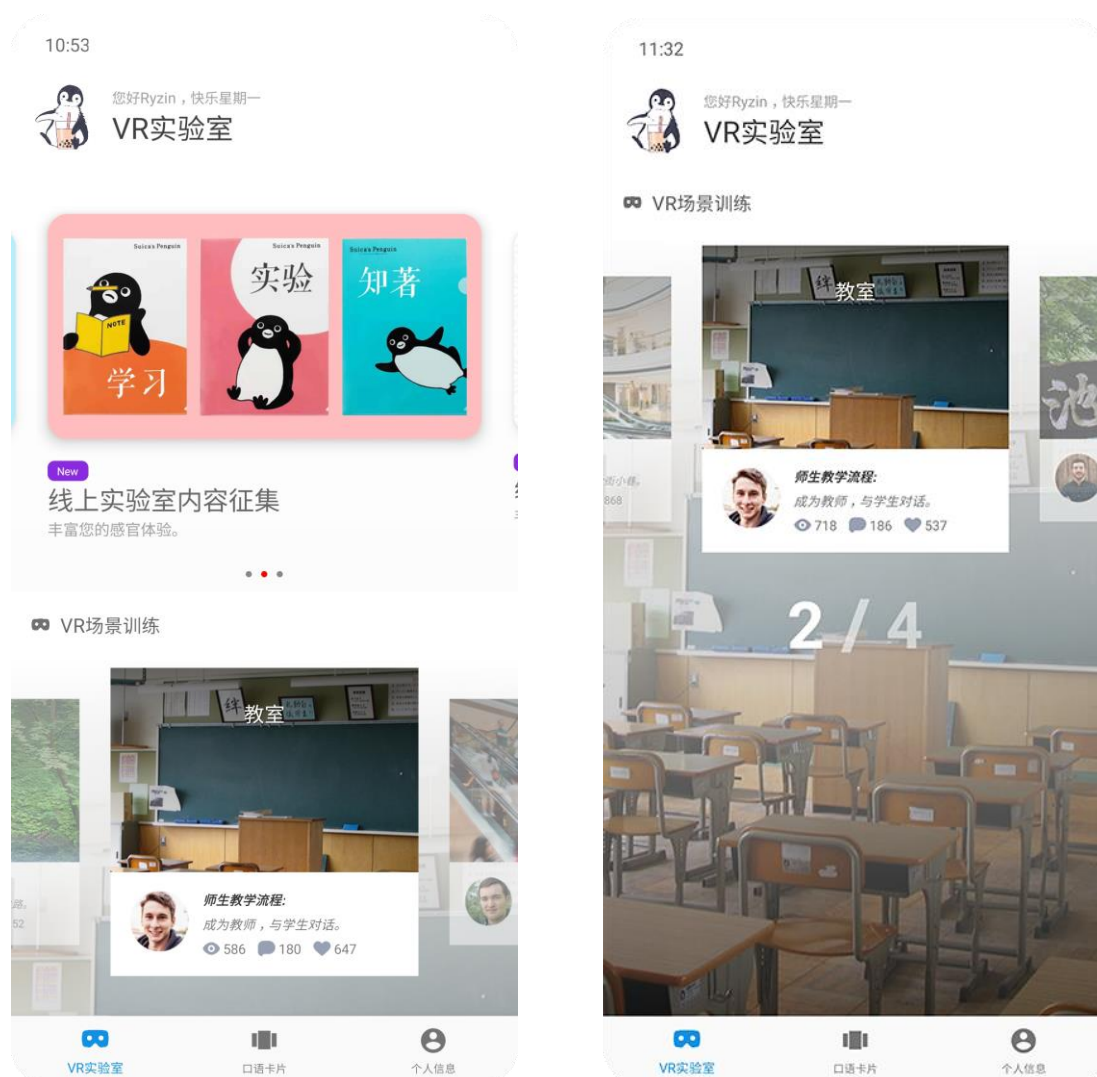
卡片左右滑动功能

卡片右滑时，将会从栈中删除该卡片；左滑时将在栈底重新加入该卡片。当用户不想滑动时，也可以点击下方 FloatingActionButton。中间的“撤销”按钮，可以将之前删除的卡片重新加入栈顶。

### 三、 项目难点及解决方案详述

项目拟开发一款基于移动端的 VR 应用，为成人口吃患者提供自主康复训练。口吃患者受心理因素影响，在不同情境下表现出不同的口吃严重程度。综合 Ezrati-Vinacour 与 Levin(2004)，Messenger、Onslow、Packman 与 Menzies(2004)的两篇研究，明显看出成人口吃患者的焦虑与情境因素有关，尤其是与说话相关的情境最为明显。项目旨在通过对演讲、

面试等场景的 VR 建模，为成人口吃患者提供沉浸式的说话训练，并结合语音识别、语音评测的技术，创造交互性较强的沟通环境，提高训练的真实度。

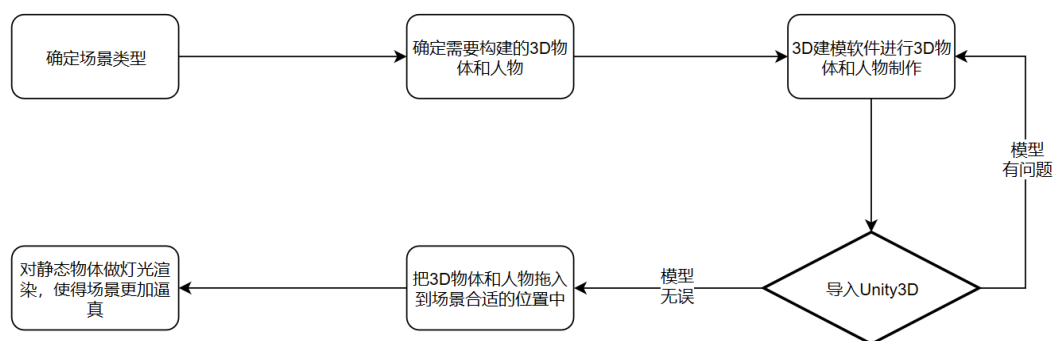


APP 中“VR 实验室”页面

### (一) Unity 3D 构建 VR 场景

而构建 VR 场景的步骤如下：首先确定场景类型，从而确定需要构建的 3D 物体和人物，然后通过 3D Max、DAZ Studio、Blender 等热门 3D 建模软件进行 3D 物体和人物的制作，制作完成后以 FBX 格式导出，再导入 Unity 3D 中，并把物体和人物拖动到场景里面，最后对场景里面的静态物体做灯光渲染，使得场景更加真实。

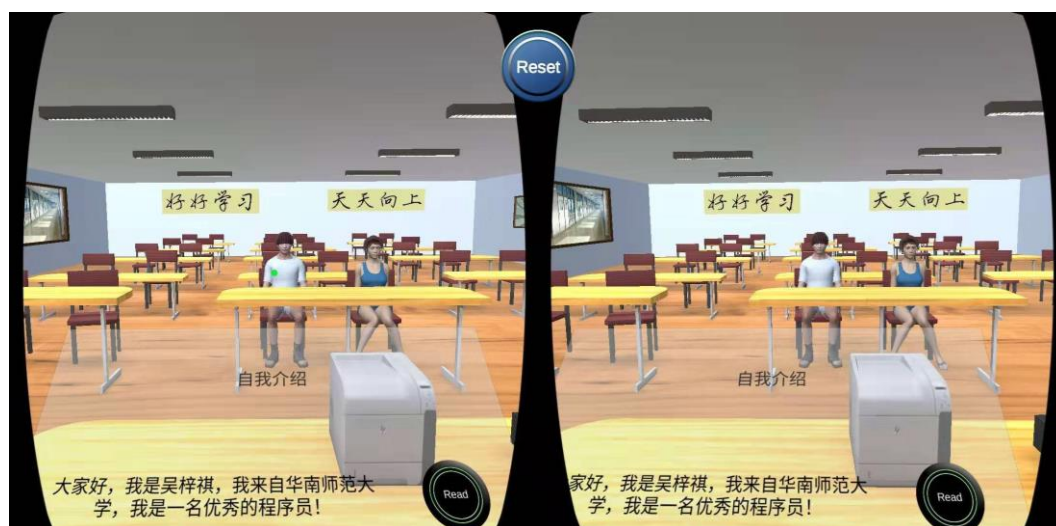
流程如下图：



场景类型细分为室内、室外，室内又分为各种各样的场景，当选择好了场景类型后，之后确定要构建的 3D 物体和人物必须符合场景类型。我们创建的场景是课室，需要的物体就应该是课桌椅、黑板、投影仪等等，需要的人体模型也必须符合学生形象。然而我们并没有 3D 建模的基础。

Unity 3D 支持的 3D 模型格式比较有限，只有 FBX 格式，而且随着 Unity 3D 版本更新，可能会出现一些对旧版本的 FBX 不兼容的情况，最典型的就是当 3D 模型导入到 Unity 3D 后，出现材质丢失的问题，这时只能回到 3D 建模软件检查错误了。

总而言之，Unity 3D 构建 VR 场景的难点有：制作 3D 模型难度较大、Unity 3D 对 3D 模型兼容性比较差。



VR 教室场景





VR 卧室场景

解决方案：寻找网上 3D 模型资源，其中课室场景资源在 Unity Asset Store 上面找到了免费可用的模型；而人体模型资源网上比较难找到，所以我们使用了 Daz Studio 软件制作人体模型，这个软件是一个傻瓜式的捏脸工具，可以高效地构建出人体模型。

## （二）手机 VR 框架和实现用户与应用交互

我们制作手机 VR 框架是参考了 HTC Vive VR 设备的，HTC Vive 是由 HTC 与 Valve 联合开发的一款 VR 头显（虚拟现实头戴式显示器）产品，于 2015 年 3 月在 MWC2015 上发布。由于有 Valve 的 SteamVR 提供的技术支持，因此在 Steam 平台上已经可以体验利用 Vive 功能的虚拟现实游戏。

