

编码: _____

第八届“求是杯”大学生课外
学术科技作品竞赛

作品申报书

作品名称: “疫”声令下--无线智能听诊仪

院系全称: 工程科学学院

申报者姓名

(集体名称): 欧再新 邹烁 欧阳智勇 何雅

黄其锐 李昕羽 张睿丽 程迎松

类别:

- ☐ 自然科学类学术论文
- ☐ 哲学社会科学类社会调查报告和学术论文
- ☐ 科技发明制作 A 类
- ☒ 科技发明制作 B 类

说 明

1、申报者应在认真阅读此说明各项内容后按要求详细填写。

2、申报者在填写申报作品情况时只需根据个人项目或集体项目填写 A1 或 A2 表，根据作品类别（自然科学类学术论文、哲学社会科学类社会调查报告和学术论文、科技发明制作）分别填写 B1、B2 或 B3 表。所有申报者可根据情况填写 C 表。

3、表内项目填写时一律用签字笔或打印，字迹要端正、清楚，此申报书可复制。

4、编码由第八届“求是杯”大学生课外学术科技作品竞赛组委会填写。

5、学术论文、社会调查报告、作品报告及所附的有关材料必须是中文（若是外文，请附中文本），请以 4 号楷体打印在 A4 纸上，附于申报书后，字数论文类每篇在 8000 字以内，调查报告类每篇在 15000 字以内（文章版面尺寸 14.5×22cm）。

6、作品申报书一式五份，由各院系团委统一报送至校团委。

7、组委会办公室地址：大学生活动中心 A 座 504 室

联 系 人：王欢欢

联系电话：027—87542103

A2. 申报者情况（集体项目）

说明：1. 必须由申报者本人按要求填写；

2. 申报者代表必须是作者中学历最高者，其余作者按学历高低排列；

3. 本表中的学籍管理部门签章视为申报者情况的确认。

申报者代表情况	姓名	欧再新			性别	男	出生年月	2000.07.22
	学院	工程科学学院			专业	生物医学工程		
	现学历	本科	年级	大三	学制	四年	入学时间	2018.09.01
	作品名称	“疫”声令下——无线智能听诊仪						
	毕业论文题目	无						
	通讯地址	湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037 号					邮政编码	430074
							办公电话	18271411721
	常住地 通讯地址	湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037 号					邮政编码	430074
住宅电话							18271411721	
其他作者情况	姓 名	性别	年龄	学历	所在单位			
	邹烁	男	20	本科	物理学院			
	欧阳智勇	男	21	本科	电子信息与通信学院			
	何雅	女	21	本科	软件学院			
	黄其锐	男	20	本科	光学与电子信息学院			
	李昕宇	男	20	本科	同济医学院基础医学院			
	张睿丽	女	20	本科	建筑与城市规划学院			
程迎松	男	20	本科	计算机科学与技术学院				

资 格 认 定	院系学籍 管理部门意见	<p>以上作者是否为 2021 年 6 月 1 日前正式注册在校的全日制 非成人教育、非在职的高等学校中国籍本科生、硕士研究生。</p> <p><input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否 (院系签章)</p> <p>年 月 日</p>
	院、系负责人 或导师意见	<p>本作品是否为课外学术科技或社会实践活动成果</p> <p><input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否</p> <p>负责人签名:</p> <p>年 月 日</p>

B3. 申报作品情况（科技发明制作）

说明：1. 必须由申报者本人填写；

2. 本部分中的科研管理部门签章视为对申报者所填内容的确认；

3. 本表必须附有研究报告，并提供图表、曲线、试验数据、

原理结构图、外观图（照片），也可附鉴定证书和应用证书；

4. 作品分类请按照作品发明点或创新点所在类别填报。

作品全称	“疫”声令下——无线智能听诊仪
作品分类	信息技术
作品设计、发明的目的和基本思路，创新点，技术关键和主要技术指标	<p>1. 设计目的：自 2020 年初新冠疫情爆发以来，“隔离”已成为预防传染的重要有效手段。然而目前基础医疗器械普遍为有线接触式产品，频繁与患者的近距离接触加剧了医护人员感染的风险。同时，免接触听诊技术在其他传染疾病检测站、病毒研究室等高风险场所亟待推广。因此，为了解决当下缺少免接触、全隔离医疗器械的痛点，本作品旨在研发一种低成本的便携无线心肺音听诊器，集多源信号采集、信号智能识别诊断、数据融合与挖掘、云端存储与计算于一体，对患者身体信息进行远距离采集、监测、诊断，从而实现远程医疗、健康智能监测和预警。</p> <p>2. 基本思路：本作品通过多源传感器采集患者或检查对象的身体信号，联合医学数据库、就医史等相关数据构建云端数据层，使用云端系统层的数据挖掘和机器学习方法，快速提取出有效知识和情报，应用于智能医疗服务，通过智能移动端的轻量化智能系统，实现实时听诊治疗、诊断辅助以及远程医疗平台构建。</p>

	<p>3. 创新点：本作品采用“超智能网络诊断”、“零延迟医患交流”以及“聚云端数据监测”三大核心技术，解决远程医疗仍存在医疗误诊难以解决、患者与医生在线时间难以匹配、医疗大数据难以产生价值等问题。</p> <p>4. 技术指标：智能网络诊断精准性、通话时延、云端数据访问的稳定性。</p>
<p>作品的科学性 先进性（必须说明与现有技术相比、该作品是否具有突出的实质性技术特点和显著进步。 请提供技术性 分析说明和参考文献资料）</p>	<p>目前各医院普遍使用传统听诊器，医生需要和患者进行密切接触，而市场中现存的一些电子听诊器在实际听诊时仍无法实现免接触，且存在操作繁琐、灵活性差以及设备造价高昂等缺点。因此本产品致力于实现免接触、灵活性高、操作简便的无线听诊器。为达到上述目的，本产品在以下几个方面做出了技术性进步：</p> <p>一、嵌入式控制系统：本产品使用低成本 STM32F103ZET6 系列芯片，基于 KEIL5 编程进行控制。将编写好的程序烧录到芯片，控制传感器采集输出模拟电压信号，经过滤波放大电路，控制 ADC 模块采集电压信号并转化为数字信号，最后通过蓝牙发射信号。</p> <p>二、智能听诊 APP：在基于 Qt 的 Android 环境编写本产品配套的智能听诊 APP，APP 根据用户的心肺音波形给出智能诊断结果以及医疗建议。</p> <p>三、神经网络诊断系统：基于神经网络 CNN 算法对用户心肺音波形进行诊断分析，判断用户心肺音波形是否健康，智能诊断网络采用多隐藏层的 BP 网络和典型 CNN 卷积网络等，通过大量数据特征及其相对应的症状对网络模型进行训练，提取复杂特征的激活映射，输出不同分类诊断疾病情况正确概率。</p>

