



四川大学

大学生创新训练计划

项目申报书

项目名称: Csport 多场景可穿戴运动贴片

项目负责人: 李春辉

所在学院: 软件学院

专业年级: 软件工程 2014 级

学 号: 2014141463082

手 机: 15023904517

电子邮箱: 1251680944@qq.com

指导教师: 张卫华

项目起止年月: 2015.12-2016.12

项目参与学生人数: 4 人

四川大学教务处制

二〇一五年十二月

填写说明

一、凡申报四川大学“大学生创新训练计划”（包括“大学生科学探索实验计划”、“大学生创新性实验计划”、“大学生科研训练计划”）必须填写本申报书。创新训练计划项目是本科生个人或团队，在导师指导下，自主完成创新性研究项目设计、研究条件准备和项目实施、研究报告撰写、成果（学术）交流等工作。

二、封面“项目类别”处只能填写“大学生科学探索实验计划”、“大学生创新性实验计划”、“大学生科研训练计划”其中之一。

三、“项目所属一级学科”是指教育部 1998 年颁布的“普通高等学校本科专业目录”中的哲学、经济学、法学、教育学、文学、历史学、理学、工学、农学、医学和管理学 11 个一级学科门类中的一种或多种(跨学科)。

四、“项目开展支撑平台”指支撑本项目开展的校、院级教学实验中心、科研实验室等，表中填写有关实验室名称，可以多个。

五、“项目组成员”人数原则上不超过五人。

六、报送本申报书时，一式 2 份，并报送申报书电子文档。

七、本书应该填写完整、内容详实、表达准确，数字一律填写阿拉伯数字。

八、打印格式与装订

- （1）纸张为 A4 大小，双面打印；
- （2）文中小标题为四号、仿宋、加黑；
- （3）栏内正文为小四号、仿宋；
- （4）左侧距边界 1 厘米装订。

项目名称	Csport 多场景可穿戴运动贴片		
申请经费	20000 元	起止时间	2015 年 12 月至 2016 年 12 月
项目所属一级学科	软件工程		
项目开展支撑平台	开源硬件协会		
项目负责人基本信息			
姓名	学号	专业年级	所在学院
李春辉	2014141463082	软件工程 2014	软件学院
性别	手机	电子邮箱	身份证号
男	15023904517	1251680944@qq.com	500102199602059198
项目组成员基本信息			
序号	1	2	3
姓名/性别	高健	王菲	王栋
学号	2014141463037	2014141463190	2013141411254
专业年级	软件工程 2014	软件工程 2014	电子信息工程 2013
所在学院	软件学院	软件学院	电子信息学院
手机	15528242773	18708107801	18428381497
电子邮箱	974504234@qq.com	1031642638@qq.com	495958776@qq.com
身份证号	360425199705134917	140602199603171720	330304199410283015
签名			
指导教师基本信息			
姓名	所在学院或单位	研究方向	职称/职务
张卫华	计算机学院	计算机视觉、行为识别和智能汽车主动安全技术	助理研究员
性别/年龄	手机	电子邮箱	签名
男/39	13708010530	zhangweihua@scu.edu.cn	

项目内容概述(限 200 字以内)

Csport(全称 Convenient Sport) 是一款结合 Arduino 开源硬件和 Android 应用的多场景多功能的可穿戴的健康运动贴片。它可运用于不同体育器材或服饰上, 根据运动的相关数据反馈运动状况并给予健康建议, 还能够定位分享运动成果、发起运动约战、运动宠物养成, 是运动与健康领域的创新型设备。它结合了 Arduino 开源硬件与 Android 应用开发技术, 适用于广大热爱运动的群众。它使可穿戴设备不仅局限于某一物品, 而是可多种体育运动中拓展灵活使用, 即可搭配不同的运动器械使用。并且还能够对使用不同器材的运动结果给予运动评估和运动成果分享, 减少用户购买多种智能设备的开销和减轻佩戴负担, 提高人们的运动热情, 维持身体健康。与此同时, 本产品的轻薄时尚的特点, 也更吸引年轻运动群体的注意力, 具有较好的市场前景。

项目特色创新点概述 (限 50 字以内)

- 1. 理念创新: 引入了“多场景+贴片+游戏运动”理念。
- 2. 功能创新: 可用于多种运动器械, 在多种体育运动中灵活运用。
- 3. 技术创新: Arduino 开源硬件开发与安卓软件开发相结合。
- 4. 模式创新: 学科交叉, 软硬件结合。

项目组成员分工

姓名	主要研究工作
李春辉	负责核心程序编写, 辅助硬件设计、UI 设计, 文档编写, 程序测试
高健	负责核心程序编写, 辅助硬件设计, 文档编写, 程序测试
王菲	辅助程序编写, UI 设计, 文档编写, 程序测试
王栋	硬件设计, 辅助程序编写

一、项目简介（研究内容、目的意义、具体目标、国内外研究现状分析及评价等）

1. 研究内容

1.1 背景

如今智能运动设备在迅速普及，市面上存在着各种各样的功能不同的智能可穿戴设备。但是由于这些设备往往功能单一，用户需要购买不同的设备，安装不同的软件，增加了用户的使用负担。

1.2 主要研究内容

结合 Android 应用开发与 Arduino 开源硬件平台，实现一款软硬件结合的可用于多场景的可穿戴的便携智能运动健康贴片---Csport，它集合了硬件端和软件端。所谓“多场景”就是可将 Csport 运用到不同场景下的体育运动中，能够结合各种体育器材来使用，监测用户的运动数据并给出运动成果评估以及分享运动成果。

2. 目的意义

当今手环、智能跑鞋等智能运动设备推广普及愈来愈广，消费者可以根据自己的需求购买相应的设备。但是一款智能运动设备往往只能应用于某一单一的运动场景，消费者必须购买各种不同的智能运动型设备，来检测自己的各种运动状况，这极大的增加了消费者的开销和佩戴负担。针对这个问题，我们设计了智能运动贴片，它能随意方便地穿戴于身体不同部位，如佩戴在手上、放置于鞋子里，甚至可以放置于相应的运动器材上，记录用户在不同运动环境下产生的运动数据，大大减少用户消费开销和减轻佩戴负担。同时给予用户运动评价和提供运动数据分享功能，将运动结果可视化，激励人们热爱运动，酷爱健身，保持身体健康。

3. 具体目标

➤ 实现主要的应用功能：

1. 运动步数记录

将设备佩戴至手臂上或者将设备放置到鞋子内，通过手机端软件控制，设置步行或者跑步模式，设备将会记录佩戴者的在之后时间里的运动的步数。并且将数据通过蓝牙传输至手机等待处理。

2. 匹配运动器材并记录运动数据

2.1 球拍匹配与数据记录

将 Csport 安装到球拍上（如网球拍，羽毛球拍），通过手机端软件

控制，设置为网球或者羽毛球运动模式。Csport 中配置的加速度传感器和角度传感器可以监测运动者的挥拍次数，挥拍角度以及挥拍力度等数据记录，并在运动结束后将数据通过蓝牙传输到手机等待处理。

2.2 杠铃匹配与数据记录

我们也可以将 Csport 贴附在杠铃或者哑铃上，通过手机端软件控制，设置为杠铃运动模式。这个时候 Csport 会记录杠铃的上下移动的次数，运动时间长度和每举起一次的时间间隔等数据，并在运动结束后将数据通过蓝牙传输到手机等待处理。

