

基于生物电技术及可穿戴设备的疫期健康检测助手

姓名：刘轩铭 专业：软件工程 学号：3180106071 小组作业成员：蔡灿宇 刘袁煜杨

摘要

本产品是基于小组作业中设计的疫期健康检测助手进行改良的服务系统。其主要功能为通过生物电技术和其他传统可穿戴设备获得用户动态的体温，脉搏等健康数据，通过云计算平台利用相关算法得到用户的健康指数，用来反映用户在特定时期的健康程度。

由于 21 世纪可穿戴设备技术蓬勃发展，我们考虑将这项技术利用到健康服务技术中来。为了区别于已有的可穿戴设备，提升用户的使用方便性，也让用户更好地接受本产品，我们采用基于生物电技术的定制手机壳，作为数据输入的接口之一。结合已有的其他可穿戴设备技术，全面的获取用户的健康数据。

本产品服务主要包括：基于用户健康数据反馈用户的健康程度；根据计算得到的健康指数定制地反馈给用户健康指南，包括饮食生活等方面的建议，及相关问诊手段；在企业层面，提供企业或群体内部人员地健康监控和打卡系统，帮助企业 and 社区掌握成员的健康动态。

除了传统的云计算技术和可穿戴设备技术，本产品主要使用了生物电技术。产品主要通过生物电原理收集使用用户的身体信息，运用电阻抗成像技术，通过特定的算法和模型进行分析，对用户健康做出准确的反馈，此项技术已被市场的 e 坐堂，医管家证实可行性。我们将这一技术使用在手机壳上，方便，易于接受，有利于用户的使用。

本产品的主要盈利模式为：出售特制的手机壳；出售云计算平台；出售健康评估算法。通过以上三种途径的交易进行盈利。我们将保障数据的安全性，保证数据不外流或用于其他途径。

我们定制了详细的发展计划，分为三个阶段，目标将技术扩展至广义可穿戴设备领域，在其他可穿戴设备产品上安放芯片，做出一个生态链。将大量整理收集后台收到的数据，通过大数据分析研究与国民健康的相关问题并且以此为依据研究推出国民市场需要的健康产品。

目录

基于生物电技术及可穿戴设备的疫期健康检测助手	1
摘要	1
一、背景简介	3
1.1 现代信息技术迎来发展黄金期，大数据进入应用时代	3
1.2 我国国民亚健康现状有待改善	3
1.3 可穿戴设备市场前景广阔	4
二、产品简介	4
2.1 产品与服务	4
2.2 产品特点	5
三、技术支持	6
四、市场分析	8
4.1 保健品领域	8
4.2 可穿戴设备	10
4.3 产品优势	11
五、发展规划	13
六、开发体验	14

一、背景简介

1.1 现代信息技术迎来发展黄金期，大数据进入应用时代

当今中国，以数字化、网络化、智能化为特征的信息化发展方兴未艾。《“十三五”国家信息化规划》指出“十三五”时期是信息化引领全面创新、构筑国家竞争新优势的重要战略机遇期；是信息化与经济社会深度融合、促进新旧动能充分释放的协同迸发期。

2016 年，我国在“十三五”国民经济和社会发展规划纲要中明确提出实施国家大数据战略，把大数据作为基础性战略资源，全面实施促进大数据发展行动。

2017 年 1 月，工业和信息化部编制的《大数据产业发展规划（2016-2020 年）》提出了促进大数据产业发展的主要任务、重大工程和保障措施。同时，各部委出台了相应的配套政策，大数据发展的政策环境逐步完善。

2017 年 8 月，在工信部的指导和支持下，中国大数据产业生态联盟在“2017 中国大数据产业生态大会”上发布《2017 中国大数据产业发展白皮书》。数据显示，大数据产业增长迅速且产业规模持续放大。其中，融合应用层作为大数据产业未来发展的着力点，预计 2107 年规模可达 16998 亿元，增长率为 30.7%。

1.2 我国国民亚健康现状有待改善

世界卫生组织根据近半个世纪的研究成果，将“健康”定义为“不但是身体没有疾病或虚弱，还要有完整的生理、心理状态和社会适应能力”。据专家介绍，中国符合世界卫生组织关于健康定义的人群只占总人口数的 15%，与此同时，有 15%的人处在疾病状态中，剩下 70%的人处在“亚健康”状态。