	<p>四、云端系统： 云端系统主要包含系统层、数据层和交互层，主要用于实现数据唤醒、临床支持以及疾病预测等功能。</p>
作品在何时、何地、何种机构举行的评审、鉴定、评比、展示等活动中获奖及鉴定结果	<p>1. 2020 年 7 月-9 月，本作品参加“兆易创新杯”第十五届中国研究生电子设计竞赛商业计划书专项赛，经过中国学位与研究生教育学会、中国科协青少年科技中心、中国电子学会大赛组委会评审，获得华中赛区二等奖；</p> <p>2. 2020 年 7 月-10 月，本作品参加第六届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛，经过湖北省教育厅大赛组委会评审，获得湖北省铜奖；</p>
作品所处阶段	中试阶段
技术转让方式	有偿转让
作品可展示的形式	<div> <input checked="" type="checkbox"/>实物、产品 <input checked="" type="checkbox"/>模型 <input checked="" type="checkbox"/>图纸 <input type="checkbox"/>磁盘 </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/>现场演示 <input checked="" type="checkbox"/>图片 <input checked="" type="checkbox"/>录像 <input checked="" type="checkbox"/>样品 </div>

<p>使用说明及该作品的技术特点和优势，提供该作品的适应范围及推广前景的技术性说明及市场分析和经济效益预测</p>	<p>1. 使用说明：用户根据 APP 提示或者医师指导将胸件放在听诊部位，移动智能设备在接收到胸件传来的信号后，实时给出诊断结果，提高诊断的效率和准确度；在项目后期，如果移动智能设备判断出可能的多种诊断结果，将显示不同诊断结果的概率，并将患者的临床表征上传到后台，由专业医生给出更加可靠的人工诊断。</p> <p>2. 技术特点和优势：将传统听诊器的耳件和胸件分开，用智能移动设备替代胸件，使用无线信号连接。胸件采用了加速度传感器，将胸件置于听诊部位后，患者无需进行任何操作，操作更加简便。使用移动智能设备根据大数据给出实时诊断结果，规避了传统一对一繁琐的听诊方式，提高了诊断效率和准确率。可以将收集到的心肺音，肠鸣音等听诊结果记录下来，生成患者的病历，有利于医生判断患者的病程发展，有效地规避一些并发症的出现，同时记录的数据对临床教学，科研有重要意义。</p> <p>3. 适用范围和推广前景的技术性说明：适用范围包括大中小型医疗机构中内外妇儿科室的医生群体，以及家庭中有医疗监护需求的人群。面对庞大的患者群体时，可以依据智能移动设备的诊断缩小疾病排查范围，提高诊断效率，尤其是有心脏、肺部疾病史或手术史，本产品可以智能识别心音和肺音，从而判断患者的身体状况是否处于安全范围内。</p> <p>4. 市场分析和经济效益预测：听诊作为一种基本的查体手段，在疾病的诊断中尤其重要。国家卫健委资料显示，截止 2018 年 11 月底，我国共有医疗机构 1004481 家，卫生人员 1230 余万人，其</p>
---	--

	<p>中，社会办医疗机构 45.9 万个，如此庞大的民办医疗机构对于基本的可靠诊断设备需求巨大，市场前景广阔。</p> <p>以武汉为例，假定平均每个医院的产品需求量为 30 台，第一年有效完成销售任务医院 80%。再加上去各大医药品零售店的部分以及其他的销售渠道部分，第一年的销售量预计在 20000 台。在医院的使用效果良好，之后在民用市场的销售量将会逐步提升。假设从第二年开始，非医院销售渠道销售量为 35000 台，而医院方面开始拓展武汉以外市场，预计销售量为 25000 台。从第三年开始，每年总销售量的增长为前年百分之五十，预计到第五年将有 202500 台的销量，具有良好的经济效益。</p>
专利申报情况	<p>提出专利申报</p> <p>申报号 <u>202010626624. X</u></p> <p>申报日期 2020 年 07 月 02 日</p>

C. 当前国内外同类课题研究水平概述

说明：1. 申报者可根据作品类别和情况填写；

2. 填写此栏有助于评审。

国外研究状况：在电子听诊器方面的研究开始较早，但仍存在许多待解决的问题。2000 年，世界著名的 3M 公司推出了首款电子听诊器，该电子听诊器具有存储回放、无线通信等功能。但该电子听诊器在听诊音的存储时间和存储曲目数量上却极为有限。

2014 年，美国的 Thinks labs Medical 公司推出了 The One 数字听诊器，医生可以选中特定的声音进行听诊，还可以分享听诊记录给其他医生，方便医生之间的沟通与探讨，外形设计突破了传统声学听诊器的外观限制，变得更加便携、美观、实用。但该电子听诊器功能相对单一，且不具备无线传输功能。

2015 年，Eko Device 制造的 Eko Core 听诊适配器产品上市，用于连接听诊器的听筒和听诊头能将声音发送到手机上。2015 年 10 月，澳洲另一款电子听诊器 CliniCloud 上线，用于记录用户的呼吸频率和心率等生命体征，但售价高达 149 美元（约 950 元），难以全面推广。

国内研究状况：国内对于数字听诊器的研究起步较晚，发展阶段更是相对落后。大多数研究涉及到电子听诊器的研究仍处于实验室研究阶段，市面上国产电子听诊器屈指可数。秦皇岛康泰公司研发了一系列多功能可视电子听诊器，可视电子听诊器集听诊、心电采集、血氧和脉率检测于一体，但不具备存储回放、无线发送等功能。

此外，上海拓萧智能科技有限公司针对肺炎、哮喘与心脏疾病而研发的 Child Care 云听智能听诊，但缺少与专业医生平台对接功能，且成本价高达 639 人民币，依然不适合大面积推广。

D. 推荐者情况及对作品的说明

说明：1. 由推荐者本人填写；

2. 推荐者必须具有高级专业技术职称，并是与申报作品相同或相关领域的专家学者或专业技术人员（教研组集体推荐亦可）；

3. 推荐者填写此部分，即视为同意推荐；

4. 推荐者所在单位签章仅被视为对推荐者身份的确认。

推荐者 情况	姓 名	郭连波	性 别	男	年 龄	41	职 称	教授
	工作单位	武汉国家光电研究中心						
	通讯地址	湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037 号				邮政编码	430074	
	单位电话	18827352669				住宅电话	18827352669	
推荐者所在 单位签章		(签章) 年 月 日						
请对申报者申报情况的真实性作出阐述		该项目系学生独立完成，展示了学生结合工程手段和医学问题的能力						

<p>请对作品的意义、技术水平、适用范围及推广前景作出您的评价</p>	<p>意义：针对新冠病毒患者治疗，临床诊断现有主流采用的有线听诊，容易导致医患之间交叉传染的痛点，该无线智能听诊器充分利用无线听诊无接触和多功能融合优点，通过云端数据，对病人的身体水平做初步的检测，同时还能取代原有的接触式听诊，具有很好的临床意义。</p> <p>技术水平：该项目所用到的技术主要包含电路，手机应用开发以及数据处理三方面，对于学生有较大的挑战性，但是随着不断的学习，学生可以完成出一个准确率较高的产品。</p> <p>适用范围及推广前景：若准确率和容错率进一步提高，该产品可以很好的用于医院和家庭，取代原先的接触式听诊器。同时手机应用含线上问诊功能，能跨越空间，时间的限制，提高听诊和诊断的效率。</p>
<p>其它说明</p>	

