

مسائل و سوالات تکالیف

فصل ۷ سوالات مروری

بخش ۷.۱

R1. عملکرد یک شبکه بی سیم در "حالت زیرساخت" به چه معناست؟ اگر شبکه در حالت زیرساخت نیست،

در چه حالت عملیاتی قرار دارد و تفاوت آن حالت کار با حالت زیرساخت چیست؟

حالت زیرساخت در شبکه بی سیم چیست؟

وقتی یک شبکه بی سیم در حالت زیرساخت قرار دارد، این به معنای آماده سازی زیرساخت های فیزیکی و لایه های پایین تر شبکه است. در این حالت، تجهیزات مانند رادیوها، آنتن ها، و دستگاه های اتصال به شبکه در حال فعالیت و آماده به ارتباط با دیگر دستگاه ها هستند.

حالت عدم زیرساخت در شبکه بی سیم:

در صورتی که یک شبکه بی سیم در حالت عدم زیرساخت است، این به معنای عدم فعالیت تجهیزات فیزیکی و عدم آماده به کار بودن زیرساخت های لایه های پایین تر است. در این حالت، ارتباط بی سیم بین دستگاه ها قطع شده و شبکه در حالت خوابیده یا غیرفعال قرار دارد.

تفاوت حالت کار با حالت زیرساخت:

در حالت کار، شبکه بی سیم در حال انجام ارتباطات است و دستگاه ها در حال تبادل اطلاعات هستند. در حالت زیرساخت، شبکه آماده به ارتباط است اما ممکن است ارتباطات فعلی کمتر باشند و تجهیزات به سیستم های مرکزی گزارش دهند

R2. MANET و VANET هر دو شبکه های بی سیم بدون زیرساخت چند هاپ هستند. چه تفاوتی بین آنها

وجود دارد؟

تعریف:

MANET (شبکه های متنقل بدون زیرساخت): شبکه هایی هستند که از دستگاه های متنقل تشکیل شده اند و بدون نیاز به زیرساخت ثابت ارتباط برقرار می کنند

VANET (شبکه های متنقل بدون زیرساخت): مانند MANET، اما به عنوان یک

زیرمجموعه خاص از MANET محسوب می شود و برای ارتباطات بین وسایل نقلیه متنقل

مورد استفاده قرار می گیرد

استفاده:

MANET معمولاً در محیط های عمومی برای ارتباط بین دستگاه های متنقل مورد استفاده

قرار می گیرد.

VANET به عنوان یک نوع خاص از MANET در محیط‌های حاوی وسایل نقلیه مورد استفاده قرار می‌گیرد

تفاوت‌های عملی:

VANET به عنوان یک نوع خاص از MANET در محیط شهری یا جاده‌ها برای بهبود ارتباطات بین وسایل نقلیه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

MANET به صورت کلی‌تر برای ارتباطات متنقل در هر مکانی استفاده می‌شود

بخش ۷.۲

R3. تفاوت بین انواع زیر از اختلالات کانال بی سیم چیست: از دست دادن مسیر، انتشار چند مسیری، تداخل از

منابع دیگر؟

از دست دادن مسیر (Path Loss):

این اختلال به افت انرژی سیگنال به مرور مسافت اطلاق می‌شود. طی انتقال در فاصله بلند، سیگنال ممکن است قوی‌ترین بخش‌های خود را از دست بدهد

انتشار چندمسیری (Multipath Fading):

ناشی از انعکاس و انعطاف سیگنال از سطوح مختلف، موجب ایجاد چندین مسیر بین فرستنده و گیرنده می‌شود. این اختلال می‌تواند به تضعیف یا افت اطلاق کیفیت سیگنال منجر شود

تداخل از منابع دیگر (Interference):

این نوع اختلال ناشی از سایر دستگاه‌ها یا منابع فرازمانی است که سیگنال‌های خود را در همان فرکانس یا فضا انتقال می‌دهند، موجب اشکال در سیگنال مورد نظر می‌شود

R4. همانطور که یک گره متحرک از یک ایستگاه پایه دورتر و دورتر می‌شود، دو اقدامی که یک ایستگاه پایه

می‌تواند انجام دهد تا اطمینان حاصل کند که احتمال از دست دادن یک فریم ارسالی افزایش نمی‌یابد چیست؟

تقویت سیگنال:

ایستگاه پایه می‌تواند از تقویت سیگنال استفاده کند تا سیگنال ارسالی به گره متحرک را در مسافت بلند تری ارسال کند. این کار باعث کاهش احتمال ضعف سیگنال در مسیر انتقال می‌شود.

استفاده از تکنولوژی‌های مقاومت به اختلال (Resilient Technologies):

استفاده از تکنولوژی‌هایی که اختلالات و از دست رفتن اطلاعات را کاهش می‌دهند، می‌تواند مؤثر باشد. برخی از این تکنولوژی‌ها شامل راهکارهای بازیابی خطا و استفاده از الگوریتم‌های قوی جهت مدیریت ارتباطات هستند.

بخش ۷.۳

R5. نقش قاب های چراغ را در ۸۰۲.۱۱ شرح دهید.

نقش قاب های چراغ (Beacon Frames) در مدل ۸۰۲.۱۱ از اهمیت بسیاری برخوردار است. این قاب ها توسط ایستگاه های پایه (Access Points) به گره های متحرک (Stations) ارسال می شوند و وظیفه های گوناگونی را انجام می دهند: اطلاع رسانی شبکه:

Beacon Frames اطلاعات مهمی از جمله نام شبکه (SSID)، نوع امنیت، و تنظیمات دیگر شبکه را منتقل می کنند. این اطلاعات به گره های متحرک کمک می کنند تا به شبکه متصل شوند.

هماهنگ سازی زمان:

Beacon Frames شامل اطلاعات زمانی هستند که برای هماهنگ سازی زمان بین گره ها استفاده می شود. این امر اهمیت زیادی در محیط های بی سیم دارد. مدیریت رخدادهای:

این قاب ها به گره های متحرک اجازه می دهند تا وضعیت خود را اعلام کنند و اطلاعات مدیریتی مانند باتری، قدرت سیگنال، و وضعیت اتصال را به ایستگاه پایه ارسال کنند. کنترل دسترسی به شبکه:

Beacon Frames شامل اطلاعات مربوط به روش های کنترل دسترسی به شبکه می باشند و به گره های متحرک کمک می کنند تا به صورت صحیح در شبکه حضور یابند. تعیین فرکانس:

Beacon Frames شامل اطلاعات مربوط به فرکانس های مورد استفاده در شبکه بی سیم هستند و به گره های متحرک کمک می کنند تا بهترین فرکانس را برای ارتباط انتخاب کنند

R6. یک نقطه دسترسی به صورت دوره ای فریم های چراغ را ارسال می کند. محتویات قاب های بیکن چیست؟

محتوای فریم های بیکن در ایستگاه پایه

فریم های بیکن (Beacon Frames) توسط ایستگاه های پایه (Access Points) در شبکه های بی سیم ارسال می شوند و حاوی اطلاعات مهمی برای گره های متحرک (Stations) می باشند. محتوای این فریم ها عبارتند از:

شناسه شبکه (SSID):

نام شبکه بی سیم که به گره های متحرک اطلاعات می دهد که این شبکه متعلق به کدام شناسه (SSID) است.

حالت شبکه:

نشان دهنده نوع شبکه می باشد؛ به عنوان مثال، آیا شبکه با ویژگی های امنیتی (Secure) است یا خیر.

اطلاعات امنیتی:

در صورت وجود امکانات امنیتی، جزئیات مربوط به نحوه امنیت شبکه در این فریم قرار می‌گیرد.

زمان همگام‌سازی:

اطلاعات مرتبط با زمان همگام‌سازی برای گره‌های متحرک جهت هماهنگی زمانی در شبکه.

فرکانس‌های مورد استفاده:

اطلاعات مربوط به فرکانس‌های مورد استفاده در شبکه بی‌سیم.

سایر اطلاعات مدیریتی:

اطلاعات مدیریتی مانند توان سیگنال، وضعیت اتصال، وضعیت باتری (در صورت مورد نیاز).

این اطلاعات به گره‌های متحرک کمک می‌کنند تا بهترین تصمیمات را برای اتصال به شبکه بی‌سیم بگیرند.

R7. چرا از اعترافات در ۸۰۲.۱۱ استفاده می‌شود اما در اترنت سیمی استفاده نمی‌شود؟

در شبکه‌های بی‌سیم ۸۰۲.۱۱، فرآیند انتقال داده در محیط‌های بی‌سیم که با اختلالات و از دست رفتن سیگنال مواجه هستند، ممکن است با مشکلاتی همچون از دست رفتن پکت‌ها (Packet Loss) مواجه شود. به همین دلیل از فرآیند تایید یا acknowledgment برای اطمینان از صحت ارسال و دریافت داده‌ها استفاده می‌شود. اگر یک پکت از دست رفته باشد، تاییدی دریافت نشده و ارسال مجدد آن انجام می‌شود.

