



一种基于区块链技术的智能运维系统的设计与实现

屈阳, 钱蓓力, 张呈宇, 龙岳, 贾捷

(中国联合网络通信有限公司研究院, 北京 100176)

摘要: 近年来伴随着 IT 系统日趋复杂化、规模化的演进, 对 IT 运维技术提出了更高的要求。从区块链 Raft 共识算法技术角度出发, 深入阐述了区块链技术在智能运维系统中的应用。通过对比区块链技术与传统技术, 给出了新的设计组合架构及改建技术难点, 以解决现有 IT 系统运维存在的问题, 实现基于区块链技术的智慧运维系统。

关键词: IT 运维; 区块链; IT 系统; 业务平台

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2020053

Design and implementation of intelligent maintenance system based on blockchain technology

QU Yang, QIAN Beili, ZHANG Chengyu, LONG Yue, JIA Jie

Research Institute of China United Network Communications Co., Ltd., Beijing 100176, China

Abstract: In recent years, with the increasingly complex and large-scale evolution of IT systems, objectively higher requirements have been placed on IT operation and maintenance technology. From the perspective of blockchain Raft consensus algorithm technology, the application of blockchain technology in intelligent operation and maintenance system was elaborated. By comparing the blockchain technology with the traditional technology, a new architecture and some reconstruction difficulties to solve the existing problems were provided, to realize a smart operation and maintenance system based on the blockchain technology.

Key words: IT operation and maintenance, blockchain, IT system, business platform

1 引言

随着企业信息化技术的飞速发展, IT 系统的规模呈几何式爆发增长。IT 系统在为企提供快捷便利服务的同时, 企业对 IT 系统的依赖程度也越来越高, 进而对 IT 系统运维工作提出了更高的

要求, 如何保障 IT 系统高效、稳定、持续不间断地提供服务, 成为 IT 系统运维人员亟待解决的问题。传统的运维工作以人工为主, 这种方式往往造成响应慢、处理周期长、服务过程无序, 严重影响运维部门对核心业务的支撑效率。IT 运维的智能化、自动化成为未来运维工作的发展趋势。

本文深入探索了区块链技术在智能运维系统中的应用。

2 IT 运维管理研究现状

IT 运维管理的发展初期经历了长期过程,历程大致可划分为网络管理、系统管理、集中监控、服务管理等阶段。IT 系统运维管理的概念最早于 2000 年进入中国,在 2007 年后开始走向规模化,并与国际发展逐步一致。

我国 IT 运维管理生态前期主要由国外厂商主导,后续国内厂商开始做强,逐步达到与国外厂商相抗衡的状况。目前国内运维管理行业基本是国内与国外产品共同竞争的局面,市场的主要竞争为:国外主要以 IBM、HP、BMC 等厂商为代表,占据目前高端金融、电信等行业,具有较强的竞争力,但在我国的实施成本、应用难度和本地化方面存在劣势。伴随着我国 IT 技术信息化与互联网化的飞速发展,IT 运维管理从传统原厂运维管理走向第三方外包运维管理,根据最新统计数据,近几年,IT 运维外包市场规模保持高速增长;2012—2018 年复合增长率高达 20.3%;2020 年 IT 运维外包市场规模预计达到 1 655 亿元,同比增加 19.5%。总体来说,IT 运维管理行业是一个朝阳行业,未来前景良好。

近年来,伴随着企业 IT 信息技术的飞速发展,IT 系统运维也发生了很大变化。主要表现在以下 3 个方面。

(1) 运维架构

从 IOE (IBM、Oracle、EMC) 架构向互联网结构变化。传统运维 IT 体系架构以 IBM 商用小型机、Oracle 商用数据库、EMC 高端存储设计为代表,IT 系统运维大部分处于手工运维阶段,企业运维以稳定和高性能为目标,IOE 商用成熟软、硬件产品确实比同期其他产品更有优势。现在随着企业 IT 技术向互联化发展,这种云化、分布式、开源化、高扩展性的 x86 化技术架构开始逐步走