HTC Vive 通过以下三个部分致力于给使用者提供沉浸式体验：一个头戴式显示器、两个单手持控制器、一个能于空间内同时追踪显示器与控制器的定位系统（Lighthouse）。

我们制作手机端的 VR 框架在硬件上就失去了手持控制器和追踪定位系统支持，手机 VR 只能当作一个头戴式显示器，很难实现像 Vive 那样丰富的交互手段，而且由于手机性能参差不齐，也很难运行对设备性能有较高要求的 VR 游戏。所以我们主要利用了手机的陀螺仪和麦克风功能，来实现用户和应用的交互。

## （三）语音评测和语音合成的封装

科大讯飞语音评测模块，通过智能语音技术自动对发音水平进行评价、发音错误、缺陷进行定位和问题分析。目前语音评测提供汉语、英语两种语言的评测，支持单字（汉语专有）、

词语 和句子朗读三种题型。通过解析 SDK 返回的结果，得到评测结果，音素（phone），音节，各音节时长等内容，可以综合这些内容给用户相应的训练结果与建议。

```
public class Phone {
    /**
     * 讯飞音标-标准音标映射表 (en)
     */
    public static HashMap<String, String> phone_map = new HashMap<>();

    static {
        phone_map.put("aa", "ɑ:");
        phone_map.put("oo", "ɔ");
        phone_map.put("ae", "æ");
        phone_map.put("ah", "ʌ");
        phone_map.put("ao", "ɔ:");
        phone_map.put("aw", "aʊ");
        phone_map.put("ax", "ə");
        phone_map.put("ay", "aɪ");
        phone_map.put("eh", "e");
        phone_map.put("er", "ɛ:");
        phone_map.put("ey", "eɪ");
        phone_map.put("ih", "ɪ");
        phone_map.put("iy", "i:");
        phone_map.put("ow", "əʊ");
        phone_map.put("oy", "ɔɪ");
        phone_map.put("uh", "ʊ");
        phone_map.put("uw", "u:");
        phone_map.put("ch", "tʃ");
        phone_map.put("dh", "ð");
    }
}
```

讯飞音素映射表

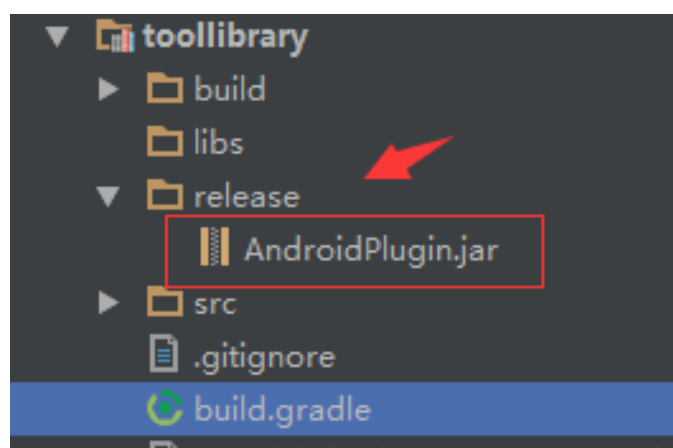
而语音合成是将一段文字转换为成语音，可根据需要合成出不同音色、语速和语调的声音，让机器像人一样开口说话。

在“VR 实验室”和“口语卡片”中我们使用到了科大讯飞的语音 Android SDK，并且做了大量的抽象工作，对该 SDK 做了**高度封装**，开发者甚至只要使用三行代码和回调函数就可以完成语音评测的功能，并且代码在 Unity 项目和安卓项目中通用。

#### （四）Unity 项目和 Android 项目的兼容和合并

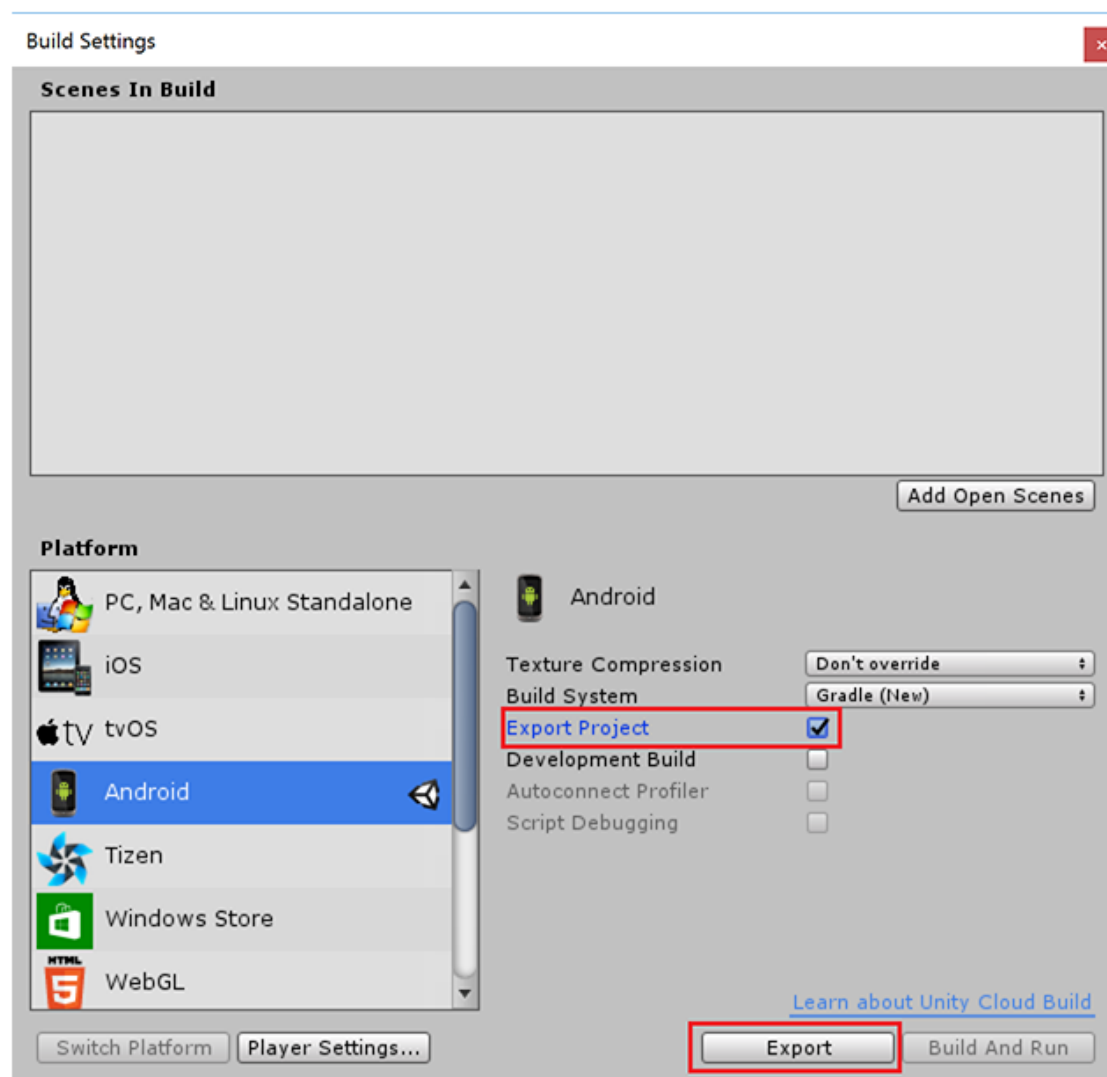
Unity 3D 和 Android 合并的具体方法分为以下两种。

第一种方法是在 Android Studio 中建立 library, 并打包成 jar 包或者打包成 aar 包, 然后放入 Unity 3D 中使用, 这种方法的特点在 Unity 3D 中可以直接调用 Android 里面写好的 Public 方法, 实现简单的功能, 而且最后在 Unity3D 中导出产品, 需要有较深的 Unity 3D 方面的技术要求, 适合把项目重心落在 Unity 3D 上, 缺点是 Android Studio 和 Unity 都要做好配置, 最重要的是两边的包名必须保持一致, 而且在 Unity 3D 导出最终成品的时候非常容易出错。



图中显示了 Android Studio 导出的 jar 包

第二种方法是把 Unity 3D 项目打包成一个 Module, 然后导入到 Android Studio, 作为 Android 项目的一部分, 这种方法特点是需要有较深的 Android Studio 方面的技术要求, 适合把项目重心落在 Android Studio 上。



图中显示了 Unity 3D 导出 Module

我们需要完成的治疗口吃 APP, VR 场景只是作为训练的一部分, 所以需要使用到 Android 方面的开发, 所以我们经过讨论研究, 最后采用了第二种方法完成 Unity 3D 和 Android 的交互。

### (五) Java 和 Kotlin 混合编程

在项目中, 我们使用了许多开源组件, 如 CardStackView<sup>[4]</sup>、Material Drawer<sup>[5]</sup>等。其中某些组件是使用 Kotlin 编程的, 所以本项目在修改其代码时, 必然也要接触到 Kotlin 编程语言, 增加了编程难度。在“口语卡片”模块, 主要使用 Kotlin 语言进行编程, 实现了对卡片左滑, 将顶部卡片加入栈底, 表示未掌握该卡片内容; 右滑从栈中退出, 表示已掌握

卡片内容，不再显示。进行录音后，还会直接显示评测分数，点击详情按钮，可以展示朗读的具体分析结果，有**可拉伸，放大，左右滑动**等操作的图表。点击喇叭按钮，还能听自己朗读的录音，检查朗读问题。



