

自动驾驶网络国际标准研究进展 Standardization Advancement and Construction of Autonomous Network 及构建方法

刘永生, 廖军, 黄兵明 (中国联通研究院, 北京 100048)

Liu Yongsheng, Liao Jun, Huang Bingming (China Unicom Research Institute, Beijing 100048, China)

摘要:

自动驾驶网络是运营商数字化转型的重要组成部分, 要实现自动驾驶网络尚存在诸多挑战。首先调研了主要国际标准组织在自动驾驶网络的研究进展, 其中比较显著的成果是 TMF 定义了愿景、目标和架构, ITU-T 成立了焦点组。其次提出自动驾驶网络的构建方法, 该方法以网络单域闭环运营和操作为起点, 云原生智原生层次化平台为目标, 数字化产业生态为引领。

关键词:

自动驾驶网络; 国际标准; 构建方法

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2021.08.001

文章编号: 1007-3043(2021)08-0001-05

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

Autonomous networks are an important part of digital transformation for operators, but there are many challenges to realize autonomous networks. It firstly investigates the research progress of oversea standardization organizations on autonomous networks. The most notable is that vision, definition and architecture is provided by TMF and a focus group is established by ITU-T. Then, it proposes the construction method, which starts from the network single domain closed-loop operation, aims at cloud-native and intelligence-native platform, and takes the digital industrial ecology as the guide.

Keywords:

Autonomous network; Standardization advancement; Construction

引用格式: 刘永生, 廖军, 黄兵明. 自动驾驶网络国际标准研究进展及构建方法[J]. 邮电设计技术, 2021(8): 1-5.

1 概述

越来越多的企业意识到数字技术的价值, 紧抓数字产业化和产业数字化的历史机遇, 践行数字化转型。运营商作为技术密集型公司是数字化转型的先行者, 实现网络自动化是其中重要的一环, 其最终目标是实现自动驾驶网络, 对外为用户提供零等待、零接触、零困扰的服务, 对内实现网络规建维优的自供应、自完成、自担保的极简操作。

自动驾驶网络的价值主要体现在以下 3 点。

a) 网络技术一直在不停演进发展, 目前国内无线网络 2G、3G、4G、5G 共存, 同时网络中也逐渐引入

SDN/NFV、云计算、人工智能等新技术, 这些都使网络结构越来越复杂, 传统的网络操作方式已经不堪重负, 实现网络操作的自动化将是必然选择。

b) 自动驾驶网络将为运营商极大节省运营成本, 最直接的体现是降低了人工成本, 以前需要人的操作可以由人工智能替代, 人工智能一方面能实现无差错的操作, 另一方面能将知识和经验进行积累, 快速复制运用到新的环境中。

c) 自动驾驶网络是数字基础设施, 运营商可以联合生态伙伴共同拓展垂直行业务(比如智慧城市和智能工业), 最终实现向数字服务提供者的身份转变。

目前自动驾驶网络的研究存在如下挑战。国内外标准组织陆续开始自动驾驶网络的研究, 但是在一些基本概念和定义上并没有达成一致。网络智能化

收稿日期: 2021-06-16

的案例越来越多,但是大多数是单个场景的智能化实践,缺乏宏观的、有计划的网络演进路线。网络的智能化分级明确了演进的阶段,但是距离自动驾驶网络的最终目标仍然有很大差距,TMF 调查结果显示 52% 的运营商认为自己处于 Level 1 级水平(辅助运营网络)(见图 1);人工智能产业发展联盟(AIIA)认为目前网络在 Level 2 级(初级智能网络)至 Level 3 级(中级智能网络)。

