۱۳۰۷
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق–مخابرات

انتخاب رله‌ی مناسب برای بهبود احتمال خطای سمبل در شبکه‌های مخابرات مشارکتی مبتنی بر ایده‌ی کدگذاری شبکه

توسط: نسرین رزمی

اساتید راهنما:

دکتر محمود احمدیان

دکتر عبدالرسول قاسمی

شهریور ۱۳۹۲

بسم الله الرحمن الرحیم

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است

به پاس قلب های بزرگشان که فریادرس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند

این مجموعه را به پدر و مادر عزیزم تقدیم می کنم.

با تشکر فراوان از یاری استاد محترم

دکتر محمود احمدیان

در هدایت های فراوان

و تشکر فراوان از یاری استاد محترم

دکتر عبدالرسول قاسمی

در القائات ارزشمند

و تشکر فراوان از یاری دکتر احسان سلیمانی

به پاس راهنمایی های فراوان

چکیده

در این پایان‌نامه، مسئله‌ی انتخاب یک یا دو رله در شبکه‌های رله‌ی دو طرفه و مبتنی بر کدگذاری شبکه بررسی شده است. هدف تعیین رله‌ی مناسب و تخصیص توان بهینه به منظور بهبود احتمال خطای بیت است.

در بخش اول، روشی کارآمد جهت انتخاب یک رله در شبکه‌های رله‌ی دو طرفه ارائه می‌شود. در این روش، دو گره منبع تاثیر مهمی در انتخاب بهترین گره رله دارند. یکی از گره‌های رله را که کمترین احتمال خطای بیت را فراهم کند انتخاب می‌کنند. گره رله‌ی انتخاب شده برای مشارکت بین دو گره منبع استفاده می‌شود. کران‌های بالا و پایین دقیق مربوط به نسبت سیگنال به نویز و احتمال خطای بیت بررسی و تحلیل می‌شوند. سپس برای بهبود عملکرد شبکه، تخصیص توان بهینه بین منابع و گره رله در نظر گرفته می‌شود. نتایج حاصل از تئوری و شبیه سازی نشانگر عملکرد بهتر تخصیص توان بهینه نسبت به تخصیص توان مساوی می‌باشند. هم‌چنین در این بخش، عملکرد راهبردهای مختلف رله کردن بررسی و تحلیل می‌شوند.

در بخش دوم، حالتی را در نظر می‌گیریم که امکان انتخاب دو رله بین منابع وجود داشته باشد. در این قسمت از بررسی‌ها، تاثیر یکی از فرستنده‌ها در انتخاب رله در نظر گرفته می‌شود. کدگذاری فضا- زمان الموتی و کدگذاری شبکه با هم ترکیب می‌شوند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهند که انتخاب دو رله نسبت به انتخاب یک رله، احتمال خطای بیت را تا حد زیادی کاهش می‌دهد. تخصیص توان بین رله‌های انتخاب شده و فرستنده‌ها در نظر گرفته می‌شود که تخصیص توان مساوی بین فرستنده‌ها و رله-های انتخاب شده بهترین نتیجه را در مورد احتمال خطای بیت نشان می‌دهد.

کلید واژه: کدگذاری شبکه‌ای لایه‌ی فیزیکی، روش تقویت و ارسال، روش کدبرداری و ارسال، انتخاب رله، کدگذاری فضا- زمان الموتی، احتمال خطای بیت.