در مقابل، در شبکه‌های اترنت سیمی (وایرد)، محیط انتقال داده پایدارتر و قابل اعتمادتر است و از دلایلی همچون عدم وجود تداخل هوا (Air Interference) و وجود سیم‌های فیزیکی برای انتقال داده استفاده می‌شود. در این شرایط، احتمال از دست رفتن پکت بسیار کمتر است، و بنابراین فرآیند تایید ممکن است به طور زیادی زمان‌بر و نادر نیاز باشد.

از این رو، در شبکه‌های اترنت سیمی، عملکرد تداخلی و از دست رفتن پکت‌ها کمتر بوده و به عبارت دیگر، پایدارتر است که موجب عدم نیاز به تاییدهای زیاد در این نوع شبکه می‌شود.

R8. تفاوت بین اسکن غیرفعال و اسکن فعال چیست؟

در امنیت سایبری، اسکن فعال و غیرفعال دو روش متفاوت برای جستجوی آسیب‌پذیری‌ها در شبکه هستند.

اسکن فعال:

در این روش، ابزار یا سیستم امنیتی به طور مستقیم با دستگاه‌ها یا نرم‌افزارها تعامل دارد.

این نوع اسکن ممکن است ترافیک به شبکه ارسال کند یا درخواست‌هایی را ارسال کند تا واکنش دستگاه‌ها را بررسی کند.

مزایا: توانایی کشف آسیب‌پذیری‌ها و شناسایی دستگاه‌ها.

معایب: ممکن است توسط سیستم‌های امنیتی شناسایی شود و برخی دستگاه‌ها به دلیل حساسیت به این نوع اسکن مشکل داشته باشند.

اسکن غیرفعال:

در این روش، ابزار یا سیستم امنیتی تنها به شبکه گوش می‌دهد و ترافیک را نگاه می‌دارد بدون ارسال درخواست به دستگاه‌ها.

توانایی کشف آسیب‌پذیری‌ها بدون تعامل مستقیم با دستگاه‌ها.

معمولاً کمتر از سیستم‌های امنیتی تشخیص داده می‌شود.

R9. دو هدف اصلی یک قاب CTS چیست؟

فریم (CTS (Clear to Send در استاندارد شبکه بی‌سیم ۸۰۲.۱۱ دو هدف اصلی دارد:

مقابله با مشکل ایستگاه مخفی (Hidden Node Problem):

ایستگاه‌هایی که از یکدیگر پنهان هستند و ایستگاه مبدا نمی‌تواند حضور همه ایستگاه‌ها را تشخیص دهد، ممکن است با یکدیگر تداخل ایجاد کنند.

فرستنده با ارسال یک فریم CTS به گیرنده اعلام می‌کند که فضای مشترک برای ارسال فریم آزاد است و بقیه ایستگاه‌ها باید از ارسال خودداری کنند.

کاهش تداخل و تضییع منابع:

با استفاده از فریم CTS، تداخل فریم‌ها کاهش می‌یابد و منابع شبکه به بهترین نحو استفاده می‌شوند.

این فریم به ایستگاه‌ها امکان می‌دهد زمان مورد نیاز برای ارسال فریم خود را به دقت محاسبه کرده و تداخل با سایر فریم‌ها را کاهش دهند.

R10. فرض کنید فریم‌های IEEE 802.11 RTS و CTS به اندازه فریم‌های استاندارد DATA و ACK بودند.

آیا استفاده از فریم‌های CTS و RTS مزیتی دارد؟ چرا و چرا نه؟

اگر فریم‌های RTS و CTS به اندازه فریم‌های استاندارد DATA و ACK بودند، احتمالاً هیچ مزیت خاصی وجود نداشته‌باشد.

دلیل اصلی استفاده از فریم‌های RTS و CTS در شبکه‌های بی‌سیم، جلوگیری از مشکل تداخل (Collision) و حل مشکل "ایستگاه مخفی" (Hidden Node) است. اما اگر این فریم‌ها به اندازه فریم‌های DATA و ACK بودند، این هدف ممکن است به دلیل بزرگتر بودن فریم‌ها و افزایش هدردهی (Overhead) از بین برود.

بنابراین، در شرایط معمولی، کاهش اندازه فریم‌های RTS و CTS نسبت به DATA و ACK به جلوگیری از تداخل و افزایش بهره‌وری شبکه کمک می‌کند. اما اگر همه فریم‌ها یکسان اندازه باشند، ممکن است مزیت اصلی این فریم‌ها از بین برود.

R11. بخش ۷.۳.۴ تحرک ۸۰۲.۱۱ را مورد بحث قرار می‌دهد که در آن یک ایستگاه بی سیم از یک BSS به دیگری در همان زیرشبکه حرکت می‌کند. هنگامی که AP ها با یک سوئیچ به هم متصل می‌شوند، ممکن است یک AP نیاز به ارسال یک فریم با یک آدرس MAC جعلی داشته باشد تا سوئیچ بتواند فریم را به درستی ارسال کند. چرا؟

وقتی (Access Points) APs با یک سوئیچ متصل هستند و یک ایستگاه بی سیم از یک BSS به BSS دیگر در همان زیرشبکه حرکت می‌کند، سوئیچ به دلیل تغییر BSS ممکن است بخواهد فریم را به سمت سمت دیگر ارسال کند. با ارسال یک فریم با آدرس MAC جعلی، ایستگاه مبدأ (AP) می‌تواند سوئیچ را ترغیب کند تا فریم را به سمت مقصد جدید ارسال کند.

استفاده از MAC جعلی می‌تواند به عنوان یک راهکار ترفندی برای جلوگیری از ایجاد تغییرات بر روی تنظیمات سوئیچ و انتقال فریم به BSS جدید بدون هر گونه تداخل یا ایجاد مشکل در شبکه موجب می‌شود.

R12. تفاوت بین بلوتوث و Zigbee از نظر سرعت داده چیست؟

بلوتوث و زیگبی دو فناوری بی سیم متفاوت هستند که در زمینه‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از تفاوت‌های اصلی میان بلوتوث و زیگبی در نرخ داده است: بلوتوث:

نرخ داده: بلوتوث ۵ به داده‌های بالا تا ۲ مگابیت بر ثانیه (Mbps) امکان می‌دهد. استفاده معمول: بلوتوث بیشتر برای ارتباط کوتاه مدت بین دستگاه‌ها (مثل هدفون‌ها، دستگاه‌های هوشمند، و لپ‌تاپ‌ها) استفاده می‌شود. زیگبی:

نرخ داده: زیگبی با نرخ داده کمتری کار می‌کند، معمولاً تا ۲۵۰ کیلوبیت بر ثانیه (Kbps). استفاده معمول: زیگبی بیشتر در کاربردهای شبکه حسگرها و کنترل دستگاه‌های هوشمند در خانه (مانند ترموستات‌ها و سیستم‌های روشنایی) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

R13. نقش ایستگاه پایه در معماری سلولی 4G/5G چیست؟ با کدام عناصر شبکه 4G/5G دیگر (دستگاه تلفن

همراه، HSS، MME، روتر دروازه سرویس، روتر دروازه PDN) مستقیماً در صفحه کنترل ارتباط برقرار می‌کند؟ در صفحه داده؟

ایستگاه پایه یا (Base Transceiver Station) BTS نقش اساسی در معماری سلولی 4G/5G دارد. وظایف اصلی آن عبارتند از:
در صفحه کنترل:

در 4G: با MME یا Evolved Packet Core (EPC) (مسیریاب دروازه خدمت‌دهنده) برای مدیریت اتصالات و تنظیمات امنیتی ارتباط برقرار می‌کند.
در 5G: با AMF (Access and Mobility Management Function) ارتباط دارد و نقش این ترکیب به عنوان NG-RAN (Next-Generation Radio Access Network) مطرح می‌شود.
در صفحه داده:

در هر دو 4G و 5G: ایستگاه پایه با مسیریاب دروازه (PDN (Packet Data Network به عنوان دروازه‌ای برای ارتباط با شبکه داده‌ای بیرونی ارتباط دارد.
همچنین با دستگاه همراه: ارتباط مستقیم با دستگاه همراه برقرار می‌کند تا داده‌ها به صورت مستقیم بین دستگاه و شبکه انتقال یابند.

R14. شناسه مشترک بین المللی تلفن همراه (IMSI) چیست؟

شناسه بین‌المللی اشتراک‌گذار تلفن همراه (IMSI) یک شماره یکتاست که هر اشتراک‌گذار در شبکه‌های تلفن همراه GSM، UMTS، و LTE دارد. این شماره دارای دو بخش است؛ بخش اول شامل شش رقم اول IMSI است و بخش دوم مربوط به شناسه دستگاه مخابراتی (MSIN) است.
IMSI به عنوان یک شناسه یکتا برای هر اشتراک‌گذار عمل می‌کند و در فرآیندهای ارتباطی و امنیتی، مانند اتصال به شبکه، تشخیص شبکه متعلقه، و ارتباط با سایر عناصر شبکه نقش دارد. از IMSI برای تشخیص شبکه‌های مختلف و مدیریت امور امنیتی استفاده می‌شود.

