

5G无线网络优化系统的设计与实现

王浩¹, 赵伦²

(1. 广州科技职业技术大学, 广东广州 510440;
2. 重庆邮电大学国防研究院, 重庆 400065)

【摘要】为解决现实中无线网络优化工作人工效率低的问题,文章采用黑盒子回归式强制学习、增强学习和聚类算法这三种方法,设计并实现了5G无线网络优化系统。该系统经过对某运营商的大量网络数据进行采集和分析,得出对网络系统参数进行调整的解决方案,实现了5G无线网络优化工作的智能化,可显著提高社会效益和经济效益。

【关键词】黑盒子回归式强制学习;增强学习;聚类算法;无线网络优化系统

【doi:10.3969/j.issn.2095-7661.2022.02.002】

【中图分类号】TN929.5

【文献标识码】A

【文章编号】2095-7661(2022)02-0005-04

Design and Realization of 5G Wireless Network Optimization System

WANG Hao¹, ZHAO Lun²

(1. Guangzhou Vocational and Technical University of Science and Technology, Guangzhou, Guangdong, China 510440; 2. National Defense Research Institute, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing, China 400065)

Abstract: In order to solve the problem of low labor efficiency in wireless network optimization in reality, this paper adopts black box regression forced learning, reinforcement learning and clustering algorithm to design and implement a 5G wireless network optimization system. Through the collection and analysis of a large number of network data of an operator, the system comes up with a solution to adjust network system parameters, realizing the intellectualization of 5G wireless network optimization, which can significantly improve social and economic benefits.

Keywords: black box regression forced learning; reinforcement learning; clustering algorithm; wireless network optimization system

无线通信系统中,无线环境具有可变性,不同区域的无线环境又有所差别,合理进行系统参数设置可以获得良好的无线信号覆盖效果。在4G无线网络优化中,通常采用人工的方式进行无线网络优化,期间需要进行多次人工路测以获取数据,工程师反复对路测数据进行分析,调整无线网络系统参数,从而实现良好的无线信号覆盖^[1]。但是,人工无线网络优化存在工作效率低、人力和物力成本高、网络优化时间长等问题。

本文在5G网络中,采用自动学习架构、机器学习技术,使5G无线网络优化工作实现了智能化、自

动化。在实践中使用黑盒子回归式强制学习、增强学习和聚类算法三种方法设计5G无线网络优化系统。该系统通过对无线网络优化分析方法进行学习,并通过启发式搜索过程得到优化解决方案,在测试终端上传5G无线网络路测数据,并调取网络设备和系统参数配置信息、实时通信信令数据,通过数据分析找出5G网络无线信号覆盖问题,并给出相应解决方案,对5G网络系统参数进行相应调整,从而获得良好的5G无线信号覆盖效果,使5G无线终端具有更高的信噪比、接收功率和通信传输速率,以及更低的通信误码率,并且解决了人工无

【收稿日期】 2022-04-27

【作者简介】 王浩(1985—),男,湖北随州人,广州科技职业技术大学讲师,硕士研究生,研究方向:移动通信网络、职业教育。

【基金项目】 2018年广东省教育厅普通高校青年创新人才类项目“无人驾驶广义轨道交通防碰撞研究”(项目编号:2018GkQNCX077); 2022年广州科技职业技术大学校级项目“校企深度融合创新育人策略研究”(项目编号:2022SK16)。

线网络优化工作效率低、成本高的问题^[2]。

1 5G无线网络优化系统的模型

5G无线网络优化系统的模型构建包括数据采集、模型训练、模型完善等几个部分,不同部分的相互关系如图1所示。

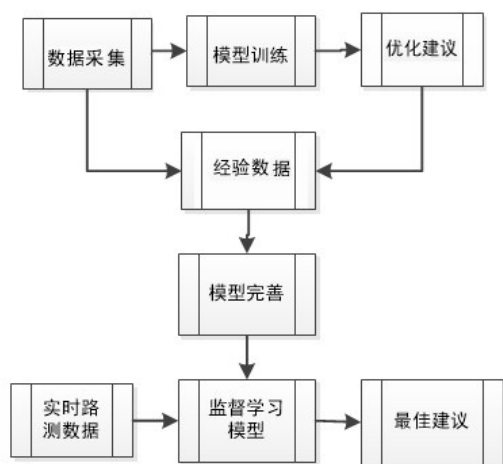


图1 5G无线网络优化系统模型构建关系图

数据采集:采集经验数据是编导机器学习模型的前提条件,自动学习架构的输出优化方案数据也可以被收集作为历史经验数据,当训练数据不充分时,系统需要重新进行采样以获取更多的数据,重复数据和不完整数据将被数据过滤器过滤掉。

