

开题报告

题目：物联网结构的心电图系统及其图像智能去噪新方法

指导老师：李仁发 教授

一、选题背景

1、怎么样理解物联网

从定义上理解：顾名思义，物联网就是物物相连的互联网。这有两层意思：其一，物联网的核心和基础仍然是互联网，是在互联网基础上的延伸和扩展的网络；其二，其用户端延伸和扩展到了任何物品与物品之间，进行信息交换和通信。-----百度百科

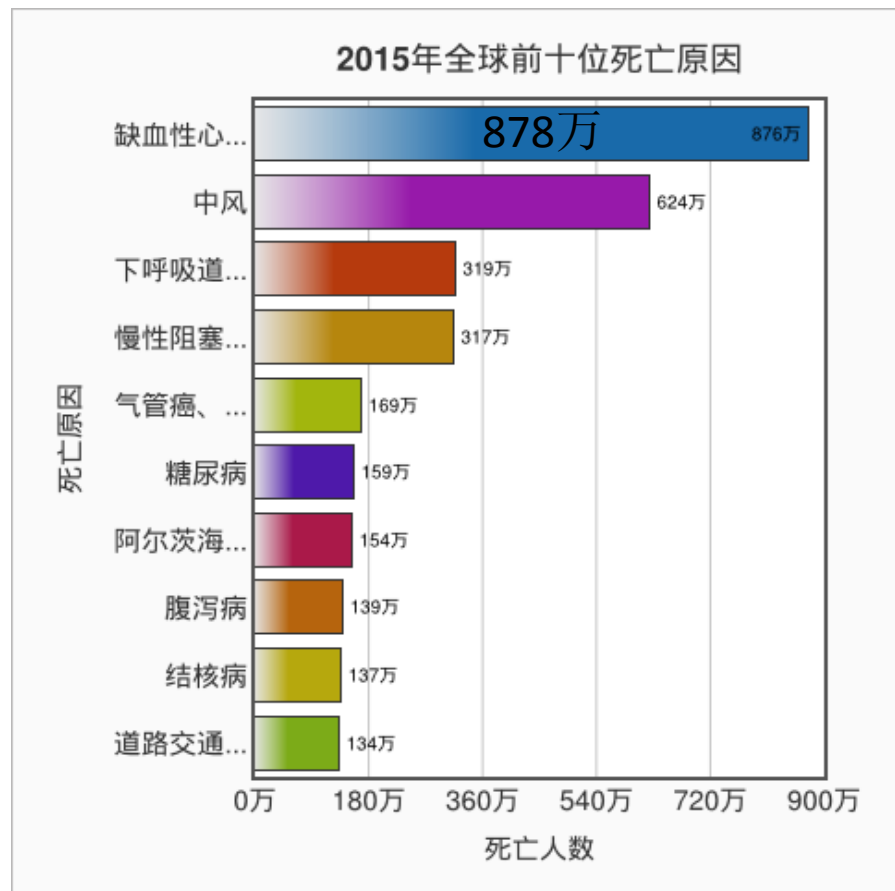
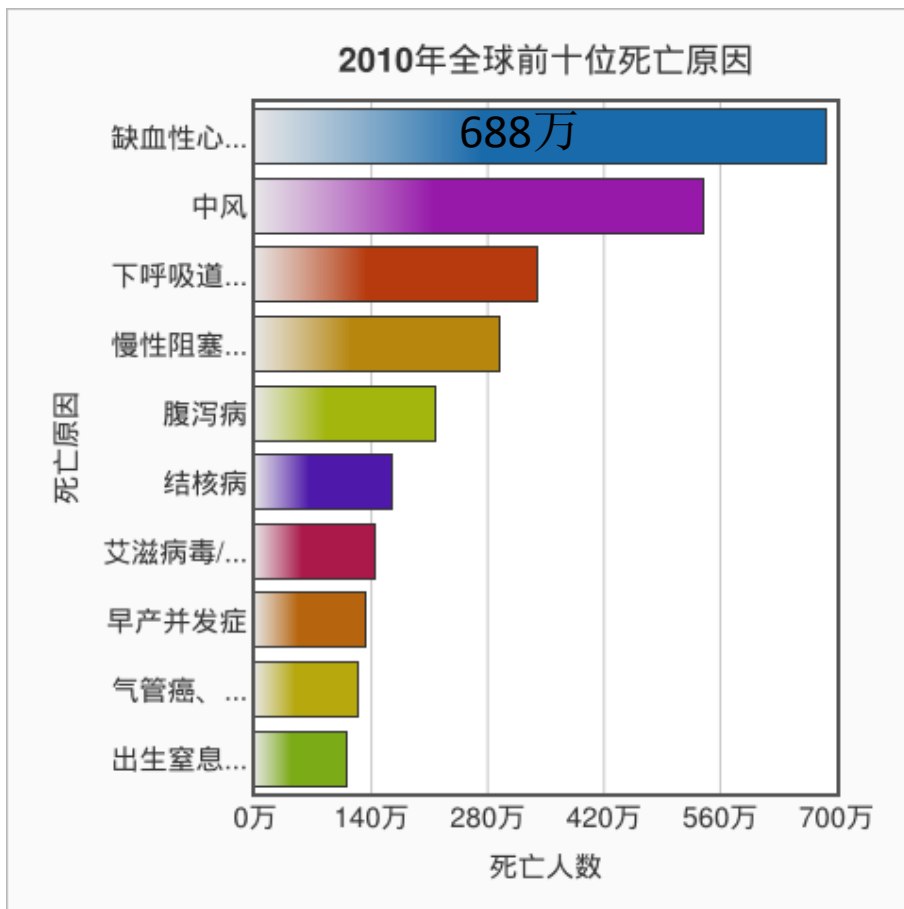
从应用上理解：物联网将现实世界数字化，应用范围十分广泛，主要包括以下方面：运输和物流领域、健康医疗领域范围、智能环境（家庭、办公、工厂）领域、个人和社会领域等。-----维基百科

