

深 圳 大 学

硕士研究生学位论文
开题报告书

年级 2018 级 学制 3 年制

姓名 关茂柠 学号 1800271038

学院（部） 计算机与软件学院

专业名称 计算机科学与技术

专业代码 081200

指导教师 伍楷舜

研究方向 物联网

2020 年 06 月 18 日

硕士研究生学位论文开题报告

撰写要求

硕士研究生中期考核通过者，进行开题报告并进入学位论文工作阶段。硕士学位论文开题报告撰写要求：

一、开题报告内容

1. 选题的目的和来源，课题研究的意义、学术和应用价值以及国内外研究动态；
2. 选题的基本内容、构思、创新点及初步见解；
3. 课题拟采用的研究方法和手段；
4. 课题研究程序、实验方案和预期达到的目标；
5. 论文写作进度安排及所需提供的条件、设备和经费来源。

二、开题报告会由导师指导小组（3-5人）进行集体评议，写出评语，评定考核成绩。

三、开题报告后，研究生应根据评审小组的意见，对选题方案进行修正、补充和提高，并填写《硕士研究生学位论文开题报告书》，按规定的程序报批备案后，方可进入论文写作阶段。

四、开题报告后，若学位论文课题有重大变动，应重新作开题报告，并按程序重新报批。

五、《硕士研究生学位论文开题报告书》填写内容必须属实，字迹端正清楚，由学院（部）存档备查。

硕士研究生学位论文开题报告

姓名	关茂柠	专业	计算机科学与技术
研究方向	物联网		
论文题目	基于脸部振动的智能手表输入方法		
开始日期	2020年6月18日	完成日期	2021年5月1日

选题报告

一、选题的来源、研究的目的意义（包括在我国应用的前景）、学术和应用价值、创新点以及国内外研究现状及水平：

（一）选题来源：

随着2012年智能手表的爆发，越来越多的可穿戴设备被推出，逐渐形成一个独立的产业，且发展速度惊人。Tractica预测，到2022年，可穿戴设备的出货量将从2016年的1.18亿上涨到4.3亿。虽然有着巨大的潜在价值和应用前景，但是可穿戴设备作为新兴产品问世，也诞生了很多新的问题影响其大规模应用，其中交互功能太弱导致的用户体验差成为主要问题之一。随着可穿戴设备的逐渐普及，其交互功能太弱导致的用户体验差成为制约其大规模应用的主要问题之一。例如，传统的基于语音识别及验证技术对环境噪声敏感，且存在安全性问题；基于图像处理的技术成本昂贵，与可穿戴设备本身的市场定位不符；基于射频信号的方案性能受到环境改变的影响很大，且需要较大功率的信号收发端；基于声波信号的方案对环境噪声比较敏感，对环境有较高要求，而且耗能较高；基于IMU的方式要求动作幅度较大，容易受到无关动作的干扰。而振动信号采集成本低、对环境变化具有鲁棒性，这些固有特点使其适合于在可戴设备上使用。

（二）本课题的研究意义与目的：

智能可穿戴设备、有着巨大的潜在价值和应用前景。但交互功能太弱导致的用户体验差已成为影响其大规模使用的主要问题之一。比如智能手环等产品没有屏幕，智能手表等屏幕很小导致传统的触摸感知方式性能很差，这都使得信息输入、用户授权等人机交互应用极度依赖于手机和电脑。因此，一套有效的交互方案对于智能可穿戴设备的普及将会起到巨大的推动作用。正因为如此，本项目旨在探索基于脸部振动信号的传播特性，分析脸部振动信号典型特征，设计基于可穿戴设备的信号检测及识别机制，形成一套简单易用的人机交互方案，提升用户体验度。

（三）同类研究工作国内外研究现状与存在的问题：

目前面向可穿戴设备的人机交互方案，其核心思想为利用各种技术手段、通过智能感知实现有效信息输入。除了传统的语音识别与图像处理技术外，近几年研究者也利用射频信号、声波信号、测量惯性单元（inertial measurement unit, IMU）等一系列技术实现人机交互。