APP “口语卡片” 界面

## 四、 创新与特色

### (一) 创新

#### 1. 手机显示模式创新

传统应用都是用全屏幕来显示用户界面的，而我们把屏幕一分为二，让两个眼睛分别对应一个屏幕，实现立体画面的效果，提高了沉浸感。更高的维度会让口吃患者接受到的信息

更多，就好比文字、音频、视频的关系，文字要想表现出情绪、环境和故事情节需要大量的铺垫和深刻的文笔能力，音频通过语气就能表现出很多内容，更容易带入到故事当中，它的维度比文字要高，有声音和语言两种，视频的维度就更高了，还多了影像，可以更迅速直观的表现场景。所以虚拟现实技术可以为口吃患者最大程度地还原真实场景，使得口吃患者得到更好的治疗。

## 2. 社会创新

利用 VR 设备的便携性优势，可以实现患者在家治疗、在家康复，缓解国内言语治疗师数量匮乏的现状。

## 3. 交互形式的创新

针对口吃严重度在压力场景中容易增加的事实，通过语音识别进行交互，给予患者掌声、嘘声、笑声等正向、负向反馈。

## 4. 训练内容的创新

已有的系统脱敏训练内容单调，而在 VR 场景中可以自由建模、组合场景。此外，可以通过可视化的时间限制、流畅度提示、观众满意度提示，让训练内容更加充实。

## 5. 训练内容的创新

融合了心理学、计算机科学、医学等多个学科的内容。VR 在医学已有广泛应用，而在口吃治疗领域还没有先例。系统脱敏需要提供场景支撑，而 VR 恰好适合。

## （二）特色

高质量的 UI 设计	本项目花费了大量的时间在调整动效和界面设计方面，可以说，在某些方面，我们甚至超过了一些商业作品。目的是为了用户有更好的体验，能够以较低门槛上手本 APP。
针对性强	该 APP 针对口吃患者进行针对性的治疗。

语音测评返回结果丰富	不仅返回测评综合得分，而且对每一个字的语音、语调都有对应的评价，评价包括：正确、漏读、回读、重复读等等。
语音测评时间快，使用内存小	使用讯飞语音测评，几乎不需要使用内存，而且测评时间非常短。
测评内容丰富	测评内容包括字、词语、句子。
测评内容可扩展性强	测评内容可以通过阿里云的云数据库获取，只需要在数据库中插入信息，即可扩展 APP 中测评内容。
沉浸感强	使用虚拟现实技术，可以 360 度观看场景里面的物体，就像走进了游戏场景里面一般。
无需昂贵的治疗费	医院专业的口吃患者治疗需要昂贵的费用，而使用 APP 治疗几乎不需要任何费用
解决治疗地域限制	具备口吃治疗资格的医院较少，很多口吃患者远离口吃治疗医院，使用 APP 治疗只需要拿起手机即可，实现了对所有口吃患者零距离治疗。

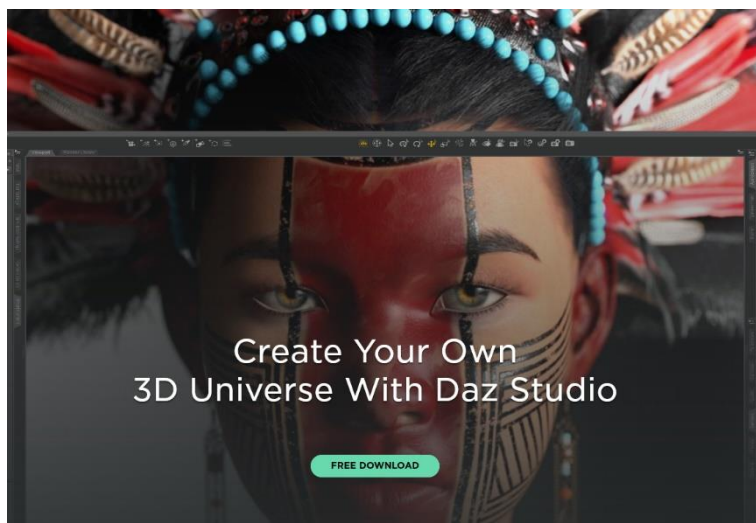
## 五、 详细实现过程

本项目当前主要实现了“VR 实验室”和“口语卡片”两个模块，还有一个模块“进度统

计”将会在未来完善。

## （一）Unity 3D 方面

### 1. 3D 人物建模



Daz Studio 软件

#### 1.1 使用过程

本内容需要 Daz Studio4.11 软件、dim 安装经理 64 位和基础资源包。首先先安装 dim 安装经理的 64 位版本和 Daz Studio4.11 软件,使用安装经理安装基础资源包到 Daz Studio 中,然后就可以进行人物模型创建了,创建过程不需要任何 3D 建模基础,就像玩游戏一样轻松装扮人物角色,然后把创建的人物模型以 FBX 格式导出。

我们根据课室场景需要,构建了两个基础学生模板,可以在两个模板基础上通过改变高矮肥瘦和着装创造出不同的学生模型。





学生模型

## 1.2 遇到的问题

在人物建模过程中也会遇到一些问题，使用 Daz Studio 导出的人物模型面数较多，而模型面数越多，就越消耗手机 CPU 资源，所以导入到 Unity3D 场景的人物模型个数受到很大的制约，现在只能最多放入两个模型，才能保证应用在手机中运行时保持可以接受的帧率。

## 1.3 解决方案

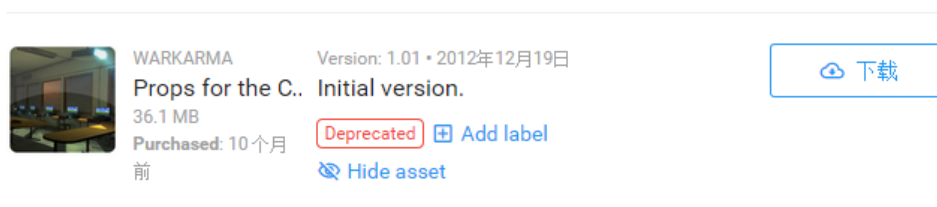
①用图片代替人物模型，这样做的优点是保证了运行时有较高的帧率，缺点是使用者可以感知到人物都是二维的，影响了使用者的体验，而且由于都是图片，很难实现人物 3D 动画的制作。

②用图片代替场景后面的人物模型，这样做可以较好地解决前一个方案中使用者感知到人物是二维的问题，因为由于手机像素的限制，使用者不能看到坐在后排的学生的具体细节，也就无法感知到坐在后排的学生是否是二维的，而且也可以加入人物的 3D 动画了，但是缺点是前排一共有六个位置，而由上文描述，最多只能放入两个模型，所以第一排还是有四个位置无法加入 3D 人体模型，这样使用者只要足够细心，还是可以发现人物是二维的。

③对人物模型做减面处理，使得其不会消耗太多 CPU 资源，从而增加可以导入到场景中的人物数量，结合着方案②的使用，可以说是最佳的处理方案。

## 2. 3D 人物动画和物体建模

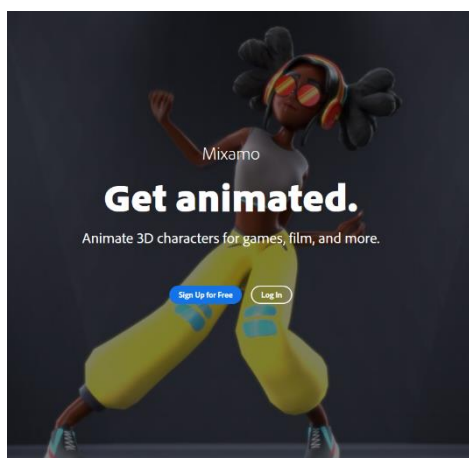
在网上搜索资源，最后发现通过 Unity 3D Asset Store 官网，可以直接下载到课室场景需要的绝大部分物体模型。



课室场景

我们使用的 3D 建模软件主要是 3D Max，对于场景需要但是又难以从网上获取的模型资源，我们使用 3D Max 进行构建。

动画资源是通过 Unity 3D Asset Store 官网和 Mixamo 官网获取的。对于在网上下载的 3D 动画资源，大多无法直接应用到 3D 人物模型上，我们使用 Unity 3D 插件 UMotion Pro 编辑人物动画，使得动画更好地应用到 3D 人物模型上。



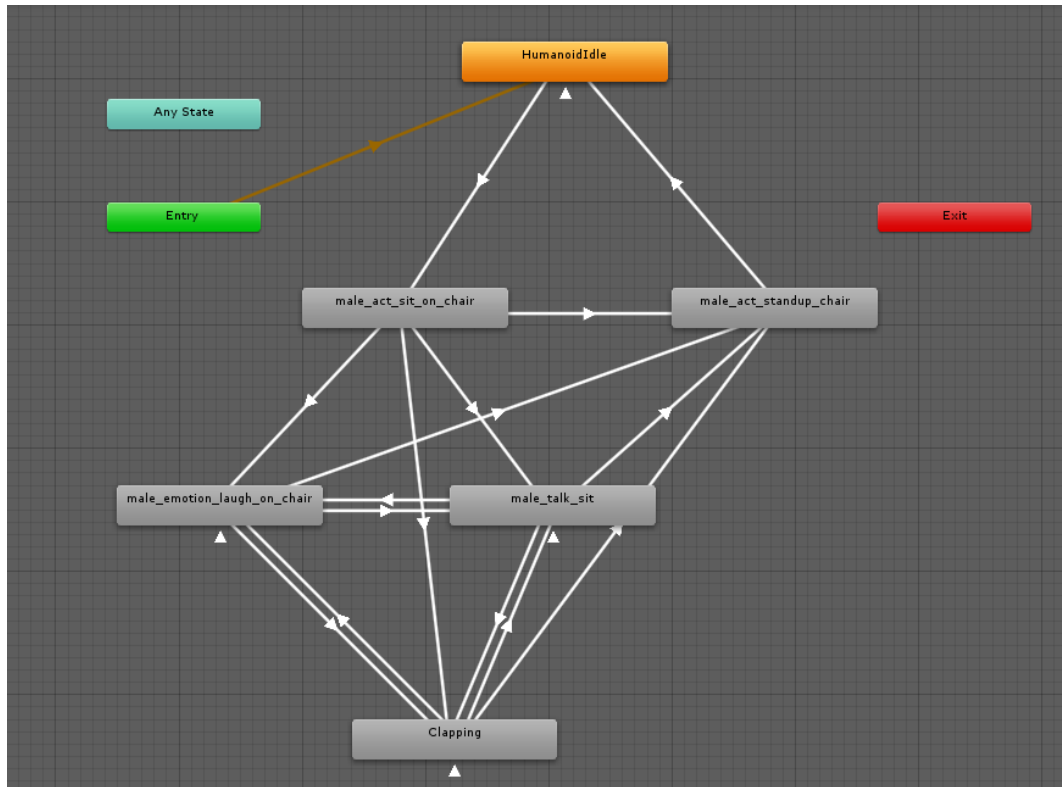
SOXWARE INTERACTIVE  
UMotion Community - Ani...  
★★★★★ (67)  
FREE

