SDN广域网下应用信息的获取与呈现

# 摘要

[摘要 2](#_Toc497486870)

[1 绪论 1](#_Toc497486871)

[1.1 研究背景 1](#_Toc497486872)

[1.2 研究目的和意义 1](#_Toc497486873)

[1.3 国内外相关研究情况 1](#_Toc497486874)

[1.4 本文的主要研究内容 1](#_Toc497486875)

[2 ADWAN应用信息分析相关技术分析 1](#_Toc497486876)

[2.1 ADWAN（Application-driven Wide Area Network） 1](#_Toc497486877)

[2.2 SDN控制器：ODL（OpenDaylight） 2](#_Toc497486878)

[2.3 报文统计技术 5](#_Toc497486879)

[2.4 数据存储 5](#_Toc497486880)

[2.5 应用信息报表的呈现 6](#_Toc497486881)

[2.6 本章小结 7](#_Toc497486882)

[3 ADWAN应用信息获取与呈现模块系统分析与设计 7](#_Toc497486883)

[3.1 ADWAN系统设计 7](#_Toc497486884)

[3.2 应用信息获取与呈现模块结构设计 9](#_Toc497486885)

[3.3 本章小结 10](#_Toc497486886)

[4 ADWAN应用信息分析的系统实现 10](#_Toc497486887)

[4.1 流量详细信息的获取 10](#_Toc497486888)

[4.2 本章小结 10](#_Toc497486889)

[5 SDN总结与展望 10](#_Toc497486890)

[5.1 全文总结 10](#_Toc497486891)

[5.2 展望 10](#_Toc497486892)

[致谢 10](#_Toc497486893)

[参考文献 10](#_Toc497486894)

# 绪论

近几年随着计算机技术的快速发展，大数据、云计算、移动互联网等业务的蓬勃兴起，这些服务在对人们生活提供了极大的便利的同时，也极大的增加了现有的计算机网络的负担，对目前的计算机网络的性能提出了更高的要求。基于这样的状况，SDN（Software Defined Network，软件定义网络）技术愈发被人们重视研究了起来，其热度持续升温。

## 研究背景

在2012年时，

## 研究目的和意义

## 国内外相关研究情况

## 本文的主要研究内容

# ADWAN应用信息分析相关技术分析

## ADWAN（Application-driven Wide Area Network）

ADWAN是H3C公司（新华三技术有限公司）的一款基于SDN框架ODL开发的新一代广域网解决方案。

ADWAN方案，基于全局视角，通过统一整合全网资源、多维观测网络状态、智能分析运行数据，使整个网络实现多层次、全方位的可视化，并根据用户策略和应用需求进行集中控制、全局调度、及实时调优，实现应用驱动的广域网服务，它具有以下特点：

* 全开放：首先是架构开放，网络的各个层次、不同组件是解耦的，做到网络可以很容易的扩展，也能很好的兼容多个厂商的设备；其次是接口开放，网络各组件之间通过开放、标准的接口来通信，从设备到控制器、APP提供多层次的、不同抽象度的API接口，赋予网络灵活的可编程可定义能力，能够让应用很容易的使用网络服务。
* 场景化：基于场景化的开发思路，提供面向业务的可定制APP应用，满足不同场景用户需求。
* 全流程：全流程重构广域网，整网视角管理和控制网络，简化运维管理。
* 端到端：业务驱动网络，基于业务应用的不同需求动态部署安全、WAN优化、CDN缓存等，提供端到端的网络服务。
* 可迁移：兼容传统网络，支持平滑迁移到SDN方案。

本项目既是基于ADWAN开发一个子模块功能，向用户提供应用信息查询的功能。通过符合ADWAN的编码规则，利用Maven、YANG模型使其嵌入进ADWAN中。

## SDN控制器：ODL（OpenDaylight）

### ODL概览

2013年，思科、微软、戴尔、惠普、IBM、英特尔、VMware等18个国际知名厂商联合建立了OpenDaylight项目。他们的共同目标是以透明、开放、公平、协作为原则建立一个供应商、客户、合作伙伴和开发人员可以共同使用的SDN开源平台，从而推动SDN的产品化和商业化。

