



## 清华大学博士论文答辩报告

# 命名数据网(NDN) 可用性关键问题研究

蒋小可

学号：2010310572

导师：毕军 教授



清华大学  
Tsinghua University



# 答辩内容

- 概述
- 主要工作
- 论文总结
- 科研成果

概述

主要工作

论文总结

科研成果





# 第一部分:概述

- 提出NDN 的背景: 大规模数据分发趋势
- NDN基本理念和优势
- 可用性: 当前应用NDN面临的挑战
- 文章主要工作和贡献

概述

主要工作

论文总结

科研成果

概述



# 背景: 大规模数据分发需求

概述

主要工作

论文总结

科研成果

背景

- 从连接主机转为数据分发
  - 网络流量过去5年中增长了5倍, 未来5年增长3倍, 主要来自数据分发, 80%视频 (2015年思科网络视觉报告)
  - 新应用: 虚拟现实/增强现实(三维视频)对数据分发有更高的挑战
- IP 对接入点命名使得数据分发只能沿着路由生成树上路径转发, end-to-end tunnel 限制了数据分发的能力和效率
  - patch, e.g., IP Multicast, MP-TCP: 单一问题零碎解决, 缺少部署激励
  - overlay, e.g., ALM, P2P: 缺少网络层信息, 局部流量集中
- NDN: 不考虑与 IP 的兼容性, 只考虑现实需求
  - 需求: 用户只关心数据, 而不关心数据存在哪里(where), 传输路径
  - 对数据进行命名: 数据有效性与存储节点无关、与通信会话无关

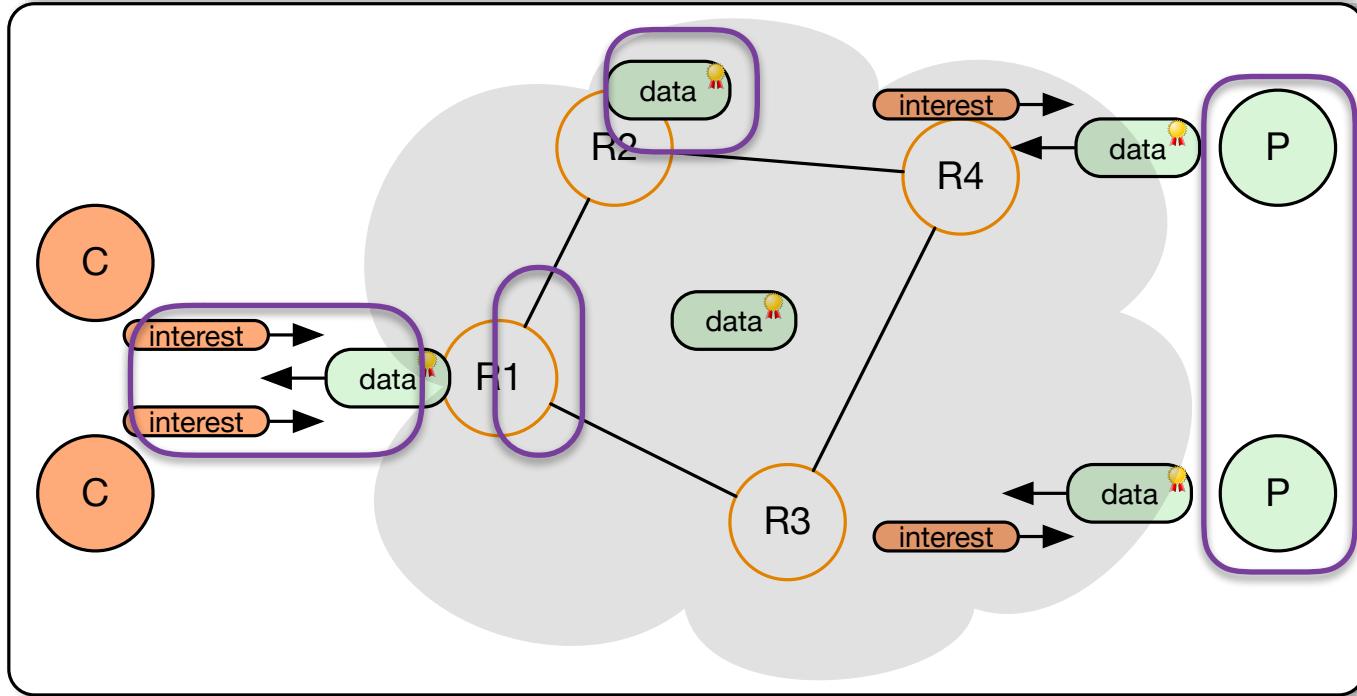


# NDN基本理念与优势

- 对数据进行命名的基础上：
  - 网络层基直接操作命名数据：名字路由、网络缓存、数据验证
  - 带状态的转发：hop-by-hop 路径选择和流量控制；消除报文循环
- 打破end-to-end通信的限制
  - 允许多路径、多接口、多数据源，能充分利用冗余链路和储存
  - 数据访问的局部性：充分利用缓存，存储换带宽(存储价格更便宜)
  - 契合于大规模数据分发的需求



# NDN 通信概况



概述

主要工作

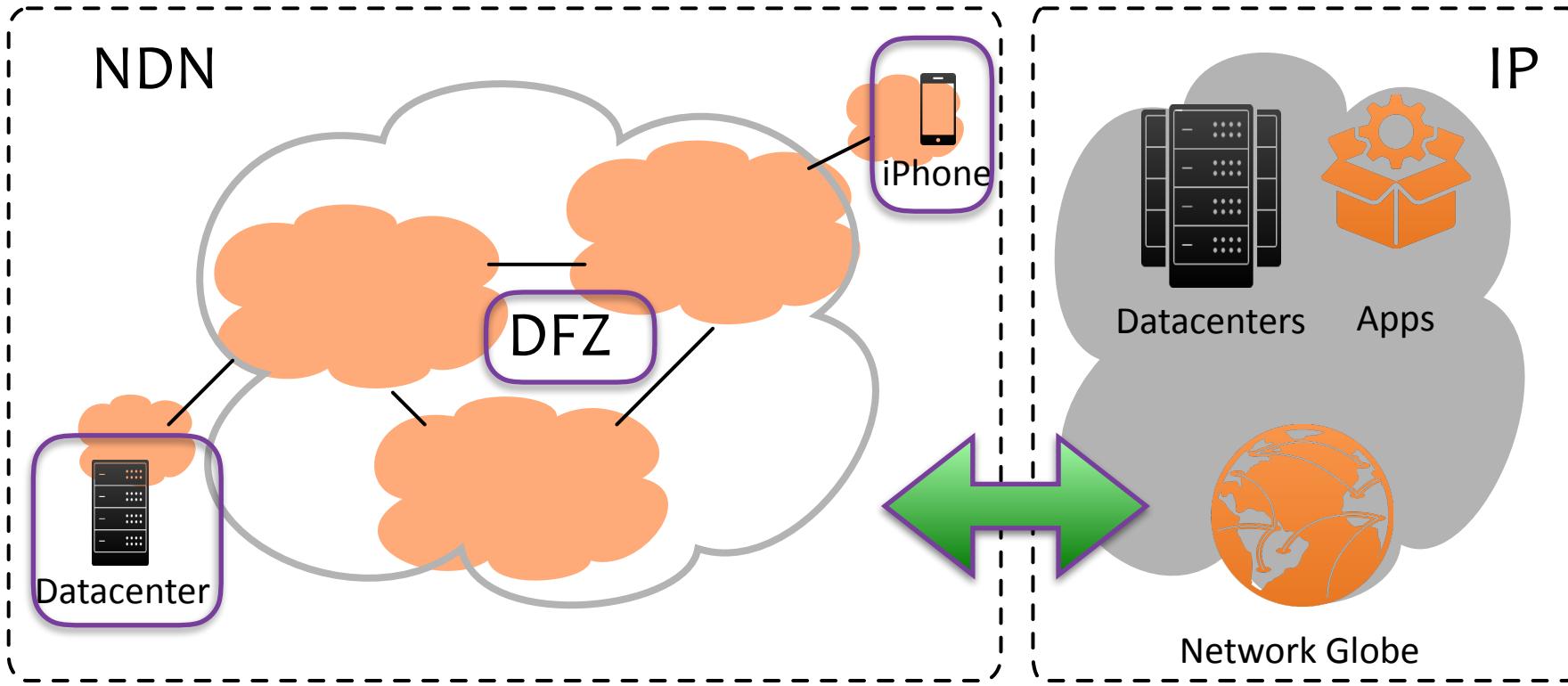
论文总结

科研成果

NDN 基本理念

- 两种报文: interest & data, 都含名字, 通信是基于两种报文名字匹配
- 单播: 网络中多个数据源, interest 到达任意一个即可
- 带状态转发: 聚合相同请求, 消除循环, 网络路径/服务器选择(hop-by-hop)
- 网络层缓存
- 基于数据的安全: 保障数据本身的安全, 而不是信道的安全

# 应用于实际数据分发的问题



- DFZ 中路由器中 FIB 条目
- iPhone 移动性问题
- NDN 网络中数据资源
- 兼容IP应用，与IP网络共存
- 整个通信效率模型和优化

概述

主要工作

论文总结

科研成果

可用性挑战



# NDN可用性的挑战

- 功能问题：实际网络运行中挑战
  - 路由扩展性问题：数据  $10^{15} \sim 10^{22}$ , TCAM: 200\$/MB
  - 缺乏移动性支持：越来越多的移动设备，移动化趋势
  - 缺少证书仓库：数据被验证时，其产生者不在线
- 性能问题：性能建模与优化
  - 信息为中心设计,传统 IP 模型不适用，缺乏模型来衡量传输效率
  - 仅凭经验值不能最优化, e.g., 4096字节默认数据包载荷大小
- 兼容问题：在当前IP网络上应用 NDN
  - NDN 网络缺少内容，缺乏部署激励
  - NDN 不兼容 IP，更不兼容现有的应用，缺少渐进部署方案



# 主要工作和贡献

NDN 可用性

功能问题

性能问题

兼容问题

路由扩展性

移动性支持

公钥证书

衡量传输效率

性能优化

渐进部署

缺乏内容

nDNS  
名字解析系统

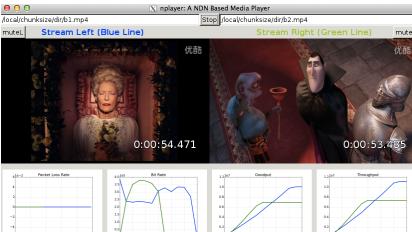
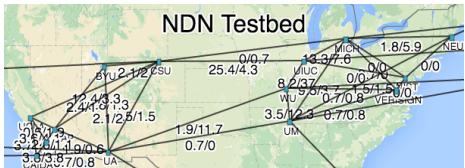
部署于 NDN 实验床  
重要 NDN 网络服务

ACM  
传输效率模型

模型相对误差 0.94%  
传输效率提高 17%

nCDN  
NDN 改造 CDN

NDN 渐进部署方案  
可向 NDN 引入内容





# 第二部分:主要工作

- nDNS (DNS for NDN): NDN网络的名字解析系统
- ACM(Adaptive Chunk Mode): 基于NDN网络传输效率模型的优化机制
- nCDN(NDN-based CDN): 用 NDN 改造当前 CDN, 兼容 IP

概述

主要工作

论文总结

科研成果



# 文章主要工作和贡献

概述

主要工作

论文总结

科研成果

n  
DNS

NDN可用性

功能问题

性能问题

兼容问题

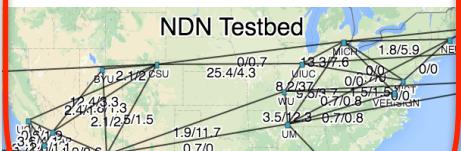
路由扩展性  
移动性支持  
公钥证书

衡量传输效率  
性能优化

渐进部署  
缺乏内容

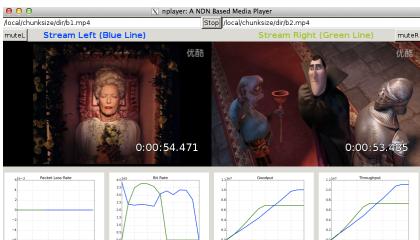
nDNS  
名字解析系统

部署于 NDN 实验床  
重要NDN网络服务



ACM  
传输效率模型

相对误差0.94%  
传输效率提高17%



nCDN  
NDN 改造 CDN

NDN渐进部署方案  
可向 NDN 引入内容



清华大学  
singhua University

# nDNS: 运行网中名字查找需求

概述

主要工作

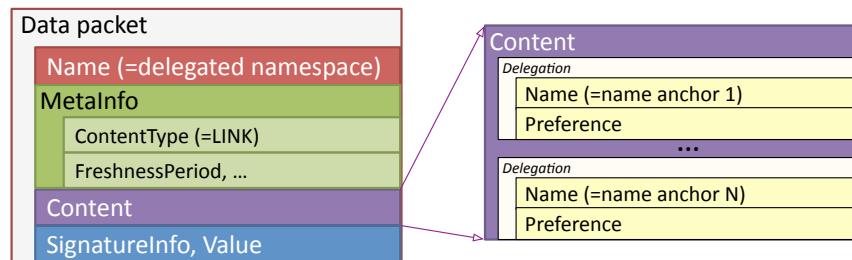
论文总结

科研成果

n  
DNS

- 需要解决的功能问题：

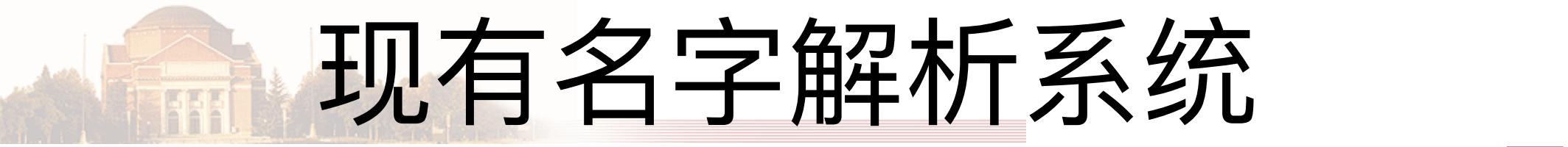
- 路由扩展性，移动性：把不能路由到名字映射到可以路由名字，LINK 对象链接了两个名字，需要**名字解析**完成映射
- 证书仓库：证书存储在稳定的服务器上，根据**名字解析**获得
- 其它潜在问题，DNS for IP 资源类型80+