Mixamo 官网和插件

### 3. 3D 人物动画控制

使用 Unity 3D 自带的动画控制器功能，首先新建 Animation Controller 并显示在 Animator 窗口中，把已经完成的动画资源导入到 Animator 窗口中，建立动画播放的逻辑，在 Animator 窗口中每个动画状态之间会以连线的方式展示从播放一个动画转移到播放另一个动画的逻辑。

然后还要提供一个 Public 函数，测评结果返回后，触发对应的人物动作。



Unity 3D Animator 窗口

```

1 个引用
public void sitDownOrStandUp()
{
    string str = "SitDown";

    animator.SetBool(str, !animator.GetBool(str));
}
0 个引用
public void startLaugh()
{
    animator.SetTrigger("Laugh");
}
0 个引用
public void startTalk()
{
    animator.SetTrigger("Talk");
}
0 个引用
public void startClap()
{
    animator.SetTrigger("Clap");
}

```

动作触发 Public 函数

## 4. 手机 VR 框架

### 3.1 通过手机陀螺仪获取头部转动数据

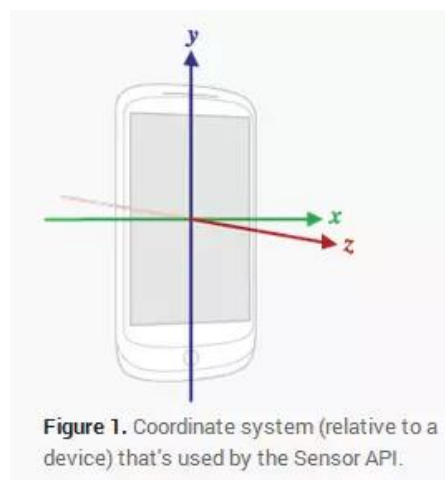
我们使用 Unity 3D 提供的 Gyroscope 类获取头转数据，其中可以获取头转数据的函数有 `rotationRate`, `rotationRateUnbiased`, `attitude`, `rotationRate`, 他们使用解释如下：  
`Input.gyro.attitude`: `Vector3` 类型，返回手机当前的姿态信息，即与手机初始姿态相比在 x、y、z 轴上的偏离情况（单位：弧度），初始姿态指的是手机水平正向放置（此时 `Input.gyro.attitude` 为 `(0, 0, 0)`）。

`Input.gyro.rotationRate`: `Vector3` 类型，返回陀螺仪测量的各轴上的旋转速率的原始值，单位为“弧度/秒”。

`Input.gyro.rotationRateUnbiased`: `Vector3` 类型，返回陀螺仪测量的各轴上的旋转速率的修正值，单位为“弧度/秒”。

我们经过测试，发现使用 `rotationRate` 会出现画面抽搐的现象，使用 `attitude`，由于初始姿态是手机水平正向放置，需要做转换，而且当手机已经完成旋转后，画面还会出现旋转，而使用 `rotationRateUnbiased`，解决了使用 `rotationRate` 会出现的抽搐现象，而且由于获取的是速率，所以得到的是旋转的变化量，不需要像 `attitude` 做转换才可以应用到摄像机上。

所以，最后我们采用了 `rotationRateUnbiased` 获取手机转动数据。



手机坐标系

### 3.2 手机显示双画面

首先在 Unity 3D 中，一个画面的呈现需要一个摄像机，现在需要两个画面，当然是需要两个摄像机啊了，而且两个画面应该是一左一右呈现，所以 Camera 的 Depth 属性同为 0，而 View Rect 的 w 只能是 0.5，x 也要对应做修改。



双画面

### 3.3 摄像机位置重置

手机获取头转动数据并不是非常准确，需要不时做修正，修正的方法就是触发按钮后让摄像机位置重置，根据观察，手机 VR 眼镜上面会有一个在手机放入后也可以按下的按钮，我们就把这个按钮设置为摄像机位置重置按钮。



重置按钮

### 3.4 游标交互

由于手机输入设备的局限，对 VR 场景产生交互的能力较弱，我们从爱奇艺 VR 中发现，他们在屏幕正中间显示一个绿色游标，当游标落在场景内的按钮上时，会出现一个读条，当读条结束，按钮就会被触发，于是我们也学爱奇艺 VR 的交互方式，我们使用 Unity 3D 提供的函数 Raycast，获取到画面正中心的物体，然后判断这个物体是否为可以触发的物体，如果是可以交互的物体，便调用交互函数进行交互。

现在设置了按钮交互和学生交互，当游标落到学生身上，学生会做出交谈的动作，当游标落在按钮上并持续一段时间，则会触发按钮响应事件。

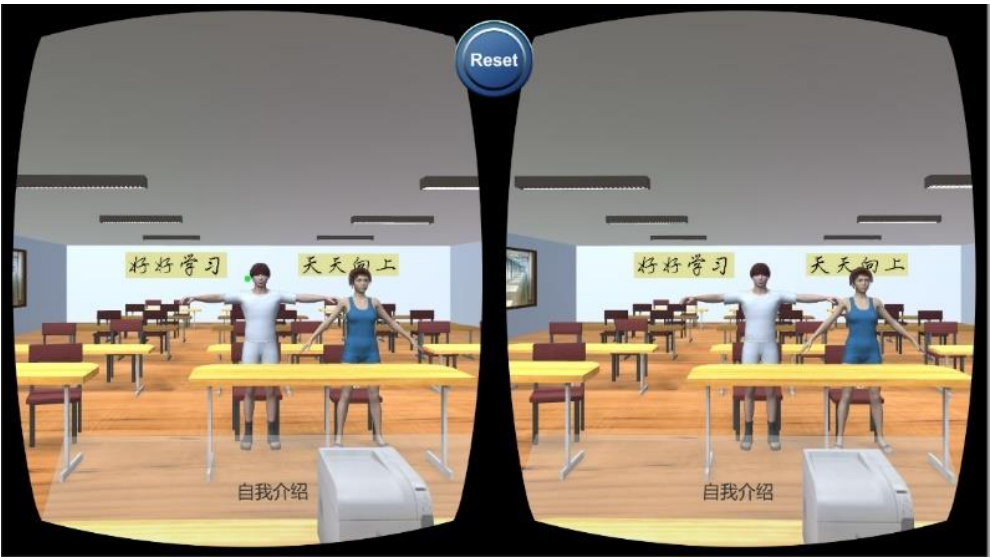


游标

### 3.5 画面四周遮罩

这个我们也是参考了爱奇艺 VR 的设计，因为单纯显示两个画面，看上去比较丑，如果在四周加上一个遮罩，会比较美观。这个我们采用了 Screen Space-Camera 模式的 Canvas, 这样就可以把遮罩应用于单个画面。





最终效果

5. Unity 3D 调用讯飞语音评测功能

讯飞语音测评 SDK 分为四种 Android SDK、IOS SDK、Linux SDK，Windows SDK，还有一种是通过网络请求的方式调用该功能，前期我们使用的是网络请求的方式，这个方式的优点是：对所有语言，各种设备都百分百地支持，只要可以发出网路请求就可以了，缺点是：测评返回时间较长，而且需要设置白名单。

最后我们使用的是 Android SDK，这种方法优点是：测评速度快，延迟较小，不需要设置白名单，所以非常适合我们开发 APP 使用。

下面，我们来介绍如何用 Unity 3D 调用 Android SDK 测评功能。

语音评测SDK		
SDK名称	版本	操作
Android MSC	1138	<a href="#">下载</a> <a href="#">文档</a>
iOS MSC	1174	<a href="#">下载</a> <a href="#">文档</a>
Linux MSC	1126	<a href="#">下载</a> <a href="#">文档</a>
Windows MSC	1126	<a href="#">下载</a> <a href="#">文档</a>

讯飞语音评测 SDK

4.1 使用 Android Studio 导出的 arr 包



这个过程的缺点是需要配置的东西比较多，比较容易出错，而且异常都是把问题说得很模糊，几乎不可能了解到出错的根源是什么，更不知道如何修改，项目初期为了解决这个方法出现的问题，花费了大量的时间，最后发现把 Unity 3D 打包项目设置中的 Build System 从 Gradle 改为 Internal, 便可以解决问题。

#### 4.2 导出项目成为 Android 开发的一部分

由于项目需要 Android studio 开发其他界面，所以上一个方法最终不能被采用，所以我们又通过网上搜索发现了另一种方式，就是把 Unity 3D 项目导出到 Android Studio 上，然后作为 Android Studio 上面的一个模块，这种方法配置较简单，操作较容易，相比于上面的方法，可以较轻松的实现调用讯飞 SDK 的功能。