党的十九大明确指出实施健康中国战略，为人民群众提供全方位全周期健康服务。国家强烈呼吁全社会增强责任感、使命感，全力推进健康中国建设。2016 年 10 月 25 日中共中央、国务院印发《“健康中国 2030”规划纲要》。此外，《健康中国建设规划（2016—2020 年）》也不同于以往的卫生计生事业发展五年规划，而是上升至国家战略规划的高度，其站位更高、领域更宽，从大健康、大卫生、大医学的高度出发，突出强调以人的健康为中心，实施“健康中国”战略并融入经济社会发展政策之中，通过综合性的政策举措，实现健康发展目标。

据专家估算，“十三五”期间，围绕大健康、大卫生和大医学的医疗健康产业有望突破

十万亿市场规模。《“健康中国 2030”规划纲要》预计，2030 年健康服务业总规模将要达到 16 万亿元，发展空间巨大。政府鼓励社会力量兴办健康服务业，推进非营利性民营医院和公立医院同等待遇，将有助于加强医疗服务业发展，实现包括医养结合、健康保险等在内的全生命周期的医疗健康服务。

1.3 可穿戴设备市场前景广阔

IDC《中国可穿戴设备市场季度跟踪报告，2017 年第三季度》显示，2017 年第三季度中国可穿戴设备市场出货量为 1288 万台，同比增长 18.7%。基础可穿戴设备(不支持第三方应用的可穿戴设备)同比增长 6.7%;而智能可穿戴设备同比增长达到 264.8%。

可穿戴设备主要用于医疗健康的监测比较多，但是因为检测的准确度不够，很多关键身体数据很难检测，比如汗液的成分等等。但这两年来表皮电子有了新的突破，国际知名的柔性电子学专家约翰·罗杰斯（John Rogers）在 2016 年在 Science 的子刊上连续发了两篇论文，介绍两种最新的表皮电子，有望推动医疗健康设备的快速发展。

同时，随着近年来智能手机行业市场日渐饱和的发展趋势，各大厂商开始将目光投向可穿戴设备行业，不少企业也都跨界“玩儿”起了智能穿戴，包括近年来在智能手机市场风生水起的小米、进入世界 500 强的通信企业华为、全球著名的体育运动品牌耐克等加入到了可穿戴行业的这场争夺战当中，据英国市场研究机构 CCS Insight 的最新全球数据报告也显示，2014 年全球可穿戴设备出货量将爆发性增长 129%，未来五年内，总销量累计将达到 3.7 亿台。在未来，人人拥有可穿戴设备，人人参与可穿戴设备社会治理，人人享受可穿戴设备带来的便利，将不是梦想。

二、产品简介

2.1 产品与服务：

本产品是服务于疫期的人体健康实时监测系统。该系统由外部可穿戴设备、手机壳、微信小程序和云计算平台四大部分构成。我们通过外部可穿戴设备，获取用户身体，感情等方面的信息，如血流速度，脉搏等；手机壳外形与正常手机壳无异，但其上镶嵌集成了各类传感器和各种电极。在用户手持手机时，手机外壳的传感器采用生物电阻抗测量技术，接触手

部的电极系统收集用户体内的电阻抗及其变化信息,然后通过手机壳中内置的信号传输器将数据通过蓝牙传送到小程序。小程序将用户的生物电信息传送到云计算平台,云计算平台对脉象、神经、肌肉、脏腑、骨骼等身体多个部位生物电的数据进行数据解析,针对用户身体各个部位生成检测报告和一份身体健康综合分析报告,将其传回客户端,用户通过小程序查看自身的健康状况,并根据小程序建议调整生活习惯,减小亚健康风险。

我们的产品面向的对象不仅仅是个人用户,也会给各企业提供服务,我们可以帮助企业建立一套员工身体健康动态监测系统,实时了解员工的健康情况,做好医疗保障工作。每个员工手机壳所获取的数据将传输到管理平台,在形成被测者个人档案及其基础检测报告的同时,管理平台也将对公司员工的整体健康状况进行分析。因此,企业可以通过管理平台对员工健康数据进行可视化、数据化的收集、处理与管理。

此外,产品支持员工和成员每日进行打卡,登记本人该日的体温和健康分数等数据。管理员通过管理员账号可以查看成员当日的健康状况,并进行打卡的催促等行为。通过本产品,个人,企业都可以有效地掌握自己和组织的健康状况。