“疫”声令下--无线智能听诊仪 作品报告

作品名称： “疫”声令下--无线智能听诊仪

院系全称： 工程科学学院

申报者姓名

(集体名称): 欧再新 邹烁 欧阳智勇 何雅

黄其锐 李昕羽 张睿丽 程迎松

类别：

- ☐ 自然科学类学术论文
- ☐ 哲学社会科学类社会调查报告和学术论文
- ☐ 科技发明制作 A 类
- ☒ 科技发明制作 B 类

目 录

1. 项目总结	3
1.1 项目背景	3
1.2 产品概述	3
1.3 国内外研究现状	4
1.4 目标群体	4
2. 产品与服务	5
2.1 产品背景	5
2.2 产品概况	6
2.3 产品技术	7
2.3.1 电路设计	7
2.3.2 嵌入式控制系统	7
2.3.3 智能听诊 APP	7
2.3.4 神经网络诊断系统	8
2.3.5 云端系统	10
2.4 产品优势	11
3. 市场分析	12
3.1 医疗机构	12
3.2 家庭日常	13
3.3 市场分析	13
3.4 PEST 分析	15
3.4.1 政治环境分析	15
3.4.2 经济环境分析	16
3.4.3 社会环境分析	16
3.4.4 技术环境分析	17
4. 同类产品分析	17
4.1. 国内同类产品现状	17
4.2 国外同类产品现状	18
5. 附加证明	20
5.1 专利申请书	20
5.2 获证证明 1	21
5.3 获奖证明 2	22

1. 项目总结

1.1 项目背景

自 2020 年初新型冠状病毒爆发以来，“隔离”已成为预防传染的重要有效手段。目前的医疗器械主要限于接触使用，导致医护人员也有所感染，因此，支持免接触、全隔离的医疗器械的研发迫在眉睫，同时，免接触听诊技术在其他传染疾病检测站、病毒研究室等高风险场所亟待推广。

“便携无线免接触诊断，为医患创造安全距离，做医疗诊断技术领域的领航者”。项目本着这一核心理念以先进技术开发为导向，致力于听诊医疗器械的高新技术企业提供跟踪式一体化服务。团队从免接触无线心肺音听诊器的生产工艺到其应用领域进行跟踪式服务，并致力于为国产医疗器械的发展做贡献，且团队后期拟建立云端平台提供“医疗云下乡”服务，为医疗资源缺乏地区提供医疗指导建议，为人民健康护航。

1.2 产品概述

本产品属于医疗诊断技术领域，具体为一种避免病患之间交叉接触、医患近距离接触，使用方法简单的**便携无线心肺音听诊器**。主要用于对多个病患实现连续免接触听诊。

针对现有无线听诊器的无法真正实现无接触、全隔离听诊的缺点，本产品采用胸件和移动智能设备配对的方式，提供了一种免接触高灵活性的无线心肺音听诊器，可用在具有传染风险、集中隔离、病患人数多等风险性高的场合进行快速、免接触听诊。胸件为一个符合人体工程学构造的柱形件，包含外设连接控制件、传感模块、主控电路模块；胸件传感模块用于测量心肺音信号，电路模块用于处理信号和发射信号，控制模块用于控制器件工作状态改变。用户通过蓝牙或 Wifi 就可利用智能手机接收听诊器的信号，对信号进行分类、智能识别、记录管理、给出诊断结果及就医建议。

本产品可替代现有的无线听诊器来听诊与分析心肺音、肠鸣音、大血管杂音等，可以应用于普通医院诊所、隔离医院、方舱医院、传染病检测站、疾控中心、病毒研究实

验室等诸多高风险，需要高度防护的场合及其他普通听诊器可应用领域。

1.3 国内外研究现状

听诊器类型主要包括两种：(a) 声学听诊器；(b) 电子听诊器。其中声学听诊器主要为传统的气导式听诊器，其听诊距离受限，噪声大，只能供一人使用。电子听诊器可结合信号处理技术和无线通信技术，相对声学听诊器有更好的听诊效果，但该装置需要连接智能设备、云端计算等，导致其操作复杂，不能实现完全无接触测量，使用体验较差且造价高昂。在这种行业格局下免接触高灵活性的无线心肺音听诊器的生产和销售市场前景广阔。

当前，市面上的电子听诊器大都是国外生产的，体积大，且价格昂贵，不适合于一般心音和呼吸音的诊断需求。国外已有的数字听诊器品牌仍然没有摆脱“接触就诊”的束缚，价格贵，不便于携带且实际操作复杂，在听诊音的存储空间上极为有限，有待改善。与此同时，国内电子式听诊器起步较晚，尚处于筹备之中，目前相关产品少，价格贵，还存在功能单一等问题。国内生产的听诊器种类比较少，而且功能不能满足听诊要求。

国内同类产品的研发和市场化的空间很大，已有的听诊器主要存在以下的问题：

(1) 套件存在需要逐一匹配、灵活性差，操作繁琐、上手难度较大，造价高昂、设备管理难度大等问题；

(2) 市场适用性较差，无法真正实现无接触、全隔离听诊。

1.4 目标群体

本产品作为一种免接触、灵活性高，智能无线听诊器，使用场景主要包括两个，医疗机构、家庭日常。因此本公司的产品适用范围极其广泛，这也与我们的设计初衷相吻合。用户可根据需要从心音、肺音、肠鸣音、大血管杂音等方面作为听诊参考，结合智能设备进行初步诊断，这对于用户进行疾病预防、疾病诊断、疾病监控等过程均为不二之选。

本产品作为国内无线听诊器市场的新星，国内医疗器械技术的领航者，最大化地解决已有听诊器设备存在的不方便携带、操作复杂、接触式就诊、结果处理不智能、数据存储容量小以及售后平台不完善等问题，是一款真正代入用户体验而设计的实用型产品，使个人用户随时随地听诊与监控身体健康情况，而医护人员也可通过本公司创立的平台与患者进行云指导。另外，用户的听诊数据也有专属云数据库及个人情况分析等，形成电子病历。

2. 产品与服务

2.1 产品背景

听诊器是根据声音的变化来进行各种器官活动判断的一种重要医学仪器，在临床的各个科室使用频率非常频繁。人体内的声音，比如心跳声、肺部呼吸音、腹部肠鸣音和部分大血管杂音。这些声音与人体各器官的活动状态密切相关。

心跳听诊：通过对人体心跳的心率、心律和心音等方面内容的听取，医生可以发现心脏杂音、心律不齐等异常。进而发现心跳早搏、房颤、心脏结构异常等问题，这些症状与一些慢性心脏病和突发性疾病具有密切关联。比如阵发性房颤是引发脑卒中的主要风险之一，心脏瓣膜不全严重者会导致心力衰竭等。

肺部呼吸音听诊：健康人体上肺部具有似气体通过刚性管道的“管性呼吸音”，下肺部具有肺泡开放时发出的柔和的“肺泡呼吸音”。阻塞性肺气肿、胸腔积液等可导致呼吸音减弱或消失，局部肺组织实变（含水量增多）会导致呼吸音增强，肺炎、肺结核等会导致呼吸音断续，支气管炎、肺部炎症会导致呼吸音粗糙等。

