

4.1 应用层网络

4.1.1 基本原理

- ◆ **网络 = (节点 + 互连) + (定址 + 路由)**
- ◆ 又称**覆盖网络** (Overlay Network)
 - ♣ 互联网上构建的一个完全位于**应用层的网络**系统
 - ♣ 本质上是Internet上大规模分布式应用，但由于规模相当大，导致必须借助网络层技术来进行**寻址和路由**，从而具备网络层某些特点
 - ♣ 应用层主机**自己相互连接构成**的一个逻辑网络，它们**维护相互的拓扑结构**，并为主机上运行的应用**提供相应的服务**
- ◆ **当前应用层网络**
 - ♣ **P2P网络**—自己进行资源**服务器发现**，选择到其它对等端**路由**，这些功能与对等网络提供的**服务模式有关**，不能放在传输层
 - ♣ **应用层组播**—参加组播的计算机自己构成一个覆盖网络，应用层维护**组播树结构**，应用节点参与并进行**组播转发**。（传输网还不能完全支持组播）
 - ♣ **内容分发** (Content Delivery Network) CDN网络

Overlay Network

◆ 网络的两大问题

- ♣ Locating (名→址)
- ♣ Routing (最优路径)

◆ Overlay Network

- ♣ 基于若干个现存网络构建
- ♣ 构成一个虚拟的逻辑层
- ♣ 解决或缓解底层网络一些问题

◆ 覆盖网络的路由功能 (IP层不提供)

- ♣ 多播路由
- ♣ 基于内容的路由
- ♣ 弹性路由
- ♣ 以上组合的路由

◆ 覆盖网络的应用

- ♣ 因特网电话
- ♣ Web推送
- ♣ 远程教育
- ♣ Web会议
- ♣ DNS置换

Internet is an overlay network

◆ Internet is an overlay network

- ♣ 互连各种网络（目标）
- ♣ 底层网络可以是以太, 令牌, etc.
- ♣ 得到一个IP层

◆ Benefits

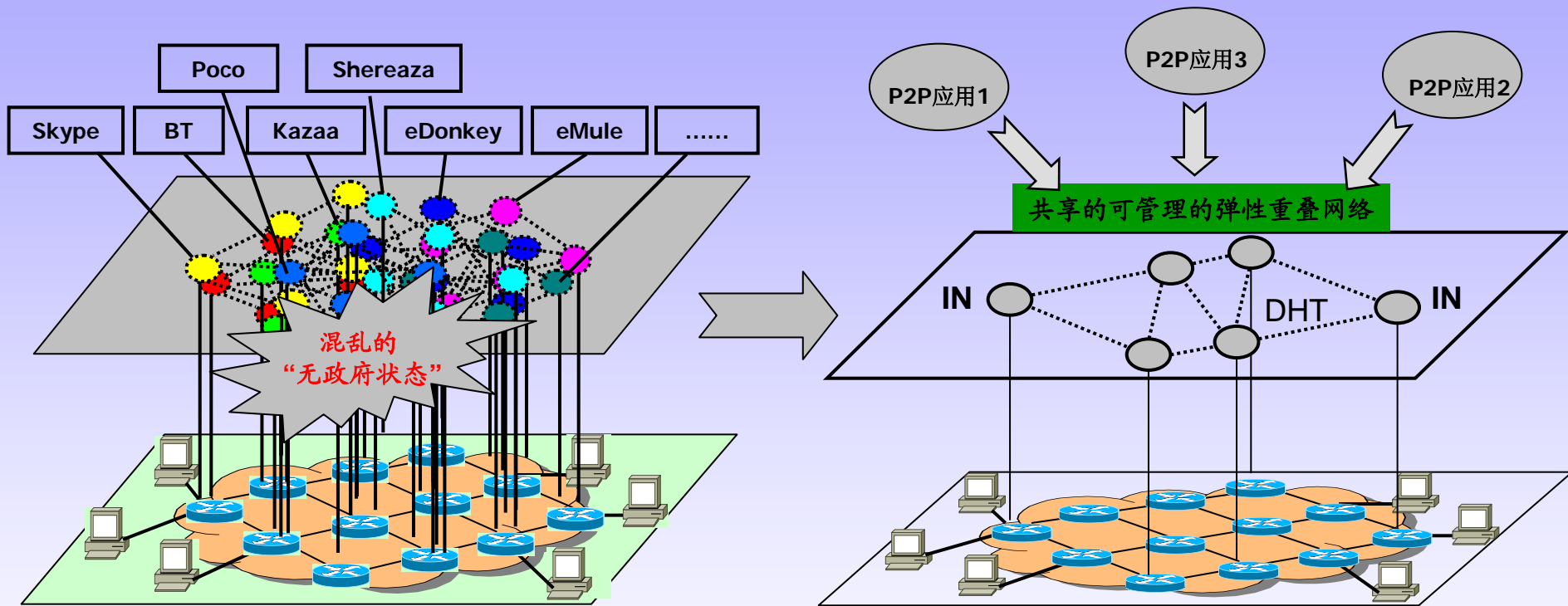
- ♣ 不必修改现存的协议，可能需要为新的层构造协议。
- ♣ 如把IP加到Ethernet之上，并不需要修改Ethernet协议或驱动
- ♣ 不是每个节点任何时候都需要overlay network服务

P2P network is overlay network

◆ Disadvantages

- ♣ 增添负载（多了一个层，有些功能可能重复如：48bits地址 & 32bits地址）和层次必然带来交互**复杂性**。
- ♣ 因**应用目标需求**，而建立overlay network，必然要修改现存网络使之适应目标需求。
- ♣ 某些情况下，**破坏了底层的优化**。如，横跨欧亚的多个Peers构成邻居，实际路由开销更大了？