R15. نقش سرویس مشترکین خانگی (HSS) در معماری سلولی 4G/5G چیست؟ با کدام عناصر شبکه 4G/5G

دیگر (دستگاه تلفن همراه، ایستگاه پایه، MME، روتر دروازه سرویس، روتر دروازه PDN) مستقیماً در صفحه کنترل ارتباط برقرار می‌کند؟ در صفحه داده؟

سرویس اشتراک‌گذار منزل (HSS) در معماری سلولی 4G/5G نقش اساسی دارد. این عنصر هسته‌ای مسئول ذخیره اطلاعات مرتبط با اشتراک‌گذاران است، از جمله اطلاعات اعتبار و دسترسی به شبکه. در صفحه کنترل، HSS با عناصر دیگر شبکه مستقیماً ارتباط دارد:

با دستگاه همراه (Mobile Device): جهت تأیید هویت و اعتبار اشتراک‌گذار.
با ایستگاه پایه (Base Station): برای مدیریت اتصالات و ارتباطات با دستگاه‌های همراه.

با (MME (Mobility Management Entity: برای مدیریت موقعیت و حرکت اشتراک‌گذار در شبکه.

با مسیریاب دروازه خدمت‌دهنده (Serving Gateway Router): جهت مدیریت انتقال داده در صفحه کنترل.

با مسیریاب دروازه PDN (PDN Gateway Router): برای ارتباطات با شبکه‌های خارجی و اتصال به اینترنت.

در صفحه داده، HSS به طور مستقیم با عناصری همچون مسیریاب دروازه خدمت‌دهنده و مسیریاب دروازه PDN برای جلب و مدیریت ارتباطات داده ارتباط دارد.

R16. نقش نهاد مدیریت تحرک (MME) در معماری سلولی 4G/5G چیست؟ با کدام عناصر شبکه 4G/5G دیگر (دستگاه تلفن همراه، ایستگاه پایه، HSS، روتر دروازه سرویس، روتر دروازه PDN) مستقیماً در صفحه کنترل ارتباط برقرار می‌کند؟ در صفحه داده؟

ایستگاه مدیریت حرکت (MME) یکی از عناصر حیاتی در معماری سلولی 4G/5G است. نقش‌های اصلی MME عبارتند از:

مدیریت جلسات: مدیریت جلسات اشتراک‌گذاران و ایجاد ارتباطات.

احراز هویت: احراز هویت و اعتبارسنجی دستگاه‌های همراه.

مدیریت حرکت: مدیریت موقعیت و حرکت دستگاه‌های همراه در شبکه.

مدیریت باسری (Bearer): مدیریت و ساختاردهی باسری‌ها برای انتقال داده.

در صفحه کنترل، MME با عناصر دیگر شبکه به صورت مستقیم ارتباط برقرار می‌کند:

با دستگاه همراه (Mobile Device): برای مدیریت حرکت و احراز هویت.

با ایستگاه پایه (Base Station): جهت مدیریت ارتباطات در زمان ایستگاه‌های پایه.

با HSS (Home Subscriber Service): برای درخواست اطلاعات اشتراک‌گذار.

با مسیریاب دروازه خدمت‌دهنده (Serving Gateway Router): جهت مدیریت جلسات و باسری‌ها.

در صفحه داده، MME به صورت غیرمستقیم با عناصری مانند مسیریاب دروازه خدمت‌دهنده و مسیریاب دروازه PDN برای جلب و مدیریت ارتباطات داده ارتباط دارد.

R17. هدف دو تونل در صفحه داده معماری سلولی 4G/5G را شرح دهید. هنگامی که یک دستگاه تلفن همراه

به شبکه خانگی خود متصل است، در کدام عنصر شبکه 4G/5G (دستگاه تلفن همراه، ایستگاه پایه، HSS، MME، روتر دروازه سرویس، روتر دروازه PDN) هر انتهای هر یک از دو تونل به پایان می‌رسد؟

در معماری سلولی 4G/5G، دو تونل در صفحه داده برای اهداف مختلف استفاده می‌شوند: تونل صفحه کاربر (User Plane Tunnel - Uu):

هدف: ارتباط بین دستگاه همراه (Mobile Device) و ایستگاه پایه (Base Station) را فراهم می‌کند.

پایان تونل‌ها:

در سمت دستگاه همراه (UE) به سمت ایستگاه پایه (Base Station) می‌پایاند.

در سمت ایستگاه پایه به سمت دستگاه همراه (UE) می‌پایاند.

تونل صفحه کاربر دروازه خدمت‌دهنده (User Plane Tunnel to Serving Gateway - U-SGW):

هدف: ارتباط بین ایستگاه پایه (Base Station) و دروازه خدمت‌دهنده مشغول (Serving Gateway - SGW) را برقرار می‌کند.

پایان تونل‌ها:

در سمت ایستگاه پایه (Base Station) به سمت دروازه خدمت‌دهنده مشغول (Serving Gateway - SGW) می‌پایاند.

در سمت دروازه خدمت‌دهنده مشغول (Serving Gateway - SGW) به سمت ایستگاه پایه (Base Station) می‌پایاند.

بنابراین، هنگامی که دستگاه همراه به شبکه خود متصل می‌شود، تونل‌های داده به صورت زیر پایان می‌یابند:

تونل صفحه کاربر (Uu) در دستگاه همراه (UE) و ایستگاه پایه (Base Station).

تونل صفحه کاربر دروازه خدمت‌دهنده (U-SGW) در ایستگاه پایه (Base Station) و دروازه خدمت‌دهنده مشغول (Serving Gateway - SGW).

R18. سه زیرلایه در لایه پیوند در پشته پروتکل LTE چیست؟ عملکرد آنها را به طور خلاصه شرح دهید.

در معماری پروتکل LTE، زیرلایه لینک (Link Layer) از سه زیرلایه تشکیل شده است: زیرلایه کنترل لینک (Link Control Sublayer - RLC):

عملکرد: این زیرلایه مسئول مدیریت ارتباطات لینک و انجام کنترل‌های لازم برای انتقال داده‌ها است.

وظایف اصلی:

ارتباط با سرویس‌های بالاتر مانند RRC (Radio Resource Control).

تضمین انتقال اطلاعات با استفاده از حالت‌های شفاف (Transparent Mode)، بدون تأیید (Unacknowledged Mode)، و با تأیید (Acknowledged Mode).

زیرلایه دسترسی به مدیریت حریم (Medium Access Control Sublayer - MAC):

عملکرد: این زیرلایه مسئول مدیریت دسترسی به مدیریت حریم و تخصیص منابع فیزیکی برای انتقال داده‌ها است.

وظایف اصلی:

کنترل دسترسی به حریم براساس نیازهای شبکه و وضعیت تجهیزات همراه.

تقسیم‌بندی زمان و فرکانس برای ارتباط همزمان چند دستگاه.
 زیرلایه ترتیب لینک (Logical Link Control Sublayer - LLC):
 عملکرد: این زیرلایه مسئول تضمین ارتباط صحیح داده‌ها در لایه بالاتر است.
 وظایف اصلی:
 مدیریت ارتباط لینک و ارسال اطلاعات به صورت چند لایه برای لایه‌های بالاتر.

R19. آیا شبکه دسترسی بی سیم LTE از FDMA، TDMA یا هر دو استفاده می کند؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

LTE یا شبکه ارتباطی بی سیم پیشرفته، از هر دو تکنولوژی FDMA (تقسیم چندگانه فرکانس) و TDMA (تقسیم چندگانه زمان) استفاده می کند. این استاندارد از یک مدولاسیون چندحمله‌ای با نام OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) در لینک پایین (Downlink) استفاده می کند که همزمانی داده‌ها را در فرکانس‌های مختلف فراهم می کند. همچنین، برای لینک بالا (Uplink) از تکنولوژی SC-FDMA (Single-Carrier Frequency Division Multiple Access) به عنوان یک مدولاسیون تک حمله‌ای استفاده می شود.

R20. دو حالت خواب احتمالی یک دستگاه تلفن همراه 4G/5G را توضیح دهید. در هر یک از این حالت‌های خواب، آیا دستگاه تلفن همراه بین زمانی که به خواب می رود و زمانی که بیدار می شود و برای اولین بار دیتاگرام جدیدی را ارسال/دریافت می کند، با همان ایستگاه پایه مرتبط باقی می ماند؟

دو حالت خواب ممکن برای دستگاه همراه 4G/5G عبارتند از:
 حالت خواب سبک (Light Sleep):
 در این حالت، دستگاه همراه به حالت خواب سبک وارد می شود.
 در زمانی که در حالت خواب سبک است، دستگاه همراه ممکن است به سرعت از حالت خواب بیدار شده و اطلاعات را ارسال و یا دریافت کند.
 ممکن است دستگاه همراه در زمان خواب سبک به همان ایستگاه پایه متصل بماند.
 حالت خواب عمیق (Deep Sleep):
 در این حالت، دستگاه همراه به حالت خواب عمیق وارد می شود.
 زمانی که در حالت خواب عمیق است، دستگاه همراه از ارتباط با ایستگاه پایه خارج می شود تا انرژی صرفه جویی شود.
 در زمان بیدار شدن و ارسال یا دریافت اولین دیتاگرام جدید، دستگاه همراه ممکن است به ایستگاه پایه جدیدی متصل شود.