腹部肠鸣音听诊：通过对肠道蠕动时产生的声音听取，可以判断肠道活动情况，以及腹部一些脏器潜在的病变。急性肠胃炎、机械性肠梗阻、胃部大出血可导致肠鸣音增强，胃肠动力低下、电解质紊乱、急性腹膜炎可导致肠鸣音减弱甚至消失。

大血管杂音听诊：血管血流通过狭窄处所发出的“吹风样”声音称为“血管杂音”。颈动脉或椎动脉狭窄时颈部大血管有杂音，甲亢患者在甲状腺侧叶会有连续杂音，肾动

脉狭窄时在上腹部或腰背部会有收缩期杂音。

2.2 产品概况

产品包括胸件和智能听诊 APP；胸件为一个符合人体工程学构造的柱形件，胸件外观如图 2-1 所示，包含主控电路模块、传感模块、滤波放大模块、ADC 采集模块和蓝牙发送模块；智能听诊 APP 可安装在手机、平板或电脑端等智能终端设备。



图2-1 无线听诊器胸件外观图

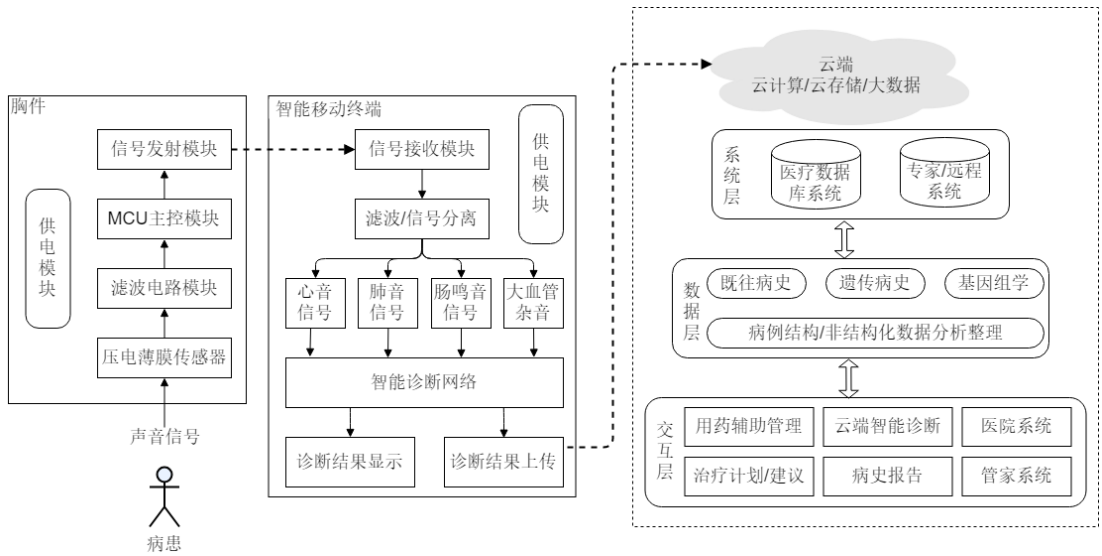


图2-2 无线听诊器工作原理图

图 2-2 为本产品工作原理图，胸件将获取的用户的心肺信号发出，智能移动设备接收信号，在智能诊断 APP 中进行信号分析，诊断结果和对应医嘱将在 APP 用户界面展现给用户，还可将心肺音波形、音频文件和诊断结果存入云端。

2.3 产品技术

2.3.1 电路设计

本产品电路部分包括：电源模块、滤波放大模块、ADC（模数转换）采集模块、蓝牙发送模块。电源模块给系统供应 5V 稳定电压；滤波放大电路将传感器采集到的心肺音信号进行放大、滤波、二级放大，保证心肺音信号满足 ADC 采集范围且信噪比高；ADC 采集模块将滤波电路输出的模拟电压信号转化为数字信号；蓝牙发送模块将心肺音数字信号发送出去，电脑手机端的蓝牙接收心肺音数字信号。

传感器采集心肺音信号，需要对胸部的起伏振动敏感，所以我们选择灵敏度高的适合心肺音信号测量的薄膜传感器。因心音信号频率集中在 20~600 Hz，而心内噪音、呼吸噪音、体表噪音等信号频率多高于 600Hz，所以可采用低通滤波器滤除噪声干扰。心音信号比较微弱，为满足采样幅值要求，需要对心音信号进行放大。肺音信号频率集中在 100~1000Hz，选择过滤出肺音信号的滤波器，获得肺音信号进行放大。

2.3.2 嵌入式控制系统

本产品使用的是 STMicroelectronics 公司的 STM32F103ZET6 系列芯片，基于 KEIL5 编程控制。编写好的程序烧录到 STM32F103ZET6 芯片，芯片上电启动，控制传感器采集输出模拟电压信号，经过滤波放大电路，控制 ADC 模块采集电压信号并转化为数字信号，并通过蓝牙发射信号。

STM32F103ZET6 芯片的 ADC 是 12 位逐次逼近型的模拟数字转换器，最大工作频率为 14M，ADC 的采集速度完全满足心肺音信号采样要求。胸件上的蓝牙模块设置为从机模式，不断向外发送心肺音数字信号。

2.3.3 智能听诊 APP

本产品配套的智能听诊 APP 是基于 Qt 的 Android 环境编写，APP 的用户界面如图

2-3 所示：



图 2-3 智能诊断 APP 用户界面

APP 可实现的功能有：实时显示用户心肺音波形、播放心肺音、截取保存某段心肺音信号形成个人信息存档，APP 根据用户的心肺音波形给出智能诊断结果以及医疗建议。项目后期准备开发线上专业医师咨询功能，用户可选择专业医生进行线上问诊。

2.3.4 神经网络诊断系统

智能诊断 APP 中基于神经网络 CNN 算法对用户心肺音波形进行诊断分析，判断用户心肺音波形是否健康，并给出相应的医嘱。图 2-4 和图 2-5 展示了智能诊断 APP 应用基于神经网络 CNN 算法分析诊断心肺音波形的流程。