健康医疗领域范围内，聚焦于心脏病来谈谈为什么健康医疗领域需要实现物联网以及如何实现这一特定领域的物联网。

一、选题背景

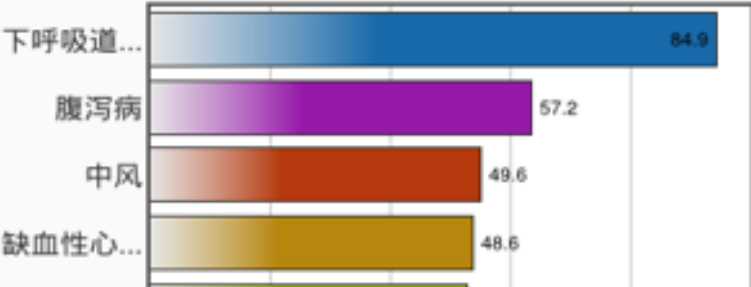
2、心脏病的监控为什么需要实现物联网

从数据层面来看，心脏病的监控需要实现物联网。

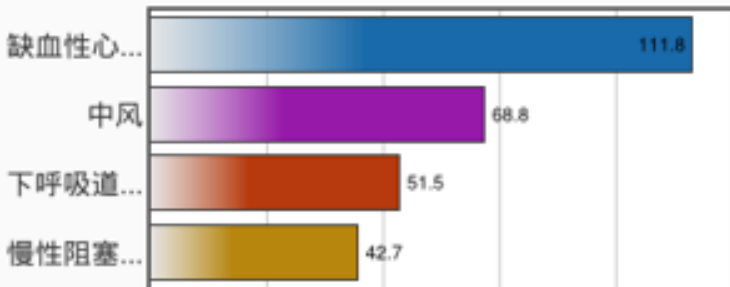


续

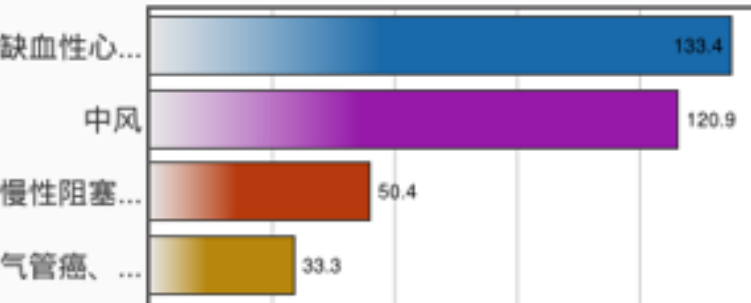
2015年低收入国家前十位死亡原因



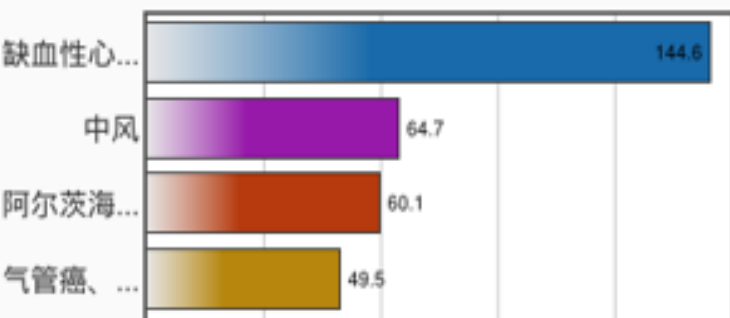
2015年中低收入国家前十位死亡原因



2015年中高收入国家前十位死亡原因



2015年高收入国家前十位死亡原因



低等收入国家	48.6万（4）
中低等收入国家	111.8万（1）
中高等收入国家	133.4万（1）
