



面向敏捷边云协同的算力感知网络解决方案

★ 中国移动通信有限公司

1 目标和概述

全球已经掀起行业数字化转型的浪潮，数字化是基础、网络化是支撑、智能化是目标。智能化社会的一个典型特征即物理世界和数字世界的深度融合，未来数字世界通过IoT、AR等技术提供的传感器、执行器，与真实世界产生互动。网络作为物理世界和数字世界的连接的桥梁实现数据流动。网络连接的一侧是IoT的传感器和执行器的I/O，作为物理世界和数字世界的接口产生海量数据，对网络提出更高带宽、更低时延、更强安全的需求；另一侧是人工智能运算所需要的数据、算力、算法，实现数据价值化。海量数据的传输、分析和存储对传统网络和云计算提出了巨大挑战，使云计算和网络面临“传不畅、算不动、存不下”的局面，所以为了满足大数据传输，或者低时延、高安全的业务需求，驱动计算从云端下移到接近数据源的边缘近处理和分析数据。从云计算、边缘计算乃至到普适计算的发展大趋势下，未来社会中会在靠近用户的不同距离遍布许多不同规模的算力，通过全球网络为用户提供各类个性化的服务。从百亿量级的智能终端，到全球十亿量级的家庭网关，再到每个

城市中未来MEC带来的数千个具备计算能力的基站，以及数百个NFV化带来的Cloud CO机房，以及每个国家数十个大型的云DC，形成海量的泛在算力从各处接入互联网，形成计算和网络深度融合的趋势。面对网络计算融合的新网络趋势，边缘计算乃至泛在计算场景中，由于单个站点的算力资源有限，需要多个分布式边缘计算站点互联，组成松散耦合的边缘云集群协同工作，现有架构一般通过集中式编排层来管理和调度，存在可扩展和调度性能差的问题。

传统基于客户端/服务器客户端与长生存周期的服务端进程通信，服务端处理大部分业务逻辑。随着微服务的发展，传统的客户端/服务器模式被解构，服务器侧的应用解构成功能组件部署在云平台上，由API网关统一调度，可以做到按需动态实例化，服务器中的业务逻辑转移到客户侧，客户只需要关心计算功能本身，而无需关心服务器、虚拟机、容器等计算资源，聚焦业务逻辑，从而实现函数即服务。而当前互联网的假设是静态的server加上移动的client，传统基于DNS解析的IP寻址，以及建立TCP/TLS会话的网络模式，也难以发挥动态、微服务、泛在计算的优势，不能保证计算效率最大化。未来网络需要能够支持不同的计算类应用，根据不同的业务需求，网络实时状况，计算资源实时状

况，可以动态地路由到离client不同距离的计算节点上执行计算任务，实现用户体验最优、计算资源利用率最优、网络效率最优。

该方案主体目标为面向网络计算融合趋势，以无所不在的网络连接为基础，基于分布式的边缘计算节点，通过服务的自动化最优路由和负载均衡，构建算力感知的全新网络基础设施，真正实现网络无所不达，算力无处不在，智能无所不及。帮助海量应用、海量功能函数、海量计算资源构成一个开放的生态；海量的应用能够按需、实时调用不同地方的计算资源，提高计算资源利用效率实现用户体验最优、计算资源利用率最优、网络效率最优。

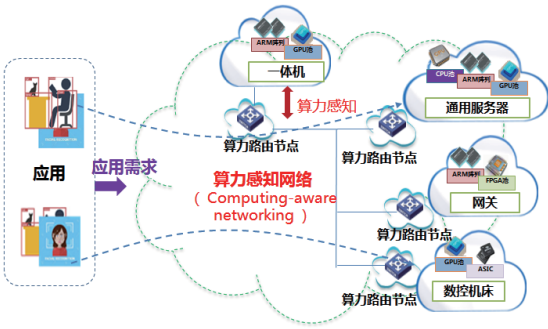


图1 算力感知网络总体架构

2 解决方案介绍

2.1 面向敏捷边云协同的算力感知网络解决方案系统架构

面向敏捷边云协同的算力感知网络解决方案系统架构如图2所示，主要包括以下部分：

- 入口节点功能：面向客户端，负责服务的实时寻址和流量调度。

- 出口节点功能：面向服务端，负责服务状态的查询、汇聚和全网发布。

- 算力感知网络节点(CAN节点)：主要互联分布式的边缘计算节点,并对算力可感知、可度量以及可控制的网络节点。

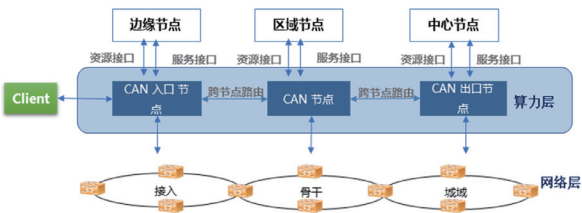


图2 面向敏捷边云协同的算力感知网络解决方案系统架构

2.2 面向敏捷边云协同的算力感知网络解决方案

面向敏捷边云协同的算力感知网络解决方案，即基于当前网络可用的算力和服务，结合网络实时状况，灵活匹配、动态调度计算资源，将终端的计算卸载到合适计算节点，边缘或者中心云，支撑业务的计算需求，保证业务的用户体验。面向敏捷边云协同的算力感知网络解决方案技术方案具体包括算力服务感知协议与流程交互、边云协同调度机制、边云协同的数据通信等部分。

