دانشگاه یزد

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

گروه مخابرات

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی برق و مخابرات

تخصیص بهینه منابع در شبکه‌های توری بی سیم

استاد راهنما : دکتر قاسم میر جلیلی

استاد مشاور : دکتر جمشید ابویی

پژوهش و نگارش : وجیهه فرهادی

زمستان ۱۳۹۱

چکیده

در سال‌های اخیر، شبکه‌های توری بی سیم به عنوان معماری جدیدی از شبکه‌های بی سیم که قادر به گسترش ناحیه‌ی تحت پوشش و افزایش ظرفیت شبکه‌های بی سیم هستند، بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. در شبکه‌های توری بی سیم، مسیریاب‌های بی سیم جایگزین ستون فقرات سیمی شبکه‌ها می‌شوند، بنابراین بایستی قادر به تضمین کیفیت خدمات مشابه با ستون فقرات سیمی باشند؛ لذا در این شبکه‌ها، به منظور تأمین کیفیت خدمات برای جریان‌های ترافیکی، تخصیص منابع رادیویی باید به صورت بهینه باشد.

به طور کلی به علت وابستگی مسائلی همچون زمان بندی، تخصیص کانال و مسیریابی، امکان ارائه الگوریتمی که بتواند تخصیص منابع را بدون در نظر گرفتن توأم این مسائل به خوبی انجام دهد، وجود ندارد.

در این شبکه‌ها، علاوه بر در نظر گرفتن امکاناتی همچون کنترل توان و کنترل نرخ ارسال که کمک شایانی به بالا رفتن ظرفیت شبکه می‌کند؛ با رعایت مسائلی همچون ایجاد عدالت و همچنین برقراری تعادل بار بر روی گره‌های شبکه، می‌توان تخصیص منابع بهتری در شبکه داشت. علاوه بر این، استفاده از الگوریتم‌هایی که بر پایه ترافیک نامشخص کار می‌کنند، کارکرد شبکه را نسبت به تغییر درخواست‌های ترافیکی مقاوم‌تر می‌کند.

در این پایان نامه، تلاش بر این بوده است که در ابتدا، با در نظر گرفتن توأم مسائل زمان بندی، مسیریابی، تخصیص کانال، کنترل توان و کنترل نرخ ارسال با هدف حداکثر کردن ظرفیت شبکه، مدل مناسبی جهت بهینه سازی تخصیص منابع ارائه شود. حل مدل ارائه شده برای چند شبکه نمونه حکایت از بهبود قابل توجه ظرفیت شبکه، در صورت استفاده از روش‌هایی همچون کنترل توان و کنترل نرخ دارد. در ادامه، با لحاظ کردن معیارهای عدالت و توازن بار و با فرض نامشخص بودن پروفایل ترافیکی، مدل ارائه شده ارتقا داده می‌شود. نتایج شبیه سازی مدل جدید، بهبود قابل توجه عدالت و توازن بار در شبکه را نشان می‌دهد.

فهرست مطالب

چکیده .....