重叠网的网络层次图





4.1.2 为什么需要应用层网络

◆ 基于ISP路由的问题

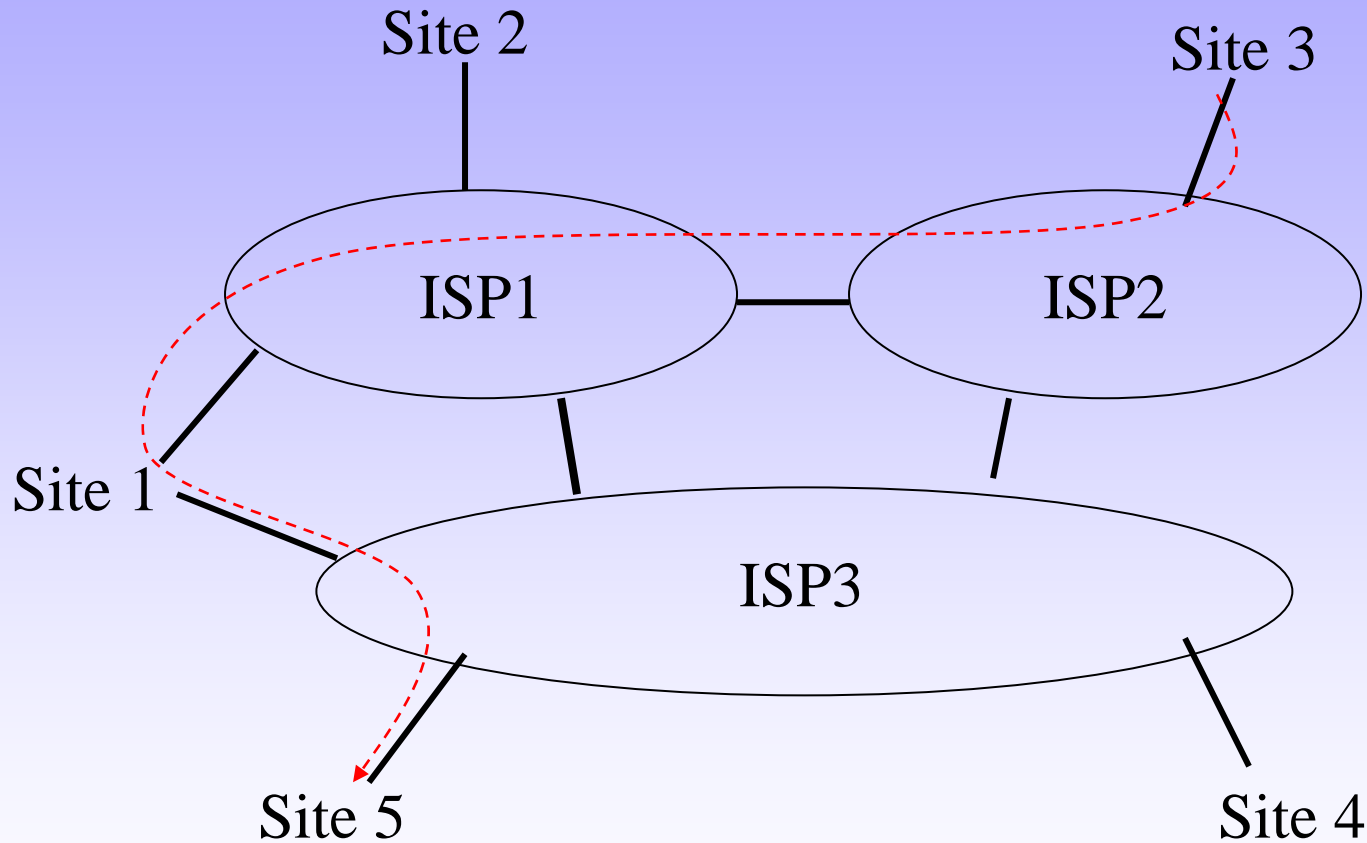
- ♣ 用户不能选择路由度量
- ♣ 多变的路由仅在每个ISP内部.
- ♣ 仅ISPs 可设置度量.
- ♣ Hop-by-hop不一定全局最优.

◆ 端系统控制可实现多变的应用

- ♣ End-to-end QoS 请求.
- ♣ End-to-end 度量和信任.
- ♣ 积极的自适应重路由算法
- ♣ 面向应用的策略解释.
- ♣ 可对DoS攻击作出反应.



问题之例：策略路由



红色路由可能更合理，但被禁止.

4.1.3 弹性覆盖网络

◆ RON体系结构(Resilient Overlay Networks)

