



专栏：云网融合

基于随愿网络的运营商云网融合业务的研究与实现

张鑫

(中国电信股份有限公司研究院, 北京 102209)

摘要：随着云计算技术的发展和网络业务需求的增加，云网融合成为网络架构变革的必然选择。然而，云网融合时代的到来给传统网络运维带来了巨大的挑战，网络需要向更加智能和便捷的模式转变，目前被业界广泛研究的智能型通信网络——随愿网络，成为解决这一问题的最佳选择。阐述了随愿网络的发展过程、架构和关键步骤，并结合当前运营商云专网多云互联业务的现实需求，以云网融合的典型业务场景为例，分析了基于随愿网络的云网融合业务的实现过程，以期随愿网络与云网融合业务的结合及实践提供参考。

关键词：随愿网络；云网融合；多云互联

中图分类号：TP393

文献标识码：A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2021207

Research and implementation of the IBN for cloud-network convergence service of operators

ZHANG Xin

Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Beijing 102209, China

Abstract: Faced with the development of cloud computing technology and the increasing business needs, cloud-network convergence has become the inevitable choice of network architecture reform. The era of cloud-network convergence brought great challenges to the traditional network operation and maintenance, and the network needs to evolve to a more intelligent and convenient mode. The intent-based networking (IBN), which is widely studied by the scholars, has become the best choice to solve this problem. The development process, architecture and key steps of IBN were introduced. Combined with the needs of operator's services, the business scenario of cloud-network convergence was taken as an example to analyze the implementation process of IBN for cloud-network convergence. It is expected to provide a reference for the future practice of IBN and cloud-network convergence services.

Key words: intent-based networking, cloud-network convergence, multi-cloud connection

收稿日期：2021-07-06；修回日期：2021-08-15

基金项目：国家重点研发计划项目 (No.2020YFB1806700)；国资委重点研发计划项目 (No.21HQBYF0019-001)；中国电信研究院专业能力级项目 (No.T-2021-10)

Foundation Items: The National Key R&D Program of China (No.2020YFB1806700), Key R&D Program of State Assets Administration Committee of the State Council of China (No.21HQBYF0019-001), Professional Ability Level Program of China Telecom Research Institute (No.T-2021-10)

1 引言

目前,随着云计算技术的发展和成熟,业务需求和技术创新驱动网络架构变革,云网融合成为技术发展的必然趋势。云网融合主要基于云专网提供的云接入和基础连接能力,与云服务商的云平台结合,提出覆盖不同场景的云网业务方案。随着用户需求逐渐复杂,云对网络的需求也日益增加,而网络云化需要提升云的能力,云网融合必须适应众多不断发展的需求场景,越来越多的需求对网络提出了更高的要求,所以探索高效、可行的云网融合场景解决方案是未来需要重点解决的问题。

面对复杂的市场环境、新的业务需求和数字化转型的现状,传统的人工方式已经难以完成日益繁杂的工作,网络迫切需要智能化转型,转变成能够将业务意愿和网络与IT基础设施生命周期管理相联系的新模式,在此背景下,随愿网络(intent-based networking, IQN)被提出并作为解决这一问题的最佳方案(因为翻译的不同,IBN在国内也被称为意图网络、基于意图的网络等)。随愿网络最早被提出是在2015年2月ONF发布的一篇名为*Intent: don't tell me what to do! tell me what you want*的标准草案中,其中提到:在随愿网络中,智能软件将决定如何把意图转化为针对特定基础设施的配置,从而使网络以期望的方式运行。2017年,Gartner发布报告指出基于意图的网络为网络基础设施提供生命周期管理,包括设计、实施、运营和保证,提供了一种构建和运营网络的新方法,提高网络可用性和灵活性。此外,思科在《ESG:向基于意图的网络迈进白皮书》中明确给出基于意图的网络的定义,网络团队可以用简明的语言描述想要完成的工作(意图),思科的DNA项目也一直致力于基于意图的网络的落地,满足企业对全数字化就绪型网络的需求,帮助企业更安全地提供更好的体验。另外,多个标准组织已经着手制定IBN的相关标准,并给出