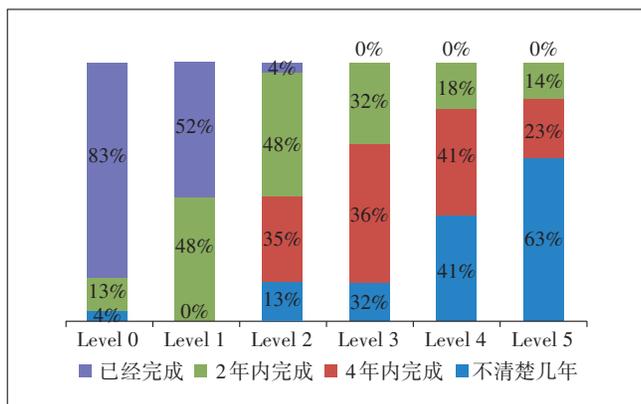


图1 运营商的网络智能化水平

针对以上问题,本文首先介绍了自动驾驶网络的定义、架构和目标,然后详细列举了国外各个标准组织的研究进展,最后提出基于传统网络构建自动驾驶网络的可行方法。

2 自动驾驶网络架构和目标

电信管理论坛(TMf)是最早进行自动驾驶网络研究的国际组织之一,其提出的3层4闭环的架构目前得到了较多的认可,如图2所示。

其中的3层是指业务运营层、服务运营层和资源运营层。

a) 业务运营层:主要为客户、生态系统和合作伙伴的业务赋能和运营提供自动化能力。

b) 服务运营层:主要为跨自治域的网络的规建维优提供自动化能力。

c) 资源运营层:主要提供在自治域内的网络资源和能力自动化。

其中的4闭环是指用户闭环、业务闭环、服务闭环、资源闭环,这些都为了实现上下层间的交互操作。

a) 用户闭环:跨层交互对用户服务。

b) 业务闭环:在业务运营层和服务运营层之间交互,向用户提供按需业务、业务的自动合作和业务生

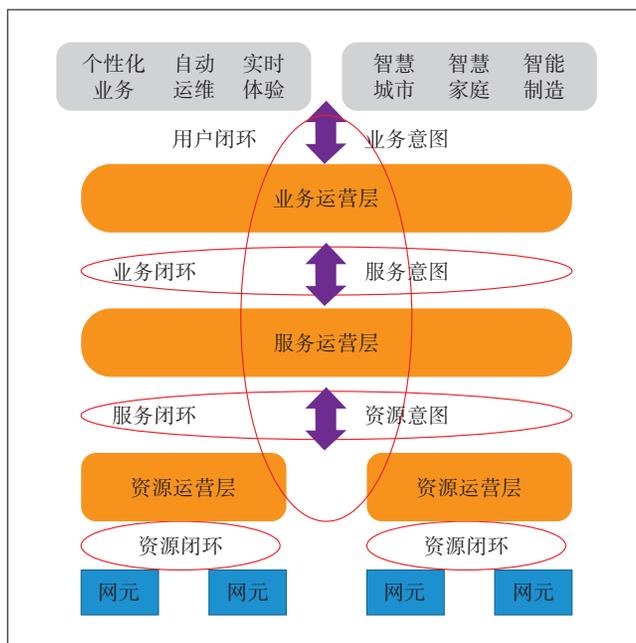


图2 自动驾驶网络框架

态。

c) 服务闭环:在服务运营层和网络资源之间交互,提供基于数据/知识平台的全生命周期自动化服务运营。

d) 资源闭环:在自治域内的网络资源之间交互,提供基于极简网络架构的网络运营的闭环操作。

按照不同的视角可以将自动驾驶网络的目标归纳如下。

a) 商业视角:通过改善消费结构和提升资产利用率来提高效率,通过扩大产业机会和提高用户价值来增加收入。

b) 客户视角:零接触、零等待、零困扰。

c) 服务视角:自供应、自完成、自担保。

d) 网络运营视角:自规划、自订阅、自组织、自我管理、自优化。

3 国际标准组织研究进展

3.1 TMF

2019年TMF正式成立Autonomous Network项目,研究自动驾驶网络产业愿景、业务需求、业务架构等,确定产业方向和价值链等内容。2019年TMF在自动驾驶网络领域开始制定2个标准,发布了1个白皮书。

a) 跨工业的自动驾驶网络愿景和路标(IG1193 Cross-Industry Autonomous Networks-Vision and Roadmap)。该文档主要分享了自动驾驶网络的愿景和路

标,包括动机、愿景、需求与原理、新生态、协作与商业模式、架构和自治水平分级、路标和工业协作。

b) 自动驾驶网络的业务需求和框架(IG1218 Autonomous Networks -Business requirements & framework)。该文档提供了自动驾驶网络支持的服务和基础设施的业务需求和框架,包括用户需求、关键业务能力和框架、自治水平的评价指标、产品生态协作的业务模型。

c) 自动驾驶网络赋能电信行业数字化转型白皮书(A whitepaper of Autonomous Networks: Empowering Digital Transformation for the Telecoms Industry)。该文档主要介绍了目标、自动驾驶网络框架和自治水平分级、应用案例等内容。

