

第四届全国高校软件定义网络（SDN）应用创新开发 大赛初赛试题

本次大赛以书面形式进行初赛，参赛队伍须根据题目要求先设计实验，再撰写报告书，并在初赛截止日期之前在线提交（网址：<http://sdn.cutech.edu.cn/>）。

说明：初赛共三个部分，基础部分（22 分），提高部分（38 分），设计部分（40 分），共计 100 分。总分达到 60 分并且基础题得分不少于 13 分可获得成功参赛证明，初赛总分排名前 60 名入围复赛。

要求：

- 1、报告书仅限 PDF 格式。
 - 2、附加内容仅限原创代码，每个应用对应的代码前都要注明信息。
 - 3、报告书中所有图片必须在下方标明题注。
 - 4、提交文件命名：参赛学校名称+领队名字，例如：“华中科技大学张三.pdf”。
- 附件：初赛答题报告书。

● 第一部分：基础题（22 分，共计 2 大题）

➤ 第 1 题：搭建基于 SDN 架构的实验网络（9 分）

内容：熟悉 SDN 架构的理念、掌握相关软硬件安装配置方法后，参照图 1 所示的拓扑部署一个基于 SDN 架构的网络环境（注：实验环境所采用的软硬件不限，仿真网络或真实网络都可，除非有明确说明，下文不再赘述。）。

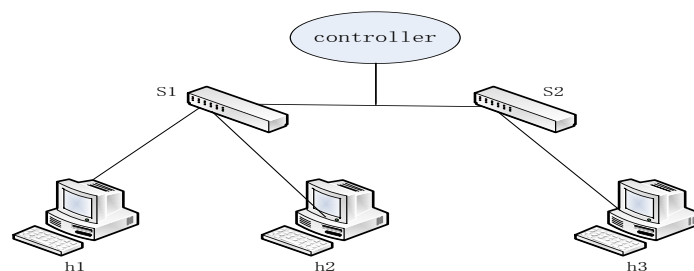


图 1 网络拓扑示意图

具体要求：

- 1、南向接口采用 OpenFlow 协议。
- 2、可查看网络的拓扑信息视图。
- 3、h1、h2、h3 能够两两互通。

报告书内容要求：

- 1、简要描述网络环境的搭建方案，包括采用的软硬件及其在网络中的作用。（限 300 字）（4 分）
- 2、给出拓扑视图的截图，并将对应的图 1 中的节点名称标明在图中。（2 分）
- 3、给出图 1 中三个节点两两互通的测试截图。（3 分）

➤ 第 2 题：初步分析基于 OpenFlow 的 SDN 网络控制功能（13 分）

内容：完成第 1 题的基础上，结合具体报文，了解 SDN 的基本运行流程和相关协议功能。

具体要求：

- 1、下发流表项实现 h1 和 h2，h2 和 h3 不能互通、h1 和 h3 可互通。
- 2、结合捕获的 SDN 相关协议（例如 OpenFlow 协议）报文，分析其报文结构，并简要描述该类报文的作用。（一种即可，限 500 字）
- 3、说明在相同的网络拓扑中传统分布式网络如何实现要求 1，并分析与 SDN 实现之间的差别。

报告书填内容要求：

- 1、给出实现具体要求 1 的操作、当前查询到的流表信息和 ping 测试结果。（4 分）
- 2、给出报文结构图，简要分析协议的作用。（限 200 字）（4 分）
- 3、简要叙述在传统分布式网络中实现具体要求 1 的步骤，结合前面的操作分析与 SDN 实现之间的差别。（限 500 字）（5 分）

● 第二部分：提高题（38 分，共计 2 大题）

➤ 第 3 题：传输层数据报控制应用开发（18 分）

内容：基于北向 API 开发一个传输层控制应用，能够根据传输层的指定字段匹配值拦截数据报。

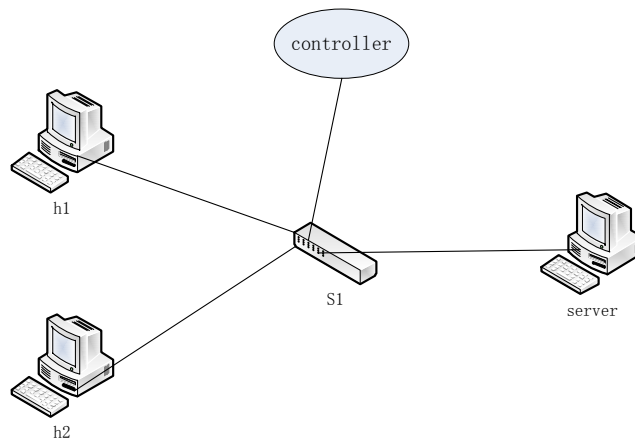


图 2 简单路由控制应用实验拓扑图

具体要求：

- 1、部署如图 2 所示的网络环境。
- 2、利用北向 API 在 server 服务器上开发控制程序，实现在程序界面上可添加/删除 TCP/UDP 数据报控制项，每一控制项可设定以下 3 个选项：协议类型（TCP 或 UDP），源 IP，目的端口。实现匹配控制项的网络数据阻断（从 h1 或 h2 发送至 server 服务器的数据报）。（注意：目的 IP 不是 server 服务器 IP 的数据报不受影响）