## LINK: 链接两个名字

名字解析的强烈需求

不能路由的名字 —— 可以路由的名字  
证书名字 —— 证书本身  
其它名字 —— 其它类型数据



# 现有名字解析系统

	DNS for IP	GNS for MobilityFirst
数据命名	层次化	平坦
数据组织	层次化	平坦
系统扩展性	缓存 + 数据冗余	数据冗余
数据更新	主从式更新	分布式快速更新

概述

主要工作

论文总结

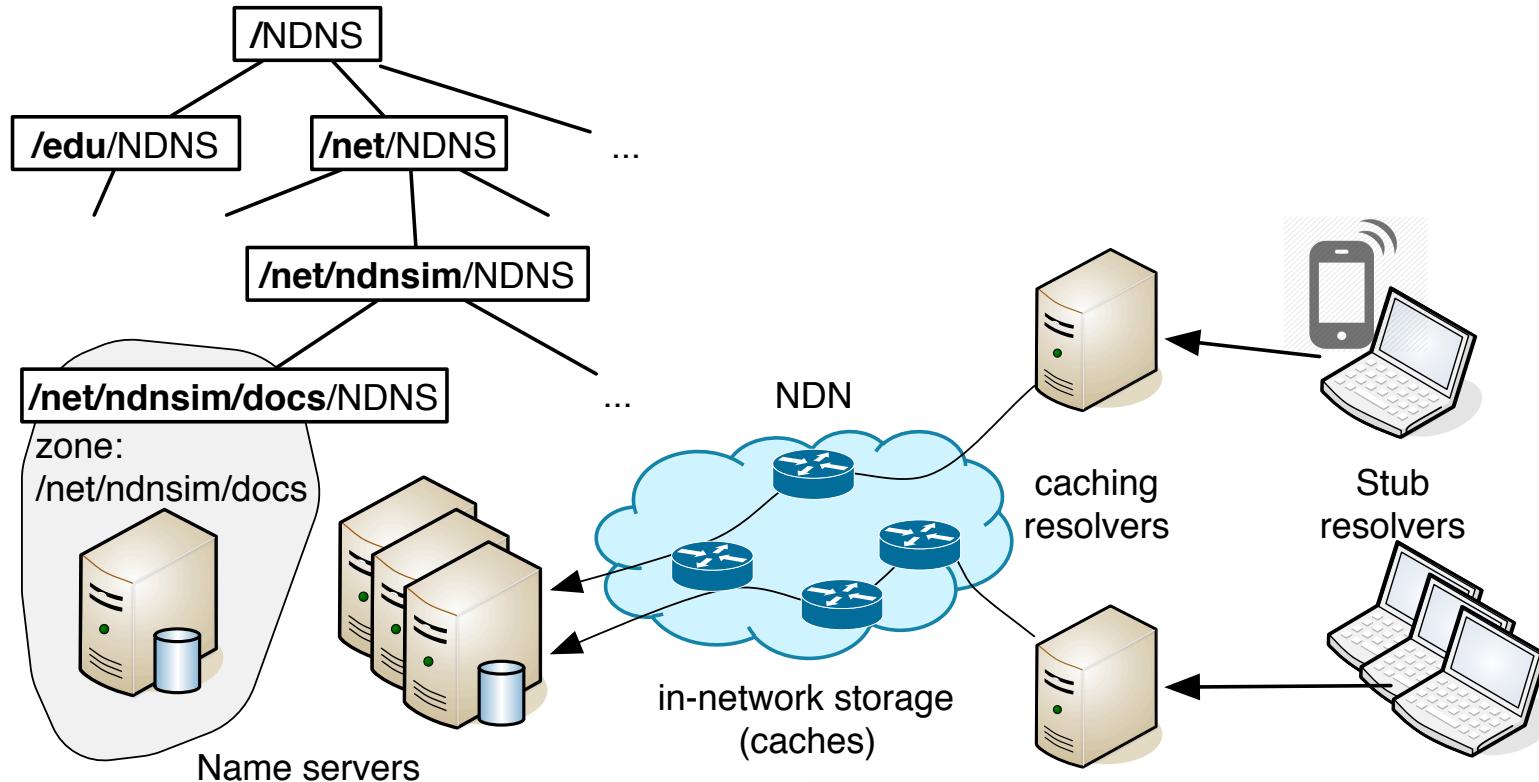
科研成果

n  
DNS

- 选择 DNS 作为主要参考对象设计 NDN 的名字查找系统, nDNS
  - 更能充分利用NDN的优势: 层次化命名、网络层缓存
  - DNS 设计更为简单



# nDNS的系统框架

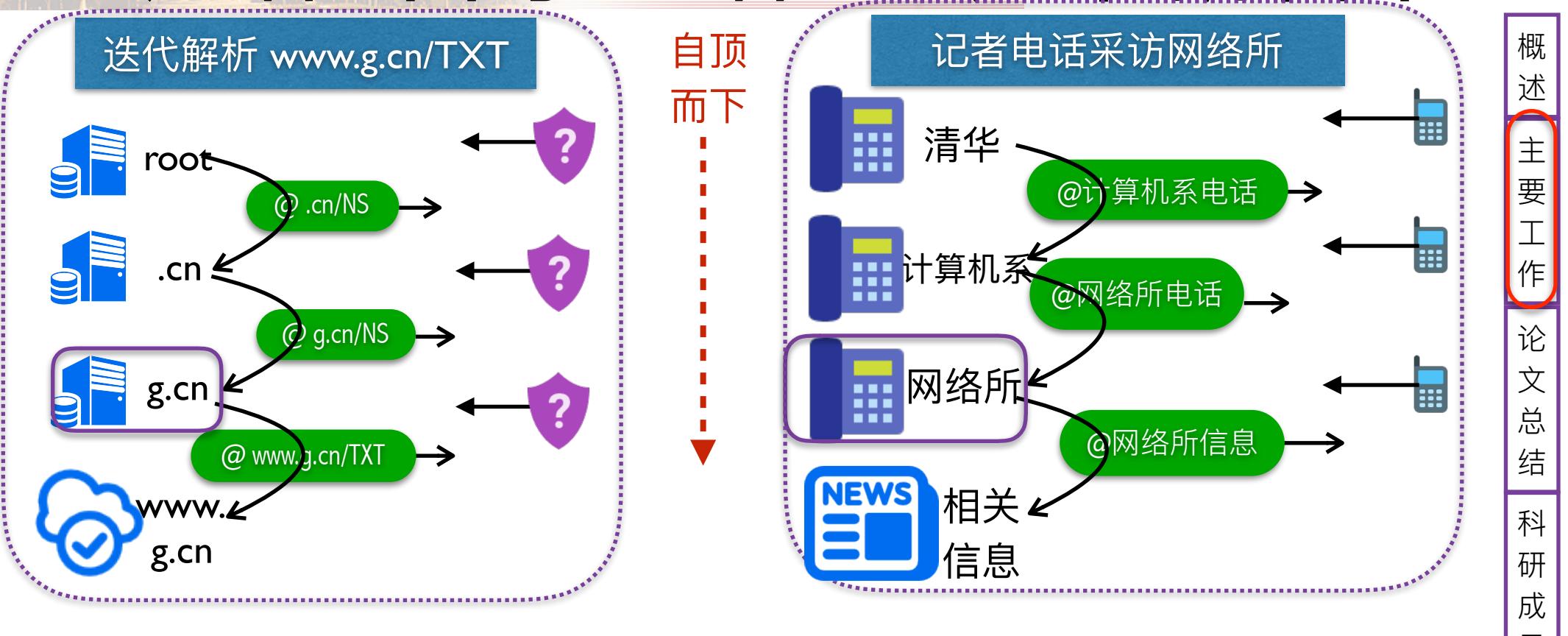


- 继承DNS的特点
- 层次化的命名空间
- 树形数据资源组织方式
- 数据冗余和缓存
- 自顶而下迭代解析

- **挑战：适配NDN特性**
  - 基于名字匹配的通信
  - 网络层缓存
  - 网络路径选择



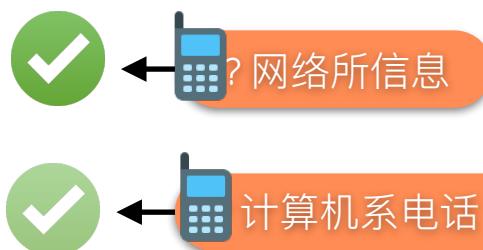
# 适配名字匹配的迭代解析



询问方式不同



IP: 建立 tunnel  
信息自由交互



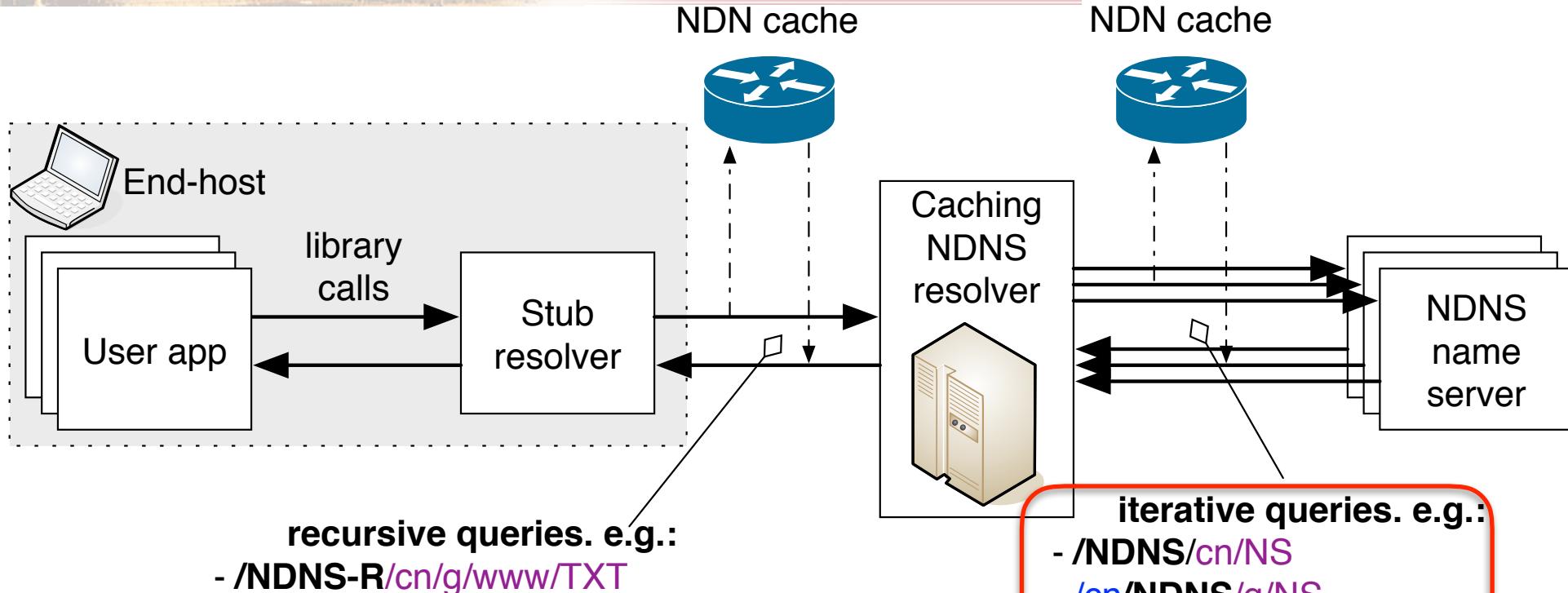
NDN: 一问一答  
问答需要匹配



概述  
主要工作  
论文总结  
科研成果

n  
DNS

# 适配名字匹配的迭代解析



成功适配  
基于名字匹配的 NDN 通信

- DNS迭代查询:
- 每次询问最终问题
- 服务器根据自身内容回复最佳答案
- 隐式地自顶而下解析

- nDNS迭代查询:
- 把最终的问题拆分成若干子问题
- 按名字层次依次获得引用(NS 记录)
- 显式地自顶而下解析

# 适配网络缓存&路径选择

概述

主要工作

论文总结

科研成果

n  
DNS

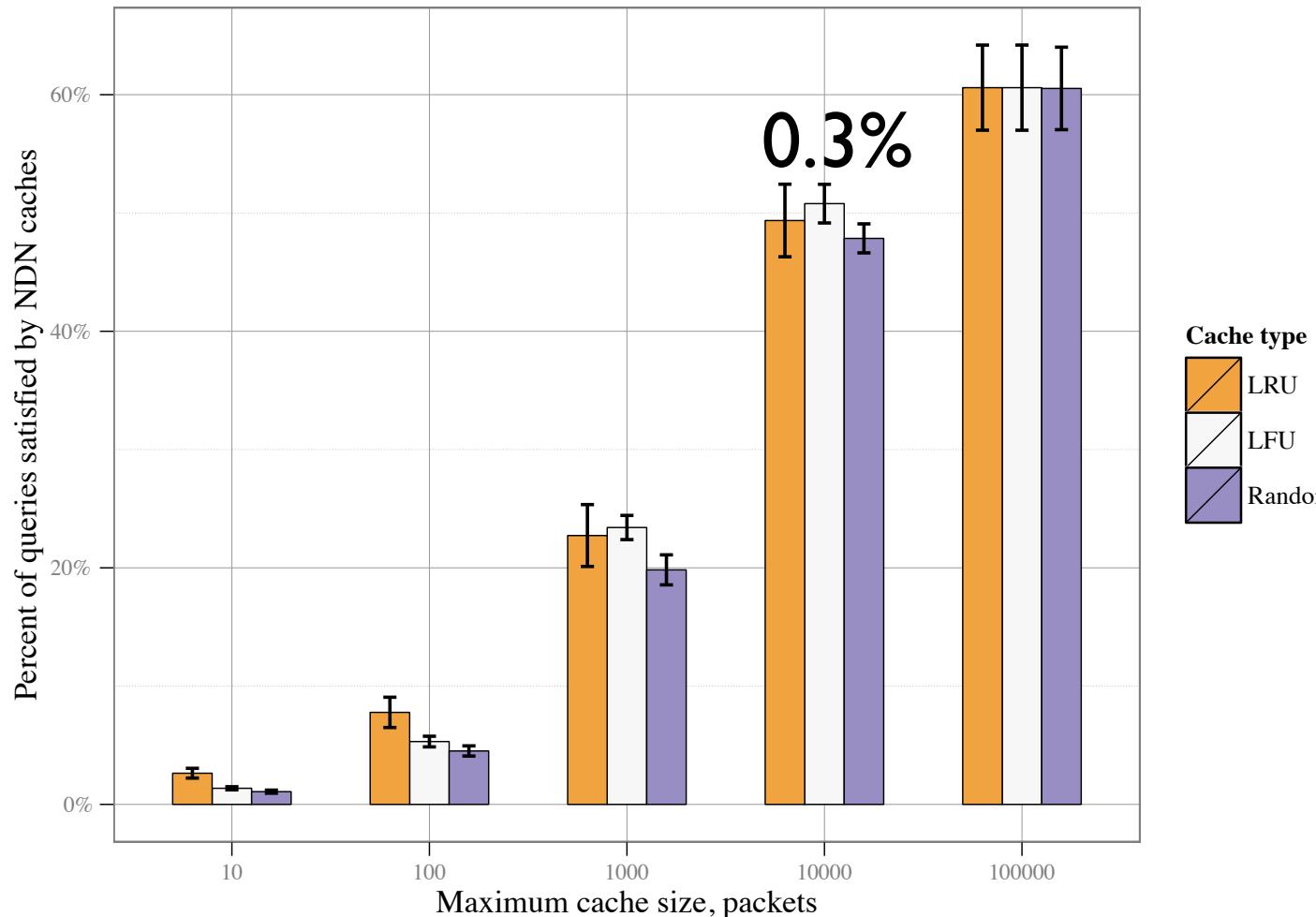
- DNS 中缓存解析器
  - 缓存数据，服务未来相同的请求
  - 服务器/路径选择逻辑 (end-to-end): e.g., 13个根域名服务器，选择最佳的，减小延时
- nDNS中缓存解析器重要性减弱
  - NDN 提供了网络层缓存
  - 不需要服务器选择逻辑: hop-by-hop 网络自主选择
  - 对于电量有限的设备，省电

