随着令人震惊的世界人口老龄化,许多国家的卫生保健基础设施面临越来越大的压力.这些系统传统上依赖医院内部的治疗设施,它们对于潜在疾病的检测通常是由医疗工作者做的.然而,随着病人频繁就诊,这种方法绝对不是正确的.

移动健康检测系统随时准备提供这一信息,并将在不久的将来发挥重要作用,在改善早起发现疾病的可能性的同时,也可以避免住院治疗的需要,同时也可以缓解日益增加的医疗保健压力.正是由于这些原因,欧盟这在开展大量实验研究,包括最近成功的CAALYX项目.MYHEART智能功能丰富的可穿戴医疗保健系统.

在针对老年人的移动健康检测系统中,对跌倒的检测尤为重要。跌倒对中年人来说是一个巨大的威胁,在65岁以上的人群中平均每年有三分之一的人经历过一次.由此产生的情感和社会成本对个人和社会都是明显的。在最近发表的一篇论文中,甘农等人估计每年因此爱尔兰的老人一共需要多花费4.04亿.在美国,在2000年期间,65岁以上人口的跌倒成本估计超过190亿美元.由于某些原因,活动量较少的老人,可以从跌倒和移动传感器中获得很大的很大的帮助。所有的人，在被发现之前,都会花上数小时或更长时间承受痛苦。及时的接受医疗护理，已经显示降低了26%的住院风险,并且死亡率下降了80%.为了防止第一次跌倒,老年人（或者其他高危人群）和他们的健康提供者希望接触到早起预警系统,该系统表明患者的情况可能增加摔倒的风险。移动检测是一种可靠的测量跌倒风险的方法,因此对老年人的移动性进行持续性的评估是非常有价值的.大多数的商用系统都依赖于病人家中的一个基站来向护理人员报告事故,但是便携式的检测仪器会在病人外出时给予同样的护理水平.