入传统企业的视线。这种技术的 IT 系统技术架构的革新,必然推动 IT 运维技术的巨大发展。

(2) 运维体系

从 ITIL 向 DevOps (development operations) 变化。ITIL 融合了全球最佳 IT 实践,是 IT 部门用于计划、实施和运维的高质量的服务准则,更加强调流程、规范与分工。这种机制在 IOE 集中架构的前提下非常适合,业务变更不太频繁,流程复杂与业务变更频率低的方式也非常适合当时技术发展。随着 IT 技术架构向互联网架构变化,业务迅速发展,强调 IT 系统更好地按需而变,更敏捷地响应市场的需求,DevOps 将更能适应现在 IT 系统发展。DevOps 特性更强调反应敏捷,大大提高了效率;自动化流程代替冗长的流程;跟 ITIL 注重分工不同,DevOps 强调开发与运维融合。

(3) 运维平台

从 ITOM (information technology and operations management) 自动化向 AIOps (artificial intelligence for IT operations) 智能化转变。当前传统的 ITOM 工具缺乏分析能力,对采集到的运维数据不能进行洞察,无法将数据进行知识化的本质提升。但伴随着规模不断扩大的 IT 系统、日益复杂的 IT 架构以及海量的 IT 系统运维数据,IT 运维方式需要由原来的人工、被动响应变为更主动、高效、智能。AIOps 是由 Gartner 在 2016 年发布的报告中首次提出的基于大数据及算法的 IT 系统运维概念:通过大数据、深度学习及高级分析技术,提供具备主动性、人性化及动态可视化的能力,直接或间接地提升目前传统 IT 系统运维的能力。

3 区块链智能化运维系统设计

3.1 功能架构

本文提出一种基于区块链技术的智能化运维监控系统,主要包括业务平台、区块链节点、运维监控平台、客户端 4 部分。区块链智能化运维系统的功能架构如图 1 所示。

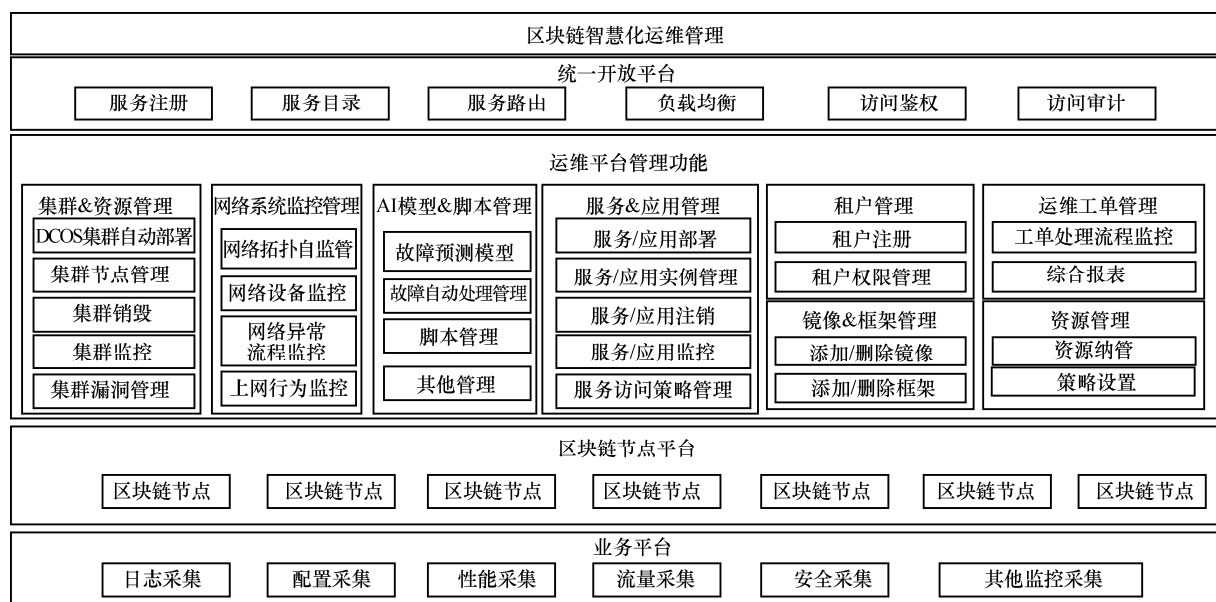


图1 区块链智能化运维系统功能架构

- 业务平台是各个被监控点的业务运行的运行环境。
- 区块链节点是业务平台和运维监控平台之间的媒介，负责记录业务平台系统错误日志，针对错误日志进行优先级（告警级别）排序，并将以上数据写入相应的区块链 leader 节点，该节点后续会对所有 follower 节点进行日志同步，所有的区块链节点最终形成区块链综合监控数据区。
- 智能运维监控平台是针对区块链节点平台发出告警的信息，利用大数据分析和深度学习技术进行模型训练，建立系统运维预测模型，将 IT 运维由事后保障变为事前预警，并将告警或者预警信息，以短信或者邮件等形式的通知运维人员。
- 客户端负责接收运维通知的告警数据。