缓存解析器重要性减弱



# 适配网络缓存的效果

- 某 ISP .com 服务器 10 分钟的实际的 trace 数据，3.3 百万条
- AT&T 拓扑，不同的缓存替换策略和缓存大小
- 缓存大小为请求数据量的 0.3%，缓存命中率达到 **50%**，减少 50% 流量



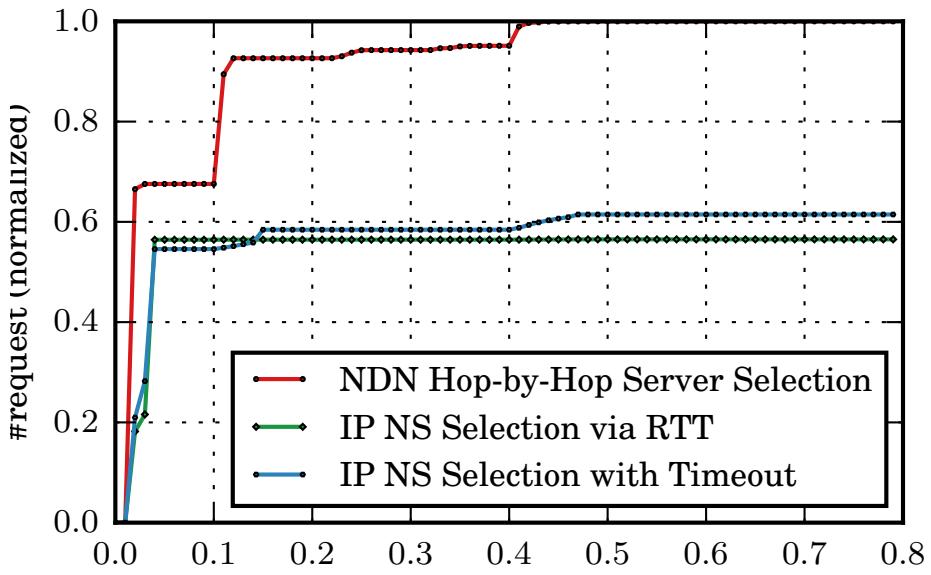
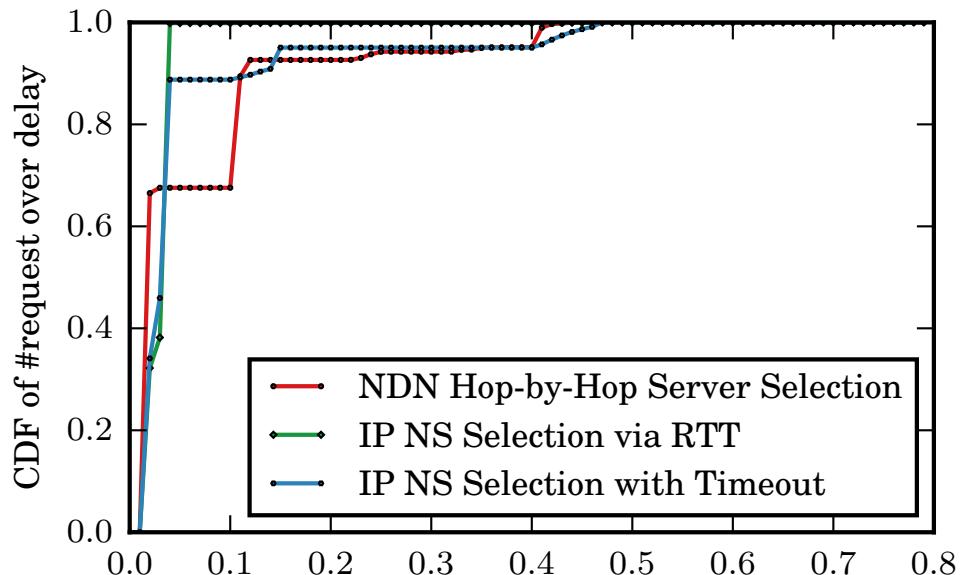
概述  
主要工作

论文总结

科研成果

n  
DNS

# 适配网络路径选择效果



- 通过NDN 网络选择服务器：延时缩短40%，服务能力增加50%
  - hop-by-hop选择路径，相比end-to-end方式，更为准确
  - 软状态可以感应网络状况，更为灵敏

# nDNS 的原型与部署

- 系统原型: 名字服务器 + dig (名字解析程序) + update (数据更新程序)
  - 存储解析不同的资源类型, 分布式更新与同步
  - 程序CPUSensor: 检测 CPU 温度, 存储/更新“CPU-INFO”类型资源
- 部署在NDN Testbed(美-欧-亚, 30+节点),
  - 支持已有应用, e.g., ChronoChat (多人聊天), NDNTube (在线视频)

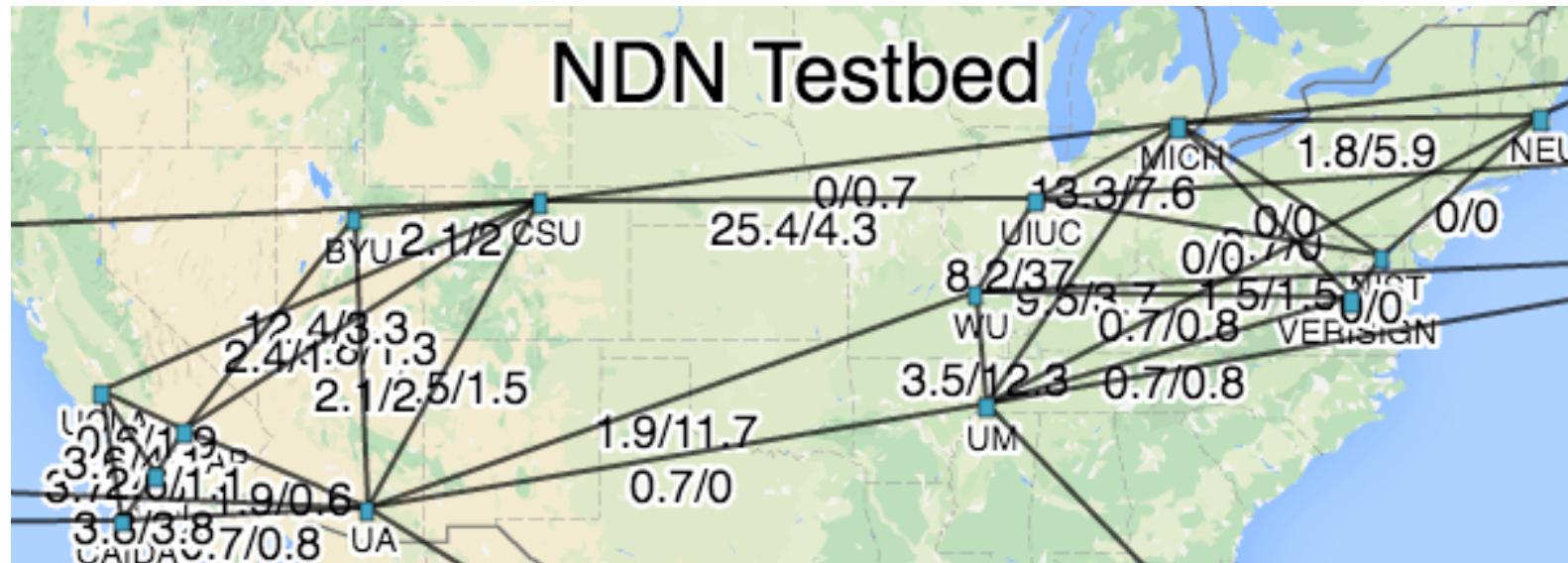
概述

主要工作

论文总结

科研成果

n  
DNS



# nDNS工作总结

- 提出了nDNS, 作为NDN网络中名字解析系统, 解决了路有扩展性、移动性等NDN实际网络运行中遇到的问题
- 结合了DNS 基本理念与 NDN 特有的优势, 通过网络缓存和路径选择减少了访问延时, 提升了服务能力
- 实现nDNS原型, 并部署在NDN Testbed, 实际服务于各种应用
- 发表相关论文
- Xiaoke Jiang, Alexander Afanasyev, Yu, Jiewen Tan, Jun Bi, Allison Mankin, Lixia Zhang, NDNS: a Data-Centric Protocol for Data-Centric Networking, IWQoS16 (Under Review)
- Xiaoke Jiang, Jun Bi, You Wang, What Benefits Does NDN Have in Supporting Mobility, the 19th IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC14), Madeira, Portugal, 2014 (C类)
- Xiaoke Jiang, Jun Bi, You Wang, Pingping Lin, and Zhaogeng Li, A Content



# 文章主要工作和贡献

概述

主要工作

论文总结

科研成果

ACM

NDN可用性

功能问题

路由  
扩展性  
移动性支持  
公钥证书

性能问题

衡量传输效率  
性能优化

兼容问题

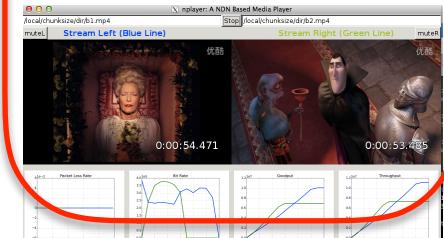
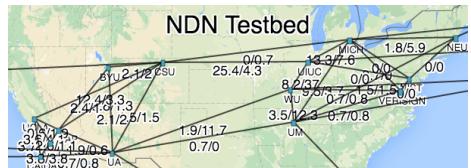
渐进部署  
缺乏内容

nDNS  
名字解析系统

部署于 NDN 实验床  
重要NDN网络服务

ACM  
传输效率模型

相对误差0.94%  
传输效率提高17%



nCDN  
NDN 改造 CDN

NDN渐进部署方案  
可向 NDN 引入内容



清华大学  
singhua University

# 缺乏通信效率的模型

- NDN在网络层直接对内容操作，新的特性不能用传统的模型来衡量
  - 没有确定的通信对端: 支持多路径，可能从缓存中获得数据
  - 在数据包中较大开销，如Signature(安全), Freshness(缓存)
  - 需要新的模型来衡量网络传输效率
- 有效吞吐率比 (G2T): 网络传输中有效数据的比例，Goodput to Throughput
  - e.g., 传输700M 的文件(应用层)，网络层传输数据1G，则 $G2T = 70\%$
  - 暂时不考虑延迟等因素



# 需要优化: 数据包开销大

概述

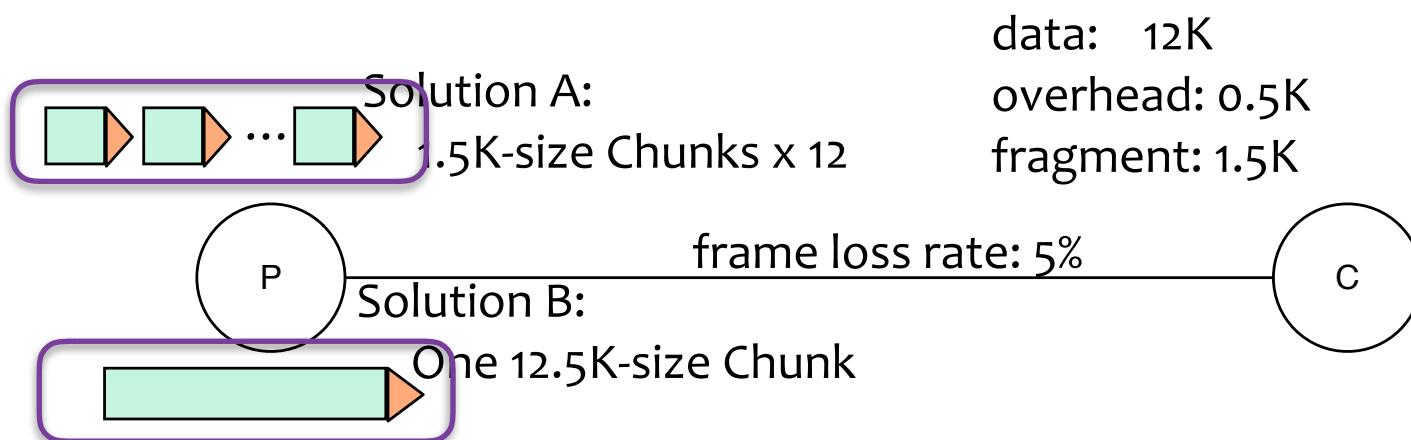
主要工作

论文总结

科研成果

ACM

- 新的特点: 每个数据包的开销大(~650B), 网络传输中不可忽略
  - 如果数据包比较小, 有效数据少
  - 如果数据包太大, 丢包的概率大, 丢包损失大
  - 目前常用载荷大小: 4096字节 —— 并不最优

