
环境监测与分布式传感器网络控制温室 (翻译)

摘要

传感器是一种微型组件，可测量环境中的物理参数。传感器测量物理参数可以通过有线或无线两种方式传输。在无线介质中传感器及其相关联组件称为节点。节点由处理器，本地存储器，传感器，无线电，电池和拥有负责接收和处理节点收集的数据的工作站组成。因为资源有限，他们将电池/处理器/内存等资源整合在一起。现在，类似的节点网络应用越来越多，农业应用也在蓬勃发展。其中一个有趣的应用是环境监测与温室控制，其中作物生长的条件如气候和土壤不依赖于天然气候。环境因素/传感器/执行器的控制和监控是必不可少的。在这种需求下，必须使用这些设备来进行分布式测量，需要在整个温室安装传感器。本篇论文主要是关于使用传感器网络进行环境监测和温室控制。这种硬件能够实现对空气环境进行实现，有效的方式进行监测和控制。未来的工作主要集中于无线传感器网络的应用机制上。

关键词： 传感器，传感器节点，无线传感器网络（WSN），温室控制，环境监测，CO₂ 监测，分布式聚类。

I. 简介

传感器能够将从环境中收集的物理或者化学数据转换为可由系统计算的电信号。一个节点可以有多个传感器,这样的话传感器就可以感知不同的信号数据。在多传感器中,可以被感知的输入变量可以是温度(包括能够捕获温度的变化),火灾,红外辐射,湿度,烟雾以及二氧化碳。无线传感器网络可以部署在防范火灾发生和监测的地方。植物生长最重要的因素是温度,湿度,光照和二氧化碳的浓度。对这些环境变量的持续监测能够帮助农民更好地了解农作物的生长状况,明白是哪些因素影响了作物的生长,以此来保证作物产量最大化。

调整到最佳的温室[3]气候可以帮助我们提高生产力和节约资源,特别是在北方国家的冬季。在上一代温室中,在中间有一个有线测量点就足够为温室自动化系统提供参考了。该系统本身通常很简单,没有能力去管理当地的供暖,灯光,通风或其他一些影响温室内部气候的活动。现在温室的常规尺寸比以前大得多,温室设施提供了几种选择,可以对光线,通风和其他温室支持系统进行局部调整。但是,这种自动化系统正常工作还需要额外的测量数据来构建。但是增加的测量点数不能够大幅增加自动化系统成本。除此以外还应该可以根据特定需求(取决于特定工厂),外部天气或温室结构的变化以及温室中的植物放置,轻松便捷地改变测量点的位置。无线传感器网络可以构建现代温室中自动化系统架构的常规部分。无线通信可用于收集测量结果并保证中央控制器和位于温室不同部分的协调器之间的通信。在最新的 WSN 解决方案中,控制系统本身的某些部分也可以以分布式方式连接到网络,从而可以形成本地控制环路。与有线系统相比,WSN 的安装快速,价格便宜且简单。此外,在有需要时将处于协调器设备通信范围的传感器节点从一个位置移动到另一个位置是很容易的。如果温室植被高而密,那么小而轻的节点甚至可以挂到植物的树枝上。WSN 维护也相对便宜和容易。当传感器节点电池耗尽时(图 1)并且电池需要充电或更换时,会产生唯一的额外成本,但如果采用有效的节电算法,电池的使用寿命可能会持续数年。在这项工作中,通过为此目的建立无线测量系统,并通过简单的实验装置测试其可行性和可靠性,向无线温室自动化系统迈出了第一步。

基于 CH 的排列,聚类[11,12]可以是集中的或分布式的。在集中式集群中,CH 是预设的,但在分布式集群中,CH 没有固定的架构。分布式群集机制可用于某些私人定制,例如易于发生故障的传感器节点,更好的数据收集和最小化冗余信息。因此,这些分布式聚类机制包含高度自组织能力。

