



南京邮电大学

Nanjing University of Posts and Telecommunications

# ABC: A Simple Explicit Congestion Controller for Wireless Networks



ABC: 是一种简单且可部署的显式拥塞控制协议，适用于具有时变无线链路的网络路径。ABC 路由器用“加速”或“刹车”标记每个数据包，从而使发送者略微增加或减少其拥塞窗口。路由器使用此反馈快速引导发件人达到所需的目标速率。ABC 不需要更改标头格式或用户设备。

ABC的优势在于：

- 无需修改数据包头部，可以复用现有的 ECN (Explicit Congestion Notification) 位来传输反馈信息；
- 适应无线链路的快速变化，通过单比特反馈指导发送方调整速率；
- 兼容现有网络协议，可以与传统的拥塞控制协议（如 Cubic）共存。



传统方案的弊端：

- 传统端到端（如 Cubic、NewReno）和 AQM（如 RED、PIE、CoDel）方案难以准确跟踪链路速率变化，导致高延迟或低利用率。
- 像 XCP 和 RCP 等显式控制协议，虽理论上能提供更优性能，但控制算法不适用于时变链路，且部署需对数据包报头、路由器和端点进行重大修改。

ABC 旨在解决上述问题，使无线网络的吞吐量更高，延迟更低，并且更容易部署

ABC发送方:

- 发送方维持一个拥塞窗口 (CWND), 限制并发数据包的数量, 窗口大小变化范围为:  $0 \sim w + wf - (w - wf) = 2wf$  ( $wf$ 为下一个RTT内, 发送方收到的加速包个数)
- 发送方根据 ABC 路由器的显式反馈动态调整窗口大小, 以适应无线链路的变化;
- 加速 (Accelerate): 当链路容量允许时, 路由器在数据包上标记“加速”信号, 发送方接收ACK后增加窗口大小;
- 刹车 (Brake): 当链路拥塞时, 路由器在数据包上标记“刹车”信号, 发送方接收ACK后减少窗口大小。

ABC路由器:

根据当前链路带宽和排队时延计算目标速率:  $tr(t) = \eta \mu(t) - \frac{\mu(t)}{\delta} (x(t) - d_t)^+$  其中:

- $\eta$  控制目标利用率 (小于 1) ;
- $\mu(t)$  是估计的链路带宽;
- $x(t)$  是当前排队时延;
- $dt$  是预设的延迟阈值;
- $\delta$  控制缓冲队列清空时间。

对于加速标记比例:  $f(t) = \min\left\{\frac{1}{2} \cdot \frac{tr(t)}{cr(t)}, 1\right\}$ . 根据出队速率 $cr(t)$ 与目标速率 $tr(t)$ 相等得出

ECN 位复用:

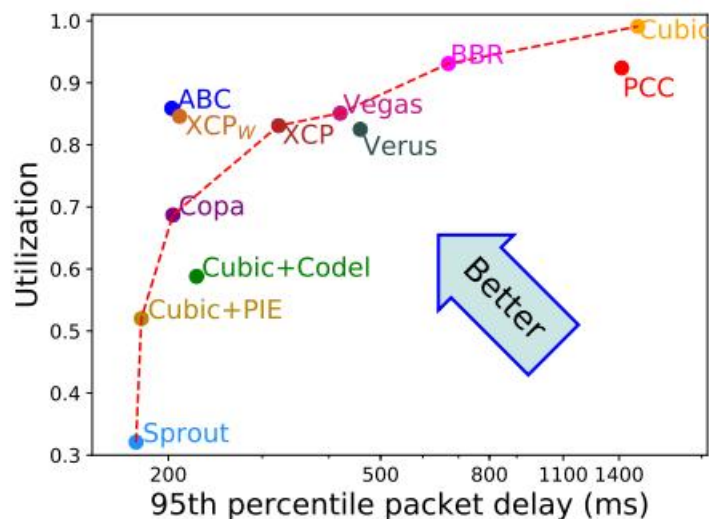
ECT	CE	Interpretation
0	0	Non-ECN-Capable Transport
0	1	ECN-Capable Transport ECT(1)
1	0	ECN-Capable Transport ECT(0)
1	1	ECN set

传统ECN标志位

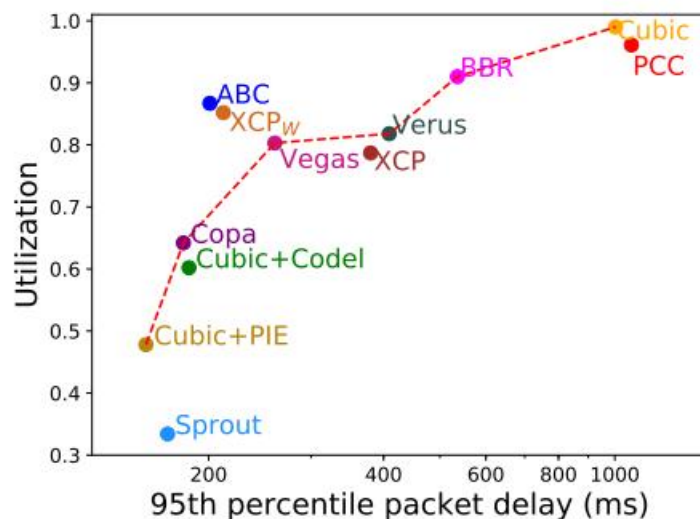
ECT	CE	Interpretation
0	0	Non-ECN-Capable Transport
0	1	<b>Accelerate</b>
1	0	<b>Brake</b>
1	1	ECN set