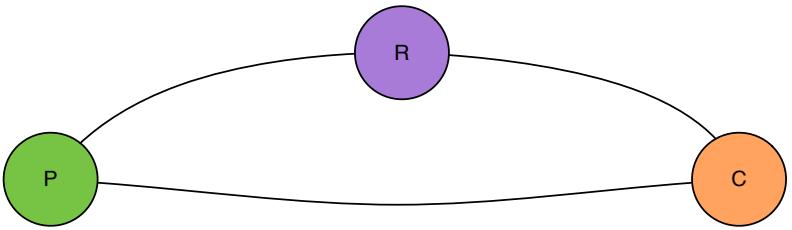


	A: 1.5K Chunks x 12	B: 12.5K Chunk x 1	Best: 4.5Kx3
Payload Ratio	66.7%	96%	88.9%
Chunk Loss Rate	5%	37.0%	14.3%
G2T	63.3%	60.7%	76.2%
Expected Traffic	18.9K	19.8K	15.7K

# 简化的模型：丢包率为常数

Table 1: Notations in the Model

Symbols	Meaning
$\Delta$	overhead of a chunk
$M, M_{ij}$	MTU of a i-th link of j-th path
$\Omega, \Omega_{ij}$	frame loss rate of i-th link of j-th path
$p$	payload size of a chunk
$m$	the number of frames of a chunk
$\rho$	chunk loss rate
$P$	the optimum payload size



没有特定的通信对端

C 获取数据的可能路径有

- 单跳:P-C,
- 多跳: P-R-C,
- 多种路径:R-C (缓存)

通信效率模型:  $G2T = \frac{p}{p + \Delta} \cdot \sum_{j=1}^{j=K} \left[ w_j \cdot \prod_{i=1}^{i=N_j} (1 - \Omega_{ij})^{\frac{p+\Delta}{M_{ij}}} \cdot \prod_{i=1}^{i=T_j} (1 - \Omega_{ij}) \right]$

最优化包尺寸:  $P = \frac{-E\Delta + \sqrt{E^2\Delta^2 + 4E\Delta}}{2E}$ , where  $E = -\sum_{i=1}^{i=N} \frac{\ln(1 - \Omega_i)}{M_i}$

# 一般模型: 丢包率 Gilbert Loss

Notation	Meaning
$\chi_{ij}(t) \in \{G, B\}$	state (Good or Bad) of i-th link of j-th path ( $link_{ij}$ for short) at time t
$\pi_{ij}^G, \pi_{ij}^B$	stationary probabilities that link is good or bad
$\xi_{ij}^G, \xi_{ij}^B$	transition probability from B to G and G to B
$f_{ij}^{s,t}(\tau)$ ( $s, t \in \{G, B\}$ )	transition probability of $link_{ij}$ from state s to state t in time $\tau$
$\tau_{ij}^{n,n+1}$	transmission interval between the n-th and (n+1)-th frames on the $link_{ij}$
$c_{ij}$	a m-tuple that represents the state of $link_{ij}$ when delivering m frames
$0 \leq L(c_{ij}) \leq m$	the number of frame loss on the link
$\mathbb{P}(c_{ij})$	probability of failure of combination $c_{ij}$

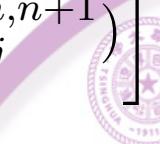
$$\Omega_{ij} = \frac{1}{m} \sum_{\forall c_{ij}} \left[ L(c_{ij}) \cdot \mathbb{P}(c_{ij}) \right]$$

$$L(c_{ij}) = \sum_{n=1}^m 1_{\{c_{ij}^n = B\}}$$

$$\begin{bmatrix} f_{ij}^{G,G}(\tau) & f_{ij}^{G,B}(\tau) \\ f_{ij}^{B,G}(\tau) & f_{ij}^{B,B}(\tau) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \pi_{ij}^G + \pi_{ij}^B \cdot \kappa_{ij} & \pi_{ij}^B - \pi_{ij}^B \cdot \kappa_{ij} \\ \pi_{ij}^G - \pi_{ij}^G \cdot \kappa_{ij} & \pi_{ij}^B + \pi_{ij}^G \cdot \kappa_{ij} \end{bmatrix}$$

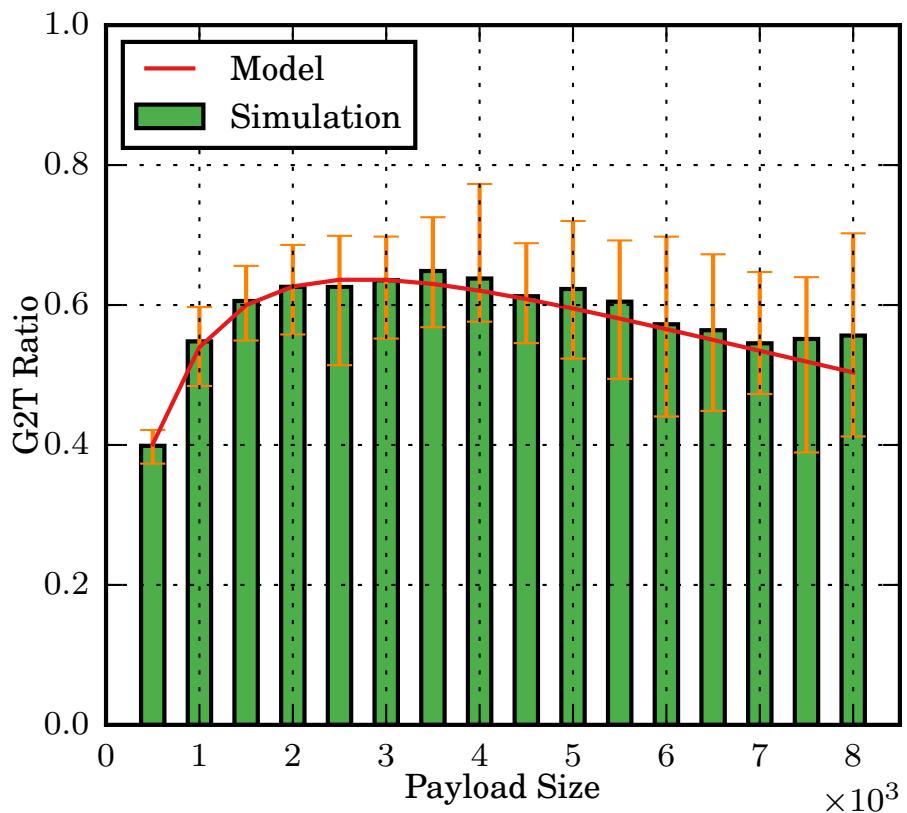
$$\mathbb{P}(c_{ij}) = \pi_{ij}^{c_{ij}^1} \cdot \prod_{n=1}^{m-1} \left[ f_{ij}^{c_{ij}^n, c_{ij}^{n+1}}(\tau_{ij}^{n,n+1}) \right]$$

$$\Omega_{ij} = \frac{1}{m} \sum_{\forall c_{ij}} \left\{ \sum_{n=1}^m 1_{\{c_{ij}^n = B\}} \cdot \pi_{ij}^{c_{ij}^1} \cdot \prod_{n=1}^{m-1} \left[ f_{ij}^{c_{ij}^n, c_{ij}^{n+1}}(\tau_{ij}^{n,n+1}) \right] \right\}$$



# 模型验证

- 按照不同的情况进行验证
  - 单跳数据获取
  - 多跳数据获取
  - 异构链路:TCP & UDP
  - 丢包率符合Gilbert Loss Model



- 绿色长条为实验结果 $\text{avg}/\text{max}/\text{min}$ (20轮)
- 红色的曲线为根据模型计算的理论值.

概述  
主要工作

论文总结

科研成果

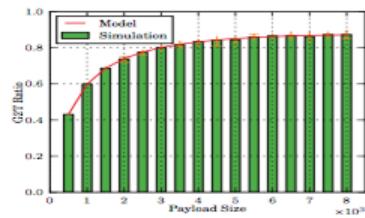
ACM



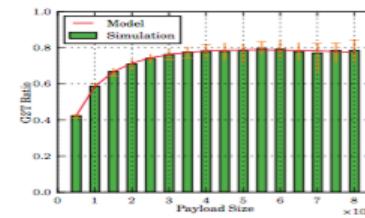
# 模型验证

概述  
主要工作  
论文总结  
科研成果

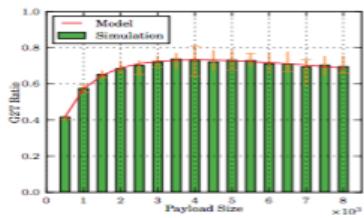
ACM



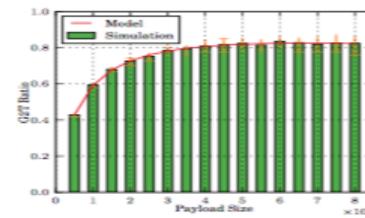
(a) Single Hop:  $\Omega = 1\%$



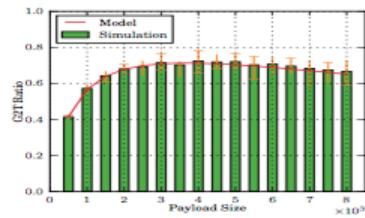
(b) Single Hop:  $\Omega = 3\%$



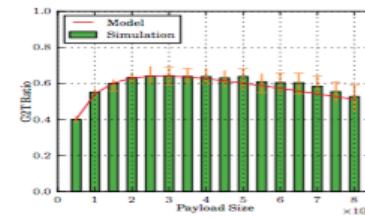
(c) Single Hop:  $\Omega = 5\%$



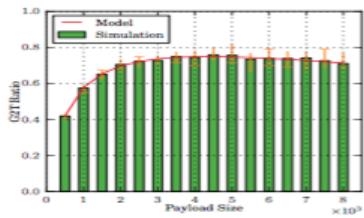
(d) Multiple Hops:  $\Omega = 1\%$



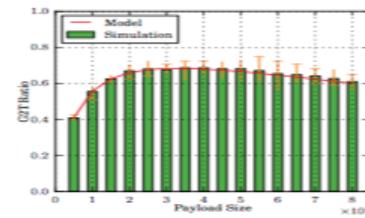
(e) Multiple Hops:  $\Omega = 3\%$



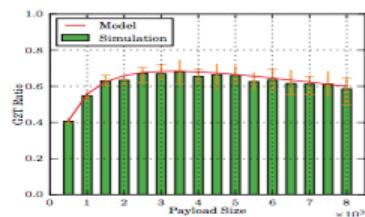
(f) Multiple Hops:  $\Omega = 5\%$



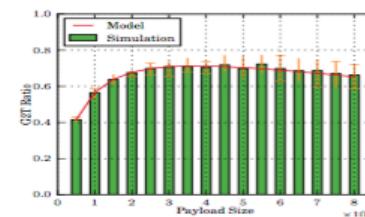
(g) Multiple Paths:  $\Omega = 3\%$   
 $w_{pc} = 0.5, w_{prc} = 0.5$



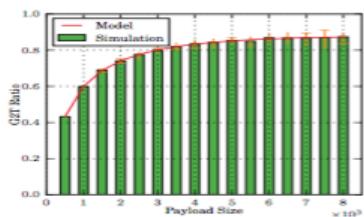
(h) Multiple Paths:  $\Omega = 5\%$   
 $w_{pc} = 0.5, w_{prc} = 0.5$



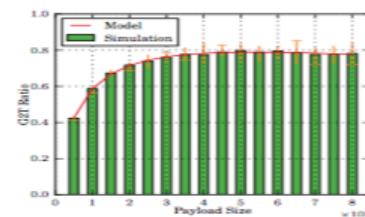
(i) Multiple Paths:  $\Omega = 5\%$   
 $w_{pc} = 0.3, w_{prc} = 0.7$



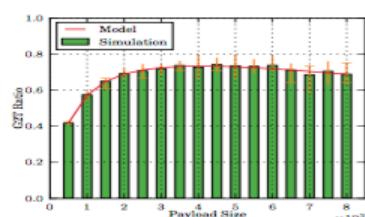
(j) Multiple Paths:  $\Omega = 5\%$   
 $w_{pc} = 0.8, w_{prc} = 0.2$



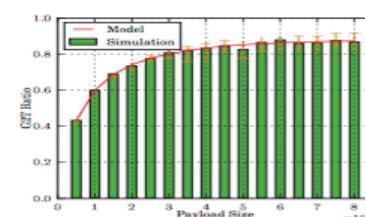
(k) Heterogeneous Links:  $\Omega_{cr} = 1\%$



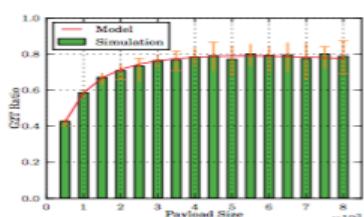
(l) Heterogeneous Links:  $\Omega_{cr} = 3\%$



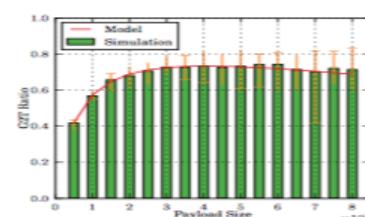
(m) Heterogeneous Links:  $\Omega_{pr} = 5\%$



