

فصل ششم: لایه دسترسی رسانه

Medium Access Control MAC

تئوری و الگوریتم‌های شبکه‌های بیسیم

سید وحید ازهری

دانشگاه علم و صنعت ایران

رئوس مطالب

- مفاهیم پایه کنترل دسترسی به رسانه شامل، مکانیزمهای حل رقابت، تشخیص تصادم و حل تصادم
- چالشهای تشخیص تصادم در شبکه های بیسیم

رسانه مشترک

- هنگامیکه دو فرستنده همزمان اقدام به ارسال نمایند، گیرنده ای که در مجاورت آندو است نمی تواند بدرستی بسته ارسال شده از جانب هیچ یک را دریافت نماید.
 - در چنین حالتی اصطلاحاً تصادم (collision) در سمت گیرنده اتفاق افتاده است.
 - تصادم باعث کاهش ظرفیت رسانه می شود.
- در برخی موارد، ممکن است یک فرستنده بدلیل فعالیت سایر فرستنده ها نتواند فرصت یکسان برای ارسال بسته خود پیدا کند.
 - در چنین حالتی میزان عدالت در شبکه کاهش می یابد.
- در برخی موارد حتی ممکن است یک فرستنده مطلقاً نتواند فرصت ارسال پیدا کند
 - در چنین حالتی این فرستنده اصطلاحاً دچار گرسنگی شده است.

اصول شیوه های دسترسی به رسانه

- روشی برای تقسیم رسانه (یا همان کانال) بین رقبا ابداع شود
- به چنین روشی اصطلاحاً شیوه دسترسی به رسانه (Medium Access Control) یا به اختصار MAC گفته می شود:
 - بیشینه نمودن ظرفیت
 - فراهم کردن عدالت
 - کاهش تاخیر دسترسی به کانال
- شیوه های MAC، لازمست برای سه چالش راهکار ارائه دهند:
 - حل رقابت (Contention Resolution): روشی برای تعیین نوبت دسترسی به کانال
 - تشخیص تصادم (Collision Detection): روشی برای تشخیص اینکه پس از هر ارسال، آیا تصادم رخ داده یا خیر
 - حل تصادم (Collision Resolution): روشی که پس از تشخیص تصادم فراخوانی می شود و غالباً هدف آن جلوگیری از تصادم های بعدی است

تقسیم بندی شیوه‌های MAC

- تخصیص ثابت (Allocation): این روشها از قبل منابع کانال را بین کاربران تقسیم میکنند بنابراین اصولاً رقابتی وجود نخواهد داشت.

- دسترسی تصادفی (Random Access): در نقطه مقابل روشهای تخصیص ثابت قرار دارند به این صورت که هر کاربری که بسته برای ارسال دارد بلافاصله وارد گردونه رقابت میشود. در روشهای دسترسی تصادفی، معمولاً از یک الگوریتم حل رقابت توزیع شده که در تمامی فرستنده ها اجرا میشود، بهره گرفته میشود.

- تخصیص پویا (Dynamic Reservation): ترکیبی از روش تخصیص ثابت و دسترسی تصادفی است. در این روش منابع کانال به کاربران متقاضی ارسال، تخصیص داده می شود. اما هر کاربر برای ارسال تقاضای کانال باید در رقابت با سایرین شرکت نماید. نکته اینجاست که پس از بدست آوردن کانال دیگر رقابتی در کار نیست. در روشهای تخصیص پویا معمولاً از یک عنصر مرکزی برای بررسی تقاضای کاربران و تخصیص کانال بطور متمرکز استفاده میشود. Animation:

تقسیم بندی شیوه‌های MAC

- تخصیص ثابت (Allocation): این روشها از قبل منابع کانال را بین کاربران تقسیم میکنند بنابراین اصولاً رقابتی وجود نخواهد داشت.

- دسترسی تصادفی (Random Access): در نقطه مقابل روشهای تخصیص ثابت قرار دارند به این صورت که هر کاربری که بسته برای ارسال دارد بلافاصله وارد گردونه رقابت میشود. در روشهای دسترسی تصادفی، معمولاً از یک الگوریتم حل رقابت توزیع شده که در تمامی فرستنده ها اجرا میشود، بهره گرفته میشود.

- تخصیص پویا (Dynamic Reservation): ترکیبی از روش تخصیص ثابت و دسترسی تصادفی است. در این روش منابع کانال به کاربران متقاضی ارسال، تخصیص داده می شود. اما هر کاربر برای ارسال تقاضای کانال باید در رقابت با سایرین شرکت نماید. نکته اینجاست که پس از بدست آوردن کانال دیگر رقابتی در کار نیست. در روشهای تخصیص پویا معمولاً از یک عنصر مرکزی برای بررسی تقاضای کاربران و تخصیص کانال بطور متمرکز استفاده میشود. Animation:

تقسیم بندی شیوه‌های MAC

- تخصیص ثابت (Allocation): این روشها از قبل منابع کانال را بین کاربران تقسیم میکنند بنابراین اصولاً رقابتی وجود نخواهد داشت.

- دسترسی تصادفی (Random Access): در نقطه مقابل روشهای تخصیص ثابت قراردارند به این صورت که هر کاربری که بسته برای ارسال دارد بلافاصله وارد گردونه رقابت میشود. در روشهای دسترسی تصادفی، معمولاً از یک الگوریتم حل رقابت توزیع شده که در تمامی فرستنده ها اجرا میشود، بهره گرفته میشود.

- تخصیص پویا (Dynamic Reservation): ترکیبی از روش تخصیص ثابت و دسترسی تصادفی است. در این روش منابع کانال به کاربران متقاضی ارسال، تخصیص داده می شود. اما هر کاربر برای ارسال تقاضای کانال باید در رقابت با سایرین شرکت نماید. نکته اینجاست که پس از بدست آوردن کانال دیگر رقابتی در کار نیست. در روشهای تخصیص پویا معمولاً از یک عنصر مرکزی برای بررسی تقاضای کاربران و تخصیص کانال بطور متمرکز استفاده میشود. Animation:

حل رقابت

- تعدادی (بعضا نامشخص) فرستنده مترصد دسترسی به کانال
- مکانیسم حل رقابت: الگوریتمی که حاصل اجرای آن تعیین زمان دسترسی به کانال برای هر فرستنده
 - متمرکز (مثلا در BTS سلول)
 - توزیع شده در تک تک فرستنده‌ها
 - ترکیبی از هر دو
- از اهداف ثانویه حل رقابت:
 - افزایش گذردهی
 - فراهم نمودن عدالت بین همه فرستنده‌ها
 - کاهش تاخیر زمان انتظار

مکانیسم تشخیص تصادم

- اغلب روشهای حل رقابت قادر نیستند بطور کامل از رخ دادن تصادم جلوگیری کنند
- هنگامیکه یک بسته دچار تصادم شود، باید دوباره ارسال شود
- شیوه‌ای برای تشخیص اینکه تصادم رخ داده لازم است

روشهای دسترسی تصادفی خانواده ALOHA

- ساده‌ترین شیوه‌های حل رقابت
- در دهه ۷۰ میلادی در دانشگاه هاوایی توسط آقای آبرامسون و تیمش ابداع شدند
- خانواده ALOHA اولین الگوریتمهای حل رقابتی هستند که برای شبکه‌های رادیویی سوئیچ بسته‌ای ابداع شدند
- هرگاه فرستنده بسته‌ای برای ارسال داشته باشد، بلافاصله آنرا ارسال میکند

روشهای دسترسی تصادفی خانواده ALOHA

- ساده‌ترین شیوه‌های حل رقابت
 - در دهه ۷۰ میلادی در دانشگاه هاوایی توسط آقای آبرامسون و تیمش ابداع شدند
 - خانواده ALOHA اولین الگوریتمهای حل رقابتی هستند که برای شبکه‌های رادیویی سوئیچ بسته‌ای ابداع شدند
 - هرگاه فرستنده بسته‌ای برای ارسال داشته باشد، بلافاصله آنرا ارسال میکند
- درحقیقت الگوریتم حل رقابت ALOHA اینست:

خودسرانه ارسال کن تا ببینیم چه میشود!

تفکر در ALOHA

- اصول روش ALOHA بر پایه این فرض استوار است
 - اگر هم تصادمی رخ دهد، مکانسیم حل تصادم میتواند از وقوع تصادمهای بعدی جلوگیری نماید.
 - بنابراین نیازی به ارائه الگوریتم پیچیده ای برای حل رقابت نیست
- فرض بر این است که تصادم اصولاً رخدادی نادر است که اگر هم رخ دهد مکانسیم حل تصادم از ادامه دار شدن آن جلوگیری میکند

تفکر در ALOHA

- اصول روش ALOHA بر پایه این فرض استوار است
– اگر هم تصادمی رخ دهد، مکانسیم حل تصادم میتواند از وقوع تصادمهای بعدی جلوگیری نماید.

- بنابراین
• فرض بر
دهد مک
الگوریتم حل رقابت ALOHA توپ را در میدان مکانسیم حل تصادم می اندازد!

تفکر در ALOHA

- اصول روش ALOHA بر پایه این فرض استوار است
 - اگر هم تصادمی رخ دهد، مکانسیم حل تصادم میتواند از وقوع تصادمهای بعدی جلوگیری نماید.
 - بنابراین نیازی به ارائه الگوریتم پیچیده ای برای حل رقابت نیست
- فرض بر این است که تصادم اصولاً رخدادی نادر است که اگر هم رخ دهد مکانسیم حل تصادم از ادامه دار شدن آن جلوگیری میکند
- حال ببینیم که ALOHA برای چه شرایطی مناسب است؟
 - شرایطی که در چارچوب فرضیات فوق بگنجد
 - هرگاه تعداد کاربران و ترافیک هریک مقدار خیلی کمی باشد.

خودآزمایی) در کدامیک از کاربردهای زیر استفاه از ALOHA اصلا مناسب نیست؟

الف) یک لینک نقطه به نقطه و دوربرد برای جمع آوری اطلاعات تصویری از یک منطقه دور افتاده

ب) شبکه بین خودرویی برای اطلاع رسانی سوانح جاده ای

ج) لینک ارتباطی بین صفحه کلید و ماوس بیسیم و گیرنده ی سمت کامپیوتر

د) شبکه داخل ساختمان برای دسترسی به اینترنت

روش ALOHA ی روزنه بندی شده

- کافیست زمان روزنه بندی شود
- هر فرستنده تنها حق داشته باشد در ابتدای یک روزنه زمانی شروع به ارسال نماید
 - طول هر روزنه زمانی برابر زمان لازم برای ارسال یک بسته
 - اگر فرستنده ای در میانه یک روزنه زمانی بسته ای برای ارسال داشت، باید تا ابتدای روزنه زمانی بعدی صبر کند
 - فرستنده هایی که پس از ابتدای روزنه زمانی وارد گردونه رقابت میشوند حق ارسال ندارند
 - از وقوع تصادم در این حالات جلوگیری میشود
- در روش ALOHA ی ساده هم فرستنده هایی که قبل از شروع یک ارسال و هم آنهایی که بعد از شروع ارسال وارد گردونه رقابت می شوند باعث تصادم خواهند شد

روش ALOHA ی روزنه بندی شده

- کافیست زمان روزنه بندی شود
- هر فرستنده تنها حق داشته باشد در ابتدای یک روزنه زمانی شروع به ارسال نماید

روش s-ALOHA با انجام روزنه بندی
ساده احتمال وقوع تصادم را بطرز قابل
توجهی کاهش میدهد

- از وقوع تصادم در این حالات جلوگیری میشود
- در روش ALOHA ی ساده هم فرستنده هایی که قبل از شروع یک ارسال و هم آنهایی که بعد از شروع ارسال وارد گردونه رقابت می شوند باعث تصادم خواهند شد

بازه آسیب پذیری شیوه های ALOHA

- بازه ای که رقابت در آن منجر به تصادم خواهد شد برای ALOHA دو برابر S-ALOHA است
- این بازه را بازه آسیب پذیری می نامیم
- هرچه طول بازه آسیب پذیری بزرگتر باشد، احتمال وقوع تصادم در اثر رقابت افزایش می یابد
- فرض کنید متوسط تعداد دفعات رقابت بر سرکانال در هر روزنه زمانی برابر G باشد
- همچنین فرض کنید فرایند رقابت از نوع پواسن باشد (که نرخ آن تبعا G خواهد بود)
- بنابراین احتمال وقوع تصادم برای یک بسته در حال ارسال برابر است با احتمال آنکه حداقل یک رقابت دیگر هم در بازه آسیب پذیری صورت گیرد

گزردهی ALOHA

- احتمال وقوع تصادم

$$\begin{aligned}P_{col}^{ALLOHA} &= \Pr\{\text{At Least Another Channel Attempt During 2 Timeslots} \mid \text{One Attempt Already}\} \\&= \text{Due to memoryless property of Poisson process} \\&= \Pr\{\text{At Least Channel Attempt During 2 Timeslots}\} \\&= 1 - \Pr\{\text{No Channel Attempts During 2 Timeslots}\} = 1 - e^{-2G} \\P_{col}^{s-ALLOHA} &= \Pr\{\text{At Least Channel Attempt During 1 Timeslot}\} \\&= 1 - \Pr\{\text{No Channel Attempts During 1 Timeslot}\} = 1 - e^{-G}\end{aligned}$$

