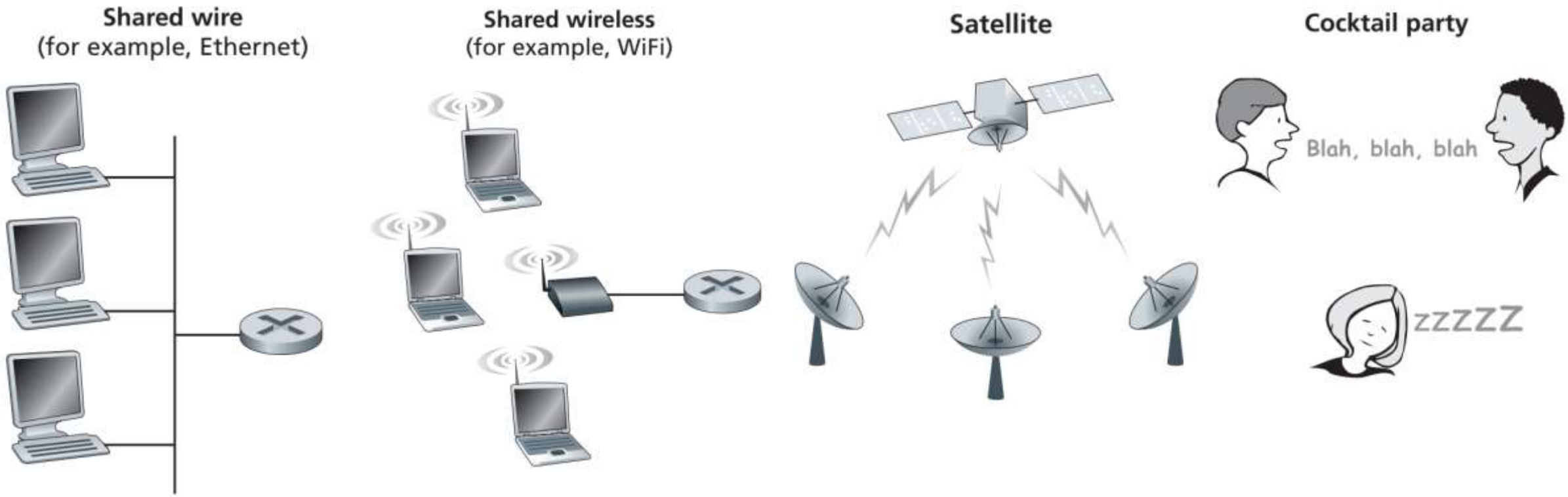
شبکه‌های مخابراتی

سید حمید صفوی
دانشکده فنی و مهندسی
دانشگاه محقق اردبیلی
نیمسال دوم ۹۸-۹۹

The Medium Access Control (MAC) Sublayer

کانال‌های مختلف دسترسی چندگانه



سرفصل

چه کسی اجازه صحبت دارد؟

سرفصل

- در لایه فیزیکی بیشتر کانال نقطه به نقطه بررسی شد.
- در این بخش می‌خواهیم کانال‌های پخش و پروتکل‌های مربوط به آن را بررسی کنیم.
- در هر کانال پخش، چالش اصلی تعیین این است که زمانی که برای به دست آوردن کانال رقابت وجود دارد، چه کسی می‌تواند از کانال استفاده کند؟
- برای فهم بهتر، تماس ویدئوکنفرانس بین چندین نفر را در نظر بگیرید که هر کدام می‌تواند صدای دیگران را بشنود و با همه آن‌ها صحبت کند. بدیهی است زمانی که یکی صحبت خود را قطع می‌کند، چند نفر خواهان صحبت (پاسخ) باشند که صحبت همزمان آن‌ها باعث شلوغی و هرج و مرج خواهد شد.
- در ملاقات‌های رو در رو، طرفین دست‌های خود را به نشانه اجازه گرفتن بالا برده و شروع به صحبت می‌کنند.
- زمانی که یک کانال برای صحبت داریم، تصمیم اینکه چه کسی اجازه صحبت دارد، سخت است.
- در این بخش پروتکل‌های موجود برای اینکه چه کسی اجازه صحبت کردن دارد را بررسی خواهیم کرد.

