

开放式智能流量路径分析与规划引擎白皮书

加速企业向可编程网络与智能网络转型



概述 Summary

无论是提供信息服务的互联网企业，还是向数字化企业转型的传统企业，网络都已经成为其至关重要的基础设施。

在通过路由交换协议、MPLS VPN技术、Overlay技术解决了大规模网络连通性和同一网络不同租户间隔离性等一系列基本的问题的前提下，网络的性能，包括网络的容量、链路的带宽、端到端的延迟、极端情况下网络的弹性，将成为云计算时代、5G时代乃至下一个十年企业关注的重点，同时也是区分企业间信息服务质量与服务能力、决定企业发展速度甚至是生死成败的关键因素。

物理网络的建设与扩容需要较长的周期和成本。在物理网络相对确定的情况下，通过软件，为具有最小带宽、最大延迟或其他特定要求的应用流量，在网络中计算与规划满足其约束与需求的一条或多条路径，并利用相关技术手段引导流量遵循这些路径，则成为了提高网络性能和利用率，充分挖掘现有网络潜力的有效手段。

流量控制的挑战 Challenges

通过策略路由、RSVP TE和Segment Routing等技术，可以控制流量摆脱SPF算法规定的最短路径，这为流量控制提供了可行性和基础。而完成一个真正具有实用价值的流量调度工作，在技术层面还存在如下挑战。

- **通用性：**

网络拓扑和业务约束决定了流量的路径规划结果，公式如下：

$$\text{Path} = F(\text{topology}, \text{constraints})$$

流量路径的分析与计算本质上是与流量经过的设备类型、所使用的流量调度技术没有关系，然而目前市场上并不存在单独提供路径分析与计算功能的软件或系统，厂商均将这些功能及计算的结果作为流量调度解决方案的一部分，和特定的设备型号、甚至是具体的调度技术耦合在一起，这大大限制了流量路径分析与计算在网络建设、运维、优化过程中应起到的作用。

- **易用性：**

流量控制解决方案需要提供给最终用户的是集中的界面展示拓扑、对计算出的路径结果在拓扑界面上逐跳还原以及相关监控等能力，辅助客户管理。上述功能的实现需要界面能够展示并编辑L3拓扑，链路流量、metric、delay等信息，以及端到端路径等信息。目前市场上，缺乏这样一个有针对性的网络拓扑组件。

- **扩展性：**

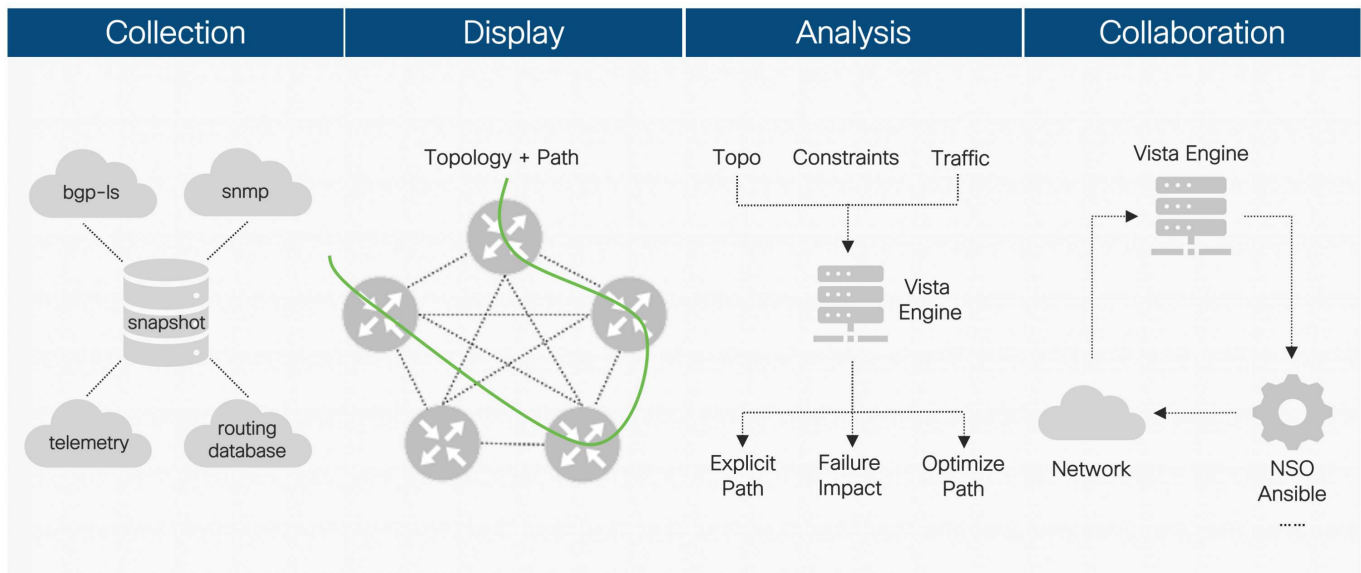
一个可以落地，具有使用价值的流量控制方案是由多个功能系统协同完成，包括流量和拓扑信息收集功能，路径分析与计算功能，控制部署功能等，这些功能和客户的网络拓扑以及业务需求紧密相关。这也意味着流量控制方案必须是开放的、具备围绕核心功能建立良好生态的可能性，才能够真正落地和复用。