### 6. Unity 声音控制和光照渲染

Unity 3D 提供播放声音的组件 Audio Source，然后还要提供一个 Public 函数，测评结果返回后，发出对应声音。



Audio Source 组件

光照渲染的目的是让场景更接近真实，首先要把场景中的不需要改变位置的物体设置为静态物体，然后在场景中加入 Area Light，然后点击渲染就可以了，由于场景物体较多，每次渲染的时间较长，所以我们把 Unity 灯光渲染设置为不自动做渲染，等到把所有物体位置

确定后，再做渲染。



灯光渲染后，场景阴影更加真实

## （二）Android Studio 方面

### 1. 启动页延时动画

启动页使用了延时、位移、缩放动画，可以让用户感觉到应用的专业性。



VR口吃治疗 0.1.3

### 2. 自定义 ViewPager+Fragment

为了避免“VR 实验室”页面的卡片左右滑动和 ViewPager 左右滑动冲突，我们使用了不可滑动的 ViewPager。但点击底部导航栏依旧可以进行页面切换。

```
/**
 * 可设置是否可滑动的自定义ViewPager
 *
 *
 */
public class NoScrollViewPager extends ViewPager {
    private boolean isScroll = false;
```

### 3. 自定义顶部栏 TopBar

顶部栏可以根据页面不同切换标题,并且点击头像可以呼出侧边导航栏。在点击头像时,会有水波纹动效。



您好Ryzin, 快乐星期一

VR实验室

### 4. 轮播图 RecyclerView

此 RecyclerView 的 Adapter 支持三种方式获得轮播图图片: 本地数据、url 网络数据、本地数据和网络数据同时。左右显示的轮播图大小不同,中间为放大展示。



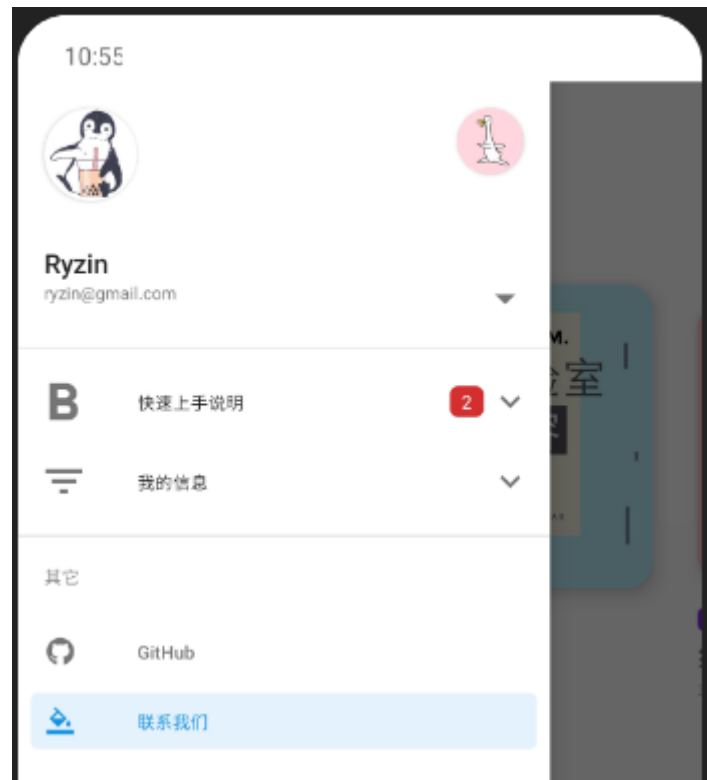
## 5. 登录对话框自定义 Dialog

该对话框实现了弹出和弹回的动画,并且点击对话框以外的区域可以关闭,十分人性化。



## 6. 侧边导航栏 Material Drawer

侧边导航栏使用了符合 Material Design 的 Material Drawer。



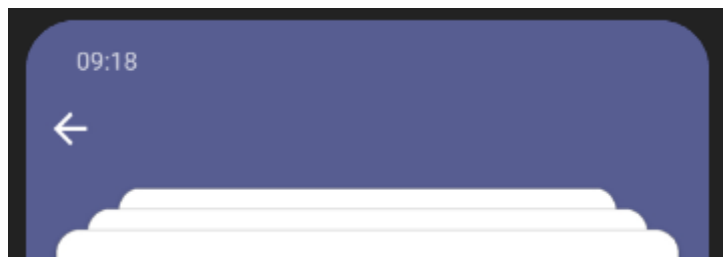
## 7. 按钮水波纹

我们特别喜欢水波纹动效和圆角矩形，所以几乎所有的按钮和卡片都是有这两个特性，在经过一段时间的调优，我们实现了同时具有这两个特性的按钮，但后来我们发现了更好的实现方法——用 CardView 这个组件。