مسئله تخصیص کانال
Channel Allocation Problem

- چندین کاربر خواهان استفاده از یک کانال فیزیکی هستند. بنابراین یک کانال فیزیکی باید به چندین کاربر تخصیص داده شود.
- **دو طرح کلی برای تخصیص کانال:**
  - **تخصیص کانال استاتیک (Static):** کاربران، منابع کانال (زمان یا فرکانس) را برای تمام مدت ارسال داده به صورت مشخص شده‌ای (Fix) در اختیار می‌گیرند.
  - **تخصیص کانال پویا (Dynamic):** ظرفیت کانال تخصیص داده شده به کاربر ثابت نیست. بستگی به نحوه مصرف کاربران دارد.

- در تخصیص کانال پویا از قبل نمی‌توان گفت چه کسی و در چه زمانی و در چه فرکانسی نوبت ارسال داده خواهد داشت. اما در استاتیک از قبل مشخص است.

مسئله تخصیص کانال
Channel Allocation Problem

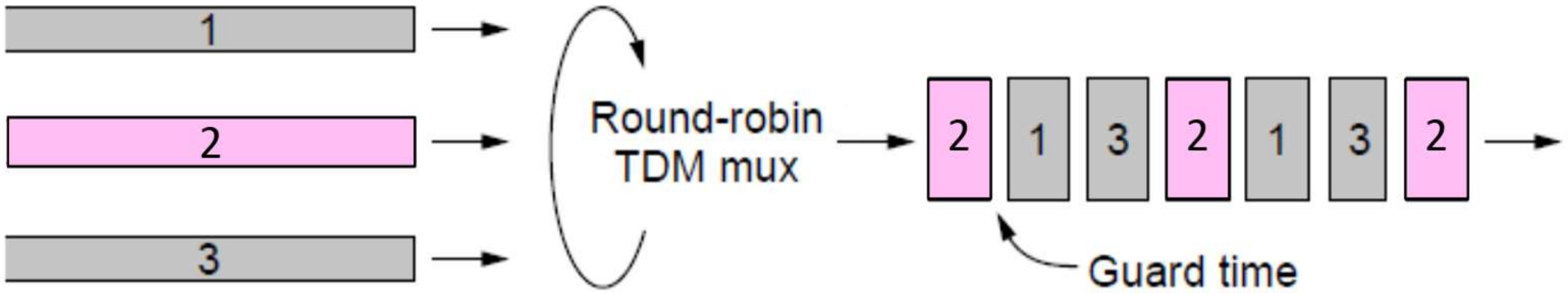
- **در چه مواردی تخصیص کانال استاتیک مناسب است؟**
  - بستگی به ماهیت تولید ترافیک کاربرها دارد (پیوسته و یا انفجاری). اگر فرستنده‌ها به طور منظم و متناوب دائماً در حال ارسال داده باشند (پیوسته)، تخصیص کانال استاتیک روش مناسبی است.
- **در چه مواردی تخصیص کانال استاتیک مناسب نیست؟**
  - ممکن است برخی از کاربران داده‌ای برای ارسال نداشته باشند.
  - در این نوع تخصیص اگر کاربری از کانال استفاده نکند، پهنای باندش تلف می‌شود. نه خودش استفاده می‌کند و نه کاربر دیگری اجازه استفاده از آن طیف را دارد.