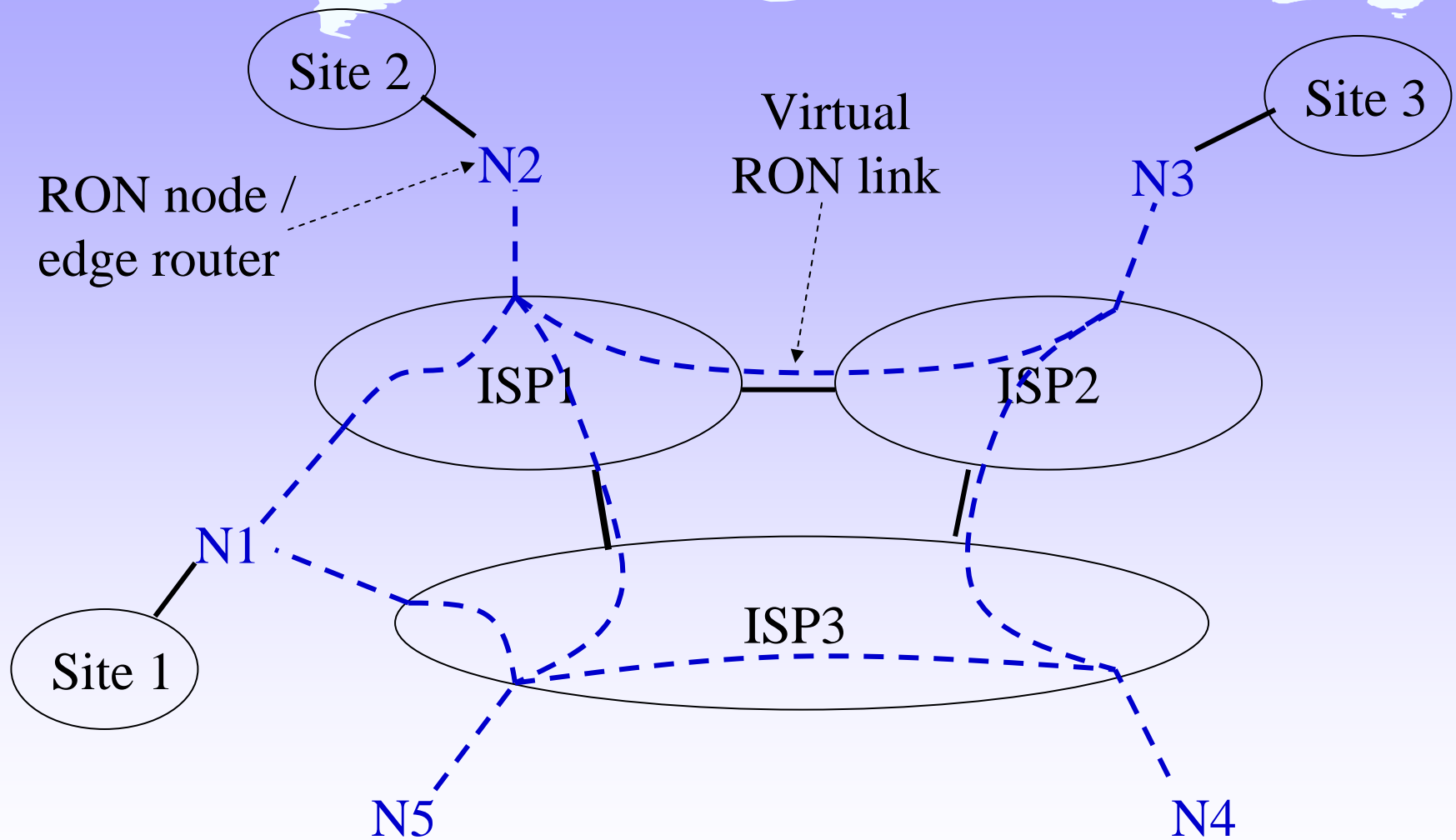
- ♣ RON节点可位于Internet的任意位置，形成一个应用层的覆盖网络，并相互协作完成包的转发
- ♣ 每个RON节点都**监测**它和其它节点间的Internet**路径质量**，并用该信息进行路由选择，两个RON节点间的Internet路径称为**虚拟链路**
- ♣ 每个节点都参与一个分布式路由协议来**交换各种链路度量信息**，从而获得全部虚拟链路信息，构造出整个覆盖网络的拓扑结构

