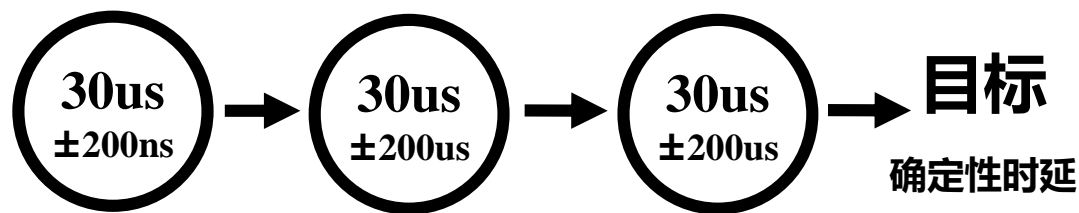


确定性IP网络(DIP)

简介-确定性网络

- 确定性IP网络 (Deterministic IP, DIP), 简而言之就是通过通过在IP网络上增强确定性能力, 以提供确定性服务并实现可视化监管为目的新型IP网络
- DIP以确定性时延为主要内涵, 此外提供确定性低丢包及可视化监管能力

确定性时延业务对网络承载技术提出了新的衡量纬度, 从In Time (及时性) 转变为 "On Time" (准时性)



远程手术



工业云制



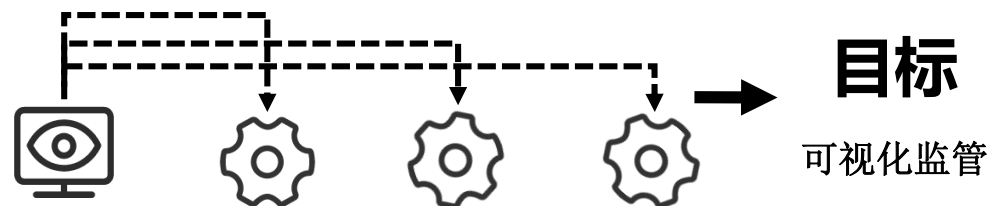
智能交通

确定性时延是多模块协作的基础, 环环相扣的协作系统要求各模块在恰当的时间执行恰当的操作

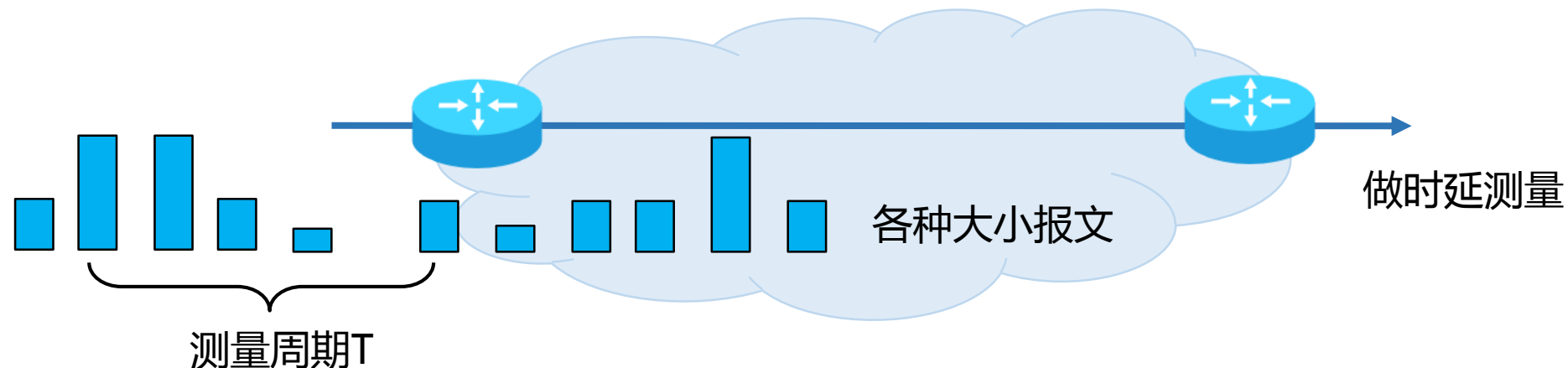
高敏业务要求丢包率严格控制在一个极低水平



可视化监管对所承诺的确定性服务的实际执行情况提供精细化监管

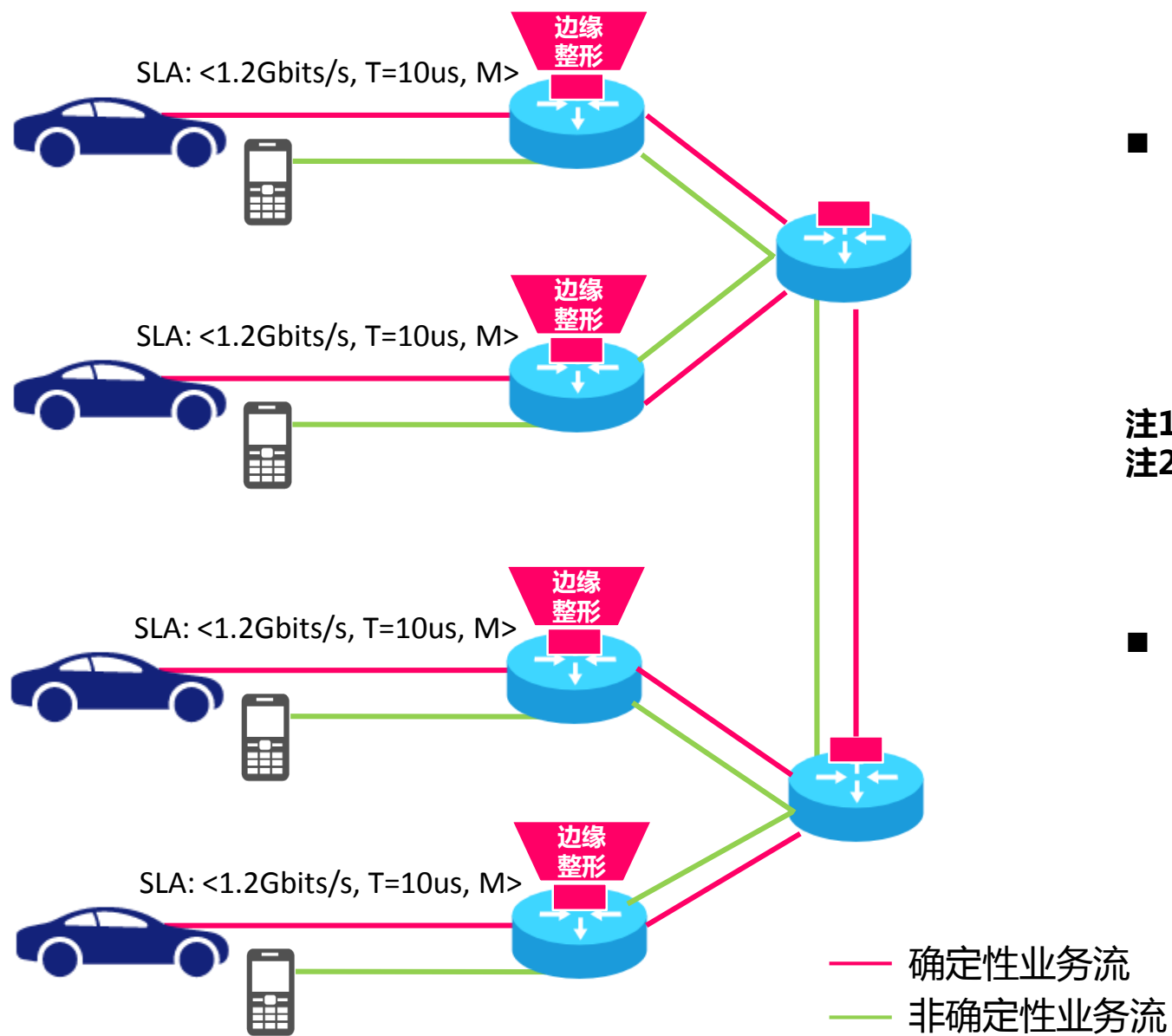