R21. منظور از "شبکه بازدید شده" و "شبکه خانگی" در معماری سلولی 4G/5G چیست؟

در معماری سلولی 4G/5G، دو مفهوم اصلی به نام "شبکه بازدید شده" و "شبکه خانگی" وجود دارند:

شبکه خانگی (Home Network):

این شبکه مرتبط با اپراتور موبایلی است که کاربر از طریق آن سرویس های ارتباطی خود را دریافت می کند.

هنگامی که یک کاربر خارج از محدوده شبکه خانگی خود است، به عنوان یک کاربر خارجی شناخته می شود.

شبکه بازدید شده (Visited Network):

این شبکه، شبکه اپراتوری است که کاربر در حال حاضر در آن منطقه واقع شده است. زمانی که کاربر از منطقه یک شبکه خارج می شود و به منطقه دیگری می رود، شبکه جدیدی که وارد آن می شود به عنوان شبکه بازدید شده شناخته می شود.

R22. سه تفاوت مهم بین شبکه های سلولی 4G و 5G را فهرست کنید.

سرعت بالاتر:

5G دارای سرعت دانلود و آپلود بسیار بالاتری نسبت به 4G است. این سرعت بالاتر در 5G به دلیل استفاده از فرکانس های بیشتر و بهینه تر فناوری انتقال داده امکان پذیر شده است.

ظرفیت اتصال بیشتر:

5G قابلیت اتصال همزمان به تعداد دستگاه های بیشتری را نسبت به 4G دارد. این ویژگی به کاربران این امکان را می دهد تا همزمان بیشترین بهره را از اینترنت و خدمات مختلف ببرند.

تاخیر کمتر (لتانسی پایین تر):

لتانسی (تاخیر) در شبکه 5G به طور چشمگیری پایین تر است نسبت به 4G. این امر برای ارتباطات زمانی حیاتی مانند بازی های آنلاین، ویدئو کنفرانس، و اینترنت اشیا (IoT) حائز اهمیت است.

بخش ۷.۵

R23. این که گفته می شود یک دستگاه تلفن همراه "رومینگ" است، به چه معناست؟

هنگامی که یک دستگاه همراه خارج از محدوده شبکه اصلی خود استفاده می شود و از شبکه های دیگر یا اپراتورها در مناطقی که تحت پوشش شبکه اصلی نمی باشند، استفاده می کند، این وضعیت به عنوان "رامینگ" شناخته می شود. در این حالت، دستگاه همراه از زیرساخت شبکه اپراتور دیگر استفاده می کند تا ارتباط برقرار کند.

این وضعیت معمولاً هنگامی رخ می‌دهد که کاربر به منطقه‌ای سفر کرده و شبکه اپراتور اصلی او در آن منطقه پوشش ندارد. همچنین، در صورتی که یک کاربر در کشور خود استفاده کند و به کشور دیگری سفر کند، نیز ممکن است به وضعیت رامینگ وارد شود.

R24. منظور از "تحويل" یک دستگاه شبکه چیست؟

در مخابرات سلولی، "تحويل" یا "handover" به فرآیند انتقال اتصال یک دستگاه از یک سلول یا یک کانال به دیگری در یک شبکه مخابراتی اطلاق می‌شود. این فرآیند برای حفظ اتصال در حین حرکت دستگاه از یک ناحیه به ناحیه دیگر اهمیت دارد. تحويل می‌تواند افقی باشد که در یک نوع فناوری شبکه تکرار شده و یا عمودی باشد که در آن دستگاه از یک فناوری شبکه به فناوری دیگر منتقل می‌شود.

از مثال‌های تحويل افقی می‌توان به حرکت یک تلفن همراه در داخل یک شبکه سلولی اشاره کرد که در آن تلفن همراه از یک سلول به سلول دیگر منتقل می‌شود. همچنین، تحويل عمودی ممکن است زمانی رخ دهد که یک دستگاه از یک فناوری ارتباطی به فناوری دیگر، مانند از Wi-Fi به شبکه سلولی، منتقل شود.

R25. تفاوت بین مسیریابی مستقیم و غیرمستقیم دیتاگرام‌ها به/از میزبان موبایل رومینگ چیست؟

در مسیریابی مستقیم (Direct Routing)، دیتاگرام مستقیماً به میزبان مقصد ارسال می‌شود بدون اینکه از میزبان دیگری عبور کند. این روش به ویژه در شبکه‌های محلی یا در شبکه‌هایی که میزبان‌ها در یک شبکه فیزیکی مشترک هستند، کاربرد دارد. در مقابل، در مسیریابی غیرمستقیم (Indirect Routing)، دیتاگرام‌ها برای رسیدن به مقصد از چندین مسیر و میزبان عبور می‌کنند. این مسیریابی معمولاً در شبکه‌های گسترده‌تر و پیچیده‌تر استفاده می‌شود. مسیریاب‌ها به عنوان گره‌های واسطه عمل می‌کنند و دیتاگرام‌ها به ترتیب از یک گره به گره دیگر منتقل می‌شوند تا به میزبان مقصد برسند. در مورد میزبان متحرک (Roaming Mobile Host)، تحويل دادن دیتاگرام‌ها به مقصد می‌تواند به صورت مستقیم (از طریق یک مسیر مستقیم) یا به صورت غیرمستقیم (از طریق چندین گره و میزبان) صورت گیرد، به تبع از نحوه ساختار شبکه و مسیریابی تعیین می‌شود.

R26. "مسیریابی مثلثی" به چه معناست؟

در شبکه‌های ارتباطات، "مسیریابی مثلثی" یا Triangle Routing به یک روش انتقال داده اشاره دارد که در آن یک بسته اطلاعات به یک سیستم واسطه فرستاده می‌شود (به عنوان مثال یک پروکسی) و سپس از آنجا به مقصد نهایی ارسال می‌شود. این روش معمولاً در شبکه‌هایی استفاده می‌شود که نیاز به مسیریابی از یک میانجی دارند.

*عبارات استفاده شده در بالا ممکن است با اصطلاحات موجود در مشخصات رسمی بلوتوث متفاوت باشد. اصطلاحات استفاده شده در مشخصات رسمی با تعهد پیرسون به ارتقای تنوع، برابری، و شمول، و محافظت در برابر تعصب و کلیشه در جمعیت جهانی فراگیرانی که به آنها خدمت می کنیم، همسو نیست.

بخش ۷.۶

R27. تشابه و تفاوت‌های پیکربندی تونل را هنگامی که یک دستگاه تلفن همراه در شبکه خانگی خود ساکن است، در مقابل زمانی که در یک شبکه بازدید شده رومینگ است، توضیح دهید.

هنگامی که یک دستگاه همراه در شبکه خود (شبکه خانگی) است، وقتی داده‌ها انتقال داده می‌شوند، از یک تونل استفاده می‌کند که به عنوان تونل خانگی شناخته می‌شود. در این حالت: تشابه:

تونل خانگی ایجاد می‌شود تا دستگاه همراه بتواند به صورت امن ارتباط با شبکه خود داشته باشد. اطلاعات ارسالی از دستگاه همراه به شبکه خانگی از طریق تونل خانگی منتقل می‌شود. تفاوت:

دستگاه همراه در شبکه خود است و از آدرس IP محلی شبکه خانگی استفاده می‌کند. هنگامی که دستگاه همراه در یک شبکه میهمان (شبکه مجاور) قرار دارد و از خدمات آن شبکه استفاده می‌کند، از تونل میهمان استفاده می‌شود. در این حالت: تشابه:

تونل میهمان ایجاد می‌شود تا ارتباط امن برقرار شود. اطلاعات ارسالی از دستگاه همراه به شبکه میهمان از طریق تونل میهمان منتقل می‌شود. تفاوت:

دستگاه همراه در شبکه میهمان است و از آدرس IP مختص شبکه میهمان استفاده می‌کند.

R28. هنگامی که یک دستگاه تلفن همراه از یک ایستگاه پایه به ایستگاه دیگر در یک شبکه 4G/5G تحویل داده می‌شود، کدام عنصر شبکه تصمیم می‌گیرد که این انتقال را آغاز کند؟ کدام عنصر شبکه ایستگاه پایه هدفی را که دستگاه تلفن همراه به آن تحویل داده می‌شود انتخاب می‌کند؟

در شبکه‌های 4G/5G، تصمیمات حواله (Handover Decisions) به مسئولیت عناصر مدیریت مسیر (Path Management) می‌افتد. به طور کلی: تصمیم به شروع حواله:

این تصمیم توسط عناصر مدیریت مسیر یا دستگاه‌های مختص به مدیریت حواله (Handover Management) گرفته می‌شود.