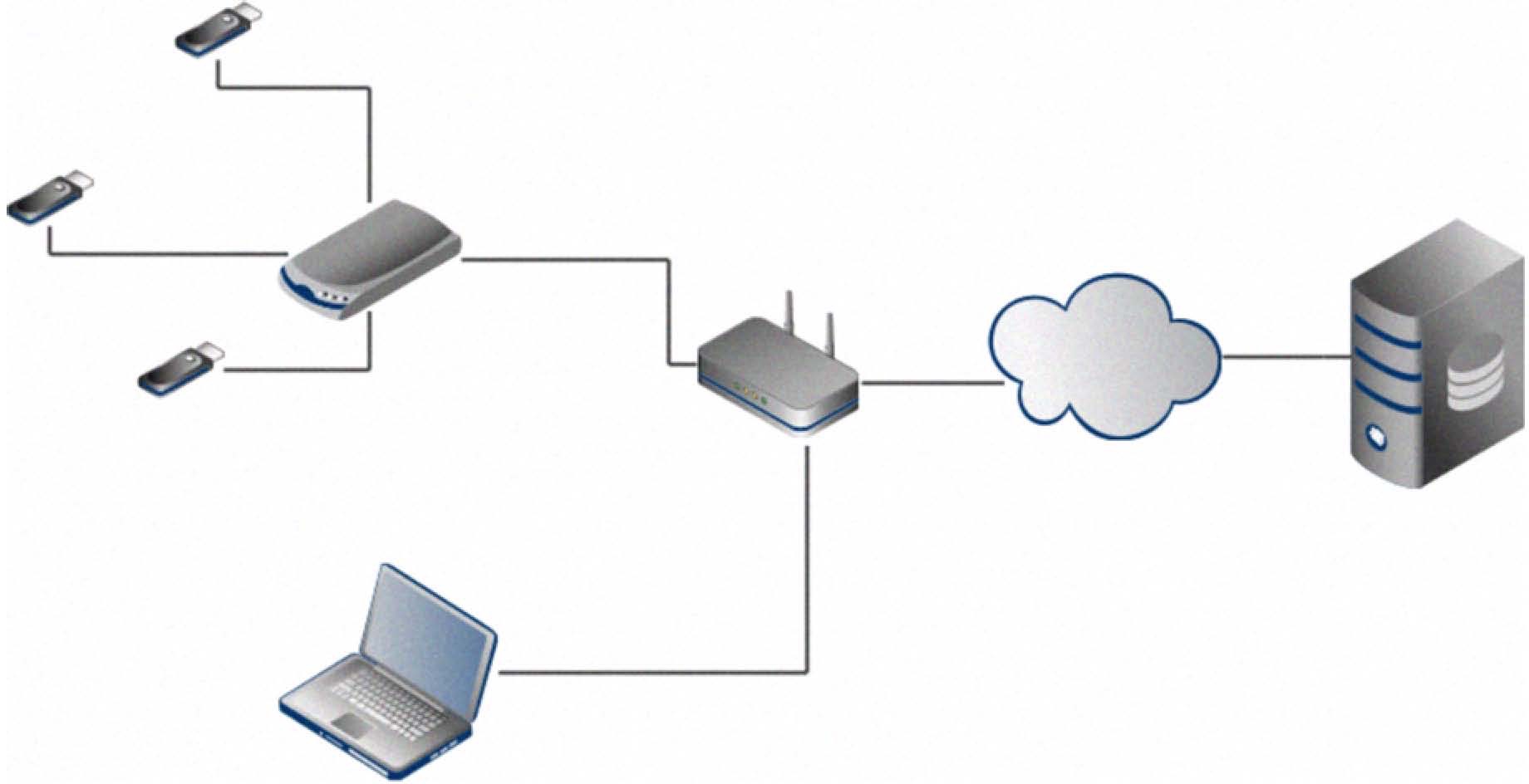
现代手机拥有令人眼花缭乱的功能和技术,它们是大批量生产的，单价成本低,并已完全接受工业化国家大多数人的生活。许多设备的处理器和内存能力堪比去年的台式电脑;虽然从历史的角度来看，人们对其功能的访问一直是不受欢迎的，但连续几代人已经向第三方开发展示了越来越多的功能。

便携式移动设备长期、高速通信能力让他们在技术上占据优势。因此，我们认为，他们参与迅速发展的健康数据市场是有充分理由的;它们能够提供传感器读数和用户行为变化之间缺失的链接。

在本文中，第二节介绍了移动手机在健康检测系统的优势。交流沟通渠道的发展是在第三部分讨论。在第四节中对可用移动平台的简要概述，在第五节中讨论了针对上述摔倒检测的详细案例研究。

二 手机的优势

目前的健康检测系统依赖于在家庭环境中使用基站或集线器.为了处理传感器的数据,集线器将读取数据传输到远程服务器进行存储和分析.这个数据显示在图一.一个节点设备提供者通常充当中介.



低功率无线电通信来自传感器和病人的家庭宽带连接。为了检查数据，用户如GP、护理人员和患者自己，通过浏览器连接到提供者的服务，并以图形形式访问记录。这个方法有很多缺点:

1,中心设备必须提供一个持续的互联网连接，通过它发送更新。许多偏远地区没有基础设施来支持这些类型的连接;从而排除此类用户参与.

2,用户对其数据的访问依赖于他们对Internet的访问和提供者中央存储系统的可靠性。如果用户不希望使用互联网连接，他们将无法访问他们的数据，尽管它在他们自己的家里生成。更令人担忧的是，用户数据的使用寿命取决于提供商的业务，其中很多是新近成立的公司。

3,用户的数据被披露给第三方。由于该服务是通过互联网提供的，供应商可能位于另一个国家，不受用户习惯的隐私规定的约束。当考虑到医疗数据时，这个问题最为明显，即使在家庭场景中，用户也可能不希望他们的信息对同一台计算机的其他用户可见。相对而言，手机是私密较强的设备.

