

参赛队员姓名： 余泽玮

中学： 上海市莘城学校

省份： 上海市

国家/地区： 中国

指导教师姓名： 奚源、盛洁

论文题目： 基于 ScratchPI 使用云计算实现的
独居老人语音交互监护系统

2020 S.-T. Yau High School Science Award

本参赛团队声明所提交的论文是在指导老师指导下进行的研究工作和取得的研究成果。尽本团队所知，除了文中特别加以标注和致谢中所罗列的内容以外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果。若有不实之处，本人愿意承担一切相关责任。

参赛队员：余泽玮

指导老师：李源 盛洁

2020年9月3日



论文题目

基于 ScratchPI 使用云计算实现的
独居老人语音交互监护系统

作者 余泽玮

2020 S.-T. Yau High School Science Award

摘要

独居老人意外跌倒对其造成的伤害尤为严重，跌倒时如何及时救助、如何降低跌倒风险，是独居老人监护中的难点。

针对以上问题，我使用适合青少年使用的图形化 ScratchPI 编程工具，应用云计算技术，结合物联网和电子积木硬件，力求构建一套能够实现跌倒检测、跌倒呼救、语音服务、在线监控四项功能的独居老人语音交互监护系统，来解决跌倒救助不及时、不到位的问题，降低跌倒风险，从而在保障老人安全的同时，也能够让他们更好的享受科技的便利和智能服务。

当老人跌倒时，检测模块会利用陀螺仪实时检测加速度变化来判断是否跌倒，发出蜂鸣并通过 2.4G 无线网络向呼救模块进行呼救；呼救模块在收到跌倒信号时，会通过互联网调用云计算服务，利用微信短信等多渠道远程向监护人进行呼救，并将跌倒数据通过物联网传递给监控中心，监护人可实时查看老人状况；同时，呼救模块通过基于云 AI 的语音交互提供语音呼救、手动呼救、语音播报资讯、语音陪伴、异常天气语音提示服务。

本系统有如下特点：

(1) 拓展性强：硬件由电子积木组成，使用 USB 接口，兼容性强；软件使用图形模块化 ScratchPI 编程，调用云计算服务，可动态调整而且容易扩展。

(2) 及时性高：可实时检测跌倒并呼救，也可以手动/语音呼救、误操作取消、微信短信等多渠道远程向监护人进行呼救，能在线实时监控老人状况。

(3) 具有语音交互功能：有效解决老人打字慢、视力不好等使用电子设备不便问题；提供语音播报资讯、机器人语音陪伴服务，异常天气能语音提示，降低外出跌倒风险。

经过测试，系统实现了一种新型的跌倒检测和呼救方法，能有效解决老人跌倒救助不及时的问题，合理降低老人跌倒风险，并在智能养老服务方面有所突破。

关键词：ScratchPI、云计算、跌倒检测、语音交互

The injury caused by accidental falls is very serious to the elderly. How to rescue them in time and how to reduce the risk of falls have become an urgent problem to be solved in the guardianship of the elderly, especially the unattended elderly living alone.

In view of the problems above, I developed a voice interactive monitoring system for the elderly living alone with four functions (fall detection, emergency call for help, voice service, online monitoring). This project uses the graphical ScratchPI programming tool suitable for teenagers, applies cloud computing technology, combines IOT(Internet of Things) and electronic blocks hardware, and strives to build a voice interactive monitoring system for the elderly living alone to solve the problem of untimely and inadequate rescue and reduce the risk of fall. Not only aim to protect the elderly, but also to enable them to—enjoy the convenience of science and technology and intelligent services.

When the elderly fall, the detection module will use the gyroscope to detect the acceleration changes in real time to judge whether they fall, buzz and call for help through 2.4G wireless network; when the rescue module receives the fall signal, it will call the cloud computing service through the Internet, call for help to the guardian through social media such as Wechat, SMS, and transmit the fall data through the Internet of Things. At the same time, the call module provides voice call, manual call, voice broadcast information, voice companionship and voice prompt service in case of abnormal weather through voice interaction based on cloud AI.

Compared with the existing products on the market, the system has the following features:

- 1) **Expansibility:** Hardware is composed of electronic building blocks, using USB interface, strong compatibility; Software uses modular ScratchPI programming, calling cloud computing services, dynamic adjustment and easy expansion.

- 2) High timeliness: There are various ways to call for help, including automatic detection of real-time remote call for help, manual call for help, voice call for help; there are abundant channels for calling for help, such as Wechat, SMS message, voice phone, etc., and on-line real-time monitoring of the situation of the elderly can ensure timely transmission of calling for help.
- 3) User friendliness: Through voice interaction, it can effectively solve the inconvenience of using electronic equipment for the elderly. Voice reminder of abnormal weather offers considerate service and reduces the risk of falling outdoors, 3-D printing of the prototype shape is personalized, customizable, and diversified wearing styles available.

Finally, through experiments and tests, the effect of the voice interactive monitoring system for the elderly living alone is verified, and the whole process of monitoring and service for the elderly fall is fully realized, which meets all our predetermined goals.