تخصیص کانال استاتیک: مالتی پلکسینگ

- مالتی پلکسینگ مفهومی مرتبط با شبکه برای به اشتراک‌گذاری منابع می‌باشد.
- سناریوی کلاسیک به اشتراک گذاشتن یک لینک بین چند کاربر مختلف است.
  - مالتی پلکسینگ زمانی Time Division Multiplexing (TDM)
  - مالتی پلکسینگ فرکانسی Frequency Division Multiplexing (FDM)

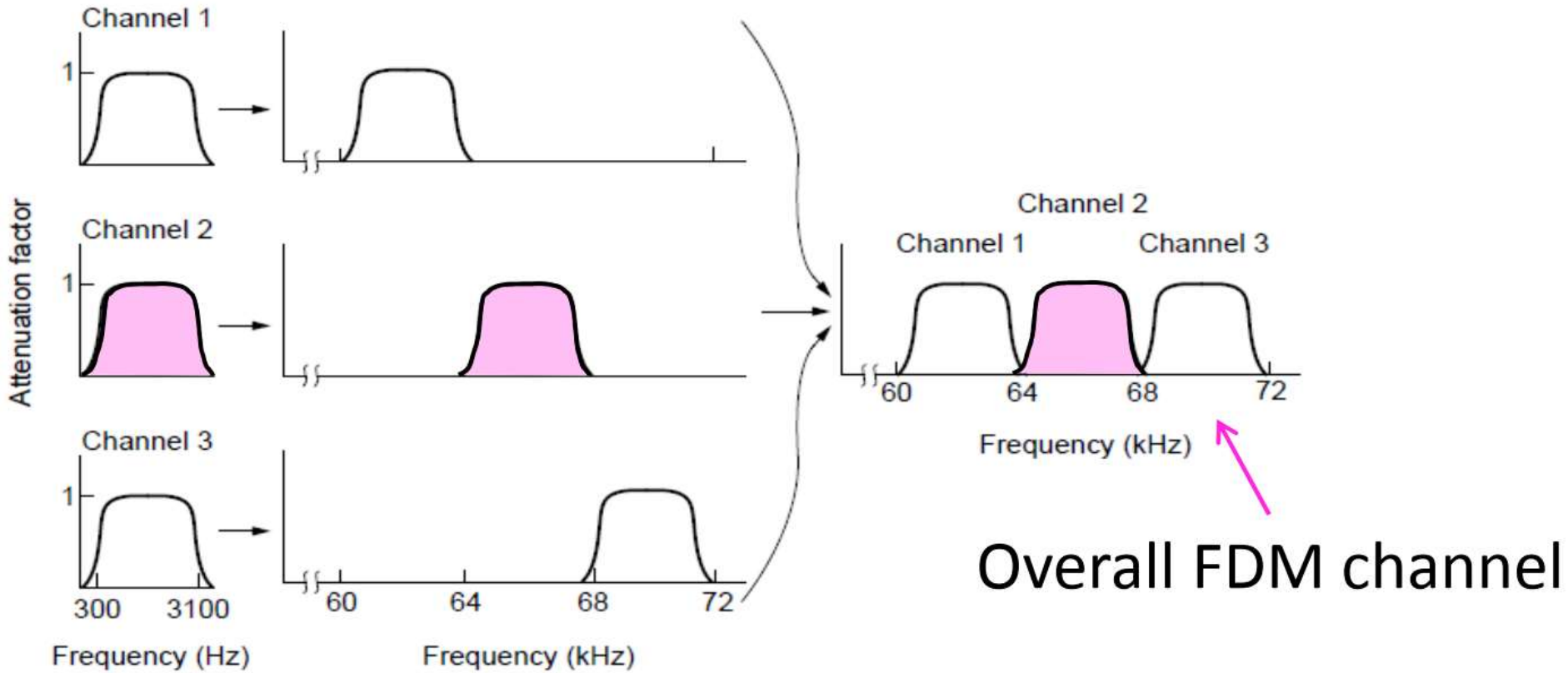
مالتی پلکسینگ زمانی (TDM)

- کاربرها بین یک برنامه ثابت می‌چرخند.



