



清华大学

Tsinghua University

软件/硬件路由器实验介绍

路由器实验团队

2021年9月

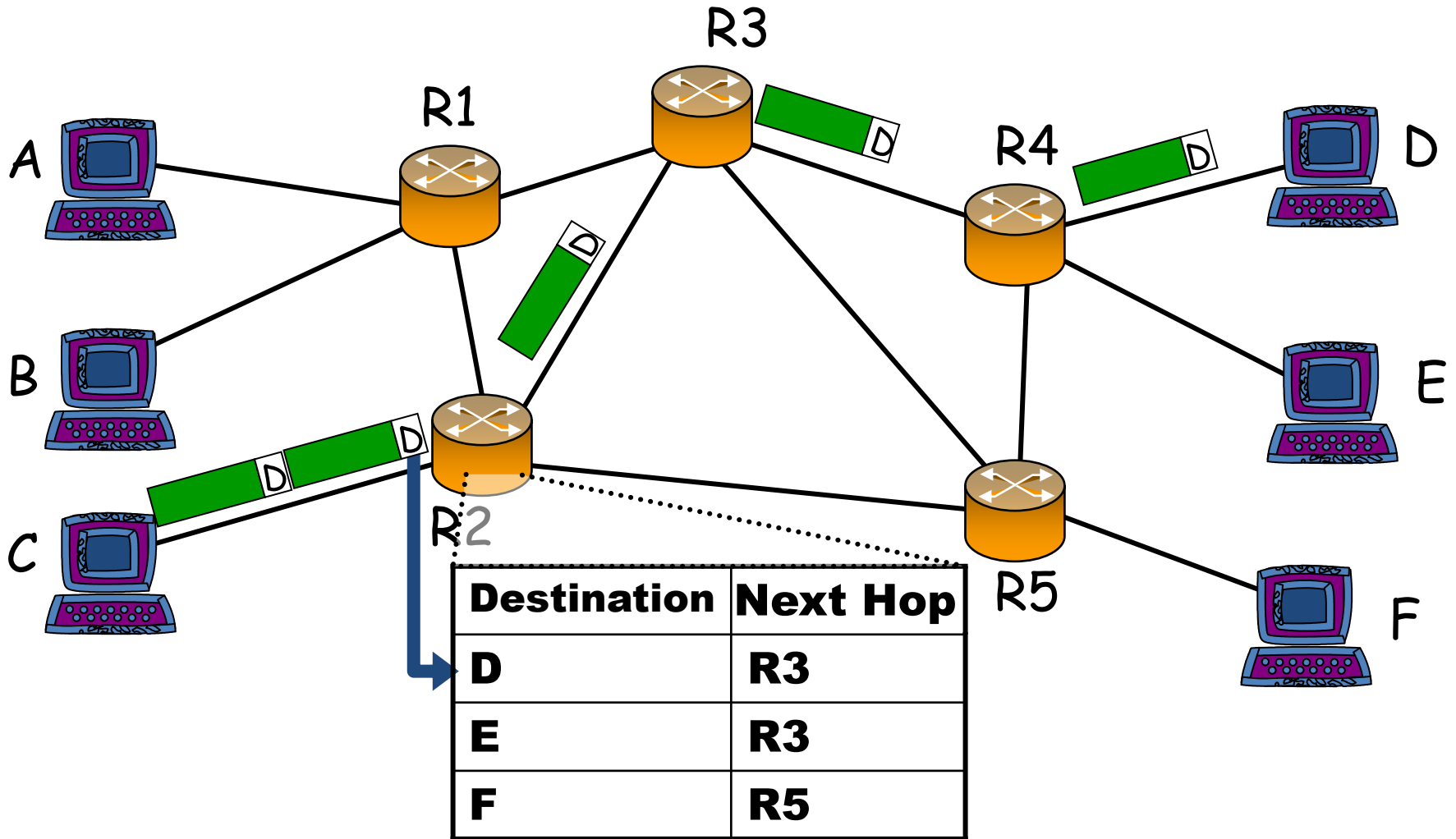
主要内容

Contents

- 路由器是什么?
- 我们有什么?
- 我们要做什么?
- 硬件实验与软件实验的区别
- 实验评测



路由器是什么？



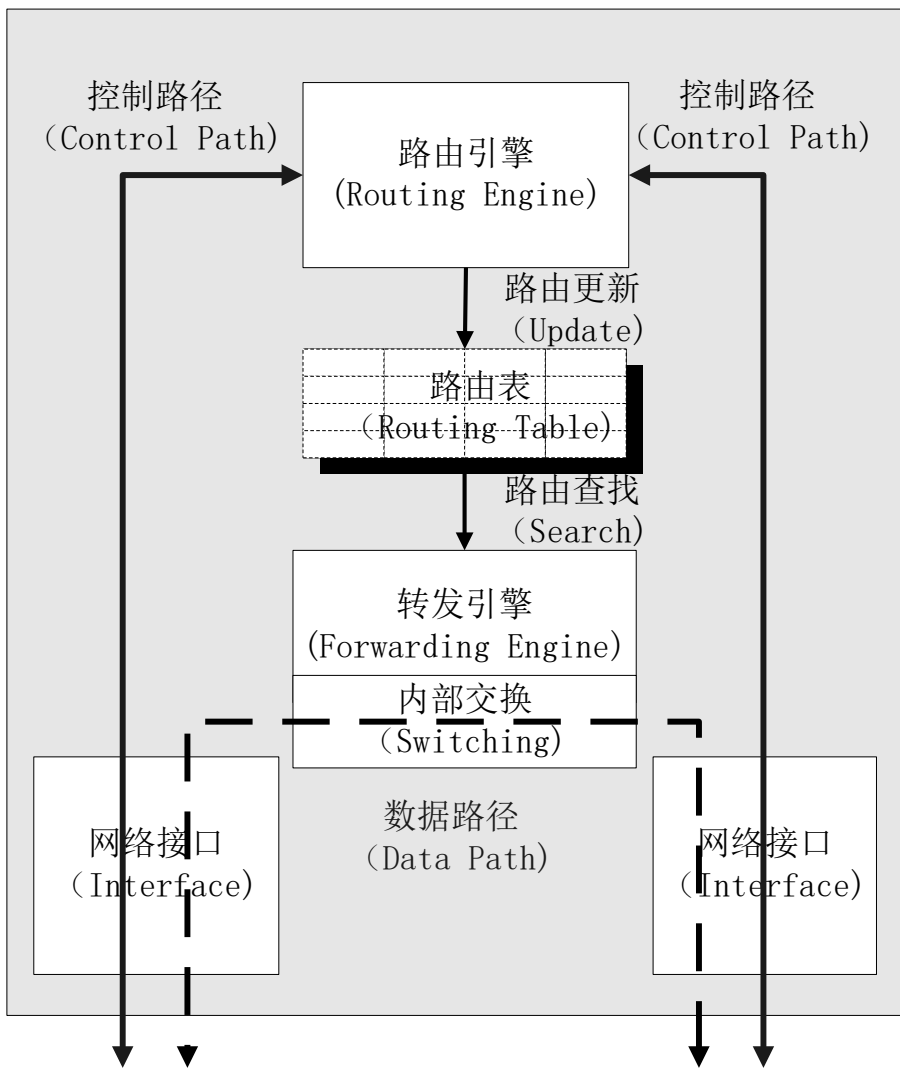


路由器基本功能

- RFC1812规定路由器必须完成**两项**基本功能
 - 路由器必须对每个到达本路由器的报文做出**正确的转发决策**，决定报文向哪一个下一跳路由器转发
 - 为了进行正确的转发决策，路由器需要在转发表中查找能够与转发报文目的地址**最佳匹配**的表项，这个查找过程被称为路由查找 (Route Lookup)
 - 路由器在得到了正确的转发决策之后必须能够将报文从输入接口向相应的输出接口传送，这个过程被称为**内部交换过程** (Switching)