(1) 算力服务感知协议与流程交互

通过在路由表中增加计算性能评估参数，如计算剩余能力、计算时延、以及其他可扩展参数，加权计算网络性能与计算性能之和，综合考量网络与计算性能，选出最优执行节点，为计算业务做路由转发。由于所选路由以计算优先为原则，使其时延大大降低，配合边缘算力可以满足低时延应用需求。路由表中包含计算性能数据和网络性能数据，路由节点周期性发送网络性能探测包、计算性能探测包，收集本地及临近路由节点网络与计算性能数据，用以更新路由表。路由节点收到业务请



关注边缘计算产业联盟
请扫二维码

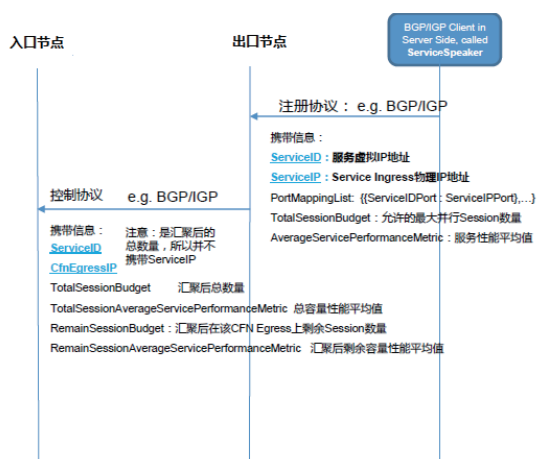


图3 算力服务感知协议交互流程

求后，根据服务ID、网络与计算性能加权结果确定业务路由。计算和网络信息可以通过扩展现有BGP、IGP协议在CFN网络进行扩散和同步。

同一个service，对应唯一的service ID，在网络中不同节点部署该service时，即在网络中散布服务多副本，对应多个不同的service IP地址，将同一个service的多副本映射为同一个service ID。为与现有业务层兼容，service ID使用业务层定义的业务ID（即以IP格式转意的业务ID）。Age是路由项老化时间。

(2) 云边协同的分布式调度机制

当本地路由节点收到计算任务的数据包时，首先确定该数据包的计算任务类型，计算任务类型包含服务ID、流粘性需求属性等，基于预先获取的计算任务类型、其他计算节点和计算性能的对应关系，确定该计算任务类型对应的至少一个其他节点和其对应的计算性能。基于其他节点的计算性能，以及本地节点与其他节点之间的网络性能如链路状态，综合考量确定执行的目标节点。目标节点的地址即数据包的路由目的地，而后基于目标地址对数据包进行转发。计算和网络性能信息可以通过扩展现有BGP、IGP协议在CFN网络进行扩散和同步。

(3) 边云协同的数据面通信过程

Service ID	Service IP (Egress IP)	Computing performance			Network performance			Total Metric
		Total Session Budget	Remain Session Budget	Other metric	Delay	Loss	Other metric	
S1	xx	10	6	6	..	..	..	..
S1	yy	10	4	4	..	..	..	..
S1	zz	10	3	3	..	..	..	..
S1	mm	10	3	3	..	..	..	..
S2	nn	3	1	1	..	..	..	..
S2	aa	3	0	0	..	..	..	..
S2	bb	3	0	0	..	..	..	..
S2	cc	3	0	0	..	..	..	..

对于实时性、可靠性要求更高的业务，可以在接收到首个服务报文后，选择基于随路查询进一步选择最佳节点来提供服务：入口节点功能模块（ingress node）接收用户设备发往目标服务节点的首个报文后将原始报文复制多份并随路发送服务以及网络查询测量报文（即OAM报文，OAM查询测量报文可以在原始报文头部或单独发送），同时发送给多个出口节点功能模块（egress node），通过查询测量获取其计算性能（如服务负载）和/或网络性能（如时延）。egress node收到后根据本地计算和网络的实时信息通过OAM应答ingress node，并将原始首包继续转发到服务计算节点，ingress node基于egress node返回的计算性能和/或网络性能确定目标路由节点并建立转发流表FIB，由该目标路由节点连接的一个目标服务节点为用户设备提供服务。

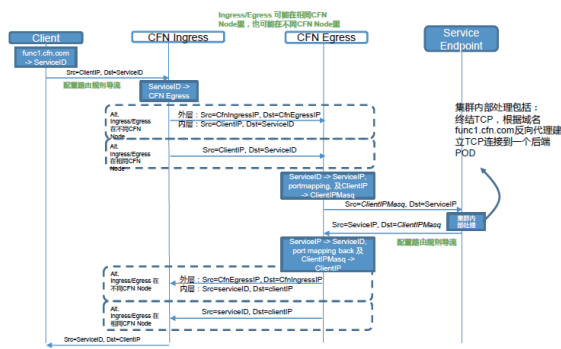


图4 跨边缘计算节点的数据面通信过程