与大多数台式电脑相比，手机拥有更好的连接选项; 3G的数据连接是在远程位置上的标准和网络访问。蓝牙允许在家中使用低功耗的数据连接，而无需支付运营商的费用，而且最令人满意的是，智能手机可以直接接入电话网络，从而使他们能够直接接触。

事实上，这种能力也许是使用移动设备的工具最吸引人的原因。在医疗情况下，手机的主人可能是传感器读数的对象，提醒手机主人一个重要的医疗事件不会有什么目的。绝大多数现代数据通信都围绕着与其他系统联系的系统。在大多数情况下，一个系统可以直接接触到的是一封电子邮件，它仍然需要接收者检查他们的收件箱，也许有一段时间邮件被发送了。通过进入公共交换式电话网(通常为人类与人之间的互动)，一个基于电话的报警系统可以直接与人接触，同时绕过平均数据网络的许多潜在故障点。这一协议的时间是至关重要的，因为在接受治疗的任何延迟都会使患者面临更大的风险。图2显示了这样的数据。

在常规操作过程中，手机可以使用传感器数据，用户可以根据其产生的方式查看传感器数据，这种方式与查看SMS消息一样方便。手机提供了从系统到用户的直接通信线路，这是基于PC浏览器的系统无法匹配的时效性。通过电话或远程服务器检测到的事件或警报可以立即以自动方式呈现给用户。考虑到在身体康复过程中药物依从性或过度劳累的情况，很清楚这种以病人为中心的警报是多么有利。 现代手机能够存储千兆字节的可移动存储卡上的数据，使它们能够承担数据存储的功能，而不会妨碍它们正常的功能。如果数据是以标准化格式存储的，那么各种第三方软件就可以以新颖的方式对数据进行分析。 最后，由于移动设备必须配备高容量电池，用户可以通过手机给传感器充电，这将提供一种更可持续的方式，而不仅仅是更换电池或完全丢弃传感器。在医疗场景中遇到的高功率传感器也可以被这样的系统所容纳。

三 传感器通信

本节简要概述了智能手机和大多数传感器可用的通信设施。在写作本文的时候，蓝牙是唯一一个能与两类设备重叠的技术。

A IEEE 802.15.4

IEEE 802.15.4 低功率，短范围，是最好的无线网络，在2.4GHz的ISM波段操作。标准限制自己描述物理和媒体访问控制层;在更高层次的实现(如ZigBee3)上传输效果很好。802.15.4范围约10米,最大传输速率为250 kbps的,功耗通常是在该地区的20 ma。该技术的低功耗特性使其成为分布式传感器网络的实际标准;在移动设备上，手机可能已经在传感器交互中扮演了重要角色;然而，在不久的将来，它不太可能进入手机市场，因为目前还没有制造商的动机。

B蓝牙

蓝牙是一种成熟的、开放的无线协议，它也在2.4GHz频段中运行，它是为中等数据速率设计的，在相对较短的距离内最好的通信;它的平均数据速率约为2Mbps，典型的范围在10m和50m之间。蓝牙实现了基于检测到的信道属性自动选择的各种形式的错误校正;加密也是一个问题。

蓝牙是一种被广泛接受的消费技术，许多用户利用它来进行手机之间的传输或者连接无线耳机。由于完全集成的蓝牙芯片组的成本不断下降，现在不支持它的现代手机是不常见的。

低成本的蓝牙模块是广泛使用的，但在传感器是不常见的，值得注意的例外是SHIMMER和Mulle。该协议被认为对于典型的传感器应用来说过于昂贵;此外，它还受长时间连接的限制，这是低功率传感器网络的一个不受欢迎的特性，尽管在个人医疗传感器的背景下，这个问题更少。

c蓝牙低能技术

蓝牙低能量处理技术很出色.国际标准蓝牙同时保留许多现有的蓝牙设备兼容。这种对蓝牙标准的低能量扩展继承了技术的开放许可，但是将吞吐量降低到与802.15.4相同的水平。传送数据包所需的时间大大减少，确保无线电能以尽可能短的时间供电。峰值电流的绘制限制在15mA，使无线电能从一个硬币电池供电。现有的手机应该能够完全承担.

d . iPhone

iPhone对开发人员访问该设备的硬件功能施加了相当大的限制。蓝牙接口故意增加了限制.