3.2 技术路线

前期的技术选型通过集成已有的开源软件技术完成以下功能的搭建。

(1) 共识 Raft 算法

本系统在运营商内部部署，选取了区块链私

链中的 Raft 技术，适用环境一般不考虑存在恶节点，只考虑系统或者网络原因导致的故障节点。利用共识算法 Raft 的 leader election 和 log replication 技术执行所有业务平台运维数据的记录并存储所有的数据，将所有区块链节点进行同步。

(2) 大数据分析和深度学习 AI 技术

运用大数据分析技术，将大量故障信息、系统信息和硬件服务信息进行大数据分析并运用 Spark 进行实时计算，依托机器学习/深度学习算法，在海量运维数据中抽取隐含的关联特征和规则，进而追溯事件根因、精准定位故障。同时，通过共性特征的提取，对未来事件进行预测，使 IT 运维工作由被动响应式改为主动式预警。提供 IT 运维工作预测性感知和前瞻性的保障能力，确保系统可靠、平稳运行并提供优化建议。

区块链自动化运维系统使用“区块链 Raft 技术+大数据分析+深度学习”技术的架构，如图 2 所示，分为数据层、网络层、共识层、激励层、合约层和应用层的管理系统。

- 数据层：负责区块链底层数据的物理形式。

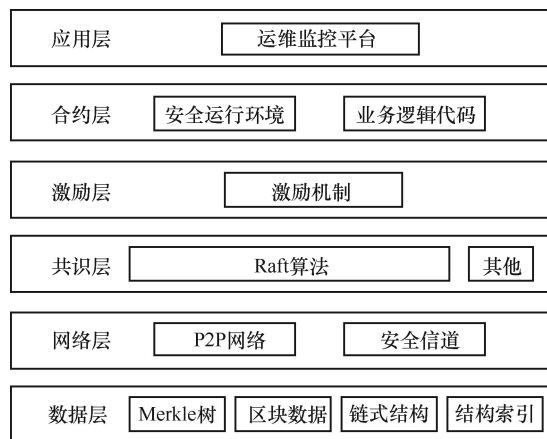


图2 区块链一般技术架构

- 网络层：实现区块链网络中节点之间的同步或者交流。
- 共识层：负责让区块链节点在去中心化的传统系统中高效地针对新增节点数据，让不同节点数据达成共识。
- 激励层：负责各个业务平台参与区块链节点存储和运营过程的激励机制。
- 合约层：支持针对运维数据自动执行的业务逻辑与相关算法。
- 应用层：AI 算法实现以及其他业务场景实现。

4 关键技术——区块链共识算法 Raft

本系统提供一种基于区块链 Raft 算法技术的智慧运维平台，区块链智慧运维平台的业务处理流程如图 3 所示，具体介绍如下。

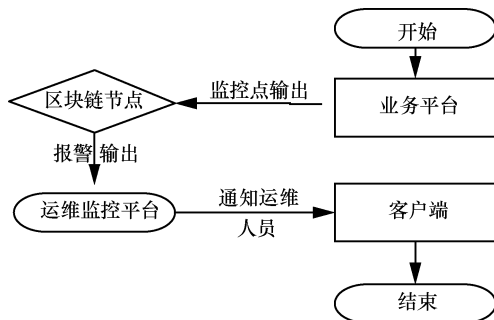


图3 区块链智慧运维平台的业务处理流程

步骤 1 接收业务平台定期发送的报错文件。为了保证业务平台运行正常，业务平台可以实时

监控自身出现的报错内容并进行记录，每一预设的时间内根据记录的报错内容生成报错文件发送给区块链，需要说明的是，该预设的时间可以由用户自行设置。为了清楚地掌握业务平台的运行状态，可以为不同的报错类型设置不同的优先级，不同的优先级表征该报错内容的不同紧急程度，优先级较高的报错内容较为急需处理。该优先级可以由用户自行根据经验进行设置。