2.3 跳绳匹配与数据记录

同理，Csport 不仅仅可以贴附到杠铃上，也能很便利的贴附捆绑在跳绳器材的握柄上，将传感器监测到的跳起和落下所产生的数据记录，在运动结束后将数据通过蓝牙传输到手机等待处理。

2.4 仰卧起坐拉伸器匹配与数据记录

Csport 也可以和仰卧起坐拉伸器很好的结合在一起，所做的仅仅是将他贴在拉伸器的握柄上面，根据使用者的起伏动作，依靠传感器监测运动数据，并将数据存储下来，以便运动结束后手机端的数据处理

3. 运动评估

一款智能运动产品不应该仅仅能够记录数据，还应该对用户所产生的数据进行分析，并且根据用户的运动结果，给予相应的运动评估：如运动配速、运动消耗的卡路里量、运动时长、跑步步数、挥球拍次数、举杠铃个数、跳绳个数、仰卧起坐个数等。每周推送用户的运动报告，对用户一周的运动量进行评价：如用户一周进行的运动量过少，Csport 就会提示用户应该抓紧锻炼身体，维持身体健康；运动量足够，则勉励其继续保持。

4. 运动成就系统

在用户的累计运动量和运动时间达到一定程度，会获得相应的运动成就徽章。下面为成就系统的徽章具体设计：

徽章名称	获得徽章要求
迈出第一步	第一次使用并产生运动数据
习惯运动	累计运动 30 天
热爱运动	累计运动 100 天
运动狂人	累计运动 365 天
挑战 3 公里	单次跑步距离达到 3 公里
挑战 5 公里	单次跑步距离达到 5 公里

挑战 10 公里	单次跑步距离达到 10 公里
挑战半程马拉松	单次跑步达到 21.1 公里
挑战全程马拉松	单次跑步达到 42.2 公里
杠铃新人	累计举杠铃或者哑铃 300 次
杠铃达人	累计举杠铃或者哑铃 1500 次
大力士	累计举杠铃或者哑铃 5000 次
搬山力士	累计举杠铃或者哑铃 10000 次
跳绳新人	累计跳绳个数达 1000 个
舞绳魅影	累计跳绳个数达 10000 个
绳上轻舞	累计跳绳个数达 20000 个
仰卧新人	累计仰卧起坐个数达到 500 个
锻炼腹肌	累计仰卧起坐个数达到 2000 个
八块腹肌	累计仰卧起坐个数达 10000 个
轻挥球拍	累计挥动球拍 1000 次
舞动球拍	累计挥动球拍 5000 次
越前龙马	累计挥动球拍 10000 次
常胜将军	PK 连续赢 10 次
无冕之王	PK 连续赢 30 次

表 1 运动成就徽章系统

注：荣誉系统运动要求可能会在推广测试后做出相应变动

5. 运动分享与“约战”

运动结果分享是 Csport 重要部分。Csport 提供了“定位+分享”的特色功能。用户可以在运动结束后打开分享功能，选择历史地理位置记录中任意一个历史地理位置，写上自己运动时的感想，挥洒汗水的快乐，即可将状态发布到好友圈。运动本就是一项具有竞争的活动，Csport 提供“约战”功能，好友之间可以就任意一种运动发起约战，最后根据运动量判断胜负并且可以将成果分享到朋友圈，一定程度上提高了运动的可玩性。

6. 运动宠物养成

每个用户都有一个宠物精灵，用户可以将运动量转换为宠物积分值，随着运动量的积累，宠物的等级也会提升。可以让宠物与好友的宠物 pk，

获得徽章称号。

宠物经验成长值系统具体设计：

宠物等级	所需积分/点
1	100
2	200
3	300
...	...
N	100N

表 2 宠物经验成长值系统

这里涉及到将运动量转换为积分值，以下表列出具体转换方法。

运动类型	转换比例（运动量 to 积分值）	转换比例
跑步/步行	每 100 步转换为 1 点积分值	100： 1
挥拍运动（网球羽毛球等）	每 50 次挥动转换为 1 点积分值	50： 1
跳绳运动	每 20 次跳绳转换为 1 点积分值	20： 1
杠铃/哑铃运动	每 5 次举起转换为 1 点积分值	5： 1
仰卧起坐	每 10 个起卧转换为 1 点积分值	10： 1

表 3 运动量与积分值转换比例

7. 功能拓展

Csport 当然不仅仅只是能够用于上述几个简单的运动场景，如果项目组能够在预期内完成必要的开发工作，我们还会对 Csport 进行功能拓展，使之能支持更多的运动场景，比如：骑自行车，篮球，足球，划船等运动场景。

➤ 数据获取和算法设计思路

1. 数据获取方式

想要实现智能硬件设备，必不可少的就是使用传感器来获取运动中产生的数据。Csport 采用了 MPU-6050 模块，它集成了 3 轴 MEMS 陀螺仪，3 轴 MEMS 加速度计，以及一个可扩展的数字运动处理器 DMP(Digital Motion Processor)，可用 I2C 接口连接一个第三方的数字传感器，比如磁力计。MPU-6050 对陀螺仪和加速度计分别用了三个 16 位的 ADC，将其测量的模拟

量转化为可输出的数字量。为了精确跟踪快速和慢速运动，传感器的测量范围是用户可控的，陀螺仪的可测范围为 ± 250 ， ± 500 ， ± 1000 ， $\pm 2000^\circ/\text{sec}$ (dps), 加速度计的可测范围为 ± 2 ， ± 4 ， ± 8 ， $\pm 16g$ 。这是可以满足我们对数据精度的要求的。

同时 Csport 也配备 HC-05 蓝牙串口通信模块（图 1），此模块具有传统的蓝牙技术的功能，模块的接口有串口、SPI 接口，USB 接口。它的作用就是将 MPU-6050 所收集到的运动数据传输到手机端，以便下一步的数据处理。