(n) Burst Loss Model:  $\Omega = 1\%$



(o) Burst Loss Model:  $\Omega = 3\%$



(p) Burst Loss Model:  $\Omega = 5\%$

理论值与实验值平均相对误差0.97%

相对误差的标准差0.00014

# ACM: 动态调整包尺寸机制

概述  
主要工作

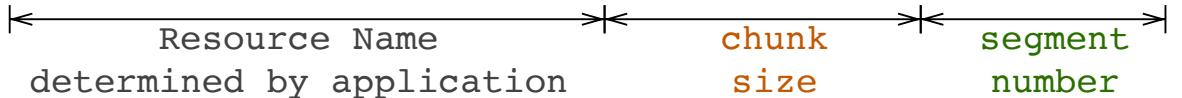
论文总结

科研成果

ACM

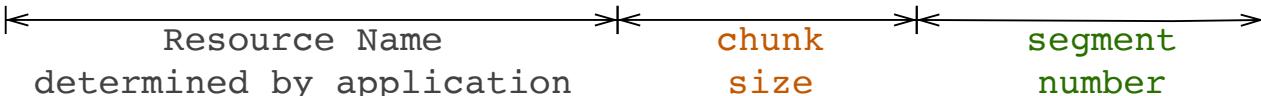
- sequence number as segment number

/com/youtube/avatar.flv / 0xAC8832 / 0x0010

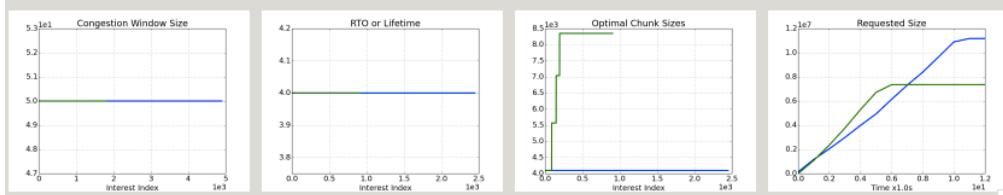
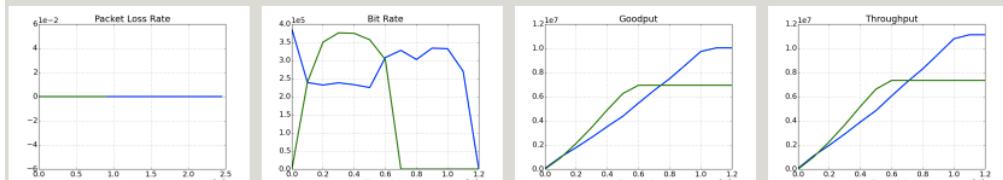
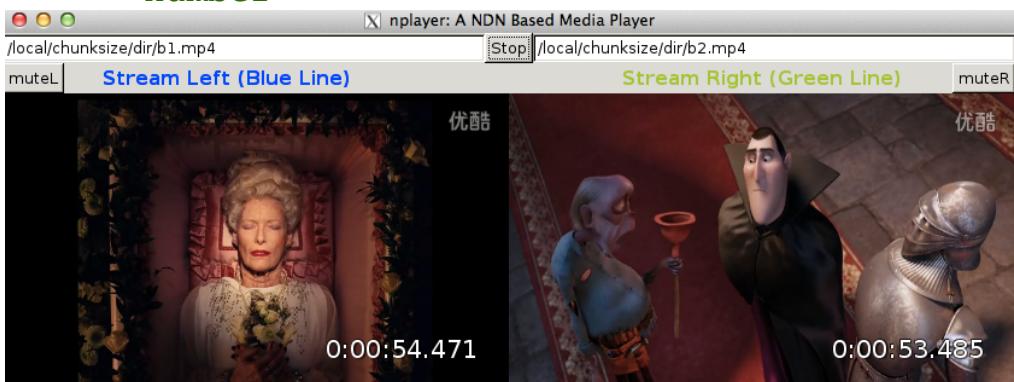


- explicit byte offset as segment number

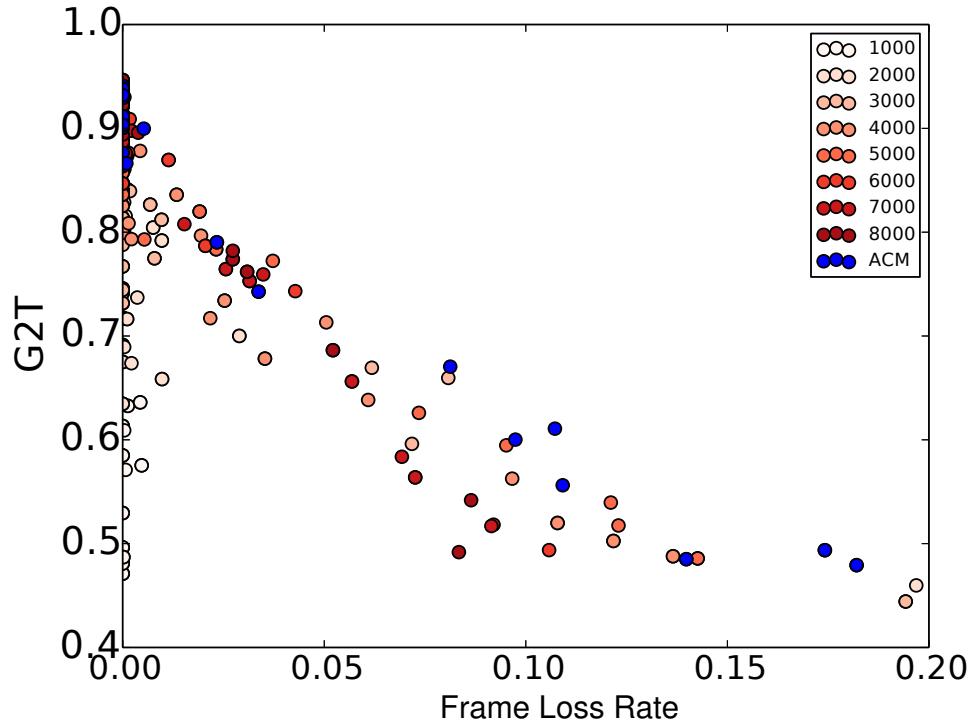
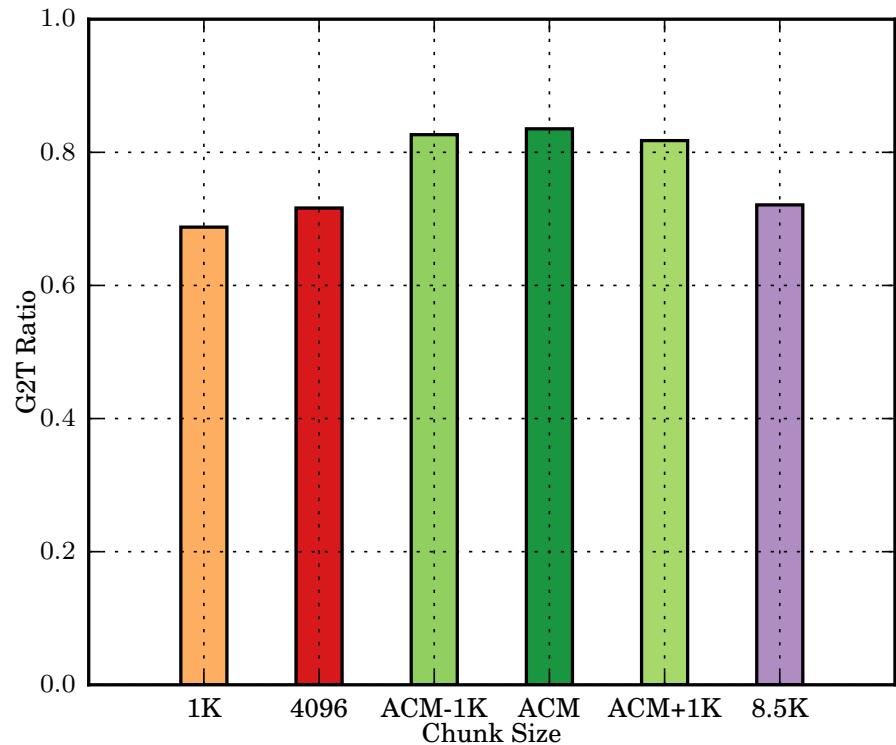
/com/youtube/avatar.flv / 0xAC8832 / 0xFB88320



- ACM: Adaptive Chunk Mode
- 请求者驱动通信模式
- 数据请求者估测丢包率，从而调整数据包大小



# ACM机制验证

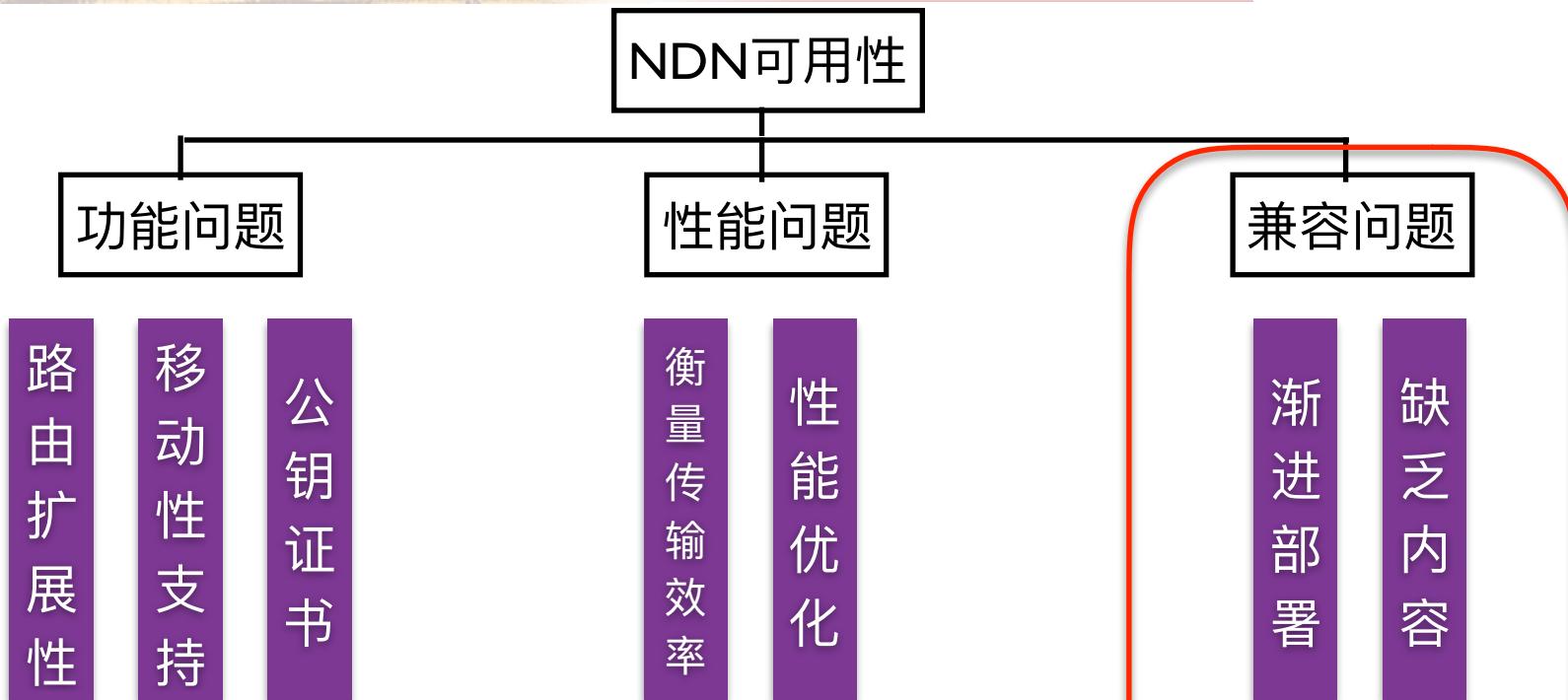


- ACM 性能最优，比4096B 高17%
- 改变 ACM 决定的尺寸，性能降低 :ACM-1K/ACM+1K

# 建模工作总结

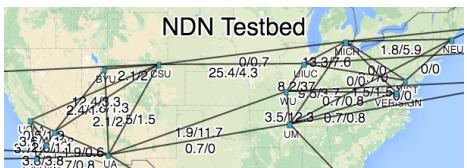
- 首先指出NDN以信息为中心设计给数据通信带来的独特性：
  - 导致每个数据包的开销较大(负面影响, 通信更需优化)
  - 没有特定的通信对端
- 我们考虑到NDN的特性，建立网络通信效率模型，能够准确描述NDN中网络传输的效率(误差0.94%)
- 该模型能推导出最优的包大小，最大化传输效率，并实际应用与ACM机制(效率提高17%)
- 该模型同样可以应用于其他ICN设计，用于设计/参数的优化
- Xiaoke Jiang, Jun Bi, IS: Interest Set to Enhance Flow Transmission in Named-Data Networking, accepted (SCI Impact Factor 0.420/0.313)
- Xiaoke Jiang, Jun Bi, Interest Set Mechanism to Improve the Transport of Named Data Networking, ACM Computer Communication Review, Vol. 43, No.4, pp515-516, also in proceedings of ACM SIGCOMM13 (poster, SCI Impact Factor 1.102/2.695)
- Xiaoke Jiang, Jun Bi, Goshen Nan, Xiaoyan Hu, Modelling the Optimum Chunk Size for Efficient Communication over Named Data Networking, IWQoS16 (Under Review)

# 文章主要工作和贡献



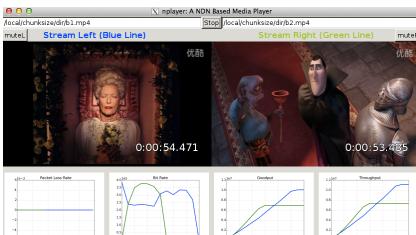
nDNS  
名字解析系统

部署于 NDN 实验床  
重要NDN网络服务



ACM  
传输效率模型

相对误差0.94%  
传输效率提高17%



nCDN  
NDN 改造 CDN

NDN渐进部署方案  
可向 NDN 引入内容



清华大学  
singhua University



# NDN不兼容IP

- NDN 与 IP 不兼容
  - NDN 网络中缺少内容和流量，对终端用户没有部署激励
  - 传统应用无法利用 NDN 的优点，NDN 成为“屠龙之技”
- CDN: 当前大规模数据分发最重要的平台
  - CDN 上有大量的内容
  - CDN 与 NDN 有很多相似之处: 对数据命名，冗余数据，利用缓存
  - CDN 有自身的挑战：单点故障，系统复杂，安全漏洞

用NDN改造 CDN:  
NDN-based CDN: nCDN



# nCDN:用NDN 改造 CDN

概述  
主要工作

论文总结

科研成果

n  
CDN

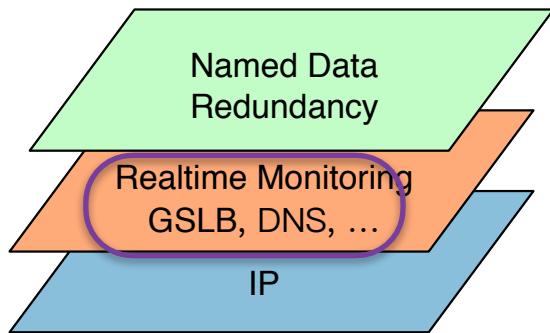
- 向 NDN 网络中注入大量的内容，增强 NDN 对终端用户的吸引力
- 同时支持传统应用与NDN 应用，提供了IP 与 NDN 过渡共存的方案
- 简化 CDN设计，提高效率
  - CDN hacking DNS 动态完成name 到 IP 映射，形成单点故障
  - end-to-end 路径选择不能充分利用内容和带宽
  - HTTPS: CDN 作为第三方，不得不“欺骗”终端，这种 fooling 的方法造成潜在的安全漏洞