步骤 2 区块链节点同步运维数据。Raft 算法负责区块链运维日志数据上链、同步日志操作，包括 leader 选举、日志复制和异常情况 3 部分，具体如下。

(1) leader 选举

Raft 协议中，一个节点任意时刻处于以下 3 个状态：leader、follower 和 candidate，leader 状态流转如图 4 所示。

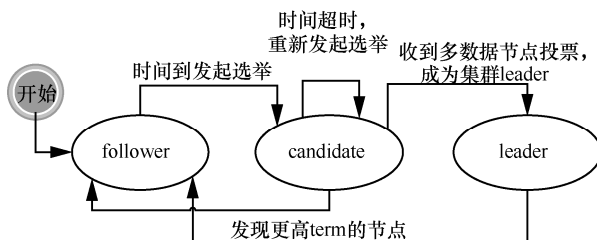


图4 leader 状态流转

从图 4 可以看出，初始化下所有区块链节点在启动时都是 follower 状态；在一段时间内如果没有收到来自 leader 的心跳，从 follower 切换到 candidate，发起选举；如果收到大多数的投票（含自己的一票）则切换到 leader 状态；如果发现其他节点比自己更新，则主动切换到 follower。

系统中最多只有一个 leader，如果在一段时间里发现没有 leader，则大家通过选举—投票选出 leader。leader 会不停地给 follower 发心跳消息，表明自己的存活状态。如果 leader 出现故障，那么 follower 会转换成 candidate，重新选出 leader。

(2) 日志复制

当区块链节点平台选出 leader 后，系统开始



工作。客户端的一切请求都会发送到 leader, leader 会强制所有的 follower 节点开始日志复制, 当大多数节点完成复制后, 就会把响应提交 commit, 这样即使系统发生事故, 系统的日志都不会发生回滚。

共识算法的实现一般基于复制状态机, 简单来说, 相同的初始状态加上相同的输入最后产生相同的结果状态。Raft 算法日志复制流程如图 5 所示。

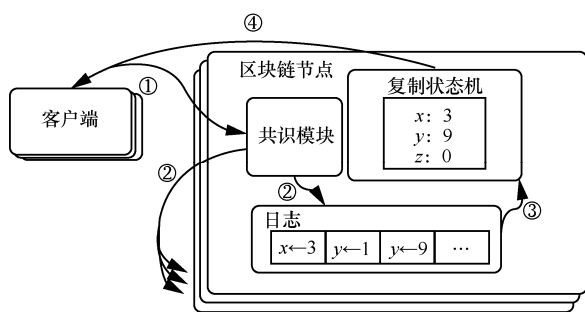


图 5 Raft 算法日志复制流程

Raft 算法日志复制流程具体如下:

- leader 接收客户端 Append Entries Request 数据分组请求, 首先将它追加到 leader 自身日志中;
- leader 发起远程调用 Append Entries RequestRPC 命令给大多数 follower 节点;
- leader 等待大多数节点的 Append Entries Response 数据分组响应;
- leader 复制最新状态到状态复制机上;

- leader 发送 Append Entries Response 数据分组响应给客户端;

- leader 通知所有 follower 开始日志同步。

Raft 算法为了保证高可用性, 并不是强一致性, 而是最终一致性。leader 只需要日志被大多数节点复制后就会返回给客户端, 一旦客户端返回成功, 系统就会通知节点 commit 日志从而保证日志不会发生回滚, leader 会不断尝试给其余 follower 发日志复制命令, 直到多数集群上节点日志状态相同, 才算真正完成日志同步。

步骤 3 运维监控平台针对接收到运维数据, 根据相关业务规则开始处理, 具体处理流程如图 6 所示。

若在预设的时间阈值内写入报错的次数超过预设的阈值, 则自动向运维人员发送报警信息; 另外, 平台 AI 模块可依托机器学习/深度学习算法, 在平台海量运维数据中抽取隐含的关联特征和规则, 进而追溯事件根因、精准定位故障, 可以对某些故障进行事前预警, 通知运维人员。预警错误的内容会回写入区块链节点中之后, 加强运维方法的闭环管理。

