



专题:SDN & NFV

基于改进智能优化算法的网络功能 虚拟化故障分析处理方法

王智明¹, 陈冰²

(1. 中国联合网络通信有限公司研究院, 北京 100032;

2. 中国联合网络通信有限公司总部, 北京 100033)

摘要:网络功能虚拟化已成为全球电信行业发展的重要趋势,随着网络功能虚拟化的快速发展及其电信业务的迅速增长,需要处理分析的数据量过大、分析和处理故障的效率较低等问题日益突出。针对日益迫切的网络功能虚拟化发展需求,基于改进智能优化算法的网络功能虚拟化故障分析处理方法对于网络功能虚拟化的迅速持续发展具有重要意义。在研究网络功能虚拟化传统故障管理功能机制的基础上,提出了一种基于改进智能优化算法的网络功能虚拟化故障分析处理方法,较好地解决了网络功能虚拟化故障分析处理的现存问题。

关键词:电信行业;网络功能虚拟化;故障分析处理

中图分类号:G305

文献标识码:A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2016099

Network function virtualization fault analysis and processing method based on improved intelligent optimization algorithm

WANG Zhiming¹, CHEN Bing²

1. Research Institute of China United Network Communications Group Co., Ltd., Beijing 100032, China

2. Headquarters of China United Network Communications Group Co., Ltd., Beijing 100033, China

Abstract: Network function virtualization has become an important trend in the global development of telecommunications industry, with the rapid development of network function virtualization and rapid growth of the telecommunications business, analysis and processing of data is too large to deal with, its problems such as low efficiency of fault analysis and processing have become increasingly prominent. For the increasingly urgent development needs of network function virtualization, fault analysis and processing method based on improved intelligent optimization algorithm is important for the rapid and sustainable development of network function virtualization. Based on the research of the convention mechanism of fault analysis and processing for network function virtualization, a method of fault analysis and processing for network function virtualization based on improved intelligent optimization algorithm was presented, it could solve the existing problems of fault analysis and processing for network function virtualization better.

Key words: telecommunications industry, network function virtualization, fault analysis and processing

1 引言

随着全球电信行业网络服务供应的成本逐渐升高, 兼顾现有网络的复杂度, 即便满足基本需求也需要耗费较高的成本。目前, 电信运营商的网络主要依赖数量巨大且仍在不断增加的硬件应用。部署新的网络服务需要不断增加运营成本和资本支出, 同时需要运营所需要的专业技术及复杂硬件应用。而且, 网络服务已遍及每一个角落, 网络服务在需求—设计—整合—部署循环周期中一般很少或没有经济收益。进一步, 硬件的生命周期随着技术、服务发展创新的加速而逐渐缩短。

网络功能虚拟化(NFV)的部署帮助运营商实现了灵活、简单、硬件设备统一、高效的网络^[1,2]。运营商通过 API 开放实现了灵活、多样的网络服务能力^[3-5]。网络功能虚拟化现已成为全球电信行业发展的重要趋势^[6,7], 网络功能虚拟化技术是为了解决现有专用通信设备的不足而产生的, 是对传统网络功能进行虚拟化, 并将其承载于通用硬件构成的软件平台^[8,9]。在这种情况下, 面对日益迫切的网络功能虚拟化发展需求^[10,11], 网络功能虚拟化故障分析处理方法对于网络功能虚拟化的迅速持续发展具有重要意义。

随着电信应用业务的快速增长和网络功能虚拟化的

快速发展^[12,13], 传统的网络功能虚拟化使用网元管理系统 (element management system, EMS) 以及由网络功能虚拟基础设施 (network function virtual infrastructure, NFVI) 等上报的故障管理方式^[14,15], 存在较多局限性, 如准确度不高、故障处理时间较长、故障处理效率较低等, 已经不再适用, 必须提出新型的适用于高服务要求和大数据量处理分析的故障分析的处理方法。综上所述, 本文提出了一种基于改进智能优化算法的网络功能虚拟化故障分析处理方法, 该方法具有准确度高、故障处理时间较短、故障处理效率较高等优势。