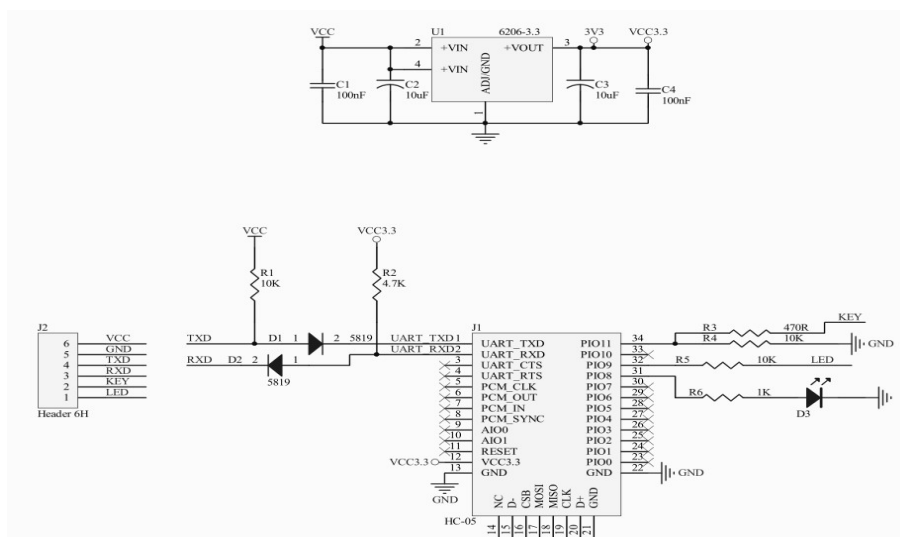


图 1 HC-05 主从一体蓝牙模块图

2. 数据分析与处理算法设计

当手机端接收到硬件设备传输过来的数据，就要对数据进行处理。MPU6050 监测到数据是一系列连续的波信号，并且这些波形信号是不规则的有噪声的，如图 2：

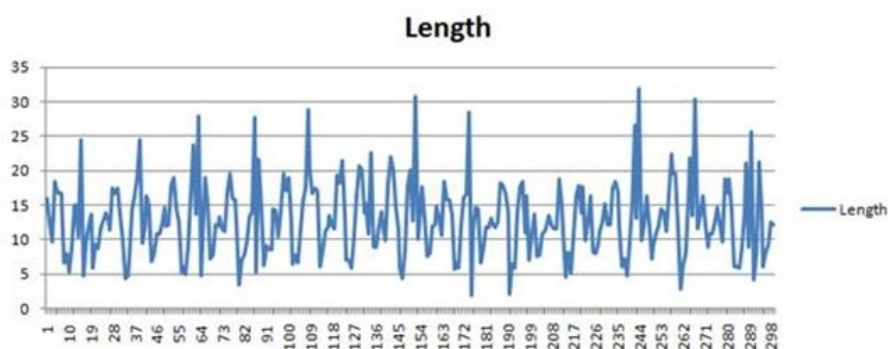


图 2 运动产生的带有噪音的波形图

所以需要进行滤波操作。滤波是一种常见的数据预处理方法，滤波算法有许多种，常见的有数字滤波，也可以叫中值滤波、算数平均滤波、限幅滤波、高斯滤波、快速傅里叶变换。经过滤波后能得到较平滑的数据，如图 3（经过傅里叶变换得到）：

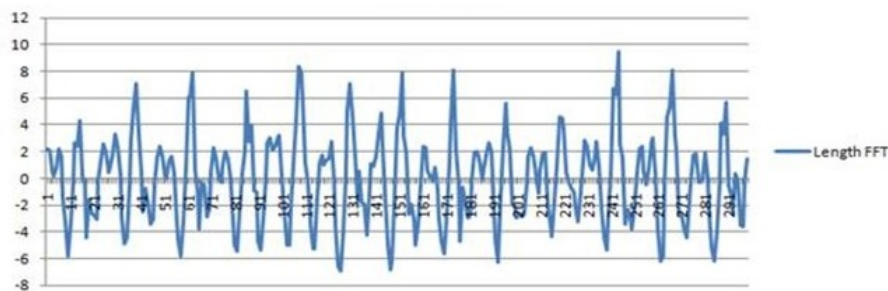


图 3 滤波后的波形图

经过滤波后的波形表现出了一定的规则，就是在一段时间间隔内有一个波谷（如图 4 中的点 1），将此点称作为“踩点”，此点为加速度最小的时刻，但是图 4 中的点 A 也是一个波谷，但是点 A 是一个波动点，必须排除，这就需要踩点必须小于一定的阈值 $-Threshold$ 。当设备被向上抬起，作用在设备上的作用力增加，随之加速度也会增加，到达一定高度，加速度达到最大值（如图 4 中的点 9）。和“踩点”是一个道理，也必须设置一个阈值 $Threshold$ ，来控制波动点的干扰，所有大于 $Threshold$ 的波峰都可以被当作起点，因为我们只关心状态的变化。通常地，走路的时候，或者进行其他运动（如举哑铃，跳绳）都会有一定的时间间隔，因此不能将所有的起点和踩点都当作是在运动的状态改变。根据人类在不同运动中的极限，比如跑步人的极限是 1 秒 5 步，那么每走一步就需要 0.2s，也就是说从起点到踩点的状态变化了 1 次算一步，并且起点到踩点的时间变化周期不能大于 0.2s。由此可以在不同的运动环境下建立模型。

步行或跑步模型：

1. 起点 $> Threshold$ && 踩点 $< -Threshold$
2. 两个连续的踩点时间间隔必须在 Timespan (200ms~2000ms) 之内

球拍模式模型：

1. 起点 $> Threshold$ && 踩点 $< -Threshold$
2. 两个连续的踩点时间间隔必须在 Timespan (200ms~2000ms) 之内

哑铃或杠铃模式模型：

1. 起点 $> Threshold$ && 踩点 $< -Threshold$
2. 两个连续的踩点时间间隔必须在 Timespan (2000ms~6000ms 考虑到人们一般都是以一分钟 10--30 个的速度进行此项运动) 之内

跳绳模式模型：

1. 起点 $> Threshold$ && 踩点 $< -Threshold$
2. 两个连续的踩点时间间隔必须在 Timespan (200ms~2000ms) 之内

仰卧起坐拉伸器模式模型：

1. 起点 $> \text{Threshold}$ && 踩点 $< -\text{Threshold}$
2. 两个连续的踩点时间间隔必须在 Timespan (800ms~2000ms) 之内

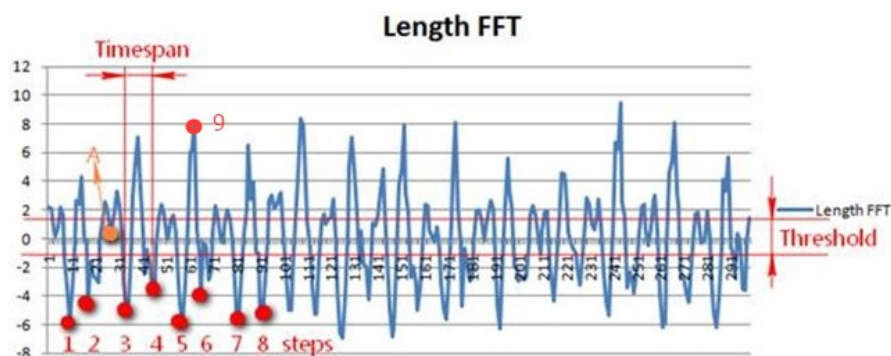


图 4 滤波后的波形示意图

➤ 实现硬件贴片化（电路设计）

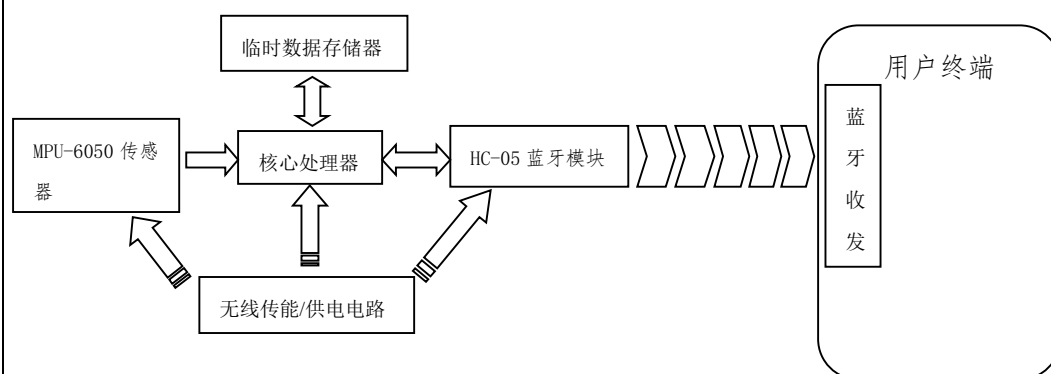


图 5 Csport 硬件整体框架

这个部分主要介绍本产品的硬件部分。

数字电路部分比较简单，主要由四个模块构成，分别是基于 Arduino 的处理器核心板，MPU-6050 传感器模块，HC-05 蓝牙传输模块和临时数据存储模块（如 Flash 芯片等）。核心处理器不断从 MPU-6050 中读取当前各传感器的读数，经过一系列角度转换和速度积分算法，转换成当前位置和运动状态信息，并随时保存在外置临时数据存储中，若蓝牙与手机连接正常，则可由手机发送指令传输当前数据或者近期存储数据进行分析运算。