2.2 产品特点

唯一性: 由于个体差异,每个人的生物电数据都是唯一,云计算平台会记录每一位用户的所有时段的数据,定期分析用户情况并科学指导治疗。

预防性: 算法系统通过生物电数据和可穿戴设备的健康数据,能够通过对身体各部位健康情况进行检测,科学的分析出身体健康状况,并将之存储在云服务器,云计算平台会通过客户端实时对用户发出疾病预防信息。

安全性: 我们的产品对用户的信息进行保密,绝不用于其他商业用途,云服务器也将采用最先进的安全系统,最大限度避免信息泄露。

实时性: 手机壳数据收集器和手环等可穿戴设备可以实时收集数据,具有其他健康监测设备不可比拟的优势。

便携性: 手机壳与其他可穿戴设备相比,融入用户已有产品之中,不需增加用户负担,更加易被用户接受。

三、技术支持：

产品主要通过生物电原理收集使用用户的身体信息，运用电阻抗成像技术，通过特定的算法和模型进行分析，对用户健康做出准确的反馈，此项技术已被市场的 e 坐堂，医管家证实可行性。

手机壳的传感器集成和收集信息是需要进行技术突破的重点和难点，e 坐堂、医管家的手脉仪仍是比较大的形状，故我们需要在手机壳上做芯片集成上进行探索。手机壳的材质会影响导电性和安全性，我们在此方面也会进行考虑。

算法可以建立在美国国立卫生研究院百年大数据精准检测模型的基础之上，并针对国人体质、结合生物电及生物电阻抗理论知识对算法进行优化。优化后的算法将能够更加准确的反映国人的身体各部位的状况，进而深入分析用户的健康情况，做出最准确的诊断。

(1) 研发思路

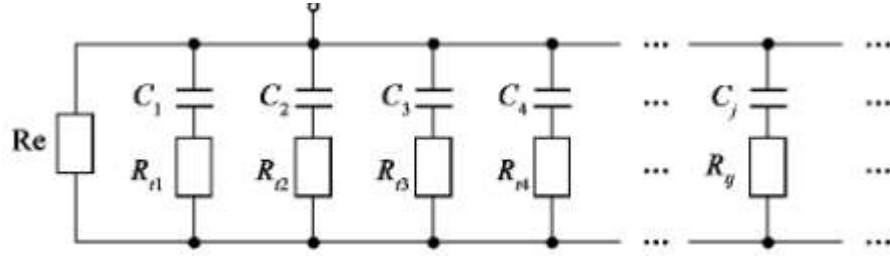
基于生物电阻抗分析的人体健康精准检测分析模型

(2) 研发内容

3.1 生物电阻抗信息收集：在用户使用手机时，手机壳表面的金属电极向用户手指送入一微小的交流测量电流或电压，检测相应的电阻抗及其变化，收集人体经络的数据。阴阳红外线电极通过红外监测人体脉象信号，通过两手间阻抗检测脏腑、肌肉及神经信号。

3.2 高性能处理芯片：手机壳内的微处理器内置 A/D 转换单元、D/A 转换单元、通信接口和 CPU，CPU 的控制信号输出端和微型气动设备的输入端之间通过 D/A 转换单元连接，CPU 的信号输入端和压力传感器的输出端之间通过 A/D 转换单元连接，CPU 和智能手持设备之间通过通信接口和网络进行数据通讯。

3.3 人体手部柱型模型与仿真分析：由于不同生物组织吸收的电磁功率不一样，故先通过实验测量手部各组织吸收的电磁功率。每个细胞可以由相应的电容与电阻并联的等效电路加以描述。其中电容用来模拟细胞内的体液，而电阻则用来模拟细胞外的体液大小。对生物体组织的电性质研究表明，每个组织均具有它独特的介电常数和不同的表现，称为离散性。细胞组织的电性质，可以用多时间常数的电路来等效，如下图所示。其中， R_e 是低频情况下测得的电阻，代表细胞外液体的等效电阻。 C_j 和 R_{ij} 是组成不同组织的膜电容和内细胞电阻。