# nCDN: 应用NDN于当前网络

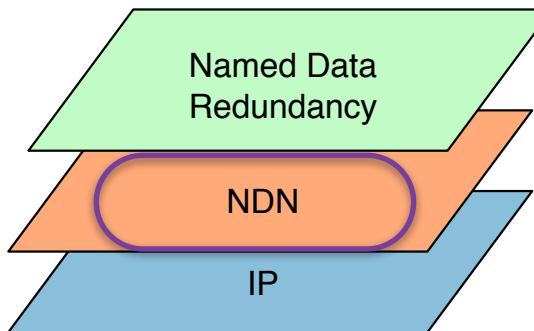
- 把NDN作为薄层插入IP & CDN 之间:

- 名字路由消除name to IP映射, 消除了单点故障
- 用带状态转发平面取代全网监测, 用hop-by-hop服务器选择取代end-to-end选择, 更加高效
- 数据为中心的安全, 一定程度上改善CDN作为“中间人”安全隐患



CDN

- 实时网络监测给链路和数据源打分
- 全局负载均衡器做负载均衡
- DNS 实现名字到 IP映射



nCDN

- 带状态转发给链路打分
- 网络路径选择做负载均衡
- 直接通过名字路由



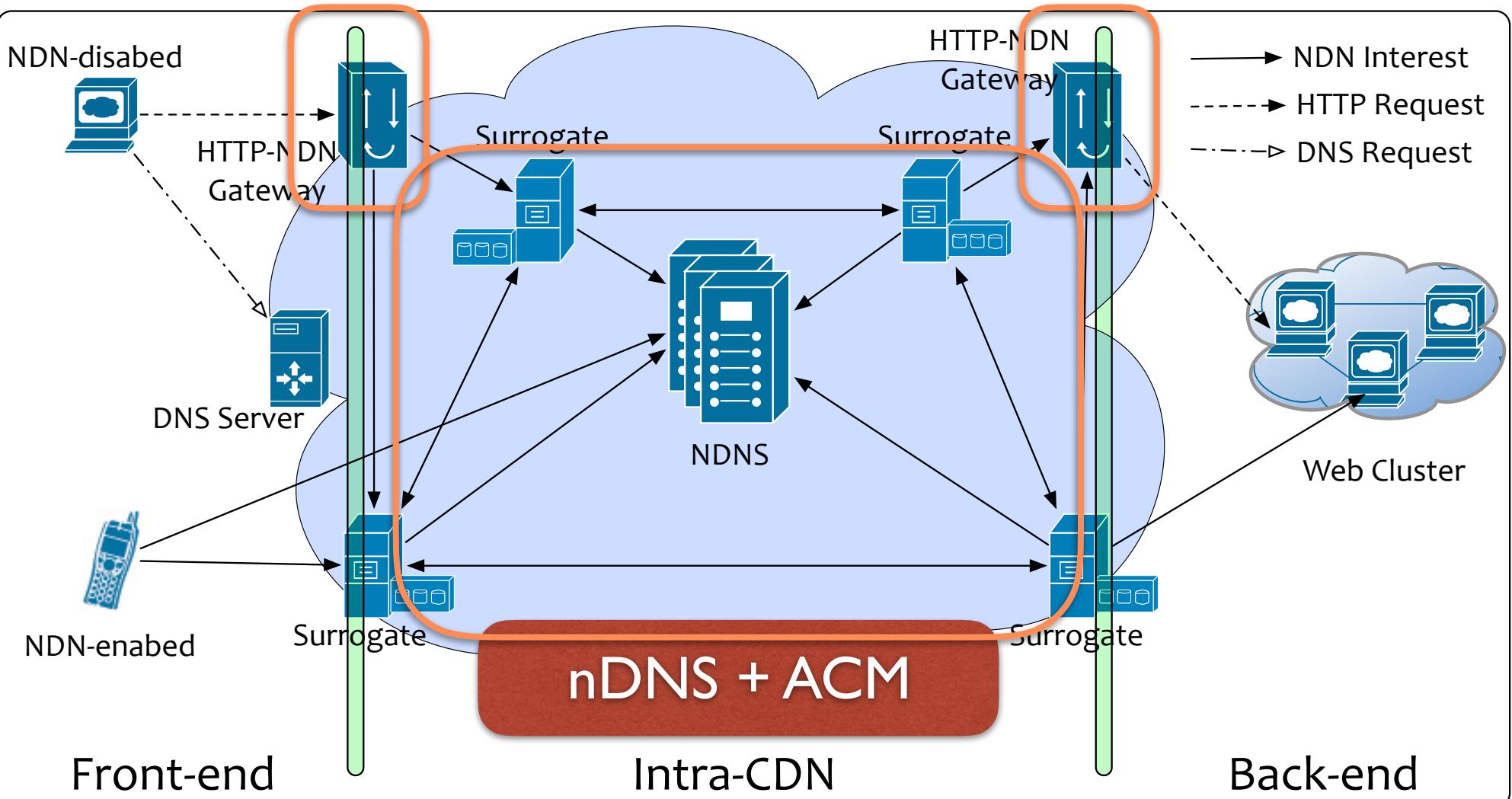
# nCDN 框架

概述  
主要工作

论文总结

科研成果

n  
CDN



# 挑战: HTTP-NDN翻译

**Query** (full translation is unnecessary, esp. for media data)

/net/ndnsim/www/HTTP/GET/logo.jpg/<header:values>\*

Domain Name      Type      Method      Resource      Ordered Headers Set

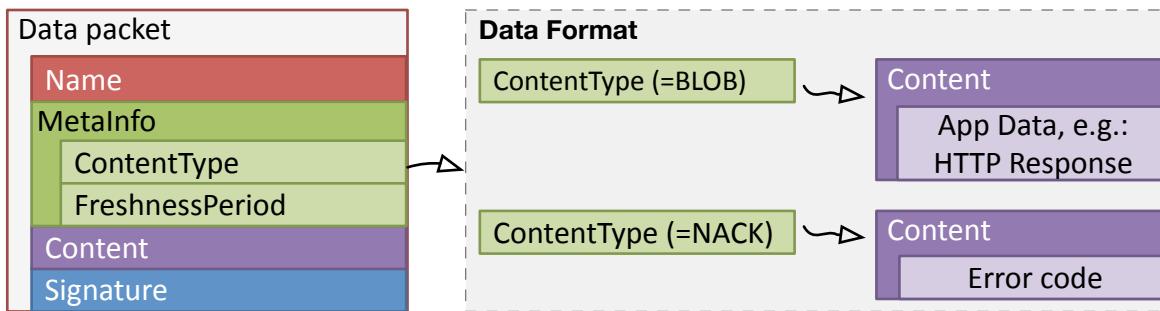
- Headers  
Order:  
1) single value: cookie,etc  
2) multiple values: language,etc  
3) omitted: UA,etc

**Response**

/net/ndnsim/www/HTTP/GET/logo.jpg/<header:values>\*/%FD%01/%00%01

Domain Name      Type      Method      Resource      Ordered Headers Set

Version      Segment



- **bit-to-bit 翻译:** 准确, 适应复杂的HTTP请求
- **语义层次翻译:** 聚合请求, 增加缓存命中率, 适合视频



# nCDN 与 CDN 比较

概述

主要工作

论文总结

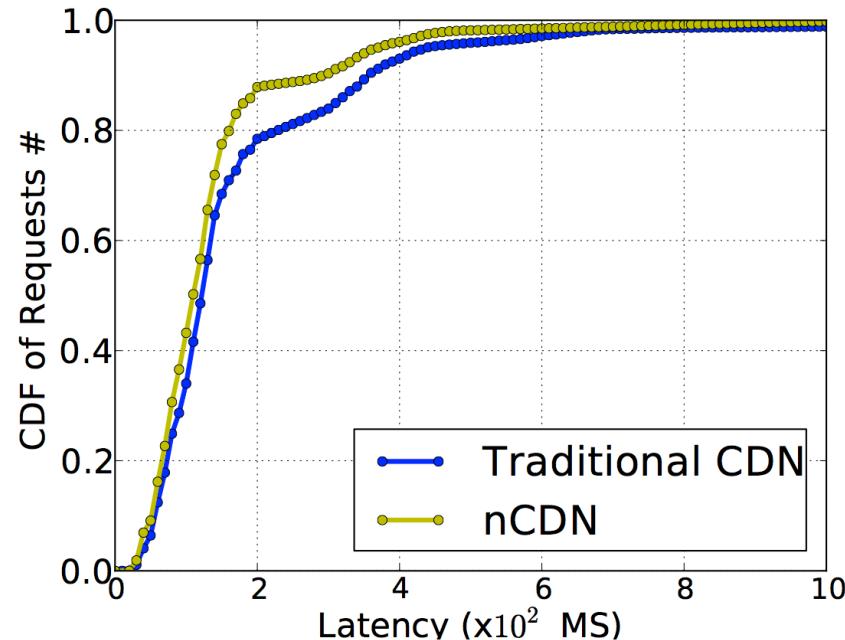
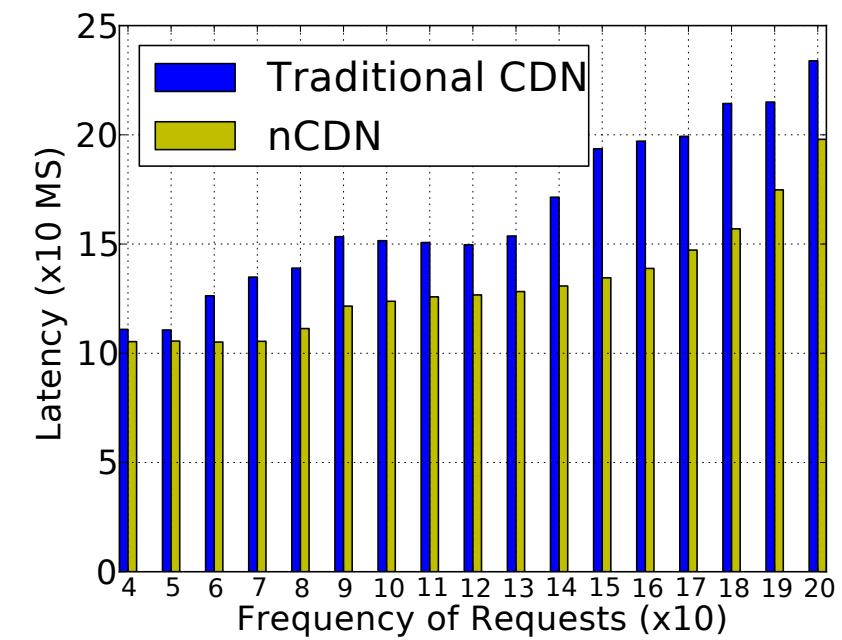
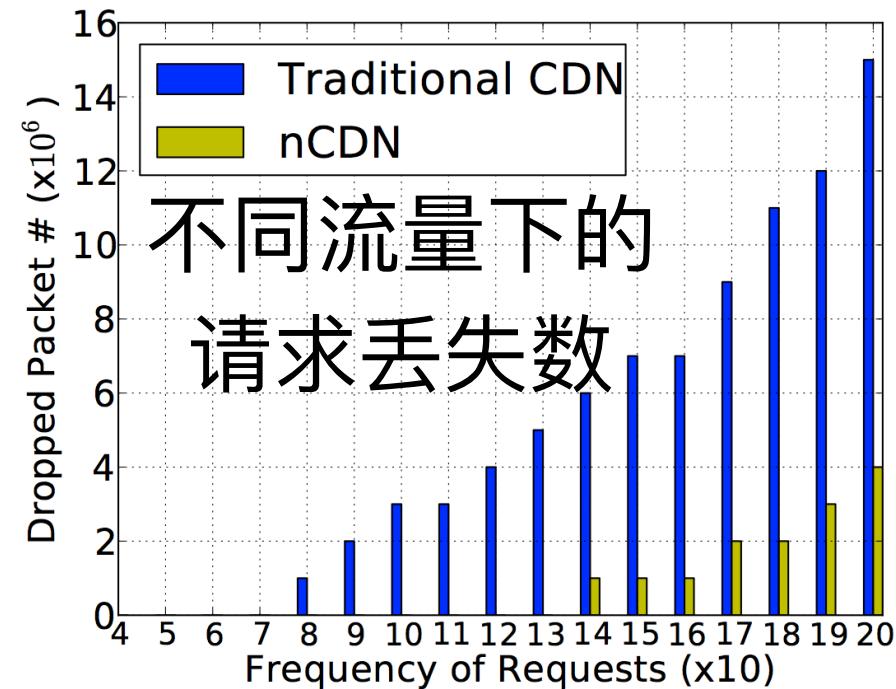
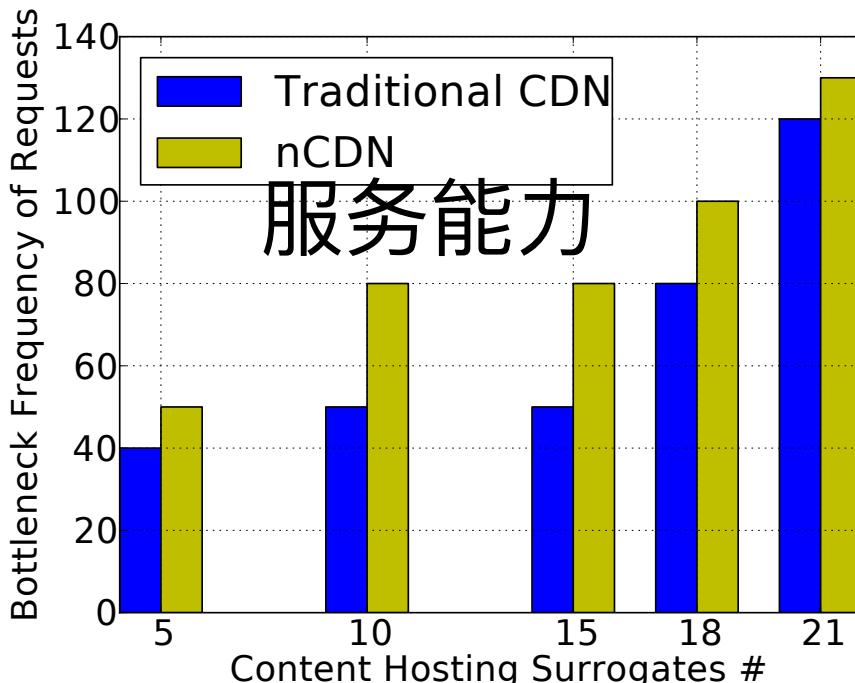
科研成果

