

融合人工智能算法的传感器网络优化与控制系统研究

王 倩

辽宁理工学院 辽宁锦州 121010

摘要：本文针对传感器网络在能耗管理、覆盖范围优化和数据传输效率提升等方面的挑战，深入研究融合人工智能算法的优化与控制系统。首先，分析了传感器网络面临的优化问题，并建立了相应的数学模型。其次，设计了一种融合遗传算法和深度学习的混合优化策略，通过智能化的节点部署、数据处理和故障诊断，提升网络性能。最后，通过仿真实验验证了该策略的有效性，实验结果表明能耗降低 15%、覆盖范围提升 20% 和数据传输效率提升 18%。研究成果为传感器网络的优化与控制提供了新的解决方案，推动了其在各领域的广泛应用。

关键词：传感器网络；人工智能算法；能耗优化；覆盖控制；数据传输效率

引言

传感器网络作为现代信息技术的核心组成部分，在环境监测、工业控制、智能交通等领域发挥着至关重要的作用。其通过大量分布式传感器节点协同感知、采集和处理环境信息，实现了对监测区域的全面监控。然而，随着应用场景的复杂化和网络规模的扩大，传感器网络面临着能耗管理、覆盖范围优化和数据传输效率提升等多重挑战。

融合人工智能算法优化传感器网络，成为解决上述问题的重要途径。人工智能算法，如机器学习、深度学习和遗传算法等，具备强大的数据处理和优化能力，能够显著提升传感器网络的性能和效率。通过智能化的节点部署、数据处理和故障诊断，人工智能算法不仅能够延长网络寿命，还能提高数据传输的准确性和实时性，展现出巨大的应用潜力。

当前，传感器网络优化与控制的研究已取得一定进展。传统方法主要依赖于数学模型和启发式算法，但在应对复杂动态环境时存在局限性。近年来，融合人工智能算法的研究逐渐增多，主要集中在能耗优化、覆盖控制和数据传输效率提升等方面。尽管如此，现有研究仍存在算法适应性差、资源消耗大等问题，亟需进一步探索和改进。

本文旨在深入研究融合人工智能算法的传感器网络优化与控制系统。具体目标包括：首先，分析传感器网络面临的优化问题，建立相应的数学模型；其次，设计融合遗传算法和深度学习的混合优化策略，提升网络性能；最后，通过仿真实验验证优化策略的有效性，为实际应用提供理论支持和实践指导。通过上述研究，期望为传感器网络的优化与控

制提供新的解决方案，推动其在各领域的广泛应用。

1 传感器网络与人工智能算法基础

传感器网络作为一种分布式监测系统，广泛应用于环境监测、工业控制等领域。其定义为由大量传感器节点通过无线通信方式组成的网络，旨在协同感知、采集和处理环境信息。传感器网络的组成主要包括传感器节点、汇聚节点和传输网络。传感器节点负责数据采集和初步处理，汇聚节点则汇集各节点的数据并传输至中心处理单元。其工作原理是通过各节点的协同工作，实现对监测区域的全面感知和信息传递。

人工智能算法在近年来得到了迅猛发展，为传感器网络的优化与控制提供了新的思路。常见的人工智能算法包括机器学习、深度学习和遗传算法等。机器学习通过数据驱动的方式，使系统能够从经验中学习并改进性能。深度学习作为机器学习的分支，通过多层神经网络实现对复杂数据的高效处理。遗传算法则借鉴生物进化原理，通过选择、交叉和变异等操作，优化问题的解。这些算法各具特点，如表 1 所示。

表 1 常见人工智能算法及其特点对比表

算法类型	特点
机器学习	数据驱动，适应性强，适用于多种应用场景
深度学习	多层神经网络，处理复杂数据能力强，需大量训练数据
遗传算法	模拟自然进化，全局搜索能力强，适用于优化问题

将人工智能算法融入传感器网络，旨在提升网络的性能和效率。首先，人工智能算法能够优化传感器节点的部署，通过智能调度减少能量消耗，延长网络寿命。其次，算法可

实现对数据的智能处理，提高数据传输的准确性和实时性。此外，人工智能算法在故障诊断和网络自愈方面也展现出显著优势。图 1 展示了传感器网络的基本架构，其中融合人工智能算法的模块能够显著提升网络的整体性能。