简介-确定性时延



- **“突发性”** 指在微观测量周期内的突发带宽，该测量周期不应该小于一个IP报文需要的传播时间（注：测量周期越小，越精确）
 - ✓ 表达方式1： $\langle r, T, M \rangle$, e.g. $\langle r=1.2\text{Gbits/s}, T=10\mu\text{s}, M=1500\text{bytes} \rangle$ ， r 为速率， T 为微观测量周期， M 为报文最大尺寸， r 和 T 描述必须满足 M 的限制，不能切断一个包文
 - ✓ 表达方式2： $\langle b/T, M \rangle$, e.g. $\langle 12000\text{bits}/10\mu\text{s}, M=1500\text{bytes} \rangle$ ， b 为 T 周期内的数据量
 - ✓ 表达方式3： $\langle r, b, M \rangle$
- **“确定性时延”** 指报文在服从一定突发性要求的前提下，报文传输所经历的时延及抖动 $\langle \text{delay}, \text{jitter} \rangle$ 满足上界

简介-确定性时延SLA



- 以表达方式1为例将突发性描述为 $\langle r, T, M \rangle$ ，为确保报文服从突发性要求可以通过：

- ✓ 用户承诺
- ✓ 边缘强制整形(需考虑每流整形的代价，按照10万用户算)

注1：不满足突发性SLA，确定性时延无从谈起

注2：单位时间突发大小也决定用户容量

- 确定性时延是运营网络对用户的SLA承诺，即只要用户满足/接受突发性要求，网络就能做到确定性时延 $\langle \min, \max, \text{variation} \rangle$

需求场景1-远程手术（多人协作）



目前提到远程手术所想到的情景

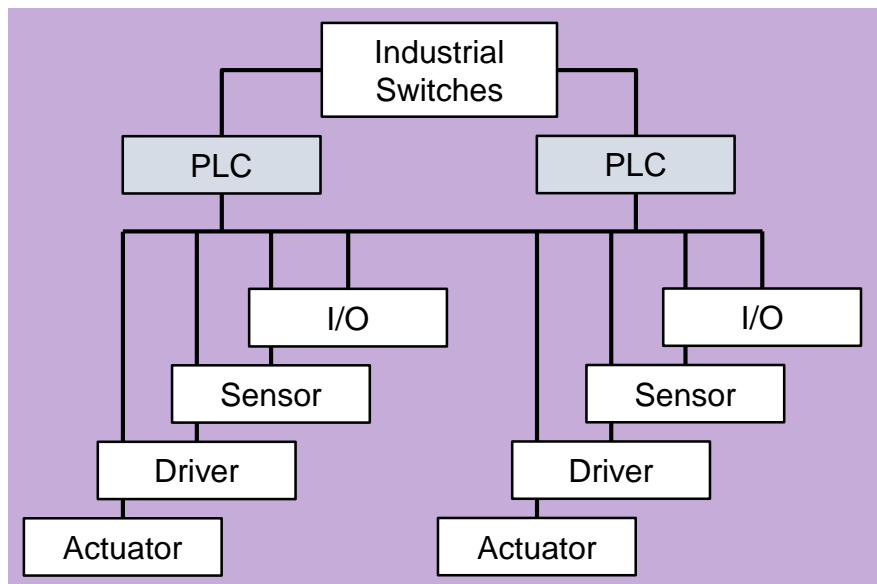


事实上一台手术需要很多医生护士协作

- 应用对于时延、带宽的需求可能并不太高（5G可以满足），但是对于时序的要求极为苛刻（医生切断血管，护士需要立刻拿止血钳夹住）
- 手术过程存在很多突发的无法预知的情况，时序的要求只能通过确定性时延保证，无法通过极低时延+buffer来达成