گذردهی ALOHA

- احتمال وقوع تصادم

$$\begin{aligned}
 P_{col}^{ALLOHA} &= \Pr\{\text{At Least Another Channel Attempt During 2 Timeslots} \mid \text{One Attempt Already}\} \\
 &= \text{Due to memoryless property of Poisson process} \\
 &= \Pr\{\text{At Least Channel Attempt During 2 Timeslots}\} \\
 &= 1 - \Pr\{\text{No Channel Attempts During 2 Timeslots}\} = 1 - e^{-2G}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{col}^{S-ALLOHA} &= \Pr\{\text{At Least Channel Attempt During 1 Timeslot}\} \\
 &= 1 - \Pr\{\text{No Channel Attempts During 1 Timeslot}\} = 1 - e^{-G}
 \end{aligned}$$

$$P_S^{ALLOHA} = 1 - P_{col}^{ALLOHA} = e^{-2G}$$

$$P_S^{S-ALLOHA} = 1 - P_{col}^{S-ALLOHA} = e^{-G}$$

گذردهی ALOHA

- احتمال وقوع تصادم

$$\begin{aligned}
 P_{col}^{ALLOHA} &= \Pr\{\text{At Least Another Channel Attempt During 2 Timeslots} \mid \text{One Attempt Already}\} \\
 &= \text{Due to memoryless property of Poisson process} \\
 &= \Pr\{\text{At Least Channel Attempt During 2 Timeslots}\} \\
 &= 1 - \Pr\{\text{No Channel Attempts During 2 Timeslots}\} = 1 - e^{-2G}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{col}^{S-ALLOHA} &= \Pr\{\text{At Least Channel Attempt During 1 Timeslot}\} \\
 &= 1 - \Pr\{\text{No Channel Attempts During 1 Timeslot}\} = 1 - e^{-G}
 \end{aligned}$$

$$P_S^{ALLOHA} = 1 - P_{col}^{ALLOHA} = e^{-2G} \qquad S_{ALOHA} = G e^{-2G}$$

$$P_S^{S-ALLOHA} = 1 - P_{col}^{S-ALLOHA} = e^{-G} \qquad S_{S-ALOHA} = G e^{-G}$$

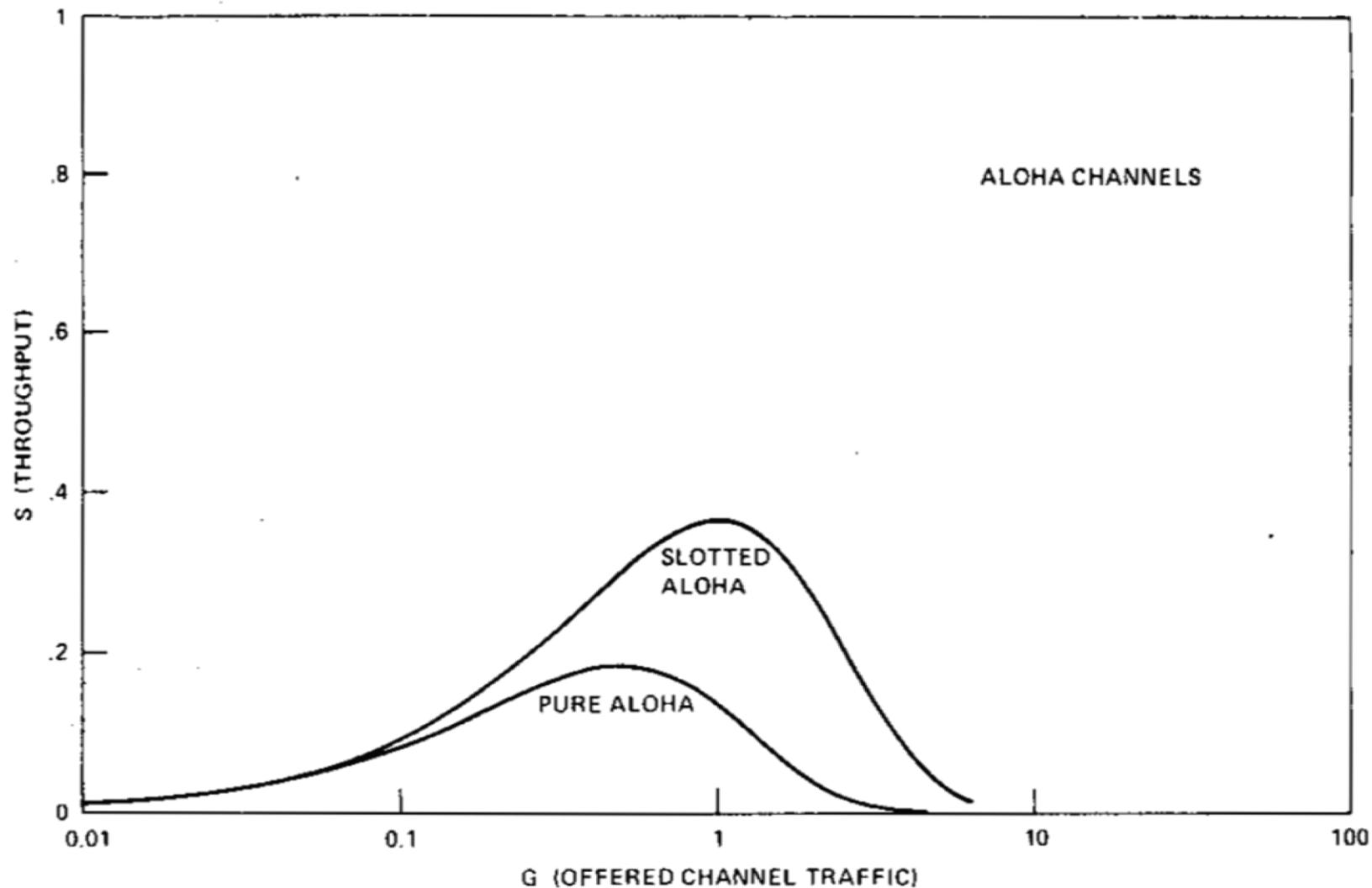
گزردهی ALOHA

P_{col}^{ALOHA}
 $= \Pr\{$
 $= Du$
 $= \Pr\{$

P_{col}^{S-A}

P_s^A


$P_s^{S-ALOHA} = 1 - P_{col}^{S-ALOHA} = e^{-2G}$ $P_s^{S-ALOHA} = G e^{-G}$



$dy\}$

$2G$

e^{-G}

خودآزمایی) کانال بیسیمی با نرخ بیت 1Mbps از شیوه ALOHA ی ساده استفاده میکند. اگر متوسط نرخ دسترسی به کانال برابر یک  ارسال بر ثانیه و طول بسته های ارسالی ۱۰۰۰۰۰ (صدهزار) بیت باشد، در اینصورت کمیت‌های زیر را محاسبه کنید:

الف) احتمال اینکه یک ارسال به تصادم منجر شود: -----

ب) بهره وری لینک یا همان گذردهی: -----

ج) گذردهی لینک برحسب Kbps: -----

د) کسری از زمان (ظرفیت) لینک که در اثر تصادم هدر میرود: -----

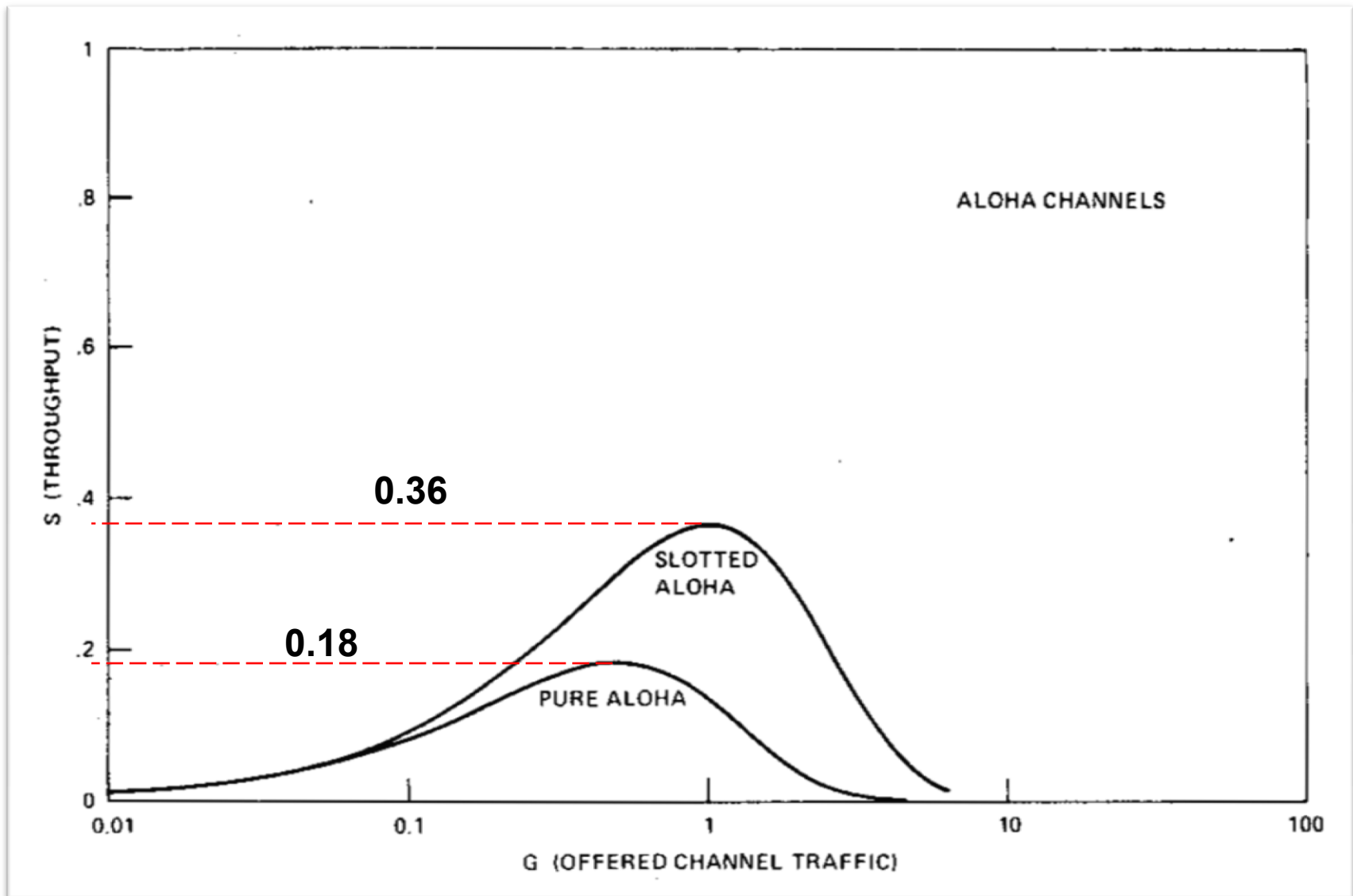
ه) کسری از زمان که لینک در آن بیکار است: -----

ظرفیت روشهای ALOHA

- منظور از ظرفیت ALOHA، حداکثر مقدار گذردهی قابل دستیابی توسط ALOHA است
- کافیت از رابطه گذردهی بر حسب G مشتق بگیریم و آنرا مساوی صفر قراردهیم