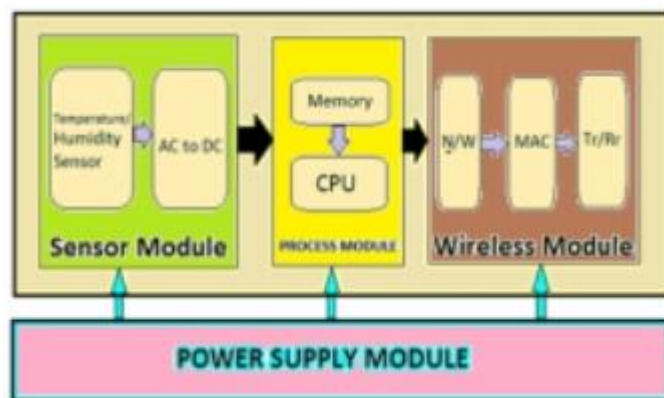


图 1：传感器节点的各种组件

II. 传感器网络的相关应用

军事应用与无线传感器网络密切相关。事实上，很难说此类应用是由于军事和防空需求而开发的，或者说它们是为了应用于军队单独发明的。在军事应用中，应用最多的是信息收集和敌方跟踪或战场监视。例如，未来战争中地雷可能被视为不安全且无保障的，它可能会被数以千计的传感器取代，这些传感器将检测到非法单元的入侵。

室外监测是传感器网络应用的另一个拓展区域。最代表性的例子之一是大鸭岛上的传感器节点的应用[8]。该传感器网络已被用于环境监测。使用的传感器节点有能力感知温度，气压和湿度[1,2]。此外，还综合了被动红外传感器和光电阻器。该阵列旨在根据气候变化监测鸟类生存的自然环境及其活动。为此，在鸟类的洞穴内安装了几个微型传感器，以发现鸟类的存在，而其余的则部署在附近区域。通过使用传感器节点来聚合数据并将其传递到网关。

管理诸如设备，机，等不同类型的昂贵的库存产品可能是一个难题。这些困境来源于这些公司遍布全球，是高度分散的。一种实现资产跟踪和应对这种麻烦的有效方法被认为是使用传感器网络。无线传感器在石油油库和化学仓库中的应用是指仓库和货舱管理。我们的想法是，附着在桶上的微型传感器将用以定位附近的物体（其他桶），实时对他们进行检测并在意外的情况下发出警报以及报告老化效果等。

健康科学和医疗保健系统也已经应用到了无线传感器。此类应用包括远程监控人体生理数据，跟踪和监控医院内的医生和患者，医院的药物监督等。在智能传感器中，人眼内置有由 100 个微传感器组成的视网膜假体芯片。这使得视力不

足的患者能够达到正常的水平。认知障碍几乎可以肯定地指向阿尔茨海默氏症，可以通过这些无线传感器在其早期阶段进行监测和控制。

先前实施的机器人应用[9,10]是使用移动传感器网络挖掘标量场的水平集，并模仿细菌的功能以寻找和发现耗散梯度源。使用一些简单的算法完成光源的跟踪。此外，通过机器人和微尘对覆盖危机的回复可以在广泛的区域内进行深度测量。静态和移动网络的连接是在移动机器人的帮助下完成的，移动机器人在环境中行进并设置充当信标的微型传感器。信标支持机器人描绘方向。移动机器人可以作为无线传感器网络的网关。这些任务的示例是：无限期地维持无线传感器网络的能量资源，维护和配置硬件，检测传感器故障以及在传感器节点之间的连接的适当部署。

滑坡检测采用喷洒传感器系统来预测滑坡的发生。通过传感器网络预测滑坡，可以减轻滑坡对人类生活和铁路网络造成的损失。使用来自地球科学，信号处理，分布式系统和容错的技术的混合。这些系统的一个独特特征是它结合了几种分布式系统技术来处理分布式传感器网络环境的复杂性，在这种环境中，连接处于低效状态，功率受到很大限制，同时要满足现实世界的安全要求。通常，这些方法使用一组廉价的单轴应变仪连接到廉价节点，每个节点都有 CPU，电池和无线发射器模块。

森林火灾，也被认为是野火，是无人地区发生的火灾，对自然和人力资源造成重大损害。森林大火摧毁了森林，摧毁了基础设施，并可能导致人类死亡人数更加接近城市地区。森林火灾的常见原因包括闪电，人类疏忽和因为极端高温和干旱的燃料自燃。众所周知，少数火灾是森林生态系统的组成部分，这对本地栖息地的生命周期很重要。

Sensor-Clouds 可用于监控一定数量的，简单的，可获得的，且最常见的可穿戴设备传感器，如加速计传感器，接近度和温度传感器等，用于收集患者的健康相关统计数据，以跟踪睡眠活动模式体温和其他呼吸状况。这些可穿戴传感器设备必须具有蓝牙无线接口，超宽带等数据流接口，并通过接口无线连接到任何智能手机。这些智能手机设备预见到通过互联网在远程服务器和传感器之间进行传输。