KEYWORD: ScratchPI、Cloud computing 、Falling detection、Voice interaction

2020 S.-

目 录

摘要.....	4
1. 引言.....	8
1.1. 背景介绍.....	8
1.2. 可行性研究.....	9
2. 研究过程与方案.....	10
2.1. 如何检测跌倒.....	11
2.1.1. 跌倒分析.....	11
2.1.2. 跌倒自动检测算法.....	12
2.1.3. 检测模块实现和改进.....	13
2.2. 跌倒时如何及时的呼救.....	13
2.2.1. 如何触发呼救.....	14
2.2.2. 语音交互.....	14
2.2.3. 呼救通知方式.....	14
2.3. 能不能降低跌倒风险.....	15
2.3.1. 语音播报天气、资讯、陪伴服务.....	15
2.3.2. 呼救模块实现和改进.....	16
2.4. 实时在线监控.....	17
2.4.1. 基于物联网的数据采集.....	17
2.4.2. 基于云平台的监控中心实现.....	17
3. 研究成果——独居老人语音交互监护系统.....	19
3.1. 成果总结.....	22
4. 创新点与展望.....	23
5. 感受与心得.....	24
致谢.....	24
参考文献及相关软件.....	25

1. 引言

这次的“想法”源于一个悲伤的往事。过年前夕，妈妈的外公外婆相继去世，原因之一竟是“跌倒”，他们在跌倒时引起骨折，以及后续的一系列并发症，以致离世。如果没有那次跌倒，如果有一个可以监控跌倒的系统，并在老人跌倒时及时救助，也许他们就不会去世。如果能够让他们尽可能的不会跌倒就更好了。

作为行动派，有了想法，就要去实现。为此，我百度了很多资料，咨询了专家，发现意外跌倒对老人造成的伤害非常严重，如不及时救治确实会危及生命，而市场上虽然已有一些跌倒检测产品，但都或多或少的存在功能不够全面、服务不够智能、系统不够完整、未来拓展空间有限等问题，如：呼救方式少、服务内容少、跌倒检测不够人性化，因此我打算设计制作一个新型跌倒监护系统，来解决这些问题。

1.1. 背景介绍

- 中国的老龄化趋势

据统计，2015年60岁及以上人口达到2.22亿，占总人口的16.15%。预计到2020年，老龄化水平达到17.17%，其中80岁以上老人人口将达到3067万人；2025年，六十岁以上人口将达到3亿，成为超老年型国家。[1]“2016-2022年中国养老产业市场运行态势及投资战略研究报告”

- 研究和实现中用到的相关工具介绍

- (1) ScratchPI 编程工具



图 1 ScratchPI图形模块化编程工具

Scratch 是麻省理工学院（MIT）媒体实验室终生幼儿园小组设计开发的少儿编程工具。ScratchPI 是基于 MIT 的 Scratch 图形化编程设计，积木式编程操作，简

单拖拽、拼接即可实现无限创意。ScratchPI 可以和“CUBIC 酷比克”电子积木进行软硬件结合，具有 100 多个程序控制模块，外加数十种传感器、控制器电子积木支持。

(2) “CUBIC 酷比克”电子积木

采用 Atmega328 核心处理器，自带蓝牙通信模块、六个功能统一的 Mini-USB 接口，每个接口都可以连接任意一个传感器电子积木。通过使用 ScratchPI 图形化编程，简单拖拽、拼接即可实现无限创意。



图 2 “CUBIC 酷比克”电子积木

1.2. 可行性研究

● 经济可行性

- (1) 电子积木，约 1000 元。
- (2) 软件：开源及免费软件，0 元。

总体来讲，该系统在经济方面是可行的。

● 市场可行性

(1) 通过背景研究、市场分析和实地调研，中国即将步入老龄化，老人对幸福晚年的期望、子女对父母对关爱及对维持健康方面的经济付出也日益提升。

(2) 目前市场上与老人跌倒监控有关的产品功能比较单一、不具备系统化。

以上均使我们的产品市场有着非常巨大的前景，可见市场方面是可行的。

● 技术可行性

- (1) 本系统的技术及平台相对完善，比如云计算等都比较成熟。
 - (2) 阿里云、CNKI 中国知网、万方文献等许多平台均提供了海量的技术资料。
- 因此，从技术上来看，完全可行的。

2. 研究过程与方案

本项目主要研究的是**如何检测老人跌倒、跌倒时如何及时呼救、如何降低跌倒风险、实时在线监控**，我的研究过程如下：

- 1) **最开始，我打算做一个可以检测跌倒的设备。**为此，我查找资料，学习研究实现跌倒检测的方法，并结合我的学习理解能力、现有硬件等因素，选择了一种基于加速度的检测算法。同时，考虑到便携性、可定制化，最终通过使用电子积木，并结合 3D 打印，实现了可穿戴式跌倒检测。
- 2) 接着，在跌倒检测实现后，**我开始对跌倒时如何及时呼救进行学习研究。**我主要考虑了三个问题，一是如何通过尽可能多的渠道进行呼救；二是万一跌倒检测失败，如何手动呼救；三是如果发生误操作，如何取消呼救。从以上三点出发，**我对各种呼救方式进行研究**，包括蜂鸣、语音、短信、微信、邮件等方式，实现了远程向监护人进行呼救。此外，通过 ScratchPI 的语音模块，实现了按钮、语音方式手动呼救和取消呼救功能。
- 3) 考虑到老人们打字比较费劲、视力也不太好，我在语音交互上增加**语音服务功能**，为老人们语音播报一些他们需要的医疗资讯及机器人语音陪伴服务，使老人减少外出跌倒风险，并提高幸福感。还能在异常天气进行语音提醒，**在降低老人跌倒风险方面做一些尝试。**
- 4) 最后，在线接收和查看各种信息(定位信息、跌倒呼救信息、环境信息等)，实时监控独居老人的状况，形成一套完整的系统。



下面，是我对这些方面进行的详细研究内容。



2.1. 如何检测跌倒

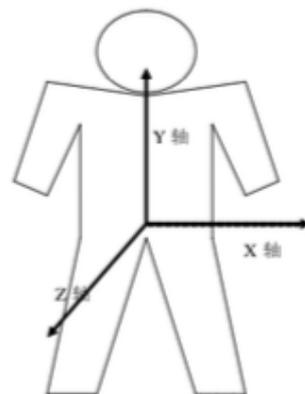
首先，我对于如何检测跌倒进行学习和研究。

2.1.1. 跌倒分析

经过前期资料收集，我了解到目前针对跌倒的检测主要有三种方法：一是视频图像分析法，二是环境信号分析法（如音频），三是通过可穿戴的装置进行实时监测（通过加速度、心率、人体倾角等方法）[2]“基于模式识别的跌倒检测算法研究”。由于老人跌倒机率大，需长时间携带，考虑到携带方便性，我打算采用一种基于加速度的检测方法，通过可穿戴式的检测设备进行跌倒检测，主要用电子积木+传感器实现。