2 网络功能虚拟化故障分析处理总体架构

图 1 为网络功能虚拟化的故障分析处理总体架构^[16,17]。

网络功能虚拟化的故障分析处理方法采用松耦合架构^[18-20]。系统从横向可分为两个域: 业务网络域和管理编排 (management and orchestration, MANO) 域, 管理编排域包含的网络功能虚拟化组织与编排 (NFVO) 主要包括故障管理和流程编排等 8 个子功能模块。

为了满足服务等级协议 (service level agreement, SLA) 的要求, 故障管理功能子模块一般采用典型的集中或分布式部署模式。故障管理功能子模块的故障通知机制的通知

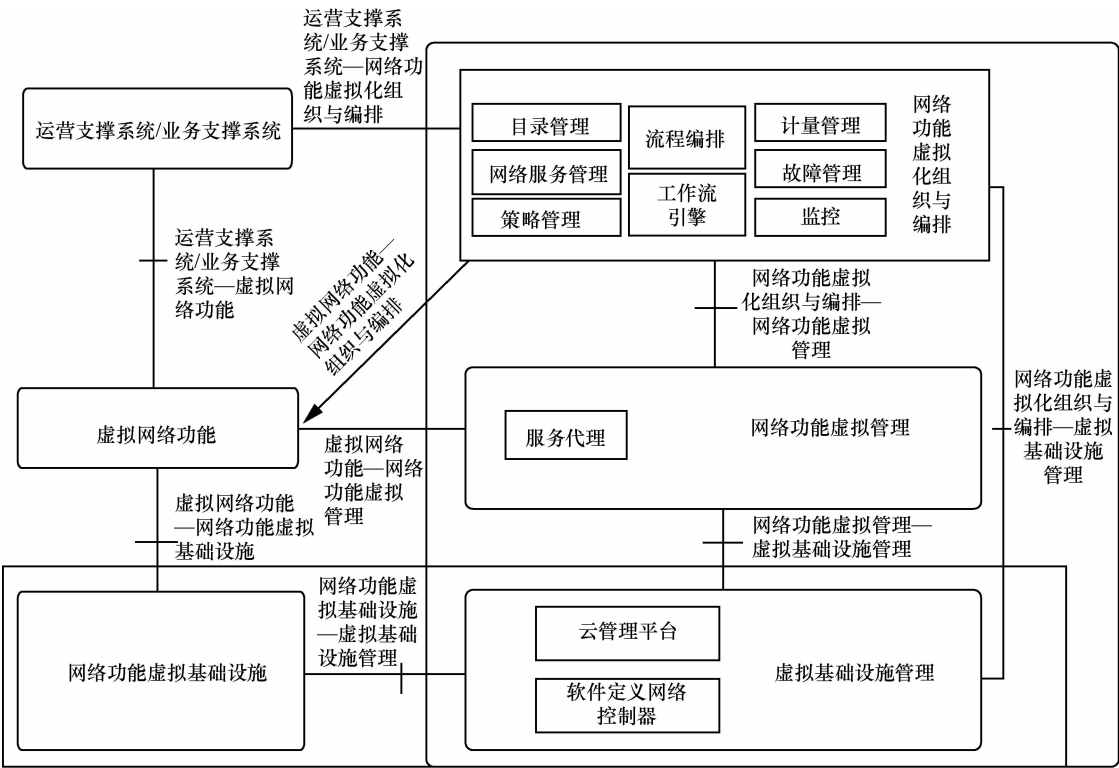


图 1 网络功能虚拟化故障分析处理总体架构



来源为物理基础设施(计算、存储和网络)、虚拟化基础设施(虚拟机相关)、应用逻辑(VNF实例相关故障)。故障管理功能子模块在进行故障的根源分析和处理后,根据相应的故障信息在最短时间内进行处理,本文的故障管理功能子模块准确度高、故障处理时间较短、故障处理效率较高。

3 基于网络功能虚拟化架构的准确高效故障分析处理方法

准确高效故障分析处理方法包括获取订阅点消息单元、获取故障点消息单元、分析决策单元和消息通知单元。获取订阅点消息单元用于获取网络功能虚拟化架构中的订阅点发送的故障订阅消息;获取故障点消息单元用于获取网络功能虚拟化系统中故障发布点(基础设施或虚拟网络功能)发送的故障发布消息;分析决策单元用于将所述请求订阅的故障信息和所述故障发布消息进行分析决策,生成故障通知消息;消息通知单元用于将所述故障告知与所述订阅点的标识关联的订阅点,进而实现故障点信息的准确快速分析决策和通知。网络功能虚拟化故障分析处理方法流程如图2所示。