模型训练:模型训练的过程由一个机器学习引擎主导,不同机器学习技术可以提供监督学习、加强学习、无监督学习,经过训练利用交叉验证过程对所获得模型的优化效果进行验证。

模型完善:黑盒子自动学习模型可以根据无线系统和环境的改进进行模型优化,需要更新训练参数,从而保证当系统和环境发生变化时,现有模型可以进行很好地处理。

监督学习模型:通过对构建的模型进行优化完善,得到一个可以满足无线网络优化工作需求的学习模型。当5G终端向监督学习模型发送实时路测数据时,监督学习模型调取网络设备和系统的参数配置信息、实时通信信令数据,通过数据分析找出5G网络无线信号覆盖问题,并给出最优建议^[3]。

2 5G无线网络优化系统的设计方法

增强学习能够被用于解决网络优化问题而不需要客观功能和环境条件。在基于增强学习的建议产生中,代理收集系统状态和环境反馈,并且训练一个马尔可夫决策过程,根据当前的环境状态和反馈做出相应的处理。方针映射和环境过渡可

能性根据环境动态相互作用进行更新。最普通的增强学习模型是Q学习模型,它的管理器试图最大化Q值通过使用一个迭代的学习过程。Q学习模型公式为:

$$Q^*(s, a) \leftarrow Q(s, a) + \alpha [R(s, a) + \gamma \max_{a^*} Q(s^*, a^*) - Q(s, a)] \quad a \in A \quad (1)$$

公式(1)中s表示系统的状态,a表示系统的行为,R(s,a)表示相应的回报,A是设置包括的所有可能性,参数 α 是学习速率,可以调整学习过程中做出决策时的收敛速度。参数 γ 是受历史经验Q值影响的衰减速度。

在无线网络问题处理中,基于增强学习自动做出决策,不需要任何目标系统模型。这种增强学习模型通过使用一种梯度下降策略^[4],和贝叶斯学习方式,使梯度下降策略过程能够被一种有效实验误差优化过程所替代,该过程中包含增强学习模型参数。在这种方式下,收敛过程中增强学习将运行得更快,大量重配置实验将被简化。

聚类算法是一个典型的、非强制性的学习方法,它的目标是将数据分成几个簇,并且具有类似区域分布性能,K意味着算法是一个有效的聚类算法,可以解决更多的聚类问题。同样,相似学习过程使用K接近相邻搜索能够被用于找出被推荐的解决方案^[5]。使用聚类算法可以降低网络优化问题的复杂性。通过高维度变量,将修改原始网络优化问题变为分层网络优化问题,降低复杂性,将目标高维度变量分为多个簇。首先簇标准优化过程被分析,可变标准优化在每个簇中执行。在这种方式下,簇序号和每个簇的可变容量比原始可变载体更小一些,优化过程复杂度被大大降低。

在资源管理应用中会有大量的可变量,优化过程是一个复杂的任务,并且具有高维度目标变量。模型复杂度与使用聚集过程有关,可变的载体能够被分为多个分支载体,根据信息流量、通道状态、计算量要求、数据传输等因素,一些其他因素包括用户优先级、地理位置、剩余能量等也被作为聚集特征^[6]。通过这种方式,优化过程能够被以簇级和任务级分离为主,复杂度将被降低。本文通过使用聚类算法将网络优化问题分为多个簇,具体过程如图2所示。

网络优化问题的簇分类,使用一个相似的量度找到相似的历史任务,直接把一些相似的任务方案合并为新的任务方案。在自动学习框架中基于方案建议相似度,首先定义载体特征,随后一个k-NN搜索过程便能够找到任务目标。k-NN算法是

一个有名的延时学习方法,能够通过相似测量找出最近的实例,并且它能够通过使用一个kd-tree算法得以有效实现。假定环境在一段时间里保持稳定,当给予一个新的任务,如果与历史任务具有相似特征,就能够把这些相似任务解决方案进行合并,并且直接用平均结果作为解决方案^[7]。

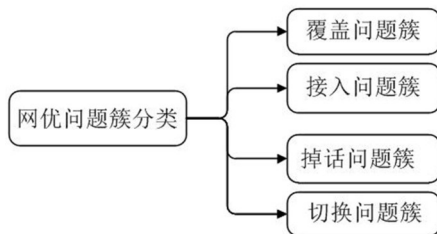


图2 网络优化问题簇分类图

黑盒子回归式强制学习能够提供一种有效的方式,解决成本高且效率低的人工无线网络优化和模型无效问题。在此条件下,当明确的输入和输出之间不可用时,系统输入和输出之间就有足够的数据采用,映射功能能够被使用强制回归技术进行训练。当给与新的输入数据,行为目标就可以做出客观精确的预测。