高等收入国家	144.6万（1）

一、选题背景

2、心脏病的监控为什么需要实现物联网

从心脏病的特性来看，心脏病的监控需要实现物联网。

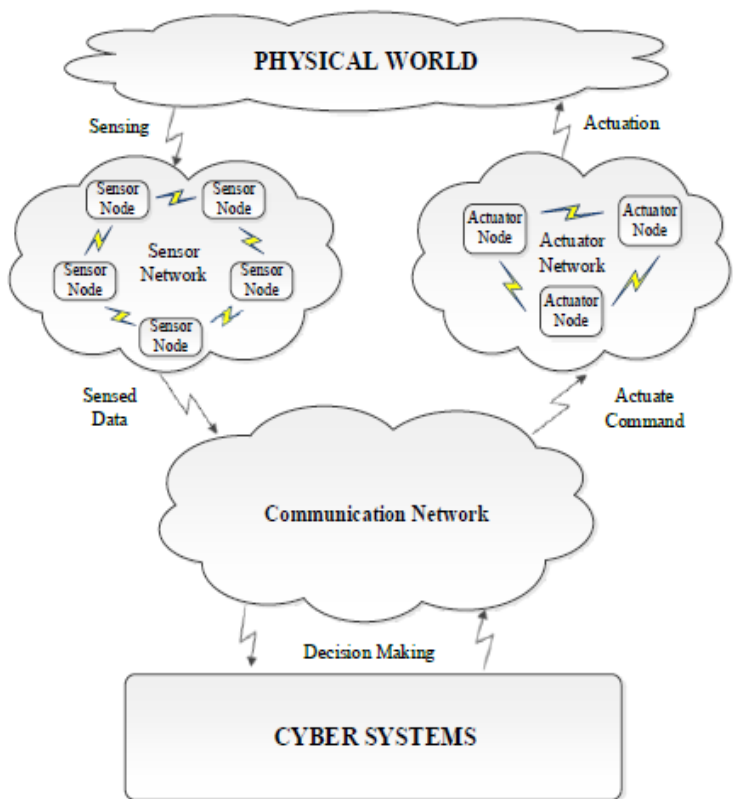
心血管疾病是一种慢性疾病，具有危险性高，病情隐蔽，突发性强的特性，传统监控手段第一种是病人感觉身体不适再到医院挂号就诊，第二种是留院观察。

在第一种方式下，患者的生命安全得不到保证，患者可能得不到及时的治疗或者异常的心电信号未被捕捉到。

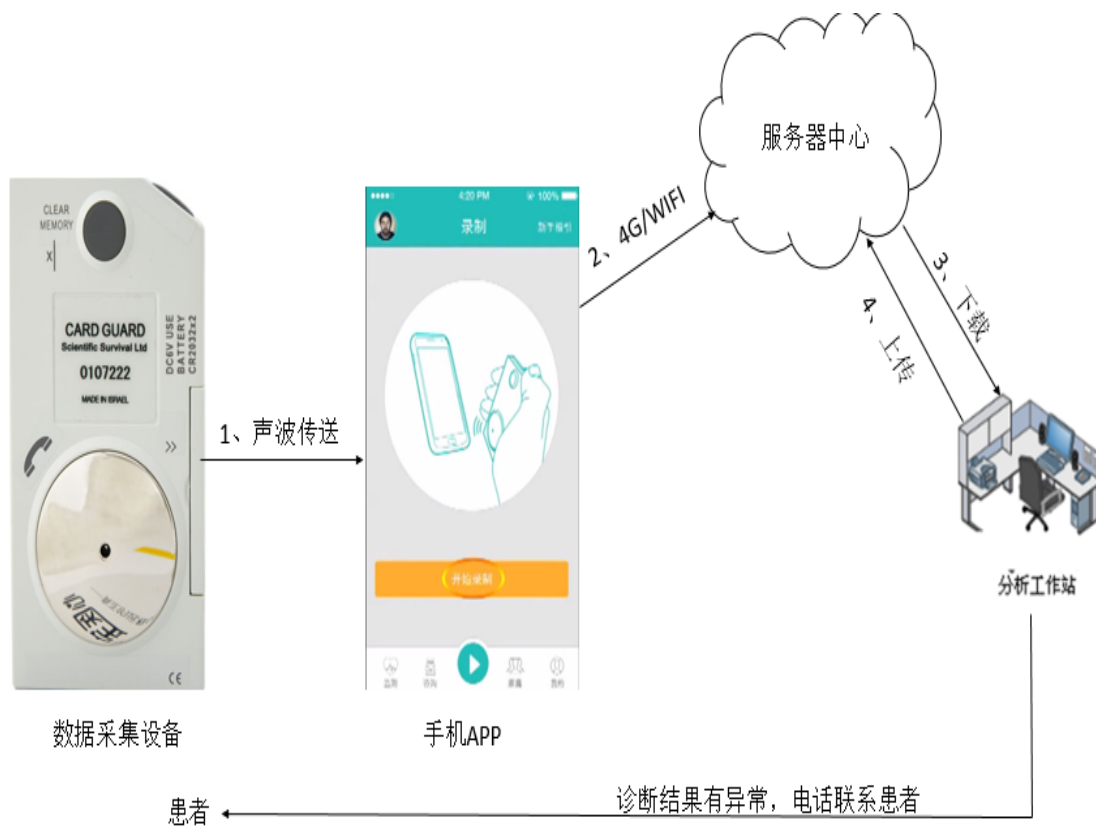
在第二种方式下，会增加额外的医疗支出以及有限的医疗设备得不到充分地使用。其次是患者的生活质量将会受到长期住院观察的严重影响，这会导致很多老人不愿意住院观察从而错过最佳治疗时间产生严重后果，伴随着世界人口的老龄化程度的加深，这一矛盾将会越来越尖锐。