需求场景2-工业云控（多物协作）



工厂网络现状



PLC拉远云化之后

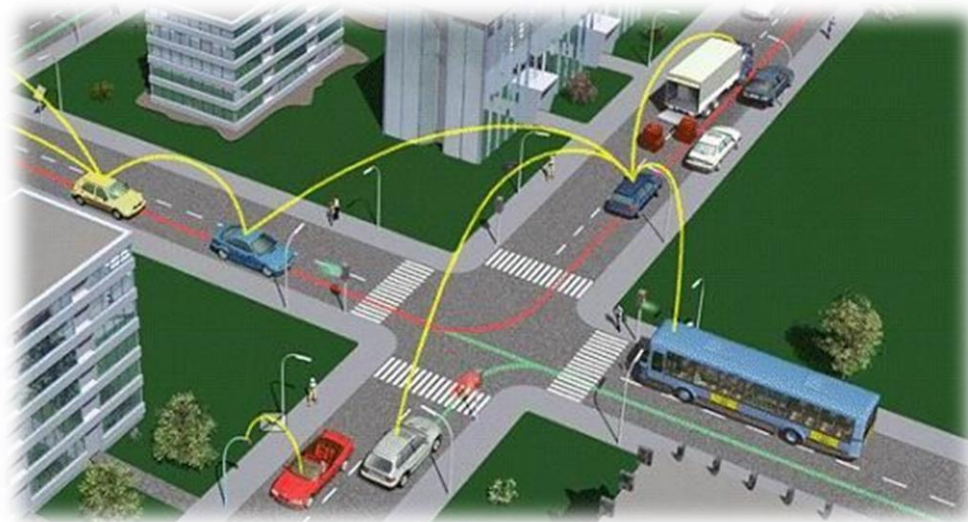
- PLC拉远云化有利于提供灵活的控制逻辑、降低PLC硬件设备成本、并可实现不同厂家的PLC互通；然后云化后时延无法保证，引入不确定性
- 通过扩大每个Actuator所获得的时隙大小或许可以解决问题，然而必将会导致生产效率下降



需求场景3-智能交通（多人多物协作）



自动驾驶



智能交通系统

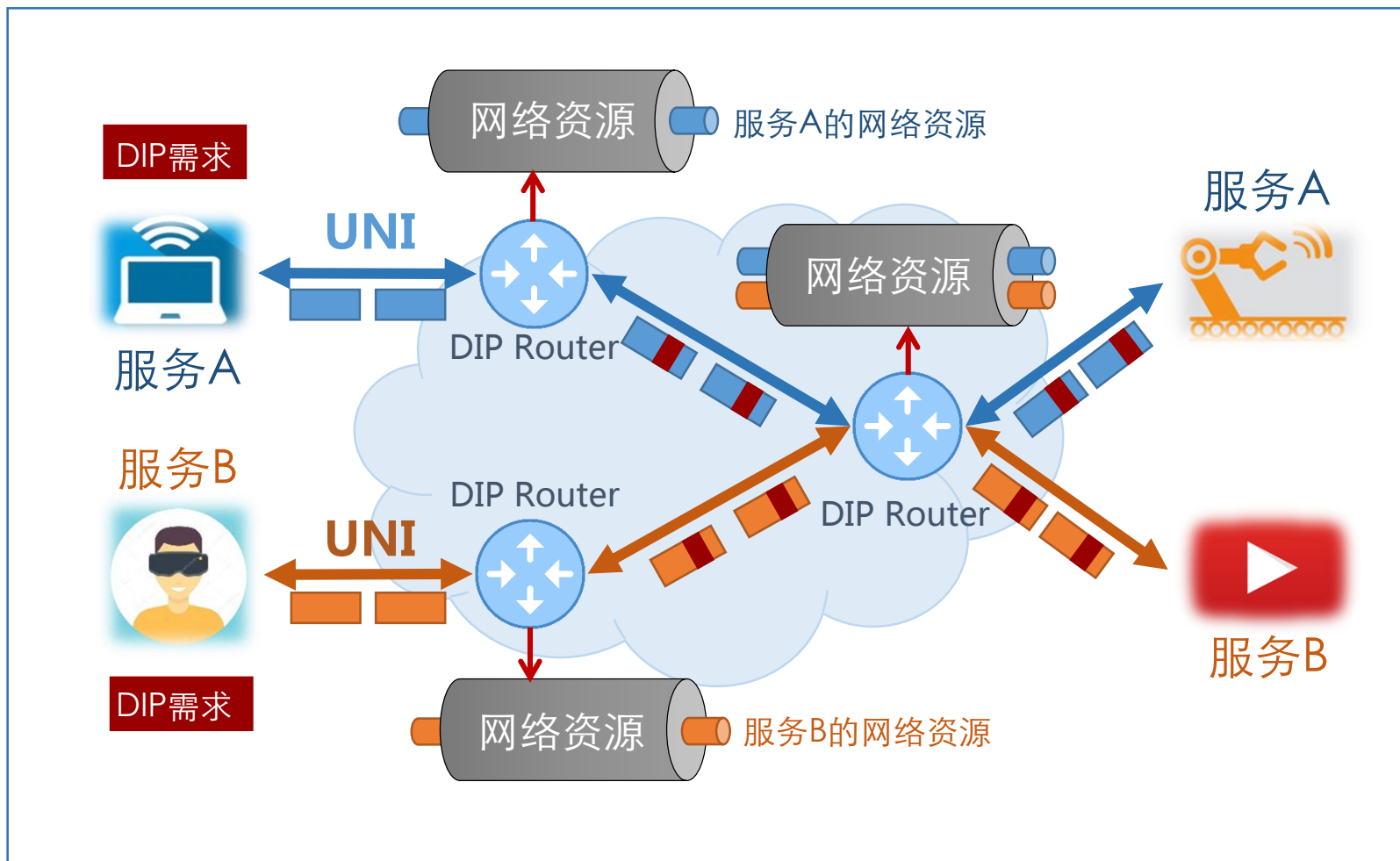
- 相较于自动驾驶控制模块在本地具有很强的局限性，只能根据可视范围内的道路状况采取相应措施；智能交通旨在提供一个大范围、全方位的交通系统
- 各子系统之间（例如：交通信息系统、交通管理系统、公共交通系统、电子收费系统、紧急救援系统等）需要实时高效的信息交换