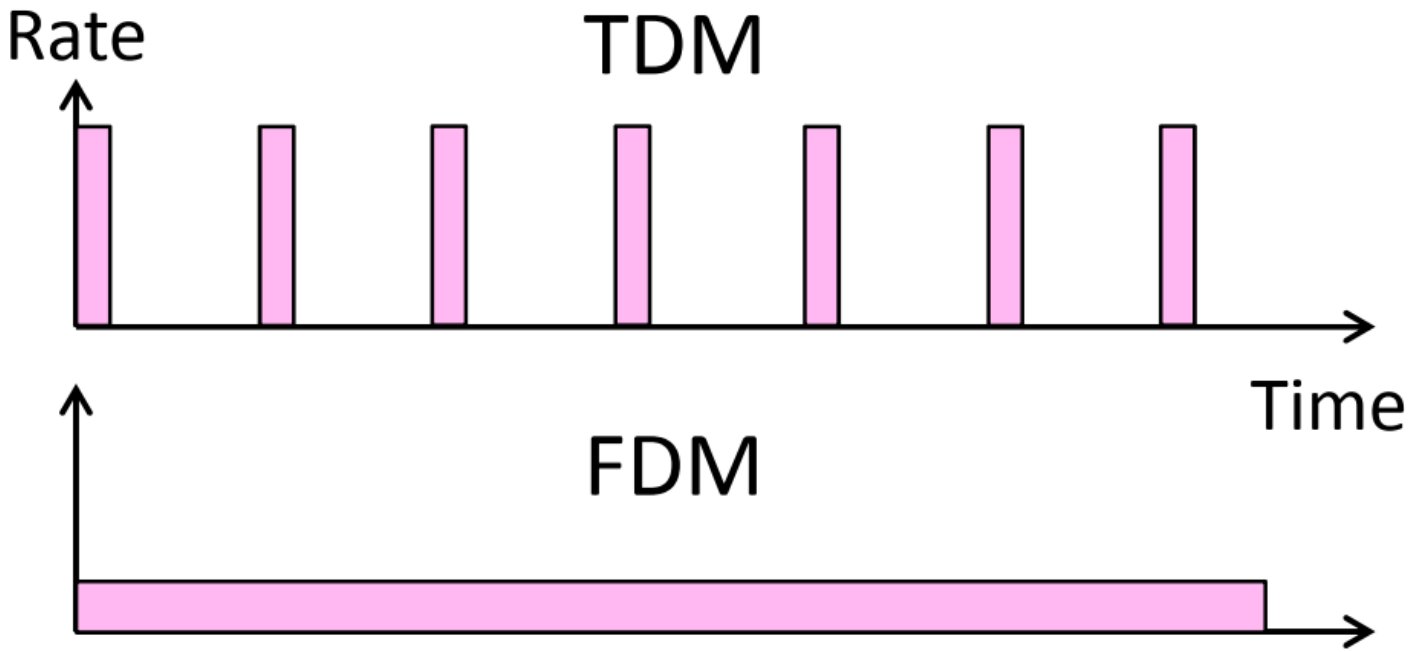
مالتی پلکسینگ فرکانسی (FDM)

- کاربرهای مختلف را روی باند فرکانسی متفاوت قرار می‌دهد.



مقایسه TDM و FDM

- در روش TDM، کاربر در **کسری از زمان** با **نرخ بالا** ارسال می‌کند.
- در روش FDM، کاربر با **نرخ کم** و به مرور در **کل زمان** ارسال را انجام می‌دهد.



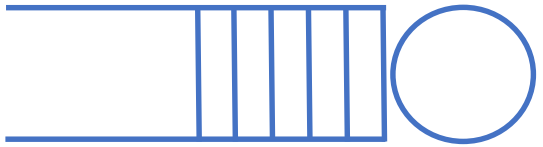
کاربردهای TDM/FDM

- **تخصیص کانال به صورت استاتیک**
  - مناسب برای **ترافیک پیوسته** و **تعداد مشخصی کاربر**

