دانشگاه صنعتی امیرکبیر(پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسي برق

پایان نامه کارشناسی ارشد مخابرات سیستم

آنالیز و طراحی شبکه مخابرات سیار سلولی با بکارگیری ایستگاههای پایه به صورت MIMO و ارتباط بدون سیم مش بین سلولها

نگارش:

نوین حقیقی زاده

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر محمدی

بهمن ۱۳۸۶

تقدیم به پدر و مادرم،

که دلگرمی های صمیمانه‌شان

همواره پشتوانه من بوده است

سپاسگزاری

این پروژه با حمایت مالی مرکز تحقیقات مخابرات ایران به شماره پرونده

۵۰۰/۱۲۲۰۸/ت انجام گردیده است.
۱۳۸۵/۱۰/۳

همچنین لازم می دانم از استاد گرانقدرم، جناب آقای دکتر محمدی، برای

راهنمایی های و کمک های ارزشمندشان تشکر کنم.

چکیده:

سیستمی که تکنیک شبکه های مش و تکنولوژی MIMO را با هم ترکیب کند، قادر به ارسال داده با نرخ بیت بالا و پیاده سازی آسان و ارزان خواهد بود. طراحی شبکه مش بین ایستگاه های پایه یک شبکه سلولی به منظور افزایش منطقه تحت پوشش یک ایستگاه پایه متصل به شبکه پشتیبان و ظرفیت شبکه، ایده جدیدی است که به نظر می رسد در آینده بتواند در پیاده سازی شبکه های سلولی نسل جدید با توجه به نیاز به افزایش ظرفیت شبکه سلولی موثر واقع شود. همچنین با استفاده از ویژگی ها و پتانسیل تکنولوژی MIMO می توان ظرفیت شبکه طراحی شده را بیش از پیش افزایش داد. در این پایان نامه ابتدا روش برنامه ریزی خطی (LP) را به منظور دست یابی به مسیردهی بهینه و گذردهی هر ایستگاه پایه استفاده کرده، سپس دو نوع مسیر یابی single-hop و multi-hop را بر روی شبکه اعمال کرده و با به کارگیری روش برنامه ریزی خطی این دو مسئله مسیر یابی را حل می کنیم. در ابتدا آنتنهای به کار گرفته در ایستگاهای پایه همانند [9] ، از نوع آنتنهای با پهنای باند باریک در نظر گرفتیم. در این پایان نامه علاوه بر بررسی آنتنهای با پهنای باند باریک، آنتنهای همه جهته را نیز بررسی می کنیم. همچنین در مرحله بعدی، به منظور افزایش ظرفیت، آنتنهای چندگانه را در فرستنده و گیرنده به کار می بریم. همچنین نشان می دهیم که، با در نظر گرفتن اثر تداخل کابران موجود در هر سلول گذردهی بهینه هر سلول در مسیریابی multi-hop کاهش گذردهی بهینه هر سلول کاهش چشمگیری نخواهد داشت. لازم به ذکر است که کاربران داخل هر سلول دارای یک آنتن هستند.

کلمات کلیدی: *شبکه مش، ظرفیت ، مسیریابی single-hop و multi-hop، MIMO .*

فهرست مطالب:

فصل اول

۱ معرفی ۱

۱-۱ مقدمه ۱

۱-۲ مروری بر فعالیت های تحقیقاتی ۴

۱-۳ هدف پروژه ۵

۱-۴ نظم پایان نامه ۵

فصل دوم

۲ شبکه های مش ۷

۲-۱ انواع معماری شبکه های مش ۸

۲-۱-۱ شبکه های بدون سیم مش پشتیبان ۹

۲-۱-۲ شبکه های بدون سیم مش کاربرها ۱۰

۲-۱-۳ شبکه های بدون سیم مش هایبرید ۱۰

۲-۲ مدل شبکه بدون سیم مش مورد استفاده در این پایان نامه ۱۱

۲-۲-۱ مدل کانال ۱۲

۲-۲-۲ مدل ترافیک ۱۵

۲-۳ تشریح مسئله جریان شبکه بدون سیم مش ۱۶

۲-۴ حل مسئله جریان ۱۸

۲-۴-۱ برنامه ریزی خطی ۱۸

۲-۴-۲ حل مسئله جریان با استفاده از روش LP ۲۰

۲-۵ الگوریتم آزمند برای انتخاب سناریوهای ارسال ۲۳

۲-۵-۱ شبیه سازی الگوریتم آزمند ۲۶

۲-۶ جمع بندی ۲۸

فصل سوم

سیستم های MIMO ۲۹

۳-۱ مزایای تکنولوژی MIMO ۳۰

۳-۱-۱ بهره آرایه ۳۱

۳-۱-۲ بهره چندگونگی فضایی ۳۱

۳-۱-۳ بهره ادغام فضایی ۳۲

۳-۱-۴ کاهش تداخل ۳۳

۳-۲ مدل سیستم MIMO ۳۳

۳-۳ مشخصه آماری کانال H–مقادیر تکین ماتریس H ۳۶

۳-۴ ظرفیت کانال های MIMO ۳۷

۳-۴-۱ ظرفیت کانال MIMO معین یکنواخت ۳۸

۳-۴-۱-۱ کانال ناشناخته برای فرستنده ۴۰

۳-۴-۱-۲ کانال شناخته شده برای فرستنده ۴۱

۳-۵ ظرفیت ارگادیک کانال MIMOمتغیر با زمان ۴۵

۳-۵-۱ کانال ناشناخته در فرستنده ۴۵

۳-۵-۲ کانال شناخته شده در فرستنده ۴۶

۳-۶ ظرفیت کانال MIMO در حضور تداخل ۴۸

۳-۷ جمع بندی ۵۱

فصل چهارم

۴ گذردهی شبکه مش ۵۲

۴-۱ مدل شبکه برای محاسبه گذردهی بر حسب فاصله ۵۳

۴-۲ محاسبه تعداد سناریوهای ارسال شبکه ۵۶

۴-۲-۱ محاسبه تعداد سناریوهای ارسال شبکه در مسیریابی single-hop ۵۶

۴-۲-۲ تعداد سناریوهای ارسال شبکه در مسیریابی multi-hop ۵۶

۴-۳ محاسبه گذردهی شبکه شش ضلعی مورد تحلیل ۶۰

۴-۳-۱ محاسبه گذردهی شبکه شش ضلعی مورد تحلیل در مسیر یابی single-hop .. ۶۲

۴-۳-۲ محاسبه گذردهی شبکه شش ضلعی مورد تحلیل در مسیر یابی multi-hop ۶۲

۴-۴ نتایج شبیه سازی روش LP در محاسبه گذردهی بهینه شبکه شش ضلعی ۷۰

۵-۴ جمع بندی ۷۵

فصل پنجم

۵ گذردهی شبکه بدون سیم سیار با ارتباط مش و سناریوی MIMO بین ایستگاههای پایه ۷۷

۵-۱ گذردهی شبکه شش ضلعی مورد نظر با استفاده از آنتن های چندگانه ۷۸

۵-۱-۱ گذردهی شبکه ششضلعی MIMO با استفاده از آنتنهای با پهنای پرتو باریک.....۷۹

۵-۱-۲ گذردهی شبکه ششضلعی MIMO با استفاده از آنتنهای همه-جهته ۸۰

۵-۲ نتایج شبیه سازی گذردهی بهینه شبکه شش ضلعی با آنتن های چندگانه ۸۰

۵-۳ جمع بندی ۸۶

فصل ششم

۶ گذردهی شبکه بدون سیم مش بین ایستگاههای پایه با در نظر گرفتن تاثیر تداخل کاربران داخلی هر سلول..... ۸۷

۶-۱ گذردهی شبکه بدون سیم مورد نظر با در نظر گرفتن کاربران داخلی هر سلول ...۸۸

۶-۲ جمع بندی ۹۴

فصل هفتم

۷ نتیجه گیری ۹۵

۷-۱ جمع بندی ۹۵

۷-۲ پیشنهاد هایی برای گسترش کار ۹۷

مراجع:..... ۹۹

فهرست اشکال:

شکل۲-۱ : شبکه بدون سیم مش پشتیبان ---------- ۹

شکل ۲-۲ : شبکه بدون سیم مش کاربر ---------- ۱۰

شکل ۲-۳: شبکه بدون سیم مش هایبرید ---------- ۱۱

شکل۲-۴: نمونه ای از مدل شبکه مورد استفاده در این پایان نامه ---------- ۱۲

شکل ۲-۵: شبکه ای با ۶ نقطه EP و ۱ نقطه AP و ۷ لینک و دو سناریوی ارسال مختلف-------- ۱۸