III. 温室里的实验设置

A. 温室环境

现代温室[4-6]可以包含自己的当地气候变量设置。但是还需要许多测量点。这类环境对于传感器节点电子设备和短距离 IEEE 802.15.4 无线网络都具有挑战性，其中在开放环境中通信范围要长得多。

B. 传感器

相对湿度和温度传感器形成温室环境的完美偏好和解决方案，本传感器具有短暂的响应时间、低功耗和对湿度气候的耐受性。传感器和节点之间的通信可以通过 IIC 接口进行。可以通过光传感器测量亮度，光传感器将光强度转换为电压。低通滤波电路处理不稳定的输出信号，以获得正确的亮度值。CO₂ 测量[7]比其他测量需要更长的时间，CO₂ 传感器电压必须在几伏之内。可以从随后的输出电压读取二氧化碳值。运算放大器提高来自传感器的其他脆弱信号的电压电平。

C. 温室

温室是一种覆盖地面的设施，经常用于植物的生长和培育，这将保障种植者的风险时间和资本。该显示器的安装目的是保护作物并为其生长提供更好的环境。在某些情况下，这种防护罩足以保证生产质量。然而，当主要目的是实现对园艺发展的更好控制时，有必要测试和控制影响文化发展的变量。温室的主要功能是提供比外部更具适宜的环境。与传统农业不同，传统农业的作物条件和产量取决于气候，土壤等自然资源，温室应该保证生产不受气候因素的影响。值得注意的是，即使温室保护作物免受外部因素如风，水分过多和高温，也可能导致诸如真菌和湿度过大等问题。因此，审查和控制温室环境的机制对于实现更高的生产率至关重要。为了获得卓越的生产率和质量，需要更好的控制系统，因此生产成本也会降低。温室控制系统涉及的主要因素是：温度，湿度，二氧化碳浓度，辐射，水和养分。

D. 温度

温度是需要监测的最关键因素之一，因为它与植物的生长和进步毫不相关。

对于所有植物，温度范围被认为是最佳的，对于大多数植物而言，该范围在 10°C 和 30°C 之间。在这些温度参数中：极端温度，最高温度，最低温度，白天温度和夜间温度，应警惕地考虑白天和夜晚温度之间的差异。

E.水和湿度

温室中另一个重要因素是水。植物对水的吸收与辐射有关。水的缺乏或水量过少会影响植物生长和光合作用。除了空气，地面湿度也会影响植物的发育。空气湿度与蒸腾相关，而地面湿度与水分吸收和光合作用有关。过高的空气湿度会降低植物的蒸腾作用，减缓植物生长并促进真菌的繁殖。另一方面，过低的湿度环境可能会导致脱水。

F.辐射

辐射是温室生产的基本要素，阳光是辐射的主要来源。它是光合作用和固碳的重要组成部分。辐射重要的特征是强度和持续时间。植物生长与辐射强度有关，与其代谢与持续时间相关。

G.二氧化碳

高浓度 CO₂ 是植物发育的必备要素，可以同化碳元素。当植物从大气中带走二氧化碳时，碳通过光合作用过程发生保留。在光合作用期间，植物利用碳和辐射来产生碳水化合物，其功能是允许植物发育。因此，富含空气的环境应该有助于植物生长，但同样重要的是要注意极端的碳含量可能会使环境变得有毒。

IV.示范案例

可以从该提出的模型中找到对现有缺点的解决方案。所提出的模型在硬件中实施，经过测试，结果表明，与现有的环境监测和温室控制模型相比，传感参数有了很大的改进。电路板中集成了温度传感器，光传感器，湿度传感器和振动传感器等传感器组合。感测数据由微控制器处理并显示在 LCD 显示器中。参数的无线传输由 zigbee 模块完成，该模块周期性地向远程监控站发送信息。为了控制和监控前面部分中的环境变量，需要能够测量和控制温室内部值的传感器和执行器。一般来说，温室控制是通过将测量数据近似为参考数据或理想数据来实现的。

图 2 显示了所提出模型的基本框图。由于成本考虑，所提出的模型使用传感器网络而不是无线传感器网络。感测到的数据被转发到网关。然后，网关将数据转发到远程监控基站。基站是位于远程的软件配置的计算机，其中可使用周期性地可视化监视的细节以执行进一步的控制动作。