举例说明：假设 h1 的 IP 为 192.168.10.1，可在程序界面增加以下控制项：{TCP, 192.168.10.1, 22}，从而使得所有来自 h1 的、目的 IP 为 server 服务器且目的端

口为 22 的 TCP 数据报均被拦截。

报告书需填内容要求：

- 1、给出具体的网络拓扑视图截图，并将对应于图 2 中的节点名称标明在图中。（2 分）
- 2、简要列出使用的北向 API 并介绍其功能。（限 300 字）（2 分）
- 3、分别验证{TCP, h1, 22}, {UDP, h2, 123}控制项的添加和删除功能，结合图文说明程序能够实现具体要求 2，描述图文必须能说明实现方式为 SDN 而非其他的本地拦截方式。（限 500 字）（14 分）

➤ 第 4 题：创建基于 2 个数据中心的网络拓扑（20 分）

背景：Mininet 采用轻量级的虚拟化技术，基于 Mininet 研究者能够在笔记本电脑上搭建自定义拓扑的 SDN 网络，并对 SDN 相关的创新设计进行测试和验证。一旦验证成功，就能在实际环境中进行部署。基于 Mininet 构建的仿真测试能够评估多数数据中心网络应用设计的效果，为真实数据中心网络应用开发提供参考。

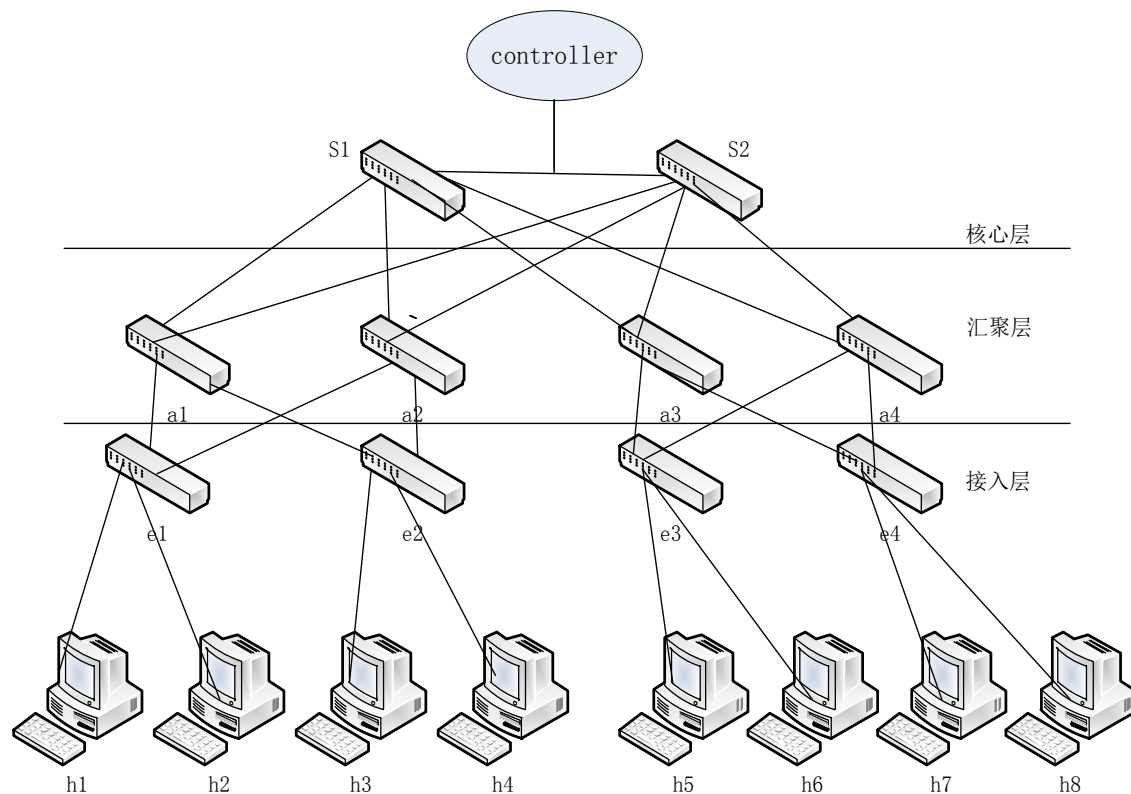


图 3 基于两个数据中心的网络拓扑

具体要求：

- 1、应用 Mininet 创建如图 3 所示网络拓扑(可用脚本代码实现)；要求 h1 和 h2，h1 和 h3，h1 和 h5 主机间能够通讯。
- 2、在 Mininet 命令行操作界面通过 iperf 命令对 h1 和 h2，h1 和 h3，h1 和 h5 主机间带宽性能进行分析（也可通过编写测试脚本实现全自动化测试），包括发送速率与接收速率。

报告书需填内容要求:

- 1、给出具体的网络拓扑视图截图、ping 测试结果截图,并将对应于图 3 中的节点名称标明在图中。(12 分)
- 2、给出命令行操作界面截图或测试脚本代码,并提供性能测试结果表格。(8 分)

第三部分:设计题(40 分)

说明:设计题为自由发挥部分,参赛队伍需根据团队调研结果,确定需要解决的具体问题,并给出详细的解决方案和实现思路,初赛不要求以完成开发应用程序的方式实现方案,但是需要给出基本的程序框架和流程图,这里给出六个方向作为参考。

✧ 参考一:指定业务带宽保障

背景:传统分布式控制的网络,一般只进行尽力而为的转发,不单独为某一业务提供额外的带宽保障,这就造成某些关键性业务无法得到很好的保障(如视频业务),可能影响业务的正常运转(视频不流畅)。

✧ 参考二:集群计算的流优化