路由器基本结构



- 网络接口
 - ❖ 完成网络报文的接收和发送。
- 转发引擎
 - ❖ 负责决定报文的转发路径。
- 内部交换
 - ❖ 为多个网络接口以及路由引擎模块之间的报文数据传送提供高速的数据通路。
- 路由引擎
 - ❖ 由运行高层协议（特别是路由协议）的内部处理模块组成。
- 路由表
 - ❖ 路由表包含了能够完成网络报文正确转发的所有路由信息，它在整个路由器系统中起着承上启下的作用。



软件路由器实验目标

- 软件实验目标为实现一个软件路由器
 - 实现 IPv6 分组转发
 - 实现 RIPng 路由协议
- 此外，希望实验者锻炼如下能力
 - 网络系统调试方法
 - 阅读、理解并实现 RFC 文档的能力
 - Linux 等操作系统的网络配置
- 学术道德
 - 参考网上代码请注明出处
 - 横向（同学代码）+纵向（往届代码）查重
 - **严禁抄袭！抄袭被认定后实验计零分！**



软件路由器实验内容

- **第一部分：编程作业（20%分数）**
 - 四个编程实验，对应软件路由器的若干核心功能
 - 通过 Git 提交到 `git.tsinghua.edu.cn`, CI 自动进行评测
 - 在实验平台（TANLabs）上查看 CI 测试结果
- **第二部分：路由器评测（个人、团队各40%分数）**
 - 基于第一部分的编程作业实现完整的路由器
 - 通过 Git 提交并在实验平台上评测
 - 在云端**真实硬件**上运行和测试
 - 组队的三个同学的路由器联网测试



软件路由器实验平台

- 清华高级网络实验平台 (TANLabs)
 - <https://lab.cs.tsinghua.edu.cn/tan>
- 第一步：在 TANLabs 上登录并创建实验者仓库
 - 名称：network-2022fall/router-lab-xxx
 - 请在此仓库完成实验
- 第二步：Git 提交，并查看结果
 - 每次 Git Push 会自动评测，实验者可以在 TANLabs 查看评测结果
 - master 分支不允许 Force Push
 - **重申：学术道德**



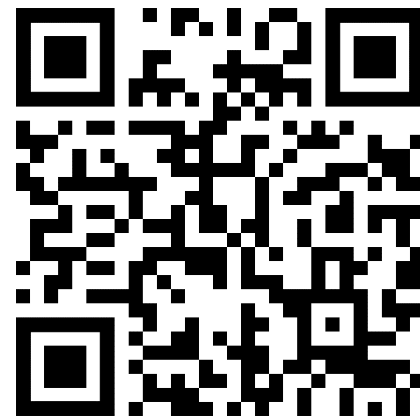
软件路由器实验平台

- 第三步：提交评测任务，在树莓派上评测
 - TANKLabs 自动分配树莓派并按照实验文档描述的流程进行评测
 - 在线查看评测结果和过程中产生的日志
- 第四步：标记最终的评测结果
 - 选择一次评测结果作为最终结果，记录成绩
 - 必须选择 master 分支的提交对应的评测结果
 - 截止时间前可以重复修改
- 截止时间后补交请联系助教，将按迟交时间扣分



软件路由器实验文档

- 实验文档涵盖了实验的所有信息
 - <https://lab.cs.tsinghua.edu.cn/router/doc>
- 如有更新，以实验文档的为准
 - 会通过网络学堂等方式通知