شکل ۲-۶ : شبکه مورد استفاده در تحلیل الگوریتم آزمند---------- ۲۷

شکل ۲-۷: منحنی CDF گذردهی با استفاده از الگوریتم آزمند ---------- ۲۸

شکل۳-۱: شماتیک کلی سیستم MIMO ---------- ۳۱

شکل۳-۲: مدل شماتیک تجزیه کانال $\overline{H}$ هنگامیکه کانال در فرستنده معلوم باشد ---------- ۴۳

شکل ۳-۳: ظرفیت کانال MIMO کانال ناشناخته در فرستنده ---------- ۴۶

شکل ۳-۴: ظرفیت کانال MIMO برحسب SNR با داشتن CSI در فرستنده---------- ۴۷

شکل ۳-۵: مقایسه ظرفیت کانال MIMO در دو حالت وجود یا عدم وجود CSI در فرستنده ----- ۴۸

شکل ۳-۶: ظرفیت کانال MIMOدر حضور تداخل ---------- ۵۱

شکل ۴-۱: شبکه شش ضلعی متشکل از BS مورد تحلیل ---------- ۵۴

شکل ۴-۲ : مقایسه دو روش مسیریابی مختلف single-hop و multi-hop ---------- ۵۵

شکل۴-۳: دو سناریوی مختلف در دو حالت بین منبع و حلقه اول در حالتی که تنها دو حلقه ---- ۵۹

شکل ۴-۴: چهار مسیری که هر بیت می تواند از AP به EP ها در شبکه های با دو حلقه طی کند ۶۴

شکل۴-۵: پنج مسیری که هر بیت می تواند از AP به EP ها در شبکه های با سه حلقه طی کند -- ۶۷

شکل ۴-۶: منحنی گذردهی single-hop با یک آنتن در فرستنده و گیرنده ---------- ۷۱

شکل ۴-۷: منحنی گذردهی multi-hop با یک آنتن در فرستنده و گیرنده ---------- ۷۲

شکل ۴-۸: منحنی گذردهی هر EP با دو نوع مسیریابی $R = 0.3km$ **توان ارسالی** $30dBm$ ------- ۷۳

شکل ۴-۹: منحنی گذردهی هر EP با دو نوع مسیریابی $R = 0.6km$ ---------- ۷۴

شکل۴-۱۰: منحنی گذردهی single-hop با یک آنتن در فرستنده و گیرنده برای هر دو شعاع $R = 0.3km, 0.6km$ ---------- ۷۵

شکل ۵-۱: منحنی گذردهی هر گره برای حالت single-hop و تعداد آنتنهای مختلف a) $30dBm$ و $R = 0.3km$ و b) $33dBm$ و $R = 0.6km$ ---------- ۸۲

شکل ۵-۲: منحنی گذردهی هر گره برای حالت multi-hop و $\alpha = 0.1$ تعداد آنتنهای مختلف $R = 0.3km$ ---------- ۸۳

شکل ۵-۳: منحنی گذردهی هر گره برای حالت multi-hop و آنتنهای با پهنای پرتو باریک و تعداد آنتنهای مختلف $R = 0.3km$ ---------- ۸۴

شکل ۵-۵ : منحنی مقایسه گذردهی هر گره برای دو حالت single-hop و حالت مختلف multi-hop (a $R = 0.3km$ و (b $R = 0.6km$ ---------- ۸۵

شکل ۵-۶: منحنی گذردهی بهینه هر گره EP با در نظر گرفتن کاربران سلول مسیریابی single hop و کانال SISO ---------- ۹۱

شکل۵-۶: منحنی گذردهی بهینه هر گره EP با در نظر گرفتن کاربران سلول مسیریابی multi hopو کانال SISO ---------- ۹۲

شکل ۵-۷: گذردهی بهینه هر گره EP با در نظر گرفتن کاربران سلول مسیریابی single hop و کانال MIMO ---------- ۹۳

شکل ۵-۸: گذردهی بهینه هر گره EP با در نظر گرفتن کاربران سلول مسیریابی multi-hop و کانال MIMO ---------- ۹۳