模拟电路部分主要是提供整个系统的电能，考虑到本系统的体积和厚度均较小，并可能有一定的柔韧度，不便于装填电池或者设置硬质充电端口，于是我们将模拟电路分为储电部分和无线传能部分。储电部分主要选择一种软性电池，能支持较长时间微电流工作，漏电小，使用寿命长。无线传能部分主要采用电磁感应，将贴片置于一个专用电磁发射小平台上，用贴片中的线圈电路吸收电磁场能量并进行转换。

➤ 国内外研究现状分析及评价

目前国内外市场已经出现一些针对特定体育器材定制的运动产品，如：

94fifty 智能篮球：可以追踪运动员的控球的力度，运球速度以及投球角度。

Zepp 棒球传感器：可以记录棒球员挥球棒的力度与方向。

Smart Stepper 智能健康踏步机：可以检测用户体重和行走步数、消耗卡路里。

Trivoly 的智能手表贴片：可以将贴片放在手表后盖上，让普通手表变身为智能手表，但是只能贴在手表后盖上。

小米运动手环：小米公司的智能穿戴设备，具有步数检测，睡眠监测，来电提醒（仅支持 MIUI 系统的手机）等功能。

这些产品都是针对特定运动场景或者运动器材设计的，由此用户需要购买各种不同功能的设备，安装不同的与硬件配套的应用。用户需要在各个应用中不停的切换，极大的增加了用户开销与负担。因此，Csport 给出了一个十分较好的解决方案——将传统的单一功能的运动设备整合成一个通用型设备，致力减小用户开销和用户的佩戴负担。并且相对于传统运动应用的记录运动数据、分享运动成果的思维，我们开拓性的引入“贴片设备+运动健康+游戏娱乐”相结合的理念，使得运动也能如游戏那般带来乐趣，增加了可玩性。

➤ 项目参考文献资料

【1】《第一行代码 Android》，郭霖编著，人民邮电出版社，2014 年 4 月

【2】基于人体运动状态识别的可穿戴健康监测系统设计[J]，李娜，2013

【3】张超，杨志义，马峻岩，限幅滤波算法在 WSN 数据预处理中的应用[J]，科学技术与工程，2011.02（6）1607-07

【4】《软件工程——实践者的研究方法》（原书第 6 版），（美）Roger S. Pressman 编著，郑人杰、马素霞、白晓颖 译，机械工业出版社，2007 年 1 月

【5】《Arduino 程序设计基础》（第二版），陈吕洲编著，北京航空航天大学，出版社，2015 年 2 月

【6】刘燕，李月香，基于加速度计的步态数据无线采集系统设计[J]，新器件新技术，2009 年 5 期

【7】曹玉珍，蔡伟超，程旻，基于 MEMS 加速度传感器的人体姿态检测技术[J]，纳米技术与精密工程，2010 年 01 期

二、研究技术路线及可行性分析

➤ 基本开发条件

开发平台：Windows7, Windows10

开发语言：c 语言, Java

开发模式：原型开发

开发工具：Arduino IDE、Android Studio、Matlab、Eclipse 等

➤ 预研内容

Arduino 作为一款便捷灵活，方便上手的开源硬件平台，已经在许多领域中得到运用，如智能家居方面：利用 Arduino 实现智能插座，电灯开关等。是一款功能强大的开源硬件。

Arduino 可以通过自身搭载的各种各样的传感器感知周边环境，如搭载一个加速度传感器并佩戴在人体身上，就可以感知其加速度的变化，得到相应的运动数据。同时 Arduino 并不是一个单一的，封闭的平台，其可以通过 HC-05 蓝牙串口模块与智能手机进行通信。HC-05 是一款主从一体可以测试的蓝牙芯片，具有传统蓝牙技术的功能，蓝牙具有成熟的协议层，技术成熟，且传输速度快，另外经测试在 10M 以内该蓝牙模块可以与手机进行通信。

加速度传感器是一种能够测量加速度力的电子设备，能够感知物体运动方向与加速度大小，测量由于重力引起得加速度变化从而计算出设备相当于水平面的倾斜角度等等。利用加速度参数可以对人体的一些运动信息如站，坐，走，跑，跳，骑行分析，如一些智能运动手环可以用此实现人体运动检测功能，即记录步数。此外，加速度传感器还应用于其他方面：如车祸报警，监测高压导线的舞动等。

1. 数据采集

基于 Arduino 和加速度传感器的种种特性，该项目预先用 Arduino 搭载一个加速度传感器，做一些简单的运动(步行约 25 步)，并将得到运动的数据用 Matlab 画出相应的波图。

Z 轴加速度变化如图 6:

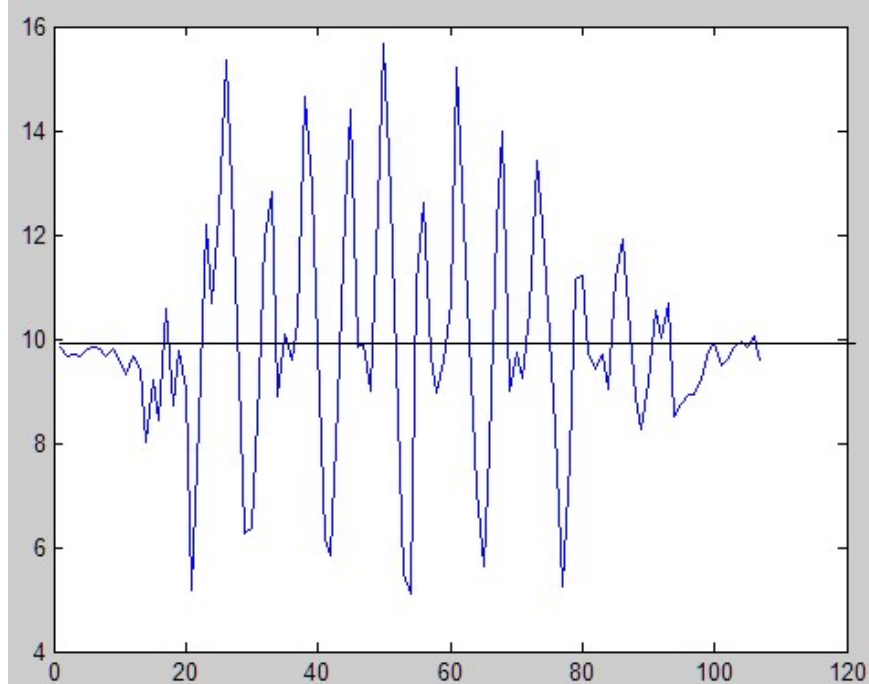


图 6 Z 轴加速度变化曲线

X 轴加速度变化如图 7:

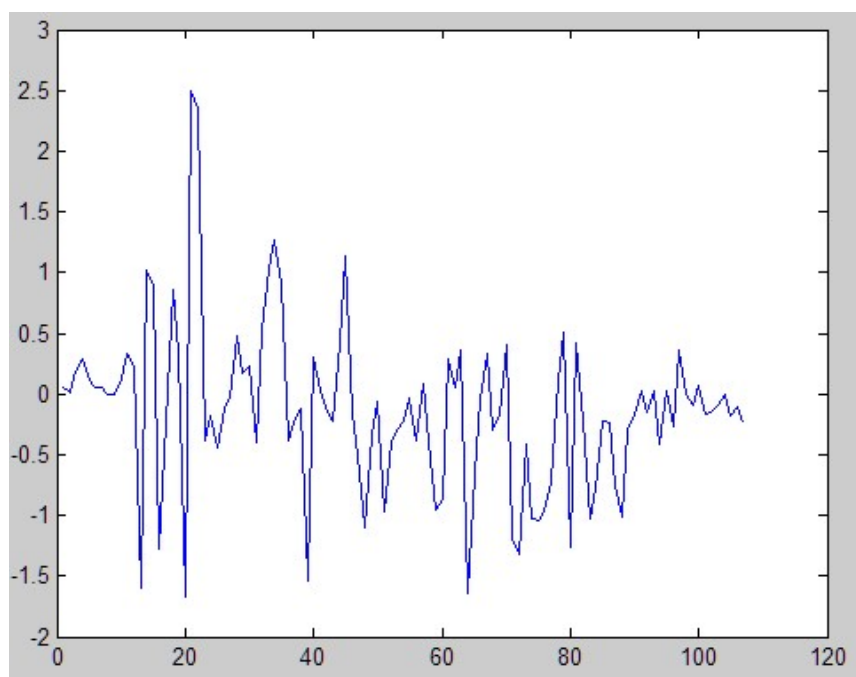


图 7 X 轴加速度变化曲线

Y 轴加速度变化如图 8:

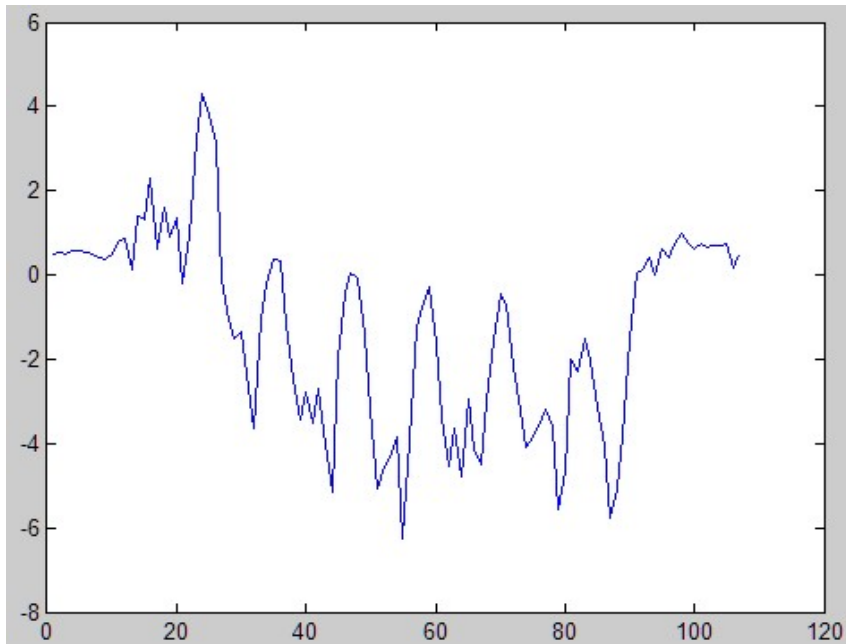


图 8 Y 轴加速度变化曲线

2. 数据处理方法

采集到的三个轴的数据作为三个向量进行向量合成，得到合向量，用得到的合向量减去重力加速度 g ，可得到实际加速度方向。同时由于在人体运动过程中，加速度传感器所采集的信号除了有效的加速度信号还存在来自外部的其他干扰信息，如上图 6，7，8 中的不规则波形变化，即为不确定因素产生的噪音干扰。如果对传感器的输出不进行任何处理而直接进行分析应用，显然无法得到准确的结果，所以必须对传感器的输出信号进行相应得降噪处理，即进行滤波。而对于此处滤波的方法有多种，我们预采取 3 种方案：

(1) 限幅滤波法：根据前期的数据分析判断，确定两次采样允许的最大偏差值(设定为 A)，每次检测到新值时进行判断：如果本次值与上次值的差不大于 A ，则本次有效，否则无效。具体算法如下：

1) 将样本按时间序列先后排序得到测量序列：

X_1, X_2, \dots, X_n ，其中 X_1 为测量的第一个值， X_n 为测量的最后一个值。

2) 计算相邻测量值的增量 Y_i ， $Y_1 = X_2 - X_1$ ， $Y_2 = X_3 - X_2, \dots$ ， $Y_i = X_{i+1} - X_i, \dots, Y_{n-1} = X_n - X_{n-1}$ 。

3) A 是两个相邻采样值的最大允许增量，其数值可根据 X_i 的最大变化速率 V_{\max} 及采样周期 T 确定，即：

$$A = KV_{\max}T$$

算法实现的关键是设定 A 。这就要求事先对 V_{\max} 进行准确估计， K 为常数，其大小取决于系统的测量精度。

(2) 中值滤波法：连续采样 N 次(N 为奇数)，把 N 个采取值按从小到大排列，取中间值为本次有效值。

(3) 算术平均滤波法：连续采取 N 个样本值进行算术平均运算。 N 较大时：信号平滑较高，但灵敏度低。 N 值较小时：信号平滑度较低，但灵敏度高。

3. 确定数据处理方法

对于上述的三种方法分析得：对于中值滤波法，其能克服偶然波动引起的干扰但是不适用于流量，速度等方面的测量；对于算术平均滤波法，其适用于一般具有随机干扰的信号进行滤波但是对于测量速度较慢或者要求计算速度较快的实时控制却不适用；对于限幅滤波法，虽然无法抑制那种周期性干扰却能有效克服偶然因素引起的脉冲干扰。所以综上所述，理论上最佳的方案是采取限幅波法。但在实际过程中，由于运用场景的不同，三种滤波方法可能都会被选择运用以达到最佳的滤波方式。

➤ 项目系统的设计

1. 系统硬件设计

系统硬件的电路设计包括三个方面：一为采集运动信息的的硬件电路设计，在 Arduino 板上搭载一个三轴加速度传感器 MPU6050，三轴加速度传感器对物体运动状态进行感应得到相应的数据并将其存储在临时数据存储器上；二为通信电路设计，系统预采用蓝牙作为运动信息采集模块与手机端相连接的通信方式；在 Arduino 板上搭载一个 HC-05 蓝牙串口模块，实现 Arduino 与移动手机的交互；同时配备一个系统供电模块，提供整体运行所需要的电源。其整个设计电路图大致如下：