◆ RON 方法

- ♣ 把路由移动到端系统.
- ♣ 取规模小的优点
- ♣ 在**端到端监测**进行基本决策



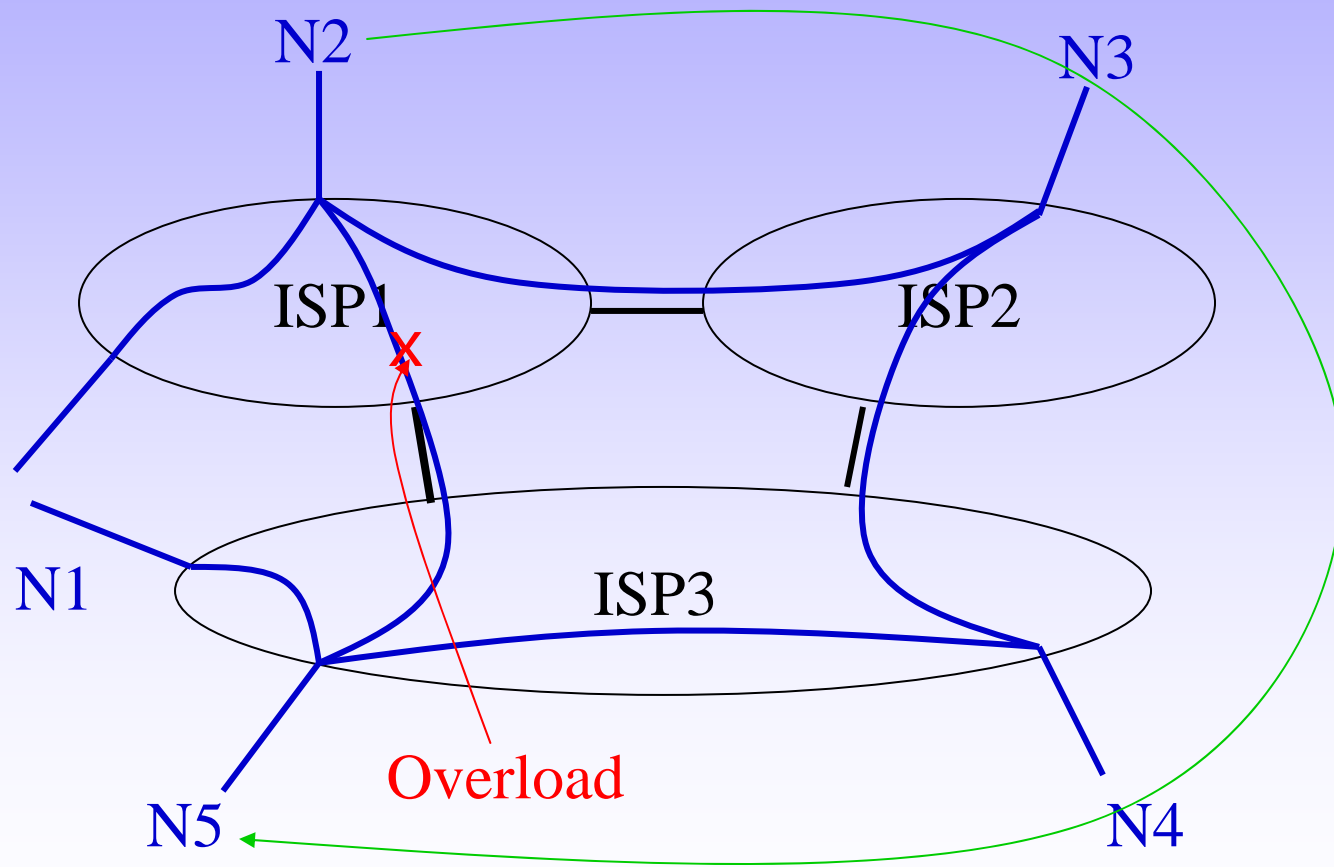
RON 实例



RON 节点间交换度量并选择路由



可靠路由



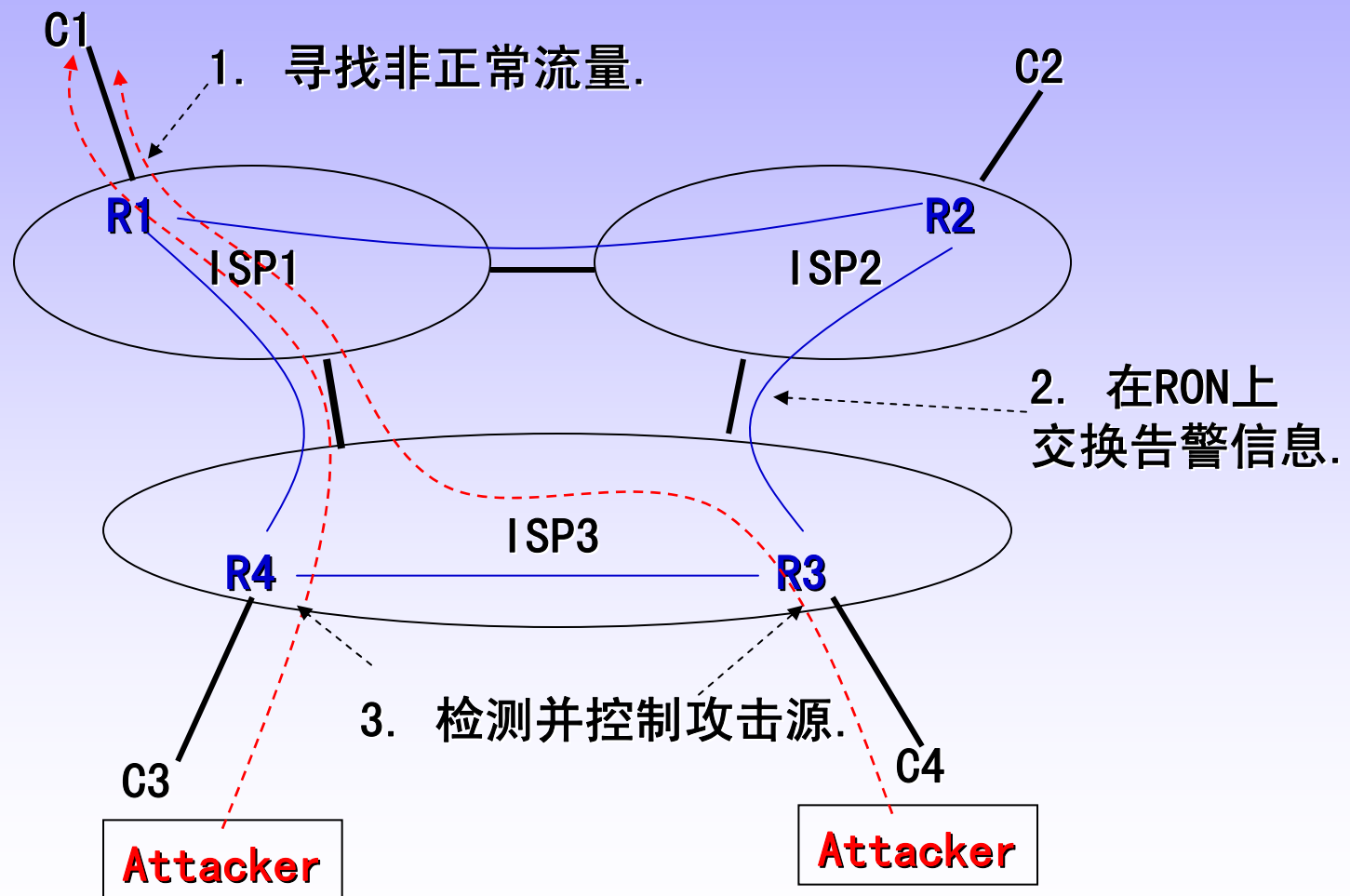


周边防范

- ◆ 分析DoS 攻击，请求“合作”.
 - ♣ **探测**附近的**目标**，**控制**附近的**源**.
 - ♣ 可变的**路由**可混淆**历史流量**的分析.
 - ♣ 非对称路由隐藏着**单向流**.
- ◆ ISPs组可配置**监控**的节点
 - ♣ 用RON 作可靠性**调整**.