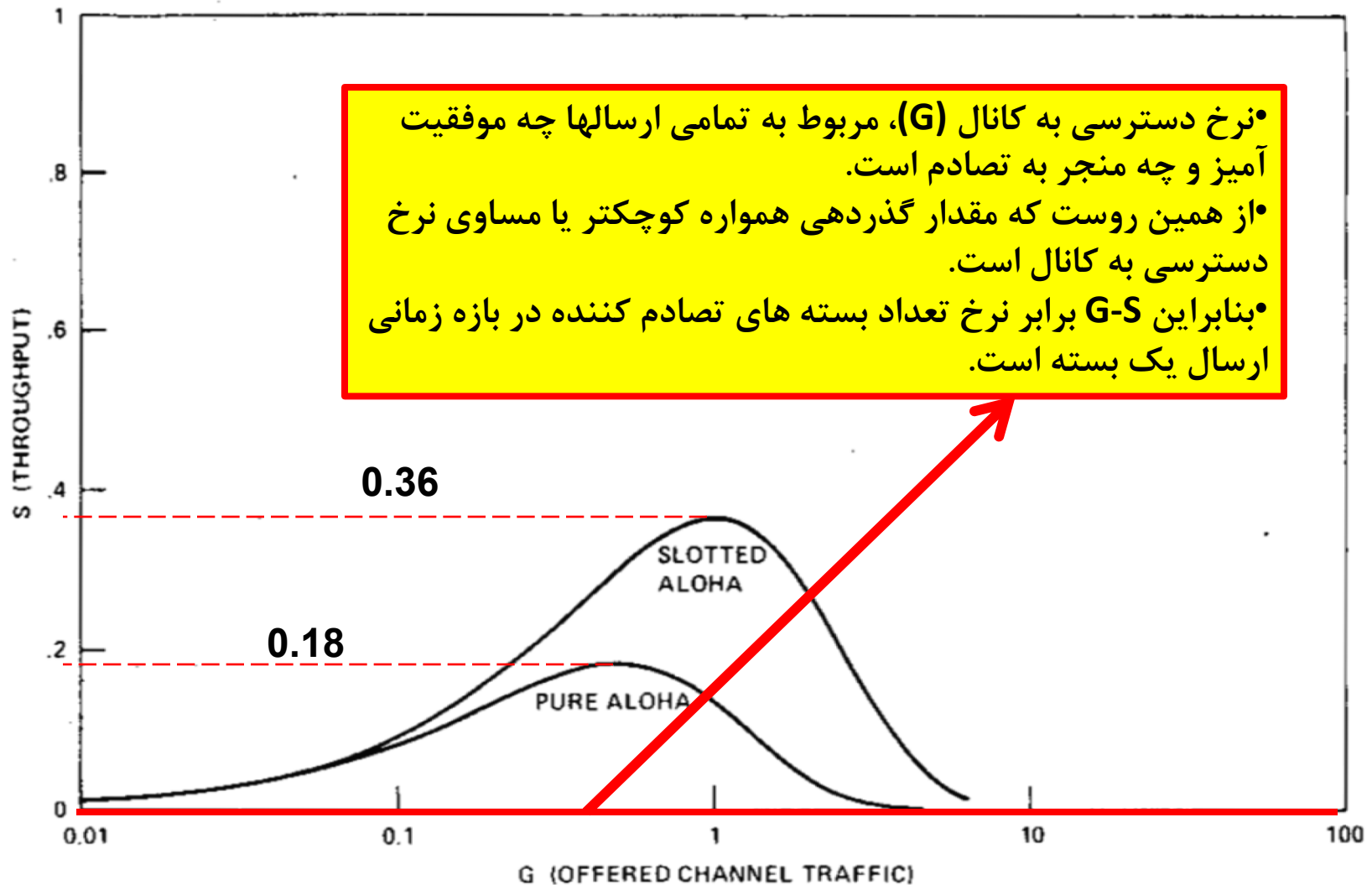
.....

ظرفیت روشهای ALOHA





ظرفیت روشهای ALOHA



خودآزمایی) یک کانال 10Mbps با کنترل دسترسی به رسانه S-ALOHA و بسته های ۱۰۰۰۰ (ده هزار) بیتی در نظر بگیرید.

(الف) حداکثر گذردهی این کانال بر حسب Mbps چیست؟

(ب) حداکثر نرخ ارسال بسته (بر حسب بسته در ثانیه) چقدر میتواند باشد؟

(ج) فرض کنید این کانال بین ۱۰ کاربر که هر کدام ترافیکی برابر 250Kbps تولید میکنند به اشتراک گذاشته شود. در این صورت نرخ دسترسی به کانال (بر حسب بسته ارسال شده در هر ثانیه) چه میزان خواهد بود؟

(د) در شرایط (ج)، متوسط تعداد تصادمها در ثانیه چند است؟

(ه) در شرایط (ج)، بطور متوسط کانال چند میلی ثانیه ساکت است؟

(و) در شرایط (ج)، هر بسته بطور متوسط چند بار باید ارسال شود تا با موفقیت دریافت گردد؟

(ز) در شرایط (ج)، اگر بازه عقب نشینی به طور یکنواخت بین ۱ تا ۱۰۰ روزه زمانی انتخاب شود، متوسط تاخیر دریافت هر بسته چند میلی ثانیه است؟

(ح) در شرایط (ج)، چند درصد اوقات کانال مشغول است؟

روشهای دسترسی تصادفی خانواده CSMA

- کافیست هر دستگاه فرستنده قبل از ارسال بسته‌ی خود، به کانال گوش فرادهد
- اگر کانال ساکت بود آنگاه بسته‌اش را ارسال می‌کند
- اگر کانال مشغول تشخیص داده شد، ارسال به **تعویق** می‌افتد
- به این مکانیسم اصطلاحاً شنود حامل یا Carrier Sense گفته می‌شود

روشهای دسترسی تصادفی خانواده CSMA

- کافیت هر دستگاه فرستنده قبل از ارسال بسته‌ی خود، به کانال گوش فرادهد
- اگر کانال ساکت بود آنگاه بسته‌اش را ارسال می‌کند
- اگر کانال مشغول تشخیص داده شد، ارسال به **تعویق** می‌افتد
- به این مکانیسم اصطلاحاً شنود حامل یا Carrier Sense گفته می‌شود

علی رغم همه امیدی که به آن بسته‌ایم، مکانیزم شنود حامل هم کاستی‌هایی دارد

روشهای دسترسی تصادفی خانواده CSMA

- کافیست هر دستگاه فرستنده قبل از ارسال بسته‌ی خود، به کانال گوش فرادهد
- اگر کانال ساکت بود آنگاه بسته‌اش را ارسال می‌کند
- اگر کانال مشغول تشخیص داده شد، ارسال به **تعویق** می‌افتد
- به این مکانیسم اصطلاحاً شنود حامل یا Carrier Sense گفته می‌شود
- اگر دو فرستنده همزمان بسته‌ای برای ارسال داشته باشند، قطعاً هر دو، کانال را ساکت می‌یابند ← **تصادم**
- اگر دو فرستنده به فاصله زمانی کمتر از تاخیر انتشار اقدام به ارسال نمایند ← **تصادم**

بازه آسیب پذیری روش CSMA

- هرگاه فاصله زمانی دو ارسال کمتر از تاخیر انتشار در محدوده پوشش یک فرستنده باشد، قطعاً تصادم رخ خواهد داد

• ALOHA

– دو برابر زمان ارسال بسته

• CSMA

– دو برابر بزرگترین تاخیر انتشار (دو برابر قطر پوشش)

خانواده CSMA

- پس از شنود حامل اگر کانال مشغول باشد روش CSMA ارسال را به تعویق می‌اندازد: Defer
- شیوه‌های CSMA برحسب اینکه چگونه مرحله‌ی تعویق را اجرا می‌کنند:
 - CSMA غیر مصرّ: که به آن non-persistent CSMA یا به اختصار np-CSMA اطلاق می‌شود.
 - CSMA ۱-مصرّ: که به آن 1-persistent CSMA یا به اختصار 1p-CSMA اطلاق می‌شود.
 - CSMA p-مصرّ: که به آن p-persistent CSMA یا به اختصار pp-CSMA اطلاق می‌شود.

Non-persistent CSMA

- پس از اینکه کانال مشغول تشخیص داده شد، فرستنده گوش دادن به کانال را تا زمانی که بطور تصادفی تعیین می شود به تعویق می اندازد.
- مشابه شیوه حل ازدحام
 - در هر دو روش، رقابت به زمانی در آینده که بطور تصادفی تعیین می شود موکول می گردد.
- دونسخه‌ی ساده و روزنه بندی شده
 - زمان به روزنه‌هایی به طول حداکثر تاخیر انتشار (τ) تقسیم می شود
 - فرایند شنود حامل تنها در ابتدای هر روزنه قابل انجام است.
 - اگر بسته‌ای در بین یک روزنه آماده ارسال شد، فرستنده باید برای شنود حامل تا ابتدای روزنه بعدی منتظر بماند

گذردهی np-CSMA

- ساده

$$S = \frac{Ge^{-aG}}{G(1 + 2a) + e^{-aG}}$$

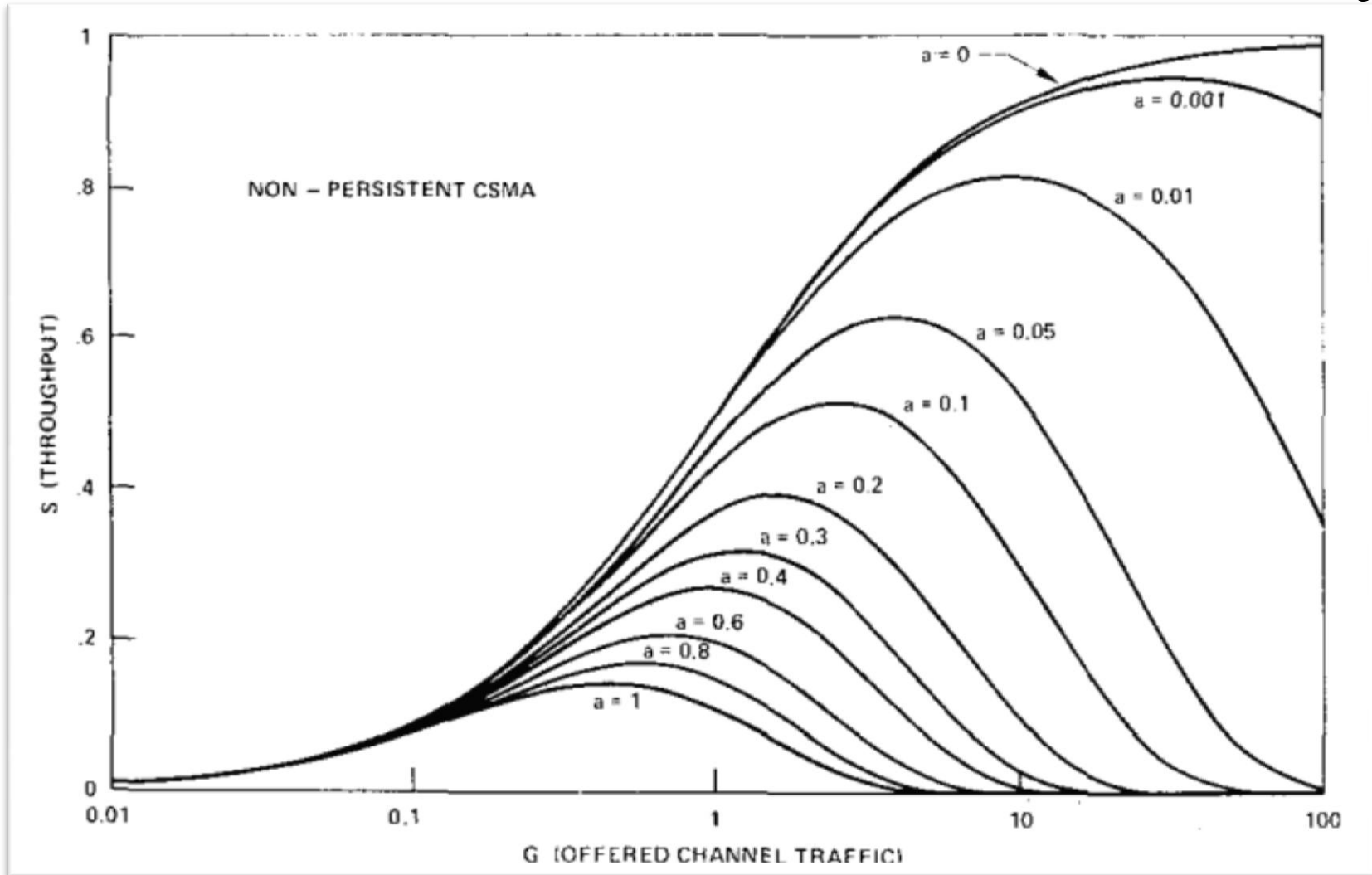
- روزنه بندی شده

$$S = \frac{aGe^{-aG}}{a + (1 - e^{-aG})}$$

گذر دهی np-CSMA

• ساده

• روزانه



خودآزمایی) به هریک از کاربردهای CSMA ی زیر رتبه‌ای اختصاص دهید که نشان دهنده وضعیت بازه آسیب‌پذیری آن در مقایسه با سایرین باشد. کمترین رتبه یعنی کوچکترین بازه آسیب‌پذیری.