一、选题背景

3、物联网结构的心电图系统



CPS: 感知→计算→控制



物联网结构的心电图系统: 感知→计算→控制

一、选题背景

4、系统中的瓶颈

在实际考察这套系统中采集到的心电信号，发现采集到的心电信号同静态心电图相比存在很大的噪声。

产生较大噪声的一个主要原因是由心电信号采集方式决定的（假定患者是在安静环境下自主采集的心电信号），在这套系统中使用的是手握传感器来采集心电信号，而使用这种方式采集信号的时候手与设备存在摩擦会对心电信号产生较大的干扰，由于心电图信号本身比较微弱，其中一些特征点很容易被噪音淹没。

由于噪声的存在，心电信号的自动分析结果和专家医师的判断结果存在较大出入，因此，如何从带噪信号中恢复出心电信号的特征波形成为了本系统的瓶颈。

二、研究问题

1、研究的重点和难点

基于便携式身体传感器、智能手机以及云服务中心的这种智慧医疗模式的系统架构

心电信号数据的采集和传输方式

基于循环神经网络的降噪方法

训练数据的产生

将主要应用于文本处理的循环神经网络应用到信号处理中

评价指标

二、研究问题

2、研究的工作量

查阅相关资料，了解目前远程医疗的研究现状和发展趋势。

查阅相关资料，了解目前身体传感器和云计算等技术在远程医疗上的应用状况。

查阅相关资料，了解目前在远程医疗系统中使用较多的移动心电信号获取设备。

查阅相关资料，了解循环神经网络在连续数据（自然语言处理、机器翻译等）处理上的应用。

查阅相关资料，熟悉目前关于心电信号降噪的主要方法以及趋势。

熟悉目前使用较多的深度学习框架，如TensorFlow、Theano、Keras等，并掌握至少一种框架的具体应用。

训练数据的获取和生成、数据的预处理

将循环神经网络应用到心电信号的降噪中

三、研究现状

1、远程心电监控系统的发展和现状

	研究机构或人员	年份	主要研究内容
国内	清华大学	1996	基于PC的远程心脏和血压监控系统
	北京大学	2003	WE-CARE项目，基于可穿戴的远程心脏监控系统
	中科院（北京、深圳）	2011	远程医疗中的特征检测、信号分类以及基于移动互联网的便携式远程医疗监护系统等
	国立交通大学	2007	对老年人生理信号持续监控的嵌入式移动诊断系统
	台湾大学	2014	面向临床决策的远程医疗系统中的ECG自动分类系统
国外	Indonesian Institute of Sciences	2016	基于安卓和云服务的无线ECG监控系统
	Istituto di Fisiologia Clinica CNR	1998	基于PC和电话线的动态ECG和其他生理信号的监控
	University Indonesia	2016	大数据背景下基于Hadoop远程ECG系统
	Apeejay Stya University	2014	远程ECG系统中的信号压缩方法
	Khulna University of Engineering & Technology	2017	基于智能设备的ECG监控系统以及检测算法

三、研究现状

1、远程心电监控系统的发展和现状

综合国内外的研究现状来看，在早期时候，由于移动设备在计算能力和可扩展方面的限制以及数据的传输方式很单一，所以这种远程监控系统提出来之后，在这一领域中学者的关注点更多在于数据传输能耗的分析以及数据的压缩表征等方面。

一个容易被忽略的问题是，虽然说在很多论文中都提出了远程监控系统，但是在最终对心电信号进行分类或者检测的时候仍然使用的是公开在网上的数据集，而这些公开的数据集大都是静态心电图。

通过实际的考察，发现噪声是一个很大的问题。

三、研究现状

2、ECG降噪方法研究现状

第一类方法：滤波器和小波变换。对滤波器进行改进的方法有自适应滤波器、数字滤波器等，对小波变换进行改进的方法有阈值自适应的小波变换、平稳小波变换等，也有结合使用滤波器和小波变换的。

第二类方法：EMD，EEMD。将心电信号分解成有限个IMFs，其中低阶的IMFs包括了原始ECG信号的高频成分，而高阶IMFs中包括了心电信号中的低频成分，通过对IMFs进行处理进而滤除原始心电信号中的高频和低频噪声。

第三类方法：PCA、ICA。通过提取心电信号中的主要成分达到降噪目的，或者独立分析心电信号中的PQRST波形达到降噪目的，或者采用“滑动窗口”的方法将心电信号先标记为“有噪”和“无噪”的一个个信号段，再将无噪信号段进行重组。