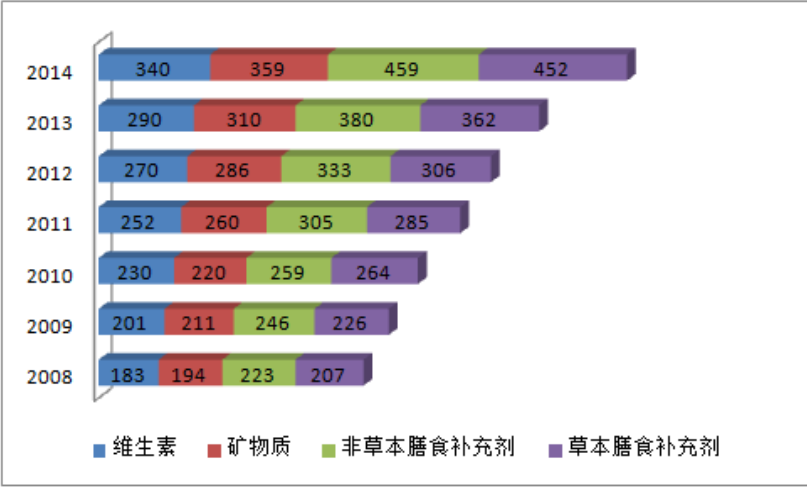
3.4 生物电数据处理：算法系统先对各个信号进行零相位数字滤波、自动平移窗口自适应阈值脉象分割、自相关对齐提取信号的平均波形等预处理，之后在时域中改进原有特征提取算法，在信号速率图中利用自动平移直线寻找近似的过零点来寻找不明显的脉象特征点，通过脉象特征变异性分析和互相关分析对脉象特征进行筛选，算法还利用已提取的特征对各类信号特征和常用分类算法的分类性能进行了研究。最后结合 Visual StudioC#. NET 和 Measurement Studio 建立了一个信号分析系统，实现了预处理、提取生物电信号特征及生成特征报表等功能。预处理方法使信号具有很好的保真性，能很好的分割各生物电信号的每一个周期。改进的特征提取算法很好的解决了时域特征不明显导致不易提取的问题。实验证明，用此算法提取的特征能很好地被用于正常人和亚健康患者的分类，并且时域特征的分类效果要好于频域特征，二次判别式分析的分类效果要好于线性分析和 K-Means 聚类等常用分类算法，实验中分类正确率最高可达到 80%。

3.5 MFA 算法的实验分析：分析人体健康情况时，需要将收集到的各项数据进行合并，单纯的考虑权值会造成一个显而易见的问题，那就是各项数据中的所有节点会按照边权值的大小一次合并到同一个数据中，这个结果显然不是我们所需要的。为解决这个问题，我们采用 Newman 快速算法的标准，以合并后 ΔQ 是否大于 0 来决定合并与否。

整个算法包括三个部分：初始化、查找、合并。其中查找的时间复杂度为 $[O(m)]$ ，每次合并以后，更新相应的元素 $[e_{ij}]$, $[e_{ki}]$, $[e_{kj}]$ ($k \neq i, j$), $[a_i]$, $[a_j]$ ，该步的时间复杂度为 $[O(n)]$ 。因此，一次查找和合并的总时间复杂度为 $[O(m+n)]$ 。对于一个 n 个顶点的网络来说，共需要进行 $n-2$ 次合并，因此算法总的时间复杂度为 $[O((m+n)n)]$ 。对于稀疏网络，时间复杂度为 $[O(n^2)]$ 。