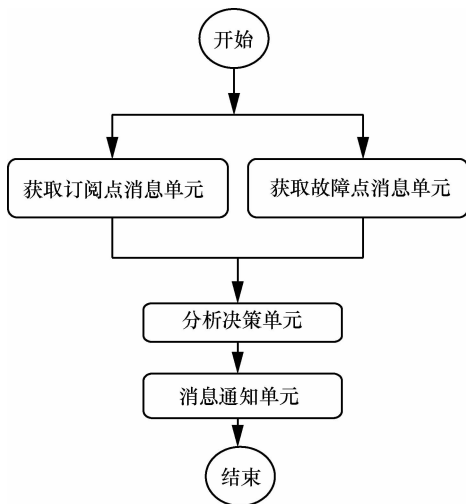


图2 网络功能虚拟化故障分析处理方法流程

本文采用贪婪智能优化算法进行属性约简,并使用粗糙集算法进行分析决策。该方法有效提高了相关故障分析处理的准确度,并且有效减少了网络功能虚拟基础设施和虚拟网络功能的相关故障分析处理时间,较大提高了故障分析处理效率。

属性约简已被验证为非确定多项式(non-deterministic

polynomial, NP)问题,常用的属性约简方法往往是局部最优却不能取得全局最优,并且,随着数据量增加,约简复杂度也会增大,更难以取得全局最优。

本文提出了一种改进智能优化粗糙集算法,此算法在智能优化算法的评估函数中使用粗糙集思想,使用贪婪思想进行最优选择操作,使用切比雪夫距离进行种群更迭,明显改善了该算法获得最优属性的效率和准确性。改进智能优化粗糙集算法流程如图3所示。

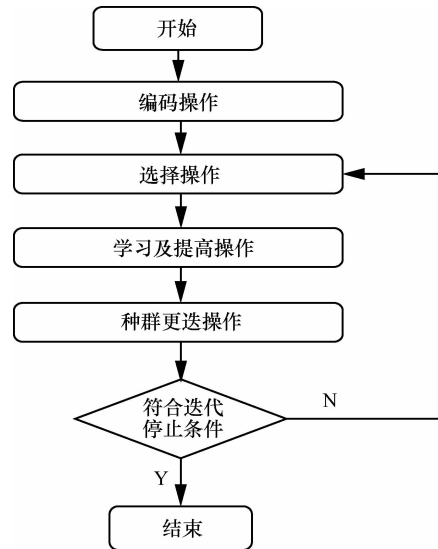


图3 改进智能优化粗糙集算法流程

具体步骤如下所示。

(1)设定改进智能优化粗糙集算法的初始参数,300为最大迭代次数,并规定编码规则及表现形式。

(2)编码操作

初始迭代种群中的初始个体交换为由0和1构成的原始解,所有个体均为可行解。每一个个体的表示形式均为距离为 H (H 即属性总数)的二进制数值串。其中的一位对应每一个个体的某个属性。若取值为1,即具有此属性;否则,无此属性。

评价函数,该算法在迭代求解阶段中以评价函数进行评价。其中,使用属性频率为评价函数进行启示,某属性的频率越高则其区别性越强。并且,使用变值系数 ε_{ij} 区分矩阵的属性频率计算式为:

$$F(\alpha) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

其中,如果属性 α 在区分矩阵中,则 ε_{ij} 为1,否则为0。本文构建的评价函数为:

$$f = \frac{(1+\eta)-d(y)}{H} \quad (2)$$

式(2)中, $d(y)$ 为每一个个体包含的属性数量, H 为每一个个体距离, η 为每一个个体的属性频率和。综上所述, 每一个个体的属性数量少且区分功能强大时, 则迭代到下一次的可能性较大。