IBN的定义,IETF在RFC7575中将意图定义为“一种用来运维网络的抽象的、高层次的策略”。虽然随愿网络目前还没有真正落地,但是华为、思科等公司都已经开展了一些实践,ONAP开源组织对随愿网络的部分功能已经进行了开发和实现,并取得了不错的成果。通过用户意愿实现虚拟网络的自动管理和自动配置,极大地降低了虚拟网络管理的复杂性,提升了管理员的工作效率。

随愿网络改变了现有的网络控制层和应用层之间传统命令行的实现形式,通过新的体系架构和技术实现业务语言向网络策略的自动化转译,并且根据策略在复杂的异构环境下自动完成跨网跨域的网络配置。此外,在策略实施的过程中进行闭环的网络检测,实时感知业务质量并及时进行调整,保证网络业务的性能水平与用户需求一致。在即将到来的云网融合时代,基于意愿的网络也会发挥重要的作用。因此,本文以云网融合的典型场景之一的云专网多云互联为例,对随愿网络的云网融合场景的应用进行了分析和探索,以为未来网络的发展提供借鉴。

2 随愿网络架构和关键步骤

随愿网络的架构主要由3层构成,分别为意愿编排层(这里简称意愿层)、控制层和网络层。意愿层包含4个关键运作步骤,即意愿管理、转换、验证和决策,配合控制层的配置下发与网络状态采集实现完整的闭环运作流程。基于意愿的智能型通信网络架构如图1所示。

在随愿网络中,首先能够获取用户所提出的网络需求(即意愿),将接收的意愿转译为网络策略,并根据当前网络的状态验证策略的可执行性,通过验证的策略下发到实际网络中执行。此外,系统还要实时监控网络的状态信息,确保用户意愿可以正确实现,并将结果反馈给用户。根据随愿网络的生命周期过程,随愿网络中涵盖如下5个关键步骤。

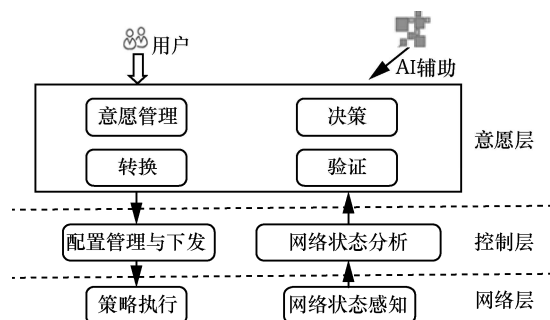


图1 基于意愿的智能型通信网络架构

(1) 意愿的获取

意愿指的是用户希望网络达到的某种情形、状态，而不用描述如何实现这个过程。意愿是随愿网络的核心驱动，网络在其整个生命周期中都是围绕着意愿运行的。用户意愿的表达形式有很多，最普遍的是自然语言的形式，此外还有用户的语音输入或者相关 GUI 输入等。获取用户意愿后会进行意愿的校验和分类，与用户再次交互，反馈不符合要求的意愿。

(2) 意愿的转译及策略验证

意愿是用户期望网络应该达到某种状态的声明，并没有指出如何实现。然而网络在实际运行期间，仍然按照网络策略进行转发决策、资源分配。因此，需要根据意愿中的内容以及当前网络状态将用户意愿转化为相应的网络配置策略，即意愿的转译过程。其中，在分析意愿需求的过程中，需要先将意愿需求包含的语义做转译和拆分，因为用户发起的意愿需求往往是复杂且更加符合自然语言的，而为了方便后续处理，需要按照特定的模型做转译和分解，可以借助人工智能（AI）领域对自然语言处理（NLP）的方法与成果，依托 AI 辅助模块的分析结果为意愿转换提供参考。

为了保证用户意愿能正确实现，并确保网络运行的安全，还需要对策略进行可执行性验证。策略的验证是 IBN 中一个十分重要的步骤，关系到 IBN 的稳定程度，确保用户意愿可以在不破坏网络正常运行的情况下正确地在数据平面实现。