项目目标 Goal

聚焦流量控制中的核心问题，路径规划算法和网络可视化，实现一个：

- 与网络设备和具体调度技术无关
- 可在不同场景下使用
- 满足路径设计、规划多样化需求
- 提供完善可编程接口

的路径规划分析及可视化软件平台，此平台通过多种形式与网络编排系统、网络数据收集系统协同工作，建立起完整、闭环的流量调度解决方案。



工作原理 Principle

- Vista Engine使用网络快照（Snapshot）作为网络拓扑展现，实现路径规划、分析功能的主要数据模型，网络快照Snapshot的生成不依赖于特定的拓扑发现、收集协议，可根据用户网络的实际情况生成。
- Vista Engine通过集中的界面展示拓扑、路径规划结果。并根据使用需求编辑L3拓扑，链路流量、metric、delay等信息，调整端到端路径的约束需求。

- Vista Engine根据网络快照Snapshot（包括网络拓扑、链路流量等信息），叠加路径约束的条件，对路径构建/约束变更，拓扑变更后的路径优化，以及网络故障影响等场景实现规划、分析。
- Vista Engine的规划结果可作为网络策略下发的执行依据，为在NSO、Ansible等平台上的自动化服务接口提供输入。最终形成拓扑收集、路径分析、控制实施的管理闭环，提供更完整的流量路径解决方案。