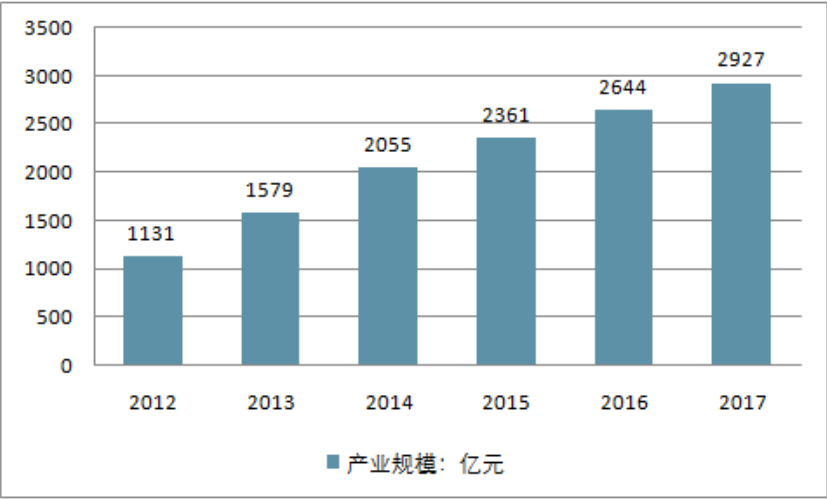
四、市场分析：

4.1 保健品领域



来源：中国产业信息研究协会

图表 4.1 2008-2014 年中国保健品市场整体规模（单位：亿元）



来源：中国产业信息研究协会

图表 4.2 2012-2017 年中国保健品产业规模及预测



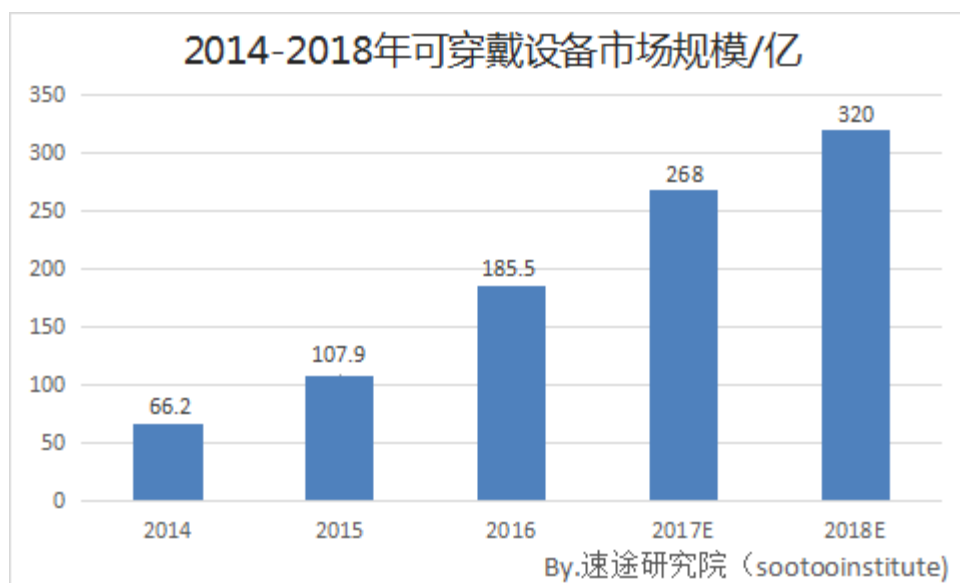
来源：中国产业信息研究协会

图表 4.3 中国保健品行业产值预测

近年来，在大健康时代的背景下，保健品产业也得到了飞速的发展。2012 年我国保健品行业的规模仅有 1131 亿元，去年保健品行业规模达到了 2644 亿元。近几年来，中国保健品行业得到了良好的发展，预计 2017 年保健品规模将达到 2927 亿元，几乎是 2012 年的三倍。

近几年来内地居民在保健类的消费支出正以 15%~30% 的速度增长。这充分说明保健品市场可能比中药市场还要大，而最主要的因素是对健康的需求——随着社会经济的发展，人们的生活方式在不断发生改变，治病从预防入手，所以对营养保健品的需求越来越大，有需求就有市场，健康保健产品行业潜力巨大。而我们的产品在保健市场具有极大的优势，因而十分容易进军保健市场。

4.2 可穿戴设备：



来源：速途研究院

图表 4.4 2014-2018 年可穿戴设备市场规模



来源：前瞻产业研究院

图表 4.5 全球可穿戴设备出货量预测

根据 Gartner 的数据，2016 年全球可穿戴设备出货量 26588 万台（包含蓝牙耳机），预计 2017 年全球可穿戴设备出货量增幅将达到 16.7%，总销量将达到 31037 万台，全球总营收为 305 亿美元，其中有 93 亿美元来自于以苹果 AppleWatch 和三星 Gear 为代表的智能手

表类产品。

预计到 2021 年，全球将卖出 5.05 亿台可穿戴设备，其中智能手表销售量将接近 8100 万支，占整体可穿戴设备销售量的 16%；2021 年全球可穿戴设备销售将创造 550 亿美元营收，其中智能手表营收将高达 174 亿美元，是所有可穿戴设备当中最具潜力的类别之一。