فصل اول

معرفی

۱-۱ مقدمه

با توجه به این که شبکه های بدون سیم از فضای آزاد برای برقراری ارتباط استفاده می کنند بنابراین می توان از این شبکه ها برای ارتباط در هر جا و هر زمان استفاده کرد. برای برقراری این گونه ارتباطات غالبا نیاز به مخابرات با نرخ بیت بالا داریم. بنابراین نیاز به تحقیق، پژوهش و طراحی شبکه های بدون سیم با سرعت بالا به خوبی احساس می شود. یکی از شبکه های بدون سیم که به صورت گسترده ای مورد استفاده قرار گرفته است شبکه های سلولی است. علاوه بر افزایش نیاز هر کاربر به نرخ بیت بالا، افزایش تراکم کاربران در هر سلول نیز باعث افزایش نرخ بیت ارسالی

در شبکه های سلولی می شود. در شبکه های سلولی کنونی، کاربران داخل هر سلول با ایستگاه پایه (BS[1]) مربوطه ارتباط دارند و هر BS با خط تلفن، فیبر نوری و یا لینک مایکروویو با MSC[2] ارتباط دارد[1]. تمامی لینک های بدون سیم به صورت لینک های SISO[۳] هستند. بنابراین برای پیاده سازی یک شبکه سلولی در یک منطقه نیاز به زیرساخت های زیادی احساس می شود. به نظر می رسد اگر بتوان ارتباط را بین خود ایستگاه های پایه برقرار کرد به نحوی که تنها یک یا چند ایستگاه پایه با شبکه پشتیبان[۴] در ارتباط باشند، پیاده سازی آن آسان تر خواهد شد. همچنین با استفاده از تکنولوژی MIMO[5] می توان ظرفیت شبکه را افزایش داد.

برقراری ارتباط بین ایستگاههای پایه در این پروژه، به معنای ایجاد شبکه مش بین ایستگاه-های پایه است. به دلیل پتانسیل ذاتی شبکه های مش در افزایش مساحت در حال پوشش، ظرفیت و گذردهی شبکه، این نوع شبکه ها امروزه مورد توجه تحقیقات آکادمیک و صنعتی قرار گرفته است. یک شبکه مش به طور خودکار خود را سازمان دهی و شکل دهی می کند تا ارتباط بین گره‌ها همیشه برقرار بماند. بنابراین شبکه های مش به راحتی و با هزینه اندکی قابل پیاده سازی هستند چون در هنگام پیاده سازی به زیر ساخت های پیچیده ای نیاز نخواهد بود. این نوع شبکه منطقه تحت پوشش خود را به صورت قابل اطمینانی سرویس می دهد [2].

از سوی دیگر نشان داده شده است که، استفاده از چندین آنتن در فرستنده و گیرنده (سیستمMIMO) قادر به افزایش قابل توجه در ظرفیت و بهبود عملکرد می باشد. ظرفیت کانال اولین بار در مراجع [4]و [3] بررسی شد. تحقیقات فراوانی برای بررسی ویژگی ها و جنبه های مختلف

[1] Base Station
[2] Mobile Switch Center
[3] Single Input-Single Output
[4] backhaul
[5] Multiple Input-Multiple Output

استفاده از تکنولوژی MIMO در مخابرات بدون سیم در سال های اخیر انجام شده است [5]. در [6] نشان داده شده است که ظرفیت سیستم MIMO در حالتی که محیط از لحاظ پراکنده ساز ها غنی باشد[۱] $r = \min(n_t, n_r)$ ، کانال برای فرستنده ناشناخته باشد و SNR به سمت بینهایت میل می‌کند، r برابر ظرفیت یک لینک SISO خواهد بود. پس به نظر می رسد که تکنولوژی MIMO دارای پتانسیل خوبی برای افزایش ظرفیت یک لینک مخابراتی دارد که می توان در جهت افزایش ظرفیت از آن استفاده کرد.

در این پایان نامه، یک شبکه شش ضلعی متشکل از سه حلقه سلول های شش ضلعی منتظم متحدالمرکز که در مرکز هر کدام از آنها یک ایستگاه پایه قرار گرفته است، را در نظر می گیریم. سلول مرکزی این سه حلقه با شبکه پشتیبان در ارتباط است (ایستگاه پایه این سلول مرکزی نقطه دسترسی(AP[۲]) نام دارد) و ارتباط مابقی سلول ها که (که EP[۳] نام دارند) از طریق AP با شبکه پشتیبان برقرار می شود. در حقیقت سلول های EP برای افزایش سطح منطقه تحت پوشش یک سلول که به شبکه زیر ساخت پشتیبان متصل است به کار می رود. مسیریابی جریان از AP به EP مقصد به دو طریق single-hop و multi-hop انجام می شود و برای بهینه سازی گذردهی شبکه از روش حل برنامه ریزی خطی (LP[4]) استفاده می شود. آنتنهای استفاده شده در مرحله اول تک آنتن[۵] و در مرحله دوم آنتن های چندگانه[۶] است.