رتبه	
	لینک ماهواره (به سمت ماهواره)
	شبکه سلولی
	شبکه درون ساختمانی برای کاربرد اینترنت
	شبکه‌ای از دوربین‌های بیسیم که برای پایش ویدیویی بکار می‌روند
	شبکه‌ی بدنی (تعدادی مسگر زیستی که روی اندام مختلف نصب می‌شوند و با همدیگر ارتباط بیسیم دارند)

1-persistent CSMA

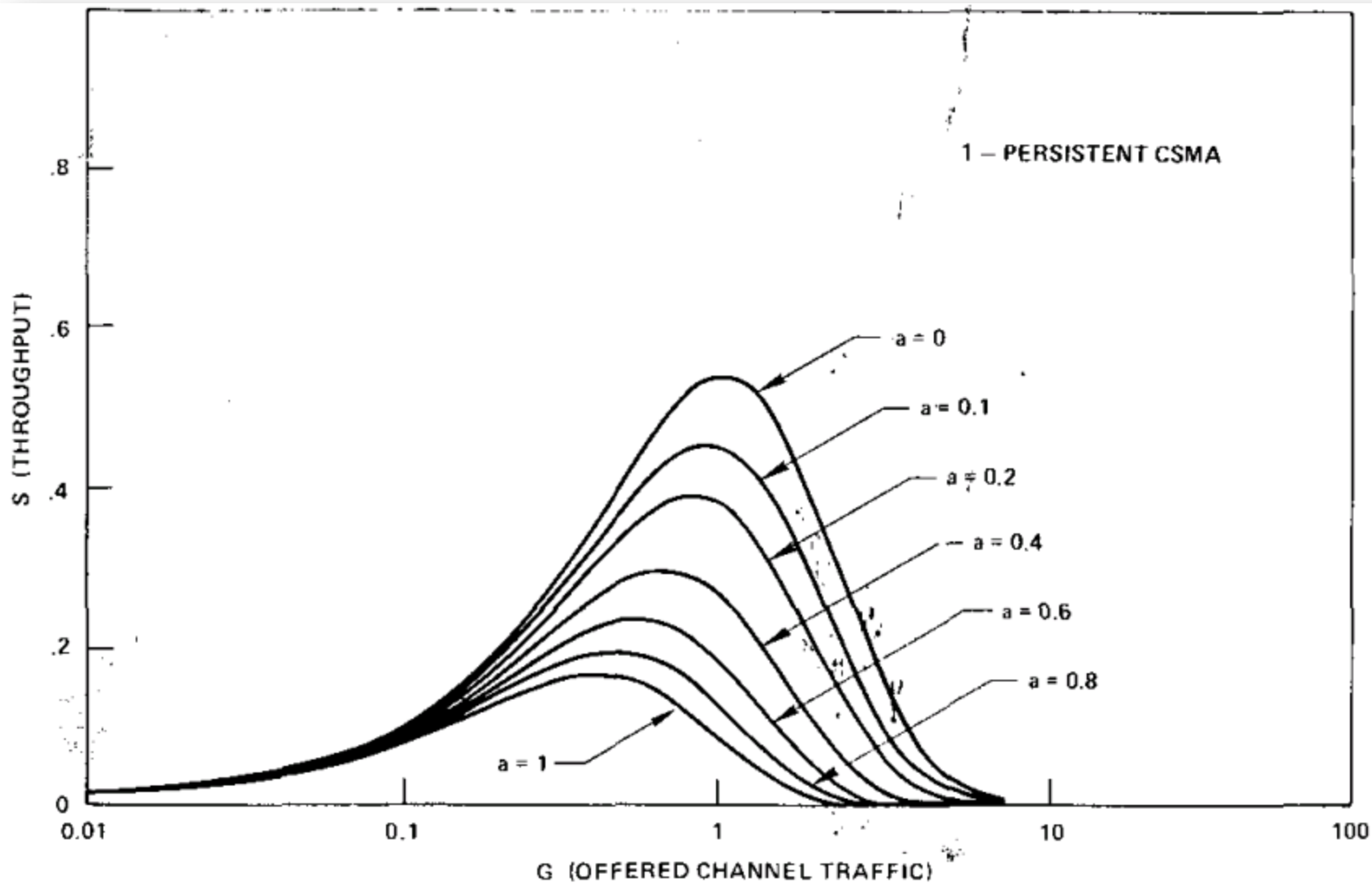
- رویکرد به تعویق انداختن تصادفی باعث افزایش تاخیر دسترسی به کانال می شود
- 1p-CSMA از رویکرد انتظار مصرانه برای مکانیسم تعویق بهره می گیرد
- انتظار مصرانه:
 - اگر کانال را مشغول حس کند بازهم به گوش دادن ادامه خواهد داد
 - به محض ساکت شدن کانال، بسته‌ی خود را ارسال میکند
 - از وقوع تاخیر بیش از حد جلوگیری خواهد شد

1-persistent CSMA

- رویکرد به تعویق انداختن تصادفی باعث افزایش تاخیر دسترسی به کانال می شود
- 1p-CSMA از رویکرد انتظار مصرانه برای مکانیسم تعویق بهره می گیرد
- انتظار مصرانه:
 - اگر کانال را مشغول حس کند بازهم به گوش دادن ادامه خواهد داد
 - به محض ساکت شدن کانال، بسته‌ی خود را ارسال میکند
 - از وقوع تاخیر بیش از حد جلوگیری خواهد شد

اثر نامطلوب : افزایش احتمال تصادم

گذر دهی 1p-CSMA



همزمانی فرستنده ها

- علت تصادم تنها بازه آسیب پذیری نیست!
 - همزمانی فرستنده ها در فرایند رقابت بر سر کانال است
 - عملاً مکانیسم شنود کانال را بی فایده می کند
 - باعث می شود تا در بازه آسیب پذیری موجود تعداد رقبا بیشتر از حد معمول شود
- همزمانی، بازه آسیب پذیری را تغییر نمی دهد بلکه احتمال وقوع رقابت در آن را افزایش می دهد

همزمانی فرستنده ها

- علت تصادم تنها بازه آسیب پذیری نیست!
 - همزمانی فرستنده ها در فرایند رقابت بر سر کانال است
 - عملاً مکانیسم شنود کانال را بی فایده می کند
 - باعث می شود تا در بازه آسیب پذیری موجود تعداد رقبا بیشتر از حد معمول شود
- همزمانی، بازه آسیب پذیری را تغییر نمی دهد بلکه احتمال وقوع رقابت در آن را افزایش می دهد
- مهمترین چالشهای طراحی مکانیسم حل رقابت کاستن از بازه آسیب پذیری و جلوگیری از همزمانی فرستنده ها است**