ODL控制器是一款基于Java开发的SDN控制器。其是SDN概念的一种具体实现，主要使用了以下工具：

**Maven**：ODL通过使用Maven来达到更加便捷的自动化构建项目的目的。

**OSGi**：是Java动态化模块化系统的一系列规范。ODL使用该OSGi框架以达到动态化的加载bundle和JAR包以及不同bundle之间的交换信息的目的。

**JAVA interfaces**：是同Java接口以达到事件监听、格式规范等目的。是一些bundle实现特定事件的回调函数的主要实现形式。

**REST APIs**：是ODL北向接口（northbound APIs）的接口形式。诸如拓扑管理、静态路由、主机跟踪等北向接口的接口形式。

ODL控制器通过向应用程序提供开放的基于web服务的北向接口来提供服务。

在南向（southbound）接口中，通过插件的形式提供诸如OpenFlow、BGP-LS等多种协议的支持。还有其他ODL捐赠者提供的一些特定的接口代码等模块。这些不同的模块功能都被动态的连接进了ODL的SAL（业务抽象层，Service Abstraction Layer）中。

SAL向北向接口提供服务。不管控制器底层使用的是什么协议、是什么网络设备，SAL都会清楚如何满足从北向传来的请求服务。对于控制器而言，它需要知道设备的功能、可达性等信息来控制其控制域中的设备。这些信息在拓扑管理（Topology Manager）模块中被存储和管理。

### ODL组织架构

图2-1-1 为ODL架构。

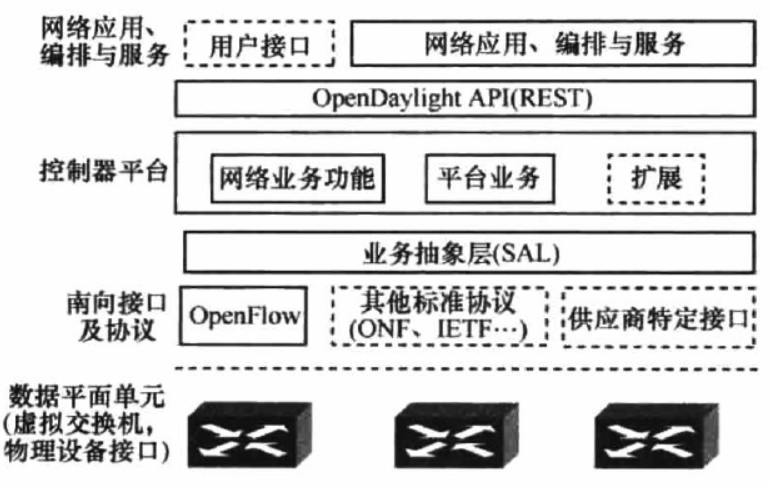


图2-2-1 ODL架构分析

可以看出，ODL有以下几大特点：

* 南向接口不仅支持OpenFlow，还支持SNMP、PCEP、BGP-LS等其他标准化协议，甚至允许出现私有化接口。
* 引入了SAL（业务抽象层），这使得上下层模块之间的调用可以相互隔离，屏蔽多种南向协议的差异，为上层的功能模块提供一致性服务。
* 北向提供开发可扩展的API，用户根据具体需要通过调用函数或者REST接口开发应用。
* ODL具有模块化、可扩展的控制器核心。采用OSGi（开放服务网关，Open Service Gateway Initiative）体系结构，解决功能组件之间的隔离问题，实现代码与功能的灵活加载，并可支持运行业务或应用的安装、更新、删除等插拔操作。
* 使用YANG工具可直接生成业务管理的“骨架”，开发者只需专注于具体业务，根据业务驱动模型工具来设计接口，实现业务功能。
* ODL拥有一个开源的分布式网络平台，该平台不仅能实现数据的存储、查找和监听，更重要的是它使得ODL支持控制器集群。

## 报文统计技术

本项目的主要功能：应用信息的获取与呈现，其第一步即为分析从设备上上报的流量信息。

目前行业内主流的报文统计协议有netstream、netflow和sFlow等技术。

Netstream技术是由华三公司提出的一种基于网络流信息的统计和发布技术。是一种利用网络设备（主要是交换机和路由器）进行网络流量统计、分析、打包的技术。因此在华为设备、华三设备中广泛使用了netstream技术。

Netflow技术是由思科公司在1996年设计出的，最开始时主要用于加速数据流的交换兵同步计量和统计正在高速转发中的IP数据流。随着技术的不断发展和迭代，netflow主要功能变为了对网络设备（主要是交换机和路由器）中的IP信息流进行测量和统计。思科设备主要使用的是netflow技术。

sFlow技术是InMon、Foundry和HP共同提出的一种网络流量监控技术。它可以提供完成整的数据链路层到传输层、甚至全网络覆盖范围内的流量统计信息。

由于笔者实习阶段是在华三公司，且参与的SDN项目开发都是基于华三设备，因此应用信息的获取与呈现这里使用的为netstream技术。因此下面着重介绍一下netstream技术。