背景:目前存在大量基于 DAG 模型的集群计算技术,在这些技术中,流图的依赖关系将会影响数据流的优先级。基于 SDN 技术,可以对 DAG 模型进行优先级参量建模,并对相关流进行优先级标记,使得高优先级的网络流先得到处理,从而提高整体的计算效率。

✧ 参考三:流量负载均衡调度

背景:服务端在用户访问量超过服务能力时,一般通过增加服务器来满足用户的访问需求,在这种场景下如何将大量用户的访问流量分担到不同的服务器上成为决定整体业务服务质量的重要指标。目前业界一般采用商用的负载均衡设备或 LVS 等开源软件来实现。

✧ 参考四:基于 SDN 技术的 DDoS 防御

背景:DDoS 是传统的拒绝服务攻击(DoS)的升级版,主要通过控制多台服务器组成联合攻击平台,对一个或多个目标发动拒绝服务攻击,从而成倍地提高拒绝服务攻击的能力,使得网络带宽或者平台资源被消耗殆尽,造成服务拒绝。基于 SDN 的 DDoS 防御系统因其智能化、虚拟化、灵活性等特点,能够更加高效地识别、清洗 DDoS 攻击流量,降低部署成本和运维难度,提升系统接口开放与联动能力,快速满足用户定制化需求,有效保障服务质量。

✧ 参考五:云平台虚拟机的动态迁移

背景:云计算通过将物理资源抽象化,形成一个逻辑上可见可操作的资源池,这样通过操作配置就可以实现资源的动态分配与回收整理。云计算系统中重要的单元是虚拟机,它是计算资源的基本单元,虚拟机的灵活性决定了云计算系统的

灵活性。在云计算中，能否对虚拟机进行合理的调度关系到整个云计算平台的性能和稳定性。传统的虚拟机迁移技术由于受到 IP 网络的限制，特别是 IP 地址二义性的限制，使得虚拟机迁移技术仅支持二层网络。或者目前流行的大二层网络，大大限制了云计算系统中各种资源配置的灵活性。

✧ 参考六：基于用户 ID 的移动设备网络管理

背景：在企业内部的局域网中，随着移动互联网的发展，越来越多的用户已经不局限于使用公司内部配置的电脑，而会使用自己的智能可移动设备来办公，这时对于这些可移动设备的管理是尤为重要的。例如：通常企业中各部门需要接入相应的 vlan，传统的 vlan 是基于端口号或者 MAC 地址划分的，不能较好地满足移动设备接入的需求。利用 SDN 数据层和控制层分离的巨大优势，借助控制器能够下发流表控制交换机，可以在用户接入时对用户 ID 进行验证，并据此定制网络，实现软件定义的企业内部局域网。

设计题报告书内容要求：

- 1、明确提出设计名称。
- 2、详细描述需要解决的具体问题（限 500 字）。(10 分)
- 3、概述该问题的研究现状和意义。(10 分)
- 4、详细介绍解决方案和实现思路，包括但不限于模型建立、关键技术、策略设计或算法、程序流程等方面。(20 分)