本文以 Linux/UNIX 为验证环境, 验证了主机 10.162.200.1、10.162.200.2 两台 x86 机架服务器, 集成区块链的共识 Raft 算法技术实现区块链智能化运维系统。

为了对比共识算法 Raft 与传统中心化数据库

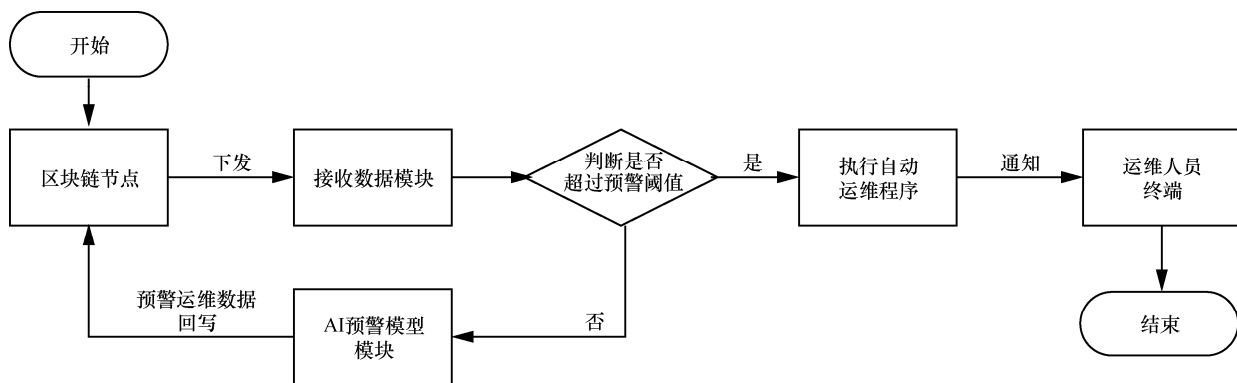


图 6 运维平台处理流程

技术的方法,采用实际验证法进行了验证。

验证 Raft 算法与传统数据库在日志复制、查询场景下,以 50、100、200、300 共 4 组并发进行测试,各数据比例分配为 3:5:2。从验证结果看,共识 Raft 在日志复制与日志查询两个场景下,性能优于普通传统数据库方式。具体数据参见表 1。

表 1 算法处理效率综合比对

并发数	日志复制/笔		日志查询时间/s	
	传统数据库方式	Raft 算法	传统数据库方式	Raft 算法
50	939.21	1 970.124	0.016	0.012
100	1 044.274	1 968.699	0.028	0.025
200	1 045.579	1 859.221	0.057	0.053
300	1 107.299	1 930.824	0.081	0.078

并发处理效果如图 7 所示。当场景在 300 并发时,Raft 算法日志复制总和最高峰值为 3 790.655,响应时间均在合理范围内,没有出现异常或者其他报错情况。

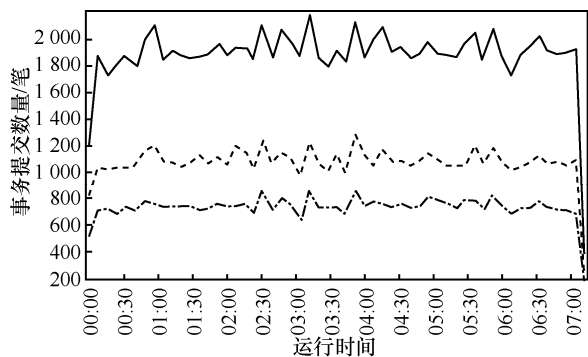


图 7 并发处理效果

测试过程中各主机的 CPU 和内存的使用率均不高,见表 2。

利用运维系统集成区块链 Raft 算法后,从整体业务处理流程即验证系统 IT 运维故障单处理效率,结果见表 3 和表 4。

通过对比发现,传统故障工单处理响应时间为 7 h,系统的重启次数为 8 次;区块链故障工单

表 2 CPU 和内存使用率

并发数	x86(10.162.200.1)-Raft 算法		x86 (10.162.200.2)-数据库	
	CPU 使用率	内存使用率	CPU 使用率	内存使用率
50	6.20%	9.48%	10.78%	23.98%
100	6.43%	8.86%	11.47%	23.69%
200	6.50%	9.05%	11.65%	23.77%
300	6.78%	9.30%	11.14%	23.90%