### Netstream技术

Netstream提供报文统计功能，它根据IPv4报文的目的IP地址、目的端口号、源IP地址、源端口号、协议号、ToS（Type of Service，服务类型）和输入接口或输出接口来区分不同的流信息并针对不同的流信息进行专门的数据统计功能。

Netstream技术主要有三部分组成：NDE、NSC和NDA：

NDE（Netstream Data Exporter，网络流量采样）：主要功能是对网络流进行采集与发送采集到的流量信息。提取符合条件的流并进行统计，然后将统计到流信息发送至网络流量采集设备。一般网络设备如交换机、路由器等充当NDE的角色。

NSC（Netstream Collector，网络流量采集）：一般为运行在电脑上一个应用程序，负责收集和存储从NDE发送过来的netstream流信息。存储的netstream流信息可以作为网络流量分析程序的数据来源供其进行流量解析。NSC可以从多个NDE设备上接收数据并对数据进行统一的过滤、聚合和存储，供NDA进行网络流量解析。

NDA（Netstream Data Analyzer，网络流量分析）：即网络流量分析程序，它从NSC存储的流量信息中获取数据，然后对数据进行解析、归并、加工处理、生成报表，为其他业务提供支持。

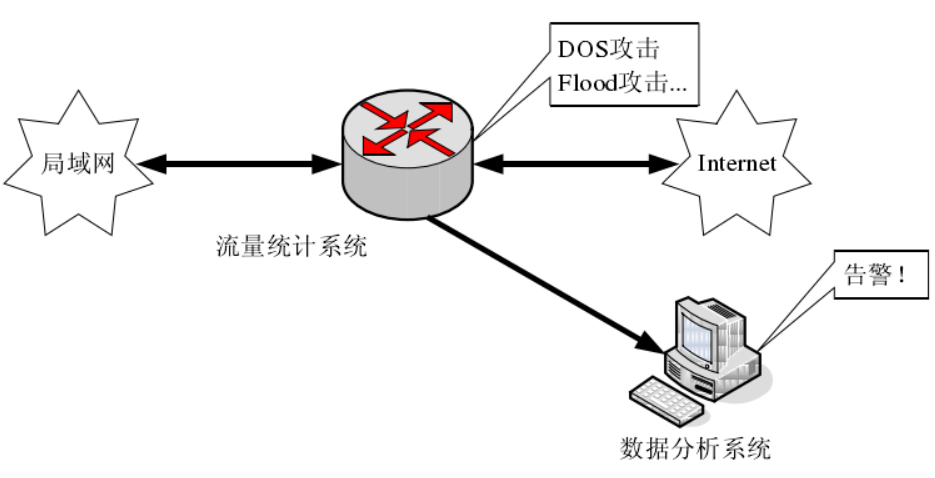


图2-3-1 netstream技术的典型应用

Netstream网络流老化是NSC输出流统计信息的前提。当设备上netstream缓存区达到符合输出条件时，NDE才会将流信息发送至NSC让其进行进一步的数据分析操作。

流老化主要有以下五种方式：

* 按活跃时间老化：当一条流的活跃时间超过所配置的时间限制时，流信息将会被老化。
* 按不活跃时间老化：当一条流的活跃时间超过所配置的时间限制时，流信息将会被老化。
* 按TCP连接FIN和RST报文触发老化：对于TCP连接，当有FIN或者RST报文发送时，说明一次会话的结束。因此，当一条已经存在TCP协议netstream流中流过一条有FIN或者RST标志的报文时，会立即该流老化。
* 按统计字节超过限制时老化：Netstream缓存区中的流需要记录流过的报文字节数，当字节数超过配置的大小时，就会造成流溢出，所以系统在检测到某条流的字节数超过限制时，为了避免发生计数错误，会立即对该流进行老化。
* 强制老化：管理员可以通过手工输入命令的方式对流进行老化处理。该功能主要是对未满足老化条件的流进行老化，比如未到老化时间但又需要最新的老化流来统计信息，或者netstream业务出现故障，需要对缓存区中的流进行全部老化处理。