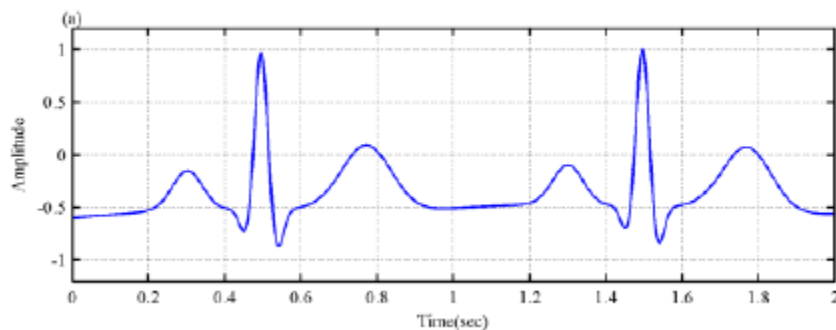
第四类方法：神经网络。应用在ECG降噪上的有：普通的人工神经网络、结合了小波理论和神经网络的“小波神经网络”，无隐藏层但是对输入层做非线性函数映射的神经网络等。

第五类方法：信号质量评估。应用信号质量评估能够有效的评估心电信号中的噪声等级以及心电信号质量，可将心电信号初步分为“可接受”和“不可接受”两类，再结合QRS波形检测达到降噪的目的。

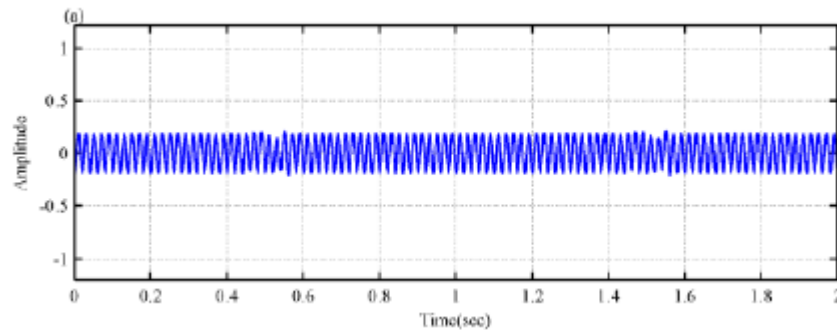
三、研究现状

2、ECG降噪方法研究现状

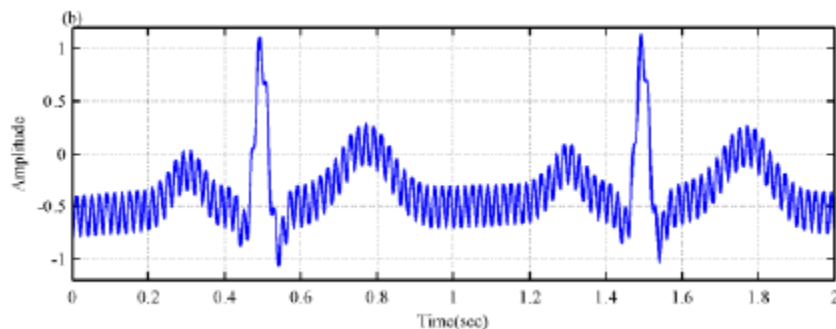
特别值得一提的是。浙江大学的学生基于深度学习方法来对ECG信号进行降噪，使用循环神经网络来消除ECG信号中的电线干扰噪声，但是这篇文章中所使用的数据全都模拟出来的，噪声也是通过模拟出来的，因此噪声存在很大的规律性，无法将这种模型应用到实际临床分析中。



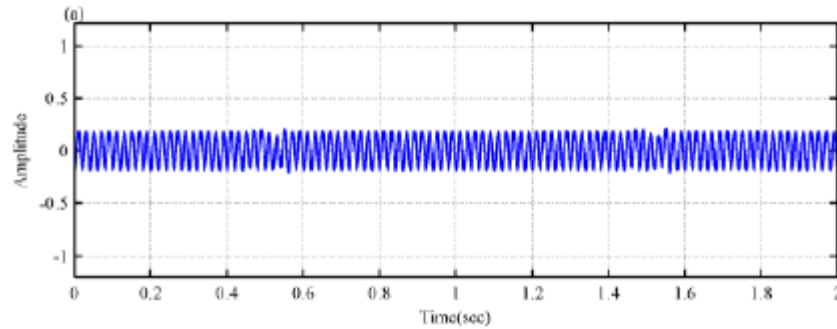
模拟出的心电信号



模拟出的噪声



神经网络的输入



神经网络的输出

四、研究目标

本课题着眼于心电信号远程监控中的数据处理，从心脏病的发病特性与传统的医患模式存在的矛盾出发，企图找到一种新型的医患模式，在这种模式下：

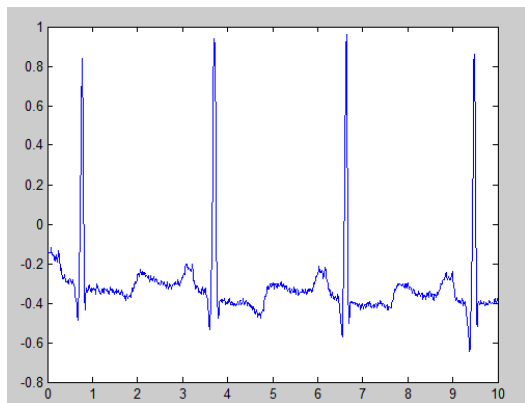
- 1、患者的心电信号能够得到实时的监控而且患者不再需要长时间的住院观察；
- 2、患者可以通过简单的操作自主的采集到自身的心电信号，然后再以简单的操作将采集到的心电信号传送到医院分析中心，并且能够在较短的时间内获取到心电分析结果；
- 3、专业医师只需要给出最终的诊断结果，而信号的自动分析能够由计算机完成。