2020年TMF开始制定2个标准并升级了白皮书。

a) 搭建和衡量自动驾驶网络方案的指导原理(IG1229 Guiding Principles for building and measuring Autonomous Network Solutions)。该文档概述了设计、建造和衡量自动驾驶网络方案的指导原理,在这些原理中,有些是高层次设计指导,有些是关于实现的背景、文化、实用方面的内容。

b) 自动驾驶网络技术架构(IG1230 Autonomous Networks Technical Architecture)。该文档介绍了自动驾驶网络架构组件,具体内容包括自治概念与原理、技术架构、自治域、意图驱动的交互、闭环机制、知识和智能、智能网络架构等。

c) 为智慧社会和工业赋能的自动驾驶网络白皮书(Whitepaper-Autonomous Networks: Empowering digital transformation for smart societies and industries)。该文档主要介绍自动驾驶网络工业标准框架的进展,包括案例驱动、自治域、意图驱动交互,同时概述了简单网络架构及自运营能力。

3.2 ITU-T

国际电信联盟标准化部门(ITU-T)的SG13工作组在2020年12月成立自动驾驶网络焦点组(Focus Group on Autonomous Networks, FG-AN),专门开展研究工作,目前下设3个工作小组:案例和需求分析组、架构和核心技术使能者组、概念验证组。

ITU-T的SG2、SG11、SG13这些常设的工作组也在陆续开展自动驾驶网络相关的标准研究工作,这些标准包括:

a) 未来网络的智能化水平框架(Y.3173 Framework for evaluating intelligence levels of future networks

including IMT-2020)。该标准描述了评估未来网络智能化水平的框架,具体包括网络智能化的发展趋势、网络智能化水平评估方法、网络智能化水平架构图。

b) 未来网络中机器学习结构框架(Y.3172 Architectural framework for machine learning in future networks including IMT-2020)。该标准定义了未来网络的机器学习结构框架,具体包括需求、组件、框架等。

c) 人工智能增强的电信运营和管理框架(M.3080 Framework of Artificial Intelligence enhanced Telecom Operation and Management (AITOM))。该标准定义了人工智能增强的电信运营和管理框架,主要描述了支持电信运营管理的功能架构,从而达到效率提升、质量保证、开销管理和安全保障。

d) 智能运营、管理和维护框架(M.3041 Framework of smart operation, management and maintenance)。该标准介绍了智能运营、管理和维护的框架,该架构支持传统网络和SDN/NFV网络,具体包括特征场景、功能架构等。

3.3 3GPP

3GPP的SA2和SA5工作组陆续开展了一些自动驾驶网络相关的标准制定工作。

a) 自动驾驶网络智能化水平(3GPP TS 28.100 Levels of autonomous network)。该标准定义了自动驾驶网络智能化水平的概念、案例、需求。

b) 电信业务保障的管理服务(3GPP TS 28.535 Management services for communication service assurance)。该标准规定了闭环保障方案,从而使能业务提供者或者运营商向用户连续提供指定质量的通信服务。

c) 移动网络意图驱动的管理服务(3GPP TS 28.312 Intent driven management services for mobile networks)。该标准为服务和网络管理定义了概念、用例、需求和解决方案。

d) 5G的自组织网络(3GPP TS 28.313 Self-Organizing Networks (SON) for 5G networks)。该标准定义了5G中SON功能的概念、用例、需求和过程。

e) 5G网络自动化的使能者研究(3GPP TR 23.791 Study of Enablers for Network Automation for 5G)。该文档研究了网络功能中如何收集数据和反馈数据分析。

3.4 ETSI

欧洲电信标准化协会(ETSI)的多个工作组都发布了自动驾驶网络相关系列标准。

ETSI 零接触网络和服务管理工作组 (Zero Touch Network and Service Management, ZSM) 发布的系列标准主要包括:

a) 闭环自动化第一部分: 使能者 (ZSM009 Closed-Loop Automation; Part 1: Enablers)。该文档描述了 ZSM 架构中闭环自动化的使能者, 包括闭环的需求、功能等; 使能者的闭环治理、闭环生命周期管理和模型。

b) 自动化的方法 (ZSM005 Means of Automation)。该文档探讨了现有的实现自动化的方式方法, 这些方法可以存在不同层级或者管理系统。

c) 引用架构 (ZSM002 Reference Architecture)。该文档在用户场景和需求的基础上定义了端到端 ZSM 引用架构。

ETSI 体验式感知网络工作组 (Experiential Networked Intelligence, ENI) 发布的系列标准主要包括:

a) 通信网络智能化分级/分类定义 (ENI 007 Definition of Networked Intelligence Categorization)。该文档定义了人工智能技术在网络运营管理中应用水平的等级分类, 描述了从传统网络到全自治网络的功能要求。

b) 通信网络智能化等级评估 (ENI 010 Evaluation of categories for AI application to Networks)。该文档进一步明确了智能化分级中每一级定性描述及可定量指标, 并基于量化关键指标制定了一套评分原则, 利用该原则计算出具体场景得分, 并通过分数来定义它的智能化等级。