(3) 意愿的下发与执行

在网络策略进行验证过后，IBN 会将网络策略自动地下发到网络的基础设施，并配置转发设备，此过程需要对网络进行全局的控制，以从一个单点集中式的意愿需求到分布式全局网络配置的转换。在传统网络的环境下，网络策略可以使用综合的配置方法生成设备的配置文件，并下发到设备中。

(4) 意愿优化与调整

在策略下发到实际网络后，需要对网络的状态信息进行实时监控，确保策略的实现符合用户意愿的预期。此外，网络的状态是不断变化的，执行之初的网络状态与运行过程中的网络状态可能存在不一致，随愿网络需要根据期望达到的状态以及当前的网络状态对策略自动地进行适当优化与调整，保证网络始终满足用户意愿。在意愿需求的处理过程中，对用户意愿分析到下发的过程并不只处理一次，而是在随愿网络闭环中不断验证和更新配置，以最终实现用户意愿需求。

(5) 意愿结果的反馈

随愿网络在整个执行期间都无须用户的参与，意愿在实现期间进行被动配置，根据外部环境的变化自动更新网络配置。策略下发到实际网络中后，需要对网络的状态信息进行实时监控和反馈，确保策略的实现符合用户意愿的预期。

3 随愿网络的云网融合业务实现

云网融合的业务服务能力主要基于云专网提供的云接入和基础连接能力，并与云服务商的云平台结合提供面向多种业务场景的业务产品。此外，云网融合服务能力可以与计算、存储等类型的云服务相结合，形成面向不同行业的云网融合应用方案。云网融合主要的服务能力有：为企业上云、各类云互联提供高质量超可靠承载能力的云专网，基于云专网的资源互联能力的云网产品、基于云专网和云网产品连接能力并且结合多种云

产品服务能力形成的行业应用方案。

互联网向广互联的时代迈进,云间互联成为未来的一大主要方向。同时,随着企业对于多云互联的需求日益强烈,研究云专网多云互联相关业务的实现方案愈发重要。因此,本文以云网融合典型场景之一的云专网多云互联业务为例,探讨基于随愿网络的云网融合业务实践。

3.1 商云专网多云互联

运营商多云互联业务指主要依托于运营商云专网产品,面向第三方公有云客户以及大中/中小企业多站点(多云、云间互联)组网客户,重点解决与第三方云商的标准化对接,从而实现多云接入业务的自动快速开通。

云专网多云互联业务实现方案如图2所示,基于运营商核心承载网,采用MPLS或SRv6-TE方式,为客户提供多站点、多云组网,支持客户总部/分支站点、客户私有云、第三方公有云以及公有云、运营商IDC/DC站点、运营商云灾备中心等接入,实现以下业务目标。

- 灵活接入:支持客户侧多种网络接入方式,满足广覆盖、高质量、带宽灵活调整等需求。
- 快速业务开通和调整:网络接入多云,具备多云接入和云间互通的快速业务开通,以及分钟级带宽调整等能力。
- 一站式服务:统一门户,可视可管。
- 高可靠:第三方云资源池通过双CGW、双

链路(IPRAN/光纤直驱)上联骨干网,站点可用率可提供多个等级,最高可达99.99%。

- 安全性:在骨干网大客户专属承载网上通过国际主流的MPLS技术安全隔离不同的行业客户。
- 时延差异化:承载网面向大客户业务设计,确保负载低,全面满足云专网业务低时延要求。并且可以根据多云接入的需求,提供平均时延和低时延两种差异化的服务。

3.2 基于随愿网络的多云互联业务实现

根据随愿网络的业务转译和自动化闭环控制的特点,将云专网多云互联业务与随愿网络相结合,可以完成用户意愿向网络配置的自动化转译,以及进行业务网络状态的及时调整和闭环保障,可以节约人工成本,并且极大提高网络的效率。本文以云专网多云互联业务场景为例,分析基于随愿网络的云专网多云互联业务的实现过程,实现方案如图3所示。