n  
CDN

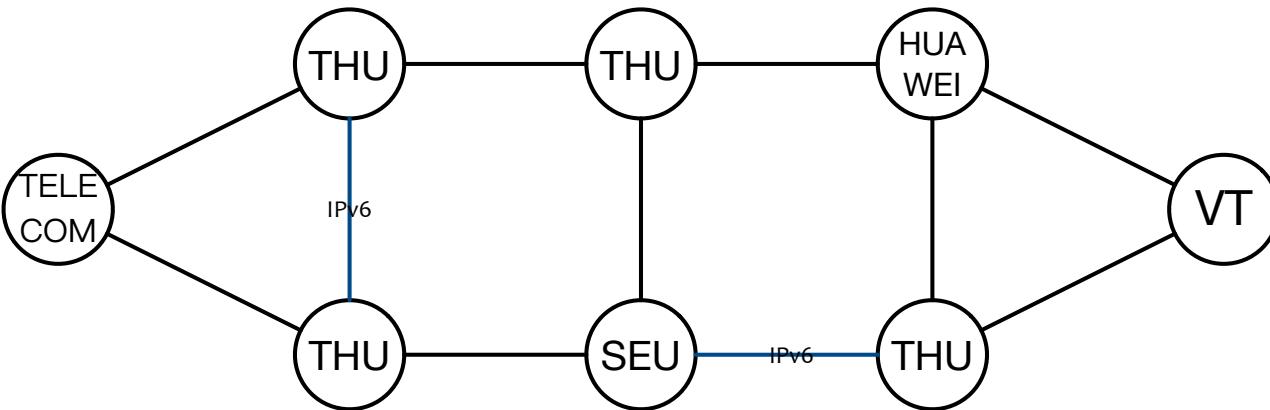
- 重要功能从终端转移到 NDN 网络：
  - NDN 网络承担了请求路由的功能，而不是 DNS
  - 服务器选择、流量控制由网络完成(hop-by-hop)，而不是终端(end-to-end)
  - 而利用转发平面的状态来精确监测链路情况，充分利用链路资源和数据冗余；不需要全局的网络监测
- 用基于内容的安全来消除 CDN 安全隐患
  - 对于传统的 HTTPS 应用，带内容代理的语义放到 DANE 对应的 DNS 记录中



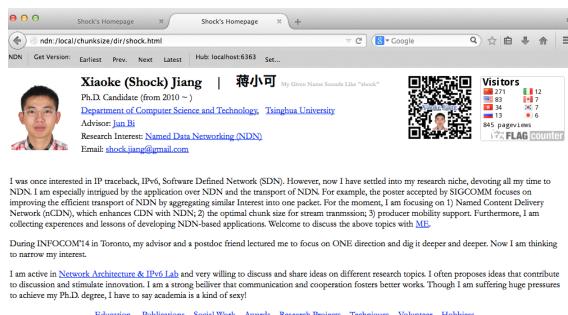
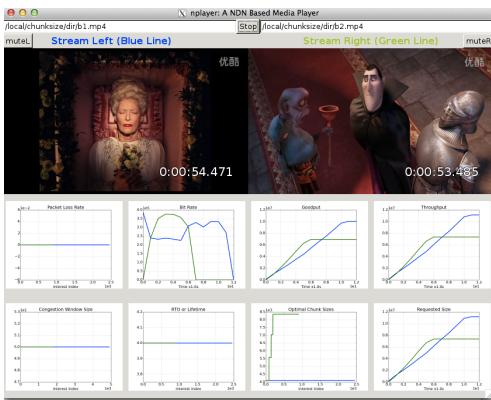
# 性能: nCDN v.s. CDN



# 小規模部署



- 8个骨干节点, 跨区域, 跨 ISP
  - NFD (NDN 协议栈) + NLSR (NDN 路由协议)
  - HTTP-NDN网关 + RMS (资源管理系统)
  - nDNS + ACM
  - 加速视频播放, 网页访问: 缓存命中情况下延时变为 0.5%



# nCDN工作总结

概述  
主要工作  
论文总结

科研成果

n  
CDN

- 提出、设计、实现一个基于 NDN 的 CDN 框架，简化 CDN 设计，提高效率，增强安全
- 提供了一个把 NDN 用于当前的 IP 基础设施，兼容 IP 应用的方案
- 潜在的向 NDN 网络中引入大量，增加用户部署NDN 的激励
- 相关论文发表
- Xiaoke Jiang, Jun Bi, nCDN: CDN Enhanced with NDN, the 33rd IEEE International Conference on Computer Communications (INFOCOM14), Name-Oriented Mobility (NOM) Workshop, pp446-351, Toronto, Canada, 2014
- Xiaoke Jiang, Jun Bi, nCDN: a lightweight CDN framework for Large Scale Data Distribution, ICDCS16 (pending)



# 第三部分：论文总结

解决NDN用于实践的关键问题  
为NDN体系结构做了重要补充

功能问题

性能问题

兼容问题

路由扩展性

移动性支持

公钥证书

衡量传输效率

性能优化

渐进部署

缺乏内容

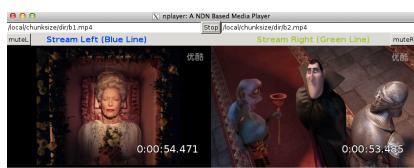
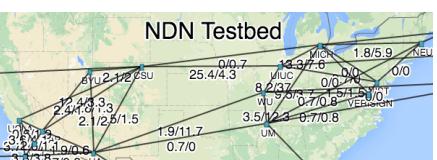
现实需求

nDNS  
名字解析系统

ACM  
传输效率模型

nCDN  
NDN 改造 CDN

系统设计



实现  
部署

# 总结: 论文贡献

- NDN 网络体系结构的重要补充: NDN 实际应用还面临着很多问题, 本文解决了功能、性能、兼容性等方面的一些关键问题
- NDN 渐进部署的方案: 从设计到实现到部署, 立体式的提供了NDN 应用于当前网络基础设施的方案
- 在具体工作中, 挖掘了 NDN 的特点, 利用了 NDN 的优势
  - 在建模中首先指出NDN 以信息为中心设计的独特性: 每个数据包的开销较大, 没有特定的通信对端
  - 系统设计中充分利用 NDN 的优势, e.g., 网络层路径选择, 缓存, 来简化设计, 提高性能





# 第四部分:科研成果

- 一作论文
- 在投一作论文
- 非一作论文
- 课题项目
- 开源项目
- 个人荣誉

概述

主要工作

论文总结

科研成果



# 第一作者论文

- Xiaoke Jiang, Jun Bi, Guoshun Nan, Zhaogeng Li, A Survey on Information-Centric Networking: Rationales, Designs and Debates, China Communications (IEEE), Vol.12, No.7, pp14-25, 2015 (SCI Impact Factor 0.420/0.313)
- Xiaoke Jiang, Jun Bi, IS: Interest Set to Enhance Flow Transmission in Named-Data Networking, accepted (SCI Impact Factor 0.420/0.313)
- Xiaoke Jiang, Jun Bi, Interest Set Mechanism to Improve the Transport of Named Data Networking, ACM Computer Communication Review, Vol. 43, No.4, pp515-516, also in proceedings of ACM SIGCOMM13 (poster CCFA level, SCI Impact Factor 1.102/2.695)
- Xiaoke Jiang, Jun Bi, nCDN: CDN Enhanced with NDN, the 33rd IEEE International Conference on Computer Communications (INFOCOM14), Name-Oriented Mobility (NOM) Workshop, pp446-351, Toronto, Canada, 2014 (workshop, CCFA level)
- Xiaoke Jiang, Jun Bi, You Wang, What Benefits Does NDN Have in Supporting Mobility, the 19th IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC14), Madeira, Portugal, 2014 (CCF C level)



# 第一作者论文

- Xiaoke Jiang, Jun Bi, You Wang, Pingping Lin, and Zhaogeng Li, A Content Provider Mobility Solution of Named Data Networking, in proceedings of the 20th IEEE International Conference on Network Protocols (ICNPI2), pp1-2 Austin, USA, 2012 (poster, CCF B level)
- Xiaoke Jiang, Jun Bi, Yangyang Wang, Zhijie He, Wei Zhang, Hongchen Tian, IPv6 Evolution, Stability and Deployment, in proceedings of the 19th IEEE International Conference on Network Protocols (ICNPI1), pp123-124, Vancouver, Canada, 2011 (poster, CCF B level)
- Xiaoke Jiang, Jun Bi, You Wang, Pingping Lin, Zhaogeng Li, An Easy Matrix Computation based Simulator of NDN, the 3rd IEEE International Conference on Networking and Distributed Computing (ICNDCl2), pp36-39, Hangzhou, China, 2012 (EI conference)
- Xiaoke Jiang, Jun Bi, You Wang, MCBS: Matrix Computation Based Simulator of NDN, Journal of Computers (Academy Publisher), Vol. 9, Num. 9, pp2007-2012, 2014
- 蒋小可, 毕军, 王炀炀, IPv6 网络部署监测及演化分析 , CCF第四届中国互联网年会 (ICoC2015)



# 在投一作论文

- Xiaoke Jiang, Alexander Afanasyev, Yingdi Yu, Jiewen Tan, Jun Bi, Allison Mankin, Lixia Zhang, NDNS: a Data-Centric Protocol for Data-Centric Networking, IWQoS16 (Under Review)
- Xiaoke Jiang, Jun Bi, Goshen Nan, Xiaoyan Hu, Modelling the Optimum Chunk Size for Efficient Communication over Named Data Networking, IWQoS16 (Under Review)



# 非一作论文及其他

- Hongcheng Tian, Jun Bi, Xiaoke Jiang, An Adaptive Probabilistic Marking Scheme for Fast and Secure Traceback, Networking Science (Springer), Vol. 2, No.1-2, pp 42-51
- You Wang, Jun Bi, Xiaoke Jiang, Mobility Support in the Internet Using Identifiers, the 7th ACM International Conference on Future Internet Technologies (CFI12), pp37- 42, Seoul, Korea, 2012
- Zhaogeng Li, Jun Bi, Sen Wang, Xiaoke Jiang, The Compression of Pending Interest Table with Bloom Filter in Content Centric Network, the 7th ACM International Conference on Future Internet Technologies (CFI12), pp47, Seoul, Korea, 2012
- Pingping Lin, Jun Bi, Hongyu Hu, Tao Feng, Xiaoke Jiang, A Quick Survey on Selected Approaches for Preparing Programmable Networks, in proceedings of ACM AINTEC2011, pp160-163, Bangkok, Thailand, 2011



# 非一作论文及其他

- Pingping Lin, Jun Bi, Hongyu Hu, Tao Feng, Xiaoke Jiang, A Quick Survey on Selected Approaches for Preparing Programmable Networks, in proceedings of ACM AINTEC2011, pp160-163, Bangkok, Thailand, 2011
- Hongcheng Tian, Jun Bi, Wei Zhang, Xiaoke Jiang, EasyTrace: Easily-Deployable Light-Weight IP Traceback on an AS-Level Overlay Network, in proceedings of the 19th IEEE International Conference on Network Protocols (ICNPII), pp129-130, Vancouver, Canada, 2011 (poster)
- 林萍萍, 毕军, 胡虹雨, 蒋小可, 一种面向SDN域内控制平面可扩展性的机制(扩展), 《小型微型计算机系统》, Vol.34, No.9, pp1980-1983, 2013
- 田洪成, 毕军, 蒋小可, 王德凯, 张威, 一种快速且安全的概率标记追溯技术, 《清华大学学报(自然科学版)》, Vol. 50, No.4, pp542-547, 2011
- 软件著作权: 域间源地址验证系统模拟测试软件
- 软件著作权: 域间只是地址验证管理系统



# 课题项目

- 重大科研项目

- 国家高技术研究发展计划（863计划）项目“未来网络体系结构和创新环境”，（2013AA013500），2013-2015
- 华为技术合作研究项目，“HTTP-NDN网关关键技术”（YBCB2011053），2011-2012
- 华为合作项目研究项目，“基于ICN 的数据中心网络关键技术”(YB2013090053), 2012-2013
- 国家十二五科技支撑计划课题，”IPv6网络管控技术及其应用示范”，(2012BAH01B01), 2012-2014



# 开源项目

- NDN 领域重要的开源项目（正式列为合作者/贡献者）
  - NDNS: 为NDN 网络的基础设施服务
  - ndnSIM: 广泛应用的 NDN 网络模拟器
  - ndn-cxx: 定义NDN包格式及操作原语，最重要的开发库
  - NDN Tools: NDN 工具库，如 ping 等工作