表 3 传统 IT 故障处理

日期	6 月	7 月	8 月	平均值
工单张数/张	160	140	151	150
故障解决时间/h	7.27	7	6.86	7
系统重启次数/次	10	7	8	8

表 4 区块链自动化系统故障处理

日期	9 月	10 月	11 月	平均值
工单张数/张	164	161	157	161
故障解决时间/h	5.27	4.64	3.86	4.59
系统重启次数/次	8	4	2	4.66

响应时间为 4.59 h,系统重启次数 4.66 次。在基于区块链 Raft 技术情况下,故障工单处理响应时间缩短 32%,在基于系统安全无法正常修复情况下,需要重启服务的次数缩短为 4.66 次。

综上所述,区块链技术相较于传统的自动化运维技术有更好的潜力,无论从通过 Raft 共识算法性,还是从处理故障订单处理效率都优于普通的运维系统。区块链智慧化运维系统,基于区块链技术的防篡改、多节点同步等优势,并通过引入大数据、人工智能技术,降低运维成本,提高运维效率。将 IT 管理与运维从传统自动化推向智慧化发展,最终实现 IT 运维故障的自我治愈及自我完善。但智慧化 IT 运维系统不是万能,有些故障仍需人工处理。

5 结束语

本文为基于区块链技术的设计提供了一套全



新的智能化运维系统的解决方案,从运营商实际运行系统中综合地考虑了现有IT系统运维存在的问题,基于最新技术解决现有运维技术“痛点”,提高IT系统运维的质量与效率,为公司节省大量人力与物力成本,在后续的工作中,将持续对文中各关键点的智能化运维进行系统研究,对文中解决方案继续完善。

参考文献:

- [1] 刘俊著. IT 自动化运维的研究[J]. 电脑迷杂志, 2016(6): 66.
LIU J Z. Research on IT automatic operation and maintenance[J]. Computer Magazine, 2016(6): 66.
- [2] 区块链系统开发: 区块链开发核心技术详解[EB]. 2018.
Blockchain system development: detailed explanation of the core technology of blockchain development[EB]. 2018.
- [3] DHARMESH K, Applications on mesos by david greenberg[M]. O'Reilly, 2015.
- [5] 狄刚. 区块链技术的现状与趋势探析[J]. 金融电子化, 2018(9): 24-27.
DI G. Current situation and trend of blockchain technology[J]. Financial Computerizing, 2018(9): 24-27.
- [6] 魏凯. “用数据说话”成为共识 大数据发展进展明显[N]. 中国电子报, 2017.
WEI K. “Verified with data” has become a consensus and big data has made significant progress[N]. China Electronics News, 2017.
- [7] 李董, 魏进武. 区块链技术原理、应用领域及挑战[J]. 电信科学, 2016, 32(12): 20-25.
LI D, WEI J W. Theory, application fields and challenge of the blockchain technology[J]. Telecommunications Science, 2016, 32(12): 20-25.
- [8] 王祖阳, 杨传祥, 张进, 等. 5G 无线网技术特征及部署应对策略分析[J]. 电信科学, 2018, 34(Z1): 9-16.
WANG Z Y, YANG C X, ZHANG J, et al. Analysis on technology characteristics and deployment strategies of 5G wireless network[J]. Telecommunications Science, 2018, 34(Z1): 9-16.

[作者简介]



屈阳(1985-), 女, 中国联合网络通信有限公司研究院大数据研究中心工程师, 主要从事区块链、容器、大数据框架新技术研究等工作。



钱蓓力(1963-), 女, 中国联合网络通信有限公司研究院副院长、高级工程师, 主要从事市场、大数据、云计算、虚拟化技术研究工作。



张呈宇(1988-), 男, 中国联合网络通信有限公司研究院大数据研究中心工程师, 主要从事大数据容器、云计算、虚拟化技术研究工作。



龙岳(1978-), 女, 中国联合网络通信有限公司研究院大数据研究中心工程师, 主要从事大数据框架新技术研究和开发等工作。



贾捷(1992-), 男, 中国联合网络通信有限公司研究院大数据研究中心工程师, 主要从事大数据容器、云计算、虚拟化技术研究工作。