现有技术无法满足确定性需求

- 基于统计复用的IP技术仅提供尽力而为，及有限的服务质量保障 (例如：intServ, DiffServ等)
 - ✓ 统计复用的本质是概率，统计复用下IP报文调度时延存在长尾效应
 - ✓ 有限的QoS保证 (例如Flow A→B : BW 10M : Latency < 1 ms P=0.9999 : loss < 0.01% P=0.999)
 - ✓ 绝对的时延、丢包率等在资源有限条件下是无法保证的
- 现有技术 (例如：RSVP, TE, PW3等) 仅能确保确定性带宽，对于时延缺乏把控
- 现有研究 (例如：TSN等) 仅适用于局域网范围，无法适用于长距离IP传输
 - ✓ TSN要求严格时钟同步，无法适用于大规模网络
 - ✓ TDM和统计复用结合体，Slice之间能保证严格的确定性
 - ✓ Slice内部多流之间依然是统计复用，多流竞争结果依然无法保证严格确定性
- 现有研究 (例如：DetNet等) 仍处于需求讨论、业务模型定义阶段，还没有实质性解决方案
 - ✓ 定位于在孤立的TSN孤岛之间建立确定性连通
 - ✓ 提出二层TSN+三层PWE3资源隔离管道的体系架构
 - ✓ PWE3是一种信令机制，并不能在数据面保证Flow经过Router以后的确定性

DIP研究思路



需要解决的问题：

- I. UNI-确定性服务的需求如何从用户传达给网络？
 - ✓ 改协议栈
 - ✓ 增加代理设备
- II. Reservation Signaling-如何为确定性业务预留所需的资源？
 - ✓ 带宽/队列等哪些资源需要预留
 - ✓ In-band/out-of-band
- III. DIP Forwarding-如何基于IP自身能力提供确定性服务？
 - ✓ 确定性单点传输
 - ✓ 确定性全网传输
- IV. OMA-如何为确定性业务提供可视化的精细监管？

谢谢！