当设备上的netstream缓冲区中达到流老化的条件时，NDE便会向NSC发送流信息，方便NSC对网络流量进行过滤、存储操作。

其中netstream流输出，分为三种方式：

* 原始流输出：设备上的所有的流信息都会被统计，然后在到达流老化的条件后，netstream缓冲区中的流全部输出到NSC。这样的输出方式可以详细的知道每条流的统计信息，但也会显著的消耗大量的计算资源和网络资源，同时在许多情况下，网络管理员并不一定需要这么全面详细的流统计信息。
* 聚合流输出：在原始流输出的基础上，以特定的方式对流进行分类和聚合。NDE向NSC发送经过聚合后的流统计信息。这种方式可以很大程度上减少网络设备的内存消耗、计算消耗和网络带宽的消耗。

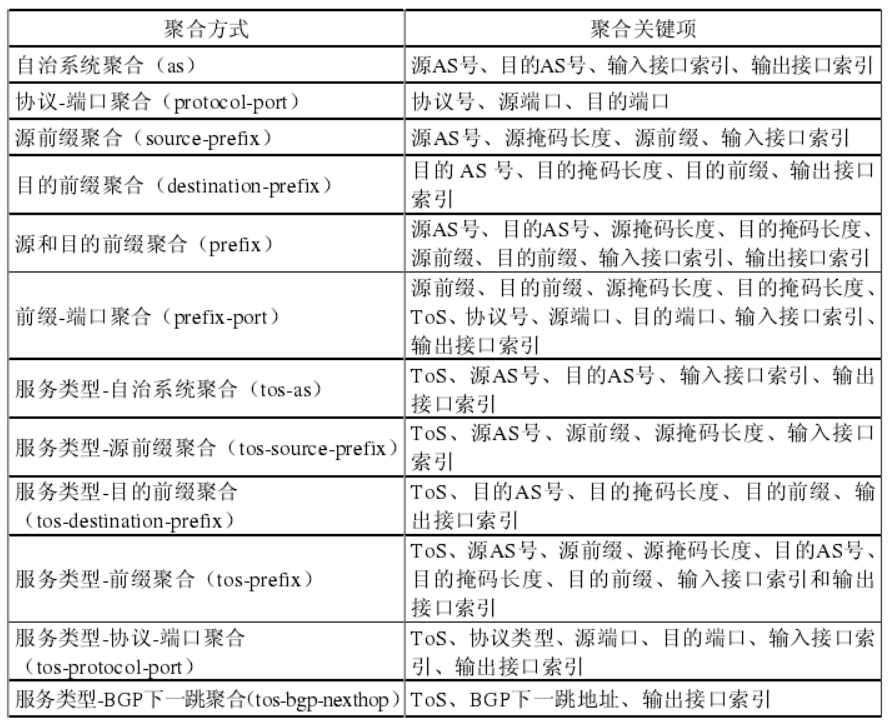


表2-3-1 聚合流输出的12种方式

设备根据选择的聚合方式和聚合关键项，可以将符合聚合条件的多条流聚合为一条聚合流，对应一条聚合记录。这12个聚合方式各自相互独立，互不影响，可以同时配置。

* 灵活流输出：是一种可以自定义形成流条件的流输出方式。这些条件可以是七元组中的任意组合。通过这种方式进行的流统计，可以得到网管人员最想要的流统计信息，并且也会在一定程度上减少网络带宽的消耗。

在NDE向NSC发送流信息报文时，会将流信息以用户指定的报文格式进行封装并以UDP的形式发送至NSC。NSC在接收到网络设备发来的报文后，以对应格式进行解析。下面是netstream的报文信息格式。

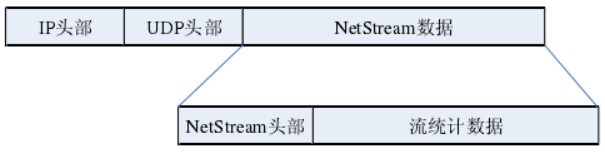


图2-3-2 Netstream报文格式

Netstream输出报文目前主要有V5、V8、V9和V10四种版本：

V5：七元组产生的原始数据流，可将所有的字段信息全部输出到NSC设备。报文格式固定不可扩展，统计数据量大。

V8：支持聚合输出格式。报文格式固定，不易扩展。

V9：基于模板方式的输出方式，统计信息输出灵活，可以灵活输出各种组合格式的数据。

V10：基于模板方式的输出方式。根据数据量特征输出统计信息，具有很强的扩展性，对于不同的需求输出不同格式的数据。

这里我们的系统主要使用的V9格式的netstream报文输出。

## 数据存储

通过netstream技术，控制器可以得到某台设备上的具体的应用流量信息。针对设备上报的netstream报文进行分析。通过分析我们可以获取到实时的流量信息。我们的系统支持历史应用信息的查询，因此还必须将实时的这种流量信息存储起来以便用户以后进行查询。