周边防范



RON实现带来的挑战

◆ 测量

♣ 抽取**变化路径的特点**:

- ☞ 它们是独立失效吗?
- ☞ 它们执行的很好吗?
- ☞ 存在多个可感知度量吗?

♣ 是提前的**预测**吗?

♣ 时间刻度长到可自适应路由吗?

◆ 安全

♣ **数据保护**一端端或RON虚链路上的IPSec

♣ 路由和控制流的保护一节点能选择**信任谁**

♣ RON上面受 DoS 攻击的保护一端到端**授权**

◆ 自适应路由

◆ 目的: 找到通过RON 拓扑的好路径.

◆ 工具:

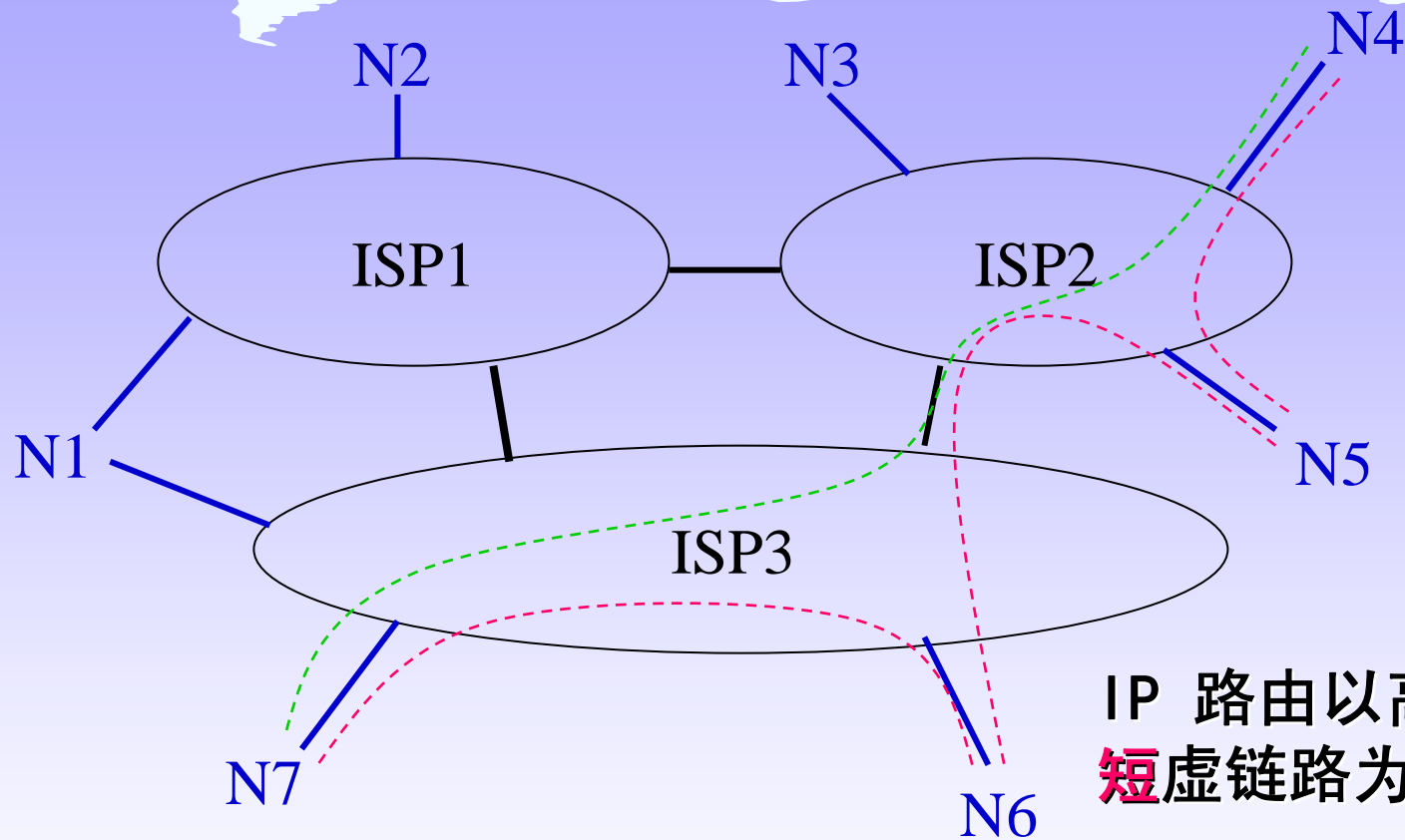
- ♣ 应用提供的指导.
- ♣ 小规模⇒ 积极算法.
- ♣ **合作测量**的基础设施.
- ♣ RON-层源路由

◆ 例: 选择最好2-hop 路径.

◆ 拓扑选择



拓扑选择



P2P则以快速传播
其查询的**长**链路为优.

