

# 基于人工智能的承载网故障自愈与恢复策略研究

左雪祺 郭惠军

普天信息工程设计服务有限公司

DOI: 10.12238/ems.v6i6.8082

**[摘要]** 本研究深入研究了基于人工智能技术的承载网故障的自我修复和恢复方法,特别是对智能诊断、故障侦测以及自动化决策和响应进行了详细分析、实现了故障后评估及优化的关键技术及策略,包括自适应的优化及反馈机制,预防性维护及容错设计,快速恢复及服务保障。通过讨论存在的挑战及今后的发展方向,为增强网络稳定性及提高运行效率提出一些建议。

**[关键词]** 人工智能; 承载网; 故障自愈; 恢复策略

## Research on artificial intelligence based self-healing and recovery strategies for carrier network faults

Zuo Xueqi Guo Huijun

Putian Information Engineering Design Service Co., Ltd

**[Abstract]** This study delves into the self-healing and recovery methods of carrier network faults based on artificial intelligence technology, especially the detailed analysis of intelligent diagnosis, fault detection, automated decision-making and response, and the implementation of key technologies and strategies for post fault evaluation and optimization, including adaptive optimization and feedback mechanisms, preventive maintenance and fault-tolerant design, rapid recovery and service guarantee. By discussing the existing challenges and future development directions, some suggestions are proposed to enhance network stability and improve operational efficiency.

**[Keywords]** Artificial intelligence; Carrier network; Fault self-healing; Recovery strategy

### 引言

在数字化时代飞速发展的今天,承载网这一信息传输基础设施所承载的作用日益凸显,但是由于网络的复杂性以及用户需求多样性等原因,出现故障在所难免,这对网络运营以及用户体验都提出了相当大的挑战。为解决上述难题,人工智能技术显示出了极大的故障自愈和恢复策略的潜能。本研究旨在探索如何运用人工智能技术,如智能诊断、自动决策、自适应优化和预防性维护等多种策略,以增强承载网络的故障处理能力,并确保网络能够持续稳定地运行,同时提高用户服务的质量。

### 一、承载网故障分析

#### (一) 故障类型与特征

在对基于人工智能承载网故障自愈和恢复策略进行研究前,弄清故障类型及特点是非常关键的,承载网是通信网络中最核心的部分,承载网的稳定性与可靠性直接影响着通信服务质量与用户体验。失效的原因有很多,主要有硬件设备

的失效,软件的问题,网络拓扑的改变和环境因素等。硬件设备故障,例如路由器或者交换机等部件受损,将造成性能降低或者停止运行,从而直接影响数据传输以及服务能力<sup>[1]</sup>。软件问题主要表现为编程错误或者组态问题等,这些都会造成设备功能的不正常或者数据传输的中断。网络拓扑的改变,例如不适当的调整,会造成路由的混乱或者链路负载的不均衡。环境因素,例如电力供应问题等,也对网络的稳定性产生影响。

#### (二) 故障影响评估

一旦出现故障,会造成广泛且深刻的后果,对网络运营商,企业以及最终用户都会造成直接的影响,一是任何故障都会对用户的使用体验和服務的可靠性产生明显的负面影响。承载网是支撑多种通信服务的基础设施之一,如果出现故障会造成用户无法接入互联网,电话服务被中断或数据传输延迟加剧。这些冲击不仅影响个人用户日常通信需要,而且还会给企业业务运营、数据交换等造成严重冲击,导致用

户不满意、服务质量降低等现象<sup>[2]</sup>。二是故障对数据的安全性和网络的防护带来隐患。故障过程中，网络中的某些或所有功能都会受影响，从而会造成数据包丢失，数据泄露或未经许可接入等一系列安全问题。尤其在金融，医疗等关键行业，因故障导致的数据安全问题会严重威胁个人隐私与企业财产，甚至导致法律纠纷与责任问题的产生。另外故障也会对运营商及企业运营成本及效率造成影响。一旦出现故障，必须紧急响应并诊断出故障，不仅耗费大量人力与时间，而且在业务中断过程中会造成损失与费用增加。

### (三) 现有故障处理挑战

在现有通信网络环境下，承载网故障处理正面临着诸多挑战，这些问题直接关系到运营商及用户的服务体验和网络安全。一是由于网络拓扑结构的复杂性和设备数量的庞大，故障诊断变得更为困难<sup>[3]</sup>。现代承载网包含了数量众多的路由器，交换机，服务器以及其他设备，这些设备分布于不同的地理位置以及网络层次上，构成了一个复杂拓扑结构。出现故障后，需迅速定位故障点并需跨越多台设备协同排除故障，这对于人力及技术资源的要求较高。二是多样化和不可预测性的故障构成了另一项主要的挑战。故障的原因有很多，如硬件故障，软件问题，网络拓扑变化，环境因素等等，其具体的表现形式及影响的程度是很难预测并彻底防范的。这种多样性与不可预见性，使传统故障处理方法很难得到有效处理。此外，故障处理实时性与高效性也是目前所面临的主要难题之一。信息化社会，网络故障随时都有出现，对于业务的冲击要求迅速做出反应并加以应对。传统手动排障及处理方式效率较低，不能适应现代通信业务快速恢复及服务保障需求。最后指出安全性与隐私保护在故障处理方面面临着至关重要的挑战。处理故障时，需要保证故障数据与用户数据之间的安全，避免信息泄露与隐私暴露。