**دو شیوه ای که تا کنون برای کاستن از همزمانی
دیده ایم**

دو شیوه ای که تا کنون برای کاستن از همزمانی دیدہ ایم

- حل تصادم با عقب نشینی تصادفی

دو شیوه ای که تا کنون برای کاستن از همزمانی دیده ایم

- حل تصادم با عقب نشینی تصادفی
- تعویق تصادفی بکار رفته در np-CSMA

p -persistent CSMA

np-CSMA



خالی ماندن کانال
←
هدر رفت ظرفیت

درجه اصرار بر سر تصاحب کانال

1p-CSMA

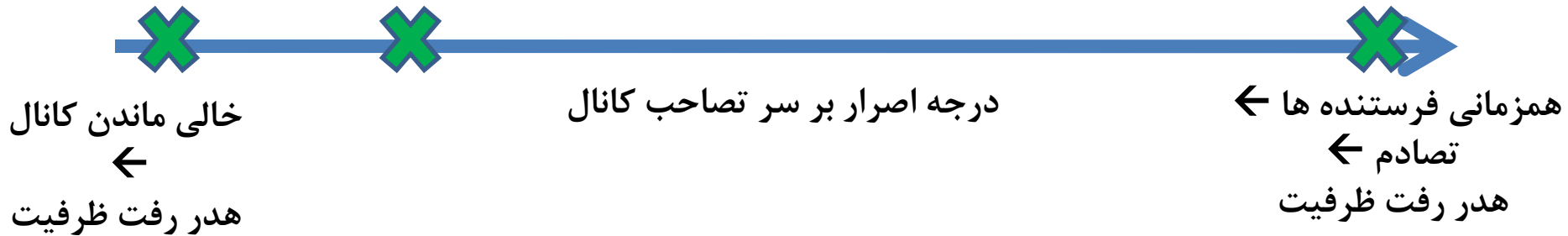


همزمانی فرستنده ها
← تصادم
هدر رفت ظرفیت

p -persistent CSMA

np-CSMA

1p-CSMA



p -persistent CSMA

np-CSMA



خالی ماندن کانال
←
هدر رفت ظرفیت



درجه اصرار بر سر تصاحب کانال

1p-CSMA



همزمانی فرستنده ها
← تصادم
← هدر رفت ظرفیت

p -persistent CSMA

np-CSMA



خالی ماندن کانال
←
هدر رفت ظرفیت

درجه اصرار بر سر تصاحب کانال



1p-CSMA



همزمانی فرستنده ها
← تصادم
هدر رفت ظرفیت

p -persistent CSMA

np-CSMA



خالی ماندن کانال
←
هدر رفت ظرفیت

pp-CSMA



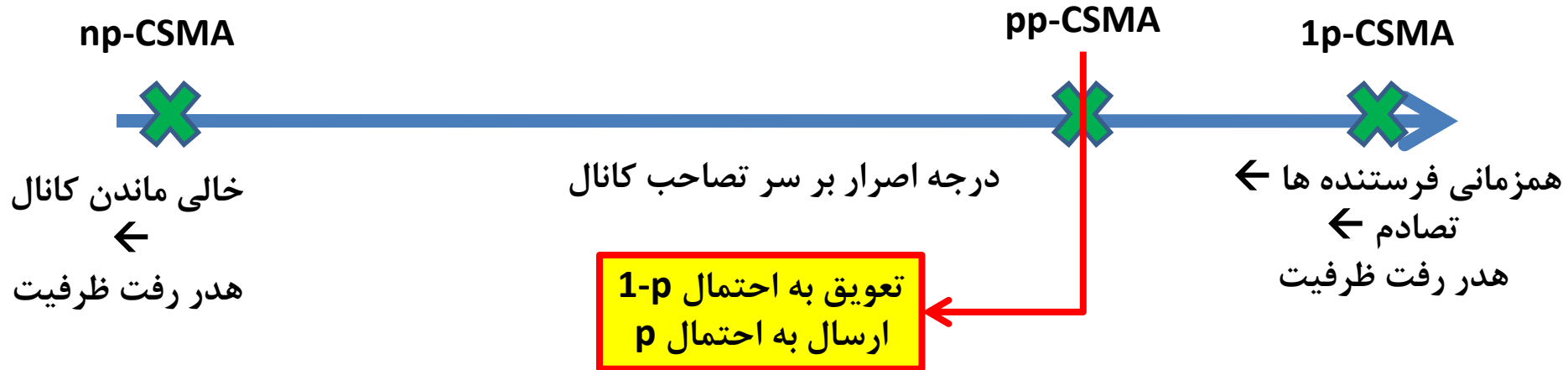
درجه اصرار بر سر تصاحب کانال

1p-CSMA

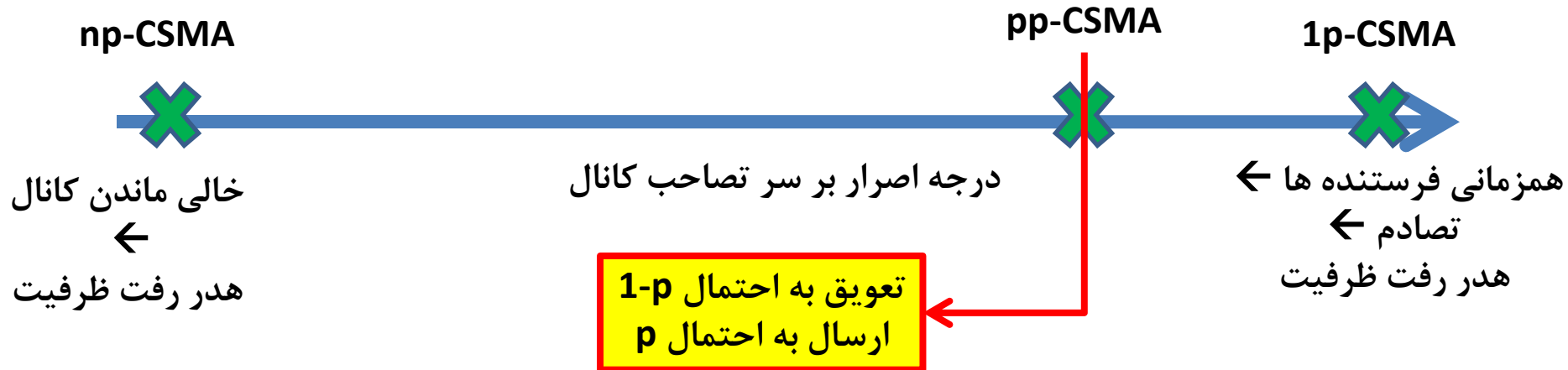


همزمانی فرستنده ها
← تصادم
← هدر رفت ظرفیت

p -persistent CSMA

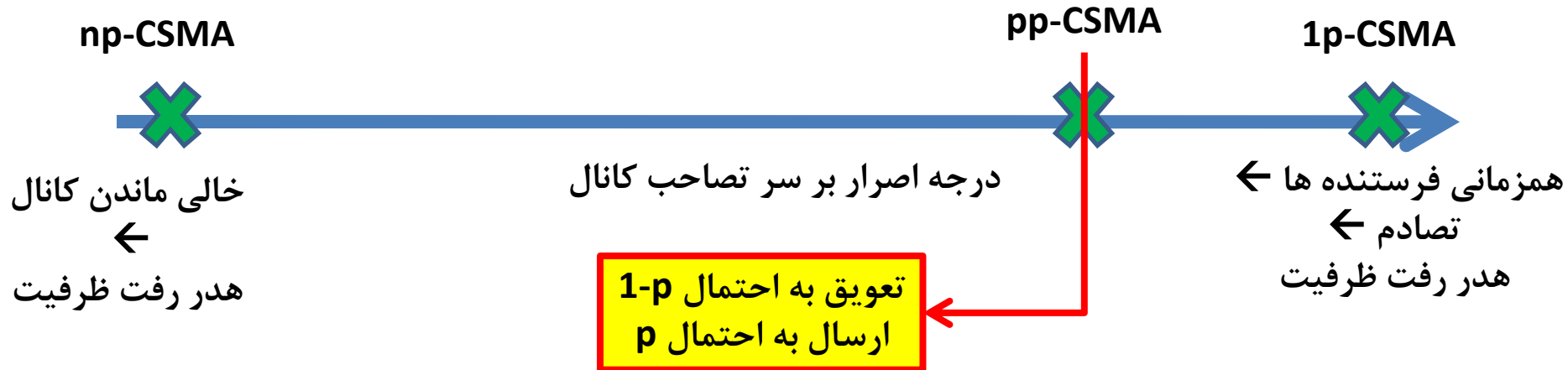


p -persistent CSMA



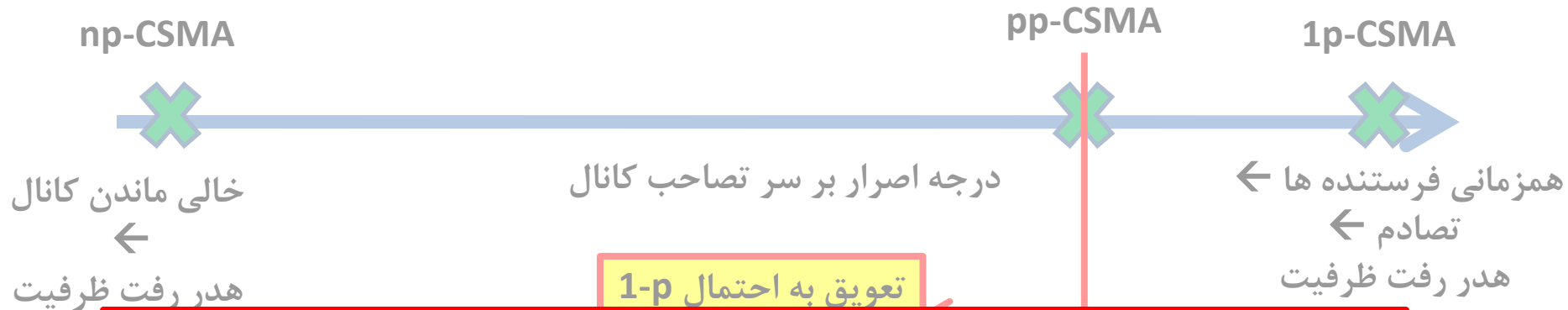
با تنظیم احتمال دسترسی p بر حسب بار موجود در شبکه، می توان از انتظار بیش از حد یا از وقوع تصادم جلوگیری نمود

p -persistent CSMA



با تنظیم احتمال دسترسی p بر حسب بار موجود در شبکه، می‌توان از انتظار بیش از حد یا از وقوع تصادم جلوگیری نمود

p -persistent CSMA



روش pp -CSMA یک پیچ تنظیم در اختیارمان قرار می‌دهد که با آن می‌توانیم رفتار الگوریتم حل رقابت را بین np -CSMA و $1p$ -CSMA بر حسب شرایط بطور مناسب تنظیم کنیم.

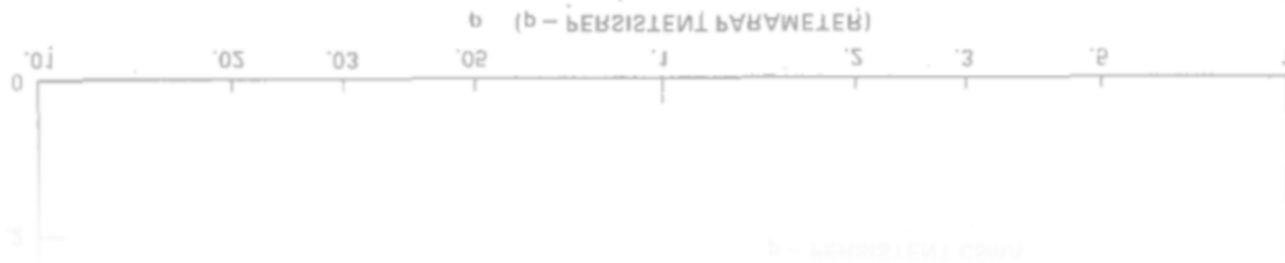
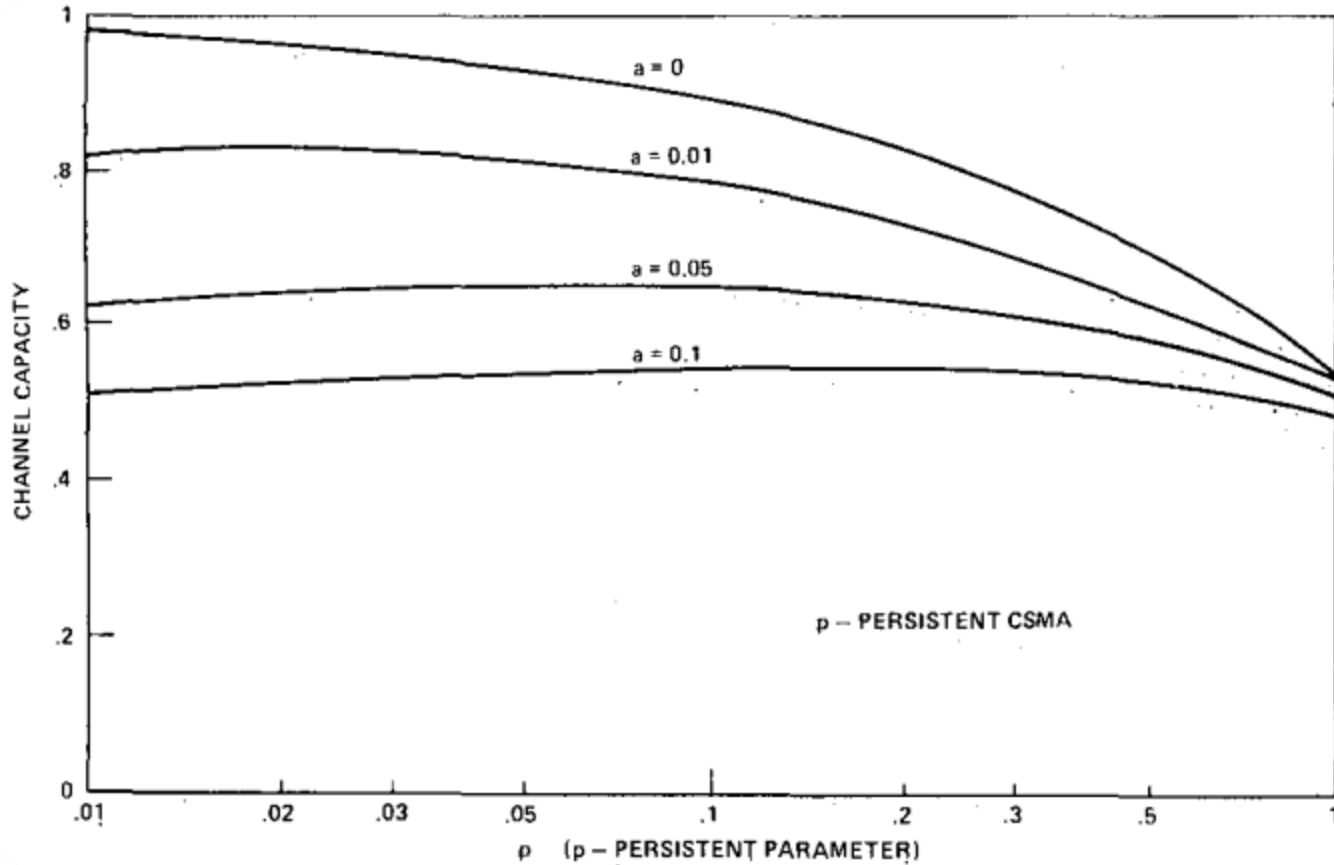
خودآزمایی) تعیین مقدار مناسب p : تعداد ۱۰ کاربر از یک کانال به روش pp-CSMA استفاده می کنند. تمامی ۱۰ کاربر از نظر ترافیک اشباع هستند به این معنی که همواره همگی دارای بسته ای برای ارسال هستند. اگر احتمال $p=0.2$ تنظیم شده باشد، در این صورت:

(الف) احتمال وقوع تصادم پس از پایان دوره مشغول بودن کانال چقدر است؟
(ب) متوسط زمان بیکار ماندن کانال بین دو دوره ی مشغول، چند روزنه زمانی است؟

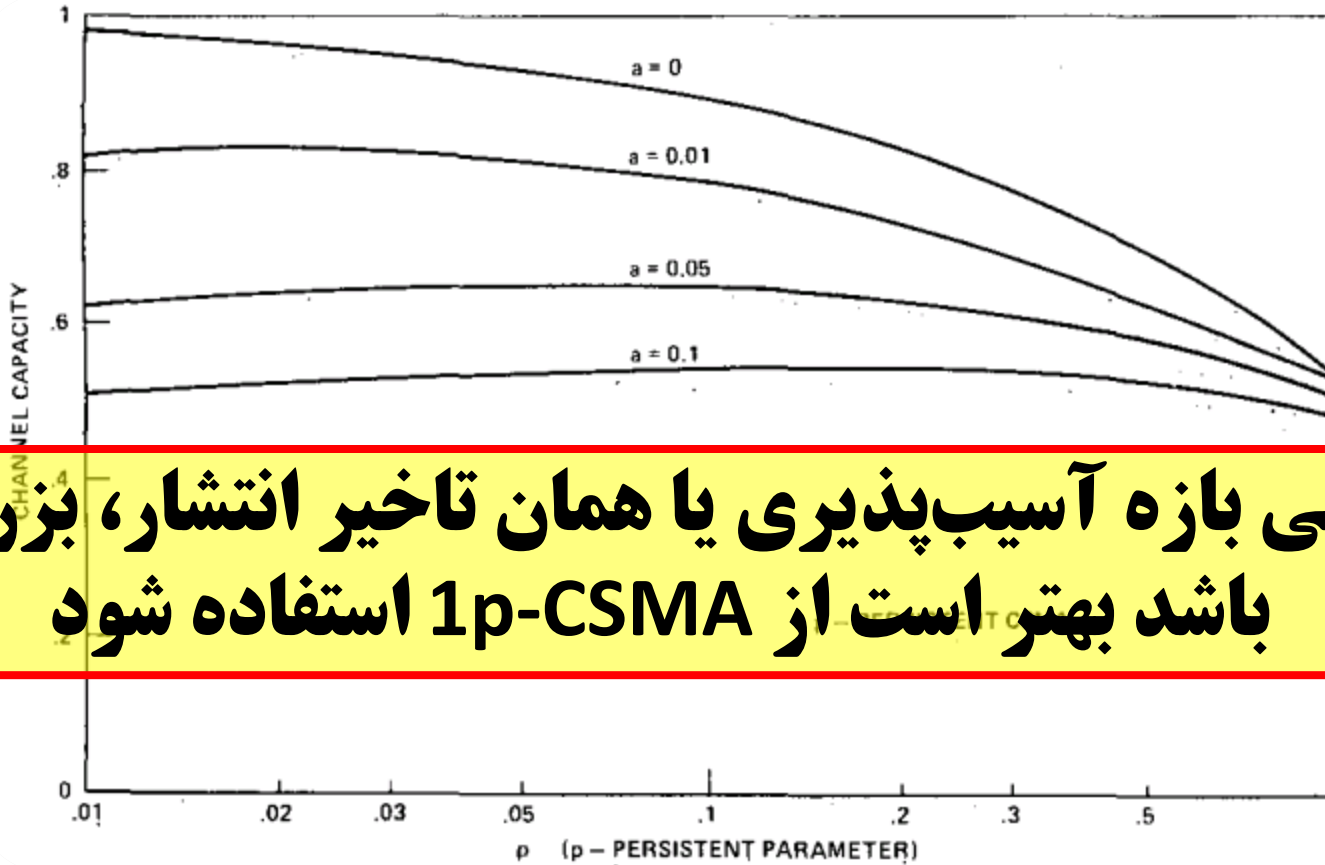
حال اگر احتمال $p=0.05$ تنظیم شده باشد، در این صورت:

(ج) احتمال وقوع تصادم پس از پایان دوره مشغول بودن کانال چقدر است؟
(د) متوسط زمان بیکار ماندن کانال بین دو دوره ی مشغول، چند روزنه زمانی است؟