以下是我进行学习的具体内容：

人体腰部的姿势变化是跟随整个身体姿势的变化，当人体跌倒在地上的时候，腰部与人体一样贴地，而且腰部与人体的重心位置比较接近，所以，这方面的研究都是以人体的腰部为原点建立跌倒模型进行跌倒分析，简单的说，就是将人体抽象为一个 3 轴坐标系，坐标原点在人体的腰部，人体的前后方向为 Z 轴，人体的左右方向为 X 轴，人体的上下方向为 Y 轴。



无论是哪种方式的跌倒，跌倒发生的时间都非常短暂，整个过程中直观的体现是在三个方向的速度的变化，跌倒时某个方向的速度会突然变很快，再突然变很慢，我百度了一下，科学名词叫做“加速度”。但是加速度值的变化规律不太明显，而且朝不同方向跌倒时每个轴的加速度变化规律都不一样，这可怎么办啊。

幸好我是站在巨人的肩膀上的，已经有一些聪明的专家很巧妙的解决了这个问题，他们使用了一个新的特征量，“合加速度”（来源于参考研究的资料[3]“基于三轴加速度传感器跌倒检测方法的研究”）。合加速度是利用三个方向的加速度值一起计算得到，利用合加速度这个特征量就可以避免分析三个方向的加速度带来的复杂性，为他们点赞！

2.1.2. 跌倒自动检测算法

接下来，我需要将加速度的变化跟人体正常活动的加速度进行对比，找到能够区分跌倒行为和人体正常活动的值，经过研究，找到如下两个特征量：

a) 合加速度最大值

人体在跌倒过程中，会伴随着加速度减小到一个最小值然后突然变大到一个最大值的过程，因此，通过最大值就可以对疑似跌倒动作进行很好的判断。

b) 合加速度均值

人体跌倒后躺在地面时，近似于静止状态，此时加速度其实就是重力加速度。而人体在进行其他活动时，只要不是静止，其加速度都会明显大于重力加速度，因此，通过一段时间内的加速度均值可以判断人体是否长时间处于近似静止状态。

根据两个特征量，跌倒检测方法判断跌倒需要同时满足两个条件：

(一) **合加速度最大值至少连续 3 次超过某个值（这里称为 P1）**。人体在进行动作时可能突然动作变大，形成一些突然很大加速度的点，会对跌倒判断造成干扰，所以只有检测到至少三个连续的值大于 P1 时才判断为出现了“疑似跌倒动作”。

(二) **接下来一段时间内的合加速度平均值小于某个值（这里称为 P2）**。人体长时间内身体活动幅度比较小，这里通过 5 秒内人体的加速度均值是否小于设定的 P2 进行判断。因为如果发生轻微跌倒，此时可以立刻爬起来；如果发生严重的跌倒，会长时间躺在地上无法动弹。所以在 5 秒内合加速度均值比较小。

我确定 P1、P2 这两个特征量的方法是通过实验人员，根据表格 1 中的所有动作重复做 10 次，然后从实验所得的数据中求得每个特征量的平均值，然后根据每个特征量的不同特点来确定数值。（详见我的实验记录及报告）

编号	动作	次数	描述
N1	站立	10次	只有手臂摆动
N2	行走	10次	正常速度行走
N3	坐下	10次	站立状态坐下
N4	慢跑	10次	以均匀的速度跑步
N5	跳跃	10次	跳跃后站立
N6	蹲下	10次	站立状态蹲下
F1	向前跌倒	10次	站立时向前跌倒
F2	向后跌倒	10次	站立时向后跌倒
F3	向左跌倒	10次	站立时向左跌倒
F4	向右跌倒	10次	站立时向右跌倒

表格 1 跌倒实验动作列表

实验结果是 $P1=160$ 、 $P2=120$ 。这里说明一下为什么两个数值都是百位数，因为我用的 ScratchPI 编程工具相关模块不支持小数，采集的加速度值都是整数，所以最终计算出来的都是百位数。

2.1.3. 检测模块实现和改进

在经过实验确定检测的特征量和参数后，我使用 ScratchPI 进行了编程实现，最终，通过使用电子积木，并结合 3D 打印，实现了检测模块（详见第 3 章）。

此外，考虑到便携性及可穿戴装置需要尽量小巧、个性化，我经过两个月的学习和实验，对产品进行了三代改进：

- 1) 一代产品：直接用电子积木进行拼搭，体积较大，容易松散，不易携带。
- 2) 二代产品：将电子积木外壳拆除，用现有材料做外壳，便携性提高，但尺寸还是较大。
- 3) 三代产品：用 3D ONE（很好用的国产软件，强烈推荐）设计打印外壳（3D 打印过三种方案，最终选了一个），将模块放入，并搭配配件。可以佩戴在皮带上，可以挂在背包上，可以放在口袋中，便携性进一步提高，尺寸再次缩小。