使用强制学习技术能够自动管理模型建设过程,使用黑盒子建模能够自动提炼优化模型。在自动模型训练过程中,通过利用回归模型进行限制并复原客观功能,同时限制条件也被构建中。

在网络优化过程中,尽管需重复进行优化,有些历史经验被遗弃并且没有被完全利用。但通过强制学习技术,可以训练一个学习模型,该模型可以将输入参数映射到解决方案中。在这种方式下,重复的高度复杂优化过程将被避免,解决方案将在小计算量下被预测。

经验积累:当在网络管理中优化模型被部署,它的历史输入数据和拥有的优化参数将被作为经验或训练数据训练一个强制学习模型。为了达到这个目的,首先建造优化模型,一个模型处理过程将被开发从而获取优化建议。当给予路测数据时,输出相应的优化建议。整个数据收集过程的获取需重复采用或者重新配置,以便拥有足够多的采样数据,直到满足模型预测行为为止。成功的强制学习方法需要足够多的可靠数据对模型进行训练。

经验学习:在线模型训练使用梯度降落,或者直接使用整个历史经验数据设置训练离线模型。模型选择在决定模型预测行为中起重要作用。处理大量数据时,使用深度学习模型,当数据抽样很少时,使用抽样学习模型。经验重演能够明显提高

网络优化行为效率,同时获得高质量预测行为。

对于网络优化,没有高质量的优化方案,拥有的预测模型只是来源于不完美的训练数据。即使解决方案的容积很大,模型也不能够被适当地训练。尽管采用的学习模型具有强大的回归能力,但预测结果与传统优化结果相比较也可能会出现一些行为丢失。5G无线网络优化系统的模型训练过程如图3所示。

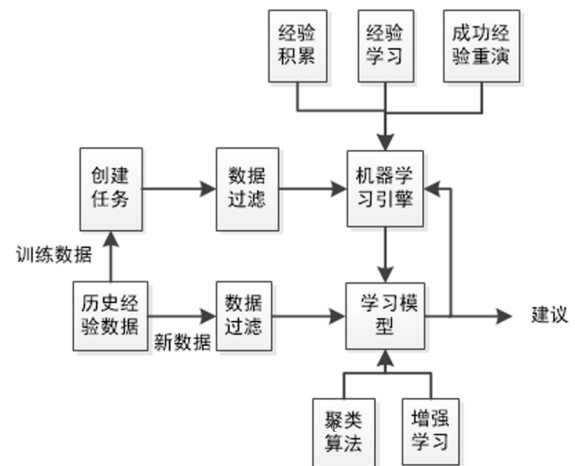


图3 5G无线网络优化系统模型训练图

本文使用黑盒子回归式强制学习、增强学习和聚类算法等方法构建智能化的5G无线网络优化系统,实现5G无线网络优化工作的人工智能化,具体的实施方案包括7个步骤:

1)对无线网络优化中路测数据和案例信息数据进行过滤,去除一些重复数据和不完整数据。

2)将5G网络中的大量经典无线网络优化案例信息数据通过聚类算法进行簇分类,分成多个网络优化案例簇类。

3)机器学习模型采用 Q 学习模型,通过经验积累、经验学习、成功经验重演等方法进行模型训练。

4)将路测数据送入 Q 学习模型中, Q 学习模型对路测数据进行分析,找出无线信号覆盖出现问题的区域,针对出现问题的区域,找出问题的原因,并提出相应的解决建议。

5)将5G无线网络优化系统输出的建议和工程师在相同区域进行人工优化工作得到的建议进行对比分析,找出其中的误差,将误差通过输出层输入到5G无线网络优化系统中。通过在增强学习中使用贝叶斯学习方式,梯度下降策略能够对增强学习模型参数进行调整,从而将5G无线网络优化系统的输出误差减小到可以接受的程度。

6)5G测试终端自动实时向5G无线网络优化系

统上传实时路测数据,5G无线网络优化系统对终端上传的数据、网络设备系统配置、参数配置和实时通信信令数据等信息进行分析,输出对应的5G网络系统参数调整建议。

7)5G无线网络优化系统将参数调整建议送到5G网络的网管系统中,由网管系统对5G网络系统参数进行调整,提高5G网络无线信号覆盖质量,实现5G无线网络优化工作的智能化。