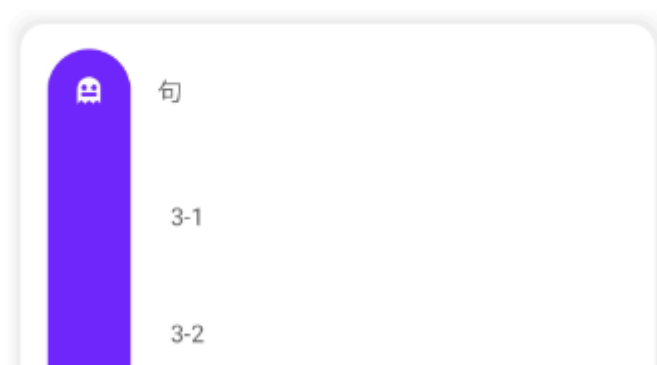
## 8. 全面屏适应

我们针对应用各个页面都做了沉浸式导航栏的处理，对一些全面屏的手机比较友好，也更加美观，让用户更加沉浸。



### 9. 可伸缩抽屉 ExpandingDrawerView

在口语卡的课程模块，我们使用了可垂直展开的组件，供用户具体选择课程，并且在展开过程也有延时、位移和缩放的动画，让人感觉十分自然。



### 10. 可伸缩卡片 ExpandingCardView

该组件可以水平展开卡片，达到显示更多内容的目的。



### 11. 进度展示自定义 CardView

此 CardView 着重展示了数据，并且颜色也很美观。



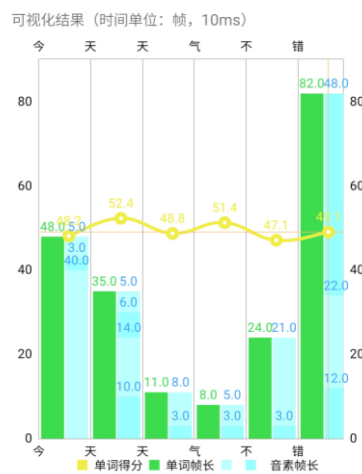
### 12. 堆栈式卡片 CardStackView

这种栈式卡片为用户提供了更加新颖的交互方式，方便了用户使用口语卡片的功能。



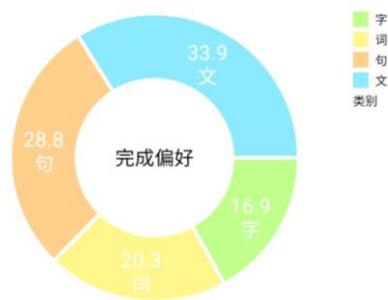
### 13. 可滑动的多图表 CombinedChartView

此图表结合了普通条形图，栈式条形图和折线图，密集地展示了用户的录音结果信息，便于用户掌握自己的朗读情况。并且，此图表还允许放大、点击和滑动，便于用户查看。



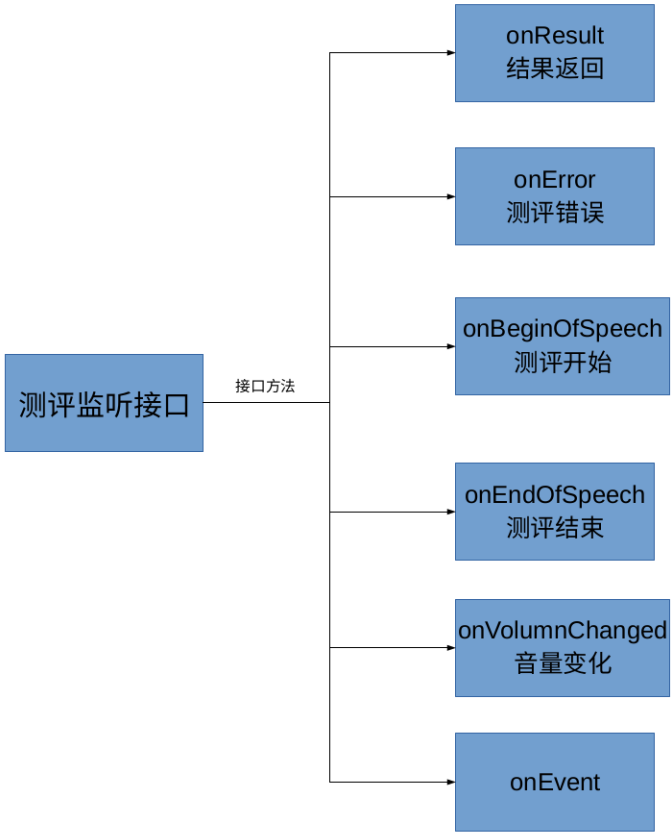
### 14. 可滑动的圆饼图表 PieChartView



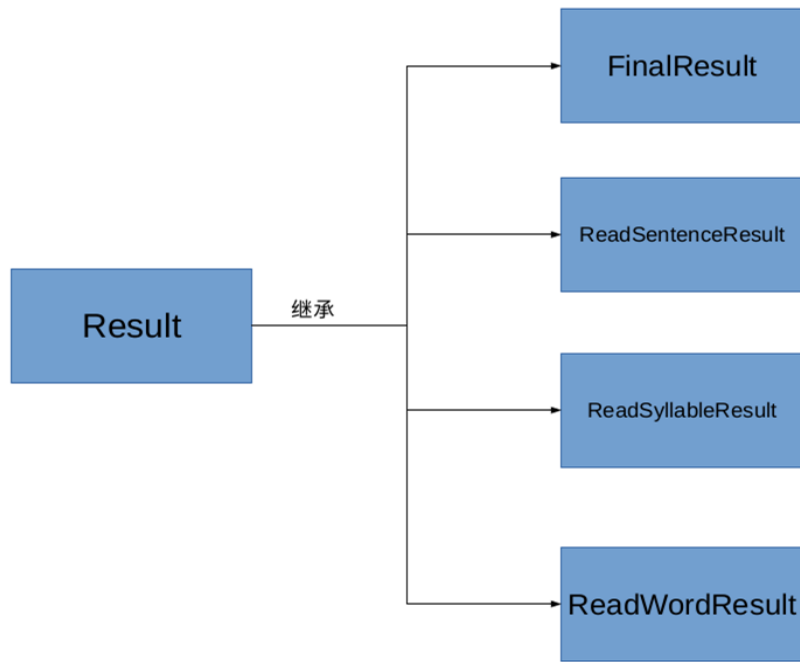


15. 科大讯飞语音模块

通过理解官方范例，我们重载了测评监听接口，封装了语音测评方法，提供了测评结果回调函数接口。



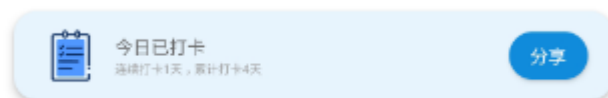
测评监听接口结构



Result 类继承结构

## 16. 动态权限申请

我们十分憎恨应用启动时强制要求权限申请的应用，所以我们将所有的权限申请，都设置在用户主动点击按钮时请求。同时，我们通过存储权限实现了文件分享的功能。



## 17. Android 和 Unity 3D 交互

为了在 Android 项目能够对 Unity 项目进行修改，我们编写了 Android 调用 Unity 3D 场景物体的组件函数。并提供 Public 函数，供 Unity 3D 调用。

## 18. 阿里云云数据库 Utils 类

为了获取和对云数据库数据进行处理，我们创建了相应 Utils 类。

## 19. UI 设计和动效

为了不让用户感到突兀，我们对很多细节上的效果进行了大量的尝试。如在“口语卡片”

页面，当焦点在搜索栏时，底部导航栏会立刻收起，软键盘会弹出。当点击键盘外区域时，能够主动收起软键盘，并且搜索栏会失去焦点，同时，为了等待软键盘完全收起，底部导航栏会延时弹出。这样就实现了一个完整的操作过程。

像这样细节的地方还有很多，因为我们最终希望用户能够理所当然的使用本应用的功能模块，而不是在某些地方会感觉莫名其妙。

### （三）云数据库方面

#### 1. 订阅数据库服务

我们使用的是阿里云云数据库 RDS 版，使用云数据库的好处是，可以让 APP 的测试内容更新，提高了 APP 的扩展性和灵活性，而且使用云数据可以让所有移动设备都获取到测试数据。当然使用云数据库是付费的，还好阿里云提供了学生版，只要通过了学生认证，仅仅 10 元就可以使用三个月的云数据库。

基本设置

标签设置

实例名称

请输入实例ID进行搜索

搜索

标签

<input type="checkbox"/>	实例名称	运行状态(全部)	创建时间	实例类型(全部)	数据库类型(全部)	所在可用区	网络类型(全部)	付费类型
<input type="checkbox"/>	rm-wz96v85n0w43655jy rm-wz96v85n0w436...	运行中	2019-10-23 13:36	常规实例	MySQL 5.7	华南1 (深圳) 可用区D	经典网络	包月 171 天后到期
<input type="checkbox"/>	<div>编辑标签</div> <div>实例授权</div>							

共 1 页

阿里云云数据库 RDS 版

#### 2. 数据库 CURD 范例

	刷新	单行详情	总行数	导出数据	模板SQL
	id	content			
1	31	室			
2	30	纸			
3	29	壳			
4	28	哭			
5	27	菇			
6	26	倒			
7	25	袍			
8	24	杯			
9	23	西			
10	22	粗			
11	21	紫			
12	20	肉			
13	19	书			
14	18	出			
15	17	猪			
16	16	吸			
17	15	七			
18	14	鸡			
19	13	河			
20	12	拷			

构音基础课程数据库内容

## 六、 开发环境

### （一）开发环境

项目数据库开发环境

序号	项目	详细信息
1	操作系统	Wondos-10-x64-desktop-Home
2	编程语言	MySQL
3	编程工具	MySQL 5.5 Command Line Client
4	依赖工具	阿里云 云数据库 RDS 版

项目安卓开发环境

序号	项目	详细信息
1	操作系统	Ubuntu-18.04.3-desktop-amd Wondos-10-x64-desktop-Home
2	编程语言	Java、Kotlin
3	Android 开发平台	Android Studio 3.0.1 64 位 Android Studio 3.4.1 64 位

4	调试设备	1、模拟器: Nexus 5X API 28 (Android 7.0, API 24) Samsung S10 5G API 29 Android 9.0, API 29) 2、真机: HUAWEI P10 (Android 9.0, API 29) Samsung S10 5G API 29 (Android 9.0, API 29)
---	------	---

项目 VR 开发环境

序号	项目	详细信息
1	操作系统	Windows-10-x64-desktop-Home
2	编程语言	C#
3	开发平台	Unity 2018.3.2f1 (64-bit)
4	调试设备	1、模拟器: Nexus 5X API 28 (Android 7.0, API 24) 2、真机: HUAWEI P10 (Android 9.0, API 29)

项目建模环境

序号	项目	详细信息
1	操作系统	Windows-10-x64-desktop-Home
2	平台 1	DAZ Studio
3	平台 2	3D MAX
4	平台 3	Blender

实机测试环境

序号	测试系统
1	HUAWEI P10 VTR-TL00 Android 版本 9 EMUI 版本 9.0.1 运行内存 4G 屏幕 1920*1080
2	Samsung S10 5G SM-G977N Android 版本 9.0 One UI 版本 1.0 运行内存 8G 屏幕 2280*1080

## 七、 用户体验记录、分析和改进

### (一) 用户意见、评价和开发者分析

我们也在线下寻找了数十名同学进行软件使用体验，并将反馈的问题进行记录和改进。

序号	用户	角色	应用评价	改进意见	开发者分析
1	彭旭睿	2017 级计算机	界面、动效可以，都挺不错。	1.“口语卡片”页面，点击开始学习，希望能了解学习进度，不	数据库那一块还未完 善，所以没有进度功 能，后期将会完善。

		学院 学生		<p>然不知道学到哪了。</p> <p>2. “VR 实验室”的轮播图滑动时,希望有一些“阻尼”,一滑就滑得太多了。</p> <p>3. VR 场景的文字提示一次给得太多,可以分阶段引导着提示。</p>	后期将在 VR 场景中加入选项卡,分阶段提醒。
2	陈栩明	2017 级计 算机 学院 学生	很好。	1. “进度统计”图表的文字重叠了,可以分开一点。	重叠的时候可以双指放大。
3	郭永聪	2017 级计 算机 学院 学生	很好玩,没什么问题。	1. 在 VR 场景中,提示较少,一开始不知道要盯着老师才能到下一步。	后期将在 VR 场景中加入选项卡,分阶段提醒。
4	朱炜	2017 级计 算机 学院 学生	太完美以致于难以给出评价。	1. 如果“进度统计”页面的数据能改成动态的就好了。	后期会把用户在 VR 场景和口语卡片中的学习记录统计。
5	韦靖鸿	2017 级计 算机 学院 学生	挺完美的	1. 场景有点少。	我们还在探索在 Android 项目中加入多个 Unity 项目,现在还有一些问题(因为一般 App 似乎只有

					一个 Unity 项目)。
6	司徒俊 鸿	2017 级计 算机 学院 学生	动画流畅, 页面衔接做得很好, 功能完善, 很充实, 作为学生作品似乎已经没有改进的地方了。	1. 某些地方颜色有些鲜艳。	对于颜色过于鲜艳的问题, 开发者将继续调整。
7	何泽霖	2017 级计 算机 学院 学生	这个软件感觉不怎么能广泛传播, 可能只会在特定团体中使用。	1. “VR 实验室”页面下方太空。 2. “口语卡片”功能中的卡片也太空。 3. 卡片分数可以大一些。这样用户可能更加兴奋。 4. 初次使用最好有指引。	“VR 实验室”页面太空的原因是原本是放用户评价的, 但还没有实现。 引导页将在未来实现。
8	孔思哲	2017 级计 算机 学院 学生	效果很酷炫。	1. 希望未来实现登录功能、进度记录。 2. 分享功能分享的海报可以有二维码。	因为这个 App 还没有登陆商店, 所以没有对应二维码。
9	朱建忠	2017 级计 算机 学院 学生	感觉动画和各种切换和过渡都很舒适, 我都想不到可以这样做。是这个应用 ui 设计的特色。	1. 口语卡片切换动画, 可以更加平滑, 现在太快了。	已经进行调整。
10	陈子扬	2017 级计	UI 很符合安卓设计理念, 就是扁平	1. VR 场景提示字体比较难看	已经换成了无衬线字体。但后续会继续进

		计算机学院学生	化。很期待后面的功能	2. 卡片音标, 可以换成真的声调, 而不是数字。 3. 识别类型不知道有什么用。	行调整。
--	--	---------	------------	--	------