[1] Rich scattering environment
[2] Access Point
[3] Extended Piont
[4] Linear Programming
[5] Single antenna
[6] Multiple antennas

۱-۲ مروری بر فعالیت های تحقیقاتی

بیشتر تحقیقاتی که بر روی شبکه multi-hop انجام شده است، تحقیقات بر روی شبکه های ad hoc و شبکه های peer-to-peer می باشد [7] و [8] . در بین مقالات و مراجع علمی کمتر به موضوع شبکه های مش که به شبکه های زیرساخت پشتیبان متصل هستند پرداخته شده است. موضوع شبکه های مش که با شبکه پشتیبان ارتباط دارند، هم در زمینه تئوری و هم در زمینه عملی و پیاده سازی آن جای کار و تحقیقات زیادی دارد. همانطور که در بخش قبل گفتیم پیاده سازی این نوع شبکه آسانتر و ارزانتر از شبکه های فعلی است از این رو علاقه هم مراکز دانشگاهی و هم مراکز صنعتی به استفاده از مخابرات بدون سیم مبتنی بر زیرساخت شبکه پشتیبان مانند شبکه های سلولی نسل چهارم، شبکه های WLAN[1] (IEEE.802.11, Wi-Fi, HyperLAN) و شبکه های بدون سیم ثابت با پهنای باند وسیع[۲] (IEEE802.16,Wi-Max, HyperMAN) هر روز رو به افزایش است[8]

در این پایان نامه، با استفاده از روش برنامه ریزی خطی LP به حل مسئله مسیریابی[۳] بهینه و مقدار جریان هر لینک می پردازیم بطوریکه تابع هدف گذردهی[۴] (bps) هر سلول را بهینه کند. این مساله را در حالتهای با و بدون در نظر گرفتن اثر تداخلی دیگر فرستنده ها و با در نظر گرفتن آنتن های تکی و یا آنتن های چندگانه در نظر می گیریم. در [9] ،با استفاده از حل مسئله LP بهینه مسیریابی و مقدار جریان هر لینک را مبتنی بر به دست آوردن گذردهی بهینه (bps) هر سلول بدون در نظر گرفتن اثر تداخلی دیگر فرستنده ها و تنها با در نظر گرفتن تک آنتن در فرستنده و گیرنده به دست آورده است. در [10] مسئله مسیریابی و مقدار جریان هر لینک را تواماً در نظر نگرفته است.

[1] Wireless Local Area Network
[2] Broadband Fixed Wireless Network
[3] Routing
[4] Throughput

در [11] بر روی مسئله کنترل توان[1] به جای نرخ بیت ارسالی تمرکز کرده است. در [12] مسئله مسیریابی را به صورت یک مسئله LP فرمول بندی نکرده است.

۱-۳ هدف پروژه

هدف این پروژه استفاده از روش حل مسئله LP برای بهینه سازی مسیر یابی و مقدار جریان هر لینک و به دست آوردن ماکزیمم گذردهی بهینه یک شبکه سلولی می‌باشد. در این پایان نامه آثار تداخلی دیگر فرستنده ها را نیز در نظر گرفته ایم. در مرحله اول دو نوع مسیر یابی single-hop , multi-hop را با هم مقایسه کرده و سپس برای افزایش مقدار گذردهی از آنتن های چندگانه در تمامی ایستگاه های پایه استفاده کردیم. همانطور که گفتیم یکی از ویژگی های کانال های MIMO افزایش ظرفیت لینک بدون سیم است. در نهایت، تداخل کاربران داخل هر سلول را نیز برای نزدیکتر شدن به حالت واقعی در نظر گرفته ایم.

۱-۴ نظم پایان نامه

ابتدا در فصل دوم، شبکه های مش را در حالت کلی بررسی می کنیم. سپس به معرفی روش LP پرداخته و از روش LP برای به‌دست‌آوردن مقدار جریان هر لینک استفاده کرده به نحوی که گذردهی هر گره حداکثر شود. در نهایت به معرفی الگوریتم آزمند[2] برای انتخاب سناریو های ارسال می‌پردازیم.

