

分类号\_\_\_\_\_

编 号\_\_\_\_\_

U D C\_\_\_\_\_

密 级\_\_\_\_\_



**南方科技大学**  
SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

# 本科生毕业设计（论文）

题 目：\_\_\_\_\_跨设备的 Android 应用\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_录制与回放工具\_\_\_\_\_

姓 名：\_\_\_\_\_余添诚\_\_\_\_\_

学 号：\_\_\_\_\_11712019\_\_\_\_\_

系 别：\_\_\_\_\_计算机科学与工程系\_\_\_\_\_

专 业：\_\_\_\_\_计算机科学与技术专业\_\_\_\_\_

指导教师：\_\_\_\_\_刘烨庞教授\_\_\_\_\_

2021 年 月 日



## 诚信承诺书

1. 本人郑重承诺所呈交的毕业设计（论文），是在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果，所有数据、图片资料均真实可靠。
2. 除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含任何其他人或集体已经发表或撰写过的作品或成果。对本论文的研究作出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确的方式标明。
3. 本人承诺在毕业论文（设计）选题和研究内容过程中没有抄袭他人研究成果和伪造相关数据等行为。
4. 在毕业论文（设计）中对侵犯任何方面知识产权的行为，由本人承担相应的法律责任。

作者签名: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 年\_\_ 月\_\_ 日



## Contents

Contents	III
摘 要	V
ABSTRACT	VII
Chapter 1 Introduction	1
Chapter 2 Background	3
2.1 Android 系统	3
2.2 Android 用户输入	3
2.3 插入静态模块依赖	3
2.4 动态插桩 ART VM 代码	3
Chapter 3 Design Overview	5
Chapter 4 Evaluation	7
Chapter 5 Limitations and Future Work	9
Chapter 6 Implementation	11
References	15
Appendix A Experiment Results	17
A.1 Subsection	17
Acknowledgements	19



## 摘 要

随着移动设备的日趋流行，对于移动应用的自动化测试成为降低开发者时间成本和保障产品质量的关键点。本研究设计并实现了一套能够在不同的 Android 设备上录制和回放应用输入的工具，并提升录制与回放的性能及准确性等相关性能参数。在避免使用定制化系统或修改被测应用源代码的情况下，能够准确高效地录制来自触屏及各项传感器（如陀螺仪、GPS、摄像头）的输入，并在不同型号的 Android 设备上自适应地回放。我们通过实验展示了该工具在 7 种不同的实验环境下（含不同型号真实设备以及模拟器）以及超过 7 款商业闭源或开源应用上测试的结果。

**关键词：** Android, 测试, 录制与回放





## ABSTRACT

With the increasing popularity of mobile devices, automated testing for mobile applications has become the key point for lowering developers' time costs and assuring product quality. The main goal of this work is to implement a Record-and-Replay system for various Android devices, improving the quality and accuracy of the results, without using customized operating system or modifying application source code, while be able to accurately and efficiently record from touch screen and various sensors (e.g. gyroscope, GPS, camera), and replay on different models of Android devices in an adaptive manner. We demonstrate the tool's ability by performing experiments on ? different environments (including various models of real-world devices and emulators) with over ? commercial closed-source or open-source applications.

**Keywords:** Android, Testing, Record-and-Replay



## Chapter 1 Introduction

随着移动设备的日趋流行，自动化测试移动应用的关键性日渐显著。然而，在目前的企业开发环境中，应用测试仍然主要以高时间成本的人工方式进行，能够在不同设备上录制和回放将显著地减轻开发者和测试人员的负担。

与传统程序不同的是，移动应用中多样化的用户输入方式——触摸屏和不同的传感器（如陀螺仪，GPS，摄像头），以及屏幕尺寸和系统版本的差异化，给应用的自动化测试带来了挑战。触屏、传感器、网络，乃至随机数生成器等难以通过传统方法录制和重放的因素对于移动应用的用户界面交互结果至关重要。移动设备较弱的性能也使精确地录制与回放对时间敏感的序列存在困难。

现今学术界与工业界已有多种不同录制与回放的方案，但各自均有一定的缺陷和局限性。基于定制内核的方案 [] 需要针对每个机型编写和安装定制化系统，开发以及维护成本高昂；基于内核事件 [] 的方案 [] 从内核级别获取的传感器数据有限，难以满足录制较高层级数据（网络、GPS）的需求；基于静态插桩的方案 [] 难以对加密的商业闭源应用使用，不便于商业公司外派测试工作；基于屏幕坐标的回放 [] 需要在不同的设备上多次重复录制相似的输入，增加用户的时间成本；基于 root 权限的动态插桩方案 [] 在部分品牌或机型上难以实现，并可能导致机器失去品牌保修。

文献 [] 通过实证研究指出，现有的录制与回放工具在有效性、性能以及可靠性上仍然无法满足开发者的实际需求。在研究中，来自微信 [] 的开发者提出其理想的录制与回放工具所应满足的功能与限制。文中微信开发者希望工具能够：（一）开源具体实现；（二）基于坐标录制动作；（三）基于界面组件录制操作；（四）对应用具体状态不敏感；（五）记录多个操作之间的时间间隔；以及尽量避免：（一）需要对应用插桩；（二）需要定制化系统；（三）需要 root 权限；（四）需要应用源代码。

本文提出一种跨平台、跨设备的 Android 应用录制与回放工具，通过静态修改应用文件载入插桩类库，在运行时动态插桩应用以及系统关键库调用，在最大程度地规避上述局限性的情况下高效地提供可自适应环境、状态无关、时间准确、对多种输入有效的录制与回放。通过一定策略对关键目标函数的插桩，该工具得以在无需用户人工介入进行应用或平台相关的配置的条件下，自动记录各类不同输入的内容和上下文数据。录制用户的 UI 操作时，该工具对 Android 系统库内处理用户操作的函数进行插桩，截取具体输入以及目标界面组件的信息，从而实现不受屏幕坐标影响、对界面组件敏感的录制与回放功能；录制移动设备传感器数据时，该工具对应用内的传感器监听器进行插桩，在应用每次读取传感器数据时录制或回放传感器数据；录制网络、随机数等 Java 语言库功能时，该工具对语言库内关键调用进行插桩，使录制与回放过程不受外界或随机因素干扰，以保证录制与回放结果的不确定性。

// 介绍实验结果, WIP



## Chapter 2 Background

本章节主要介绍本文所涉及的 Android 系统及应用的相关背景概念，如 Android 应用所能处理的不同类型用户输入，以及实现本文所述工具原型中使用到的技术背景。

### 2.1 Android 系统

### 2.2 Android 用户输入

### 2.3 插入静态模块依赖

### 2.4 动态插桩 ART VM 代码



## **Chapter 3   Design Overview**





## **Chapter 4 Evaluation**



## **Chapter 5 Limitations and Future Work**



## **Chapter 6 Implementation**



## **Conclusions**





## References



## **Appendix A Experiment Results**

Some descriptions here.

### **A.1 Subsection**



## **Acknowledgements**

WIP

Yu Tiancheng

April, 2021