但是，这些方案均存在与其技术本身相关的限制。比如，传统的语音识别的方式对环境噪声非常敏感，容易泄密，不适合在公共场所使用。图像识别方式基于摄像头，成本昂贵，对环境光线要求较高。近几年，利用射频信号、声波信号、测量惯性单元(IMU)等技术、通过跟踪手指位置等方式实现信息输入，吸引了大量研究者的关注。部分研究者利用射频信号在自由空间传播的多径效应进行手指位置识别，比如基于 WiFi 的虚拟键盘和手部运动跟踪，基于 RFID 系统的手指位置跟踪等；部分研究者利用手部动作对声波信号产生的不同反射影响实现手势跟踪，以及利用敲击产生的声音信号的位置相关性实现虚拟键盘；除此之外，研究者们还利用智能手机或可穿戴设备中集成的测量惯性单元(IMU)，通过加速度等特征进行手部位置跟踪或功能控制。但是，基于射频信号的方案性能受到环境改变的影响很大，且需要较大的信号收发端；声波信号需要同时开启麦克风和扬声器，耗能较大，对环境噪声敏感，且性能与摆放位置强相关，对硬件有较高要求；基于 IMU 的方式要求动作幅度较大，容易受到无关动作的干扰。这些问题均使得相关技术的应用场景受到较大限制。另外，可穿戴设备上一些特殊的装置也被研究者们加以利用，比如利用智能眼镜边框上的触摸板、通过一维手势识别实现文本信息输入，通过转动智能手表上的边框进行信息输入等，均具有很强的设备依赖性。

总而言之，当前主要采用的通过射频信号、声波信号、测量惯性单元(IMU)等技术实现的文本输入方式均存在其技术本身导致的限制，且输入速度很慢；基于振动信号的研究，部分需要依靠外部媒介、不能满足随时随地的交互需求，部分需要设备佩戴额外设备、可用性不够。

本项目将利用脸部振动信号低成本、对环境的鲁棒性等优点，进行基于脸部振动的交互技术研究，实现基于骨传导振动信号的商用手表虚拟键盘。同时，通过对不同人的骨传导震动信号分析后，建立模型，期望能够提供在商用手表的用户身份识别方案，提升商用手表使用的安全性。

（四）本课题创新特色包括：

- (1) 研究基于脸部的振动信号传播模型，建立振动信号关键特征提取机制；
- (2) 研究符合商用手表的小体积、低成本特性的敲击振动信号检测机制；
- (3) 研究基于脸部振动信号的识别机制；
- (4) 探索各种场景下的信息交互机制，形成一套完善的商用手表人机交互应用。

二、论文研究的主要内容，方案和拟采用的研究方法、手段；已进行的科研工作基础和已具备的科学的研究条件（包括文献资料及主要实验仪器设备准备情况等），对其他单位的协作要求；论文总工作量（估计），论文初稿的进度以及预期结果：

本项目将以基于人说话产生的脸部振动信号进行可穿戴设备的人机交互作为研究对象。

（一）研究内容及工作方案主要包括如下四部分内容：

（1）研究基于脸部的说话振动信号基础理论：

基于脸部的说话振动信号是本课题的研究基础，因此对其特征分析成为本课题的最为关键的问题。我们将从振动信号的物理特性入手，结合人体的固有属性，建立脸部振动信号在人体脸部的传播模型；同时，通过此模型分析信号在时域和频域上的关键特征，为基于脸部的说话识别系统提供理论依据。

（2）研究基于脸部的说话振动信号检测机制：

振动信号的检测需符合可穿戴设备体积小、低成本的特点。脸部振动信号的检测机制包括适合可穿戴设备的振动信号采集方案、选用合理滤波器的噪声去除方案、基于能量或方差计算的振动信号提取方案、以及基于互相关方法的振动信号对齐方案。最终目标为使得检测到的脸部振动信号特征最大化，作为有效的基础数据进行后续的说话识别处理。

（3）研究基于脸部的振动信号识别机制：

本项目所提出的可穿戴设备的人机交互应用将通过说话时脸部产生的振动信号检测来实现，即说话人说不出的单词产生的脸部振动信号代表不同的输入信息，因此，脸部振动信号识别的准确性将直接影响系统的性能。我们将探索一些典型的分类模型对振动信号识别的准确度，选择最优化模型以适用不同的人机交互需求；同时，我们将研究实时校准功能以应对眼镜位置偏移等应用中可能存在的各种问题，以获得更好的识别精度。

（4）研究基于脸部振动识别的可穿戴设备人机交互应用：

本项目将针对一些典型的可穿戴设备可能存在的人机交互场景进行探索，比如文本输入、身份验证等，设计各种场景下基于脸部振动的信息交互方式，最终形成一套完善的基于脸部振动的人机交互应用。

（二）研究方法及手段：

本项目将首先分析基于人说话产生的脸部振动信号特性及其传播模型，并进行特征分析，从而为后续的信号检测及信号识别提供理论支撑，而后进行信号采集、信号提取、信号对齐、通过对振动信号进行检测实现文本输入的应用。对文本收入中采集到的振动信号数据，进行特征刻画之后，作为训练样本，通过机器学习算法，对振动信号分类并进行实时校准，同时期望能够达到身份验证的功能。本项目的具体实施拟采用如图 1 所示的技术路线进行：