[1] Power control
[2] greedy

در فصل سوم، کانال MIMO را بررسی کرده، مزایای این تکنیک را برشمرده و ظرفیت کانال MIMO را بررسی می کنیم. در نهایت ظرفیت کانال MIMO را در حضور تداخل بررسی می کنیم.

سپس در فصل چهارم، مدل شبکه مورد استفاده را معرفی می کنیم. سپس دو نوع مسیریابی single-hop و multi-hop را معرفی کرده و ماکزیمم گذردهی بهینه هر سلول را در هر مسیریابی و با استفاده از دو نوع آنتن همه–جهته[1] و آنتن با پهنای بیم باریک [2] بررسی می کنیم.

در فصل پنجم، به منظور افزایش میزان گذردهی هر سلول از آنتنهای چندگانه در هر ایستگاه پایه استفاده خواهیم کرد.

در فصل ششم، ظرفیت هر سلول را با در نظر گرفتن کاربران داخل هر سلول هنگامیکه هر کدام از آنتن های تکی برای ارسال استفاده می کنند، بررسی می کنیم.

در نهایت در فصل هفتم، پس از نتیجه گیری از کارهای انجام شده، پیشنهادهایی برای گسترش کار ارائه خواهیم کرد.

[1] Omni directional
[2] Narrow beam antenna

فصل دوم

شبکه های مش

ارسال و ارتباط بدون سیم نقش مهم و حیاتی در سیستم های مخابرات سلولی بازی می-کند. شبکه‌های بدون سیم multi-hop ، در سال های اخیر توجهات زیادی را به خود جلب کرده است. این شبکه ها را به طور کلی می توان به دو دسته تقسیم کرد: شبکه های ثابت مش و شبکه های سیار ad hoc. در شبکه های مش، گره[1] ها به صورت ثابت در فضایی قرار گرفته اند. حال آنکه، در شبکه های ad hoc گره ها مکان ثابتی ندارند و در حال حرکت می باشند. به دلیل پتانسیل ذاتی شبکه های مش در افزایش مساحت در حال پوشش، ظرفیت و گذردهی شبکه، این نوع شبکه ها

[1] node

امروزه مورد توجه محافل آکادمیک و صنعتی قرار گرفته است [2] . شبکه مش، شبکه ای است که در آن ترافیک از طریق چند hop که در اصطلاح به آن multi-hop گفته می شود، ارسال و مسیر دهی می شود. اگر آرایش گره ها به گونه ای باشد که همگی در یک خط صاف قرار گرفته باشند، دیتا برای رسیدن به گره مقصد می بایست از تمامی گره های ماقبل آن عبور کند. اما اگر گره ها به صورت صفحه ای آرایش شده باشند، اطلاعات تنها از گره‌هایی عبور می کند که در مسیر بین گره مبدا و گره مقصد قرار گرفته باشند. بدین ترتیب، در شبکه های مش یک گره نه تنها یک کاربر بلکه یک مسیریاب[1] نیز خواهد بود. هر یک از گره ها در یک شبکه مش می تواند یک وسیله الکترونیکی نظیر یک چاپگر، کامپیوتر، دستگاه تلفن ثابت و یا یک ایستگاه پایه[2] (BS) شبکه سلولی باشد که علاوه بر سرویس دهی به کاربران داخل سلول خود، ترافیک را نیز به BS های مجاور نیز مسیر دهی می‌کند.

یک شبکه مش به طور خودکار خود را سازمان دهی و شکل دهی می کند تا ارتباط بین گره‌ها همیشه برقرار بماند. بنابراین شبکه های مش به راحتی و با هزینه اندکی قابل پیاده سازی هستند چون در هنگام پیاده سازی به زیر ساخت پیچیده ای نیاز نخواهد بود. این نوع شبکه منطقه تحت پوشش خود را به صورت قابل اطمینانی سرویس می دهد. علاوه بر این با استفاده از این نوع شبکه، مساحت تحت پوشش، ظرفیت و گذردهی شبکه نیز افزایش خواهد یافت.