# 个人荣誉

- 2014 综合一等奖, 清华大学375届博士生论坛二等奖
- 2013 综合二等奖
- 2012 光华二等奖
- 2011 综合一等奖

概述

主要工作

论文总结

科研成果

个人荣誉



清华大学  
Tsinghua University

# 谢谢！

# 请评委老师批评指正



# 文章发表

Accept

Poster

Reviewing

概述

主要工作

论文总结

科研成果

## NDN体系结构

ChinaCom15

功能问题

性能问题

应用问题

路由扩展性

移动性

ISCC14  
ICNP12

公钥证书

衡量传输效率

性能优化

ChinaCom16  
SIGCOMM13

渐进部署

缺乏内容

nDNS  
名字解析系统

IWQoS16

ACM  
动态尺寸调整

IWQoS16

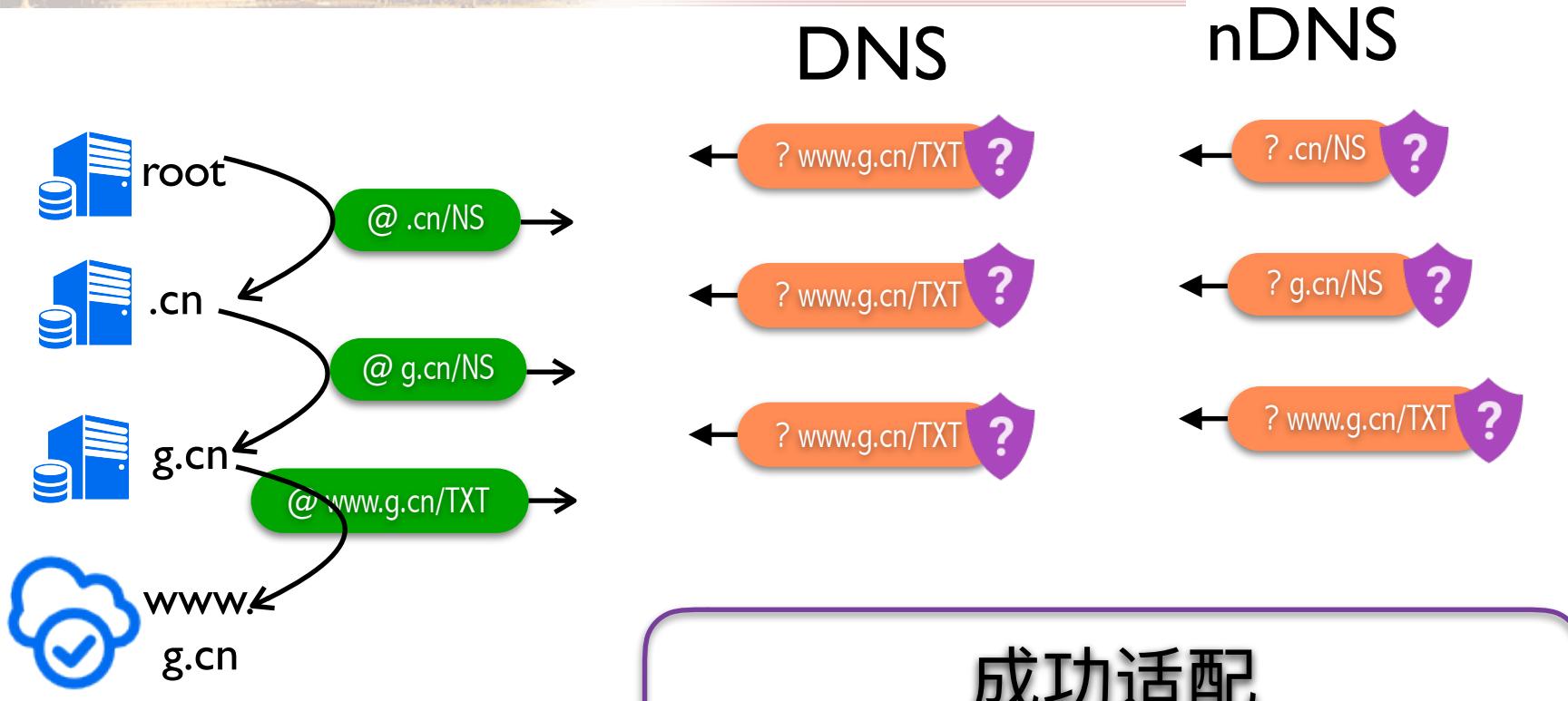
nCDN  
NDN 改造 CDN

INFOCOM-NOM14



清华大学  
Tsinghua University

# 适配名字匹配的迭代解析



成功适配  
基于名字匹配的 NDN 通信

- DNS迭代查询:
- 每次询问最终问题
- 服务器根据自身内容回复最佳答案
- 隐式地自顶而下解析

- nDNS迭代查询:
- 把最终的问题拆分成若干子问题
- 按名字层次依次获得引用(NS 记录)
- 显式地自顶而下解析

概述

主要工作

论文总结

科研成果

n  
DNS



# nDNS与DNS 比较

概述  
主要工作  
论文总结

科研成果

n  
DNS

## 相同

- 层次化的命名空间和树形资源组织
- 每个域名拥有者独立管理自己的数据
- 通过冗余数据+缓存来回复大量的请求
- 热点数据(e.g., 顶级名字域的应用, 热点名字)通过缓存获得
- 沿着名字层次自顶而下解析

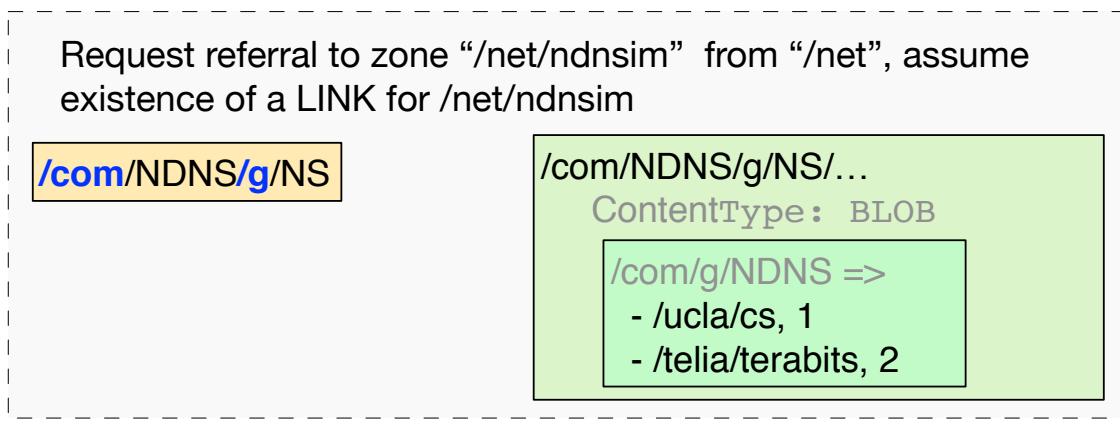
## 不同

- 适配名字匹配通信: 显式地沿名字层次自顶而下查找
- 适配网络缓存&路径选择: 缓存解析器作用大大降低
- 适配NDN 网络层安全机制:
  - 应用层DNSSEC 扩展
  - 网络层 NDN固有支持



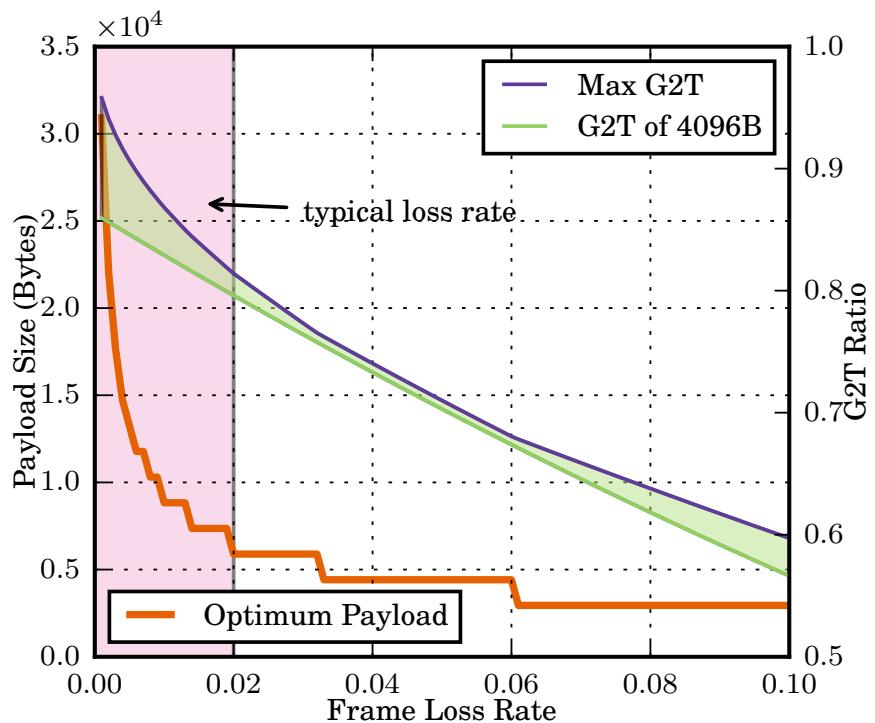
# 自举解决路由&数据安全

- 唯一假设根服务器通过名字(/NDNS)直接路由,
  - 其它服务器, 如各种二级域名 (example.com) 如何路由
  - 参考 DNS 设计, 把下一级服务器名字和 IP 都返回
  - nDNS 中, 把下一级服务器名字和对应的 LINK 对象都返回

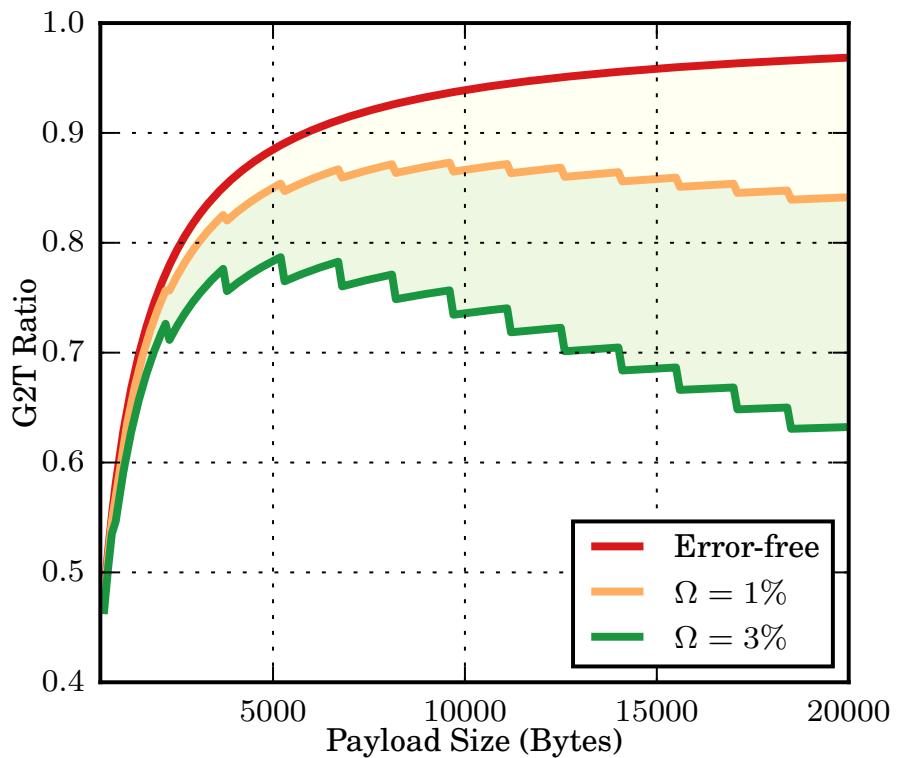


- 作为公钥仓库, 所有数据对应的公钥必须放在NDNS中
  - 签名自身数据的公钥也必须在NDNS 中

# 建模优化的必要性



实际中的必要性:丢帧率:0-2% 时  
默认包大小(4096B) 对应效率明显低  
于最优值

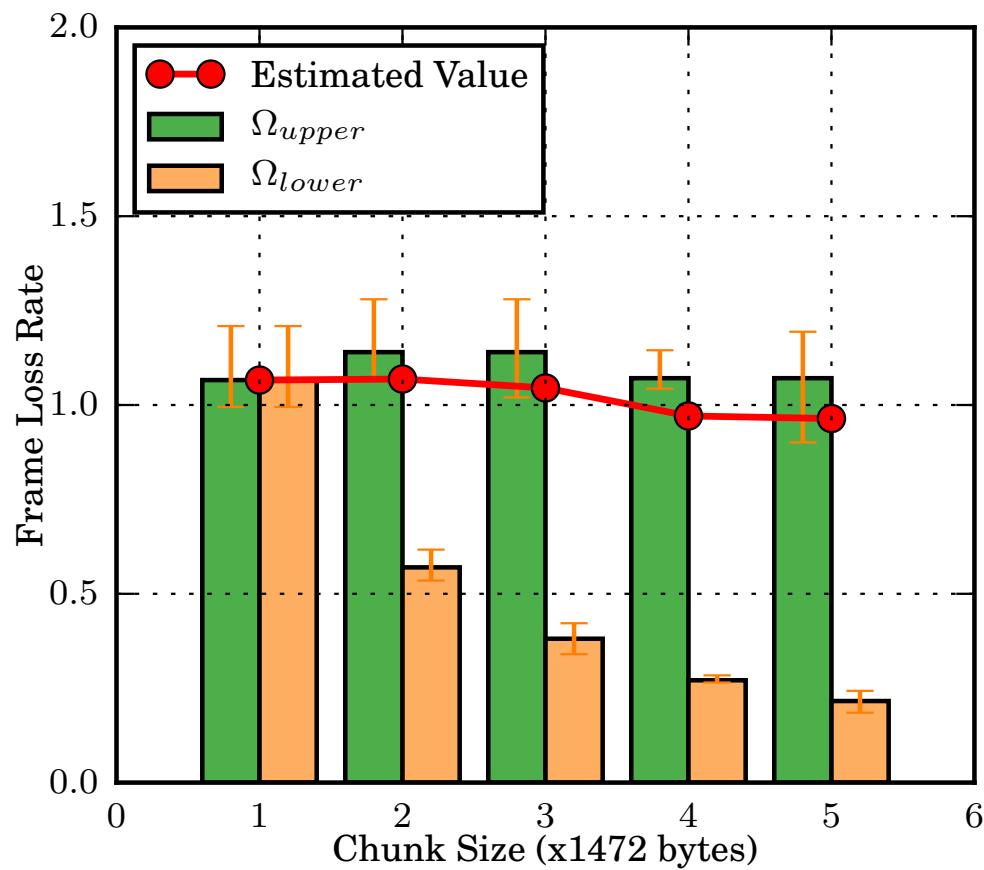


优化空间大  
有效吞吐率比: 丢帧率=3%:  
45%-88%



# 挑战:丢帧率测量值

- Adaptive Ch



$$\Omega_{lower} = \frac{\text{ChunkLoss}\#}{\text{RequestedPacket}\#} = \frac{1 - (1 - \Omega)^m}{m} \leq \Omega$$
$$\Omega_{upper} = \frac{\text{ChunkLoss}\#}{\text{RequestedChunk}\#} = 1 - (1 - \Omega)^m \geq \Omega$$

$$\Omega = \alpha \cdot \Omega_{lower} + (1 - \alpha) \cdot \Omega_{upper}, \text{ where } \alpha = 1/8$$