E 黑莓

与Android类似，黑莓设备完全是基于Java的，因此将J2ME的最佳特性与一组丰富的额外api结合起来。有各种各样的连接选项，蓝牙完全支持。此外，底层操作系统的大部分都暴露给开发人员，允许进行详细的定制和集成。

五、数据的信息架构。

为了进一步探索使用手机作为健康传感器的主要接口的优势，作者目前正在进行一项研究，该传感器与黑莓手机通信，内置有内置的传感器和移动传感器。移动传感器由德州仪器MSP430微控制器、飞思卡尔硬件和粗纱网络蓝牙模块[6]。在[I]和[7]中已经讨论了移动性传感器中使用的算法。

除了明显重要的可靠监控能力和及时传递相关的信息到一个救援救护服务,流动监测的一个重要方面是这样的设备可以给用户的反馈。在许多情况下，预防或克服移动性问题的最有效的方法是频繁和有预见性的练习。移动性监测仪可以通过监测用户和建议进一步的运动来满足目标，从而帮助用户遵守一套设定的治疗方案。该应用程序清楚地演示了使用移动电话与传感器接口的主要方法之一;用户立即得到反馈，可以改进治疗，并且这个信息是在一个设备上呈现的，即使不是全部，用户组也是最熟悉的。管理员和卫生专业人员可以通过电话提供的任何传输机制访问从用户移动模式中提取的数据。

本节详细介绍了在黑莓设备上使用的架构，作为传感器的接口。模块化系统一直是一个关键的设计目标，因为它试图将代码库保持在小而有预见性的基础上，以便在诸如手机这样的资源受限设备上使用(假设传感器应用程序是唯一的应用程序，这是不现实的)。

在实践中,应用程序出现与其他应用­

设备上的应用程序，尽管它是在启动时自动启动的。当启动它时，它重新连接到最近连接的移动传感器，并开始处理和记录数据。有一些选项可以激活或停用作用于数据上的各种代理，运行应用程序后可能会继续运行。

1. 总体概述

请参见图4来获得架构的可视化表示。来自传感器的蓝牙连接可以在黑莓手机上显示为一个字节流。一个消息协议是用一个被限制的头大小和特殊的启动和停止字节。对于手机上的每一个传感器连接，状态机监控字节流，以便确保有效消息时可以被侦测。消息的需要计算校验和，如果有效，则由状态机创建一个新的SensorMessage对象。状态机然后重新设置它的状态，并准备开始观察下一个消息。

SensorMessage对象创建一个SensorHeader对象，该对象访问存储在SensorMessage中的原始字节并将它们解析为原生数据类型。SensorHeader还将状态信息记录到数据存储中。

使用消息类型信息在SensorHeader中发出信号，SensorMessage将剩余的原始字节发送给相应的消息处理程序，以获得特定的消息类型。如移动消息获取用户的节拍所以MobilityMessage对象根据一个移动消息的结构进行解析并将提取的值存储在数据存储中。

数据存储充当接口的底层和更高层次之间的划分。下游开发人员不关心他们提供的信息是如何使用的，也不关心他们所提供的信息是否被使用，他们只需要转发他们的数据。存储在数据存储中的所有记录都是交互式对象，它们维护它们自己的值，以及当值发生变化时需要获取通知。代理可以在尚未存在的记录上注册更新，因此如果记录应该从底层接收数据，那么代理将立即被通知。

代理监控记录,如步数,并可以提供这个数据给用户的形式图形屏幕(如图 3),将数据存储在设备的内存里,将数据上传到远程服务器,或在紧急的情况下,利用手机的电话功能直接联系紧急服务。