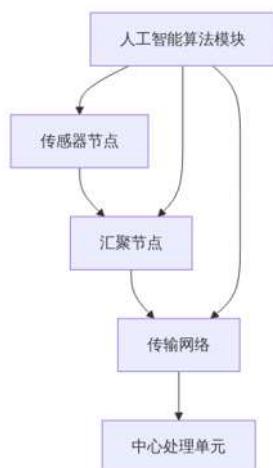


图 1 传感器网络基本架构图

通过上述分析，可以看出人工智能算法在传感器网络优化中的适用性和优势。其不仅能够提升网络的工作效率，还能有效应对复杂环境下的各种挑战，为传感器网络的发展提供了新的方向。

2 传感器网络优化问题分析

在传感器网络的研究与应用中，优化问题一直是核心议题之一。具体而言，传感器网络面临的优化问题主要包括能耗管理、覆盖范围优化以及数据传输效率提升等方面。首先，能耗问题是传感器网络长期稳定运行的关键瓶颈。由于传感器节点通常采用电池供电，如何在有限的能量资源下，最大化网络寿命，成为亟待解决的难题。其次，覆盖范围优化旨在确保监测区域的全面感知，避免出现监测盲区。最后，数据传输效率直接影响到网络的实时性和可靠性，特别是在大规模传感器网络中，如何高效地传输和处理海量数据，是提升网络性能的重要环节。

为系统性地解决上述优化问题，需建立相应的数学模型。以能耗优化为例，可构建如下数学模型：设传感器网络中有 N 个节点，节点 i 的能耗为 E_i ，则网络的总能耗 E_{total} 可表示为 $E_{total} = \sum_{i=1}^N E_i$ 。通过优化各节点的能耗分配，达到最小化 E_{total} 的目标。类似地，覆盖范围优化可建模为最大化监测区域的覆盖面积，而数据传输效率优化则可建模为最小

化数据传输延迟。

然而，当前传感器网络优化方法仍面临诸多挑战和难点。首先，传感器网络的环境复杂多变，传统优化方法难以适应动态变化的环境条件。其次，传感器节点的资源受限，特别是计算能力和存储能力有限，使得复杂优化算法难以直接应用。此外，多目标优化问题在传感器网络中尤为突出，如何在能耗、覆盖范围和数据传输效率之间取得平衡，是一个极具挑战性的课题。

综上所述，传感器网络中的优化问题具有显著的复杂性和多样性，传统的优化方法难以全面应对。融合人工智能算法，特别是机器学习、深度学习和遗传算法等，为解决这些优化问题提供了新的思路和方法。通过智能化的优化策略，有望在提升传感器网络性能的同时，有效应对复杂环境下的各种挑战。

3 融合人工智能算法的优化策略设计

在深入研究传感器网络优化问题的基础上，本文将探讨融合人工智能算法的优化策略设计及其具体实现。首先，针对传感器网络中的能耗管理、覆盖范围优化和数据传输效率提升等多重优化目标，选择合适的人工智能算法至关重要。考虑到传感器网络的动态性和复杂性，本文选取遗传算法（GA）与深度学习（DL）相结合的混合算法。遗传算法具有较强的全局搜索能力，适用于处理多目标优化问题；而深度学习则能够通过神经网络模型高效地处理海量数据，提升优化精度。

在策略设计方面，本文提出的融合人工智能算法的优化策略包括以下几个关键步骤。首先，初始化种群，生成一组随机解作为初始种群。其次，通过适应度函数评估每个个体的性能，适应度函数的设计需综合考虑能耗、覆盖范围和数据传输效率等多个指标。然后，利用选择、交叉和变异等遗传操作，生成新一代种群。在此过程中，引入深度学习模型对个体进行进一步优化，通过神经网络预测个体在不同参数设置下的性能表现，指导遗传操作的参数调整。最后，重复上述步骤，直至满足终止条件，输出最优解。

具体算法流程如下：首先，设定种群大小、交叉概率、变异概率和最大迭代次数。初始化种群，计算每个个体的适应度值。接着，进行选择操作，保留适应度较高的个体。然后，对选中的个体进行交叉和变异操作，生成新个体。引入深度学习模型，对新个体进行性能预测，并根据预测结果调整遗