فهرست مطالب

فهرست شکل‌ها ..... د

فهرست جدول‌ها ..... ز

فصل ۱- مقدمه و بیان مسئله ۱

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- مخابرات مشارکتی ۱

۱-۳- راهبردهای مخابرات مشارکتی ۲

۱-۳-۱- تقویت و ارسال ۲

۱-۳-۲- کدبرداری و ارسال ۳

۱-۳-۳- مشارکت کد شده: ۴

۱-۳-۴- فشردهسازی و ارسال ۵

۱-۳-۵- مشارکتی انتخابی ۶

۱-۳-۶- احتمال قطع ۶

۱-۴- کدگذاری شبکه ۸

۱-۵- انتخاب رله ۸

۱-۶- تخصیص توان ۹

۱-۷- بیان مساله ۹

۱-۷-۱- مزیت انتخاب رله ۱۱

۱-۷-۲- بررسی مسئله ی تخصیص توان ۱۱

۱-۸- ساختار پایان نامه ۱۲

فصل ۲- مروری بر مفاهیم ۱۴

۲-۱- شبکه های مبتنی بر رله ۱۴

۲-۱-۱- چندگانگی زمانی ۱۵

۲-۱-۲- چندگانگی فرکانسی ۱۵

۲-۱-۳- چندگانگی فضایی ۱۵

۲-۲- کدگذاری شبکه ۱۶

۲-۱-۲- بدون کدگذاری شبکه ۱۸

۲-۲-۲- کدگذاری شبکه دیجیتال ۱۸

۲-۳-۲- کدگذاری شبکه ی لایه ی فیزیکی ۱۹
۲-۳- تحلیل احتمال خطای بیت ۲۱
۲-۳-۱- بدون کدگذاری شبکه ۲۱
۲-۳-۲- کدگذاری شبکه ی لایه ی فیزیکی ۲۱
۲-۳-۳- کدگذاری شبکه دیجیتال ۲۱
۲-۴- انتخاب رله ۲۳
۲-۵- کد های بلوکی فضا-زمان ۲۴
۲-۶- تخصیص توان ۲۵
۲-۷- راهبرد های مختلف ارسال در شبکههای مبتنی بر چند رله ۲۵
۲-۷-۱- تخصیص زمانی ۲۶
۲-۷-۲- دسترسی چندگانه ۲۹
۲-۷-۳- انتخاب یک رله ۳۰
۲-۸- بررسی احتمال خطای سمبل ۳۰
۲-۸-۱- تخصیص زمانی ۳۰
۲-۸-۲- دسترسی چندگانه ۳۱
۲-۸-۳- انتخاب یک رله ۳۱
۲-۹- جمع بندی ۳۲

فصل ۳- احتمال خطای بیت در شبکههای مبتنی بر انتخاب یک رله ۳۳
۳-۱- مدل شبکه ۳۳
۳-۲- انتخاب رله و تحلیل احتمال خطای بیت ۳۵
۳-۳- تخصیص توان ۴۰
۳-۴- احتمال خطای بیت در حالت رله با راهبردهای مختلف ۴۱
۳-۴-۱- بررسی عملکرد در حالت رله با راهبرد های مختلف کدگذاری شبکه ۴۱
۳-۵- نتایج شبیه سازی ۴۵
۳-۶- جمع بندی ۵۴

فصل ۴- تحلیل عملکرد شبکه های مبتنی بر انتخاب دو رله ۵۵
۴-۱- تخصیص توان ۵۹
۴-۲- نتایج شبیه سازی ۶۰
۴-۳- نتایج ۶۳

فصل ۵- نتایج و پیشنهادها ۶۴
۵-۱- جمع بندی ۶۴
۵-۲- پیشنهادها ۶۵
مراجع ۶۶

فهرست شکل ها

شکل ۱-۱. راهبرد تقویت و ارسال [۳] ۳
شکل ۱-۲. راهبرد کدبرداری و ارسال [۳] ۴
شکل ۱-۳. راهبرد مشارکت کد شده [۳] ۵
شکل ۱-۴. مدل سیستم روش فشرده سازی و ارسال[۶] ۶
شکل ۱-۵. مدل شبکهی در نظر گرفته شده به منظور بررسی مرتبه ی چندگانگی ۷
شکل ۱-۶. مدل شبکه ی در نظر گرفته شده ۹
شکل ۲-۱. مدل شبکه رله یک طرفه ۱۴
شکل ۲-۲. حل مشکل شبکه های چند پخشی با استفاده از کدگذاری شبکه ۱۶
شکل ۲-۳. ارسال بدون استفاده از کدگذاری شبکه ۱۸
شکل ۲-۴. ارسال با استفاده از کدگذاری شبکه دیجیتال ۱۸
شکل ۲-۵. مدل شبکه با کدگذاری شبکه لایه ی فیزیکی ۱۹
شکل ۲-۶. احتمال خطای بیت در حالت های مختلف ۲۲
شکل ۲-۷. مدل شبکه با استراتژی تقویت و ارسال و در TD-BD ۲۶
شکل ۲-۸. مدل شبکه با راهبرد تقویت و ارسال و با دسترسی چندگانه ۲۹
۲-۹. مقایسه احتمال خطای سمبل [۲۴] ۳۱
شکل ۳-۱. مدل شبکه برای بررسی انتخاب یک رله ۳۴
شکل ۳-۲. مقایسه نتایج شبیه سازی و تئوری ۴۵
شکل ۳-۳. مقایسه احتمال خطای بیت براساس طرح بیان شده و طرح ارائه شده در مرجع [۱۹] ۴۶
شکل ۳-۴. مقایسه ی احتمال خطای بیت در دو حالت تخصیص توان بهینه و مساوی ۴۷
شکل ۳-۵. نسبت توانرله و منابع برای به دست آوردن مقدار بهینه برای احتمال خطای بیت ۴۸
شکل ۳-۶. نمودار برای مقایسه نتایج حاصل از شبیه سازی و تئوری ۴۹
شکل ۳-۷. مقایسهی احتمال خطای بیت بر اساس راهبردهای تعریف شده برای هر رله ۵۰
شکل ۳-۸. احتمال خطای بیت بر حسب توان منبع به توان رله در شبکه با ۳ رله ۵۱
شکل ۳-۹. احتمال خطای بیت بر حسب توان منبع به توان رله در شبکه با ۳ رله ۵۲
شکل ۳-۱۰. احتمال خطای بیت بر حسب توان منبع به توان رله در شبکه با ۳ رله ۵۳
شکل ۴-۱. مدل شبکه برای انتخاب دو رله ۵۵
شکل ۴-۲. احتمال خطا با تخصیص توان مساوی بین منابع و رله ۶۰
شکل ۴-۳. بهینه سازی بر حسب نسبت توان رله به توان منابع ۶۱