این عناصر بر اساس پارامترهایی مانند قدرت سیگنال، کیفیت ارتباط، و سرعت حرکت دستگاه همراه تصمیم به شروع حواله می‌کنند.

انتخاب ایستگاه پایه مقصد:

پس از تصمیم به شروع حواله، عناصر مدیریت مسیر باید ایستگاه پایه مقصد را انتخاب کنند.

این انتخاب بر اساس فاصله به ایستگاه پایه مقصد، نیاز به ظرفیت، و شرایط کیفیت ارتباط با ایستگاه‌های پایه ممکن است.

R29. توضیح دهید که چگونه و چه زمانی مسیر ارسال دیتاگرام‌هایی که وارد شبکه بازدید شده می‌شوند و به

دستگاه تلفن همراه ارسال می‌شوند، قبل، حین و پس از تحویل تغییر می‌کند.

در طول فرآیند حواله (Handover)، مسیر انتقال دیتاگرام‌ها تا دستگاه همراه تغییر می‌کند. این تغییرات ممکن است در مراحل مختلف حواله اتفاق بیافتد: قبل از حواله:

در این مرحله، دیتاگرام‌ها به صورت مستقیم به ایستگاه پایه متصل شده و از طریق مسیر انتقال معمولی به دستگاه همراه ارسال می‌شوند.

در حین حواله:

هنگامی که دستگاه همراه در حال حواله است، ممکن است یک مسیر انتقال از ایستگاه پایه مبدأ به ایستگاه پایه مقصد ایجاد شود.

این مسیر ممکن است از راه‌های مستقیم یا غیرمستقیم (استفاده از تونل) برای انتقال دیتاگرام‌ها استفاده کند.

پس از حواله:

پس از اتمام حواله، مسیر انتقال ممکن است به حالت معمولی بازگردد، و دیتاگرام‌ها به صورت مستقیم از ایستگاه پایه مقصد به دستگاه همراه ارسال شوند.

R30. عناصر زیر از معماری IP موبایل را در نظر بگیرید: شبکه خانگی، آدرس IP دائمی شبکه خارجی، عامل

اصلی، عامل خارجی، ارسال هواپیمای داده، نقطه دسترسی (AP) و WLAN در لبه شبکه. نزدیکترین عناصر معادل

در معماری شبکه سلولی 4G/5G کدامند؟

شبکه خانگی (Home Network):

معماری سلولی 4G/5G: مفهوم معادل در این شبکه‌ها ممکن است به مفهوم "Core Network" یا "Evolved Packet Core (EPC)" اطلاق شود.

آدرس IP دائمی شبکه خارجی (Foreign Network Permanent IP Address):

معماری سلولی 4G/5G: این مفهوم در این شبکه‌ها به آدرس IP دائمی مرکز خدمات یا "Public IP" متصل به اینترنت اشاره دارد.

عامل خانگی (Home Agent):

معماری سلولی 4G/5G: مفهوم معادل ممکن است به گره ایستگاه اصلی (Main Base Station) یا "Home eNB (eNodeB)" در 4G و "NG-RAN Node" در 5G اشاره کند.

عامل خارجی (Foreign Agent):

معماری سلولی 4G/5G: معمولاً هیچ مفهوم مستقیمی برابر با عامل خارجی در این شبکه‌ها وجود ندارد، زیرا در 4G/5G بیشتر از مدل "Macro" برای پوشش استفاده می‌شود.

انتقال دیتا در لایه داده (Data Plane Forwarding):

معماری سلولی 4G/5G: این مفهوم معمولاً به توانایی ارسال داده‌ها از گره‌های اصلی به دستگاه همراه و بالعکس اشاره دارد.

نقطه دسترسی (Access Point - AP):

معماری سلولی 4G/5G: مفهوم معادل ممکن است به گره ایستگاه (eNodeB) در 4G و نقاط دسترسی (gNB - gNodeB) در 5G اشاره داشته باشد.

شبکه‌های بی‌سیم در لبه شبکه (WLANs at the Network Edge):

معماری سلولی 4G/5G: مفهوم معادل ممکن است به "Wireless Local Area Networks (WLANs)" در محدوده محلی یا "Local Area Networks (LANs)" اشاره داشته باشد.

بخش ۷.۷

R31. سه رویکردی که می‌توان برای جلوگیری از داشتن یک پیوند بی‌سیم واحد که باعث کاهش عملکرد یک

اتصال TCP لایه انتقال انتها به انتها می‌شود، مورد استفاده قرار گیرد؟

رویکرد اتصال به اتصال (End-to-End):

این رویکرد در این حالت از تکنیک‌هایی مانند تعدیل و تنظیم توسط انتها به انتها استفاده می‌کند. این بدان معناست که هر دو انتها به تنهایی تلاش می‌کنند عملکرد TCP را بهبود بخشند.

تقسیم اتصال (Connection Splitting):

این رویکرد با تقسیم اتصال انتها به انتها بین یک گره باسیم و یک گره همراه، امکان ارسال داده‌ها به صورت مجزا در هر لینک را فراهم می‌کند. این امر از طریق مرز سیمی-بی‌سیم اتفاق می‌افتد.

استفاده از پروتکل‌های بهینه‌سازی (Optimization Protocols):

استفاده از پروتکل‌هایی که به طور خاص برای انتقال داده‌ها در شبکه‌های بی‌سیم بهینه شده‌اند. این پروتکل‌ها ممکن است تغییرات در روند ارسال داده‌ها را بر اساس ویژگی‌های شبکه بی‌سیم اعمال کنند.

چالش ها و مسائل

P1. مثال CDMA تک فرستنده در شکل ۷.۵ را در نظر بگیرید. اگر کد CDMA فرستنده $(1, 1, 1, -1, 1, -1, 1, -1)$ -

$(1, -1, 1)$ باشد، خروجی فرستنده (برای ۲ بیت داده نشان داده شده) چه خواهد بود؟

برای محاسبه خروجی CDMA فرستنده با استفاده از کد CDMA $(1, 1, 1, -1, 1, -1, 1, -1)$ -

$(1, -1)$ به شکل زیر است:

ابتدا بیت‌های داده $(1, -1)$ را با کد CDMA متناظر ضرب می‌کنیم:

خروجی برای بیت اول:

$$1 = (1 * 1) + (1 * -1) + (1 * -1) + (1 * 1) + (1 * 1) + (1 * -1) + (1 * 1) + (1 * -1)$$

خروجی برای بیت دوم:

$$1 = (1 * 1) + (1 * -1) + (1 * -1) + (1 * 1) + (1 * 1) + (1 * -1) + (1 * 1) + (1 * -1)$$

بنابراین، خروجی فرستنده برای دو بیت داده $(1, -1)$ با کد CDMA $(1, 1, 1, -1, 1, -1, 1, -1)$ -

$(1, -1)$ به ترتیب برابر با $(1, 1)$ است.

P2. فرستنده ۲ را در شکل ۷.۶ در نظر بگیرید. خروجی فرستنده به کانال (قبل از اینکه به سیگنال فرستنده ۱

اضافه شود)، $Z_{i,m}^2$ چیست ؟

خروجی فرستنده ۲ به کانال، مشخصه‌ای است که پیش از افزودن شدن به سیگنال فرستنده ۱ به وجود می‌آید. این مشخصه با نماد $Z_{i,m}$ نمایش داده می‌شود. برای دقت بیشتر و مشخصه‌های دقیق‌تر، جزئیات فنی مورد نیاز برای محاسبه این مشخصه باید از منابع اصلی به دست آید. اطلاعات لازم ممکن است در شکل ۷.۶ یا متن مرتبط با آن در دسترس باشد.

P3. پس از انتخاب AP که با آن ارتباط برقرار می‌شود، یک میزبان بی سیم یک فریم درخواست ارتباط را به

AP ارسال می‌کند و AP با یک قاب پاسخ انجمن پاسخ می‌دهد. هنگامی که با یک AP مرتبط شود، میزبان می

خواهد به زیرشبکه (در مفهوم آدرس دهی IP در بخش ۴.۴.۲) که AP به آن تعلق دارد، بپیوندد. بعد میزبان چه

کاری انجام می‌دهد؟

پس از انجام ارتباط با AP و تایید این اتصال توسط Association Response، میزبان به

منظور پیوستن به زیرشبکه (subnet) محلی، یک درخواست DHCP (Dynamic Host

Configuration Protocol) ارسال می‌کند. این درخواست به منظور دریافت یک آدرس IP و سایر تنظیمات شبکه از سرور DHCP می‌باشد.

P4. اگر دو فرستنده CDMA دارای کدهای (۱، ۱، ۱، ۱، ۱، ۱، ۱، ۱) و (۱، -۱، -۱، -۱، -۱، -۱، -۱، -۱) باشند.

گیرنده ها می توانند داده ها را به درستی رمزگشایی کنند؟ توجیه.