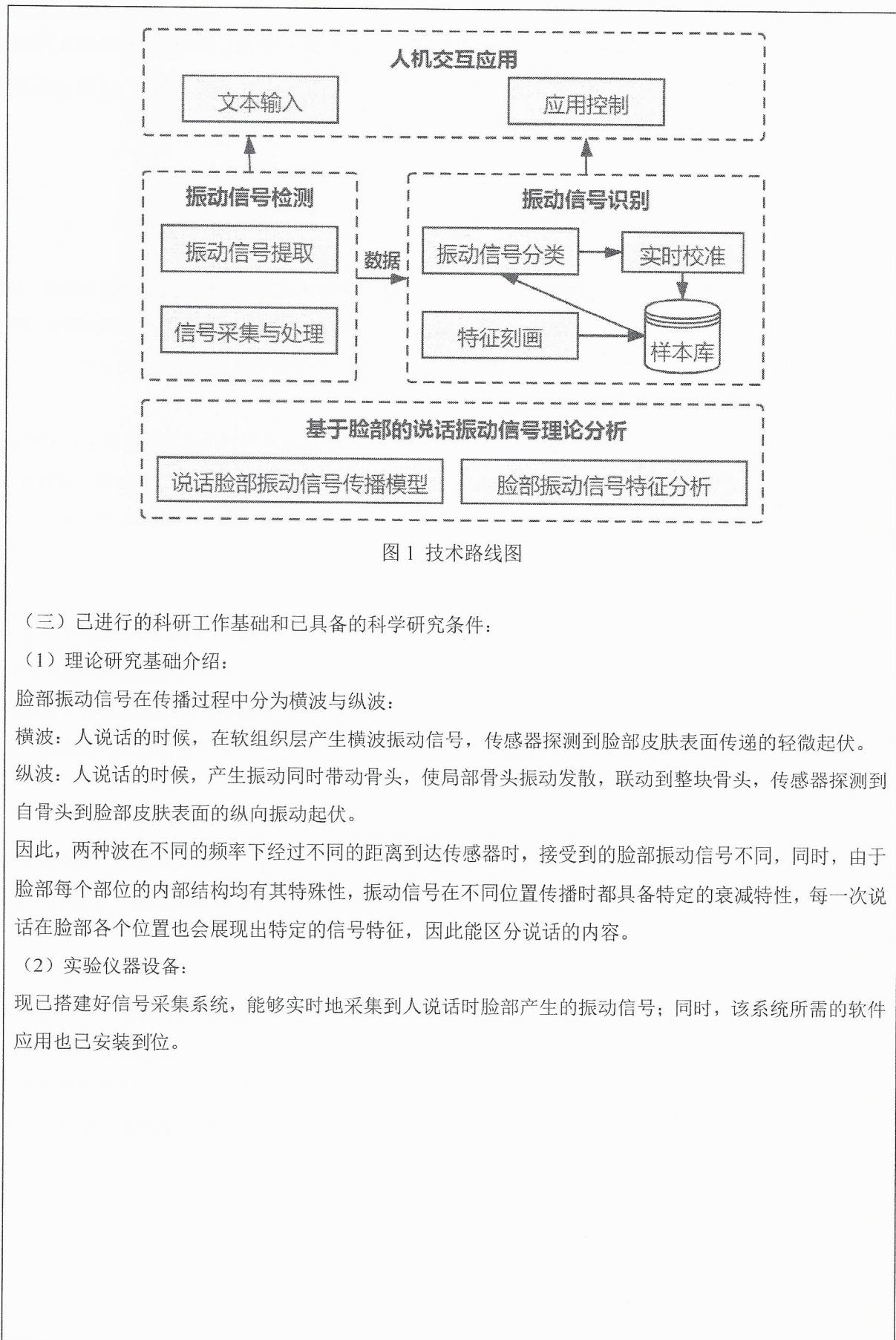


图 1 技术路线图

(三) 已进行的科研工作基础和已具备的科学的研究条件:

(1) 理论研究基础介绍:

脸部振动信号在传播过程中分为横波与纵波:

横波: 人说话的时候, 在软组织层产生横波振动信号, 传感器探测到脸部皮肤表面传递的轻微起伏。

纵波: 人说话的时候, 产生振动同时带动骨头, 使局部骨头振动发散, 联动到整块骨头, 传感器探测到自骨头到脸部皮肤表面的纵向振动起伏。

因此, 两种波在不同的频率下经过不同的距离到达传感器时, 接受到的脸部振动信号不同, 同时, 由于脸部每个部位的内部结构均有其特殊性, 振动信号在不同位置传播时都具备特定的衰减特性, 每一次说话在脸部各个位置也会展现出特定的信号特征, 因此能区分说话的内容。