3 现网中5G无线网络优化系统的实证研究

将5G无线网络优化系统在某区域网络中进行

了试用。在处理该区域某轴承厂的投诉时,发现该厂区内终端接收无线信号强度良好(-75 dbm左右),但有时候打不通电话。后发现该厂区内刚好是位于C1、AC1和D2局的交界处,且周围环境空旷,该区域终端能够接收到4个不同位置区的无线信号,其强度分别为-75 dbm,-76 dbm,-81 dbm,-83 dbm,信号强度的差异性小,手机在这4个不同位置区之间较易出现频繁位置更新,从而出现通信异常现象。该区域信号电磁环境图如图4所示。

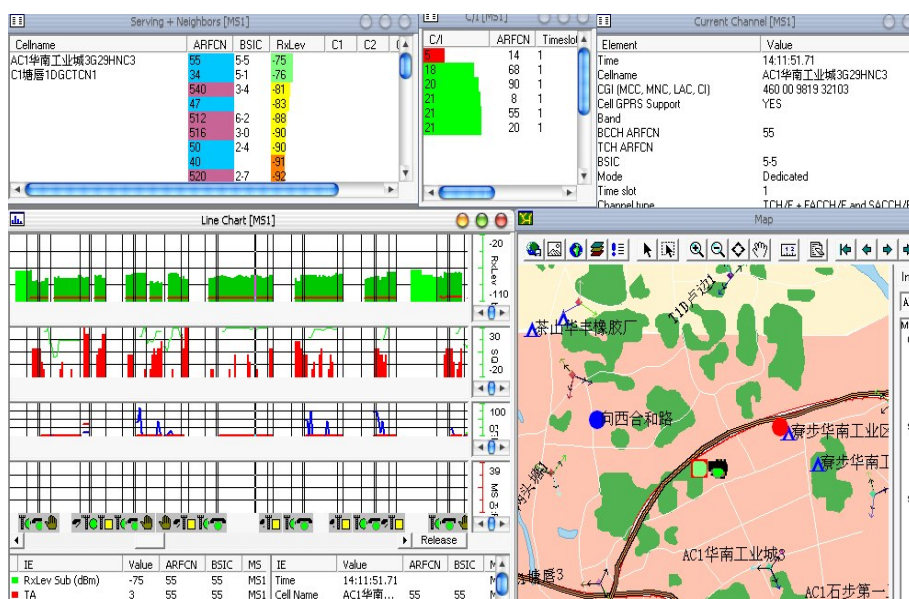


图4 调整前该区域信号电磁环境图

在完成5G无线网络优化系统和该运营商网管系统的数据对接后,5G无线网络优化系统对该段道路无线信号覆盖相关参数进行调整,AC1华南工业城3扇区的CRH(8调整12),C1塘唇1扇区的CRH(10调整12),调整后该区域终端接收到4个不同位置区的信号强度分别为-69 dbm,-74 dbm,-82

dbm,-83 dbm,最终该区域终端收到5-1基站扇区的信号强度明显大于其它基站扇区,5-1基站扇区为该区域的终端提供通信服务,此时该区域终端不再出现频繁地位置更新,也没有出现过通信异常现象了。5G无线网络优化系统对该区域进行参数调整优化后,信号电磁环境如图5所示。

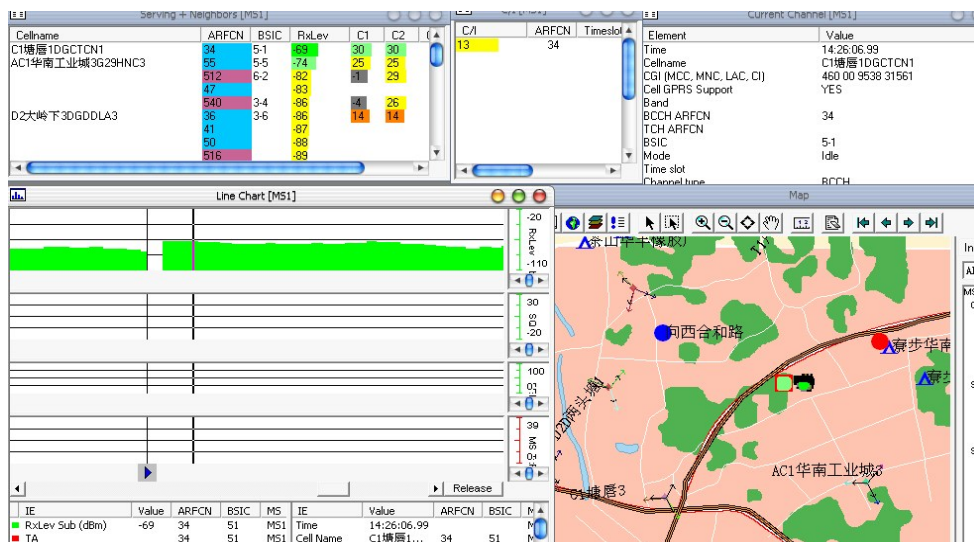


图5 调整后该区域信号电磁环境图

(下转第26页)