## 二、基于人工智能的故障自愈技术

### (一) 智能诊断与故障检测

表1 基于人工智能的承载网故障自愈与恢复策略中的自动化决策与响应

关键角色	描述
机器学习和决策模型	基于实时监测数据和历史分析结果，自动判断故障的严重程度、影响范围和可能的解决方案。根据预设的优先级和规则，自动选择最合适的恢复策略，如设备切换、路径重配置或流量调度等。
自动化响应	在极短的时间内完成对故障的处理和恢复动作 包括基础设施层面的自动化操作，以及对用户服务的调整和重新路由。 减少人为干预需求，提高响应速度和准确性，降低运营成本并优化资源利用率。
安全性和可靠性	具备严格的权限管理和安全控制机制，确保只有授权人员访问和操作关键网络设备和数据。 确保系统在处理故障时的稳定性和可靠性，防止未经授权的访问和操作，保护网络安全和用户数据。

### (三) 自适应优化与反馈机制

在基于人工智能的承载网故障自愈与恢复策略中，自适应优化与反馈机制扮演着关键角色。这些机制通过持续监测和分析网络运行状态，自动调整和优化系统配置，以应对动态变化和未知故障，从而提高网络的适应性和效率。一是自

智能诊断和故障检测是基于人工智能承载网故障自愈和恢复策略的关键。该智能诊断系统借助先进数据分析与机器学习技术可对承载网运行状态与性能数据进行实时监控与分析。包括监测设备实时工作参数，流量数据，传输延迟和网络拓扑变化。主要技术有：异常检测算法发现与正常运行模式不同的异常，例如设备性能降低，数据包丢失或者网络拓扑结构发生异常改变等。另外智能诊断系统将历史数据与实时数据相结合，通过原因分析找到引起故障发生的具体因素及影响区域。就故障检测而言，智能系统采用大数据分析技术实现大规模数据快速处理与分析，以便于故障出现后快速确定问题位置，及时报警或者告知运维人员。

### (二) 自动化决策与响应

在以人工智能为基础的承载网络故障的自我修复和恢复策略中，自动化的决策和反应起到了不可或缺的作用。该过程覆盖故障检测至自动化响应全过程，利用智能算法并结合预设策略实现故障快速准确处理，以减少故障给网络服务带来的冲击<sup>[4]</sup>。一是决策的自动化过程高度依赖于尖端的机器学习技术和决策模型。这些模型可根据实时监测数据及历史分析结果自动地判断出故障严重程度，影响范围及解决方法。比如在发现设备故障或者网络拓扑发生变化后，系统能够按照预设优先级及规则自动地选择最适合设备切换，路径重配置或者流量调度的恢复策略。二是利用自动化响应，在非常短的时间里处理并恢复出故障。其中不只是基础设施层面上的自动化操作问题，会涉及用户服务调整与重新路由问题，从而保证服务持续性并最小化服务中断时间。自动化响应也能通过降低人为干预要求来提高响应速度与精度，进而降低运营成本，优化资源利用率。最后提出了自动化决策及响应实现需充分考虑安全性及可靠性。该系统必须有严密的权限管理与安全控制机制以保证仅有授权人员能够对关键网络设备及数据进行接入与运行。

适应优化依赖于实时数据和智能算法。系统能够通过监控流量负载、设备运行状态和用户行为等数据，实时调整网络资源分配和路径选择，以最大化网络吞吐量、降低延迟，并优化用户体验。这种实时调整能力对于应对突发流量或网络拓扑变化至关重要，有效地提升了网络的响应速度和整体性能。

二是通过反馈机制,系统能够从过去的的数据中吸取教训并进行优化<sup>[5]</sup>。通过对故障处理效果及结果的分析,该系统能够确定最为高效的应对策略并不断改进。该反馈循环既提高了自动化决策精度,又加快了故障处理过程中知识积累与经验分享的速度,使得系统面临同类故障时变得更智能、更有效。最后要求自适应优化及反馈机制符合业务需求及用户期望。该系统应具备根据不同的服务级别协议(SLA)和业务优先级动态调整优化策略的能力,以确保在故障处理阶段能够优先满足关键业务和核心用户的通信需求。