(3) 选择操作

即按照评价函数的值区分优劣并保留优秀的个体。并且, 当次迭代前的优秀个体替换掉本次迭代的部分劣势个体。假设种群规模为 k , 每一个个体的评估函数值为 $f(j)$, $j=1, 2, \dots, k$ 。

采用贪婪思想选择优秀个体, 并且采用改进的保留优秀个体的方式, 让待选个体依据评估值排列, 其中待选个体的最小评估值为 $m(j)$, 则将迭代前评估值大于 $m(j)$ 的个体替换迭代后的劣势个体, 从而确保智能优化粗糙集算法获取全局最优解。

(4) 学习及提高操作

本文采用动物群体在捕食中的学习和提高思想, 即先依据每一个个体的评估值, 将种群中最优秀个体的捕食位置作为全局最优捕食位置和当次迭代的最优捕食位置, 然后种群中其余个体均依据式(3)对种群个体的捕食位置 p 进行学习和提高。

$$p_j^{r+1} = p_j^r + \left[\left(\frac{1}{r} \right)^2 \left((l_g^r - p_j^r)^2 + (l_j^r - p_j^r)^2 \right) \right] t \quad (3)$$

其中, r 为当前迭代次数, 一般取 $r \leq 300$; l_j^r 为当前迭代的最优捕食位置, l_g^r 为全局最优捕食位置。在当次迭代中, 种群中的每一个个体在学习和提高后均趋于全局最优捕食位置 l_g^r 和当次迭代的最优捕食位置 l_j^r , 并且随着当前迭代次数 r 的不断增大, 全局最优捕食位置对种群个体的捕食位置学习与提高的影响权重逐渐提高, 可确保种群个体的捕食位置学习与提高的趋势逐渐趋于种群的全局最优捕食位置。

(5) 种群更迭操作

多点更迭, 即随机选取多个更迭点。并且, 使用切比雪夫距离判断每两个个体的相似度, 将对应更迭点的数值互相替换。其个体相似度为:

$$d_{uv} = \lim_{p \rightarrow \infty} \left(\sum_{i=1}^n |u_i - v_i|^p \right)^{\frac{1}{p}}$$

$$res = \frac{1}{1 + d_{uv}} \quad (4)$$

其中, 距离度量值 d_{uv} 越高, 个体相似度值 res 越低, 区别性越高。

$\lim_{p \rightarrow \infty} \left(\sum_{i=1}^n |u_i - v_i|^p \right)^{\frac{1}{p}}$ 为个体 u 和 v 的距离。依据某些动物群体繁衍的抽象规则, 仅由种群中最优秀个体分别与种群中其余个体进行可能的种群更迭, 并且仅当每两个个体的个体相似度 $res \leq 0.2$ 时才执行更迭操作, 从而确保迭代种群的多样性和准确性。

(6) 若符合迭代停止条件则本算法结束, 否则转至选择操作。

4 结束语

网络功能虚拟化已成为全球电信行业发展的重要趋势, 并且电信应用业务和网络功能虚拟化仍在持续快速发展。针对日益迫切的网络功能虚拟化发展需求, 本文提出了基于改进智能优化算法的网络功能虚拟化故障分析方法, 该方法基于改进智能优化算法, 结合了粗糙集理论, 能较好地适用于网络功能虚拟化的故障分析和处理, 并提供了有效的解决方案。

参考文献:

- [1] PAGLIERANI P. High performance computing and network function virtualization: a major challenge towards network programmability [C]//Communications and Networking (BlackSeaCom) on 2015 IEEE International Black Sea Conference, May 18-21, 2015, Constanta, Romania. New Jersey: IEEE Press, 2015: 137-141.
- [2] LI X, QIAN C. Low-complexity multi-resource packet scheduling for network function virtualization [C]//2015 IEEE Conference on Computer Communications (INFOCOM), April 26-May1, Hong Kong, China. New Jersey: IEEE Press, 2015: 1400-1408.
- [3] VILALTA R, MUNOZ R, MAYORAL A, et al. Transport network function virtualization [J]. Journal of Lightwave Technology, 2015, 33(8): 1557-1564.
- [4] YU R, Xue G, KILARI V T, et al. Network function virtualization in the multi-tenant cloud[J]. IEEE Network, 2015, 29(3): 42-47.
- [5] RANKOTHGE W, MA J, LE F, et al. Towards making network function virtualization a cloud computing service[C]//Integrated Network Management (IM) on 2015 IFIP/IEEE International Symposium, May 11-15, 2015, Ottawa, ON, Canada. New Jersey: IEEE Press, 2015: 89-97.
- [6] MIYAZAWA M, HAYASHI M, STADLER R. vNMF: distributed fault detection using clustering approach for network function