数据存储，主要是有文件存储和数据库存储两种形式。本文中使用的为数据库存储。

目前业内主流的数据库主要有两类，一类是关系型数据库，另一类是NoSQL型数据库。它们各有特点。

传统的关系型数据库是建立在关系模型基础上的数据库，借助于集合代数等数据概念和方法来处理数据库中的数据。通过SQL语句可以实现复杂查询以及事务支持。常见的MySQL、Oracle、SQLite等都属于关系型数据库。

NoSQL型数据库泛指非关系型数据库。主要分为四大类：键值对存储数据库、列存储数据库、文档型数据库和图形数据库。其数据模型相对于关系型数据库来讲比较简单，性能比较高，易于水平扩展。常见的有Redis、HBase、MongoDB等。

本文中的应用信息模型相对简单，没有复杂的耦合性。最终选择使用的数据库为MongoDB，文档型数据库。MongoDB是一个基于分布式文件存储的数据库，它支持的数据结构是一种类似于json形的bson数据格式。具有高性能、可扩展、易部署、易使用的特点。将netstream上报的报文解析后存储在对应的数据库集合内，以供用户查询历史应用信息的情况。

## 应用信息报表的呈现

设备的具体应用信息存储在数据库中，其原始数据是不易于用户直接查看，晦涩难懂。因此需要对其进行专门的处理来提供给用户一个简单、高效的查询接口。同时，通过此接口返回的数据应进行响应的处理，使其在页面上以图文报表的形式显示，方便用户直观的查看信息。

这里主要使用的ADWAN（Application-driven Wide Area Network, H3C新一代基于ODL开发的广域网解决方案产品）的Rest接口的设置，定义输入参数、输出参数形式以及前台web页面的具体显示。

前台页面通过Ajax请求，使用html5绘图eChart框架显示。应给予用户最直观易懂的操作与信息。

## 本章小结

应用信息的获取与呈现，是基于SDN产品ADWAN的基础上进行开发子模块。SDN产品ADWAN是华三公司的一款基于ODL框架的新一代广域网整体解决方案，目的是为了帮助用户构建一个就架构开放、灵活编程、易于运维的广域网来承载日益丰富应用流量，最终实现应用按需驱动、网络动态适应应用的目的。而应用信息的获取与呈现也是为了这个目的而产生的模块。通过ODL框架的规范、Rest接口的定义，YANG模型的定义以及前台Web页面的请求与显示作用以达到最终目的。

# ADWAN应用信息获取与呈现模块系统分析与设计

应用信息的获取与呈现是基于ODL框架的ADWAN项目的一个子模块，其主要功能是向用户提供近一年以内任意时段内的网络流量情况，以供用户进行其他相关的数据分析、处理等操作。下面主要讲述ADWAN项目以及子项目应用信息的获取与呈现的系统分析与设计。

## ADWAN系统设计

H3C凭借长期在广域网领域的技术积累和丰富经验，深入调研用户实际应用中存在的痛点和需求，采用SDN思想及其相关技术开发了新一代广域网整体解决方案，这个方案帮助用户构建了一个架构开放、灵活编程、易于运维的广域网，来承载日益丰富的应用流量，最终实现应用按需驱动网络、网络动态适应应用，即ADWAN（Application-driven Wide Area Network）。

### 方案架构



图3-1-1 ADWAN方案架构

如上图所示，ADWAN方案和其他场景下的SDN网络架构一样，也是一个分层、开放、灵活的网络架构，如下图所示，整个ADWAN方案分为网络设备、控制器+APP、管理编排三个层次：