فهرست مطالب I

فهرست جدول‌ها IV

فهرست شکل‌ها V

فصل ۱ : معرفی شبکه توری بی سیم و تخصیص منابع در آن ۱

۱-۱: مقدمه ۲

۱-۱-۱ : معرفی شبکه توری بی سیم ۲

۱-۱-۲: معماری شبکه توری بی سیم ۵

۱-۲ : تخصیص منابع و مهندسی ترافیک ۶

۱-۲-۱ : زمان بندی در شبکه توری بی سیم ۷

۱-۲-۲ : تخصیص کانال در شبکه توری بی سیم ۹

۱-۲-۳ : مسیریابی در شبکه توری بی سیم ۱۲

۱-۲-۴ : ارتباط زمان بندی بخش‌های زمانی ، تخصیص کانال و مسیریابی ۱۷

۱-۳ : مروری بر سابقه تحقیق ۱۸

۱-۴ : آشنایی با مسئله بهینه سازی ۲۱

۱-۴-۱: نرم افزارهای بکار رفته در روند اجرای پایان نامه ۲۳

۱-۵ : هدف و ساختار پایان نامه ۲۳

فصل ۲ : تخصیص بهینه منابع با هدف حداکثر کردن ظرفیت ۲۵

۲-۱ : مقدمه ۲۶

۲-۲ : مدل سازی شبکه ۲۶

۲-۳ : فرموله کردن مسئله ۳۰

۲-۳-۱ : سناریو تک رادیویی - تک کاناله ۳۰

الف : توان ثابت- نرخ ارسال ثابت ۳۱
ب : کنترل توان- نرخ ارسال ثابت ۳۲
ج : کنترل توان - کنترل نرخ ارسال ۳۵
۲-۳-۲: سناریو چند رادیویی - چند کاناله ۳۷
۲-۴ : نتایج شبیه سازی و تحلیل آن‌ها ۳۹
۲-۴-۱ : شبکه مشبک ۴۰
الف : توان ثابت - نرخ ارسال ثابت ۴۱
ب : کنترل توان - نرخ ارسال ثابت ۴۵
ج : کنترل توان - کنترل نرخ ارسال ۴۸
۲-۴-۲ : شبکه تصادفی ۵۲
الف : معیارهای کارایی شبکه ۵۳
ب : نمودارها و تحلیل آن‌ها ۵۵
فصل ۳ : حداکثر کردن ظرفیت شبکه با لحاظ عدالت و توازن بار ۶۱
۳-۱ : مقدمه ۶۲
۳-۲ : عدالت و توازن بار بر روی گره‌های شبکه ۶۵
۳-۲-۱: تعریف حداکثر - حداقل ۶۷
۳-۲-۲: تعریف حداقل - حداکثر ۶۷
۳-۳ : حداکثر کردن ظرفیت با لحاظ عدالت ۶۷
۳-۳-۱ : عدالت کامل ۶۸
الف) فرموله کردن مسئله ۶۹
۳-۳-۲ : عدالت نسبی ۷۱
الف) فرموله کردن مسئله ۷۱
۳-۴ : تعادل بار بر روی گره توأم با عدالت ۷۲
۳-۴-۱ : تعادل بار توأم با عدالت کامل ۷۳
الف) فرموله کردن مسئله ۷۳

۳-۴-۲ : تعادل بار توأم با عدالت نسبی ۷۵
الف : فرمول سازی مسئله ۷۵
۳-۵ : نتایج شبیه سازی و تحلیل آن‌ها ۷۶
۳-۶ : بررسی رفع معایب الگوریتم‌های معرفی شده در فصل دوم ۸۲
فصل ۴ : نتیجه گیری و پیشنهادات ۸۴
۴-۱ : نتیجه گیری ۸۵
۴-۲ : پیشنهادات ۸۷
نمادهای بکار رفته ۸۸
مراجع ۹۱

فهرست جدول‌ها

جدول ۳-۱ : میزان درخواست ترافیکی اولیه ۶۳

جدول ۳-۲ : مسیریابی بر اساس ترافیک اولیه ۶۳

جدول ۳-۳ : میزان بار هر گره بر اساس ترافیک اولیه ۶۳

جدول ۳-۴ : درخواست‌های ترافیکی جدید ۶۴

جدول ۳-۵ : مسیریابی انجام شده بر اساس ترافیک جدید ۶۴

جدول ۳-۶ : میزان بار هر گره بر اساس ترافیک جدید ۶۴

جدول ۳-۷ : نتایج الگوریتم عدالت کامل به ازای α و β های مختلف ۷۷

جدول ۳-۸ : نتایج الگوریتم عدالت نسبی به ازای α و β های مختلف ۷۸

جدول ۳-۹ : نتایج الگوریتم تعادل بار بر روی گره، توأم با عدالت کامل به ازای مقادیر مختلف α و با فرض $\gamma = \beta$ ۷۹

جدول ۳-۱۰ : نتایج الگوریتم تعادل بار بر روی گره، توأم با عدالت نسبی به ازای مقادیر مختلف α و با فرض $\gamma = \beta$ ۸۱

جدول ۳-۱۱ : مسیریابی انجام شده بر اساس ترافیک جدید با الگوریتم بخش ۳-۴-۲-الف ۸۳

جدول ۳-۱۲ : میزان بار هر گره بر اساس ترافیک جدید با الگوریتم بخش ۳-۴-۲-الف ۸۳

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱ : (الف) انتزاع سطح بالا از شبکه سلولی،(ب) انتزاع سطح بالا از شبکه موردی بی سیم[۲]..... ۴

شکل ۱-۲ : توپولوژی شبکه توری بی سیم..... ۵

شکل ۱-۳ : تقسیم بندی روش‌های تخصیص کانال..... ۱۰

شکل ۲-۱ : نمای شماتیک شبکه مشبک ۳*۳ به همراه میزان تقاضاهای ترافیکی جفت گره‌های شبکه [۲۴].... ۴۱

شکل ۲-۲ : تعداد بخش‌های زمانی مورد نیاز در یک قاب زمانی برای سناریو تک رادیویی - تک کاناله برای شبکه تصادفی..... ۵۶

شکل ۲-۳ : تعداد بخش‌های زمانی مورد نیاز در یک قاب زمانی برای سناریو چند رادیویی - چند کاناله برای شبکه تصادفی..... ۵۶

شکل ۲-۴ : میزان تأخیر متوسط در سناریو تک رادیویی - تک کاناله برای شبکه تصادفی..... ۵۶