انتخاب مقدار مناسب احتمال دسترسی p

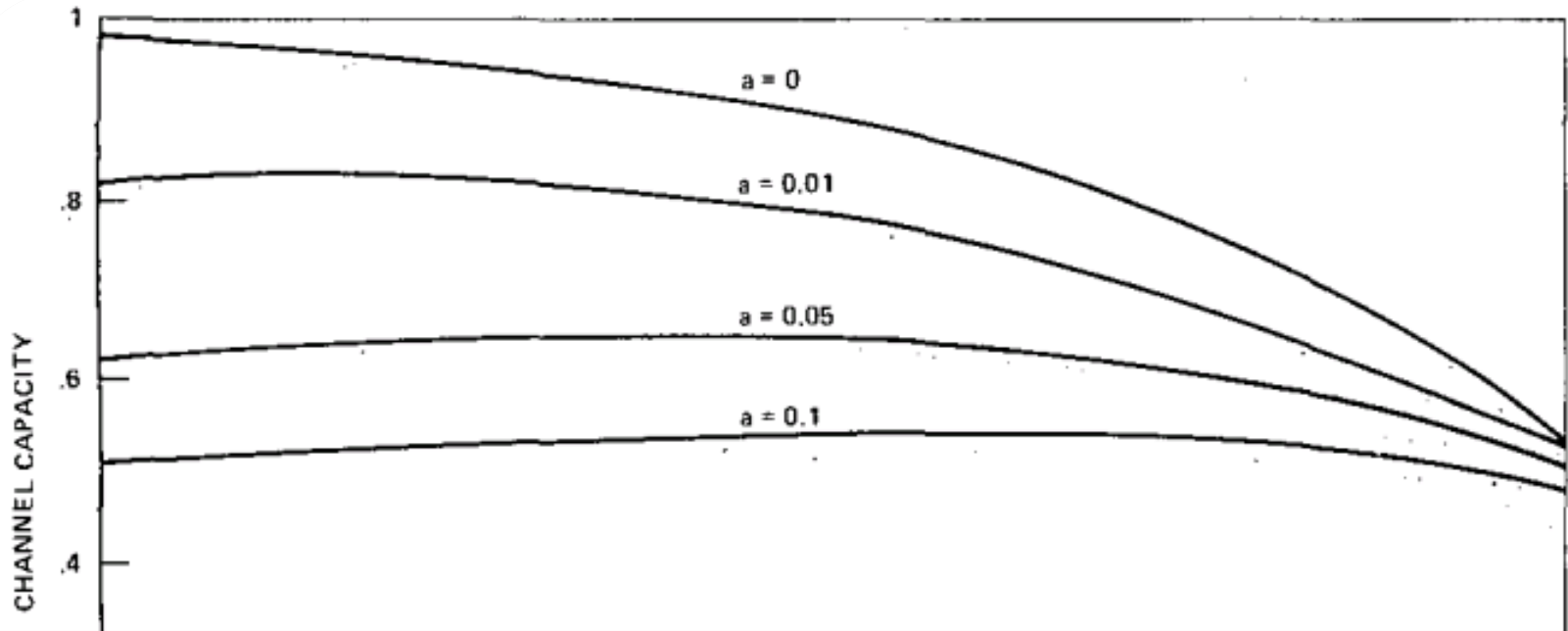


انتخاب مقدار مناسب احتمال دسترسی p



وقتی بازه آسیب‌پذیری یا همان تاخیر انتشار، بزرگ باشد بهتر است از 1p-CSMA استفاده شود

انتخاب مقدار مناسب احتمال دسترسی p



بازای هر مقدار از a مقدار بخصوصی از p وجود دارد که بیشترین گذردهی را نتیجه می دهد

و

مقدار بهینه p با افزایش تاخیر انتشار به طرز محسوسی افزایش می یابد

- میزان بیشینه‌ی گذردهی روشهای متفاوت حل رقابت را می‌توان
بترتیب زیر مرتب نمود:

$$\text{np-CSMA} > \text{pp-CSMA} > \text{1p-CSMA} > \text{s-ALOHA} > \text{ALOHA}$$

- روشهای مختلف دسترسی تصادفی را برحسب تاخیر دسترسی به کانال
می‌توان بصورت زیر مرتب نمود:

$$\text{ALOHA} < \text{s-ALOHA} < \text{1p-CSMA} < \text{pp-CSMA} < \text{np-CSMA}$$

- میزان بیشینه‌ی گذردهی روشهای متفاوت حل رقابت را می‌توان بترتیب زیر مرتب نمود:

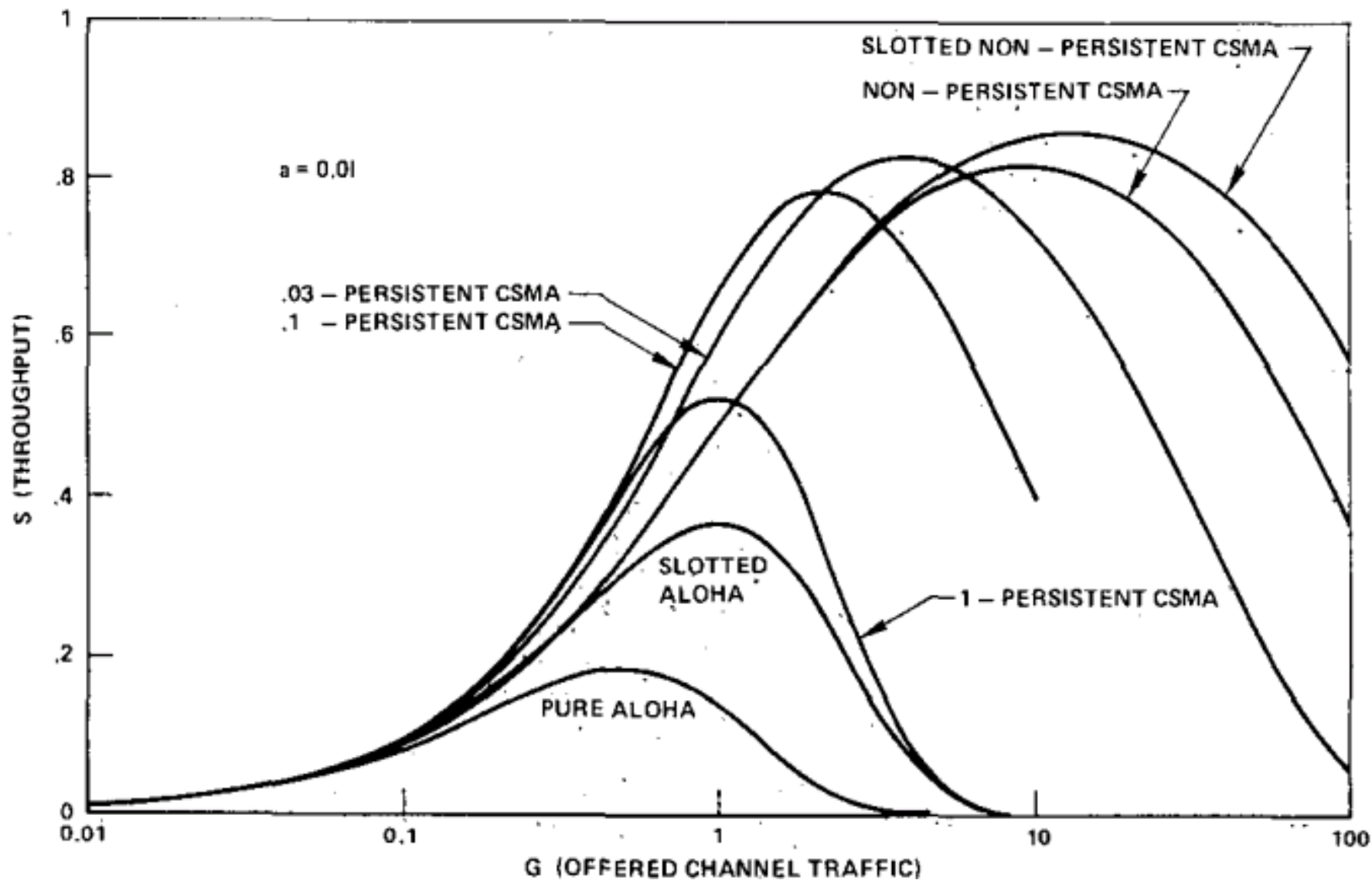
$$\text{np-CSMA} > \text{pp-CSMA} > \text{1p-CSMA} > \text{s-ALOHA} > \text{ALOHA}$$

- روشهای مختلف دسترسی تصادفی را برحسب تاخیر دسترسی به کانال می‌توان بصورت زیر مرتب نمود:

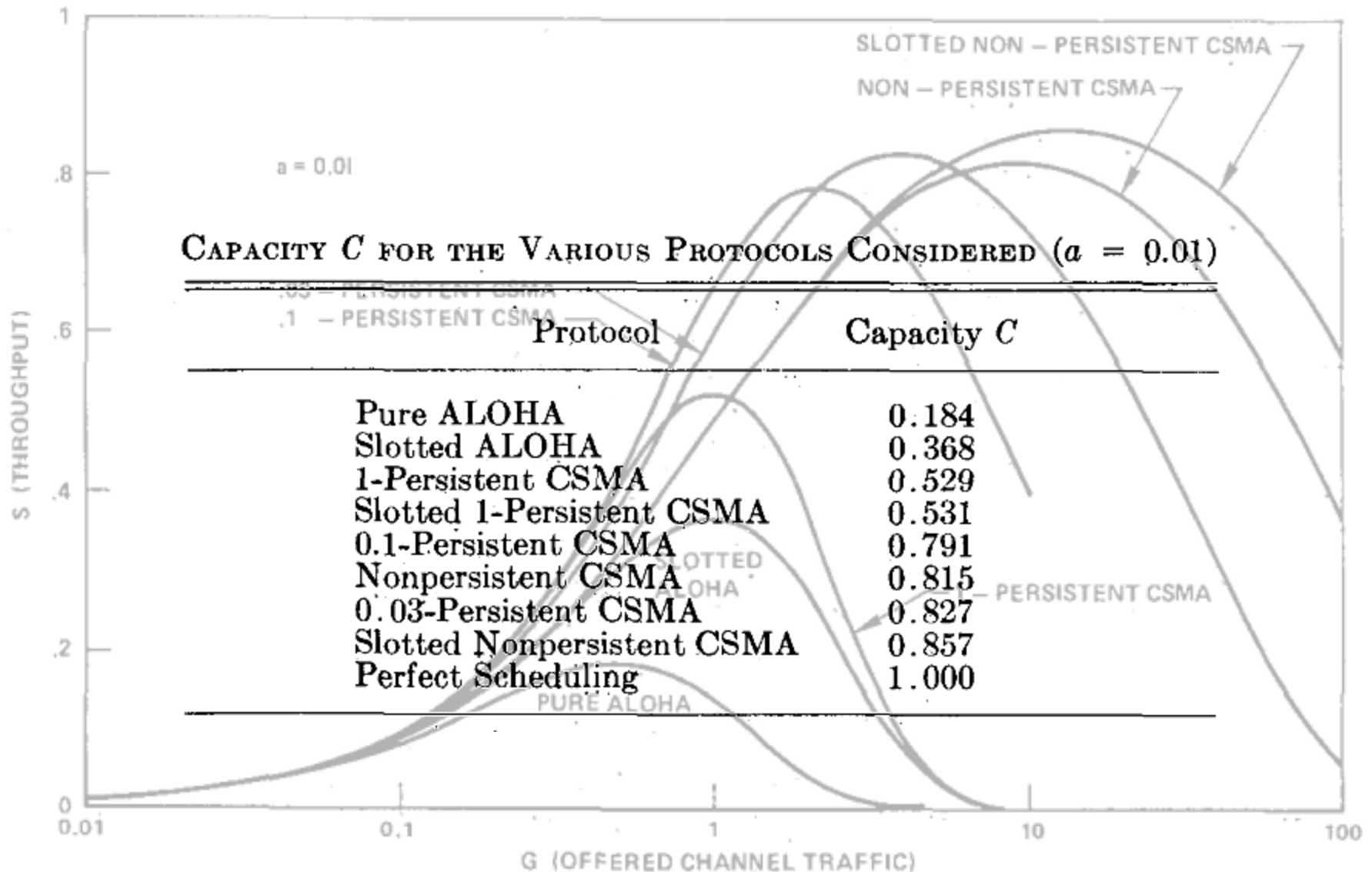
$$\text{ALOHA} < \text{s-ALOHA} < \text{1p-CSMA} < \text{pp-CSMA} < \text{np-CSMA}$$

ملاک انتخاب روش مناسب، گذردهی و تاخیر دسترسی به کانال است.
ابتدا گذردهی مورد نیاز را تعیین می‌کنیم؛
سپس از بین تمام روشهایی که این گذردهی را فراهم می‌آورند،
آنها که تاخیر کمتری دارد برمی‌گزینیم