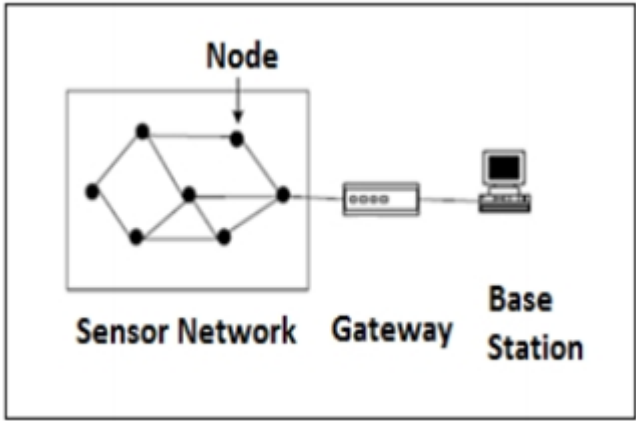


图 2：提出的模型的框图

在提出的模型中，理想的评估取决于植物的培养方式和类型。控制系统可以分为集中式和分布式系统。在集中式系统中，单个组成部分负责收集和处理数据。因此，系统的所有组件都连接到这个单独的部分。在分布式控制系统中，节点和信息处理之间的连接在系统组件之间分配。分布式系统的主要优势可能包括：

- 可靠性：组件故障几乎不影响结构整体部分。
- 扩展性：在没有系统巨大变化的情况下添加新组件的可能性。
- 灵活性：程序的变化，如添加，移除和替换组件仅影响这些基本操作中涉及的组件。

这些技术的主要问题在于它们不是针对无线传感器网络开发的，并且它们没有提供改善能耗的机制。通过这种方式，很可能检查温室内的所有位置，不仅识别许多应用中的局部值，还检查现实世界和分布式值。因此，温室控制应该得到改善，允许以完全环境可以尽可能接近设定点的方式进行调整。必须注意的是，在大多数应用中，传感器放置在温室中，并且所获得的信号用于调节整个温室。然而，即使在像温室这样的受控且相对较小的地方，也可能具有不同的气候因素。图 3 显示了环境监测的实验装置。因此，在温室环境中使用的传感器应该允许通过方便的分配进行实时监测和改进。系统中收集的数据必须发送到位于温室外的基站。基站通过网关连接。通过该体系结构的实现，每个节点将对通过其传感器收集数据以及将其发送到其相邻节点进行应答，直到所有收集的数据出现在基站。网关通常使用无线和以太网通信。基站将负责管理收集的数据，因此需要一些温

室控制软件和一些无线执行器。在这个应用程序中，节点防御也是必要的，以避免水和输入的损害。必须强调的是，使用无线传感器和执行器有利于使系统安装错误率低并且使得节点原型获得灵活性和移植性。在农业应用中应用 WSN 的困难可能包括成本和 WSN 通信协议缺乏标准化。由于成本限制，所提出的模型设计有传感器。将来，在 NS-2 中将为分布式群集机制模拟相同的传感器网络。具有温度，湿度和光线感应的无线传感器网络以及先进的功能将在未来的温室监控实时环境中实施。



图 3：环境监测的实验装置

V.讨论

本论文的主要贡献如下：讨论了长期的、大规模、CO₂ 监测传感器网络的设计与实现。目前已经提出了一种具有保证性能的低成本传感器部署策略，其解决了现有模型中的传感器部署问题。已经完成了该模型的硬件实现，并且使用很少的传感器定期监视参数。

VI. 结论和未来的应用

提出了一种利用传感器网络进行温室监测和控制的农业应用模型。无线传感器网络技术虽然正在开发中，但很有希望，主要是因为它允许实时数据采集。但是，对于要开发的这种农业应用，应该解决一些技术挑战。温室是受控环境，不需要控制许多气候参数。大规模使用这种技术似乎是不久的将来。在该应用中，可以使用可用的传感器监测大量气候参数。由于温室是一个相对较小且受控制的环境，能源是有限的资源，更换电池或甚至采用稳定的能源适应的可能性是一个

建设性的方面。本文揭示了使用传感器网络进行环境监测和温室控制的想法。硬件以增强的方式定期监测和控制温室气体。未来的工作集中在使用无线传感器网络的相同机制的应用上。该技术还可以应用于动物园中的保护动物的繁殖，其中传感器节点应该发送关于动物体温，压力和其他生命信号的信息，以保证动物的健康环境。为了获得更好的能源效率，该机制将在现实世界的无线传感器网络中实施，众所周知的节能分布式集群机制（HEED）。

致谢

我们真诚地感谢 SVS 教育机构和我的研究主管 Dr.S.Sophia 的管理，他指导我们完成这项精彩的研究工作。