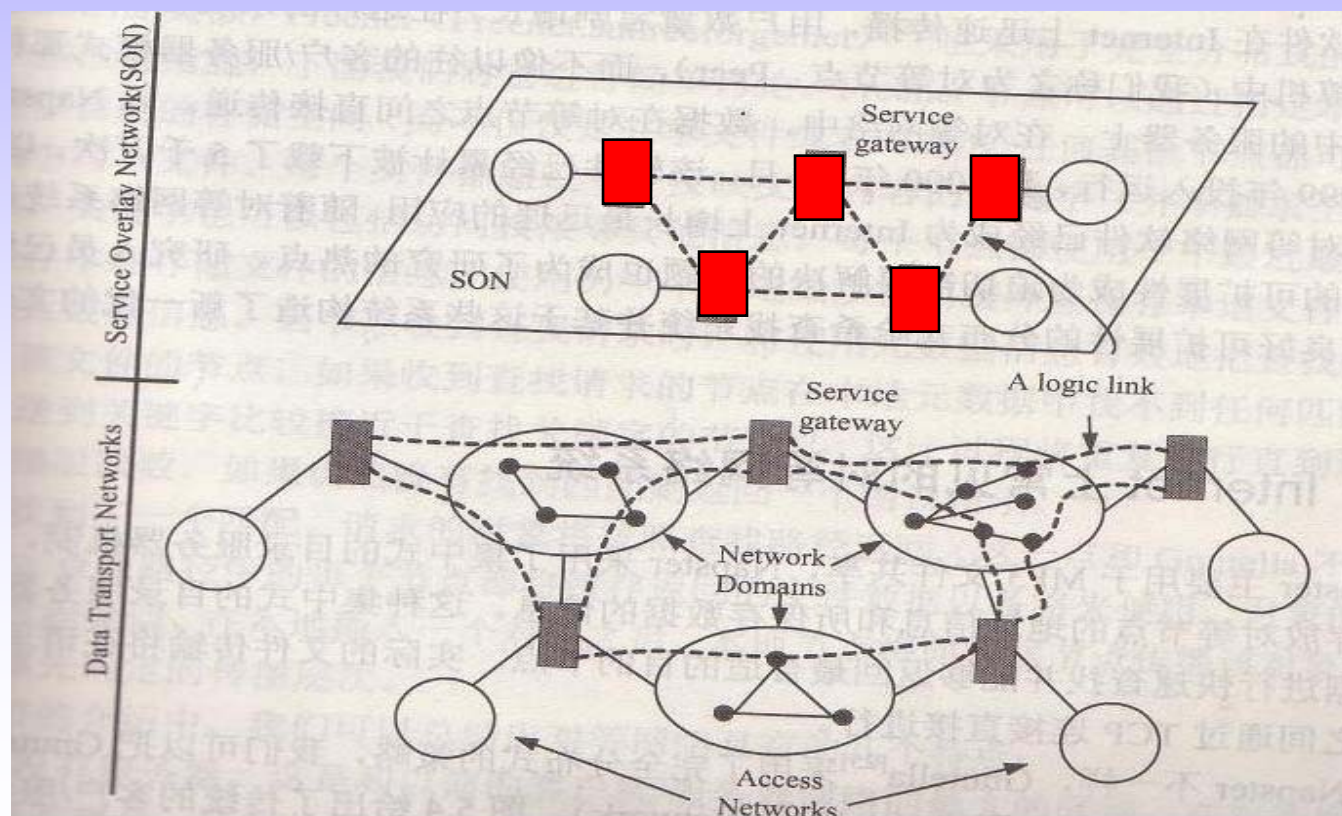
IP 路由以高可靠
短虚链路为优.



4.1.4 服务覆盖网络

- ◆ SON: Service Overlay Network
- ◆ Internet由**多个ISPs**互联组成:
 - ♣ 每个ISP**只关心自己**网络性能, 并只对自己用户**有服务保证**
 - ♣ 跨多个ISPs的端到端应用的性能**难以保证**
- ◆ 功能
 - ♣ Internet电话、视频点播等**关心服务质量**的应用广泛使用
- ◆ 方法
 - ♣ 从各个ISP处**购买直接带宽**
 - ♣ 执行双向**服务水平承诺**SLA (Service Level Agreement)
 - ♣ 在Internet上构造一个**端到端的应用层网络**
 - ♣ 提供**增值**服务

- ◆ SON通过**服务网关**（Service Gateway）相互连接
- ◆ SG提供**面向特定服务**的数据**转发**和**控制**功能
- ◆ 两个SG之间的逻辑连接由**底层**的ISP提供，并满足带宽和其它服务质量保证