- کاربرد گسترده در ارتباطات مخابراتی
  - تلویزیون و ایستگاه‌های رادیویی (FDM)
  - GSM (شبکه سلولی 2G)، تخصیص تماس با استفاده از TDM بر روی FDM

مسئله تخصیص کانال
Channel Allocation Problem

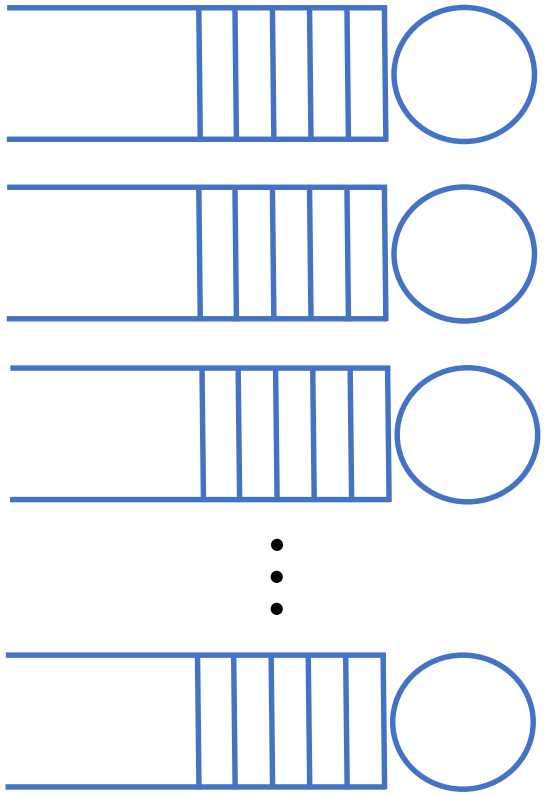
- صف M/M/1:
  - ظرفیت کانال برابر C bits/sec
  - سرعت متوسط رسیدن فریم‌ها به صف برابر λ frame/sec است. فریم‌ها با توزیع پوآسون به صف می‌رسند.
  - فاصله زمانی رسیدن فریم‌ها به صف دارای توزیع نمایی است.
  - زمان سرویس دادن به یک فریم متناسب با طول آن فریم است. فریم‌های طولانی، زمان طولانی برای سرویس دادن لازم دارند.
  - طول هر فریم دارای توزیع نمایی با متوسط $\frac{1}{\mu}$ bits
  - متوسط تأخیر هر فریم در صف برابر T ثانیه



$$T = \frac{1}{\mu C - \lambda}$$

- مثال: $C = 100\text{Mbps}, \frac{1}{\mu} = 10000 bits, \lambda = 5000\ frame/\sec \Rightarrow T = 200 \mu s$

مسئله تخصیص کانال
Channel Allocation Problem



- صف M/M/1:
  - ظرفیت هر یک از N کانال برابر $\frac{C}{N}$ bits/sec
  - سرعت متوسط رسیدن فریم‌ها به صف برابر $\frac{\lambda}{N}$ frame/sec است. توزیع رسیدن به صف نیز نمایی است.
  - طول هر فریم دارای توزیع نمایی با متوسط $\frac{1}{\mu}$ bits
  - متوسط تأخیر هر فریم در صف برابر T_N ثانیه

$$T_N = \frac{1}{\mu\left(\frac{C}{N}\right) - \frac{\lambda}{N}} = \frac{N}{\mu C - \lambda}$$

- مثال: با تقسیم کانال به ۱۰ بخش در مثال قبل: $T_N = 2ms$

تخصیص کانال پویا

- نسبت بیشینه ترافیک شبکه به متوسط آن در مخابرات داده می‌تواند بالا باشد.
- در بسیاری از کاربردها، کاربران تمایل به استفاده از شبکه به صورت **تصادفی** دارند.
- تخصیص **استاتیک** کانال باعث هدر رفتن منابع کانال خواهد شد.
- بهتر است تخصیص کانال بر اساس **تقاضای** آن‌ها برای استفاده از کانال باشد.

تخصیص کانال پویا