شکل ۲-۵ : میزان تأخیر متوسط در سناریو چند رادیویی - چند کاناله برای شبکه تصادفی..... ۵۷

شکل ۲-۶ : میزان ظرفیت برای شبکه تصادفی..... ۵۷

شکل ۲-۷ : واریانس میزان استفاده از گره برای شبکه تصادفی..... ۵۷

شکل ۲-۸ : واریانس میزان استفاده از پیوند برای شبکه تصادفی..... ۵۸

فصل ۱ :

معرفی شبکه توری بی سیم و تخصیص منابع در آن

۱-۱ : مقدمه

در این فصل به معرفی شبکه توری بی سیم[۱] پرداخته و شیوه‌های تخصیص منابع[۲] در آن بررسی می‌شوند.

۱-۱-۱ : معرفی شبکه توری بی سیم

شبکه‌های بی سیم کاربرد بسیاری دارند. سهولت و سرعت پیاده سازی آن‌ها، از مهم‌ترین مزیت این نوع شبکه‌ها است. با توجه به انتقال داده در محیط باز (از طریق هوا) و محدودیت‌های موجود از جمله پهنای باند محدود، انرژی محدود، دامنه‌ی ارسال محدود و غیره، در این نوع شبکه‌ها روش‌های کنترل ازدحام[۳]، تداخل[۴]، پروتکل‌های مسیریابی[۵]، روش‌های زمان بندی[۶] و تخصیص کانال[۷]، متفاوت با شبکه‌های سیمی می‌باشند.

در اینجا به معرفی شبکه‌های توری بی سیم که ترکیبی از شبکه‌های موردی[۸] و شبکه‌های سلولی[۹] هستند، می‌پردازیم. شبکه سلولی، همان طور که از اسمش پیداست، شبکه‌ای است حاوی تعداد زیادی سلول که در مرکز هر سلول یک ایستگاه پایه[۱۰] قرار دارد که امواج رادیویی را در محدوده‌ی تحت پوشش خودش ارسال می‌کند. کاربران[۱۱] واحدهای کوچکی هستند که پیچیدگی کمتری نسبت به ایستگاه پایه دارند. در جایی که یک کاربر در منطقه‌ی تحت پوشش یک ایستگاه

---

[۱] Wireless Mesh Network(WMN)
[۲] Resource assignment
[۳] Congestion
[۴] Interference
[۵] Routing
[۶] Scheduling
[۷] Channel assignment
[۸] Adhoc network
[۹] Cellular network
[۱۰] Base station
[11] Client

پایه قرار نمی‌گیرد، سلول همسایه، کاربر را تحت پوشش خودش قرار می‌دهد. از این طریق، یک ناحیه‌ی وسیع از طریق تقسیم بندی به تعداد زیادی سلول، تحت پوشش قرار می‌گیرد. مهم‌ترین مزیت این روش، پوشش پیوسته‌ی همه منطقه‌ی مورد نظر است. داده‌های کاربران از طریق نزدیک‌ترین ایستگاه پایه ارسال می‌شوند. در نتیجه انتقال داده‌ی چندگامه[۱] در محیط بی سیم اشتراکی وجود ندارد. پایانه‌های متحرک[۲]، مسئولیت بسیار کمی دارند و تمامی تصمیمات مهم مانند زمان ارسال هر پایانه، فرکانس ارسال، بخش زمانی، کد مورد استفاده، انرژی مورد نیاز و غیره به طور مرکزی در کنترل کننده‌ی شبکه، اتخاذ می‌شود [۱].

شکل (۱-۱-الف)، یک شبکه سلولی شامل تعداد زیادی کاربر با پایانه‌های متحرک، ایستگاه‌های پایه، و کنترل کننده‌ی مرکزی است که توسط خطوطی با سرعت بالا (سیمی یا بی سیم)، به یکدیگر یا دنیای بیرون متصل می‌شوند.