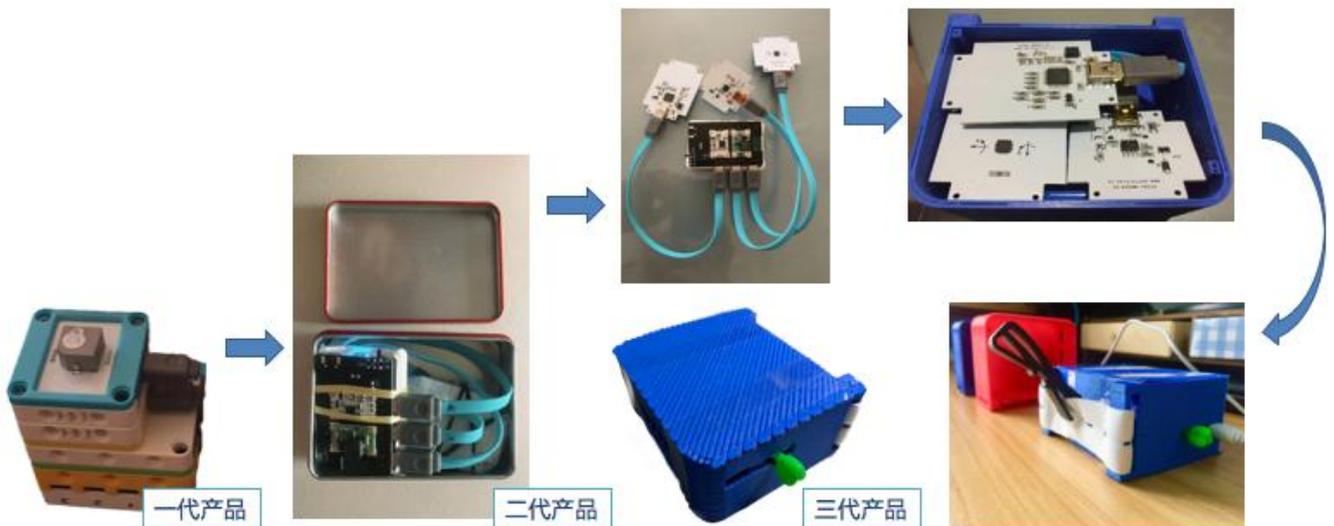


图 3 检测模块改进

2.2. 跌倒时如何及时的呼救

接下来，我对跌倒时如何及时的呼救进行研究。主要包括如何触发呼救、以及呼救的通知方式。

2.2.1. 如何触发呼救

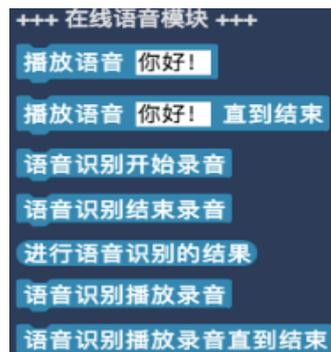
- 1) 跌倒自动呼救：当系统检测到跌倒发生时，自动进行呼救。
- 2) 手动按键呼救：万一自动检测失败，首先想到的是通过按钮来手动触发呼救，当跌倒时或者需要求助时，手动触发按钮进行一键呼救。
- 3) 语音呼救：如果按钮也失灵了，可以通过语音交互方式进行呼救，当系统检测到老人的语音中包含“报警”“救命”等呼救词语时，便会触发呼救。

2.2.2. 语音交互

语音呼救中用到的语音交互，主要通过 ScratchPI 自带的“在线语音模块”实现。语音交互主要分为如下几个阶段：

- **唤醒**：唤醒是语音交互的第一步，目前主流的唤醒方式有三种——实体按钮、虚拟按钮、语音唤醒，各有特点，适用于不同场景[4]“智能时代人机交互的一些思考”。考虑到我们的用户主要是老人，我采用了实体按钮的方式来进行唤醒。

- **语音识别**：语音识别就是把语音转换成文字。ScratchPI 提供了“在线语音模块”，见右图，可以很方便的得到用户语音识别的文字结果。



- **语音指令获取**：通过语音识别获取到文字结果后，我通过设计关键词词条表，然后对关键词词条排序进行逐一匹配，从结果匹配到相应的语音操作指令。

- **语音交互反馈**：在得到匹配的语音指令后，系统通过语音反馈向用户进行确认，同样使用 ScratchPI 的“在线语音模块”播放语音，萌萌哒机械的声音也不错。

- **服务执行**：根据指令匹配调用对应的服务（详细说明请见 2.3.1 节），并把获取的功能关键词传递给对应的服务或者功能模块。然后获取执行结果，把执行结果再反馈给用户，调用语音合成模块进行语音播报。

2.2.3. 呼救通知方式

呼救如何进行通知呢？我最先想到的呼救通知方式是通过系统发出蜂鸣声引起旁人注意，通过在检测设备上加装蜂鸣器即可实现。同样，也可以使用语音播报呼救信息来提醒周边的人前来救助。

但是, 如果语音/蜂鸣声没有被人听到怎么办? 跌倒时, 身边没有人怎么办? 为了解决这些问题, 我想增加短信、微信、电话等方式, 这样就算监护人不在身边, 也可以及时收到消息, 尽快过来帮助老人。包括:

- 1) 微信: 通过微信公众号进行消息提醒。
- 2) 短信: 通过手机短信进行消息提醒。
- 3) 语音电话: 通过直接拨打语音电话进行提醒。
- 4) 邮件: 通过邮件进行消息提醒。



经过研究, 我使用了“onealert 云告警服务”(www.onealert.com), 通过 ScratchPI 的“HTTP 调用云服务模块”即可方便的调用, 实现了这些方式。



图 4 ScratchPI “HTTP 调用模块”

2.3. 能不能降低跌倒风险

在上面的研究中, 我使用了语音交互进行呼救。既然有了语音交互, 我又想到可以为老人们语音播报一些他们需要的医疗资讯服务, 还能在异常天气进行语音提醒, 减少外出跌倒风险, 并提高幸福感。

2.3.1. 语音播报天气、资讯、陪伴服务

通过语音交互, 根据识别的指令调用对应服务。服务主要基于云计算 (cloud computing, 这个名词我其实还是一知半解, 以后会继续学习, 目前只会使用部分功能), “云计算是基于互联网的相关服务的使用和交付模式, 是一种按使用量付费的模式” [5] “百度百科——云计算”。系统可以提供如下服务:

- 语音播报资讯服务: 老人有时候需要询问一些简单的医疗资讯, 例如哪些医院看某病比较好, 如果出门去询问, 容易跌倒。我基于 ScratchPI 的“HTTP 调用云服务模块”调用“阿里云市场”(market.aliyun.com)提供的资讯服务, 处理返回的结果后通过语音播报给老人。这样老人足不出户就可以获得相关的资讯, 减少了外出的次数, 降低了跌倒的风险。

- 机器人语音陪伴服务：老人都需要陪伴，特别是空巢老人，需要精神上的陪伴。我们通过 ScratchPI 的“HTTP 调用云服务模块”调用“图灵机器人云服务”（www.tuling123.com）提供的相关聊天、生活资讯服务，为老人提供了机器人语音陪伴服务，这样老人在家不出门即可获得精神的慰藉，同样可以减少外出次数，降低跌倒风险。
- 语音播报天气服务：天气不好的时候，例如下雨、下雪，老人都很容易跌倒。所以，如果天气变化的时候，提醒我们的老人减少外出，对降低跌倒风险会有比较好的作用。同样也是基于 ScratchPI 的“HTTP 调用云服务模块”调用“阿里云市场”（market.aliyun.com）提供的墨迹天气服务。



2.3.2. 呼救模块实现和改进

一开始我直接在检测模块上进行扩展开发，实现了后续功能。但考虑到耗电、便携性等因素，我使用 ScratchPI 和电子积木又另外开发了一个呼救模块：

- 一代产品：直接集成在跌倒检测模块上，装置体积过大，携带不方便。
- 二代产品：将除了跌倒检测必须的模块以外的模块都分离出来，独立搭建了呼救模块，这样，不会影响检测模块的便携性、增加了待机时间；同时，增加了 2.4G 无线通信模块与跌倒检测模块进行通讯，并通过语音交互实现跌倒呼救、语音服务功能。



图 5 呼救模块改进

2.4. 实时在线监控

有了各种跌倒、呼救、天气数据后，如果能有一个统一入口，可以在线接收和查看各模块传来的信息(个人信息、跌倒呼救信息、环境信息等)，就可以实时的监控独居老人的状况，在老人遇到危险时及时救助，形成一套完整的系统。

随着互联网及其相关技术的不断发展，出现了一种新型的计算模式——云计算服务平台（以下简称“云平台”）。云平台提供了人机交互界面，使得监控人员更方便的管理和操作。我们的在线监控主要就是基于云平台，包括基于物联网的数据采集、基于云平台的监控中心。

2.4.1. 基于物联网的数据采集

物联网的英文名称叫“The Internet of things”，顾名思义，物联网就是“物物相连的互联网”。在国内公共物联网云平台，中国移动的 OneNet 是做的比较好的开放物联网平台。OneNet 支持多种主流标准协议的设备接入，我们目前只需要采集跌倒数据到平台，考虑到 scratchPI 实现的难易，我使用了 HTTP 协议进行数据传输，只需要通过 scratchPI 的“HTTP 调用云服务模块”即可进行调用。

云端接收到采集数据后，对数据进行进行处理与显示，作为监控中心的基础。我们的采集数据主要有如下内容：

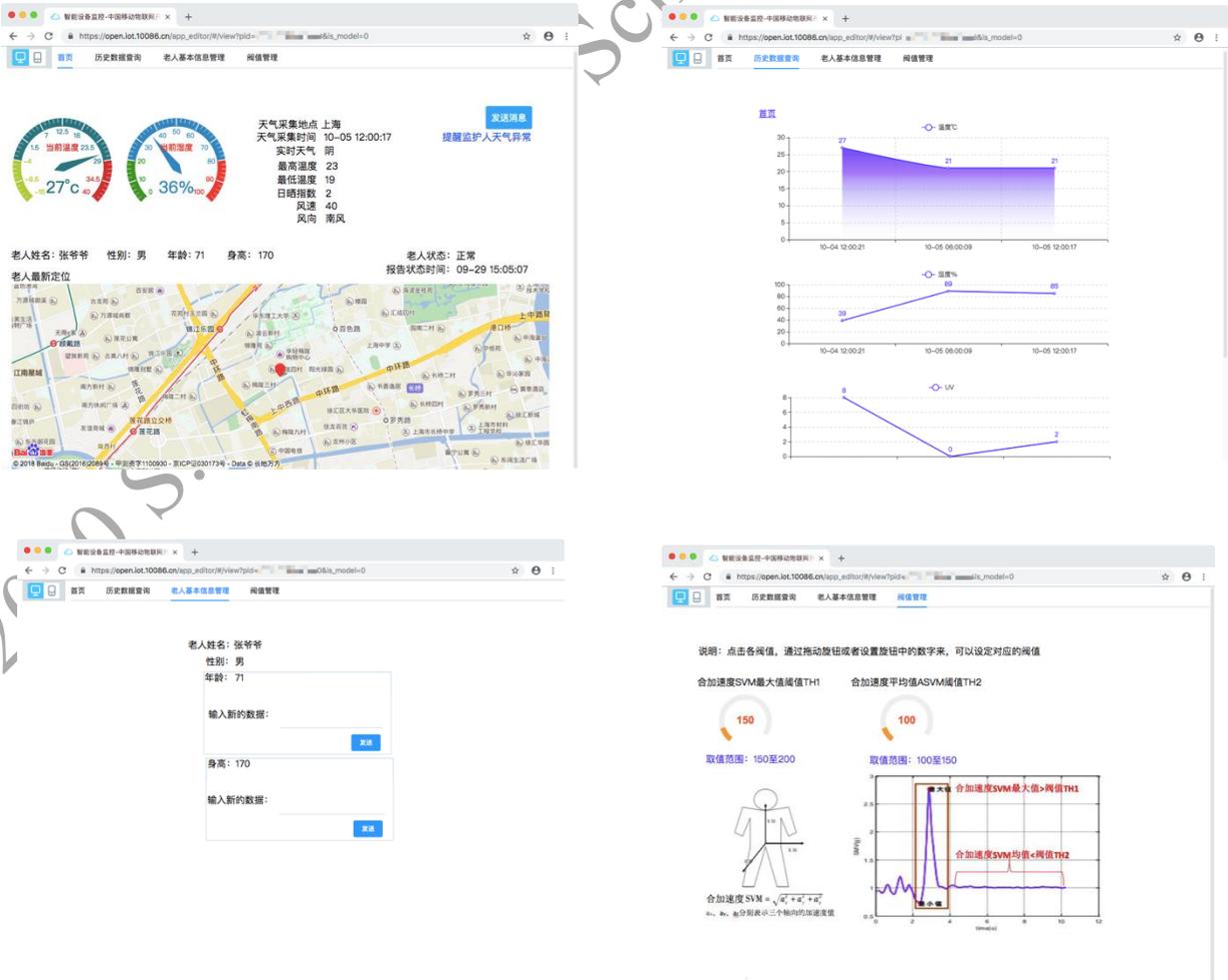
- 1) 个人信息：主要是老人的个人基本信息，姓名、年龄、性别、身高，考虑到这些信息的变化性很小，每年采集一次即可。
- 2) 跌倒特征量：跌倒检测用到的特征量（具体参见 2.1.2 跌倒自动检测算法），可以进行动态设置。
- 3) 跌倒事件：跌倒时合加速度最大值、合加速度均值、跌倒时的温度、湿度、定位，记录下来供后续的分析，在事件发生时采集。
- 4) 环境信息：定时（每小时）采集天气信息，包括天气状况、预报温度、最高、最低温度、湿度、风速、风向，供后续的监控和预测统计分析使用。