在这种新型医患模式下，如何对采集到的被噪声污染的数据进行处理成为了关键，而传统的降噪办法一般是通过滤波的方式将噪声滤除掉，本文试图找到一种完全不同于传统的降噪方法，这种降噪方法能够：

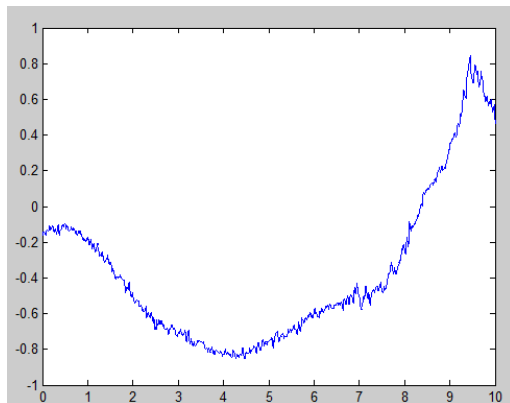
- 1、从被噪声污染的信号中尽可能的恢复出特征波形；
- 2、对特征波形尽可能不要造成损伤；
- 3、能够应付不同人特征波形的幅值和持续时间都不同的情况；
- 4、自动分析。在满足这些要求的同时，突破甚至解决有噪音的心电图自动分析的准确性和可靠性。