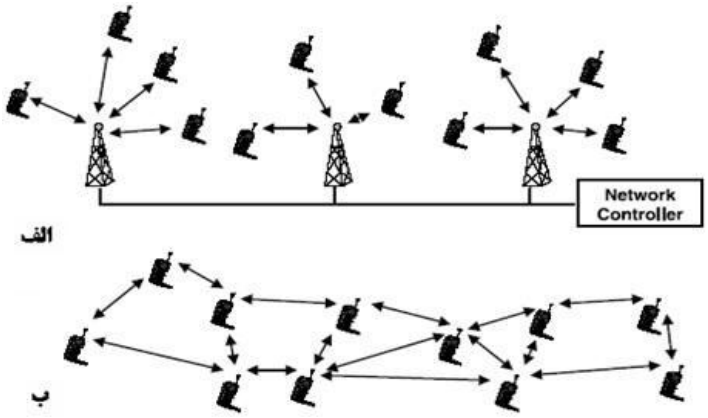
شبکه‌های موردی بی سیم، شامل مجموعه‌ای از گره‌های توزیع شده‌اند که با همدیگر به طور بی سیم ارتباط دارند. گره‌ها می‌توانند کامپیوتر میزبان یا مسیریاب باشند. این شبکه‌ها، برخلاف شبکه‌های سلولی، دارای هیچ زیرساخت اضافه‌ای، مانند ایستگاه‌های پایه، کنترل کننده مرکزی و غیره نیستند؛ بنابراین عملیات شبکه، به صورت توزیع شده[۳] انجام می‌شود. علاوه بر این، داده در چند گام، مسیریابی شده و امکان ادامه کار، پس از رخداد خرابی وجود دارد. این نوع شبکه‌ها، به دلیل عدم وجود زیرساخت، گران نیستند؛ اما این شبکه‌ها نیز دارای مشکلاتی می‌باشند، از جمله: تمام عملیات شامل زمان ارسال هر پایانه، فرکانس ارسال، بخش زمانی، کنترل توان، مسیریابی، امنیت و غیره توسط خود گره‌ها انجام می‌شود و مانند شبکه‌های سلولی دارای قسمتی مانند ایستگاه پایه و یا مرکز تشخیص هویت یا امنیت نیستند؛ همچنین مسیریابی در این شبکه به صورت بدون برنامه ریزی است؛ در نتیجه ناحیه‌ی تداخل و ناحیه‌ی تحت پوشش، قابل کنترل نیستند [۱]. شکل (۱-۱-ب) یک شبکه موردی بی سیم را نشان می‌دهد.

---

[۱] Multi hop

[۲] Mobile

[۳] Distributed



شکل ۱-۱ : (الف) انتزاع سطح بالا از شبکه سلولی، (ب) انتزاع سطح بالا از شبکه موردی بی سیم [۲]

حال مشکل زیر را در نظر بگیرید: اگر در شبکه‌ی سلولی محض، یک کاربر متحرک، دور از دسترس همه ایستگاه‌های پایه باشد و بخواهد تماسی برقرار سازد، دو راه حل وجود دارد :

۱) اگر کانالی بین کاربر و ایستگاه پایه نباشد، تماس‌های کاربر حذف خواهد شد .

۲) اگر کانال موجود بین کاربر و ایستگاه پایه ضعیف باشد، انتقال پایانه‌ی متحرک با حداکثر انرژی (مصرف بیشتر باتری) و انتقال ایستگاه پایه با حداکثر انرژی (تداخل بیشتر با دیگر گره‌های متحرک) و شاید با تخصیص پهنای باند بیشتر جبران شود .

هیچ یک از راه حل‌های پیشنهادی، مناسب نیستند. راه حل مناسب، استقرار شبکه‌ای توری از مسیریاب‌های بی سیم ثابت با کانال مناسب، به جای ایستگاه پایه و استفاده از تعدادی دروازه[۱]، جهت اتصال زیرساخت بی سیم به شبکه‌های سیمی می‌باشد. با این کار، احتمال برقراری ارتباط کاربران ، به طور مستقیم یا با استفاده از رله بالا می‌رود. شبکه‌ی حاصل خصوصیات شبکه‌های سلولی (ایستگاه‌های پایه و زیرساخت‌های گران قیمت) و شبکه‌های موردی بی سیم (ارتباط چندگامه بی سیم از کاربر به ایستگاه‌های اصلی) را در خود جمع کرده است. این نوع شبکه، شبکه‌ی توری بی سیم نامیده می‌شود .

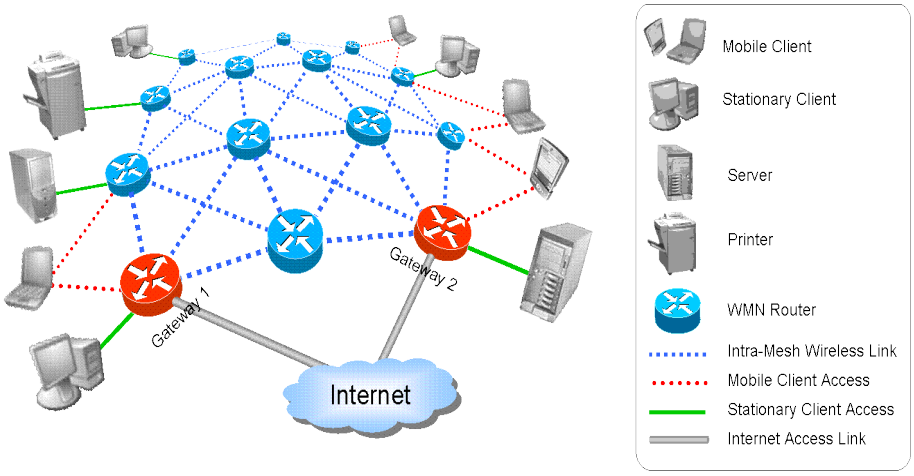
[۱] Gateway

۱-۱-۲: معماری شبکه توری بی سیم

شبکه توری بی سیم شامل سه نوع مختلف از اجزای شبکه است : دروازه‌های شبکه، مسیریاب‌های بی سیم و گره‌های کاربر.