另外, 2020 年 ETSI 成立 OCG AN 内部跨 ISG 工作组, 旨在协调和解决 ENI、ZSM 等不同工作组在做自动驾驶网络相关项目时的重复工作或技术观点冲突问题。同年, ETSI 发布了支持未来 ICT 业务的自动驾驶网络白皮书 (Autonomous Networks, supporting tomorrow's ICT business)。该文档介绍了自动驾驶网络挑战、机会与商业价值、愿景和框架、关键概念、用户案例。

3.5 IETF

互联网工程任务组 (The Internet Engineering Task Force, IETF) 的 NMRG 研究组近年来开展了一些与自动驾驶网络相关的标准研究工作。

a) 数字孪生网络的概念 (Concepts of Digital Twin Network)。该文档描述了数字孪生网络的定义、价值以及关键挑战。

b) 意图分类 (Intent Classification)。该文档主要讨论了网络意图的概念, 具体来说强调了意图的利益相关者、意图的分类方法和编码、意图的类别等。

c) 基于意图的组网: 概念和定义 (Intent-Based Networking - Concepts and Definitions)。该文档阐明了意图的概念, 提供了基于意图组网的功能概述。

4 自动驾驶网络构建方法

传统的电信网络架构、协议和运营系统具有分裂性和直筒性的特征, SDN/NFV、大数据、云计算、人工智能技术的引入, 使网络向软件化、智能化方向发展, 但是网络的演进速度缓慢, 不同网络域发展速度不一致。结合运营商网络架构特征及现状, 本文提出基于传统网络构建自动驾驶网络的方法和建议。

4.1 优先构建单域闭环运营和操作

传统的电信网络已经存在了网络域的概念和结构, 比如核心网、无线网、城域网等, 不同的网络域具有一定的独立性, 同时不同的网络域引入新技术的速度是不同的, 比如核心网已经具备完全实现转发和控制分离的条件。因此, 这些基础有利于对每个单独的网络域进行升级改造。

每个网络域形成一个闭环操作, 独立完成来自服务层的意图请求并进行响应, 这样该网络域一方面具有独立运营和操作能力, 另一方面屏蔽了网络域内部的细节, 简化了网络结构和运营。

网络域内要从传统的主要依靠人的操作向全自动化操作转变, 将人的经验、设备手册、运维数据等转变成知识, 构建网络域内的知识平面, 从而实现基于知识的决策。

4.2 逐步开发云原生智原生的层次化平台

传统网络的网元正在逐渐实现转发和控制分离, 网络功能逐渐实现虚拟化, 这些为云原生的软件打下了基础, 为了实现自动驾驶网络, 需要逐步实现全网的云原生能力。同时, 网络功能管控的集中化和平台化, 更加需要智慧的大脑。

根据 TMF 提出的自动驾驶网络架构, 除了网络管控的平台, 还需要服务层平台和业务层平台, 目前运营商的 OSS 系统和 BSS 系统可以逐渐向服务层平台和业务层平台进行演进, 最终形成自动驾驶网络的层次化的平台架构。

云原生和智原生的平台能够更好地实现网络域之间的协同从而为用户提供端到端的优质服务, 数据

的集中采集和处理能够使人工智能模型具有更高的准确性。层次化的结构能够屏蔽不同层的细节,为上层提供一个更简洁的接口。

4.3 重视建立数字化产业生态

自动驾驶网络的最终目标是为其他产业提供数字基础设施,实现产业的数字化转型,这些为运营商拓展了新的业务模式并带来更多的收入。但是,智慧城市、智能工业、智慧政府等这些产业不是运营商的传统业务范围,因此,运营商需要与产业上下游生态伙伴合作,共同为新产业的发展提供服务。

在实现自动驾驶网络的过程中率先取得回报将会加速自动驾驶网络的构建进程,比如TMF认为智慧城市是最适合自动驾驶网络的垂直行业,如果运营商能够率先和智慧城市的优质企业达成合作并进行示范应用,效益的取得会加速推进构建自动驾驶网络的进程。

5 结束语

自动驾驶网络是运营商数字化转型的重要组成部分,同时也是巨大的挑战。本文对主要国际标准组织在自动驾驶网络领域的研究进展进行了介绍,这些标准组织包括ITU-T、3GPP、ETSI、IETF、TMF,进展介绍既涵盖具体的标准文档名称和内容,也包括新成立的组织。最后本文给出自动驾驶网络构建方法和建议,简单概括为单域闭环为起点、层次化平台为目标、数字化生态为引领。

参考文献:

[1] TM FORUM. Autonomous Networks: Empowering digital transformation for smart societies and industries [R / OL]. [2021-04-13]. <https://www.tmforum.org/resources/whitepapers/autonomous-networks-empowering-digital-transformation-for-smart-societies-and-industries/>.