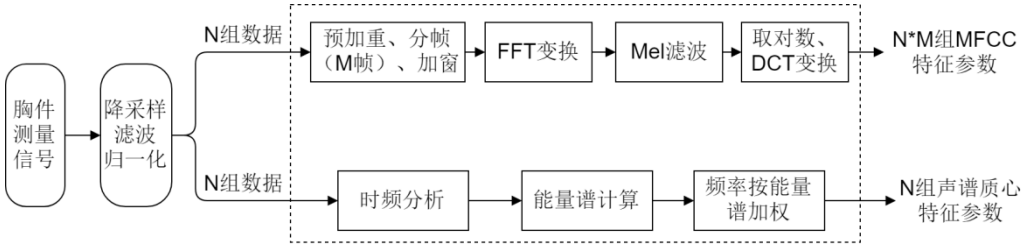


图2-4 信号获取特征参数

图 2-4 为信号特征提取网络示意图，胸件收集到的原始信号通过滤波、归一化等一系列操作获取到特征参数。其中提取的主要特征主要包括 MFCC 特征参数和声谱质心

参数，MFCC 参数提取每帧声音信号的包络进而反应声信号的有效信息，声谱质心特征按照声音的频率的加权平均值来加以计算，有效反应声信号频率变化情况。

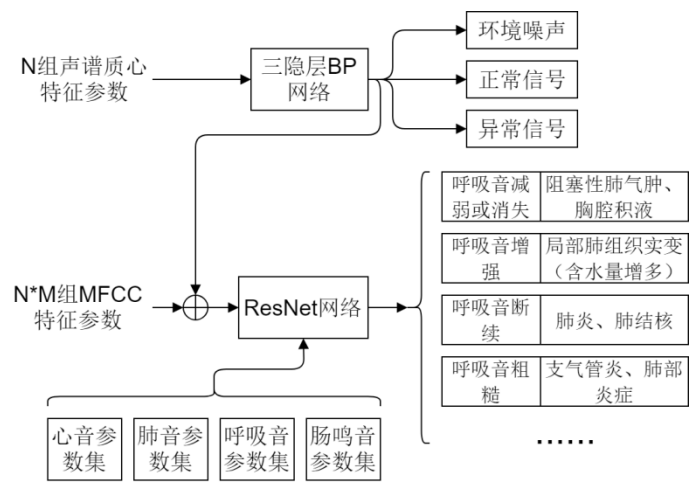


图2-5 信号处理得出诊断结果

图 2-5 为本产品通过信号处理得出诊断结果的流程简要示意图。由初始心肺音信号获取的特征参数通过卷积神经网络运算对环境噪音和异常信号进行剔除，保留正常信号。然后根据信号强度差异判断当前听诊信号的类型从而选择相应的网络参数集进行后续的信号智能听诊。对声音信号多种特征进行识别分析，得出相应的身体健康状况、疾病程度及其概率、就医建议等。

智能诊断网络采用多隐藏层的 BP 网络和典型 CNN 卷积网络等，如在 CNN 网络中，通过大量数据特征及其相对应的症状对网络模型进行训练，让特征数据图像历经一系列卷积层、非线性层、池化层和完全连接层，随着进入网络越深和经过更多卷积层后，将得到更为复杂特征的激活映射。在网络的最后，完全连接层观察上一层的输出（其表示了更高级特征的激活映射）并确定这些特征与哪一类疾病症状最为吻合，得到最终输出。同时，全连接层观察高级特征的最吻合分类及其拥有怎样的权重，因此当计算出权重与先前层之间的点积后，将得到不同分类诊断疾病情况正确概率。

智能移动终端还可以将信号通过耳机接口直接输出进行人工听诊，和智能诊断结果相互验证，提高听诊效率、降低误诊率。同时，用户也可以选择将声音信号上传至云端，以实现数据唤醒、临床支持以及疾病预测等功能，为用户的健康保驾护航。

2.3.5 云端系统

云端系统主要包含系统层、数据层和交互层，主要用于实现数据唤醒、临床支持以及疾病预测等功能。智能云端系统在征得用户同意后收集听诊数据，并联合医学知识库数据和数据结构化分析和非结构化分析结果构成数据库系统，系统层的医疗数据库系统可以整合调用数据层的数据进行分析，通过采用分类、回归分析、聚类、关联规则、特征、变化和偏差分析等数据挖掘方法得到数据中的隐藏信息用于实现疾病预测、临床决策支持等功能，具体可应用于用药辅助管理、云端智能诊断、用药计划/建议、病史报告、管家系统等场景。如图 2-6 为云端系统结构示意图。

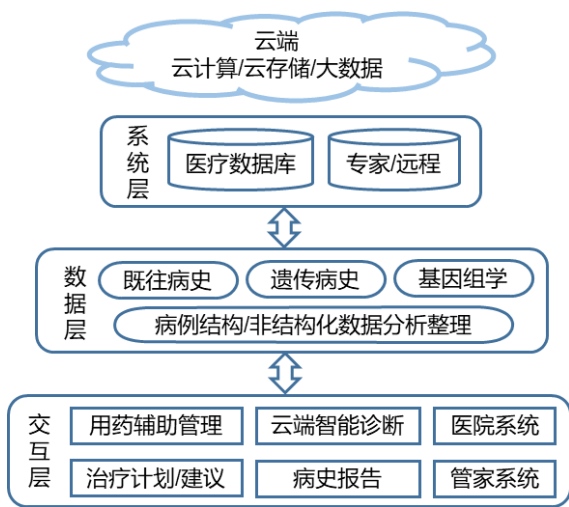


图 2-6 云端系统结构示意图

其中系统层包含医疗数据库系统和专家/远程系统，医疗数据库系统用于收集、统计和分析相关数据，挖掘数据隐藏信息，专家/远程系统用于实现“信息孤岛”联通和远程医疗诊断。数据层包含既往病史、遗传病史、基因组学以及病例结构和非结构化分析整理数据，海量数据是数据挖掘的基础，数据层为智能化提供必要的的数据支撑。交互层将系统层和数据层的统计分析结果应用于不同的具体场景，实现数据利用最大化。交互层实现的应用场景包含用药辅助管理、云端智能诊断、用药计划/建议、病史报告、管家系统等。所述系统层、数据层、交互层相互联通，共同运作。将系统层结合数据层的计算结果应用于疾病预测、数据唤醒以及临床决策支持等，发挥数据的最大效用，实现家庭健康智能监测及就医过程智能化；

2.4 产品优势

本产品最突出的技术特点包括以下几个方面：

(1) 充当耳件作用的移动智能设备和胸件分离，使用过程中通过无线信号配对连接，从而可实现高灵活性、高移动性免接触听诊。

(2) 胸件采用了加速度传感器，开机启动后胸件无动作时处于休眠状态，当进听诊时检测到动作开始工作，如此患者无需进行任何操作，只需按照医生要求置于听诊部位即可，医患无需任何接触，操作更加简便。

(3) 移动智能设备 APP 实时给出智能诊断结果，提高听诊的效率和准确率。

本产品除可用于高风险的专业医疗场所外，还适用于居家保健使用。如若使用者感觉自身身体稍有不适，但又无法判定是否需要到医院进行诊疗，可在家中依据本产品说明书将胸件置于适当位置听取自身或家人的心肺音。移动智能设备 APP 可直接给出诊断结果，如果心肺音 APP 诊断为异常，使用者可发送心肺音数据文件给医生，用于线上问诊。医生可在网络上通过听取病人的心肺音录音文件判断使用者是否需要到医院进行进一步的检查。这将进一步缓解医院医疗资源紧张的现状，也可让使用者避免花费不必要的时间和精力在去往医院路途的奔波上。