五、技术路线

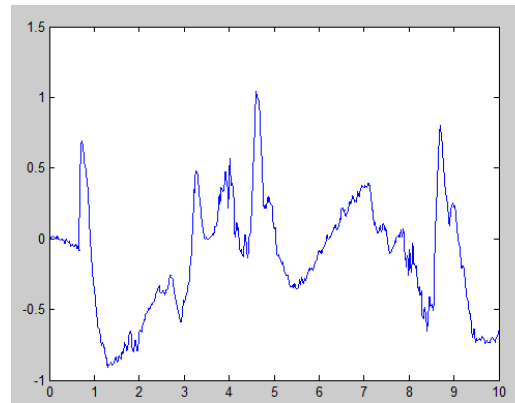
1、训练数据集使用MIT-BIT所提供的心律失常数据集以及噪声数据集



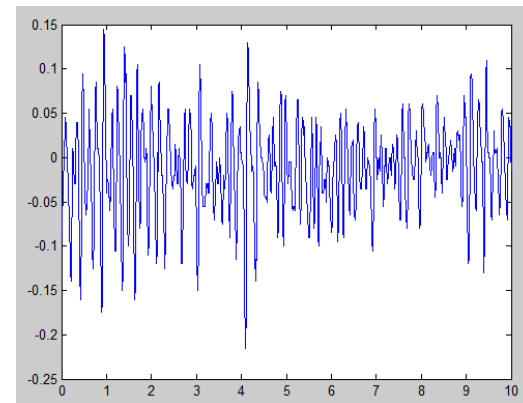
原始信号



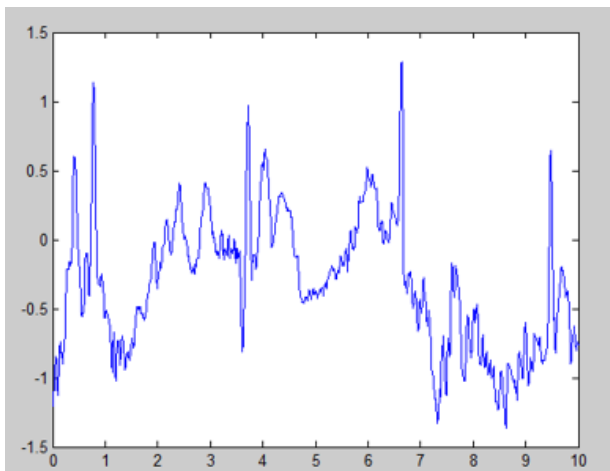
BW noise



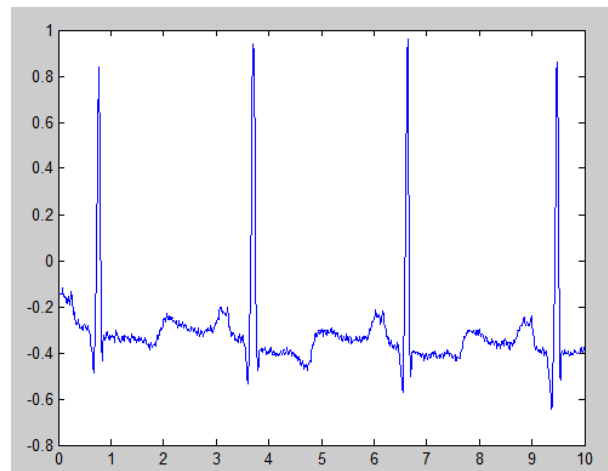
EM noise



MA noise



神经网络的输入

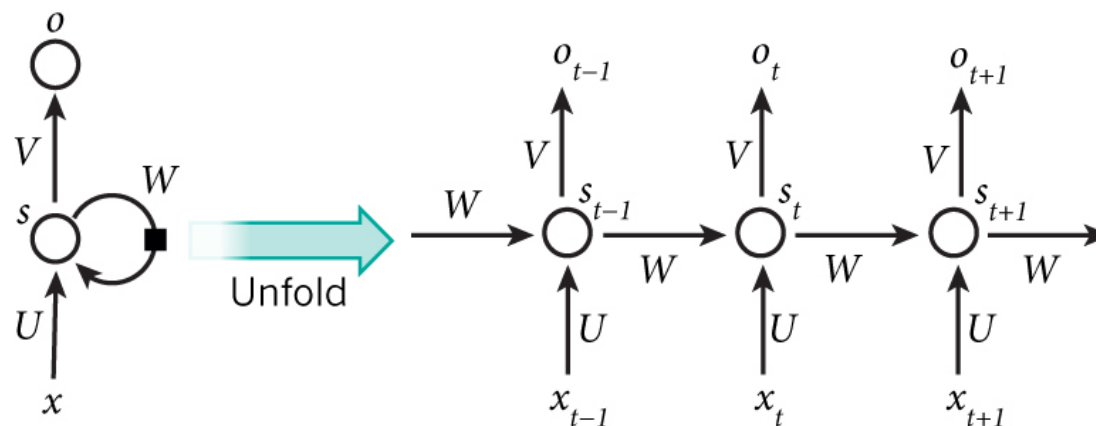


神经网络的输出

五、技术路线

2、为了检测模型的一般性，分别使用病人内（测试集和训练集有交集）测试、并
人间（训练集和测试集无交集）测试以及真实远程采集到的信号集

3、循环神经网络

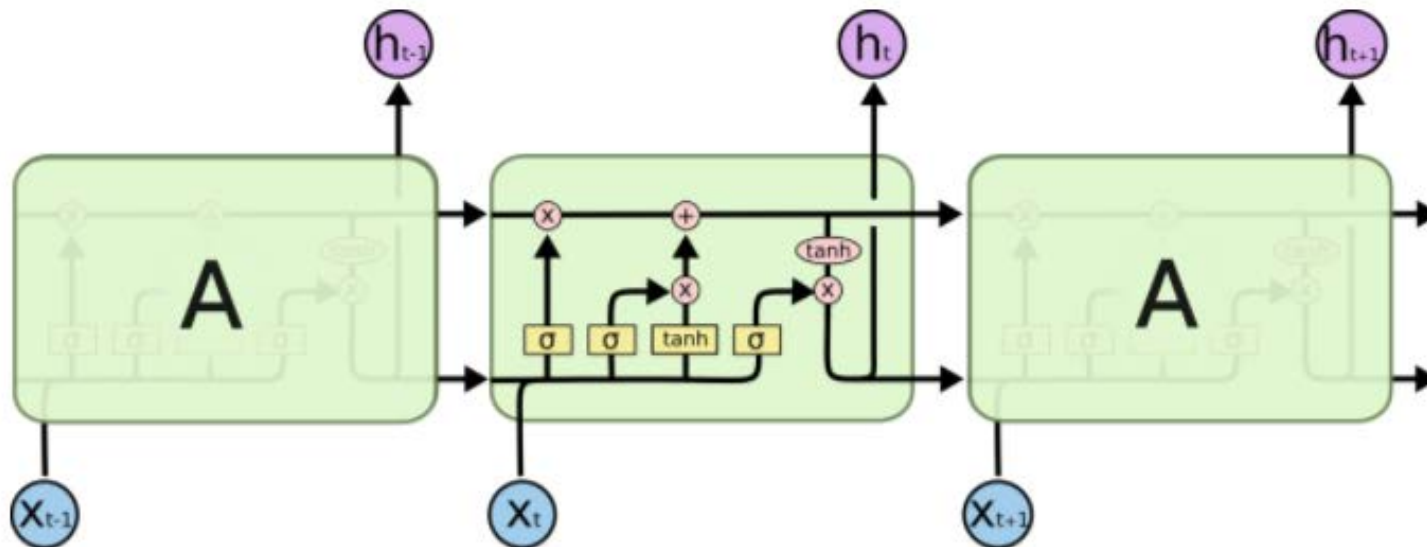


循环神经网络较多应用在文本生成、机器翻译、生成图片文本等领域，在这些领域中数据都是离散化的，如何处理连续数据需要进一步思考。

一般的循环神经网络存在的另一个问题是无法处理长期记忆，因为在梯度在长序列的传递过程中会出现梯度消失或者梯度爆炸问题。

五、技术路线

4、长短期记忆网络(LSTM)或者GRU

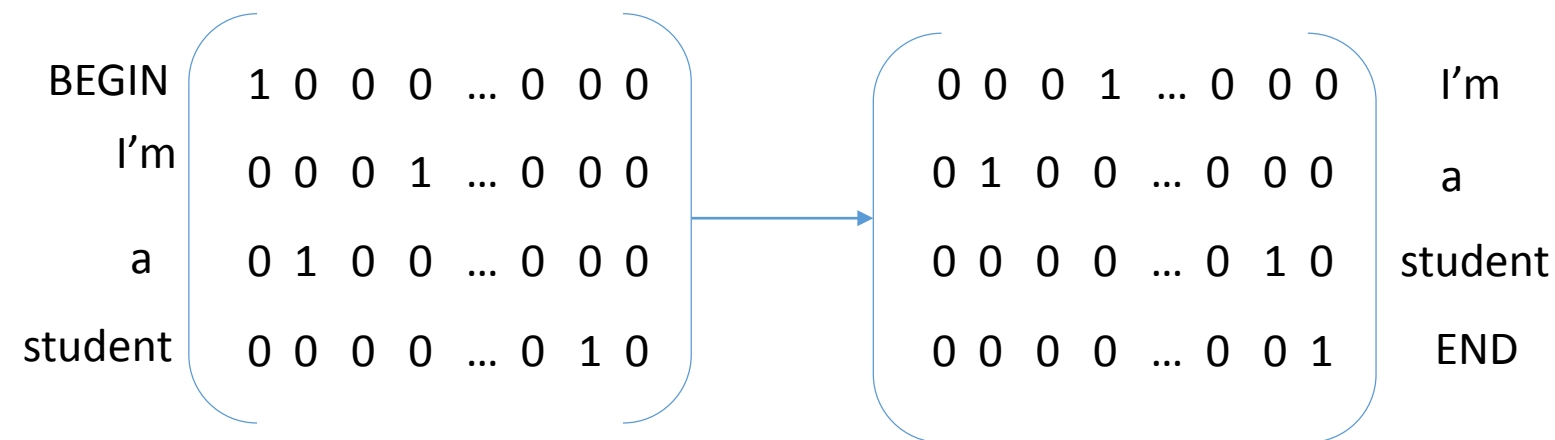


LSTM对一般的循环神经网络做出了改进，在处理长序列的时候，当前神经元中会有一个“遗忘门”决定之前的状态保留多少，一个“输入门”决定当前的输入保留多少，还有一个“输出门”决定输出当前状态的多少。

五、技术路线

5、数据的预处理很重要

在文本生成领域。输入数据一般是一句话，输出数据也是一句话。



六、计划安排

第一阶段：2017.09-2017.12根据个人的研究方向及兴趣，有针对性的搜集资料、查阅文献，对本领域的发展现状有一个初步的了解和认识，并着重关注该领域存在的问题及挑战以及解决这些问题和挑战所需要了解和掌握的前沿技术和知识，初步形成自己的想法，撰写开题报告。