在该场景中的实现过程如下。

(1) 意愿的获取

客户在云网门户上提出需要订购的服务和相应的服务质量保障等级等内容(在应用场景中,客户可以直接在门户交互界面输入需求,如:我想实现腾讯云、华为云、天翼云间数据的相互访

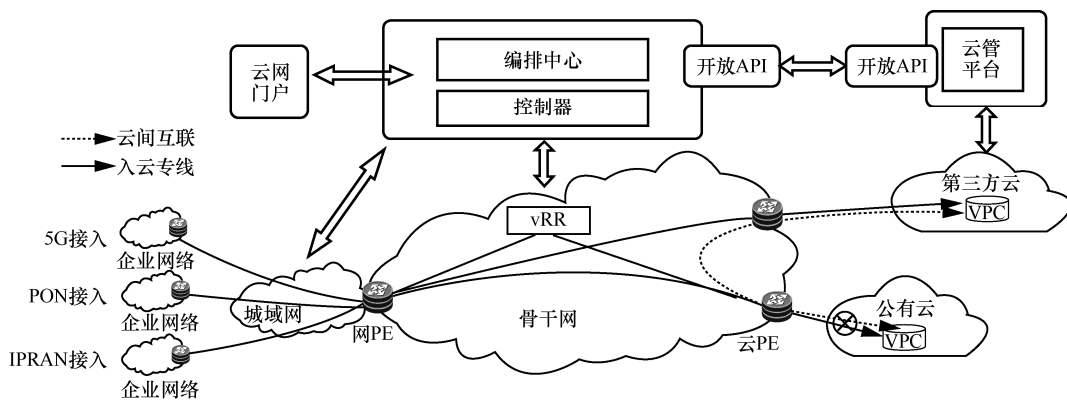


图2 云专网多云互联业务实现方案

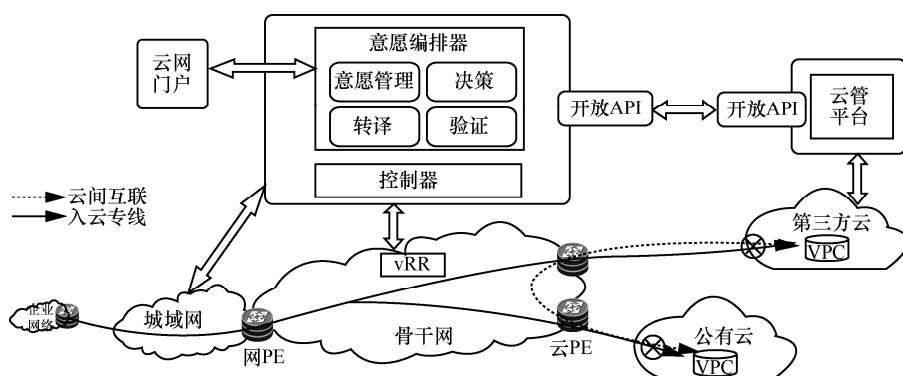


图3 基于随愿网络的云专网多云互联业务实现方案

问和调用,并且必须保持数据的实时性),意愿管理模块获取到客户的需求后,将客户需求进行自然语言处理转换为相应的网络业务参数(将上述用户的需求解析可以得到用户需要进行腾讯云、华为云、天翼云间的多云互联,互联方式为数据双向访问调用,网络质量要求为低时延)并进行正确性验证,若客户下发的需求缺乏重要参数或不符合要求,会发送相关的信息给客户,与客户进一步交互,直至客户的请求达到要求,再进行下一步的转译与验证。

(2) 意愿的转译及验证

通过随愿网络的转译模块将客户订购的业务需求转换为具体的网络配置参数,业务下发需要调用的网络资源(如网络设备、端口、IP地址),网络连接方式(如MV/SRv6),网络指标(如带宽、时延、抖动等),将这些指标信息进行编译后发给控制器进行下发与执行。此外,还要对转译的参数进行可行性验证,判断是否能满足客户需求。