P5. فرض کنید دو ISP وجود دارد که دسترسی WiFi را در یک کافه خاص فراهم می‌کند، با هر ISP که AP خود را دارد و بلوک آدرس IP خود را دارد.

آ. علاوه بر این، فرض کنید که به طور تصادفی، هر AP ISP خود را برای عملکرد در کانال ۱۱ پیکربندی کرده است. آیا پروتکل ۸۰۲.۱۱ در این شرایط به طور کامل خراب می‌شود؟ در مورد اینکه چه اتفاقی می‌افتد زمانی که دو ایستگاه که هر کدام با یک ISP متفاوت مرتبط هستند، به طور همزمان اقدام به ارسال می‌کنند، چه اتفاقی می‌افتد.

ب. حال فرض کنید که یک AP روی کانال ۱ و دیگری روی کانال ۱۱ کار می‌کند. پاسخ‌های شما چگونه تغییر می‌کنند؟

الف. اگر هر دو AP ISP خود را بر روی کانال ۱۱ پیکربندی کرده باشند، این ممکن است به اختلال در انتقال داده‌ها منجر شود. زیرا اگر دو ایستگاه، هر کدام به یک ISP متصل، همزمان سعی کنند داده ارسال کنند، تداخل ایجاد می‌شود و کارایی شبکه کاهش می‌یابد. این ممکن است منجر به اشکال در ارتباطات بی‌سیم شود ولی پروتکل ۸۰۲.۱۱ به طور کلی کاملاً اختلال نمی‌شود.

ب. اگر هر AP ISP خود را بر روی کانال‌های مختلف (۱ و ۱۱) پیکربندی کند، تداخل کمتری اتفاق می‌افتد. در این حالت، ایستگاه‌های متصل به هر ISP می‌توانند همزمان داده ارسال کنند بدون اینکه تداخل زیادی ایجاد شود. این بهبود کارایی شبکه را ایجاد می‌کند.

P6. در مرحله ۴ پروتکل CSMA/CA، ایستگاهی که با موفقیت یک فریم را ارسال می‌کند، پروتکل CSMA/CA

را برای فریم دوم در مرحله ۲ و نه در مرحله ۱ آغاز می‌کند. طراحان CSMA/CA چه منطقی ممکن است در ذهن داشته باشند. با داشتن چنین ایستگاهی فریم دوم را فوراً ارسال نمی‌کند (اگر کانال بیکار احساس شود)؟

این تصمیم به منظور کاهش احتمال برخورد (Collision) اضافی گرفته شده است. با این که کانال خالی احساس شده است، اما انتظار می‌رود که دیگر ایستگاه‌ها هم ممکن است در همان لحظه داده ارسال کنند. با تاخیر کردن شروع فرایند CSMA/CA برای ارسال فریم دوم تا یک لحظه دیگر (مرحله ۲ به جای مرحله ۱)، این ایستگاه اجازه می‌دهد که

اگر ایستگاه دیگری هم به همان زمان تصمیم به ارسال بگیرد، برخورد جلوگیری شود. این کار باعث افزایش کارایی و کاهش احتمال برخورد غیرضروری می‌شود.

P7. فرض کنید یک ایستگاه ۸۰۲.۱۱ بیکربندی شده است تا همیشه کانال را با دنباله RTS/CTS رزرو کند. فرض کنید این ایستگاه به طور ناگهانی می‌خواهد ۱۰۰۰ بایت داده ارسال کند و تمام ایستگاه‌های دیگر در این زمان بیکار هستند. نرخ انتقال ۱۰ مگابیت بر ثانیه را در نظر بگیرید. زمان لازم برای ارسال فریم و دریافت تصدیق را به عنوان تابعی از SIFS و DIFS محاسبه کنید، با نادیده گرفتن تاخیر انتشار و با فرض عدم وجود خطای بیت.

برای محاسبه زمان مورد نیاز به فریم ارسالی و دریافت تأییدیه، از فرمول زیر استفاده می‌شود:

برای محاسبه زمان مورد نیاز به فریم ارسالی و دریافت تأییدیه، از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$T = t_{\text{transmit}} + t_{\text{SIFS}} + t_{\text{ack}} + t_{\text{DIFS}}$$

که:

- t_{transmit} : زمان لازم برای انتقال فریم
- t_{SIFS} : برای جلوگیری از برخورد DIFS زمان کمتر از
- t_{ack} : زمان لازم برای دریافت تأییدیه
- t_{DIFS} : زمان بین انتهای ارسال فریم و شروع ارسال تأییدیه

فرمول زمان انتقال فریم:

$$t_{\text{transmit}} = \frac{\text{Frame Size}}{\text{Transmission Rate}}$$

SIFS فرمول زمان:

$$t_{\text{SIFS}} = \text{SIFS}$$

فرمول زمان دریافت تأییدیه:

$$t_{\text{ack}} = \frac{\text{ACK Size}}{\text{Transmission Rate}}$$

DIFS فرمول زمان:

$$t_{\text{DIFS}} = \text{DIFS}$$

حالا با جایگذاری مقادیر و حل این فرمول‌ها، می‌توان زمان مورد نیاز را به دست آورد.

P8. سناریوی نشان داده شده در شکل ۷.۳۱ را در نظر بگیرید که در آن چهار گره بی‌سیم A، B، C و D وجود دارد. پوشش رادیویی چهار گره از طریق بیضی‌های سایه دار نشان داده شده است. همه گره‌ها فرکانس یکسانی دارند. هنگامی که A ارسال می‌کند، فقط می‌تواند توسط B شنید/دریافت شود. وقتی B ارسال می‌کند، A و C می‌توانند از B بشنوند/دریافت کنند. وقتی C ارسال می‌کند، B و D می‌توانند از C بشنوند/دریافت کنند. وقتی D ارسال می‌کند، فقط C می‌تواند از D بشنود/دریافت کند.

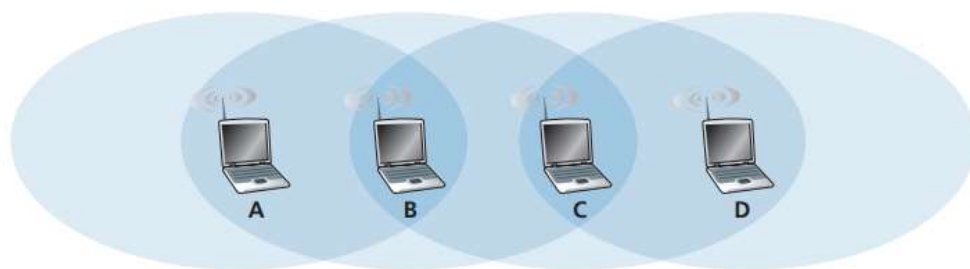


Figure 7.31 ♦ Scenario for problem P8

اکنون فرض کنید هر گره دارای منبع بی نهایت پیام است که می خواهد به هر یک از گره های دیگر ارسال کند. اگر مقصد یک پیام، همسایه فوری نباشد، پیام باید ارسال شود. به عنوان مثال، اگر A بخواهد به D ارسال کند، ابتدا باید یک پیام از A برای B ارسال شود، سپس پیام را به C می فرستد، سپس پیام را به D می فرستد. زمان شکاف است، با زمان ارسال پیام دقیقاً یک زمان. شکاف زمانی، به عنوان مثال، مانند در شکاف Aloha. در طول یک شکاف، یک گره می تواند یکی از موارد زیر را انجام دهد: (i) پیامی ارسال کند، (ب) پیامی را دریافت کند (اگر دقیقاً یک پیام برای آن ارسال شود)، (iii) ساکت بماند. مانند همیشه، اگر یک گره دو یا چند ارسال همزمان را بشنود، یک برخورد رخ می دهد و هیچ یک از پیام های ارسالی با موفقیت دریافت نمی شود. در اینجا می توانید فرض کنید که هیچ خطایی در سطح بیت وجود ندارد و بنابراین اگر دقیقاً یک پیام ارسال شود، توسط کسانی که در شعاع ارسال فرستنده هستند به درستی دریافت می شود.

آ. حال فرض کنید یک کنترل کننده دانای کل (یعنی کنترل کننده ای که از وضعیت هر گره در شبکه اطلاع دارد) می تواند به هر گره دستور دهد هر کاری را که می خواهد (کنترل کننده دانای کل) انجام دهد، یعنی پیامی ارسال کند، پیامی را دریافت کند. یا ساکت ماندن با توجه به این کنترل کننده دانای کل، با توجه به اینکه هیچ پیام دیگری بین هیچ جفت منبع/مقصد دیگری وجود ندارد، حداکثر سرعتی که یک پیام داده را می توان از C به A منتقل کرد چقدر است؟

ب اکنون فرض کنید که A پیام ها را به B می فرستد و D پیام هایی را به C ارسال می کند. حداکثر سرعت ترکیبی که در آن پیام های داده می توانند از A به B و از D به C جریان پیدا کنند چقدر است؟

ج اکنون فرض کنید که A پیام ها را به B می فرستد و C پیام هایی را برای D ارسال می کند. حداکثر سرعت ترکیبی که در آن پیام های داده می توانند از A به B و از C به D منتقل شوند چقدر است؟

د اکنون فرض کنید که لینک های بی سیم با لینک های سیمی جایگزین شده اند. سوالات (الف) تا (ج) را دوباره در این سناریوی سیمی تکرار کنید.