- **دروازه‌های شبکه** : این جزء شبکه، اجازه دسترسی به زیرساخت سیمی را می‌دهد .امکان استفاده از بیشتر از یک دروازه، در شبکه وجود دارد .
- **مسیریاب‌های بی سیم**: ستون فقرات شبکه را در ناحیه‌های وسیعی، گسترش می‌دهد، استفاده از آن‌ها، کم‌هزینه، انعطاف‌پذیر و آسان است. این نقاط، ایستا، با احتمال خطای کم و بدون محدودیت انرژی فرض می‌شوند. کاربران با استفاده از ابزار بی سیم یا سیمی به این نقاط متصل می‌شوند. اتصالات بین این نقاط، به عنوان رله بین پایانه‌های متحرک و دروازه‌های شبکه عمل می‌کنند .
- **گره‌های کاربر**: محدوده‌ی وسیعی از ابزارها با درجه حرکت متفاوت را در برمی‌گیرد، مانند رایانه‌های قابل حمل، رایانه‌های جیبی یا تلفن‌های سلولی. گره‌های کاربر در مصرف انرژی، توانایی‌های محاسباتی و انتقال متفاوتند و با اتصال مستقیم به دروازه شبکه، یا با استفاده از نقاط دسترسی به عنوان رله، با زیرساخت سیمی ارتباط برقرار می‌کنند.

در شکل (۱-۲) یک شبکه توری بی سیم نمایش داده شده است.



شکل ۱-۲ : توپولوژی شبکه توری بی سیم [۲]

در این نوع شبکه، انتقال داده از طریق ارتباطات بی سیم چندگامه انجام می‌شود. پهنای باند موجود، وابسته به فناوری شبکه زیرین می‌باشد. ترافیک داده نیز شامل جریان‌های چندرسانه‌ای بین هزاران گره ای است که شبکه از آن‌ها پشتیبانی می‌کند .

شبکه توری بی سیم، در موارد زیر با سایر شبکه‌های بی سیم تفاوت دارد [۱]:

- **اجزای شبکه**: نقش گره‌های کاربر به عنوان بخشی از شبکه‌ی توری بی سیم، متفاوت از سایر شبکه‌ها است. معماری این نوع شبکه، بین مسیریاب‌های بی سیم، اتصالات توری شکل را در نظر می‌گیرد .
- **درجه حرکت شبکه توری بی سیم:** این شبکه‌ها دارای ستون فقرات بی سیم هستند؛ که از مسیریاب‌هایی با عدم محدودیت انرژی و حرکت محدود (یا ثابت) تشکیل شده‌اند، در حالی که در بعضی از شبکه‌های بی سیم چندگامه مانند شبکه‌ی موردی متحرک، بقای انرژی و حرکت کاربران، مفهوم اصلی و اولیه است .
- **الگوی ترافیکی**: الگوی ترافیکی در شبکه توری بی سیم، شباهت جزیی به شبکه‌های حسگر بی سیم[۱] و شبکه‌های موردی متحرک دارد. مشابه شبکه‌های حسگر، ترافیک داده اساساً بین کاربران و دروازه‌های شبکه است؛ البته مشابه شبکه‌های موردی متحرک، ترافیک می‌تواند بین هر جفت از گره‌های کاربران نیز باشد.

۱-۲ : تخصیص منابع و مهندسی ترافیک

در این پایان نامه، سعی بر این است تا با بهینه سازی توأم روش‌های تخصیص کانال، مسیریابی، زمان بندی و همچنین با استفاده موثر از روش‌های کنترل توان و کنترل نرخ، منابع شبکه به طور موثر تخصیص داده شوند. در واقع، استفاده از ابزار فوق به منظور تخصیص بهینه

[۱] Wireless Sensor Network

منابع، یکی از مؤثرترین شیوه‌های مهندسی ترافیک در شبکه می‌باشد؛ چرا که تخصیص منابع به بهبود عدالت و توازن بار کمک شایانی می‌کند.

مهندسی ترافیک، فرآیندی است که به کمک آن می‌توان جریان‌های ترافیکی در شبکه را به گونه‌ای کنترل نمود که بیشترین استفاده از منابع شبکه با کارایی بالا (بهره گیری مناسب از منابع) بدست آید. بهره گیری مناسب از منابع، به این معناست که جریان ترافیک به گونه‌ای باشد که هیچ منبعی دچار ازدحام نشده، در حالی که منبع دیگر بلااستفاده و یا با ترافیک بسیار پایین‌تر از ظرفیت واقعی‌اش کار کند [۳].