本产品**在康复领域和患者病历数据化的使用上也十分具有前景**。目前我国医院康复科配备资源较为欠缺，不少患者在经历大型手术后只能在医院进行短期的后期治疗，应与之匹配的漫长的康复治疗很难在医院进行。很多患者因为后期康复治疗不到位导致手术预期效果达不到，大幅降低生活水平，这对患者而言是十分不利的。本产品可为经历大型手术或需要长期康复训练的患者提供后期健康追踪支持。例如经历大型心血管手术的患者，在康复期需要经常性地对心血管处进行听诊，判断术后恢复情况，从而调整康复治疗手段和用药剂量等。此时患者可在家中**使用本产品读取到的心血管听诊录音文件**，上传至自身电子病历供主治医生诊断。免去了长期在医院康复训练给患者带来的精神压力和经济压力。同时康复期内不同时间段的心肺音录音文件存储在患者电子

病历中，也便于医生通过比较不同时期的患者心肺状态判断术后恢复情况。

同时本产品对于一些偶发性疾病前期的发现也具有很大作用。很多疾病在大型爆发之前，往往有多次小症状，患者或感觉不适，但持续时间短，很难引起警觉，或患者感到不适后到医院进行检查，检查时因为是非症状期很难查出心电图异常，从而导致小症状遗漏，最后疾病爆发时造成巨大健康损害。如若使用者在感到不适的时候使用本产品记录下心肺音状况，供医生诊断，将极大的避免这种情况，也方便医生确定是否需要对患者进行全天动态心电图检测等后续追踪诊断措施。

综上所述，本产品在医疗卫生、术后康复、居家保健等方面均可发挥重大作用，相较于传统听诊器具有很多的优势。对于高风险传染病防疫期间减少医护人员感染、推动医疗资源数据化、建立患者电子病历、推动线上问诊、医疗资源下沉都具有重大意义。

3. 市场分析

3.1 医疗机构

随着新冠肺炎疫情的逐渐蔓延，截至 2020 年 5 月 20 日，全球累计确诊病例已达 460 多万人，累计死亡约三十万人，经呼吸道飞沫和密切接触传播是主要的传播途径。而在这其中，由于诊断病情需要和患者密切接触而有没有充分有效的防护措施情况之下，一线防疫医生是最容易被传染的人群，且容易出现医患之间交叉感染，而听诊诊断是医生最常用的一种初步诊断方法，尤其是针对呼吸道疾病如肺炎等，可以根据听诊器听到的湿罗音（气泡音）肺部炎症进行初步诊断。

此外听诊器还可以根据不同类型的声音对心脏疾病，腹部肠道疾病以及周围血管相关疾病进行初步诊断，所以听诊器是医生必备的一个初步诊断工具，而传统听诊器的使用需要医生和患者进行密切接触，且对于身着防护服的医生，基本无法使用传统听诊器，且市场中现存的一些电子听诊器在实际听诊中仍存在无法实现免接触、操作繁琐、灵活性差以及设备造价高昂等缺点，因此本产品作为一种免接触、灵活性高、可配

合防护服使用且操作简便的智能无线听诊器，可满足所有需要采用听诊手段的医生，尤其是在一线防疫的医生对疾病进行初步诊断的需求。使用人群主要有为所有需要采用听诊诊断工具的医生（主要为内外妇儿科）群体，目标消费者主要包括各大综合医院、中医医院、民办医院、专科医院、康复医院、妇幼保健院、乡（镇）卫生院、街道卫生院、社区卫生院。疗养院、专科疾病防治所、卫生保健所等大中型医疗机构，尤其是针对新冠疫情的严峻形式下，各个被作为新冠肺炎救治定点医院的医疗机构。

3.2 家庭日常

随着经济的发展和科技的进步，人们对于健康问题的重视程度日益加深，此外，近年来城市恶性肿瘤和心脏病死亡人数占总死亡人数的比重接近 50%，而肺癌在恶性肿瘤中死亡率最高，因此，本产品在家庭生活中可以作为类似电子血压计的日常健康监测产品，尤其是对于有遗传性心脏病家族史以及家中有老年人的家庭，使用本产品亦可以针对肺炎等传染性疾病预防起到初步诊断和预警的作用。

3.3 市场分析

2019 年年末全国共有公共医疗卫生机构 101.4 万个，其中医院 3.4 万个，在医院中有公立医院 1.2 万个，民营医院 2.2 万个；基层医疗卫生机构 96.0 万个，其中乡镇卫生院 3.6 万个，社区卫生服务中心（站）3.5 万个，门诊部（所）26.7 万个，村卫生室 62.1 万个；专业公共卫生机构 1.7 万个，其中疾病预防控制中心 3456 个，卫生监督所（中心）3106 个。

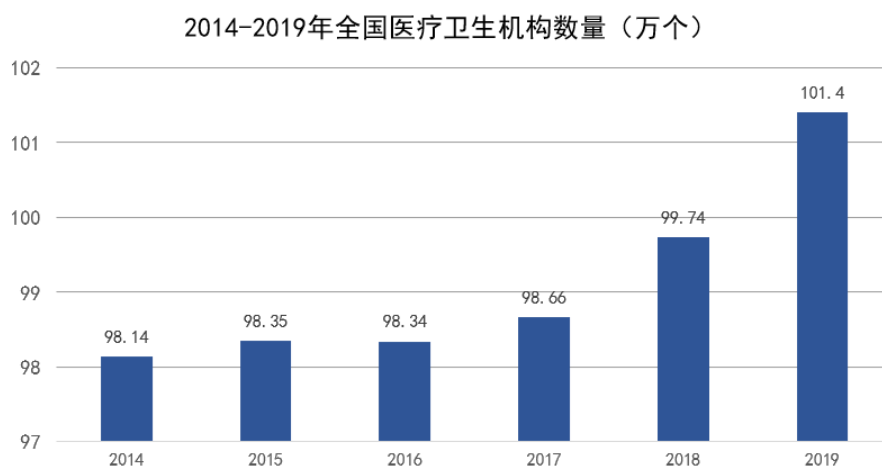


图3-1 2014-2019年全国医疗卫生机构数量统计

如图 3-1 所示为全国医疗卫生机构数量从 2014 年-2019 年的增长趋势，可以看出自 2016 年以来全国医疗卫生机构数量持续增长，如图 2 所示为 2014-2019 年全国执业（助理）医师数量增长趋势，可以看出 2014 年以来全国执业（助理）医师数量持续增长，每年增长率均超过 5%，到 2019 年，全国执业（助理）医师数量已达 382 万人，根据测算，我们认为到 2020 年全国执业（助理）医师数量预计 403 万人，针对医疗机构，本产品对应的市场空间约为 25.8 亿元。而对于家庭来讲，如图 3, 4 所示为 2014-2019 年全国 65 岁及以上人口和全国 65 岁及以上人口占总人口比例的增长趋势，可以看出，中国老龄化程度在逐年加深，到 2019 年，全国 65 岁及以上人口数量已达 1.76 亿人，根据测算，我们认为到 2020 年全国 65 岁及以上人口数量预计 1.93 亿，则对于家庭来讲，本产品对应市场空间约为 386 亿元。