4.2.1 健康健身可穿戴式产品将继续流行

目前各类健身手环、腕带等产品，具有运动追踪器、睡眠检测、心率监测及计步器等功能，可以说是最受健身爱好者欢迎的可穿戴设备，而这种现象也将持续下去。首先，是因为现代人逐渐注重身体健康状况，通过此类产品可以方便地监控每天的运动量和睡眠状态，另外一个原因是因为它们功能简单、易于使用。随着新型传感器的出现，还有望出现更先进的设备，比如无创类的血糖监测设备等。根据 Gartner 数据显示，个人健康健身的应用程序和服务到 2016 年可能高达 50 亿美元。可以预见，未来可穿戴设备将与健康医疗进行更为广泛的结合，健康健身可穿戴式产品将是长期发展的一个主流趋势。

4.2.2 可穿戴产品将推动移动互联网、云计算、大数据等信息技术迅猛发展

可穿戴智能设备要求随时随地接入互联网，将数据发送到云端，进行大数据分析，再将数据指令返回到可穿戴设备，操纵设备进行人机互动，因而，可穿戴设备产业的发展对移动互联网、云计算、大数据产业具有很强的拉动作用。未来，继浏览器、智能终端、移动应用商店之后，可穿戴设备将成为接入移动互联网的主要入口，在移动互联网领域占据至关重要的地位，彻底改变人的生活方式。

4.3 产品优势

我们产品最根本的原因是人性化的设计，这是我们的创新之处，也是最能够吸引用户的地方。手机上大多都有手机壳，用户不觉得这是一个负担，而我们把手机壳打成一个可以监测人体健康的系统，在不影响用户使用手机的使用体验下，用户可以实时了解自己的健康情况。同时，手环等可穿戴设备正日渐成熟，一步步走入我们的日常生活中，可以想象，在不久的将来，这类可穿戴设备可以为大众所拥有与接受。这些创新我们认为比其他健康监测设备或可穿戴设备有更广阔的市场。

（一）健康监测优势

关于亚健康的产品，市场上已有多家机构在做，比如医管家多功能辨证仪，e 坐堂智能健康监测系统。他们已经可以比较有效的监测人体的健康情况，对于日常生活中进行身体健康检查有一定的作用和效果，而且这些产品已经投入市场，并且获得较为理想的反馈。但是这些产品仍然存在一些问题，比如必须需要连接设备才能进行检查，无法进行实时监控。

相比其他竞争者，我们的人体健康实时监测系统拥有无可比拟的竞争力：一方面，它具有绝对的技术优势和功能性优势；另一方面，它将打破现有的医疗可穿戴设备局面，并且方便易用，能更全面快速地下沉到市场。所以，技术和成本的双重优势使得我们的产品在当前和未来即将进入的大健康领域将有很强的竞争力和很庞大的市场。

（二）可穿戴优势

市场的 Apple Watch、Fitbit 系列产品 以及 小米手环、Bong 智能手环 等大部分主打「运动」功能的国内外知名可穿戴设备。这些可穿戴设备也存在较大的问题，以小米手环、Bong 手环等可穿戴设备的功能为例，已经可以实现以下功能：

- 计步：就是很多人每天在微信里「攀比」的那个
- 监测心率
- 运动监测：包括跑步、游泳、骑车等各种运动项目的识别
- 睡眠监测：了解你的睡眠情况，分析你的睡眠质量

毫无疑问，用户愿意购买可穿戴设备，很大原因是为了它的运动监测与分析功能。不过，目前的可穿戴设备仅仅是做到了监测这一项，至于用户拿到运动数据之后能做什么，怎么做，可穿戴设备并不能很好地引导用户。用户购买可穿戴设备是希望通过运动监测与分析改善自己的生活习惯与健康状况，如果监测与分析仅仅是将数据记录下来再用漂亮的图表展示给用户的话，这项功能目前还没发挥它的真正用处。目前的可穿戴设备定位仍然非常尴尬。除了解锁手机、闹钟这类可有可无的功能以外，各类可穿戴设备厂商主打的运动追踪功能也仅仅是做到了追踪这一步，至于数据分析，大家的做法无非是将数据做成美观的图表展示给用户，而有了这些数据、图表能干什么，用户还得自己去思考、去发掘。对于运动追踪而言，消费者也有更为专业与数据更为准确的 Garmin 等消费级专业运动追踪监测可穿戴设备可以选择。即使是要追踪运动数据，用户往往还得通过智能手表或智能手机上的配套软件，选择好