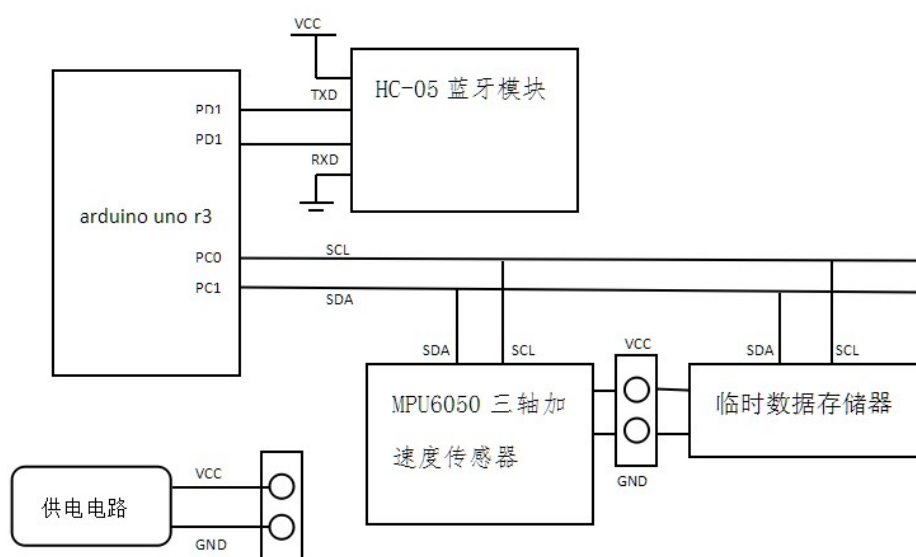


图 9 Csport 硬件电路设计概图

2. 系统软件设计

2.1 普通步行、跑步等

每天设定一个时间（初始为系统自动设定），开始记录数据，在手机端对原始运动数据进行分析并根据分析结果转化成相应的积分，积分可以进行累加从而设定等级，并根据数据的积累获得相应奖章，每天另一个时间点定时给用户反馈。