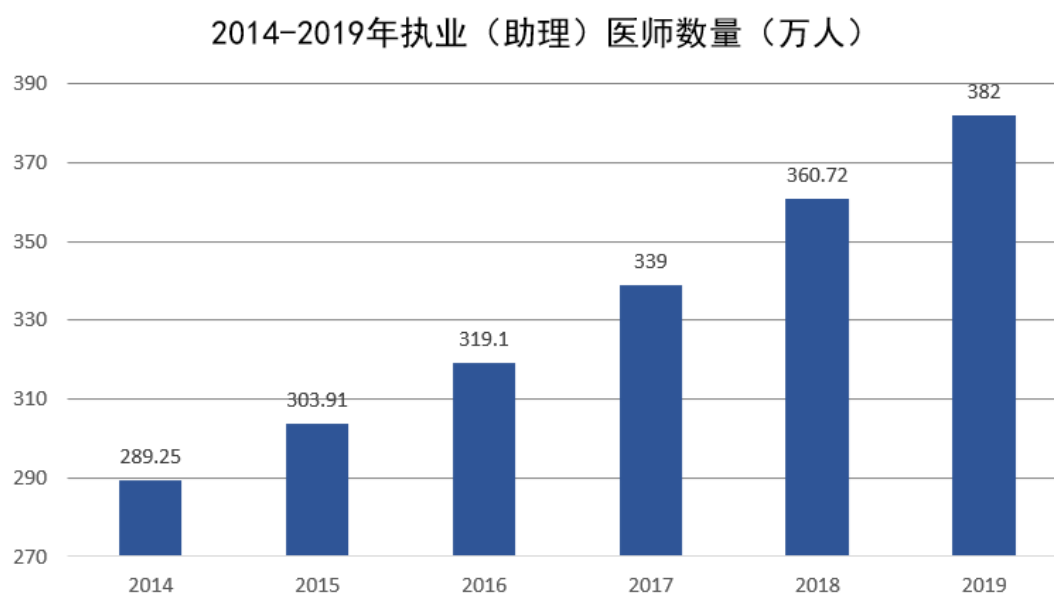


图3-2 2014-2019年全国执业（助理）医师数量统计

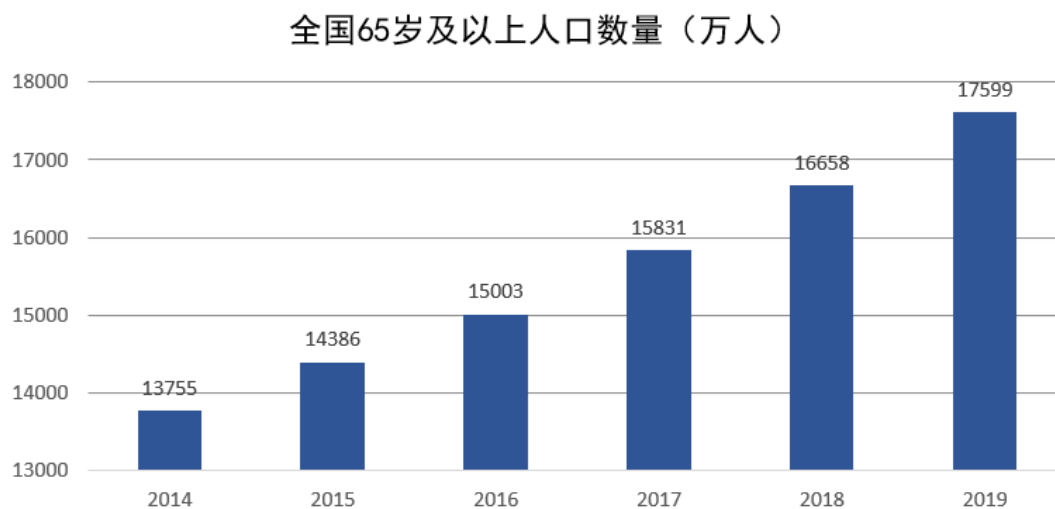


图3-3 2014-2019年全国65岁以上人口数量统计

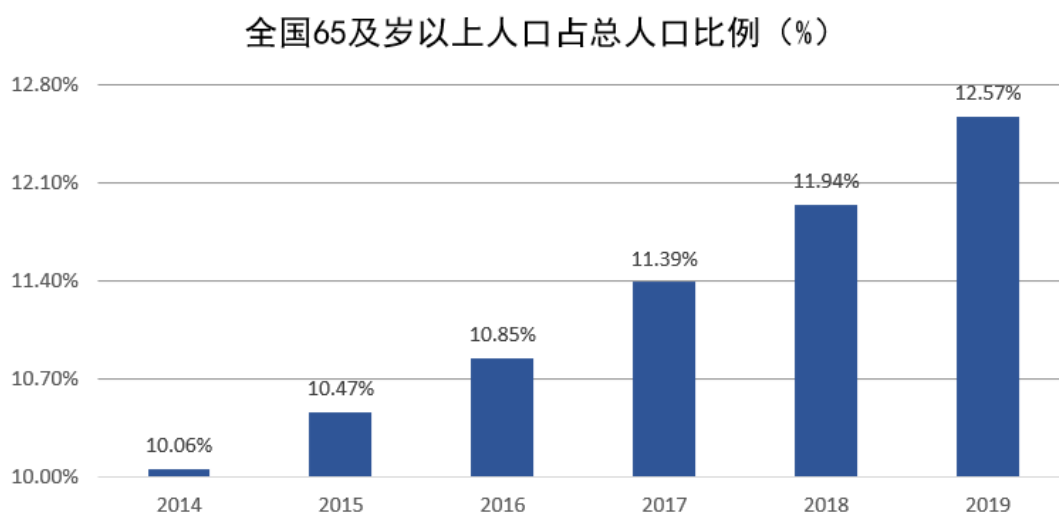


图3-4 2014-2019年全国65岁以上人口占总人口比例统计

3.4 PEST 分析

3.4.1 政治环境分析

（1）习近平总书记在 2020 年 3 月 2 日在同有关部门负责同志和专家学者就疫情防控科研攻关工作座谈时的讲话中指出：为打赢疫情防控阻击战提供强大科技支撑，习

近平总书记强调：加强药物医疗装备研发和临床就职相结合，切实提高治愈率，降低病亡率。

(2) 2020 年 3 月 4 日，中共中央政治局常务委员会召开会议强调，加快 5G 网络，数据中心等新型基础设施建设进度。

3.4.2 经济环境分析

(1) 3 月 6 日，工业和信息化部召开加快 5G 发展专题会，之后再次宣布加快 5G 网络、物联网、大数据、人工智能、智慧城市等新型基础设施建设，推动在建项目尽快投产达产。连日来，多个省份陆续发布了 2020 年重大投资项目，新型基础设施建设占据了相当比重。通过“新基建”提速疫情后经济社会发展，成为很多地方政府的选择。据初步统计，各地近期推出的“新基建”投资计划达数十万亿元之多，远超 2008 年的“四万亿”投资计划规模。

(2) 传统医疗设备，如血压计，血氧仪等逐渐智能化、便携化，且随着人们对健康问题的愈发重视，这些可以监测身体健康指标的医疗设备正逐步由医院走向家庭日常，且随着 5G 网络、物联网、大数据、人工智能等技术的发展，设备可以通过智能手机连接至云端，对设备采集到的数据信息进行分析，这些数据信息也可以是人体的健康信息，比如在近年流行的小米手环等产品，就具备心率监测和记录的功能，因此本产品作为传统听诊器的智能化版本，具有很大的市场经济空间。