۲-۱ انواع معماری شبکه های مش

معماری شبکه های مش را می توان به سه دسته تقسیم بندی کرد[13]:

۱. شبکه های بدون سیم مش پشتیبان

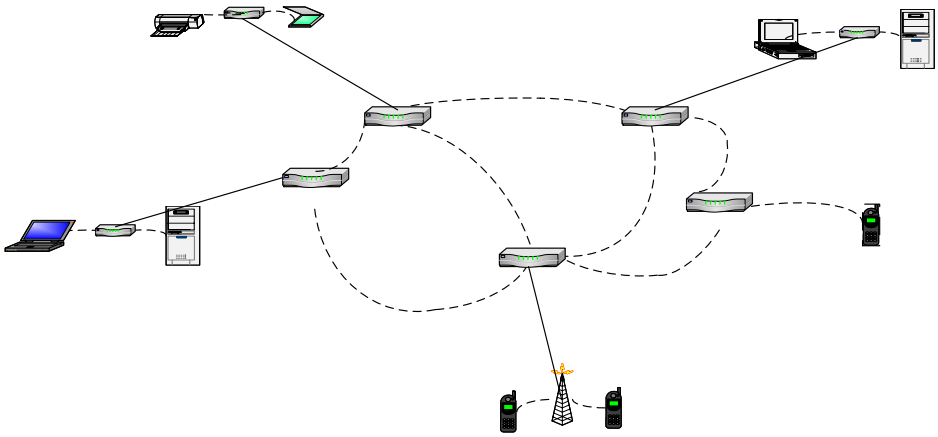
[1] router
[2] Base Station

۲. شبکه های بدون سیم مش مشترکین

۳. شبکه های بدون سیم مش هایبرید

۲-۱-۱ شبکه های بدون سیم مش پشتیبان

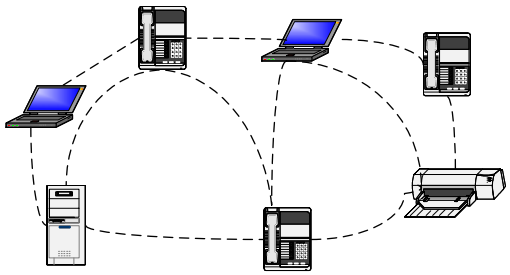
این نوع معماری در شبکه های مش در شکل ۲-۱ نشان داده شده است. این نوع از شبکه های مش، شامل شبکه ای متشکل از مسیریاب‌هایی است که هر کدام از آنها به کاربرها متصل هستند. در واقع شبکه مش مسیریاب ها زیر ساخت این نوع شبکه است و یک پشتیبان برای مشترکین به وجود می آورد و عملاً شبکه های بدون سیم موجود را به هم پیوند می دهد. این نوع از شبکه های بدون سیم مش بیشترین استفاده را دارند. در شکل زیر در لینک‌هایی که به صورت خط چین نشان داده شده اند، ارتباط به صورت بی سیم است و ارتباط سیمی با خط ممتد نشان داده شده است.



شکل ۲-۱ : شبکه بدون سیم مش پشتیبان

۲-۱-۲ شبکه های بدون سیم مش کاربرها

با به وجود آمدن شبکه مش بین مشترکین در واقع یک شبکه peer-to-peer بین مشترکین خواهیم داشت. در این نوع از معماری، گره های مشترکین نه تنها به کاربران خود سرویس دهی می کنند بلکه وظیفه مسیر دهی را نیز بر عهده دارند. این نوع معماری در شکل ۲-۲ نشان داده شده است. در شبکه های بدون سیم کاربرها، یک بسته برای رسیدن به مقصد مورد نظر خود می بایست از چندین hop بین گره های شبکه عبور کند. همانطور که مشاهده می شود، این حالت در مقایسه با حالت قبلی نیاز به تجهیزات بیشتری دارد.



شکل ۲-۲ : شبکه بدون سیم مش کاربر

۲-۱-۳ شبکه های بدون سیم مش هایبرید

این معماری در واقع ترکیب دو معماری قبلی است. مشترکینی که خود تشکیل یک شبکه مش را داده اند، می توانند از طریق شبکه مش مسیریاب ها به دیگر شبکه های مش دسترسی پیدا کنند. به نظر می‌رسد این نوع معماری کاربرد بیشتری نسبت به دو معماری دیگر در آینده پیدا کند. شکل ۲-۳ این نوع معماری را نشان می‌دهد. در این نوع معماری، برخی از گره های شبکه بدون