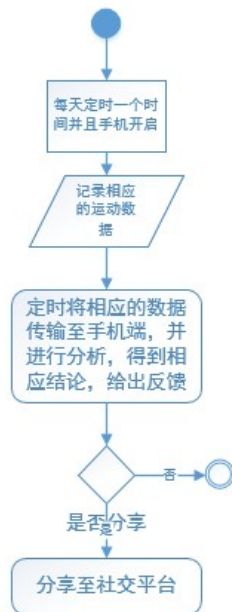


图 10 行走、跑步 UML 活动图

说明：每次分析运动数据是都会将该运动数据转化成相应积分值，并每天累加。积分值对应着宠物等级。

2.2 运动器材模式

2.2.1 用户选择器材模式，比如球拍或杠铃等。

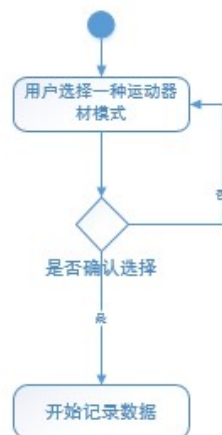


图 11 运动器材模式选择流程图

2.2.2 用户选择模式后，硬件的信息采集单元将会对运动数据进行收录并保存直至结束该运动，然后将保存下来的运动数据传输至手机端。

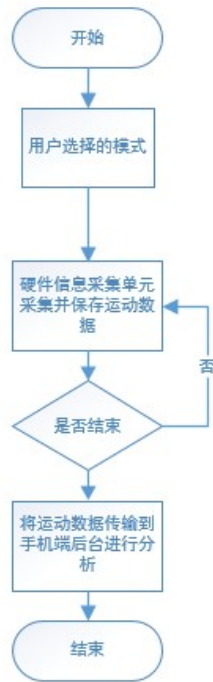


图 12 运动器材模式的数据采集及传递流程图

2.2.3 手机端对传递而来的原始运动数据采取算法进行分析，得到直观的数据，并反馈给用户。

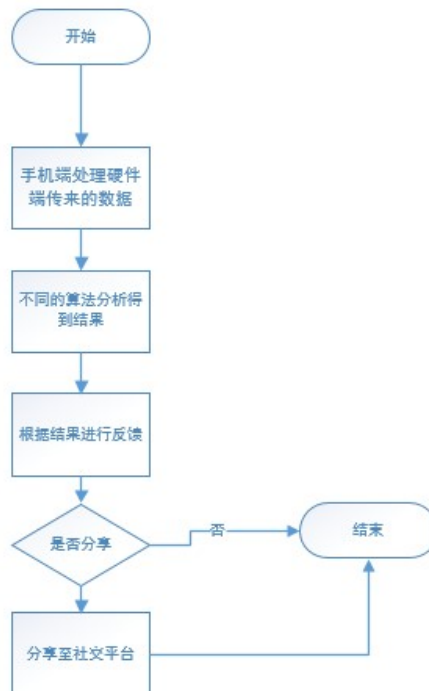


图 13 原始数据处理分析及反馈流程图

说明：同理这里的原始运动数据分析后的直观数据也会转化成相应积分，数据会经过累加从而获得相应得奖章。

2.3 每日运动 PK，积分 PK

系统根据用户的运动数据转化成对应的分数，用户之间可以进行 PK，

另外用户还可以直接向某人 PK 今日的运动量。

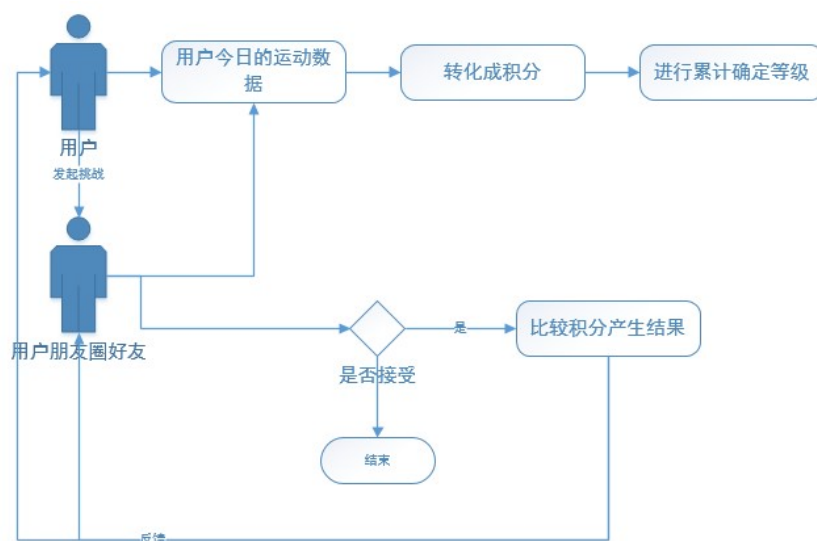


图 14 用户的每日运动 PK 活动图

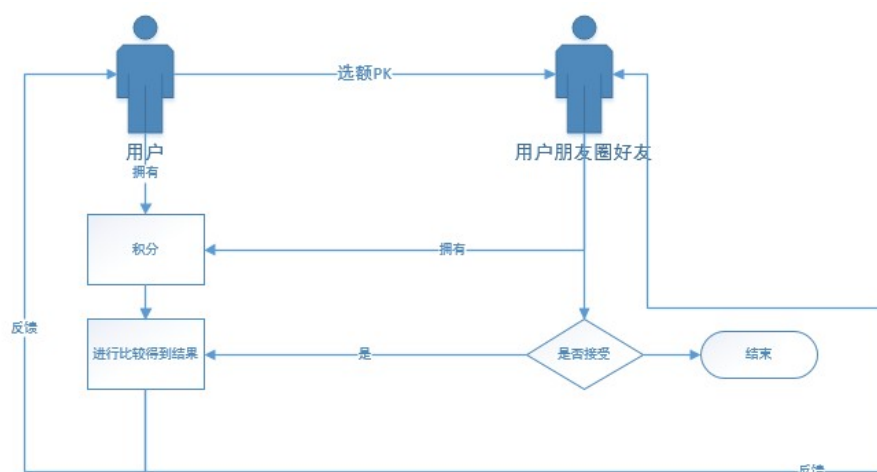


图 15 用户积分 PK 活动图

2.4 用户基于地理位置发出的感想

在一段时间内跑步或步行过程中，用户到了某地内心可能产生一些感想，但是由于种种原因不能在该地进行长驻留；或者用户想分享自己的运动场地，所以我们计划在地图上描绘出用户的运动轨迹，在该运动轨迹上保存着所对应的经过的地理位置，用户点击某个地理位置就可以写下自己当时在那里的感慨。

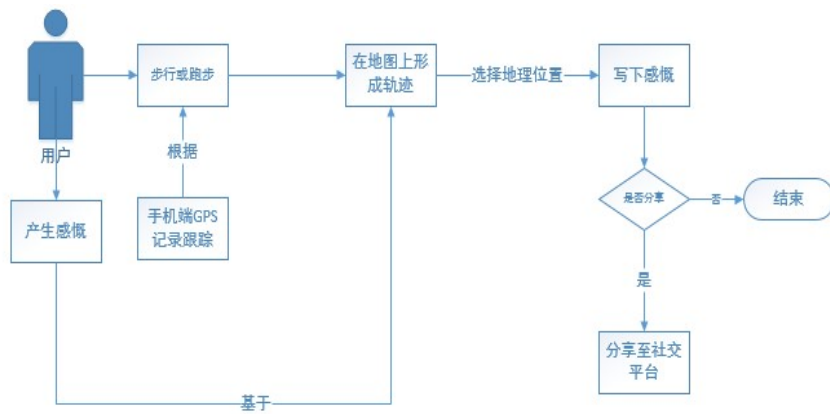


图 16 基于地理位置发出感慨活动图

2.5 系统主流程图和数据流程图

2.5.1 系统主流程图：

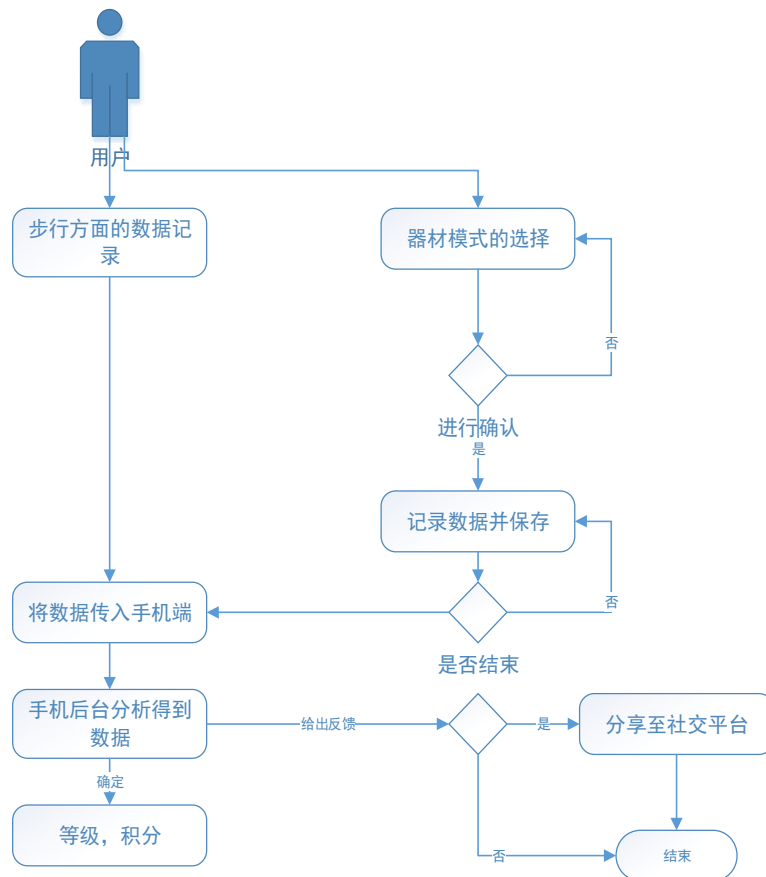


图 17 系统主流程图

2.5.2: 数据流程图：

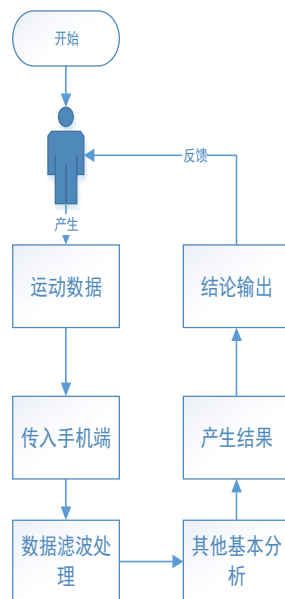


图 18 系统数据流图

➤ 测试方法和测试问题处理方式

硬件测试

1. 供电模块

为了使整个系统得以正常进行，需要对硬件模块进行供电。为了测试供电模块是否正常供电，可以在面包板上插入一个正常无损小灯泡与 Arduino 硬件相连接，注意电路链接要正常，然后在 Arduino IDE 中烧录使灯泡亮起的代码，观测小灯泡是否亮起来检测供电模块是否正常工作。

2. 加速度传感器模块

做出系统原型以后，为了保证其在人体运动的测量中能够准确可靠地采集物体运动的加速度信息并正确的分析和处理，需要对系统的加速度传感器性能，指标进行测试并加以应用实验。

(1) 静态测试

对 Arduino 上的加速度传感器施加正负 1g 范围内变化的加速度，通过将测量值与实际值对比，获得该加速度传感器灵敏度，准确度等相关性能。如果确定相关性能没有达到预期要求可以跟换不同类型的加速度传感器。

(2) 动态测试

静态测试完以后，还要对加速度传感器的动态性能有所了解。以不同频率对加速度传感器输入一串数据大小相同的信号，得到每个频率的所测数值变化波图，进行观测，检测加速度传感器对时间变化的输入量的响应特征，得到哪个频率测出的波图与实际最相接近。

3. 蓝牙模块

系统硬件要与系统软件实现蓝牙通信。为了检测手机端与硬件是否建立通信，可以在 Arduino 板上搭载一个蓝牙串口通信模块，用手机蓝牙与该模块建立连接，在 Arduino IDE 中烧录一个简单程序，如果通信成功，该程

序会打印相关信息。届时可以观测程序是否打印出消息来判断蓝牙通信是否成功建立。

软件测试

在硬件测试完成情况下，设计基本的测试用例对软件进行测试，检测软件是否可以正常运行。各功能模块是否全部实现，数据监测是否准确。如果数据监测不准确，则确定是否是传感器问题或者算法设计不够合理。我们也会扩大测试规模：将该原型给一定的人群如潜在客户预使用，几天后，将使用者在使用过程中出现的问题进行统计，对高频出现的问题进行研究，找到问题根源，有效解决。