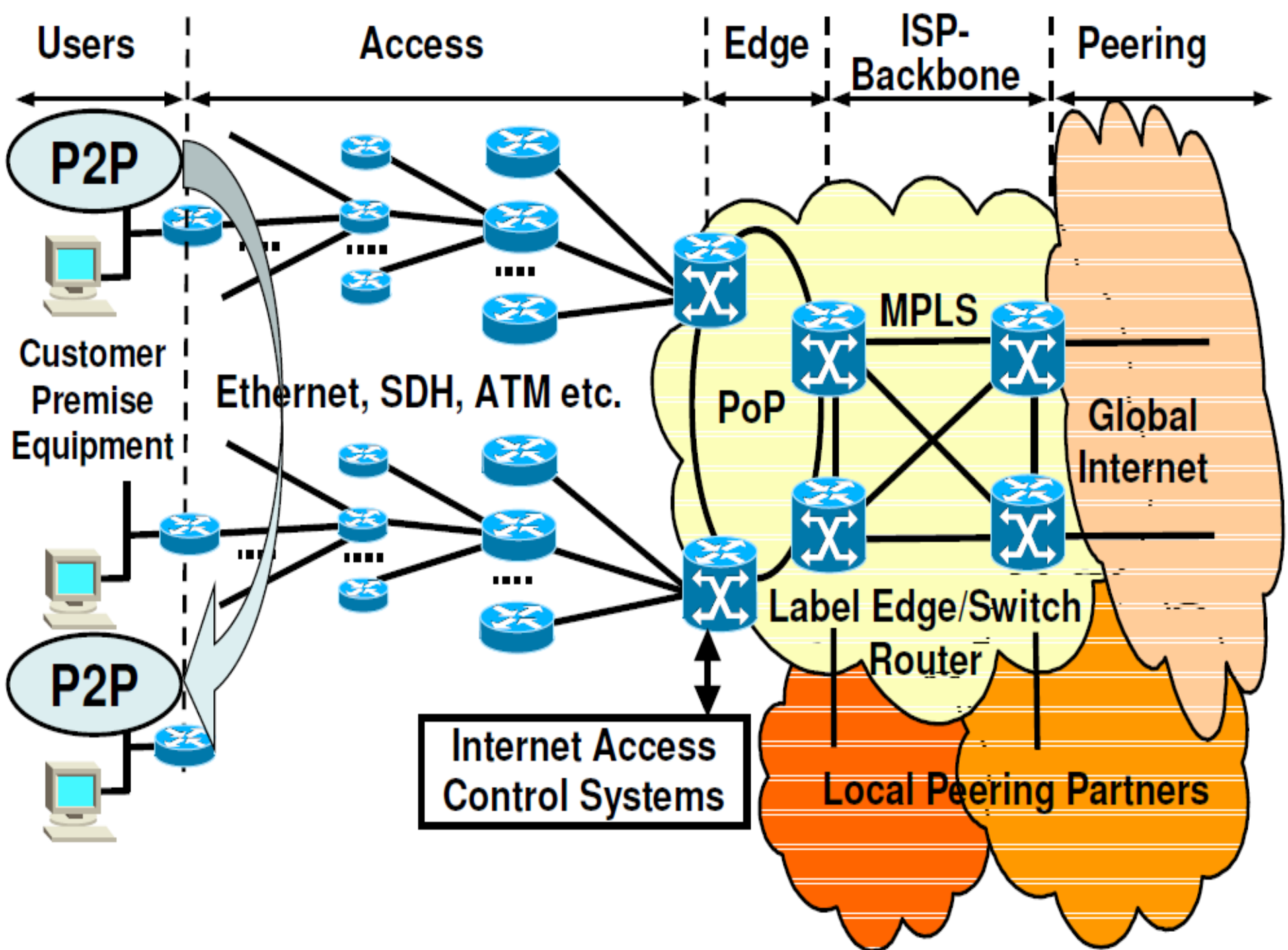
为什么还会出现应用层网络？

- ◆ 本来Internet是为各种应用提供**通用服务**的！
- ◆ 但由于Internet规模特别大，导致某些情况下的服务质量/性能并不**高**
- ◆ 而覆盖网络则是**自己**在应用层**构建**一个**网络**，**专门**为某些主机提供**服务**
- ◆ 这种专门的服务应该比Internet通用服务具有更高的性能
 - ♣ RON**检测**路径的**失效**和周期性的性能降低，并能够迅速从中恢复，时间少于s
 - ♣ 而在一般Internet中，**BGP**协议通常需要**好几分钟**才能够从失效路径中**恢复**服务