* 网络设备层：网络设备接收SDN控制器的控制和管理，除了传统的SNMP、NETCONF、命令行等方式外，支持SDN架构下的BGP-LS、BGP Flowspec、PCEP、Openflow等协议，和控制器进行通信；同时在转发层面进行优化，支持Segment Routing、Openflow硬件转发，提供高性能的转发平面。
* 控制器+APP层：整个方案基于开源的ODL平台，支撑各种APP集成；根据广域网不同的场景，比如DCI网络、骨干网、分支接入等，开发定制化、场景化的APP，满足用户在不同场景下的网络需求；南向通过标准南向接口协议和设备互通；北向面向用户提供定制化的API接口，实现和编排系统集成，满足用户差异化的业务需求。
* 管理编排层：通过调用APP提供的API接口，实现业务流组定义（Qos优先级、五元组、VPN等）和业务的策略定义和管理编排，全网的实时监控、可视化呈现、及故障排查等，进而增强网络的可视化，简化网络的运维管理。

在基于ADWAN项目的基础上编码应用信息的获取与呈现具有很大优势与便捷性。可以是开发人员着重于聚焦业务逻辑问题，避免在底层协议、控制设备上面付出过多的精力。应用信息的获取与呈现主要位于“控制器+APP”和“管理编排”层上。

## 应用信息获取与呈现模块结构设计

应用信息的获取与呈现应主要分为设备下发配置、分析上报netstream报文、存储分析结果原始数据以及web页面调用Rest接口呈现报表这四个部分。

### 设备下发配置

通过调用基础管理模块的接口，向设备下发netstream配置，以达到设备向控制器上报流量信息的目的。

### 报文分析

通过基础管理向设备下发netstream配置，然后控制器可以获取到设备侧传来的应用流量信息。通过对netstream报文的解析，可以获取此刻设备上具体的流量信息。将这些信息通过一定的规则编码组织，即可存入数据库中。

### 存储原始数据

数据库层对报文分析层提供接口供报文分析层调用以存储解析的原始数据。本项目可提供用户查询近一年的任意时间段的应用信息的详情。因此使用MongoDB存储时需要考虑到数据的存储方式以达到用户无论请求什么格式的数据都可以迅速的作出响应。这里主要应用到数据分层、分集合技术对数据进行存储。

### 呈现数据报表

在数据库中存储的是解析后的设备上报到控制器的报文的原始数据，其不易于用户查看和操作。因此，在面向客户的版本中，需要增加适当的用户界面以方便用户操作和查看信息。

Web页面主要有两部分，一部分是数据的请求，一部分是数据的展示。其中数据的请求应根据用户的选择时间段通过Ajax向ADWAN后台请求数据。而数据的展示则是利用了html5新的绘图API绘制出流量曲线走势已经应用表格。

## 本章小结

应用信息的获取与呈现是基于华三公司的SDN产品ADWAN上开发的一个子模块项目。其利用ADWAN的ODL框架与设备进行交互并向外提供Rest接口。前台Web页面通过这些Rest接口向后台ADWAN发送用户请求并且在相应数据返回后对数据进行格式化处理，供用户查看。

这其中主要的层次结构可以理解为和MVC相似，即数据库模型，控制层APP与Web视图层。

# ADWAN应用信息分析的系统实现

经过前面几章对ADWAN的架构分析、应用信息的获取与呈现项目的需求、系统设计的分析，可以逐步明确出项目的具体实现过程。

该项目的具体实现大致可分为信息的获取、信息的存储与信息的呈现，具体可分为如下几个部分：

## 设备配置信息的下发

控制器需要知道设备上都跑了哪些具体的流量才能实现相应的功能。这些信息的获取则需要对设备进行专门的netstream配置。

应用信息的获取与呈现模块通过调用基础管理管理的下发配置接口向设备下发配置。其中下发设备配置根据设备不同的厂商与型号，配置内容有所区别。这里主要是采用了配置xml文件与设备型号、版本进行匹配的操作来达到下发正确配置的目的的。

ADWAN支持华三公司、HP公司的网络设备。华三公司与HP公司的设备均支持netstream配置。

在设备上配置netstream命令后，设备会通过UDP报文向指定的控制器IP地址发送netstream信息。

已知netstream支持的流输出版本有V5、V8、V9和V10四种版本。在我们的系统实现中采用的是V9版本的流输出格式。V9版本是一种基于模板方式的流输出，具有输出信息灵活的特点，且支持BGP下一跳、MPLS等统计输出。

## 获取设备上报的netstream报文

## 解析报文信息

## 信息的存储

## 用户页面获取引用信息的方法

## 应用信息的报表呈现

## 本章小结

# SDN总结与展望

## 全文总结

## 展望

# 致谢

# 参考文献