并进入循环。具体控制流程如图4所示。

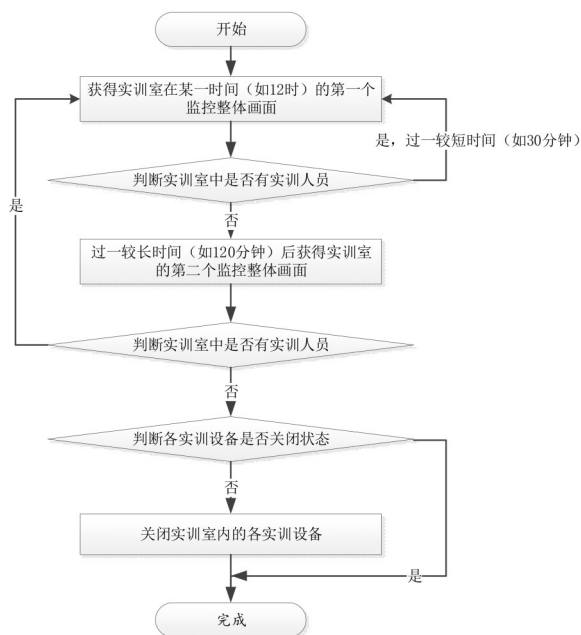


图4 实训室无人自动关闭控制流程图

3 结束语

基于人工智能的实训室智能化节能管理技术改造解决方案实施后,从技术角度对实训室进行

智能化节能管理和控制,做到一间实训室的照明及空调能耗降低一半左右,减少了不必要的电能浪费,提高了能源利用率,很好地达到节能降耗的效果。从宏观上顺应中国“双碳”目标及未来经济社会节能降耗的发展趋势,是协助构建节约型、环保型和谐社会的重要途径,促进经济可持续发展的重要方法^[5]。从微观上节约了实训室的运营成本,降低了学校运行开支,更是进一步促进节能型高校和绿色实训室构建的重要举措。

【参考文献】

- [1]万少华.高职节能照明实训室管理中节能减排方法研究[J].节能,2019(5):140-141.
- [2]钟彩.模板匹配算法在车牌字符识别中的应用[J].计算机光盘软件与应用,2014(13)36,38.
- [3]苟海彦.基于红外感应开关控制的建筑照明节能改造[J].光源与照明,2022(2):27-29.
- [4]姜向国.现代中央空调智能化及节能减排技术[J].居舍,2020(33):42-43.
- [5]黄政宇.高职计算机实训室管理中节能减排方法研究[J].计算机光盘软件与应用,2014(19):307,309.

(上接第8页)

5G无线网络优化系统对某轴承厂区的无线信号覆盖相关参数调整以后,该区域电话成功率达到99.99%,所有终端LA更新正常,提高了用户对该区域5G网络的满意度。

4 结论

本系统通过黑盒子回归式强制学习、增强学习和聚类算法等方法建立5G无线网络优化系统,实现无线网络优化工作智能化,与目前人工无线网络优化工作相比较,减少了网络优化时间,降低了网络优化使用的人力和物力成本,具有较高的社会效益和经济效益。

【参考文献】

- [1]张登峰.基于5G无线通信技术的应用前景分析[J].中国新通信,2020(7):9.
- [2]李一喆.AI落地无线网络运维四大难题待破解[J].通信世界,2018(29):40-42.
- [3]王立倩,钱航.大数据时代下人工智能与对外传播的创新[J].大众标准化,2020(15):136-138.
- [4]刘向超,蒋子泉,陈海.5G通信技术与人工智能的融合与发展趋势[J].中国高新科技,2021(9):133-134.
- [5]刘平,孙鹏,窦文娟.一种改进的最小化路测方法[J].中国新通信,2016(4):41.
- [6]陈晓鹏.5G移动通信技术在通信工程中的应用[J].大众标准化,2022(1):34-36.
- [7]CHECKO Aleksandra, CHRISTIANSEN Henrik, YAN Ying, et al. Cloud RAN for Mobile Networks—A Technology Overview [J]. Communications Surveys & Tutorials,2015(1):405-426.