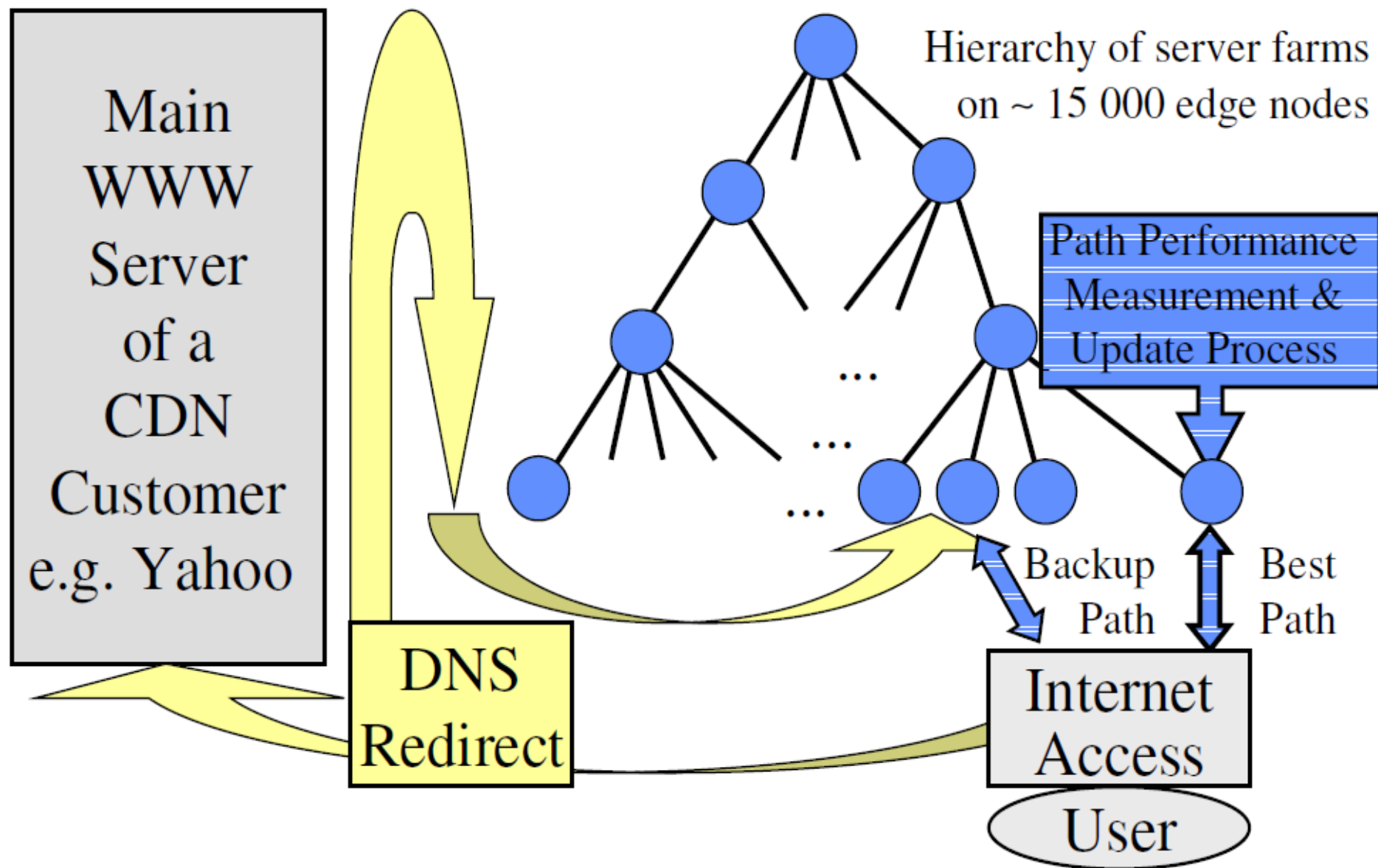
4.1.5 应用层组播/CDN/P2P

◆应用层组播

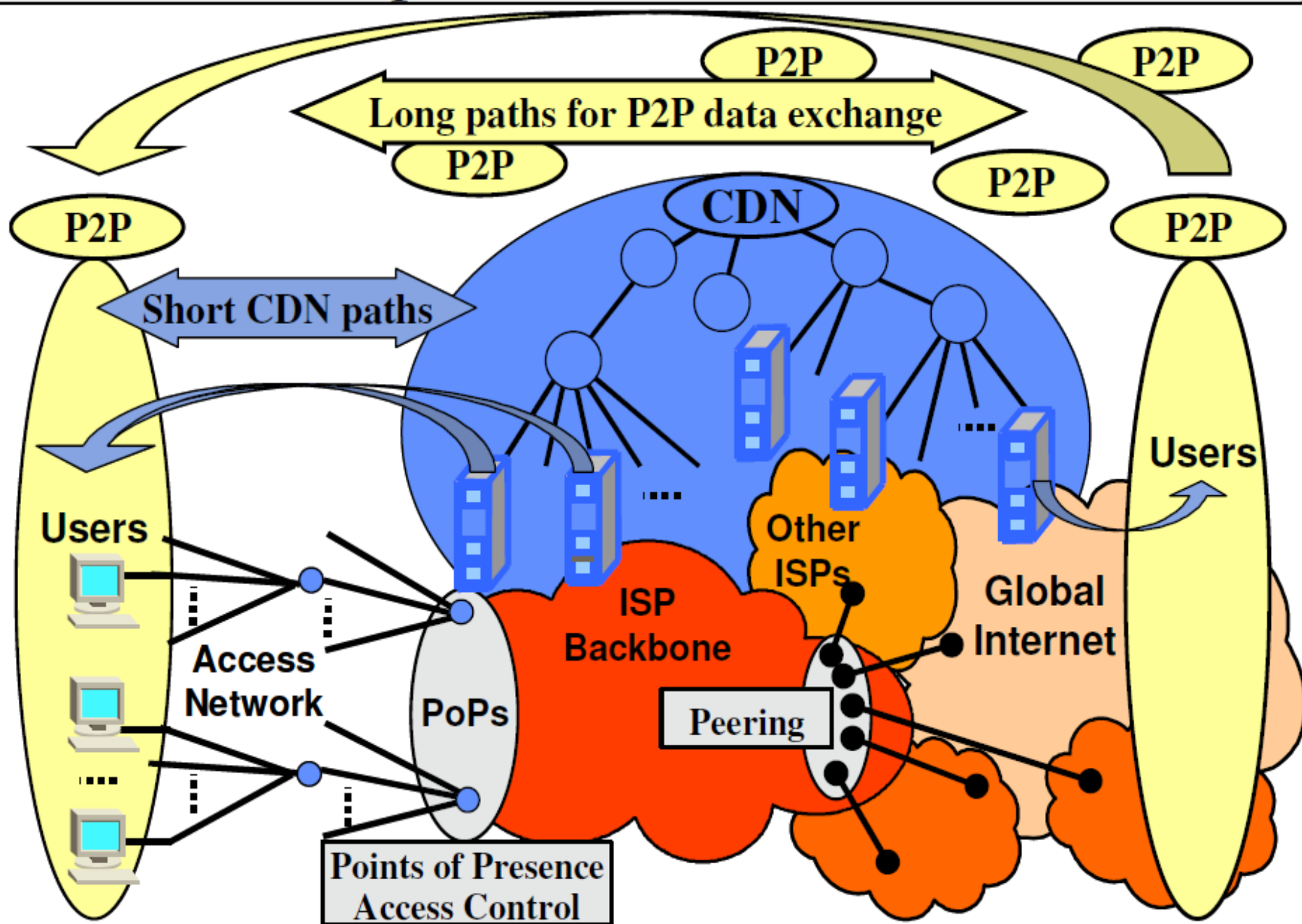
- ♣ 在应用层实现**组播**功能而**不需要网络层**的支持
- ♣ 可以避免出现由于网络层**迟迟不能部署**对组播的支持而使组播应用难以进行的情况。
- ♣ 应用层组播需要在参加的应用结点之间实现一个可扩展的，支持容错能力的重叠网络，
- ♣ 如基于DHT的**发现机制**可为应用层组播的实现提供了**良好**的基础平台



Content Distribution Overlays (CDN, Akamai, Google...)



Transmission paths in CDN and P2P networks





Thank you!