در حقیقت مهندسی ترافیک جنبه‌ای از مهندسی شبکه می‌باشد که با ارزیابی و بهینه سازی کارایی شبکه‌های عملیاتی سروکار دارد. جنبه‌های بهینه‌سازی مهندسی ترافیک، می‌تواند از طریق مدیریت ظرفیت و مدیریت ترافیک بدست آید. مدیریت ظرفیت، شامل طراحی ظرفیت، کنترل مسیریابی و مدیریت منابع می‌باشد [۳].

در ادامه، به طور مختصر روش‌های مختلف زمان بندی، تخصیص کانال و مسیریابی در شبکه‌های توری بی سیم، تشریح می‌شوند.

۱-۲-۱ : زمان بندی در شبکه توری بی سیم

در شبکه‌های بی سیم، دارای تعداد زیادی کاربر می‌باشیم، که تمامی کاربرها به یک رسانای انتقال[۱] مشترک، متصل هستند و همگی سعی در استفاده از این رسانای انتقال، برای ارسال و دریافت اطلاعات خود دارند. برای جلوگیری از ایجاد تصادم[۲] و اینکه تمامی کاربران، امکان استفاده از رسانای انتقال را داشته باشند، بایستی از یک نوع روش زمان بندی در شبکه استفاده شود که در مخابرات، برای رسیدن به این هدف، از روش‌های دسترسی به کانال استفاده می‌شود.

[۱] Transmission medium

[۲] Collision

روش دسترسی به کانال بر پایه‌ی تسهیم سازی[۱] که اجازه استفاده مشترک از یک کانال مخابراتی را به کاربران می‌دهد، صورت می‌گیرد. تسهیم سازی در اینجا در لایه فیزیکی[۲] انجام می‌شود. علاوه بر این، الگوی دسترسی به کانال، بر پایه روش‌های دسترسی چندگانه با نام کنترل دسترسی به رسانه[۳] استوار است. این پروتکل با مباحثی مانند آدرس دهی، تخصیص کانال به کاربران گوناگون و جلوگیری از تصادم کاربران سر و کار دارد. لایه کنترل دسترسی رسانه زیر لایه‌ی لایه دوم (لایه پیوند داده[۴]) می‌باشد [۴].

به طور کلی، پرکاربردترین روش‌های دسترسی به کانال عبارتند از:

۱) دسترسی چندگانه با تقسیم فرکانس[۵]

۲) دسترسی چندگانه با تقسیم زمان[۶]

۳) دسترسی چندگانه با تقسیم کد[۷]

در سیستم دسترسی چندگانه با تقسیم فرکانس، برای هر کاربر، یک باند فرکانسی یا یک کانال یکتا و منحصر به فرد در نظر گرفته می‌شود. این کانال‌ها، بنا به درخواست متقاضی سرویس، تعیین می‌شوند. در طول ارسال داده از طریق یک کاربر، هیچ کاربر دیگری نمی‌تواند باند فرکانسی مورد نظر را اشغال کند.

در سیستم دسترسی چندگانه با تقسیم زمانی، طیف رادیویی را به تعدادی بخش زمانی[۸] تقسیم می‌کند و در هر بخش زمانی، تنها یک کاربر می‌تواند عمل ارسال یا دریافت را انجام دهد.

---

[۱] Multiplexing

[۲] Physical layer

[۳] Media Access Control (MAC)

[۴] Data Link Layer

[۵] Frequency Division Multiple Access (FDMA)

[۶] Time division multiple access (TDMA)

[۷] Code division multiple access (CDMA)

[۸] Time slot

بنابراین یک کاربر می‌تواند در یک بخش زمانی خاص در هر تکرار قاب زمانی[۱]، فعال شود (یک قاب زمانی از تعداد مشخصی از بخش‌های زمانی تشکیل می‌شود).

در سیستم دسترسی چندگانه با تقسیم کد، به هر کاربر یک کد گسترش دهنده[۲] منحصر به فرد اختصاص داده می‌شود، که از آن برای کد کردن سیگنال اطلاعات استفاده می‌شود. گیرنده با دانستن دنباله کد کاربر مورد نظر،سیگنال دریافتی را دیکد کرده و داده اصلی را بازیابی می‌کند.[۵]

در تمامی بخش‌های این پایان نامه، از زمان بندی بر پایه‌ی دسترسی چندگانه با تقسیم زمانی استفاده شده است.