### 三、承载网故障恢复策略

#### (一) 预防性维护与容错设计

承载网运行维护管理时,预防性维护及容错设计为重点策略,其目的在于提升网络运行稳定性及可靠性,防止造成服务中断等潜在失效。一是预防性的维护主要集中在定期对网络设备和系统进行检查和保养。其中包括对设备进行经常性巡检,软件升级以及补丁管理等,从而保证设备处于最新安全及性能优化运行状态。通过预防性维护能够有效地降低设备因老化或者软件漏洞导致故障发生的几率,提升整体网络运行稳定性。二是在网络结构和设备部署方面,容错设计着重于冗余和备份的策略。通过配置冗余设备,备用链路以及数据备份等措施,即使部分设备或者链路出现故障,该系统也能维持其基本服务能力。容错设计在增强网络抗故障能力的同时,也能降低故障给用户及业务带来的冲击,保证业务连续性及可用性。将维护与容错设计相结合,有效降低突发性故障造成服务中断,数据丢失等风险。预防性维护是通过预先检测并维修出现的问题来减少故障出现的概率。并且容错设计通过备份与冗余措施最大限度减轻故障所造成的冲击。

#### (二) 快速恢复与服务保障

当面临承载网失效时,快速恢复及服务保障是一个非常关键的策略,其目的在于最小化失效对用户及业务造成的冲击,确保网络持续运行及服务质量。一是要实现快速的恢复,必须依赖于高效的故障响应流程和自动化的恢复机制。采用实时监测与智能分析相结合的方法,该系统能迅速地对故障原因进行检测与定位,对备用设备进行自动开机或路径切换等操作,使其能在较短的时间内回复到受影响业务。该快速反应能力显著降低故障给用户体验带来的不利影响,增强服务可用性与可靠性。二是服务保障的核心理念是在出现故障的情况下,持续地提供必要的核心服务。通过灵活多样的负载均衡与资源调配策略实现了系统故障过程中服务流量的自动调节,保证了关键业务与高优先级用户获得服务保障的优先权。该策略既能缩短业务中断时间又能在最大程度上保证满足用户通信需求。快速恢复和服务保障要想顺利实施,必须做好充分准备和计划,其中包括经常开展应急演练、优化

响应流程等。另外,不断地监测与性能评估是确保策略有效性的重点,通过对网络健康状态与性能指标的监测,对恢复策略进行及时地调整与优化,使其能够满足动态变化的网络环境与需要。

#### (三) 故障后评估与优化

故障后评价及优化对承载网管理起着至关重要的作用,不仅有助于了解并解决目前存在的故障问题,而且为今后网络的优化工作提供有价值的经验教训。一是在故障发生后,评估工作高度依赖于全方位且精确的数据搜集和解析。通过对故障过程中日志记录,监测数据及用户反馈等信息进行查阅,能够对故障产生原因,影响范围及应对措施有效性进行深入分析。这一系统性评估既有利于发现系统中存在的缺陷或者运维疏漏之处,也能对增强网络稳定性、防止日后故障发生提出具体意见。二是在故障发生后的优化过程中,会根据评估的结果来制定相应的改进策略。其中涉及诸如更新设备固件,增强网络安全措施或者优化负载均衡策略等技术调整及优化,涉及诸如完善故障响应流程或者增强人员培训及交流等过程改善。通过不断改进措施不断提高网络稳定性及运行效率。最后提出故障后评估及优化需建立完善的反馈机制及持续改进的文化。运营团队应定期对故障处理流程进行审核更新,主动接受用户及技术人员反馈。这种不断改进的精神促进技术创新并采用最佳实践,从而使得网络管理更能适应并更有效率地迎接未来的挑战。

### 结论

以人工智能为技术基础的承载网中故障自愈及恢复策略不只是一次技术革新,而是网络管理及运维模式上的一次深刻改革。实现智能诊断与自动化响应有效地减少故障处理时间、增强网络服务可用性与响应能力。与此同时预防性维护与快速恢复机制为网络运行连续性提供了保障。今后在科技不断进步、应用场景不断拓展的情况下,将满怀信心地通过不断创新进一步提高承载网自愈能力,给用户营造一个更稳定、更可靠的环境。

#### [参考文献]

- [1]宋汶霖. 配电系统中基于人工智能的故障诊断与恢复策略[J]. 通信电源技术, 2023, 40(20): 259-261.
- [2]李兰飞. 基于人工智能提升承载网络运营水平的研究[J]. 电信技术, 2019(6): 3.
- [3]张鑫,高翔. 智能配电网故障恢复研究[J]. 科技展望, 2014, 000(012): 375-375.
- [4]姜俊秋,车德敏. 基于人工智能的电力系统故障检测与自动修复方法研究[J]. 电气技术与经济, 2024(003): 000.
- [5]陈国炜. 基于人工智能的电力设备故障诊断与修复策略研究[J]. 网络安全和信息化, 2023(12): 75-77.