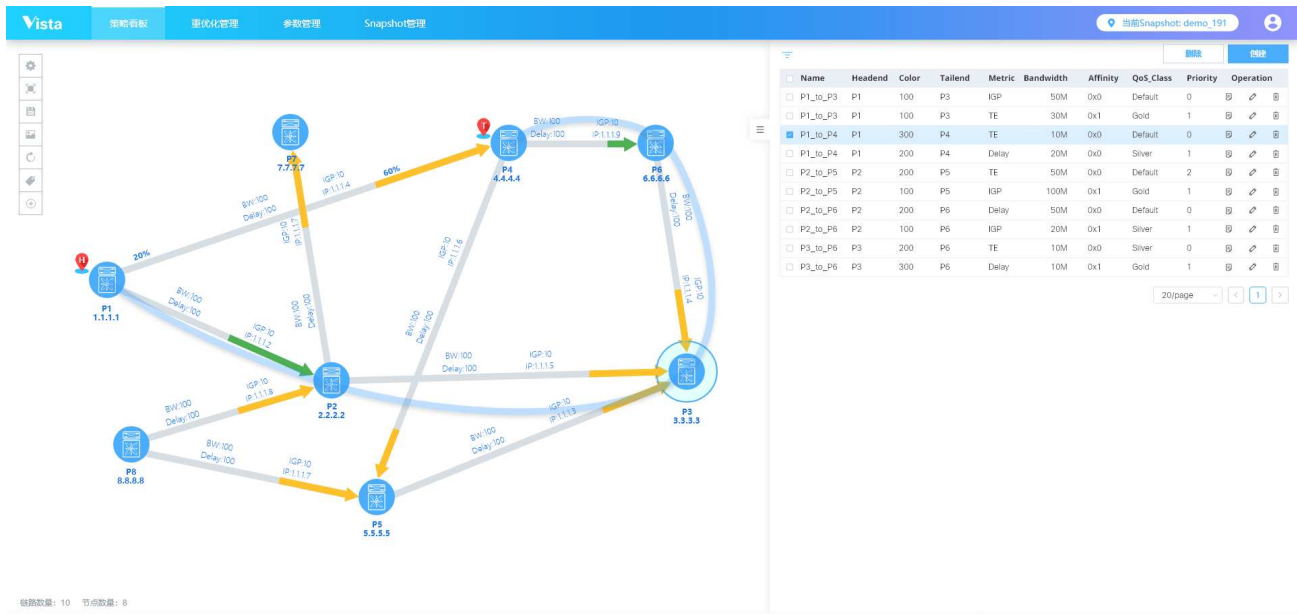
功能和方法论 Methodology

1. 可视化的控制界面，用户通过集中的界面：

- 快速导入、展示和编辑网络三层拓扑及相关信息
- 根据流量约束，分析、规划、还原流量在拓扑中的路径
- 提供SR Policy路径还原与标签压缩功能，提高用户对Segment Routing等新技术的使用体验

2. 通用的路径规划算法：

- 满足多样的路径规划场景，摆脱SPF算法的局限
- 通用的路径规划算法，与设备厂商、调度技术解耦
- 实现CSPF（Constrained-Based Shortest Path First）算法，支持根据多种类型的约束条件（metric，delay，bandwidth，affinity，include/exclude节点及链路等等）计算路径请求
- 实现SR-LEA（SR paths Label Encoding Algorithm）算法，支持Segment Routing技术的标签压缩、ECMP等特性
- 在最优路径规划的基础上，同时提供对相同约束条件下，topN路径的计算能力，丰富了可支持的路径规划场景
- 提供多种数据结构的返回值，包括逐跳路径（IP/端口），分段路径（segments），标签压缩（labels）结果，满足不同展现及调度的需求
- 辅助运维工作，为不同场景（拓扑变更、路由失效、链路拥塞等）提供解决方案，通过重新规划、优化路径，在满足约束条件的同时，缓解网络问题



3. 多种形式运行，可通过程序库、容器（container）或微服务（Micro Service）部署：

- 前端拓扑开发库
- 路径规划功能REST API

帮助用户自行快速开发和扩展相关软件应用、或将功能集成至客户自有的解决方案中。

4. 生态系统：

- 控制解决方案：提供更多数据导入与实施的编程接口，与NSO、Ansible等等Network Orchestration/Automation工具联动，形成拓扑监控、路径分析、控制实施的管理闭环，提供更完整的流量路径控制解决方案
- 智能控制：通过Vista构造投喂拓扑数据和路径数据的工具，结合机器学习，优化客户网络拓扑在多约束条件下的流量路径规划方案，提高网络在日常以及关键时刻（业务高峰或部分链路故障）时的可用性和使用体验
- 开源力量：通过开源社区的力量推动项目的蓬勃发展

核心 API

- **Path programming API**：根据约束条件，分析、规划、还原流量在拓扑中的路径，同时支持最优路径、次优非等价路径、ECMP路径等多种算法
- **Topo optimization API**：针对拓扑变化、链路拥塞等场景，提供全局、局部的路径重新规划功能，在满足流量约束的条件下缓解网络问题
- **Connection API**：与外部系统互接互联，提供导入拓扑、路径规划，或导出规划结果，优化结论等信息
- **Snapshot management API**：管理拓扑节点、链路、流量，路径规划的约束、详细信息，全局算法参数等