B byteSource

在堆栈的底部是ByteSources。这一层的功能是抽象数据的来源,无论是蓝牙无线电、模拟数据,或其他什么,这样ByteSources可能接收缓冲区数据,推动个人字节的数据一次进入下一层,MessageVerfier。每个ByteSource都需要创建它自己的MessageVerifer实例。由于有关上层层的原因，每个ByteSource也会传递它的对象. “this”指的是它的个人MessageVerifer的构造函数。

c. MessageVerifer

MessageVerifer类模型是一种状态机，它负责确保从ByteSource传递到它的字节符合预期的序列，并符合定义的消息协议。在内部，字节以一种零碎的方式输入，严格来说是单个的ByteSource，并存储在由MessageVerirer管理的内存中。内部状态机监控接收的字节的数量和内容，当它确定已经接收到足够的字节时，它们构成一个消息，它执行一个简单的XOR校验和。如果消息通过了所有的测试，MessageVerier会创建一个新的SensorMessage实例，传递原始的有效消息，并引用创建消息的ByteSource。MessageVerier没有引用这个新的SensorMessage，一旦它被创建，状态机将重置并准备开始处理下一个消息。

d . SensorHeader

虽然MessageVerier将一个有效消息传递到SensorMessage构造函数，但SensorMessage构造函数的最首要的操作是将相同的有效消息传递到新的SensorHeader中，因此它将被描述为头。SensorHeader的处理方式与其他任何消息一样，关键的区别在于，不管接收到的消息类型是什么，头数据总是存在。

它和其他消息有三个不同的特征。首先，它负责消息的序号比较对预期的序列号。如果这些数字不匹配，则在数据存储中记录错误。如果它们匹配，那么下一个预期的序列号将被更新。

其次，SensorHeader能够记录关于日志的长度和类型消息的频率的详细统计信息。这是通过数据存储中的toggle值来控制的。

第三，SensorHeader解析并提供了可用的关键消息值，比如所接收消息的类型和提供该消息的传感器的识别号。这允许其他消息处理程序只关注其消息类型的内容，同时提供访问头数据的通用方法。消息类型值特别需要一个SensorMessage，并且是SensorHeader创建头部的原因。

E SensorMessage

如上所述，SensorMessage将为它收到的消息创建一个SensorHeader。与解析

头的SensorMessage可以确定哪些消息处理程序通过未处理的消息来承担。这是可能的，系统将会传递一个消息类型，它不熟悉的新传感器被开发，因为这个原因，日志和错误处理也发生在这里。

F SensorRecords

sensorrecord表示数据存储中的基本数据存储单元。在基本级别上，可以将SensorRecord视为单个整数值的包装器。SensorRecord的定义的特性是，它维护一个对象列表，该对象实现了观察者接口，并提供了用于附加到这个列表的其他执行对象的方法。实现观察者的类提供了一个可公开访问的方法，称为更新方法，它以可观察对象作为参数。SensorRecord扩展了可观测的类,这样当一个SensorRecord接收一个新的整数值存储(由数据存储),应该决定价值的不同足以保证通知对象观察它,它会遍历列表,观察家调用更新方法的每个元素,本身作为唯一的参数传递。观察者可以使用在SensorRecord中的访问器方法，在可观察的对象引用中，它们接收到的是触发更新的SensorRecord。这是必要的，因为相同的观察者可能会观察到许多可观察到的对象，但是每一个都是从底层接收新数据的观察者，在观察者上调用相同的更新方法。