第二阶段：2018.01-2018.05根据课题的研究重点，进行模型的训练和测试，分别使用病人内（测试集和训练集有交集）测试、病人间（训练集和测试集无交集）测试以及真实远程采集到的信号集进行测试。

第三阶段：2018.06-2018.10在已有实验基础上，和其他研究对比分析模型的准确率和鲁棒性，对模型做进一步的优化，并将模型应用到实际远程医疗中分析其性能。

第四阶段：2018.11-2019.04撰写整理论文并准备毕业答辩。

摘要

随着物联网这一概念的普及, 如何来理解物联网成为了能否更好的使用这一技术的关键。这篇文章旨在探讨物联网在健康医疗领域的应用, 并聚焦于人类心脏病的监控, 从数据层面上和心脏病的发病特性上指出了对人类心脏病监控实现物联网的必要性。针对这个问题, 提出了基于最新“手握式”心电信号采集设备、智能手机以及云服务的物联网结构的心电图系统, 这套系统涵盖了从感知到计算再到控制的完整流程, 以极大的易操作性为病人提供了采集心电信号的方式, 利用云计算对病人上传的数据进行自动分析与分类, 同时病人能够在极短的时间内获得反馈信息。但是在实际部署应用中, 发现噪声是一个很大的问题, 噪声的存在使得计算机无法在较高正确率的情况下对信号进行自动分析和分类。而传统的基于信号处理的降噪方法无法或者很难从被较大噪声污染的信号中恢复出其本质特征, 而且传统的降噪方法会不同程度的损伤心电信号的特征波形, 所以目前临床应用的自动分析算法的正确识别率只有 60%-70%。基于此, 在这篇文章中提出了一种完全不同于传统的心电信号降噪思路, 人工智能借助大数据, 可以让电脑模仿专业心电图人员判读心电图的过程, 从采集到的被噪声污染的心电信号中“看出”噪声成分和心电图特征波形, 进而从带噪信号中恢复出心电信号的特征波形。考虑到心电信号数据属于序列数据的一种, 而循环神经网络在序列数据处理(如文本生成、机器翻译等)上表现出不错的性能, 因此, 循环神经网络模型将在这篇文章中被用于心电信号的降噪处理。

谢谢