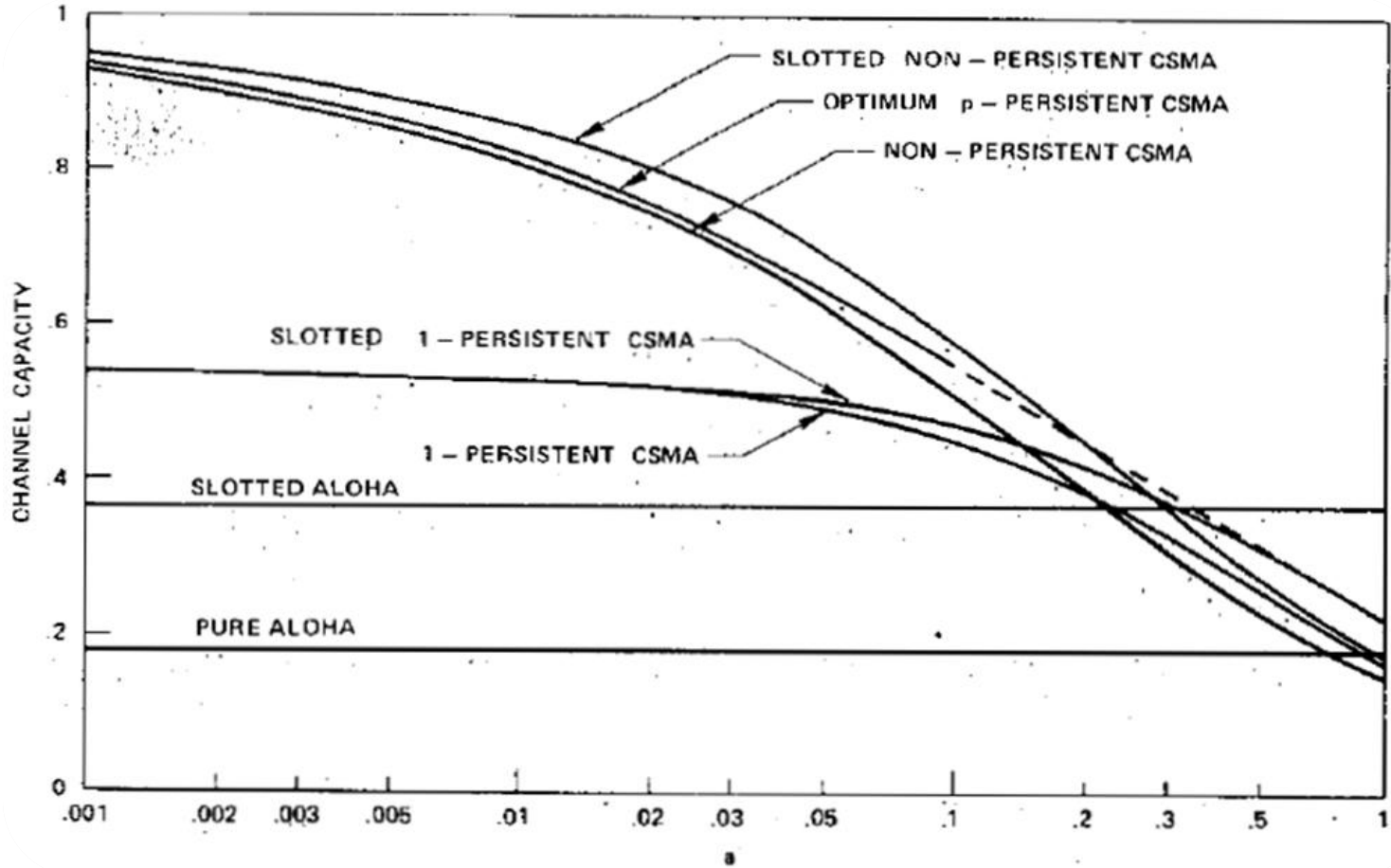
مقایسه گذردهی روشها تا کنون



مقایسه گذردهی روشها تا کنون



اثر تاخیر انتشار بر گذردهی روشهای دسترسی تصادفی



مصالحه گذر دهی و تاخیر

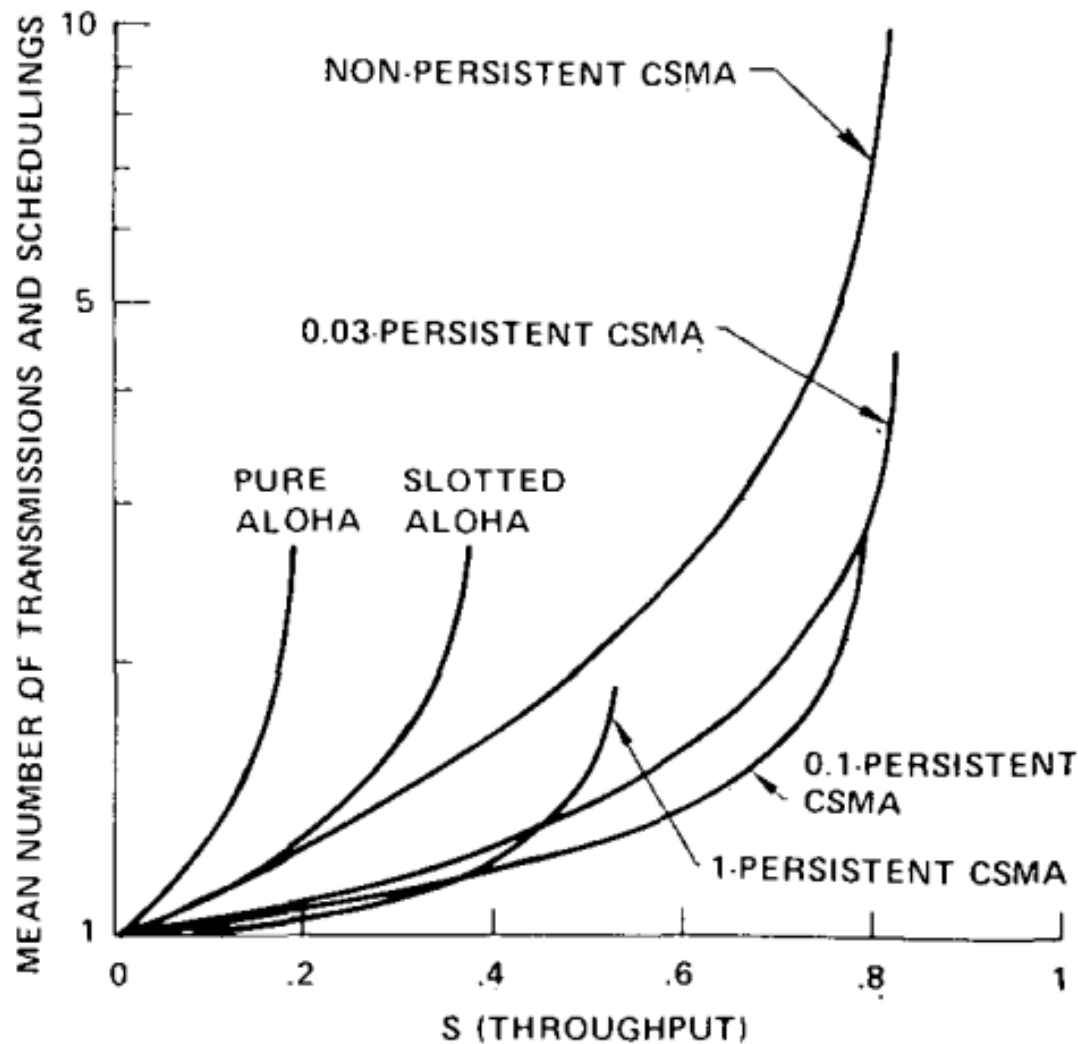
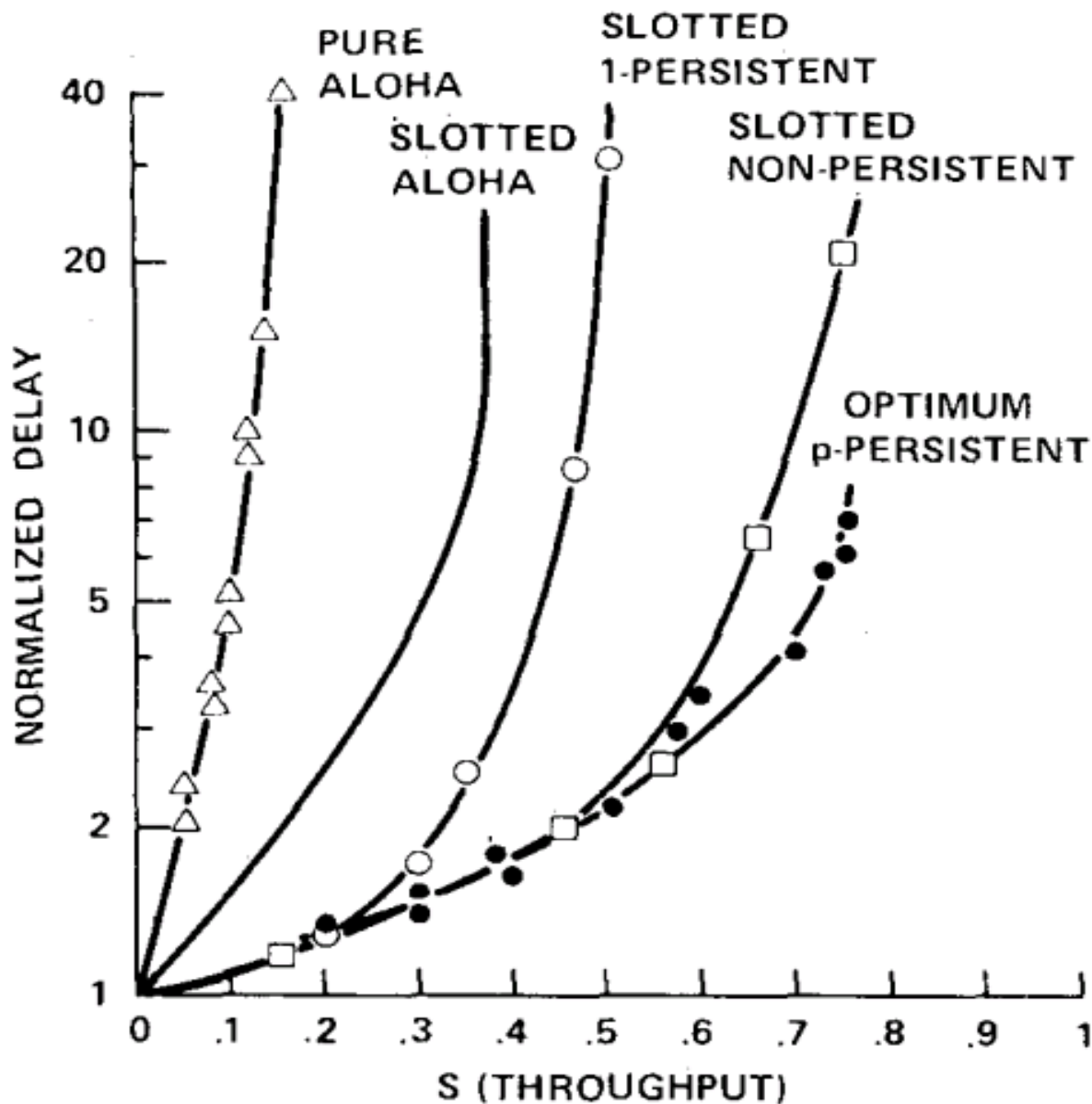
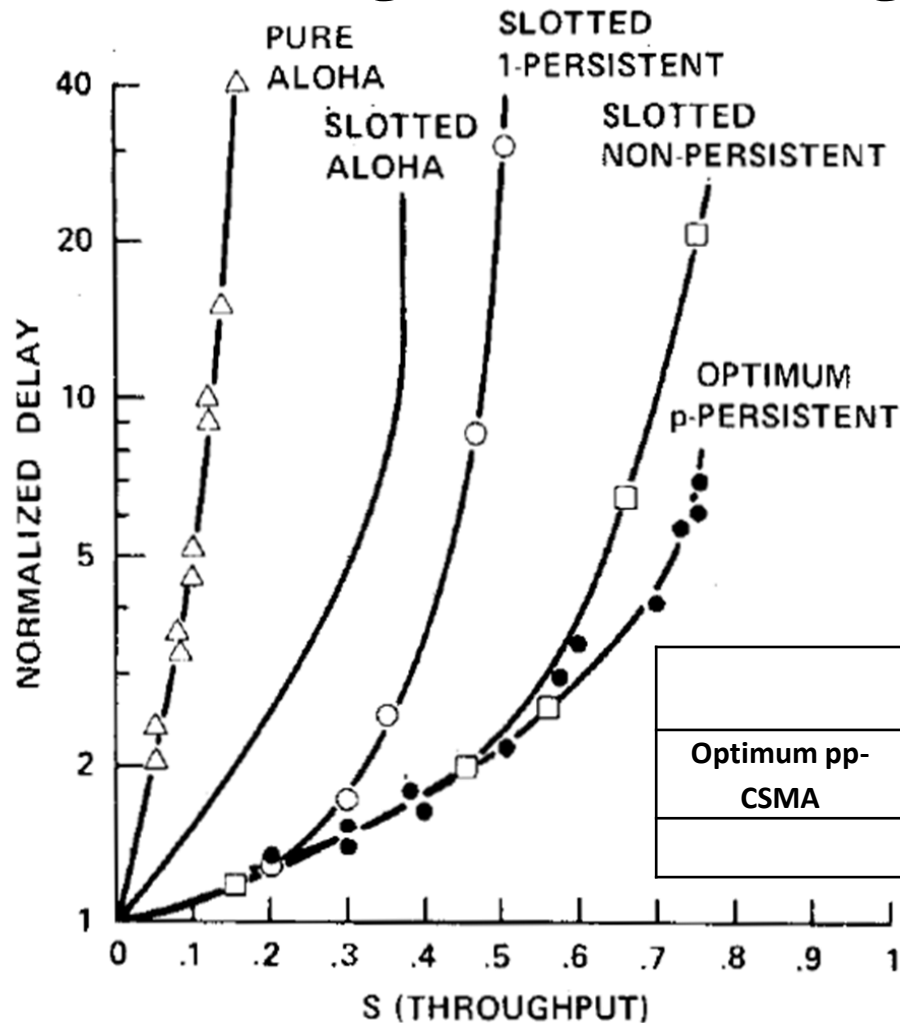


Fig. 11. G/S versus throughput ($a = 0.01$).