G 数据存储

数据存储提供对SensorRecords的访问。它只包含静态成员和方法，它总是可用的，系统中没有其他部分负责实例化它。它的核心是一个带有字符串的哈希表，作为键和sensorrecord作为条目。当查询时，DataStore将扫描哈希表，以确定是否已查询记录是否已存在。而不是返回一个错误对于一个不存在的记录,数据存储将自动创建的默认值为零的记录,并将执行请求的其他新创建的记录是正常的,比如如果存储方法被调用,会改变新的SensorRecord中的特殊的值。这种行为的原因是减少代理和SensorRecords之间的耦合。如果代理试图观察尚未创建的SensorRecord，因为创建它的消息类型尚未被接收，那么在会话稍后创建记录时，将没有明确的机制为代理提供通知。通过在一个空的记录上注册，代理可以确保这个记录会收到一个更新，它将通过它的更新方法得到提醒。

H ConfigDB

存储可观测记录代表一个传感器的当前状态有直接作用,但限制哪些数据可以存储(整数)使其使用数据存储来存储是困难的,如当前连接传感器的列表或一组用户定义选项控制接口本身。由于这个原因，创建了一个单独的数据存储，在查询时不需要返回SensorRecords。ConfigDB不允许像常规数据存储那样动态创建新条目，如果尝试访问不存在的记录，则抛出异常。

I. SourceList

SourceList存储系统所看到的所有传感器源id的列表，以及对它们负责的ByteSource的引用。在SensorMessage中，在消息头处理之后，但是在发送到消息处理程序之前，消息的源ID被发送到SourceList。SourceList是为监控记录的代理设计的，并且可能需要将数据传输回生成记录的传感器。通常代理被认为只有一个传感器读数的价值,而不是它的起源,但随着SourceList代理可能会获得一个参考的ByteSource消息的起源和调用sendToSensor方法。这是目前用于交付确认消息到坠落传感器。

当SourceList扩展可观察的类时，代理可以注册为它的观察者，这样当一个新的传感器连接到电话时，它们就不会被调用。这样，一个代理可以立即开始观察新的传感器可能产生的兴趣记录。

J Agents

代理是与数据存储的内容交互的应用程序，并且通过计算确定的内容，将发起一些操作或将一些值写入数据存储。代理是自包含的，通过数据存储(即代理可以观察另一个代理的输出记录)进行所有的通信。许多代理可能同时运行，并且每个代理都可以观察到任意数量的SensorRecords或其他可观察的对象。代理代表组件堆栈的顶层，并提供了一种扩展接口功能的方法。所有代理都扩展了“代理”类，该类向系统的其他方面公开启动和停止控制。

代理的一个例子在­传感器 FallHandler代理,监控状态。在许多不同的传感器上的记录，使用黑莓操作系统集成功能将一个电话呼叫到一个用户可变的电话号码(存储在configDB中)。进一步的例子是AlertAcknowledger实现协议要求传感器接收到确认消息一个报警电话下降的事件。两个代理也会观察SourceList并在适当的记录上注册自己，任何时候一个新的传感器连接到接口。

代理还可以用于将数据记录到外部媒体，与web服务交互，以计算用户移动模式。

基于传感器数据,或实现几乎任何其他高­水平功能。基于代理的方法的优点体现在一个代理重新编程的潜力上，一个新的版本的应该成为可用的。例如，这可以由web服务代理来完成，后者可以将其下载到设备上，并向代理发送信号，该代理可能由用户首选项决定，也可能不运行。

另一个有用的代理是高级别的“代理管理器”，它读取configDB来决定在启动时启动哪些代理或何时启动应用程序(例如，GUI代理不会在启动时启动)。此外，还有一个“连接管理器”代理，确保传感器连续连接，并在连接问题存在时通知用户。

结论

本文阐述了在移动健康监测系统中使用手机作为通信链路和接口的优点。为了证明有限元分析这样一个系统,我已经在黑莓平台上实现这个架构。这个体系结构用于处理来自于移动传感器的消息，并已经设计了该体系结构。这样一种方式,它可以轻松地使用任何其他类型的传感器,或者大量的传感器,该系统已在老人身上进行技术试验和试验,并改过直接流动反馈获取影响病人的活动信息。

作者们希望能对他们慷慨支持的研究活动表示感谢。