- virtualization[C]//Integrated Network Management (IM) on 2015 IFIP/IEEE International Symposium, May11-15, 2015, Ottawa, ON, Canada. New Jersey: IEEE Press, 2015: 640-645.
- [7] BOUET M, LEGUAY J, CONAN V. Cost-based placement of vDPI functions in NFV infrastructures [J]. International Journal of Network Management, 2015, 25(6): 490-506.
- [8] AL-QUZWEENI A, EL-GORASHI T E H, NONDE L, et al. Energy efficient network function virtualization in 5G networks [C]//Transparent Optical Networks (ICTON) on 17th International Conference, July 5-9, 2015, Budapest, Hungary. New Jersey: IEEE Press, 2015: 1-4.
- [9] NEMETH B, SIMONART X, OLIVER N, et al. The limits of architectural abstraction in network function virtualization[C]//Integrated Network Management (IM) on IFIP/IEEE International Symposium, May 11-15, 2015, Ottawa, ON, Canada. New Jersey: IEEE Press, 2015: 633-639.
- [10] GE X, LIU Y, DU D H C, et al. OpenANFV: accelerating network function virtualization with a consolidated framework in openstack [C]//ACM Conference on SIGCOMM, August 17-22, 2014, Chicago, Illinois, USA. New York: ACM Press, 2014: 353-354.
- [11] SPINOSO S, LEOGRANDE M, RISSO F, et al. Automatic configuration of opaque network functions in CMS [C]//2014 IEEE/ACM 7th International Conference on Utility and Cloud Computing, December 8-11, 2014, London, England. London: IEEE Computer Society, 2014.
- [12] KAO C N, SI S, HUANG N F, et al. Fast proxyless stream-based anti-virus for network function virtualization[C]//1st IEEE Conference on Network Softwarization (NetSoft), April 13-17, 2015, London, England. New Jersey: IEEE Press, 2015: 1-5.
- [13] SUN S, KADOCH M, GONG L, et al. Integrating network function virtualization with SDR and SDN for 4G/5G networks[J]. IEEE Network, 2015, 29(3): 54-59.
- [14] HAN B, GOPALAKRISHNAN V, JI L, et al. Network function virtualization: challenges and opportunities for innovations[J]. IEEE Communications Magazine, 2015, 53(2): 90-97.
- [15] JANG H, JAEHOON J, KIM H, et al. A survey on interfaces to network security functions in network virtualization [C]//2015 IEEE 29th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA), March 24-27, 2015, Gwangju, Holland. New Jersey: IEEE Press, 2015: 160-163.
- [16] BARI M F, CHOWDHURY S R, AHMED R, et al. Nf.io: a file system abstraction for NFV orchestration [J]. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 2015, 45(5): 361-362.
- [17] RIGGIO R, SCHULZ-ZANDER J, BRADAI A. Virtual network function orchestration with scylla[J]. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 2015, 45(5): 375-376.
- [18] ZHANG S, ZHANG Q, BANNAZADEH H, et al. Outing algorithms for network function virtualization enabled multicast topology on SDN [J]. IEEE Transactions on Network & Service Management, 2015, 12(4): 580-594.
- [19] MIJUMBI R, SERRAT J, GORRICO J, et al. Network function virtualization: state-of-the-art and research challenges [J]. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2015, 18(1): 236-262.
- [20] LIANG C, YU F R, ZHANG X. Information-centric network function virtualization over 5g mobile wireless networks [J]. Network IEEE, 2015, 29(3): 68-74.

[作者简介]



王智明(1982-),男,中国联合网络通信有限公司研究院工程师,主要研究方向为云计算、智慧城市、网络功能虚拟化。



陈冰(1972-),男,中国联合网络通信有限公司总部高级工程师,主要研究方向为云计算、运维自动化、网络功能虚拟化。