(3) 意愿的下发与执行

意愿层统筹计算网络的状态信息,经由控制器利用SRv6技术将路径信息和网络配置参数下发给网PE,设备层将网络指标信息加载至SRv6中,并随报文转发,在报文经过的每一跳中进行用户意愿的实时执行和保障。

(4) 意愿优化与调整

系统进行网络信息的实时采集与分析,不断

调整策略以满足用户实时需求。系统判断当前的网络质量与用户订购的业务是否匹配,若未能达到用户的服务质量保障要求,系统需及时进行流量分析与路径重优化,系统需对调整后的网络状态进行预测,判断调整后的网络状态是否能够达到要求,随后将满足用户需求的策略下发执行,并引导相关流量进入新的路径。

(5) 意愿结果的反馈

系统实时收集网络状态信息,并将用户多云互联业务的意愿的执行情况向上层反馈,系统可以根据网络运行的结果进行策略的调整与下发,以完成系统对基于用户意愿的网络状态的闭环监控,保障用户的意愿能够正确完成。

4 结束语

随着随愿网络的广泛研究,随愿网络已被认为是下一代互联网发展的趋势。随愿网络可以直接将用户意愿转换为网络可以识别的机器语言,并且可以实现基于用户意愿的网络闭环控制,实时保障用户意愿的正确执行,可以解决未来复杂的云网业务场景和网络运维模式带来的问题。本文介绍了随愿网络的架构和几大关键步骤,并以云网融合的典型场景——云专网多云互联业务为例,对基于随愿网络的云网融合场景应用进行了研究,希望对未来云网融合场景的解决方案的制定有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] ELKHATIB Y, COULSON G, TYSON G. Charting an intent driven network[C]//Proceedings of 2017 13th International Conference on Network and Service Management (CNSM). Tokyo: IEEE Press, 2017
- [2] KANG J M, LEE J, NAGENDRA V, et al. LMS: label management service for intent-driven cloud management[C]//Proceedings of 2017 IFIP/IEEE Symposium on Integrated Network and Service Management (IM). Piscataway: IEEE Press, 2017: 177-185.
- [3] ZHANG H D, WANG Y, QI X T, et al. Demo abstract: an intent solver for enabling intent-based SDN[C]//Proceedings of 2017 IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS). USA: IEEE Press, 2017: 968-969.
- [4] SAHA B K, TANDUR D, HAAB L, et al. Intent-based networks: an industrial perspective[C]//Proceedings of the 1st International Workshop on Future Industrial Communication Networks. New York: ACM Press, 2018: 35-40.
- [5] LALIBERTE B. Towards the intent based networking[R]. 2018.
- [6] LENROW D. Intent: don't tell me what to do! tell me what you want[EB]. 2015.
- [7] RFC. Autonomic networking: definitions and design goals[R]. 2015.
- [8] 张鑫. 面向下一代互联网的随愿网络研究与实现[J]. 电信科学, 2019, 35(12): 43-48.
ZHANG X. Research and application of the IBN for the next generation Internet[J]. Telecommunications Science, 2019, 35(12): 43-48.
- [9] TSUZAKI Y, OKABE Y. Reactive configuration updating for Intent-Based Networking[C]//Proceeding of 2017 International Conference on Information Networking (ICOIN). Piscataway: IEEE Press, 2017: 97-102.
- [10] PRAKASH C, LEE J, TURNER Y, et al. Pga: using graphs to express and automatically reconcile network policies[J]. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 2015, 45(4): 29-42.
- [11] LI Y H, YIN X, WANG Z L, et al. A survey on network verification and testing with formal methods: approaches and challenges[J]. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2019, 21(1): 940-969.
- [12] 李福亮, 范广宇, 王兴伟, 等. 基于意图的网络研究综述[J]. 软件学报, 2020, 31(8): 296-309.
LI F L, FAN G Y, WANG X W, et al. State-of-the-art survey of intent-based networking[J]. Journal of Software, 2020, 31(8): 296-309.

[作者简介]



张鑫 (1994—), 女, 中国电信股份有限公司研究院工程师, 主要研究方向为未来网络架构、新型 IP 网络技术等。