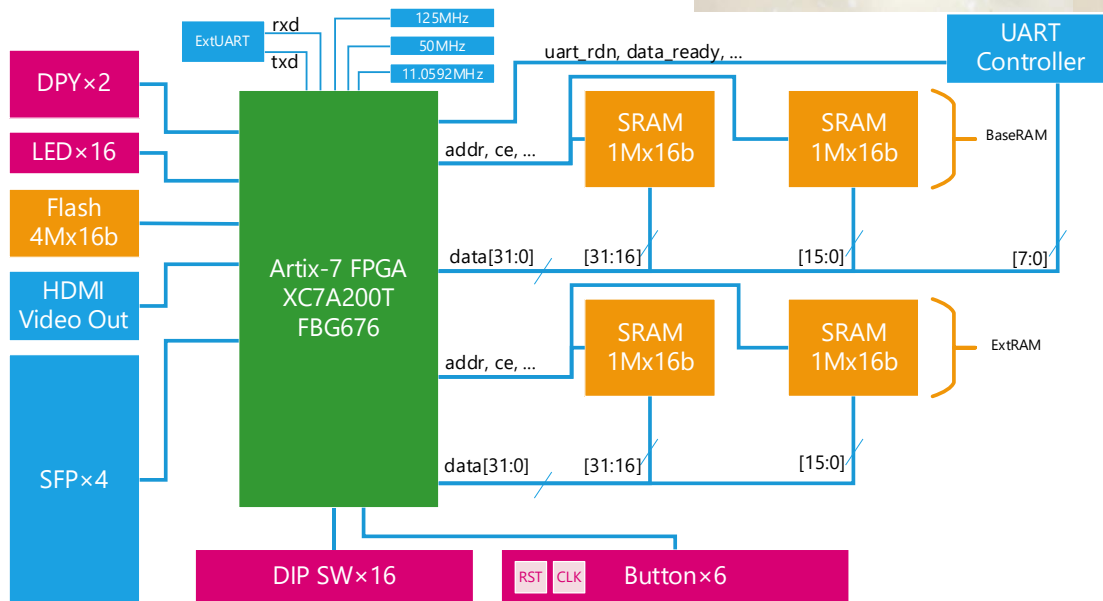
或者?

- 挑战一下硬件路由器!