ه. اکنون فرض کنید که ما دوباره در سناریوی بی سیم هستیم و برای هر پیام داده ای که از منبع به مقصد ارسال می شود، مقصد یک پیام ACK را به منبع ارسال می کند (مثلاً مانند TCP). همچنین فرض کنید که هر پیام ACK یک اسلات را اشغال کند. سوالات (a)-(c) بالا را برای این سناریو تکرار کنید.

الف) با فرض یک کنترل کننده هوشمند، چه میزان بیشینه می تواند نرخ انتقال پیام داده از C به A باشد؟

با وجود یک کنترل کننده هوشمند که وضعیت هر گره را می داند، می تواند از بهینه سازی ارسال و دریافت پیام ها برای حداکثر نرخ انتقال بهره برداری کرد. بنابراین، میزان بیشینه انتقال داده از C به A توسط کنترل کننده هوشمند بستگی به الگوریتم بهینه سازی ارسال و دریافت دارد.

ب) در صورتی که A به B و B به C پیام ارسال کنند، چه نرخ بیشینه ای برای انتقال داده از A به B و از D به C وجود دارد؟

در این حالت، میزان بیشینه انتقال داده به ترکیبی از نرخ انتقال از A به B و از D به C وابسته است. کنترل کننده هوشمند می تواند وظایف ارسال و دریافت را بهینه سازی کند تا نرخ بیشینه حاصل شود.

ج) اگر A پیام به B و C پیام به D ارسال کنند، چه نرخ بیشینه ای برای انتقال داده از A به B و از C به D وجود دارد؟

با استفاده از کنترل کننده هوشمند، نرخ بیشینه انتقال داده بهینه سازی می شود. نرخ بیشینه در این حالت نیز به الگوریتم بهینه سازی کنترل کننده هوشمند وابسته است. د) در صورت جایگزینی ارتباطات بی سیم با ارتباطات سیمی، سوالات (الف) تا (ج) را تکرار کنید.

در حالت ارتباطات سیمی، به علت عدم وجود تداخل های بی سیم، احتمال تداخل به حداقل می رسد و انتقال داده می تواند بهینه تر باشد. بنابراین، نرخ انتقال داده بیشینه ممکن است افزایش یابد.

ه) در حالت مجدداً بی سیم و با ارسال پیام تأیید (ACK) از مقصد به منبع، چه تأثیری بر نرخ انتقال دارد؟

در این حالت با ارسال پیام های تأیید، نرخ انتقال داده کاهش می یابد زیرا هر ACK یک اسلات زمانی را اشغال می کند. تعداد ACK ها به تعداد ارسال ها افزوده می شود و این ممکن است باعث کاهش نرخ انتقال گردد.

P9. برق یک منبع گرانبها در دستگاه های تلفن همراه است و بنابراین استاندارد ۸۰۲.۱۱ قابلیت های مدیریت انرژی را فراهم می کند که به گره های ۸۰۲.۱۱ اجازه می دهد تا مدت زمانی را که عملکردهای حس، انتقال و دریافت و سایر مدارها باید «روشن» باشند، به حداقل برسانند. در ۸۰۲.۱۱، یک گره قادر است به طور واضح بین حالت خواب

و بیداری متناوب کند. به طور خلاصه توضیح دهید که چگونه یک گره با AP برای انجام مدیریت توان ارتباط برقرار می کند.

مدیریت انرژی در استاندارد ۸۰۲.۱۱

۸۰۲.۱۱ استاندارد مدیریت انرژی ارائه می دهد که به گره های ۸۰۲.۱۱ این امکان را می دهد که حداقل زمانی که عملکردهای حس کردن، ارسال، و دریافت و سایر مدارات آن ها باید "روشن" باشند، را به حداقل برسانند. در ۸۰۲.۱۱، یک گره قادر است به صورت صریح بین حالت های خواب و بیداری جابجا شود.

برای انجام مدیریت انرژی، گره به AP اعلام می کند که می خواهد به حالت خواب بروند. این اعلان به وسیله یک فرآیند مختص به مدیریت انرژی انجام می شود.

زمانی که گره در حالت بیدار است و می خواهد به حالت خواب برود، ابتدا به AP اعلام می کند که تمایل دارد به حالت خواب برود. سپس، AP به گره یک دستور (PS-Poll frame) می فرستد که نشان دهنده این است که AP برای گره داده آماده است. در پاسخ به این دستور، گره می تواند اطلاعات خود را به AP ارسال کند. سپس، AP ممکن است به گره اجازه بدهد به حالت خواب بروید.

در صورتی که AP به گره اجازه دهد به حالت خواب بروید، گره به حالت خواب می رود و انرژی مصرفی آن کاهش می یابد. وقتی که گره می خواهد به حالت بیداری بازگردد، این فرآیند بازترکیبی از ارسال و دریافت پیام ها با استفاده از سیگنال های تعیین شده در استاندارد ۸۰۲.۱۱ صورت می گیرد.

استفاده از این قابلیت ها در استاندارد ۸۰۲.۱۱ به گره ها این امکان را می دهد که از باتری های خود به بهترین شکل ممکن استفاده کنند و مصرف انرژی خود را به حداقل برسانند.

P10. سناریوی ایده آل LTE زیر را در نظر بگیرید. کانال پایین دست (شکل ۷.۲۲ را ببینید) در زمان، در فرکانس های F شکاف دارد. چهار گره A، B، C و D وجود دارد که از ایستگاه پایه به ترتیب با سرعت ۱۰ مگابیت در ثانیه، ۵ مگابیت در ثانیه، ۲.۵ مگابیت در ثانیه و ۱ مگابیت در ثانیه در کانال پایین دست قابل دسترسی هستند. این نرخ ها فرض می کنند که ایستگاه پایه از تمام اسلات های زمانی موجود در تمام فرکانس های F برای ارسال فقط به یک ایستگاه استفاده می کند. ایستگاه پایه دارای تعداد نامتناهی داده برای ارسال به هر یک از گره ها است و می تواند با استفاده از هر یک از فرکانس های F در هر شکاف زمانی در فریم پایین دست به هر یک از این چهار گره ارسال کند.

آ. حداکثر سرعتی که ایستگاه پایه می تواند به گره ها ارسال کند، با فرض اینکه می تواند در طول هر شکاف زمانی به هر گره ای که انتخاب می کند ارسال کند، چقدر است؟ آیا راه حل شما منصفانه است؟ منظورتان از «عادلانه» را توضیح دهید و تعریف کنید.

ب اگر یک شرط انصاف وجود داشته باشد که هر گره باید مقدار مساوی داده را در طول هر بازه یک ثانیه دریافت کند، میانگین نرخ انتقال توسط ایستگاه پایه (به همه گره ها) در طول فریم فرعی پایین دست چقدر است؟ توضیح دهید که چگونه به پاسخ خود رسیده اید.

ج فرض کنید که معیار انصاف این است که هر گره می تواند حداکثر دو برابر هر گره دیگری در طول فریم فرعی، داده دریافت کند. میانگین نرخ انتقال توسط ایستگاه پایه (به همه گره ها) در طول زیر فریم چقدر است؟ توضیح دهید که چگونه به پاسخ خود رسیده اید.

سناریوی LTE ایده آل

الف

در صورتی که ایستگاه اصلی (Base Station) بتواند در هر time slot به هر یک از گره ها اطلاعات ارسال کند، حداکثر نرخ ارسال به گره ها برابر با جمع حداکثر نرخ های هر گره خواهد بود. در این حالت، ایستگاه اصلی می تواند به گره A با 10 Mbps، به گره B با 5 Mbps، به گره C با 2.5 Mbps و به گره D با 1 Mbps اطلاعات ارسال کند.

این حالت به طور کلی منصفانه نیست، زیرا گره ها با نرخ های مختلف به اطلاعات دسترسی دارند. اصطلاح "منصفانه" به معنای ارائه فرصت برابر به همه گره ها است.