2.4.2. 基于云平台的监控中心实现

监控中心实现了如下功能：

- 1) 老人实时监控：老人通过佩戴相关的可穿戴式跌倒检测设备，定时的向监控中心发送数据，其中包括了一些环境信息，并在紧急情况下发送呼救数据。监控中心需要实时的接受这些数据，并能够为监控人员提供实时直观的查询或者展示。
- 2) 地图显示：需要直观的显示老人的位置，以及相关基本操作如缩放平移等，使监控操作更加直观而且方便。
- 3) 呼救处理：针对呼救处理，监控中心根据不同的呼救类型，作出相应的呼救处理动作，同时监控人员通过自己的判断也可以进行相应的主动呼救处理，如通知老人、监护人甚至医院等。
- 4) 历史数据查询：监控人员可以根据需要实时的查询相关的历史信息记录。
- 5) 基本信息管理：监控人员可查询和修改老人的基本信息。
- 6) 特征量管理：监控人员根据需要，进行跌倒检测特征量查看与设定，设定后自动同步到可穿戴式跌倒检测设备，动态调整相应的跌倒检测特征量。

通过中国移动的 OneNet 实现了以下四个页面，完整的实现了上述功能：



3. 研究成果——独居老人语音交互监护系统

根据前面的研究和方案，利用 ScratchPI、电子积木及云计算，通过实验，开发了一套面向独居老人的实时、快捷的语音交互监护系统。

系统由检测模块、呼救模块、监控中心组成，当老人跌倒时，检测模块会利用陀螺仪实时检测加速度变化来判断是否跌倒，发出蜂鸣并通过 2.4G 无线网络向呼救模块进行呼救；呼救模块在收到跌倒信号时，会通过互联网调用云计算服务，利用微信短信等多渠道远程向监护人进行呼救，并将跌倒数据通过物联网传递给监控中心，监护人可实时查看老人状况；同时，呼救模块通过基于云 AI 的语音交互提供语音呼救、语音播报资讯、语音陪伴、异常天气语音提示服务。系统架构如下图所示：