## （二）已完成的改进和存在的问题

已完成的改进：

- 调整了某些页面颜色过于鲜艳的地方。
- 将所有字体大小都进行了适当的缩小，对小屏幕设备更加友好。但未来会对不同分辨率的设备提供不同的 dimen 文件，这样更好。
- 口语卡片得分字体大小调整，加入了 Toasty 提示（有颜色的 Toast 提示），分数高时为绿色，分数低时为红色，更加直观。
- 口语卡片的动画速率调整。
- VR 场景提示字体变更。
- 缩小了口语卡片页面的课程按钮的大小。
- 缩小了 VR 实验室页面轮播图的大小，对小屏幕设备友好。
- 禁用了首页 ViewPager + Fragment 的滑动，降低了误触情况。
- Activity 类型变为 singleTask, 降低了从 VR 场景中退出后内存溢出，闪退的概率。

还存在的问题有：其实不是动效越多越好，在让同学评价时，我也意识到了自己的一些问题。卡片滑动的时候发生误触的情况比较常见。在“口语卡片”模块，还没有加入保存进度的功能，评测结果也还未进行保存。我们最期待的“进度统计”模块也没有实现。“VR 实验室”模块框架基本已经搭建，但具体的完整流程还未完善…阿里云数据库的功能还没有完全加入到项目中等。

总而言之，我对项目的进度其实比较不满意，存在的很多问题也没有及时得到解决。

接下来将会投入更多时间，希望能不止做到预先那样，还希望做到更多。

## 八、项目分工



## （一）项目分工

罗梓祺：Unity 3D 开发，负责场景建模，人物建模，人物动画等等。“VR 实验室”功能的实现。科大讯飞 SDK 的封装。云数据库的配置。文档撰写。

罗佳海：Android 开发，负责 UI 设计，动效的实现。“口语卡片”功能、“进度统计”、侧边导航栏，轮播图等实现。功能质量审核。文档排版。

谢礼东：Unity 项目和 Android 项目的合并。文档撰写。负责统筹具体赛事（本项目在本学期取得 **言若金叶软件大赛 全国一等奖**）。软件测试。

李佳蔚：组织团队分工，负责统筹具体赛事（本项目在本学期取得 **由北京大学举办的“2018VR 创意创新创业大赛”学生组银奖**）。Unity 项目场景渲染。实现语音合成模块。文档撰写。

## 〈三〉 测试大纲和测试报告

### 一、 软件测试与软件完成情况基本展示

#### （一）测试方案

我们使用的测试方案是百度 MTC 移动 App 测试方案，其中包括以下四个方面的测试内容。

##### 1. 脚本兼容性测试

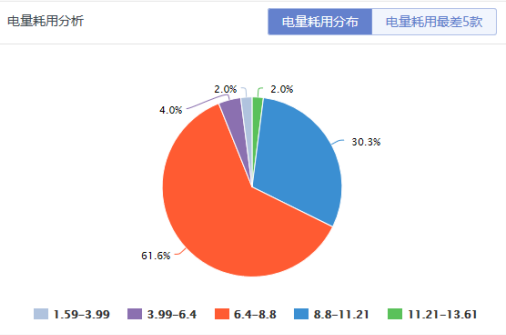
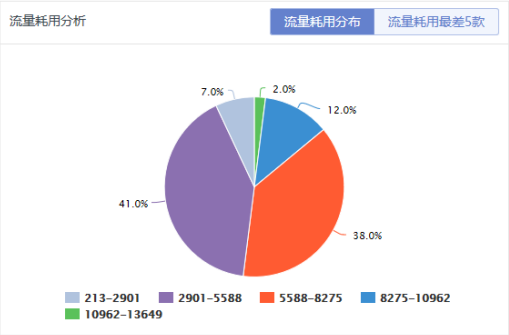
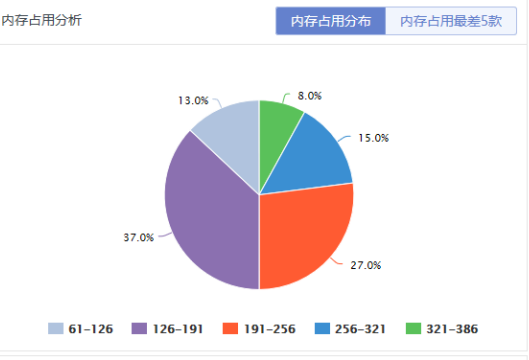
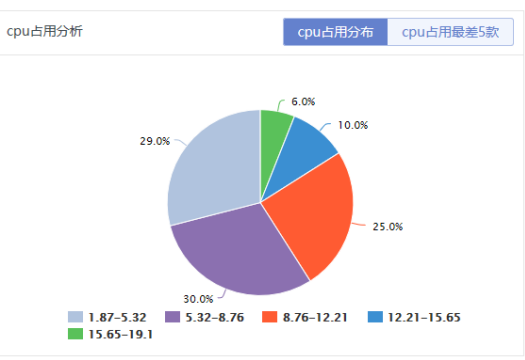
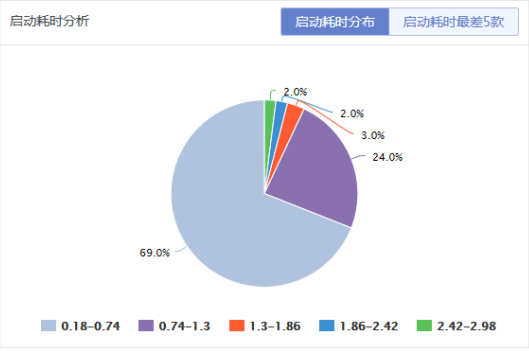
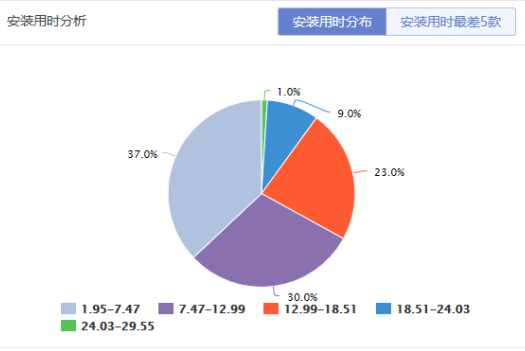
本测试覆盖市场主流机型，测试安装、启动、主要功能、卸载；可定制测试脚本，覆盖所需页面和核心功能；测试报告包含用例细节、截图、日志、性能数据和 BUG 详情。

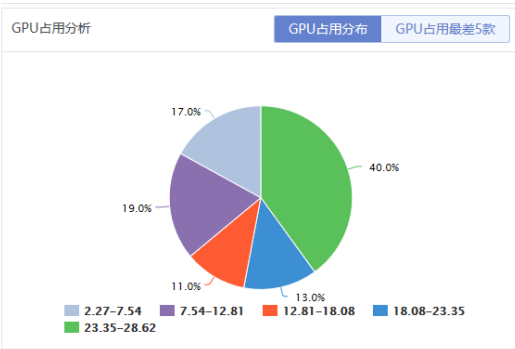
性能结论			
安装用时 10.16s	启动耗时 0.7s	CPU占用 8.21%	内存占用 203MB
行业最优: 0.04s 行业均值: 3.84s	行业最优: 0.19s 行业均值: 0.63s	行业最优: 1.81% 行业均值: 5.96%	行业最优: 5MB 行业均值: 132MB
华为 荣耀V9 1.95s	华为 荣耀畅玩5C 0.18s	华为 畅享6S 1.87%	三星 三星2016版GALAXY A9(S... 61MB
OPPO OPPO R9s Plus(OPPO ... 29.55s	三星GalaxyOn7 2.98s	金立M2017 19.1%	三星 GALAXY S6 Edge(SM-G9... 386MB

测试工具		
流量耗用	电量耗用	GPU占用
5848KB	8.22mAh	18.28%
行业最优: 0KB 行业均值: 4,681KB	行业最优: 0.32mAh 行业均值: 4.13mAh	行业最优: 2.85% 行业均值: 16.97%
 华为Mate 8 213KB	 华为Mate 8 1.59mAh	 vivo X3L 2.27%
 索尼Xperia Z3+ Dual 13649KB	 小米MiPad2 16GB 13.61mAh	 三星 SM-A7000 28.62%

性能结论

性能分析

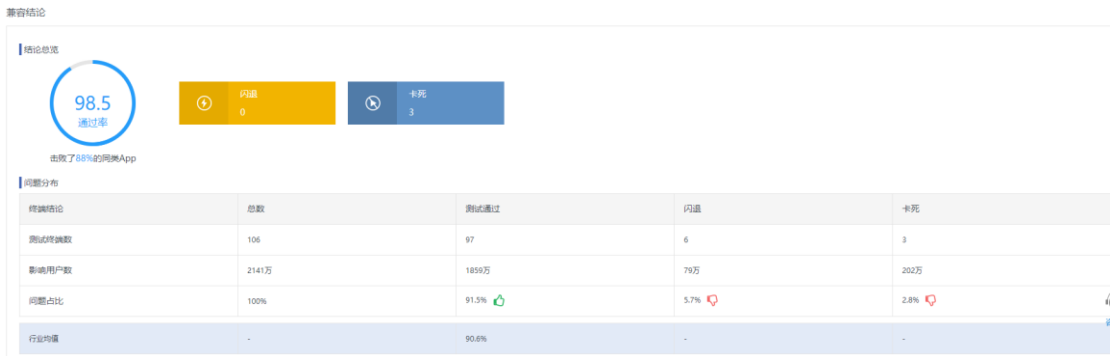




性能分析

2. 深度兼容测试

在选定机型上安装、启动、monkey、卸载等；记录测试过程中完整日志、截图、录像捕获 CPU、内存、流量、电量等性能数据助您定位闪退、crash、ANR 等问题



兼容结论

问题列表

出错定位筛选 全部出错定位

问题机型至真机测试

问题类型	问题级别	问题描述	出错定位	发生机数	通用解决方案	问题机型
闪退	致命级 (P0)	非法状态错误	java.lang.IllegalStateException	6	一般需要具体问题具体分析, 例如, 对于一些调用摄像头功能的程序, Java 是初始Native层的状态不同步可能会导致这个错; 再比如, 是报错对客户端的响应已经结束, 但是仍然尝试向客户端 (实际上是服务端) 输出内容。	小米 MI 3W 华为 P9 Plus 中国移动N2 更多