➤ 可行性分析

1. 技术可行性分析

1.1 用户运动数据获取

用户将该产品的硬件贴片置于合适位置，硬件上附着有许多的传感器如陀螺仪传感器，加速度传感器等等，能够捕捉并记录硬件的附着体的各种行为状态，经过特定算法转化成可视化的图像或数字数据。如今市面上的运动设备都是通过加速度感应器的方法监测用户的运动数据，这是已经十分成熟的技术，有前例证明这是可行的。

1.2 用户运动数据分析

硬件得到用户的运动数据后将其传递到手机端，那么对这些数据进行分析，需要一个精确实用的算法，要求这个算法能够将复杂无序的数据转化成简单有序且准确的结果。这个算法是十分关键的，这也是该项目的难点！但这些算法基本都是开源的，可以在互联网上获得一个很好参考实例。我们所需要的就是通过大量的试验数据来验证这些算法的可行性，并且对已有的这些算法进行调优改进，以便能够运用到本项目中。

1.3 用户将运动结果分享

这一部分只需要将结果分析至用户的社交平台，目前腾讯的 QQ，微信都提供开放的 API，我们所做的只是接入这些接口。同时用户的地理位置信息也能通过调用手机内置的 GPS 来监测，所以定位分享功能也是可以实现的，并且现在也有一些定位分享的实例，比如微博，QQ 空间等。故这一部分也是可行的。

2. 市场前景方面

(1) 目标顾客以时尚年轻人群体为主，如年轻人都喜欢各式各样的运动，多场景多功能的轻薄便携的运动产品会更收到青睐。

(2) 此产品较为新颖，且功能对比与市场上已有的设备更加丰富，且大小体积更为理想，极大的减少了用户的消费开销和减轻佩戴负担，这一点对于其他的运动类产品更具有竞争力。

(3) 拥有 PK、分享、宠物养成、成就系统等功能，相比较于传统的运动类软件更具可玩性，更容易吸引年轻运动全体的注意力。

综合上述的分析，项目组认为本项目在技术上是可行的，并且极具市场前景。

三、对项目的参与兴趣和已有的知识积累或实践基础

随着信息通信技术日新月异地发展，信息通信产品的设备形态和功能应用不断演化，可穿戴设备成为当前以及未来一段时间信息通信技术的热点，同时，随着科技的发展，人们运动健康也是尤为关注。可穿戴、运动健康与便携式结合的产品一定会用广阔的市场前景。而我们使用的开源硬件 Arduino 降低了硬件领域的门槛，多数人可参与学习，这大大引起了我们全部成员的研究兴趣和学习热情，所学知识与新技术同时探索，激发了我们的研究的创造性、学习的持久性与思维的活跃性。

我们的团队是由三名软件学院的学生与一名电子信息学院的学生组成。我们团队成员熟悉 C、C++、Java 编程、Android 开发、Arduino 开发，能够独立进行数学建模和架构设计，对相关文献有充分的研究，且具有较强的学习能力并热衷于程序的研究与开发。在前期，我们也对 Arduino 做了充分的研究，并对其做了技术测验（如简单的试验电路验证了蓝牙通信模块，加速度传感器的可行性）。最重要的是，组长具有很强的组织能力且各成员的团队意识较强，也对该项目具有很大的兴趣，这为项目实现提高了技术保证。

李春辉：大二学生，主修软件工程，项目负责人，主要研发人员，学校奖学金获得者，具有良好的团队管理能力、文档撰写能力和扎实的专业基础。

高健：大二学生，主修软件工程，项目主要研发人员，学校奖学金获得者，具有敏捷的思维、扎实的专业基础。

王菲：大二学生，主修软件工程，项目主要文档编写人员，辅助开发人员，学校奖学金获得者，性格开朗，能够活跃团队气氛，并且具有优秀的创新发现能力和审美能力。

王栋：大三学生，主修电子信息工程，项目研发人员，主要硬件设计人员，提供硬件知识技术的支持，曾经获得锦电杯二等奖，乐电杯一等奖，电子信息学校综合二等，三等奖学金，具有扎实的专业基础和动手能力。

四、研究计划和进度（可就文献查询、社会调查、方案设计、实验研究、数据处理、研制开发、撰写论文或研究报告、结题和答辩、成果推广、论文发表、专利申请等工作逐项进行安排）

阶段	项目	时间段
项目准备与分析	了解并深入研究 Arduino 开发技术	2015. 12-2015. 2
	文献查阅	
	社会调查	
	认识并学习开发工具	2015. 3
	技术分析	
程序设计	程序设计	2015. 4
	项目所需数据研究并分析	
	制定方案	
项目编码与实现	程序分工开发	2015. 5
	编写代码实现记步与匹配运动器材功能	
	调试与改进	
	编写代码实现运动评估与运动成就功能	2015. 6
	调试与改进	
	编写代码实现运动约战与宠物养成功能	2015. 7
	调试与改进	
	UI 设计	2015. 8
	调试与改进	
测试与改进	项目整合与完善	2015. 9
	数据测试与评估分析	
	内部人员测试	2015. 10-2015. 11
	用户体验测试	
	改进不足	

总结与推广	撰写论文与项目结题报告	2015.12
	项目结题和答辩	
	成果推广、专利申请	

五、项目研究支撑条件

1. 项目所需要的硬件：Arduino 开发板，MPU-6050 传感器，HC-05 蓝牙模块，电路连接导线，电烙铁，烙铁架，逻辑分析仪，示波器，胶枪，万用表，电源模块，仿真器，USB 转 TTL 模块，储存介质，五金类工具等。
2. 项目所需要的软件条件：Arduino IDE 、Android Studio、Eclipse、Matlab 等。
3. 项目原型开发成功以后，我们需要自己设计电路，印刷电路板，需要寻找有关厂商开模具，需要学校的资金支持。
4. 软件开发完毕后，需要到安卓真机上部署、测试。
5. 需要老师提供技术指导，并借用学校的创新研究实验室以及相关实验器材。
6. 如果本项目能够获得学校专利申请代理费支持，项目组则会申请专利。
7. 项目组计划发表论文，需要学校的资金支持。

六、预期提供的成果形式

1. ☐ 文献资料综述

5. ☐ 设计

8. ☐ 其他

2. ☐ 调查报告

6. ☒ 硬件研制;

名称: _____

3. ☒ 研究论文

7. ☒ 申请专利

4. ☒ 开发软件

七、项目经费概算(包括调研、耗材、资料、发表论文、印刷等费用)

耗材(手绘需要的纸张笔墨、存储介质, 外设等)	0.2 万元
印刷费	0.05 万元
图书资料	0.15 万元
调研测试	0.2 万元
发表论文	0.2 万元
申请代理费	0.5 万元
设备费用(示波器, 开发板, 传感器, 万用表等)	0.5 万元
其他杂项	0.2 万元
总计	2 万元

八、评审情况

指导教师意见：

指导教师（签名）：

年 月 日

学院推荐意见：

主管院长签名：

年 月 日

学校专家评审意见：

组长签名：

年 月 日

学校认定意见及批准经费：

学校负责人签名：

年 月 日