۱-۲-۲ : تخصیص کانال در شبکه توری بی سیم

در شبکه‌های چند رادیویی، هر گره به بیش از یک رادیو مجهز می‌باشد؛ و این رادیوها بر روی کانال‌های غیر هم پوشان متفاوتی تنظیم می‌شوند. به واسطه هزینه اندک کارت شبکه در برابر مابقی تجهیزات بی سیم، این فناوری امروزه به سرعت مورد توجه قرار گرفته است و شبکه‌های چند رادیویی، امروزه بیشترین کاربردها را در شبکه‌های توری بی سیم در اختیار دارند.

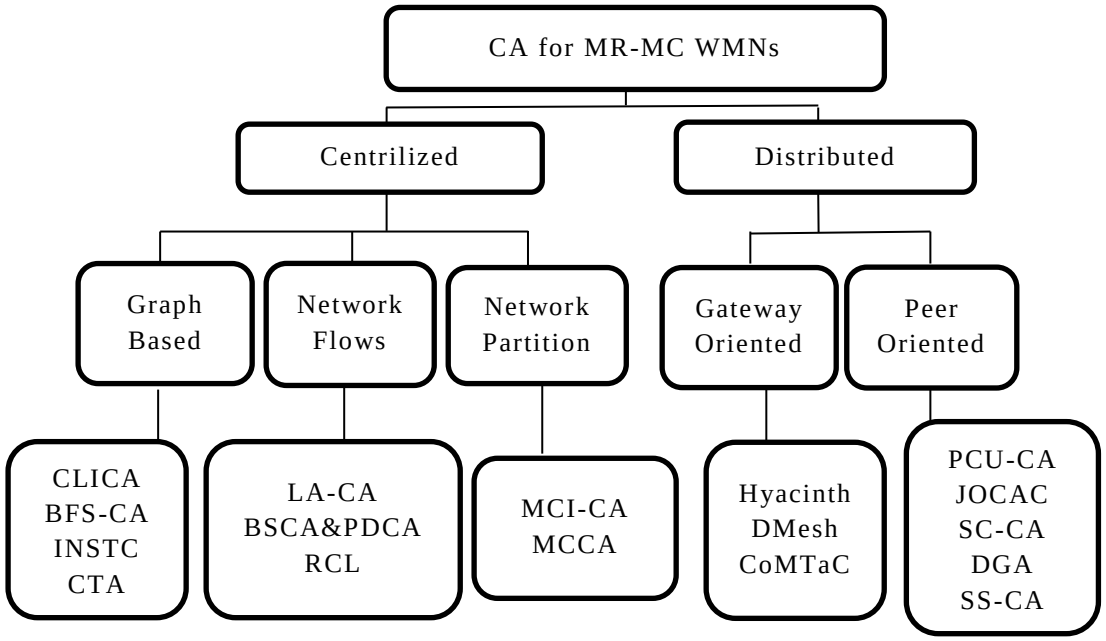
هدف از تخصیص کانال در شبکه‌های توری بی سیم، سعی در افزایش عملکرد شبکه می‌باشد؛ که این امر به واسطه‌ی کاهش تداخل انتقالات هم‌زمان صورت می‌گیرد [۶].

با توجه به ملاک و معیارهای مد نظر، تقسیم بندی‌های متفاوتی برای روش‌های تخصیص کانال وجود دارد. در شکل (۱-۳) یک نمونه تقسیم بندی روش‌های تخصیص کانال را مشاهده می‌کنید.

---

[۱] Time frame

[۲] Spreading Code



شکل ۱-۳ : تقسیم بندی روش‌های تخصیص کانال [۷]

در حالت کلی، می‌توان روش‌های تخصیص کانال را به دو دسته مرکزی[۱] و توزیع شده[۲] تقسیم کرد. در الگوریتم‌های تخصیص کانال مرکزی، یک واحد مرکزی به نام CAS[۳]، عملیات تخصیص کانال را انجام می‌دهد و سپس نتایج را به مسیریاب‌های توری ارسال می‌کند [۸] . در این روش‌ها ، فرض می‌شود کنترل کننده مرکزی آگاهی کاملی در مورد شبکه توری بی سیم مورد نظر دارد. بنابراین مشکلات تخصیص کانال، در یک مکان حل شود؛ و بعد از اینکه نتیجه تخصیص کانال محاسبه شد، این نتایج بین گره‌ها توزیع می‌شوند.

روش‌های مرکزی بر اساس فرمول بندی مسئله تخصیص کانال، به سه دسته تقسیم می‌شوند: بر پایه گراف[۴]، جریان شبکه[۵] و تقسیم بندی شبکه[۱] .از آنجا که توضیح این روش‌ها از حوصله‌ی این پایان نامه خارج است، مطالعه بیشتر به مرجع [۷]، ارجاع داده می‌شود.