具体的运动项目之后点击开始，相应的设备才能正确识别运动项目并进行追踪，智能根本无从谈起。

而我们的人体健康实时监测设备定位清晰，使用简单，用户友好。我们不仅综合了传统的可穿戴设备使用方法，更有手机壳可以实时收集用户的健康数据，云计算平台借助强大的分析能力，对用户身体数据进行分析，反馈给用户，拥有一般的可穿戴设备所难以达到效果。

五、发展规划：

健康监测系统作为新一代健康服务与管理的领跑者，将致力于为用户提供优质服务，实现用户健康数据的有效收集与综合管理，促进可穿戴设备领域的一场新的革命。同时将以提供最顶尖的健康监测、咨询、治疗服务并利用大数据研发国民的健康产品为目标。通过技术的不断改进和市场的不断占有，逐步走向产业多元化、精确化、尖端化经营，最大程度实现企业效益，增强企业的竞争力。

我相信将来该设备将会为国民健康做出巨大的贡献。通过我们简单易携带的手机壳，后端的平台，以及我们对数据的收集和处理，我们最终会用大数据研发出国民受益的健康产品。民众们都会因为我们的健康产品而过上更好的生活，这不仅仅是我们此次服务科学的创新之处，更是作为浙大学子的责任和担当。

我们认为此产品还有进一步的创新空间。如果此产品的市场需求与预期相符，我们可以与手机厂商合作，把传感器直接镶嵌在手机后壳上，就像摄像头一样成为手机的一部分。而且我们认为这样的效果将会更加理想，手机后壳上的传感器可以直接与手机内部的组件进行数据通信，也将解决手机外壳上的传感器的供电等问题。

考虑到现实情况，如果我们想把此项目落到实地，发展战略规划主要分为三个阶段进行，不同的阶段会相应调整不同的定位。

• 初期阶段：1——2 年

初期阶段我们将注重对产品技术和用户体验方面的提高，在研发阶段手机外壳的外型和厚度以及材质可能没办法考虑到不同用户所处的各种复杂环境，在初期阶段我们主要进行产品的改进，将产品效果做到最好。

• 中期阶段：创业 2——4 年

在发展的中期阶段，我们会将用户群体定位到各大企业公司，会主要着力于扩大做深产品在劳动密集型企业销售，提升企业在该领域的市场份额。帮助企业更好的监测员工的健康动态。

同时我们会不断改进相关技术，提高产品技术含量和身体各项指标的测量准确度。在中期阶段，我们会着手开始收集、整理通过手机壳上传到后台的数据，为之后通过大数据研究国民健康问题、研发健康产品等做准备。我们也将与手机厂商进行合作，为手机做定制化的手机外壳，同时我们考虑将传感器直接集成在手机后盖上，手机后盖与手机内部 CPU 直接通信，大大提高产品与手机的契合度。

• 发展阶段：4 年以上

在发展阶段，企业已经在健康领域占有很大的市场份额，而我们也通过前端仪器收集了一定的数据，此时我们会进一步完善成熟技术，提供更精确的仪器、平台和服务，向医疗器械靠近，在提供健康咨询的基础上，致力于提供健康诊断和疾病治疗方向。同时我们将扩展可穿戴设备领域，在其他可穿戴设备产品上安放芯片，做出一个生态链。最后我们会大量整理收集后台收到的数据，通过大数据分析研究与国民健康的相关问题并且以此为依据研究推出国民市场需要的健康产品。

六、开发体验：

我们小组的小组作业是基于可穿戴设备的疫情健康助手。而在进行小组作业的同时，我想到，是否能够通过改良我们的产品，比如借用手机壳搭建起一个人体健康实时监测系统，来更好的方便用户接受我们的产品，并提高产品的效率呢。于是我思考，为什么不能把健康监测系统普及到大众呢，而且如今可穿戴设备繁多，但是在健康方面仍有很大欠缺，我便考虑把健康监测系统可以移植到可穿戴设备上，使用生物电技术进行这一方面的改良。考虑到普通人使用最多的产品就是手机，我决定设计一款基于生物电与手机壳交互的人体健康实时监测系统。

在这一过程中我了解了不少生物电方面的前沿科技技术，同时也对于新颖的服务模式和服务技术有了更深的了解。最终，我们基于原有的疫情健康助手，改装设计了本产品。总的

来说，我认为这样一次锻炼是很有意义且收获颇丰的。