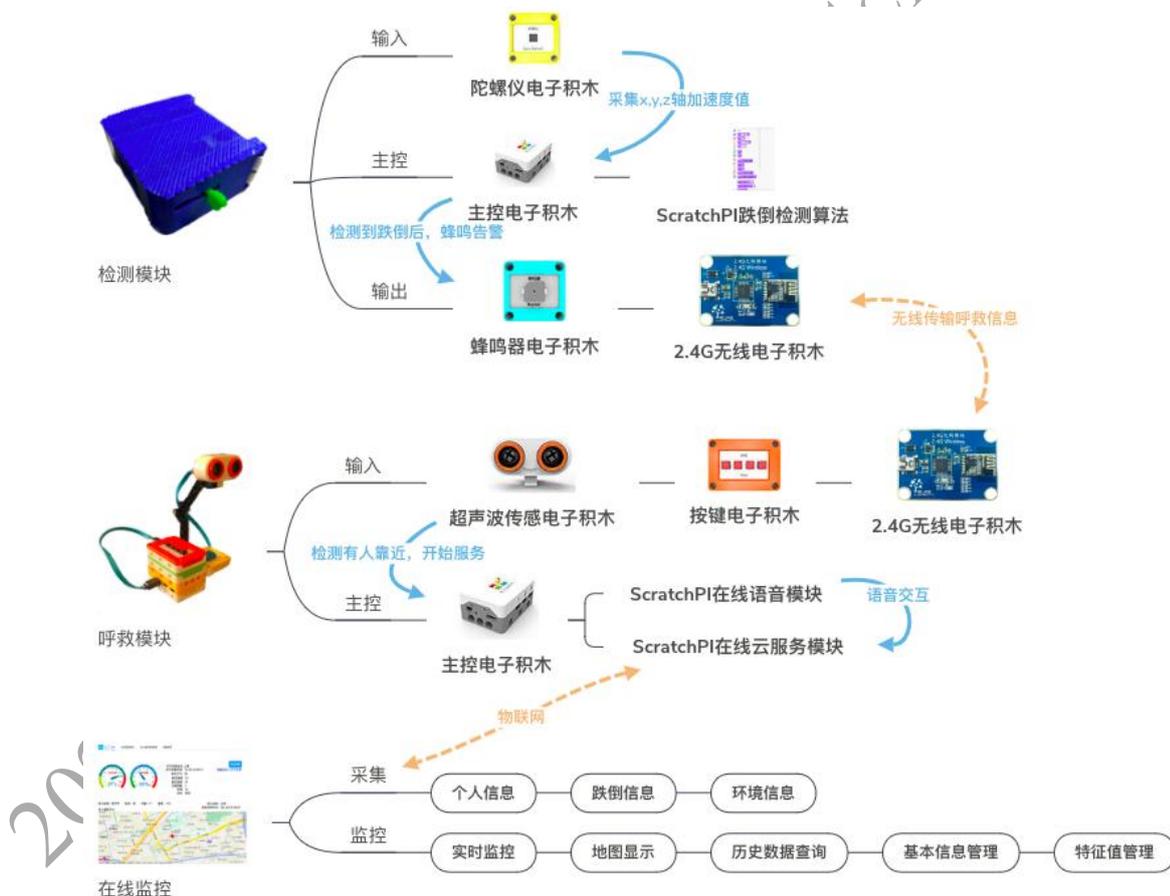


图 6 独居老人语音交互监护系统架构图

硬件部分说明如下：

- 1) 主控电子积木。控制整个系统的工作，并供电。使用了 CUBIC 酷比克控制器（Atmega328 核心处理器、1400 毫安时电池、六个 Mini-USB 接口）。

- 2) 陀螺仪电子积木。利用陀螺仪采集人体加速度信息。搭载 MPU6050 六轴加速度传感器，并返回当前模块 X、Y、Z 方向的加速度值。
- 3) 2.4G 无线通信电子积木。用于信息通信。搭载 NRF24L01 芯片，数据传输支持 126 个通讯通道，6 个数据通道。在空旷的空间内传输距离是在 80 米左右。
- 4) 蜂鸣器电子积木。检测到跌倒即发出蜂鸣声响，该模块可发出报警声及 do\re\mi\fa\so\la\xi 等各种声音。
- 5) 超声波传感电子积木。探测是否有人靠近，有效距离：2 至 200cm。

软件部分，主要是跌倒检测、跌倒呼救、语音服务的 ScratchPI 实现，核心代码如下：

- 1) 跌倒检测时，计算合加速度：



- 2) 呼救时，进行多渠道呼救通知：



- 3) 通过语音播报现在的天气，提醒我们的老人：



4) 语音播报资讯服务:

```
如果 提问 包含 医院
  将变量 a 的值设定为 为您查找医院信息, 您想查找治疗什么病的医院?
  助手说话 a
  语音识别 3
  显示变量 您的提问
  调用阿里云服务 hospital 您的提问
否则
  如果 提问 包含 病
    将变量 a 的值设定为 为您查找疾病信息
    助手说话 a
  否则
    如果 提问 包含 血糖
      将变量 a 的值设定为 为您查找血糖信息
      助手说话 a
    否则
      如果 提问 包含 血压
        将变量 a 的值设定为 为您查找血压信息
        助手说话 a
      否则
        如果 提问 包含 体重
          将变量 a 的值设定为 为您查找体重信息
          助手说话 a
```

5) 机器人语音陪伴服务:

```
将变量 机器人回答 的值设定为 您好
将变量 a 的值设定为
andyfit/robot/&text=
将变量 a 的值设定为 将 a 您的提问 拼接
通过HTTP调用云服务 a
将变量 机器人回答 的值设定为 云服务结果
助手说话 机器人回答
```

最终实现的独居老人语音交互监护系统实物见下图。



图 7 独居老人语音交互监护系统实物

3.1. 成果总结

经过 7 个多月的努力, 综合使用多项技术, 我成功实现了这个包含三个模块(检测模块+呼救模块+监控中心)、具有四项功能(跌倒检测、跌倒呼救、语音服务、在线监控)的新型独居老人语音交互监护系统。实现了如下功能:

- 1) 跌倒检测: 通过分析老人跌倒动作, 提取跌倒过程中的关键特征和参数, 实现了本文的基于加速度的人体跌倒自动检测功能。
- 2) 跌倒呼救: 通过蜂鸣、语音、短信、微信等多渠道的方式对老人、监护人进行呼救通知。还可以手动进行呼救, 包括按钮、语音的方式进行呼救。
- 3) 语音服务: 通过语音交互为老人提供医疗资讯语音播报、语音陪伴、语音呼救等各类服务, 在异常天气时还会进行语音提醒, 在降低跌倒风险及智能养老服务方面有所突破。
- 4) 在线监控: 基于物联网云平台实现了在线监控服务中心, 包括信息的接收和提取、在线数据显示。

最后, 我通过实验(详见我的实验记录及报告), 分别验证了各方案的可行性, 下面是实验的结果汇总:

- 跌倒自动检测成功率: 最低 87%
- 跌倒手动呼救成功率: 100%
- 呼救通知到达率: 100%
- 语音交互识别率: 最低 93%
- 天气提醒成功率: 100%