(2) 实验仪器设备:

现已搭建好信号采集系统, 能够实时地采集到人说话时脸部产生的振动信号; 同时, 该系统所需的软件应用也已安装到位。

可加附页。

(四) 论文总工作量(估计), 论文初稿的进度以及预期结果:

论文的总工作将在 2020 年 6 月到 2021 年 4 月期间完成, 进度安排如下所示:

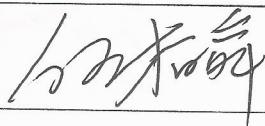
时间	研究内容	负责人
2020-06-01	基于脸部的振动信号传播分析和数学模型的设计, 搭建硬件系统进行数据采集分析, 对所建立模型进行验证。	关茂柠
2020-07-01	基于脸部的振动信号的提取和特征分析; 利用所搭建系统对振动信号各频点特征进行分析, 建立基于加权功率谱密度的特征选择方法。	关茂柠
2020-08-01	分析和设计基于脸部的振动信号识别机制。	关茂柠
2020-10-01	搭建系统进行方案可行性验证。	关茂柠
2020-11-01	调研基于振动信号等技术进行智能感知的相关文献; 掌握信号检测、信号处理以及机器学习相关理论; 制定周详的研究方案。	关茂柠
2021-01-01	实现基于脸部振动的文本输入系统。	关茂柠
2021-03-01	利用搭建的系统进行文本输入系统的性能验证和完善。	关茂柠
2021-04-01	进行系统完善和课题总结, 完成论文撰写。	关茂柠

本项目将完成一套完整的基于脸部振动信号的可穿戴设备人机交互方案。

具体的预期成果包括:

- (1) 在国内外重要期刊或学术会议上发表 1 篇高水平论文;
- (2) 申请一项国家发明专利;
- (3) 产品: 基于脸部振动的商用智能手表的虚拟九宫格交互键盘。

指导教师签字:



2020 年 6 月 20 日

可加附页。

硕士学位论文开题论证报告

报告人姓名	关茂柠	年级	2018 级	专业	计算机科学与技术
论文题目	基于脸部振动的智能手表输入方法				
指导教师意见:					
<p>该同学的毕业论文选题是《基于脸部振动的智能手表输入方法》，该论文选题具有较好的创新性、研究价值和实际应用价值。论文题目契合立题，较好地展现了论文的核心内容和核心思想。开题报告撰写符合规范要求，内容充实。</p>					
<p>同意开题。</p>					
指导教师（签名）: 			2020年 6月 20日		
评审小组意见:					
<p>关茂柠同学的毕业论文选题是《基于脸部振动的智能手表输入方法》，该论文选题具有较好的创新性、研究价值和实际应用价值。论文题目契合立题，体现了该课题研究的主要内容，同时较好地展现了论文的核心内容和核心思想。开题报告撰写符合规范要求，提供了必要的、完整的核心文献调研，报告内容完整充实。开题答辩着装正式，语句表达清晰，能够较好地回答评审小组成员的问题。</p>					
<p>同意开题。</p>					
评审小组负责人（签名）: 			2020年 6月 20日		
评审结果: 通过 <input checked="" type="checkbox"/> 不通过 <input type="checkbox"/> 延期 <input type="checkbox"/>					
学院审批意见:					
			 (公章)		
学院负责人（签名）:					
2020年 6月 30 日					

论文工作计划表

姓名	关茂柠	开题报告日期	2020年6月18日
论文题目	基于脸部振动的智能手表输入方法		
预计工作进度	序号	工作内容及预期目标	起止时间
	1	基于脸部的振动信号传播分析和数学模型的设计，搭建硬件系统进行数据采集分析，对所建立模型进行验证。	2020-06-01 至 2020-07-01
	2	基于脸部的振动信号的提取和特征分析；利用所搭建系统对振动信号各频点特征进行分析，建立基于加权功率谱密度的特征选择方法。	2020-07-01 至 2020-08-01
	3	分析和设计基于脸部的振动信号识别机制。	2020-08-01 至 2020-10-01
	4	搭建系统进行方案可行性验证。	2020-10-01 至 2020-11-01
	5	调研基于振动信号等技术进行智能感知的相关文献；掌握信号检测、信号处理以及机器学习相关理论；制定周详的研究方案。	2020-11-01 至 2021-01-01
	6	实现基于脸部振动的文本输入系统。	2021-01-01 至 2021-03-01
	7	利用搭建的系统进行文本输入系统的性能验证和完善。	2021-03-01 至 2021-04-01
	8	进行系统完善和课题总结，完成论文撰写。	2021-04-01 至 2021-05-01
备注			