3.4.3 社会环境分析

(1) 随着新冠肺炎疫情的逐渐蔓延，截至 2020 年 5 月 20 日，全球累计确诊病例已达 460 多万人，累计死亡约三十万人，新冠病毒传染性强，潜伏期长，呼吸道飞沫和密切接触传播是主要的传播途径，且新冠病毒目前呈现要与人类长期共存的态势，人们要做好打一场持久防疫战的准备，在此条件下，本产品作为可以监测肺音的智能听诊器，可发挥巨大作用。

(2) 随着中国人口老龄化程度逐渐加深以及人们对于健康问题的愈发重视，此外，

中国老人养老方式基本是居家养老，因此，可以监测身体健康指标的医疗设备正逐步由医院走向家庭日常，并且随着中国智能手机和 5G 网络的普及，将身体健康数据上传至云端，并采用深度学习算法对其进行监测和智能识别诊断或是在互联网线上问诊的方式，在未来可能会成为一种流行的医疗趋势。

3.4.4 技术环境分析

(1)国外在电子听诊器方面的研究开始较早,3M 公司最初实现了听诊器的电子化。之后，其率先实现将蓝牙技术结合听诊器与计算机连接，使用压电传感器，采集患者的心音、肺音、肠鸣音等体音，通过软件的处理与显示辅助医生诊断。国内的数字听诊器多数处于实验室阶段。目前市面上流行的电子听诊器采用的技术多通过蓝牙连接智能手机端，结合智能语音的功能使用手机 APP 语音提示完成操作，将检测数据发送给服务台使用云计算等方法进行识别判断，给出就诊建议。

(2)目前，蓝牙技术已经趋于成熟，但是对于现在的蓝牙技术来说，在兼容性上还是有所欠缺。目前的蓝牙技术在移动设备，例如手机、平板电脑和笔记本电脑等等中比较兼容，在固定设备中例如台式电脑中也有一部分的可兼容性。中国的人工智能技术起步较晚，但是发展迅速，目前在专利数量以及企业数量等指标上已经处于世界领先地位。随着人工智能技术的进一步发展和落地，深度学习、数据挖掘、自动程序设计等领域也将在更多的应用场景中得到实现，人工智能技术产业化发展前景向好。

4. 同类产品分析

4.1. 国内同类产品现状

国内对于数字听诊器的研究较晚，大多数研究涉及到电子听诊器的电路设计研究、传感器研究等多方面，且多数仍处于实验室研究阶段，市面上国产电子听诊器屈指可数。

秦皇岛康泰公司研发了一系列多功能可视电子听诊器，如图 6-1 所示。该多功能可视电子听诊器集听诊、心电采集、血氧和脉率检测于一体，通过耳机输出所听诊的声音信号，其听诊音量可调，但不具备存储回放、无线发送等功能，而且其“可视”并非指显示心肺音波形而是心电波形，同时听诊音中也夹杂了较多干扰。

成都萝卜医疗科技公司的 lobob 听诊器，如图 6-2，是一款蓝牙听诊器，其在使用过程中需要避免强磁物体干扰，以求听诊数据精确，以免误诊。

此外，上海拓萧智能科技有限公司针对肺炎、哮喘与心脏疾病而研发的 Child Care 云听智能听诊器。



图6-1 康泰CMS-VC电子听诊器



图6-2 萝卜lobob听诊器

4.2 国外同类产品现状

国外在电子听诊器方面的研究很早就开始了。2000 年，世界著名的 3M 公司推出了首款电子听诊器，实现听诊器的电子化，继而研发了一系列电子听诊器，其中以 Littmann® 3200 型蓝牙电子听诊器为代表，如图 5-2 所示。该产品延续传统声学听诊器的外观结构，与 3M 的其他听诊器形成了一个优秀的听诊器家族。电子听诊器具有存储回放、无线通信等功能，同时还加入了抗环境噪声技术(Adaptive Noise Reduction, ANR)，最大程度可将环境噪声降低 75%，大大增强了听诊有效性。与最优良的传统声学听诊器相比，声音信号可放大 24 倍。但该电子听诊器在听诊音的存储时间和存储曲目数量上却极为有限。

2012 年，澳大利亚墨尔本大学推出了“Stetho Cloud”软件，。将专用的听诊器插

入智能手机，采集患者的呼吸后，利用云计算技术，对儿童肺炎进行远程的初步诊断。

2014 年，美国的 Thinks labs Medical 公司推出了 The One 数字听诊器，如图 5-3，医生可以选中特定的声音进行听诊，还可以分享听诊记录给其他医生，方便医生之间的沟通与探讨。其外形设计突破了传统声学听诊器的外观限制，使得电子听诊器更加便携、美观、实用，但该电子听诊器功能相对单一，且不具备无线传输功能。

2015 年，Eko Device 制造的 Eko Core 听诊适配器产品上市，用于连接听诊器的听筒和听诊头，还能将声音发送到手机上。2015 年 10 月，另一款电子听诊器 Clini Cloud 上线，用于记录用户的呼吸频率和心率等生命体征。



图 6-3 3M Littmann3200 型电子听诊器



图 6-4 Thinks Lab 数字听诊器

5. 附加证明

5.1 专利申请书

		HPACN20200115	
国家知识产权局			
430074		发文日：	
湖北省武汉市武汉东湖新技术开发区关东园路 2-2 号光谷国际商会大厦 1 幢 A-617 号		2020 年 07 月 02 日	
武汉华之喻知识产权代理有限公司 廖盈春(13163229970),曹葆青(13297997601)			
			
申请号或专利号：202010626624.X		发文序号：2020070202026010	
专 利 申 请 受 理 通 知 书			
根据专利法第 28 条及其实施细则第 38 条、第 39 条的规定，申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下：			
申请号：202010626624.X			
申请日：2020 年 07 月 02 日			
申请人：华中科技大学			
发明创造名称：一种无线听诊器			
经核实，国家知识产权局确认收到文件如下：			
说明书摘要 每份页数:1 页 文件份数:1 份			
说明书附图 每份页数:2 页 文件份数:1 份			
发明专利请求书 每份页数:5 页 文件份数:1 份			
说明书 每份页数:11 页 文件份数:1 份			
实质审查请求书 每份页数:1 页 文件份数:1 份			
权利要求书 每份页数:2 页 文件份数:1 份 权利要求项数： 10 项			
专利代理委托书 每份页数:2 页 文件份数:1 份			
提示：			
1. 申请人收到专利申请受理通知书之后，认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时，可以向国家知识产权局请求更正。			
2. 申请人收到专利申请受理通知书之后，再向国家知识产权局办理各种手续时，均应当准确、清晰地写明申请号。			
3. 国家知识产权局收到向外国申请专利保密审查请求书后，依据专利法实施细则第 9 条予以审查。			
审 查 员：自动受理		审查部门：专利局初审及流程管理部	
200101 2019. 11		纸件申请，回函请寄：100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 国家知识产权局受理处收 电子申请，应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外，以纸件等其他形式提交的文件视为未提交。	

5.2 获证证明 1



5.3 获奖证明 2