问题列表



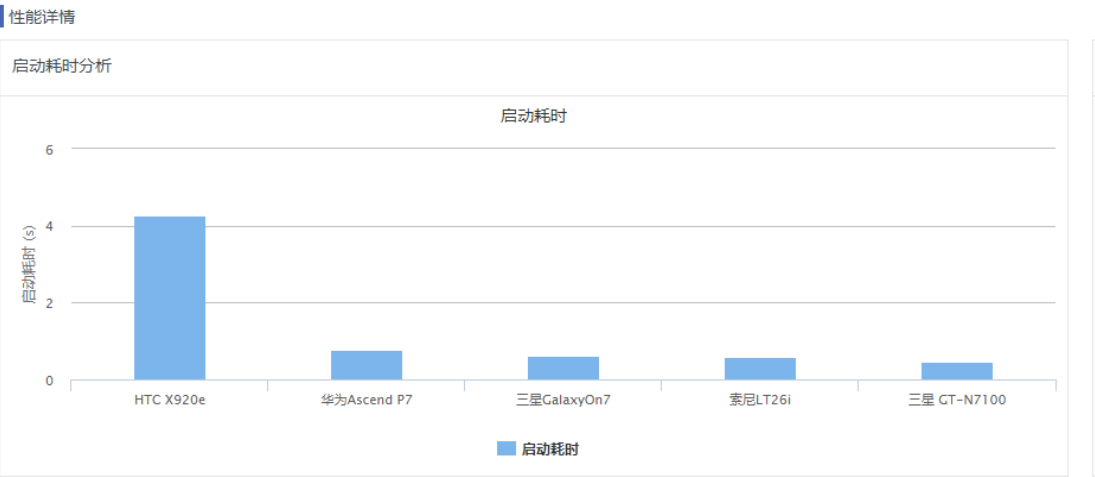
问题终端分布

### 3. 深度性能测试

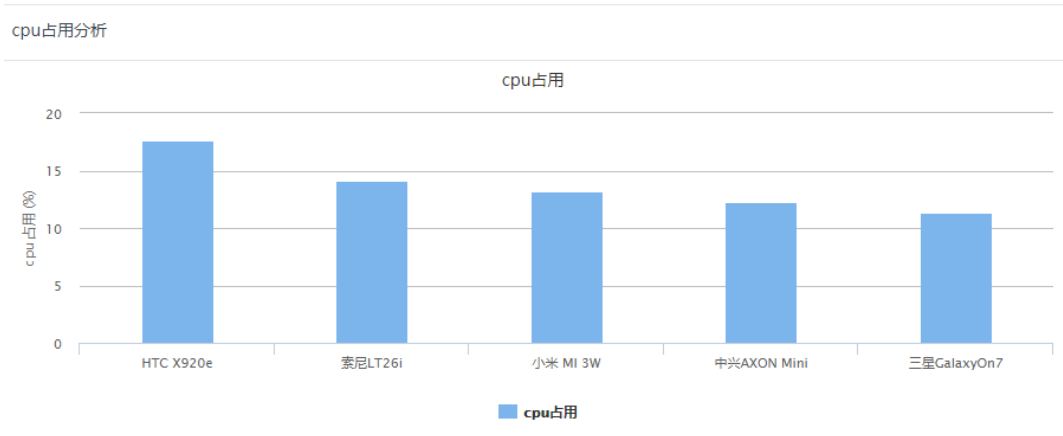
拟典型使用场景及状态；全面获得启动时长、电量、流量、CPU 等。

性能结论						
启动耗时	cpu占用	内存占用	流量耗用	电量耗用	GPU占用	
0.58s	6.91%	66MB	502KB	5.81mAh	0%	
 索尼 L39h(android 4.2.2) 0.16s	 华为 P9标准版(android 6.0) 1.68%	 三星 GT-N7100(android 4.1.2) 42MB	 HTC X920e(android 4.1.1) 19KB 1.64mAh	 三星 GT-N7100(android 4.1.2) 1.64mAh	 -	
 HTC X920e(android 4.1.1) 4.26s	 HTC X920e(android 4.1.1) 17.65%	 三星 Galaxy S6 Edge(android 4.1.2) 135MB	 索尼 L39h(android 4.2.2) 4251KB	 索尼 T26h(android 4.0.4) 14.18mAh	 -	

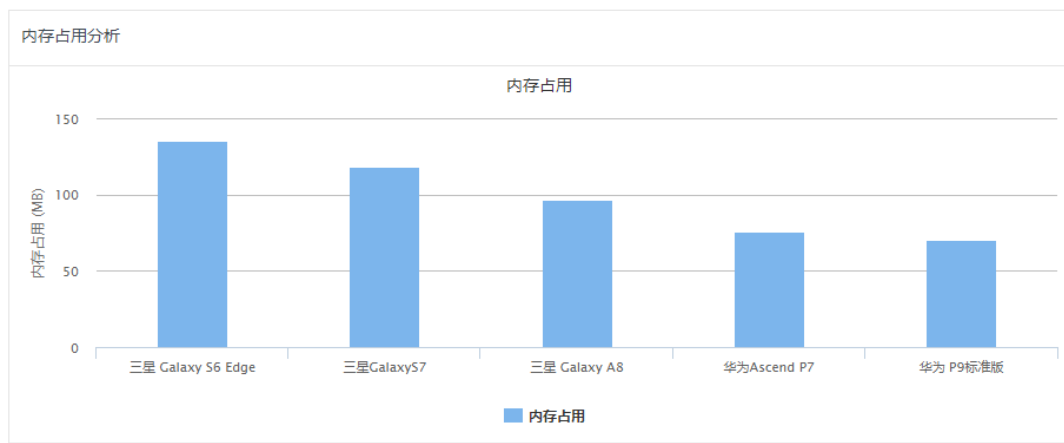
#### 性能结论



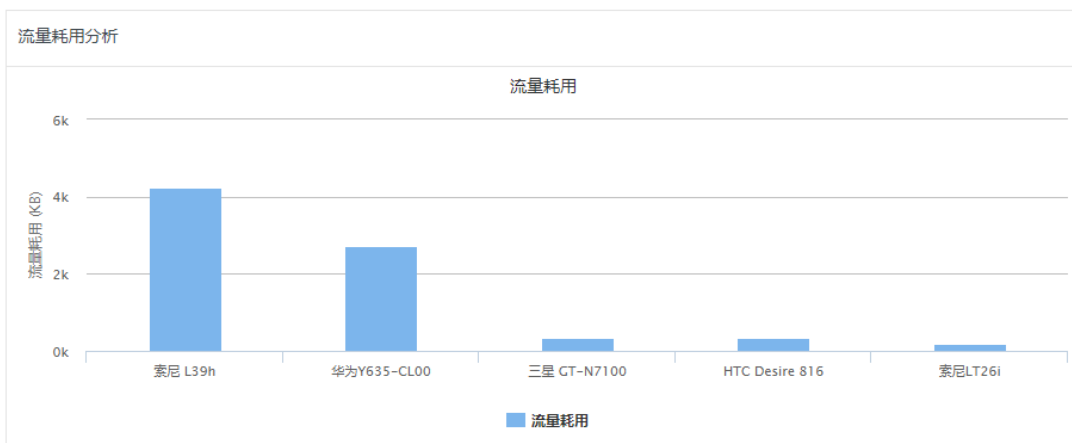
#### 启动耗时



#### CPU 占用



内存占用



流量耗用

## (二) 测试结果分析

我们对前面三方面的测试结果一一作分析。

### 1. 脚本兼容性分析

安装时间最多高达 29 秒的，可能原因是我们 APP 比较大，超过了 100MB，其中最占存储的应该是 Unity 3D 方面的资源。同时可以看到内存占用率和电量消耗都是比较大的。

### 2. 深度性能分析

从结论总览中可以看到我们 App 还是比较良好的，闪退次数为零，但是出现了三次卡死，我们猜测是讯飞 SDK 获取测评对象时出现了错误，根本原因还是我们测评是需要联网

的，如果网络环境太差，就要可能出现卡顿甚至卡死。

### 3. 人工测试分析

功能还是太少了，建议 VR 场景的个数，并使用动态加载的方式加载 VR 场景，这样可以极大的减少 App 存储大小；VR 场景没有兼容全面屏，若使用有不完整屏幕的手机，会出现缺陷区域部分黑暗的情况；VR 场景使用过程中会出现轻微卡顿，建议对模型进行减面操作。

## 〈四〉 产品安装和使用说明

本 App 要求 Android 手机版本最低为 8.0。

如要使用 VR 场景，建议使用屏幕无缺陷的手机（无刘海、无挖孔、屏幕上下等距等），并使用手机 VR 头戴设备（Google VR Cardboard、Samsung Gear VR 等）。

具体使用说明可以参考本文档中的以下部分：

### 〈二〉 设计需求分析

#### 二、 UI 设计和软件完成情况基本展示

## 参考资料

- [1] 刘旭刚, 徐杏元, 彭聘龄, 林岚. 口吃复发的研究进展述评[J]. 中国特殊教育, 2005(04):87-92.
- [2] 本产品是由 **2019 年大学生创新创业训练计划**项目《基于人工智能与 VR 的口吃治疗训练相关技术研究与应用》孵化的项目。
- [3] 严磊. 基于移动平台的 3D 虚拟口吃辅助矫正软件设计与实现[D]. 北京工业大学, 2016.
- [4] Github 开源项目 yuyakaido/CardStackView, <https://github.com/yuyakaido/CardStackView>
- [5] Github 开源项目 mikepenz/MaterialDrawer, <https://github.com/mikepenz/MaterialDrawer>