---

۱ Centralized

۲ Distributed

۳ Channel Assignment Server

۴ Graph based Problem

۵ Network Flow Problem

در روش‌های تخصیص کانال توزیع شده، به ارتباط و هماهنگی گسترده‌ای در میان گره‌های شبکه نیاز است. این امر، منجر به ایجاد چالش و بحث‌های بیشتری نسبت به روش‌های مرکزی می‌شود. در این روش‌ها، هر گره، اطلاعات محلی کانال را اندازه گیری می‌کند و برای محاسبه تخصیص کانال، آن را با گره‌های دیگر مبادله می‌کند. تفاوت روش‌های مختلف، در نوع گزینش اطلاعات کانال می‌باشد. برای نمونه این گزینش می‌تواند تعداد پیوندهایی باشد که یک کانال در ناحیه تداخلش به اشتراک می‌گذارد؛ و یا میزان بار روی یک کانال و یا نسبت سیگنال به نویز و تداخل روی یک کانال و یا حتی ترکیبی از این موارد باشد.

در روش‌های توزیع شده، کنترل مرکزی وجود ندارد و هر گره خودش الگوریتم تخصیص کانال خودش را راه اندازی می‌کند. روش‌های توزیع شده بر اساس الگوی درخواست‌های ترافیکی به دو دسته تقسیم می‌شوند :

۱) جهت گیری به سمت دروازه[۲]

۲) جهت گیری به سوی هم نوع[۳]

در جهت گیری به سمت دروازه، مسیر درخواست‌های ترافیکی شبکه، از گره‌ها به سمت دروازه یا از سمت دروازه به گره‌ها می‌باشد؛ بنابراین تخصیص کانال، بر این مبنا که پیوندهای نزدیک به دروازه، نسبتاً باید پهنای باند بالاتری داشته باشند، صورت می‌گیرد.

اما در جهت گیری به سوی هم نوع، مسیر درخواست‌های ترافیکی شبکه، از گره‌ها به سمت دیگر گره‌ها می‌باشد؛ بنابراین در این روش تخصیص کانال، فرض می‌شود که تمامی پیوندها دارای پهنای باند یکسانی هستند [۸].

---

[۱] Network Partition Problem

[۲] Gateway Oriented

[۳] Peer Oriented

۱-۲-۳ : مسیریابی در شبکه توری بی سیم

مسیریابی در واقع حل یک مسئله بهینه سازی است. مسئله را به این صورت می‌توان تعریف نمود : یافتن بهترین مسیر ارسال داده مبدأ و مقصد، با در نظر گرفتن یکسری محدودیت‌ها مانند توپولوژی شبکه و تداخل. اگر چه اهداف بهینه سازی در الگوریتم‌های مختلف مسیریابی با هم فرق دارند، اما همه‌ی آن‌ها از این قاعده بهینگی تبعیت می‌کنند: اگر گره واسط R در مسیر بهینه $p_{x,y}$ از گره x به گره y باشد، مسیر بهینه از گره R به گره y نیز بایستی در همان مسیر باشد. بنابراین تمامی مسیرهای بهینه از همه‌ی منابع به مقصد، درختی را تشکیل می‌دهند، که ریشه آن مقصد است. از آن جایی که معمولاً از مبدأ به مقصد، چندین مسیر با عملکرد یکسانی وجود دارد، این درخت یکتا نیست. در نتیجه، یک پروتکل مسیریابی، در واقع پیدا کردن درخت‌های مختلف و استفاده از آن‌ها برای تشکیل مسیر انتقال داده از هر مبدأ به مقصد مورد نظر است [۸].

با توجه به خصوصیات ذکر شده برای شبکه‌ی توری بی سیم، پروتکل‌های مسیریابی موجود باید برای تطابق با شبکه توری بی سیم مجدداً بررسی شوند. اختلافات اساسی شبکه توری بی سیم با سایر شبکه‌ها در خصوص مسئله مسیریابی عبارتند از [۸]:

- **توپولوژی شبکه:** شبکه توری بی سیم دارای ستون فقرات ثابت است. بنابراین مشابه شبکه موردی متحرک، ارتباط از طریق انتقال‌های بی سیم چندگامه انجام می‌شود. اما برخلاف شبکه موردی متحرک، گره‌ها در زیرساخت ستون فقرات ، دارای حرکت نیستند.
- **الگوی ترافیک:** در شبکه‌های سلولی، داده بین کاربران و ایستگاه پایه مبادله می‌شود. در شبکه توری بی سیم، انتقال داده بین گره‌های کاربران و دروازه‌های شبکه است. (کمی شباهت با شبکه‌های سلولی). ترافیک بین دو گره نظیر به نظیر در شبکه توری بی سیم نیز، اگرچه اهمیت کمی دارد، اما باید مورد بررسی قرار گیرد.