مصالحه گذر دهی و تاخیر



خودآزمایی) کانال بیسیمی با نرخ بیت 10Mbps و $a=0.01$ مفروض است. اگر ترافیک تولید شده توسط کاربران برابر 5Mbps و متوسط تاخیر دسترسی مطلوب برابر 50msec باشد، در این صورت کدامیک از روشهای MAC زیر را می توان استفاده نمود؟ آنهایی که قابل استفاده هستند را علامت گذاری کنید.



Optimum pp-CSMA	Slotted 1p-CSMA	Slotted np-CSMA	Slotted ALOHA	ALOHA

جمع بندی عوامل تاثیر گذار بر کارایی روشهای دسترسی تصادفی

- مهمترین چالشهایی که بر سر راه حل رقابت قرار دارد:
 - جلوگیری از بیکار ماندن کانال در حالیکه بسته برای ارسال وجود دارد
 - کاهش بازه آسیب پذیری
 - جلوگیری از همزمانی فرستنده ها

جمع بندی عوامل تاثیر گذار بر کارایی روشهای دسترسی تصادفی

- مهمترین چالشهایی که بر سر راه حل رقابت قرار دارد:
 - جلوگیری از بیکار ماندن کانال در حالیکه بسته برای ارسال وجود دارد
 - کاهش بازه آسیب پذیری
 - جلوگیری از همزمانی فرستنده ها
- مشکل اینجاست که هرگاه بخواهیم از بیکار ماندن کانال جلوگیری کنیم، لاجرم در دام همزمانی و تصادم خواهیم افتاد و برعکس
- البته روش CSMA در راستای کاهش بازه آسیب پذیری حرکت می کند و می تواند بهبود قابل توجهی در گذردهی و تاخیر ایجاد نماید.
 - کاهش بازه آسیب پذیری به کمتر از تاخیر انتشار از نظر فیزیکی ممکن نیست

سیاستهای تعویق و عقب نشینی

- تنها حوزه‌ای که کماکان می‌تواند برای بهبود گذردهی مورد بهره برداری قرار گیرد:
- برقراری مصالحه‌ی مناسب بین همزمانی فرستنده‌ها و بیکار ماندن کانال
- تنظیم‌گر این مصالحه:
- سیاستهای تعویق و عقب نشینی از کانال هستند
- خلاصه‌ای از سیاست‌های تعویق:
- ALOHA ی ساده: سیاست تعویق ندارد
- ALOHA ی روزنه بندی شده: تا ابتدای روزنه زمانی بعدی
- np-CSMA: تا زمانی تصادفی
- 1p-CSMA: تا ساکت شدن کانال
- pp-CSMA: تا زمانی تصادفی و قابل تنظیم پس از آزاد شدن کانال

سیاستهای تعویق و عقب نشینی

- تنها حوزه‌ای که کماکان می‌تواند برای بهبود گذردهی مورد بهره برداری قرار گیرد:
- برقراری مصالحه‌ی مناسب بین همزمانی فرستنده‌ها و بیکار ماندن کانال
- تنظیم‌گر این مصالحه:
- سیاستهای تعویق و عقب نشینی از کانال هستند
- خلاصه‌ای از سیاست‌های تعویق:
- **ALOHA** ی ساده: سیاست تعویق ندارد
- **ALOHA** ی روزنه بندی شده: تا ابتدای روزنه زمانی بعدی
- **np-CSMA**: تا زمانی تصادفی
- **1p-CSMA**: تا ساکت شدن کانال
- **pp-CSMA**: تا زمانی تصادفی و قابل تنظیم پس از آزاد شدن کانال

سیاست تعویق ایده آل؟!؟

- ارسال را تا اولین لحظه‌ای که کانال آزاد می‌شود به تعویق بیندازد
- در عین حال از همزمانی ارسالها جلوگیری نماید

- ← هیچ قسمتی از زمانِ کانال، صرف بیکاری یا تصادم نخواهد شد
- اجرای چنین شیوه‌ای آنهم بصورت توزیع شده عملاً غیر ممکن است
– نیازمند اطلاع دقیق فرستنده‌ها از زمان ارسال یکدیگر

- اما می‌توان بصورت متمرکز در یک گره بخصوص همچون AP یا BTS اجرا نمود

- آن گره متمرکز، اطلاع دقیقی از درخواست تمامی فرستنده‌ها داشته باشد
- این اطلاع اصولاً به دو روش قابل حصول است:

- پرسش مستقیم خود گره متمرکز: که اساس روشهای Polling است.
- اعلام از طرف فرستنده‌ها: که اساس روشهای تخصیص پویا (Reservation) می‌باشد.

سیاست تعویق ایده آل؟!؟

- ارسال را تا اولین لحظه‌ای که کانال آزاد می‌شود به تعویق بیندازد
- در عین حال از همزمانی ارسالها جلوگیری نماید

- ← هیچ قسمتی از زمانِ کانال، صرف بیکاری یا تصادم نخواهد شد
- اجرای چنین شیوه‌ای آنهم بصورت توزیع شده عملاً غیر ممکن است
– نیازمند اطلاع دقیق فرستنده‌ها از زمان ارسال یکدیگر

- اما می‌توان بصورت متمرکز در یک گره بخصوص همچون AP یا BTS اجرا نمود

- آن گره متمرکز، اطلاع دقیقی از درخواست تمامی فرستنده‌ها داشته باشد
- این اطلاع اصولاً به دو روش قابل حصول است:

- پرسش مستقیم خود گره متمرکز: که اساس روشهای Polling است.
- اعلام از طرف فرستنده‌ها: که اساس روشهای تخصیص پویا (Reservation) می‌باشد.

سیاست تعویق ایده آل؟!؟

- ارسال را تا اولین لحظه‌ای که کانال آزاد می‌شود به تعویق بیندازد
- در عین حال از همزمانی ارسالها جلوگیری نماید

- ← هیچ قسمتی از زمانِ کانال، صرف بیکاری یا تصادم نخواهد شد
- اجرای چنین شیوه‌ای آنهم بصورت توزیع شده عملاً غیر ممکن است
– نیازمند اطلاع دقیق فرستنده‌ها از زمان ارسال یکدیگر

- اما می‌توان بصورت متمرکز در یک گره بخصوص همچون AP یا BTS اجرا نمود

- آن گره متمرکز، اطلاع دقیقی از درخواست تمامی فرستنده‌ها داشته باشد
- این اطلاع اصولاً به دو روش قابل حصول است:

- پرسش مستقیم خود گره متمرکز: که اساس روشهای Polling است.
- اعلام از طرف فرستنده‌ها: که اساس روشهای تخصیص پویا (Reservation) می‌باشد.

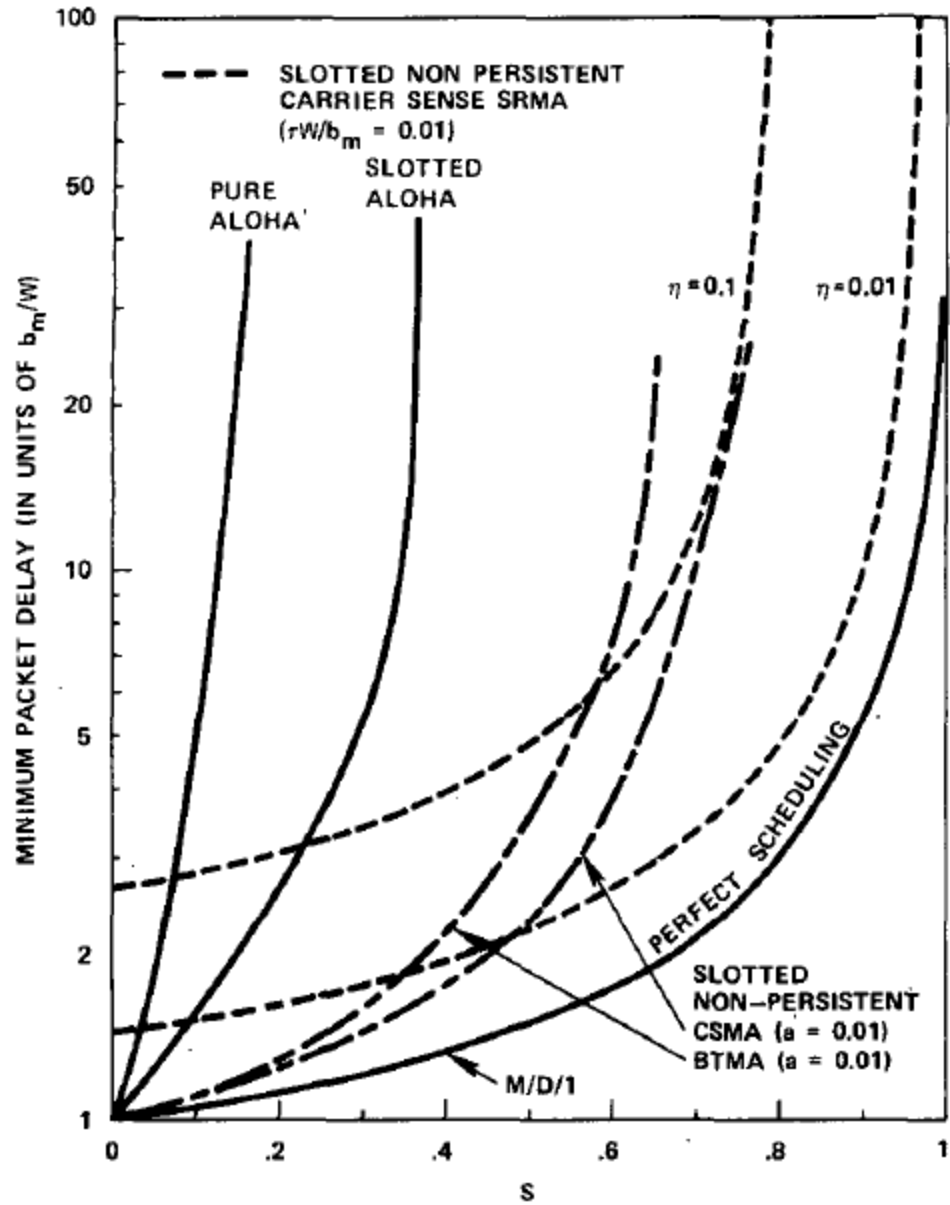
شیوه MAC ایده آل چیست؟

- صف $M/D/1$ بهترین مکانیزم دسترسی است

- همه درخواستها به صف می‌شوند و یکی یکی سرویس داده می‌شوند
- بازه آسیب پذیری نداریم
- همزمانی درخواستها اگر هم باشد
- بترتیب مورد سرویس قرار می‌گیرند
- بیکار ماندن سرور هر نداریم چون کارها در صف مانده اند
- سیستم work conserving

- اما شباهت و تفاوت صف با MAC چیست؟

- چرا نمی‌توان کارایی مشابه سیستم صف را در مسئله MAC داشت؟



شیوه MAC ایده آل چیست؟

• صف $M/D/1$ بهترین مکانیزم دسترسی است

- همه درخواستها به صف می‌شوند و یکی یکی سرویس داده می‌شوند
 - بازه آسیب پذیری نداریم
 - همزمانی درخواستها اگر هم باشد بترتیب مورد سرویس قرار می‌گیرند
 - بیکار ماندن سرور هر نداریم چون کارها در صف مانده اند
- سیستم work conserving

• اما شباهت و تفاوت صف با MAC چیست؟

• چرا نمی‌توان کارایی مشابه سیستم صف را در مسئله MAC داشت؟