我们有什么？

- 实验平台如右图所示：
 - 与《计算机组成原理》实验平台类似
 - FPGA: XC7A200T
 - 4×SFP接口（千兆以太网）支持光口及电口模块





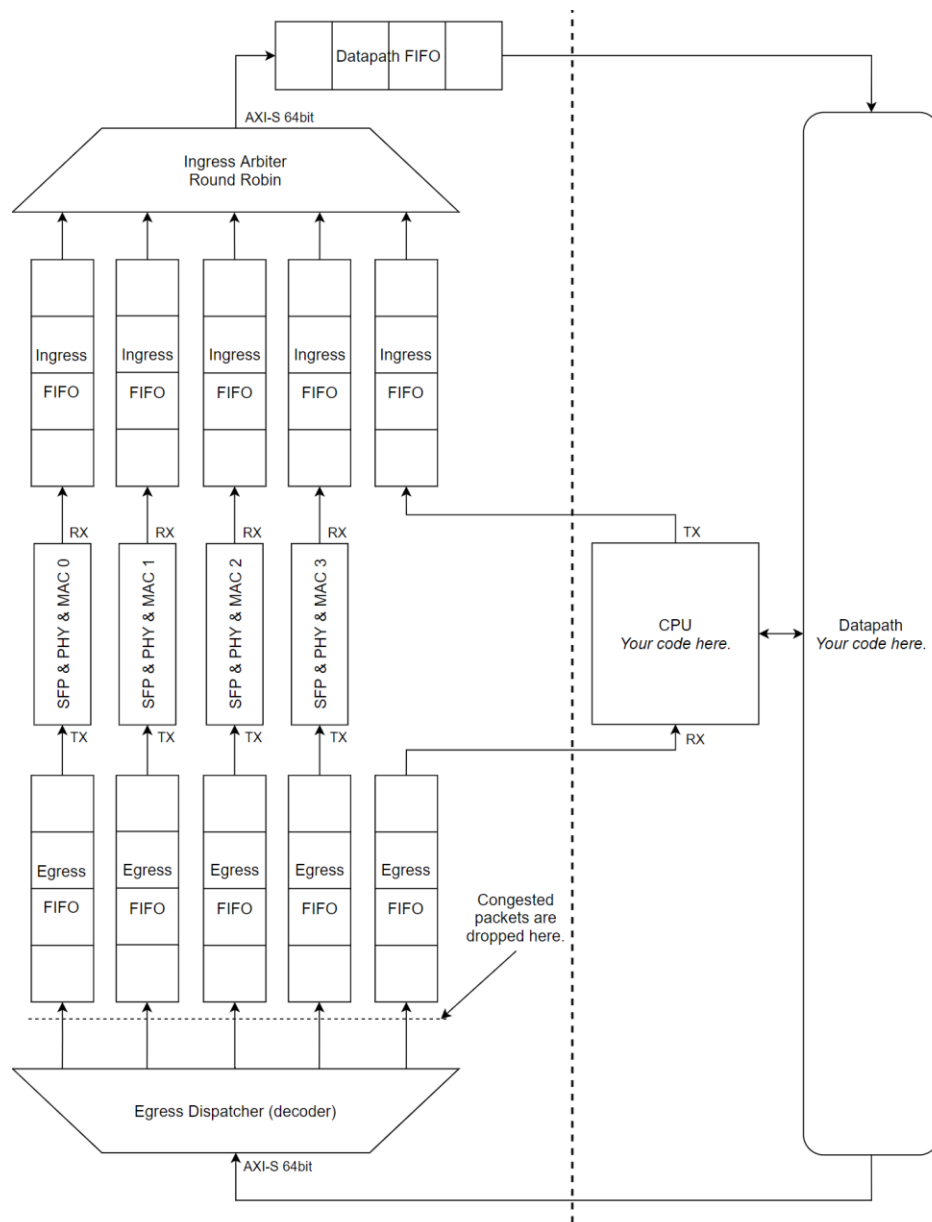
我们要做什么？

- 本实验目标即为做一台硬件路由器
- 具体而言，需要在FPGA上实现一个CPU（计原实验要求）及一个硬件转发引擎（本课程要求）
 - 绝大多数IPv6分组通过转发引擎高效转发（数据平面）
 - 目的IP地址不是本路由器地址或组播地址，并且
 - 分组不带特殊选项
 - 运行在CPU上的软件处理RIPng路由协议（控制平面）
 - 软件对转发引擎进行管理和配置（路由管理）



我们要做什么？

- 设计示例：





与软件路由器实验的区别

- ✓ 硬件转发IP分组，性能更高
- ✓ 熟悉FPGA如何处理IP分组，解决实际问题
- ✓ 进一步锻炼系统能力
- ✓ 获得不一样的人生体验
- ✓ 可能获得更有竞争力的成绩



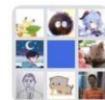
实验评测

- 实验路由器与测试设备以各种网络拓扑结构相连
- 测试如下功能和性能指标：
 - **连通性**：主机之间两两连通（拟使用ping测试）
 - **吞吐率**（拟使用iperf3 TCP或自研网络测试仪测试）
 - 四口线速（包含各层协议头大小）为 $4 \times 1\text{Gbps} = 4\text{Gbps}$
 - **小包转发速率**：每秒最多处理的包的个数
 - 拟使用自研网络测试仪测试；通常这一性能指标更难提升
 - 四口线速为 $4 \times 1.488\text{Mpps} = 5.952\text{Mpps}$
 - **路由表容量**
 - 2021年9月，全球IPv6路由表大约为13.8万条（CIDR Report）
 - 本实验中支持数千条就很好



选报说明（具体请见网络学堂公告）

- 若有意选报本实验，请在指定时间前个人**独立**完成编程作业并提交个人简历说明文档一份。
- 两课堂至多选拔15名同学（约5组）。通过选拔后，可自由组队，每组1~3人，并请在指定时间前提交队伍信息。
- 允许回退至软件路由器实验。



计网联合实验 2021
招募



该二维码 7 天内 (9月18日前) 有效，重新进入将更新



啊哈 完好的小呆
北京 海淀



扫一扫上面的二维码图案，加我微信



清华大学

Tsinghua University

谢谢