ب

اگر نیاز به انصاف و تضمین دریافت مساوی برای هر گره در هر دوره یک ثانیه وجود داشته باشد، میانگین نرخ ارسال توسط ایستگاه اصلی معادل با مجموع نرخ های هر گره تقسیم بر تعداد گره ها خواهد بود. در اینجا:

$$\text{Average Rate} = \frac{10 \text{ Mbps} + 5 \text{ Mbps} + 2.5 \text{ Mbps} + 1 \text{ Mbps}}{4}$$

ج

اگر معیار انصاف این باشد که هر گره حداکثر دو برابر حجم داده از هر گره دیگر دریافت کند، می توانیم محدودیت هایی را در نظر بگیریم. در اینجا، ایستگاه اصلی باید به گره A بیشترین حجم داده را ارسال کند. بر اساس این معیار:

$$\text{Rate to A} = 2 \times \text{Rate to B} = 4 \times \text{Rate to C} = 10 \times \text{Rate to D}$$

بر اساس این معیار، میانگین نرخ ارسال به همه گره‌ها معادل با:

$$\text{Average Rate} = \frac{\text{Rate to A} + \text{Rate to B} + \text{Rate to C} + \text{Rate to D}}{4}$$

P11. در بخش ۷.۵، یک راه حل پیشنهادی که به کاربران تلفن همراه اجازه می‌داد آدرس‌های IP خود را در حین جابجایی در بین شبکه‌های خارجی حفظ کنند، این بود که یک شبکه خارجی مسیر بسیار خاصی را برای کاربر تلفن همراه تبلیغ کند و از زیرساخت مسیریابی موجود برای انتشار این اطلاعات در سراسر شبکه استفاده کند. ما مقیاس‌پذیری را به عنوان یکی از نگرانی‌ها شناسایی کردیم. فرض کنید وقتی یک کاربر تلفن همراه از یک شبکه به شبکه دیگر منتقل می‌شود، شبکه خارجی جدید یک مسیر مشخص را برای کاربر تلفن همراه تبلیغ می‌کند و شبکه خارجی قدیمی مسیر خود را پس می‌گیرد. در نظر بگیرید که چگونه اطلاعات مسیریابی در یک الگوریتم برداری فاصله منتشر می‌شود (به ویژه در مورد مسیریابی بین دامنه‌ای در بین شبکه‌هایی که در سراسر جهان هستند).

آ. آیا سایر روترها می‌توانند به محض اینکه شبکه خارجی تبلیغات مسیر خود را آغاز کرد، دیتاگرام‌ها را بلافاصله به شبکه خارجی جدید هدایت کنند؟

ب. آیا روترهای مختلف می‌توانند باور کنند که شبکه‌های خارجی مختلف حاوی کاربر موبایل هستند؟

ج. در مورد محدوده زمانی بحث کنید که مسیریاب‌های دیگر در شبکه در نهایت مسیر دسترسی به کاربران تلفن همراه را یاد می‌گیرند.

a. آیا مسیریاب‌های دیگر می‌توانند فوراً بسته‌های داده را به شبکه خارجی جدید مسپردگی کنند؟

بله، مسیریاب‌های دیگر می‌توانند فوراً بسته‌ها را به شبکه خارجی جدید مسپردگی کنند، زیرا اطلاعات مسیریابی به‌روز شده توسط شبکه خارجی جدید به سرعت در شبکه منتشر می‌شود

b. آیا امکان دارد مسیریاب‌های مختلف باور داشته باشند که شبکه‌های خارجی مختلف حاوی کاربر موبایل هستند؟

بله، این امکان وجود دارد، زیرا در الگوریتم بردار فاصله، مسیریاب‌ها فقط از اطلاعات مسیریابی خود باخبر هستند و ممکن است هر یک به دلایل مختلف به اطلاعات مسیریابی متفاوتی دسترسی داشته باشند

c. بازه زمانی که سایر مسیریاب‌ها در شبکه مسیر به کاربران موبایل را در نهایت یاد می‌گیرند چگونه است؟

زمانی که یک کاربر به یک شبکه جدید منتقل می‌شود، زمانی لازم است تا مسیر یاب‌های دیگر در شبکه اطلاعات مسیریابی به‌روز شده را دریافت کنند. این زمان ممکن است متغیر باشد و به عواملی مانند فاصله فیزیکی و تنظیمات الگوریتم مسیریابی بستگی داشته باشد

P12. در شبکه‌های 4G/5G، انتقال داده چه تأثیری بر تأخیرهای سرتاسر دیتاگرام‌ها بین مبدا و مقصد خواهد

داشت؟

در شبکه‌های 4G/5G، با انتقال یک دستگاه از یک سلول به سلول دیگر (handoff)، تأخیر انتقال داده‌ها از منبع به مقصد ممکن است افزایش یابد. علت این افزایش تأخیر به مسأله انتقال اتصال از یک نقطه به نقطه دیگر، از جمله تعویض اتصال از سلول فعلی به سلول جدید، مربوط می‌شود. در زمان انتقال، دستگاه ممکن است از اتصال به یک سلول به دیگری منتقل شود، و این تغییر سلول می‌تواند تأخیر افزوده به انتقال داده‌ها اضافه کند. این تأخیر اضافی معمولاً به دلیل محدودیت‌های مرتبط با تعویض سلول و پروتکل‌های مربوط به handoff در شبکه‌های 4G/5G ایجاد می‌شود.

P13. دستگاه تلفن همراهی را در نظر بگیرید که روشن می‌شود و به یک شبکه A بازدید شده LTE متصل می‌شود، و فرض کنید که مسیریابی غیرمستقیم به دستگاه تلفن همراه از شبکه خانگی H در حال استفاده است. متعاقباً، در حین رومینگ، دستگاه از محدوده شبکه بازدید شده A خارج می‌شود و به محدوده شبکه B بازدید شده LTE منتقل می‌شود. شما یک فرآیند تحویل را از یک ایستگاه پایه BS.A در شبکه بازدید شده A به یک ایستگاه پایه BS.B طراحی خواهید کرد. در شبکه بازدید شده B، مجموعه مراحلی را که باید برداشته شوند، ترسیم کنید، و مراقب باشید که عناصر شبکه درگیر (و شبکه‌هایی که به آنها تعلق دارند) را شناسایی کنید تا این واگذاری انجام شود. فرض کنید که پس از تحویل، تونل از شبکه خانگی به شبکه بازدید شده به بازدید از شبکه B ختم می‌شود. دستگاه همراه از شبکه بازدید شده A خارج می‌شود و از شبکه بازدید شده B وارد می‌شود. دستگاه همراه با شبکه بازدید شده B ارتباط برقرار می‌کند و از ایستگاه پایه BS.B خدمات دریافت می‌کند. ایستگاه پایه BS.A از اتصال با دستگاه همراه قطع شده و اطلاعات مربوط به اتصال به شبکه بازدید شده B به دستگاه همراه ارسال می‌شود. دستگاه همراه با اطلاعات دریافتی، اتصال خود را به شبکه بازدید شده B تأیید می‌کند و ارتباط با شبکه بازدید شده A قطع می‌شود. پس از تأیید اتصال، تونل ایجاد شده از شبکه خانگی به شبکه بازدید شده در شبکه بازدید شده B پایان می‌پذیرد.

P14. دوباره سناریوی مشکل P13 را در نظر بگیرید. اما اکنون فرض کنید که تونل از شبکه خانگی H تا شبکه بازدید شده A همچنان استفاده خواهد شد. یعنی شبکه A بازدید شده به عنوان یک نقطه لنگر پس از انتقال عمل خواهد کرد. (به غیر از: این در واقع فرآیندی است که برای مسیریابی تماس‌های صوتی سوئیچ مدار به یک تلفن همراه رومینگ در شبکه‌های GSM 2G استفاده می‌شود). در این مورد، تونل(های) اضافی باید برای دسترسی به دستگاه تلفن همراه ساکن آن ساخته شود. شبکه B. یک بار دیگر، مجموعه مراحل را که باید برداشته شوند، ترسیم کنید، و مراقب باشید که عناصر شبکه درگیر (و شبکه‌هایی که به آنها تعلق دارند) را شناسایی کنید تا این واگذاری انجام شود.

یک مزیت و یک معایب این رویکرد نسبت به رویکردی که در راه حل شما برای مشکل P13 اتخاذ شده است چیست؟

دستگاه همراه از دامنه شبکه بازدید شده A خارج می‌شود و وارد دامنه شبکه بازدید شده B می‌شود.

دستگاه همراه با شبکه بازدید شده B ارتباط برقرار می‌کند و از ایستگاه پایه BS.B خدمات دریافت می‌کند.

تونل از شبکه خانگی به شبکه بازدید شده A ادامه پیدا می‌کند و اطلاعات مرتبط با اتصال به شبکه بازدید شده B به دستگاه همراه ارسال می‌شود.

دستگاه همراه با اطلاعات دریافتی، اتصال خود را به شبکه بازدید شده B تأیید می‌کند و ارتباط با شبکه بازدید شده A قطع می‌شود.

پس از تأیید اتصال، تونل ایجاد شده از شبکه خانگی به شبکه بازدید شده در شبکه بازدید شده B پایان می‌پذیرد.

مزیت:

استفاده از نقطه مهماندار (Anchor Point): این روش از نقطه مهماندار در شبکه بازدید شده A استفاده می‌کند که می‌تواند به مدیریت بهتر اتصالات و کاهش نیاز به ساخت تونل‌های اضافی منجر شود.

معایب:

زمان تأخیر افزوده شده: استفاده از تونل‌های اضافی ممکن است زمان تأخیر افزوده شده را به دلیل ارسال اطلاعات از شبکه بازدید شده A به شبکه بازدید شده B ایجاد کند.