[2] TM FORUM, AARON RICHARD EARL BOASMAN-PATEL. Autonomous Networks: empowering digital transformation for the telecoms industry [R/OL]. [2021-04-13]. <https://www.tmforum.org/resources/standard/autonomous-networks-empowering-digital-transformation-telecoms-industry/>.

[3] TM FORUM. IG1193 cross-industry autonomous networks-vision and roadmap v1.0.1 [R/OL]. [2021-04-13]. <https://www.tmforum.org/resources/how-to-guide/ig1193-cross-industry-autonomous-networks-vision-and-roadmap-v1-0/>.

[4] TM FORUM. IG1230 Autonomous networks technical architecture v1.0.0 [R/OL]. [2021-04-13]. <https://www.tmforum.org/resources/how-to-guide/ig1230-autonomous-networks-technical-architec->

ture-v1-0-0/.

[5] TM FORUM. IG1218 Autonomous networks business requirements and architecture v1.1.0 [R/OL]. [2021-04-13]. <https://www.tmforum.org/resources/how-to-guide/ig1218-autonomous-networks-business-requirements-and-architecture-v1-1-0/>.

[6] TM FORUM. IG1229 Guiding principles for building and measuring autonomous network solutions v1.0.0 [R / OL]. [2021-04-13]. <https://www.tmforum.org/resources/how-to-guide/ig1229-guiding-principles-for-building-and-measuring-autonomous-network-solutions-v1-0-0/>.

[7] ITU-T. Framework for evaluating intelligence levels of future networks including IMT-2020: Y.3173 (02/20) [S/OL]. [2021-04-13]. <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.3173/en>.

[8] ITU-T. Architectural framework for machine learning in future networks including IMT-2020: Y.3172 (06/19) [S/OL]. [2021-04-13]. <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.3172/en>.

[9] ITU-T. Framework of Artificial Intelligence enhanced Telecom Operation and Management (AITOM): M.3080 (02/21) [S/OL]. [2021-04-13]. <https://www.itu.int/rec/T-REC-M.3080-202102-1>.

[10] ITU-T. Framework of smart operation, management and maintenance: M.3041 (02/20) [S/OL]. [2021-04-13]. <https://www.itu.int/rec/T-REC-M.3041/en>.

[11] 中国人工智能产业发展联盟. 电信行业人工智能应用白皮书 [EB/OL]. [2021-04-13]. <http://www.199it.com/archives/1216181.html>.

[12] 刘瑞宏, 谢国强, 苑宗港, 等. 基于知识图谱的智能故障诊断研究 [J]. 邮电设计技术, 2020(10): 30-35.

[13] 郭熹, 李斌, 马文辉, 等. 基于5G的工业AI视觉检测系统应用 [J]. 邮电设计技术, 2021(4): 73-78.

[14] Management and orchestration; Levels of autonomous network: 3GPP TS 28.100 [S/OL]. [2021-04-13]. <ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>

[15] Management and orchestration; Intent driven management services for mobile networks: 3GPP TS 28.312 [S/OL]. [2021-04-13]. <ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>

[16] Management and orchestration; Self-Organizing Networks (SON) for 5G networks: 3GPP TS 28.313 [S/OL]. [2021-04-13]. <ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>

[17] Management and orchestration; Management services for communication service assurance; Requirements: 3GPP TS 28.535 [S / OL]. [2021-04-13]. <ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>.

[18] Zero-touch network and Service Management (ZSM): ETSI GS ZSM 002-2019 [S/OL]. [2021-04-13]. <http://www.nssi.org.cn/nssi/front/112012623.html>.

作者简介:

刘永生, 高级工程师, 博士, 长期从事电信网络和人工智能技术研究; 廖军, 教授级高级工程师, 博士, 中国联通研究院数字技术研究中心总监, 中国人工智能产业发展联盟标准组副组长, 长期从事通信网络和终端智能化研究工作; 黄兵明, 毕业于北京化工大学, 工程师, 硕士, 主要从事人工智能在网络运维中的应用等相关工作。