ABC重新解释过的ECN位

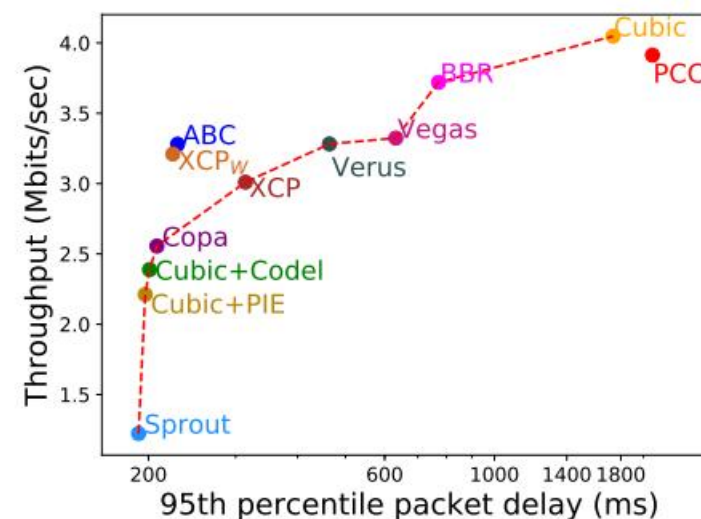
ABC发送的所有数据包都设置了加速标记 (01), 而 ABC 路由器则通过将这些比特位翻  
转成 10 来发出减速信号。这些传统路由器会继续使用 (11) 来表示网络拥塞。



(a) Downlink

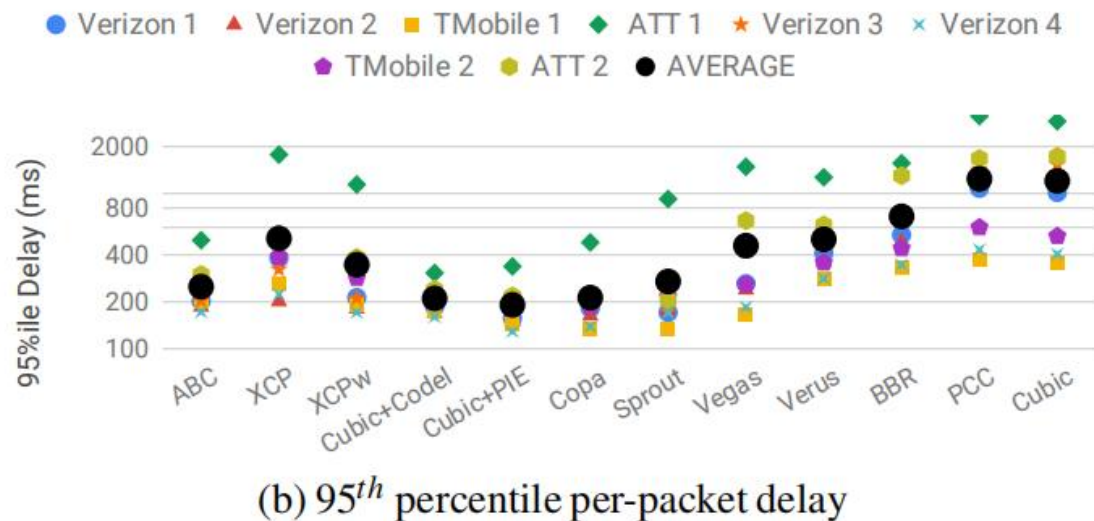
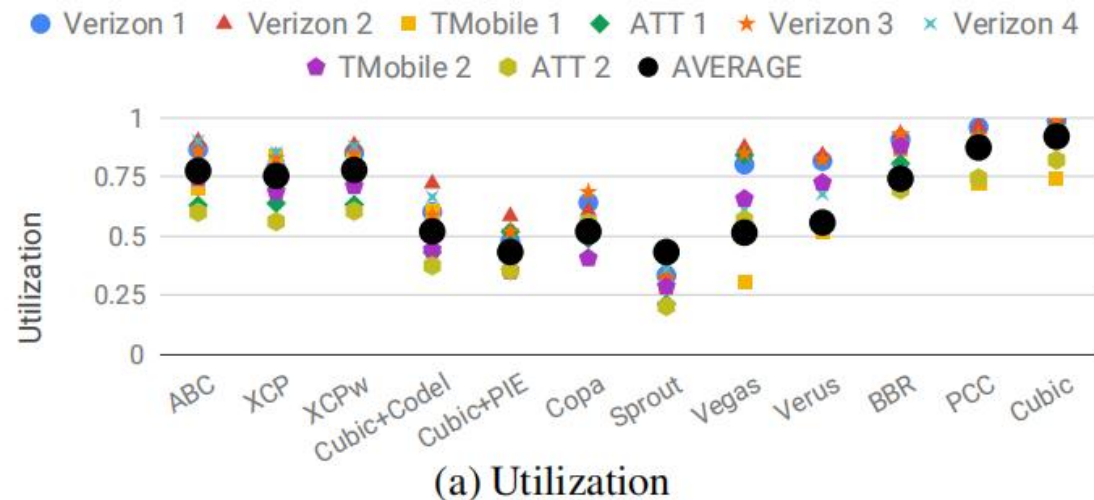


(b) Uplink



(c) Uplink+Downlink

与之前所有的方案比，ABC具有更高的吞吐量和更低的延迟



在蜂窝网络中，比 Cubic+CodeI 提高 50% 吞吐量；PCC和Cubic的链路利用率比ABC的略高(12%和18%)，但是每个数据包的延迟明显要高；ABC与BBR、Verus和Sprout相比，实现了更高的链路利用率(4%、39%和79%)。

# 感谢！



汇报人：于淼龙