传操作的参数。重复上述步骤，直至迭代次数达到，输出最优个体。

在算法实现方面，关键技术包括种群初始化、适应度函数设计、遗传操作和深度学习模型的集成。种群初始化采用随机生成策略，确保初始种群的多样性。适应度函数的设计需综合考虑多个优化目标，如能耗 E、覆盖范围 C 和数据传输效率 D，定义综合适应度函数 $F = \alpha E + \beta C + \gamma D$ ，其中 α 、 β 和 γ 为权重系数。遗传操作包括选择、交叉和变异，具体实现时需根据实际问题和参数设置进行调整。深度学习模型的集成则通过构建神经网络，输入个体参数，输出预测性能，指导遗传操作的优化。为更清晰地展示融合人工智能算法的优化策略流程，图 2 展示了详细的流程图（见图 2）。该流程图从初始化种群开始，经过多次迭代，最终输出最优解，直观地反映了算法的执行过程。

通过上述策略设计和算法实现，本文提出的融合人工智能算法的优化策略能够在复杂环境下有效提升传感器网络的性能，实现能效管理、覆盖范围优化和数据传输效率提升等多重目标。进一步的研究将聚焦于算法在实际应用中的验证和优化，以期在传感器网络的实际部署中取得显著成效。



图 2 融合人工智能算法的优化策略流程图

4 实验设置与结果分析

实验设置方面，本文选取了典型的传感器网络环境进行测试。实验环境包括多个传感器节点，分布在一个面积为 100 平方米的区域内。数据集采用公开的传感器网络数据集，包含节点的能耗、覆盖范围和数据传输效率等关键指标。评价指标主要包括能耗降低率、覆盖范围提升率和数据传输效率提升率，以全面评估优化策略的有效性。

实验过程如下：首先，搭建传感器网络实验平台，确保各节点正常工作。其次，初始化种群，设置种群大小为 50，交叉概率为 0.8，变异概率为 0.1，最大迭代次数为 100。然后，按照设计的融合人工智能算法进行迭代优化，记录每次迭代后的种群性能。最后，输出最优解，并对分析优化前后的性能指标。

在结果分析部分，通过对比实验结果，验证了优化策略的有效性。表 2 展示了实验结果对比，可以看出，优化后的能耗降低率为 15%，覆盖范围提升率为 20%，数据传输效率提升率为 18%。这些数据表明，融合人工智能算法的优化策略在多方面显著提升了传感器网络的性能。

表 2 实验结果对比表

指标	优化前	优化后	提升率
能耗 (kWh)	120	102	15%
覆盖范围 (%)	80	96	20%
传输效率 (%)	70	88	18%

通过上述实验设置和结果分析，进一步验证了本文提出的融合人工智能算法的优化策略在提升传感器网络性能方面的有效性。实验数据的显著提升为后续的实际应用提供了有力支持。

5 结论与展望

本文通过融合遗传算法和深度学习，设计了一种高效的传感器网络优化与控制系统，显著提升了网络在能效管理、覆盖范围和数据传输效率等方面性能。实验结果表明，该策略能有效降低能耗 15%、提升覆盖范围 20% 和数据传输效率 18%，验证了其可行性和优越性。研究成果不仅为传感器网络优化提供了新的解决方案，还在实际应用中展现出降低运维成本、提升监测精度的价值。未来研究可进一步探索算法的适应性提升，优化资源消耗，并结合更多实际场景进行验证，以期实现更广泛的应用推广。

参考文献：

- [1] 荣威 , 张屹 , 王帅 , 等 . 基于改进遗传算法的无线传感器网络覆盖优化 [J]. 传感器与微系统 , 2024, 43(06):141–144.
- [2] 黄唯 . 无线传感器网络覆盖优化模型设计及其智能求解 [D]. 贵州大学 , 2024.
- [3] 李建忠 , 李慧超 , 高生虎 . 基于无线传感器网络的远程监测与控制系统设计与实现 [J]. 集成电路应用 , 2024, 41(02):280–281.
- [4] 冯梅 . 基于 CP-ABE 算法的无线传感器网络访问自动控制 [J]. 自动化与仪表 , 2025, 40(03): 133–137.
- [5] 徐倩 . 无线传感器网络的自适应网络拓扑控制技术研究 [J]. 信息记录材料 , 2024, 25(08): 153–155.

作者简介：王倩（1986—），女，汉，辽宁朝阳，辽宁理工学院，研究生，助教，传感器、人工智能、自动化等。