由此可见, 实验验证了独居老人语音交互监护系统的效果, 完整的实现了老人跌倒全过程的监控与服务, 满足了我们预定的所有目标。

4. 创新点与展望

● 创新点

本项目首次创新性的使用适合青少年使用的图形化 ScratchPI 编程工具，应用云计算技术，结合物联网和电子积木硬件，开发了一套独居老人语音交互监护系统，实现了一种新型的跌倒检测和呼救方法，能有效解决老人跌倒救助不及时的问题，合理降低老人跌倒风险。系统有如下特点：

- 1) **拓展性强：**系统硬件由电子积木组成，使用 USB 接口，兼容性强；软件使用模块化 ScratchPI 编程，调用云计算服务，可动态调整而且容易扩展。
- 2) **及时性高：**系统能够实时检测跌倒并呼救，也可以手动/语音呼救、误操作取消、微信/短信等多渠道传递呼救信息，实现了远程向监护人进行呼救，还可以在线实时监控老人状况，有效解决求救信息传达不到位的问题。
- 3) **简单好用：**系统提供了语音交互功能，有效解决老人打字慢、视力不好等使用电子设备不便的问题。提供语音播报资讯、机器人语音陪伴服务，减少老人外出跌倒风险，提高老人幸福感；异常天气时能够进行语音提醒，在降低跌倒风险及智能养老服务方面有所突破。

● 展望

后续我将从三方面对系统进行优化。

- 1) 继续完善监控平台，使平台数据可以与医疗机构实现共享和对接，提高救助的效果。
- 2) 完善特征量的个性化设置，提高检测精准度。
- 3) 进一步完善人工智能语音交互功能，让老人们能够享受更加幸福、更加智能的养老生活。

5. 感受与心得

作为一个喜欢探索、喜欢创造的男生，了解各种新奇的事情，学习各类有趣的知识似乎是我与生俱来的本能。

我从小学开始科技创新比赛，而这次的项目，是我付出最多时间和精力，也收获最多知识和朋友的一个项目。虽然历时长达 7 个月之久，占用了我从 7 月份开始的所有业余时间，而且涉及到很多我从未接触过的知识，遇到了非常多的困难，但在老师的悉心指导、同学的热情探讨和帮助、以及自己的不断学习研究下，都一一解决，并让我不仅在科学知识上，还有创新的想法上，科学的严谨态度上，都得到了很大的提高。

我深刻的体会到，创造发明可不是想想就能成功的，也不是做做就能成功的，把一个想法变成一个现实，是需要付出非常多、非常多的努力。而一个想法要不断完善，要真正成功，也只有在实践中，在不断的失败中才能一点点、一步步的接近成功。就比如项目中的装置，为了让模块精准匹配，尺寸尽量小巧，多次修改 3D 打印方案；项目中的程序，为了完成所有功能，仅编程、测试、优化就用了超过 2 个月时间，修改了上百次。

让我非常高兴的是，在这些过程中，我学会了坚持，学会了解决问题，也体会到了在完成作品过程中的快乐和喜悦。

致谢

非常感谢在这个项目中给我帮助的专家、老师、父母和朋友，虽然由于我知识和技能有限，项目还有很多可以进一步改进的空间，但我相信只要我永远保持着一颗“创新”的心，随着我学习到的知识越来越多，一定可以使更多的创意变成现实。奇思妙想是一定要有的，万一实现了呢？

参考文献及相关软件

参考文献:

- . [1]2016-2022年中国养老产业市场运行态势及投资战略研究报告（来源：中国产业信息网, 链接:<http://www.chyxx.com/research/201606/422837.html>）
- . [2]陈艳琳. 基于模式识别的跌倒检测算法研究[D]. 武汉理工大学, 2015, 24-25.
- . [3]李飞龙. 基于三轴加速度传感器跌倒检测方法的研究[D]. 电子科技大学, 2015, 9-11.
- . [4] 范俊君 田丰 杜一 刘正捷 戴国忠. 智能时代人机交互的一些思考[J]. 中国科学:信息科学 2018年04期.
- . [5]云计算. 百度百科, 链接:
<https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%91%E8%AE%A1%E7%AE%97>

软件和云服务:

- i. ScratchPI电子积木配套的模块化编程软件
- ii. 3D One三维绘图软件
- iii. www.onealert.com onealert云告警服务
- iv. www.tuling123.com 图灵机器人云服务
- v. market.aliyun.com 阿里云市场
- vi. open.iot.10086.cn 中国移动OneNet物联网云平台

项目主创人员简历

姓名：余泽玮

出生日期：2006年6月6日

校内及校外职务：校大队委组织部部长（曾任），上海市青少年科学研究院学生理事（在任）

所获市级荣誉：上海市优秀小研究员，上海市闵行区优秀少先队员

所获科技类奖项：全国青少年创意编程大赛与智能设计大赛 二等奖，YEA青少年创新创业大赛全球总决赛、中国区总决赛三等奖，全国青少年科学影像节 三等奖，上海市34届青少年科技创新大赛一等奖、2项专项奖，上海市第15届宋庆龄少儿发明奖一等奖，上海青少年创意编程与智能设计大赛一等奖推全国，闵行区科普英语活动一等奖

参与活动：

1、科技类 上海市科技节、世界人工智能大会、墨子论坛、犀牛鸟研学营、犀牛鸟中学科学人才培养计划（线上培训）、上海国际青少年科技博览会、全国互联网+大学生创新创业大赛复旦校区优秀中学生项目展示、2019上海市青少年科技夏令营（开幕式营员代表发言）、上海科普大讲堂“未来科学+”夏令营、中国科技大学“瀚海云讲堂”在线课堂、上海市国际青少年友谊营、2020Regeneron International Science and Engineering Fair(ISEF)、2020 Virtual Regeneron Science Talent Search (STS)、2020 London International Youth Science Forum (LIYSF)

2、体育类 上海市运动会 D组击剑（重剑）团体金牌

3、艺术类 上海市MISA夏季音乐节（上海交响乐团&纽约爱乐爱团）青少年乐评团