شکل ۴-۴. مقایسه ی احتمال خطای بیت در انتخاب تک رله و دو رله ۶۲

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱. احتمال قطع برای راهبرد های مختلف ارسال[۲] ۷
جدول ۲-۱. نگاشت PNC ۲۰
جدول ۳-۱. پارامترهای تعریف شده برای احتمال خطای بیت [۲۷] ۳۶

فصل ۱– مقدمه و بیان مسئله

۱–۱– مقدمه

تقاضای روزافزون برای ارسال بی‌سیم[1] اطلاعات به صورت و با توانایی ارسال با نرخ ارسال و قابلیت اطمینان بالا باعث شده است که مسائل مختلفی در زمینه‌ی مخابرات مطرح شوند. شبکه‌های مخابراتی بی سیم دارای مسائل چند مسیری و اثر سایه و تداخل هستند. این عوامل باعث کاهش عملکرد سیستم می‌شوند. انتخاب رله و تخصیص توان و کدگذاری شبکه از جمله زمینه‌های تحقیقاتی برای کاهش اثرات نامطلوب در کانال‌های بی‌سیم هستند. در این پایان‌نامه نشان داده می‌شود که با بهره‌گیری مناسب از این روش‌ها می‌توان کارایی شبکه‌های بی‌سیم را بهبود بخشید.

۱–۲– مخابرات مشارکتی

ایده‌ی مخابرات مشارکتی[2] توسط مولن[3][۱] در شبکه‌های مخابراتی مطرح شد. مخابرات مشارکتی می‌تواند مشکلات موجود در شبکه‌های بی‌سیم را حل کند. در حالتی که با توجه به شرایط محوشدگی[4] کانال، گره گیرنده نتواند اطلاعات را به صورت صحیح دریافت کند و راهبردهای ارسال مکرر هم‌چون ARQ[5] نیز نتوانند در رفع این مشکل کمک چندانی کنند، مخابرات مشارکتی می‌تواند گزینه‌ی مناسبی باشد.

هدف از مخابرات مشارکتی، دست‌یابی به بهره‌ی چندگانگی[6] فضایی بالا با استفاده از مشارکت کاربران، بدون استفاده از چندین آنتن به ازای هر گره یا کاربر در شبکه است. در این حالت می‌توان از چندین گره که در همسایگی فرستنده‌ها و گیرنده‌ها هستند و در ارسال اطلاعات مشارکت می‌کنند به عنوان رله استفاده کرد و یک آرایه آنتن مجازی فراهم ساخت. در واقع در شبکه‌های غیر مشارکتی، گره-های موجود برای دست‌یابی به منابع موجود با یک‌دیگر رقابت می‌کنند. در حالی که در حالت مشارکتی، گره‌ها در ارسال داده‌ی دیگر گره‌ها نیز کمک می‌کنند. افزایش ضریب ارتباط، افزایش نرخ ارسال، کاهش

[1] Wireless
[2] Cooperative communication
[3] Meulen
[4] Fading
[5] Automatic Repeat reQuest
[6] Diversity

توان ارسالی هر یک از گره‌های شبکه و افزایش شعاع ارتباطی از مزایای مشارکت در شبکه‌های مخابراتی به شمار می‌رود.

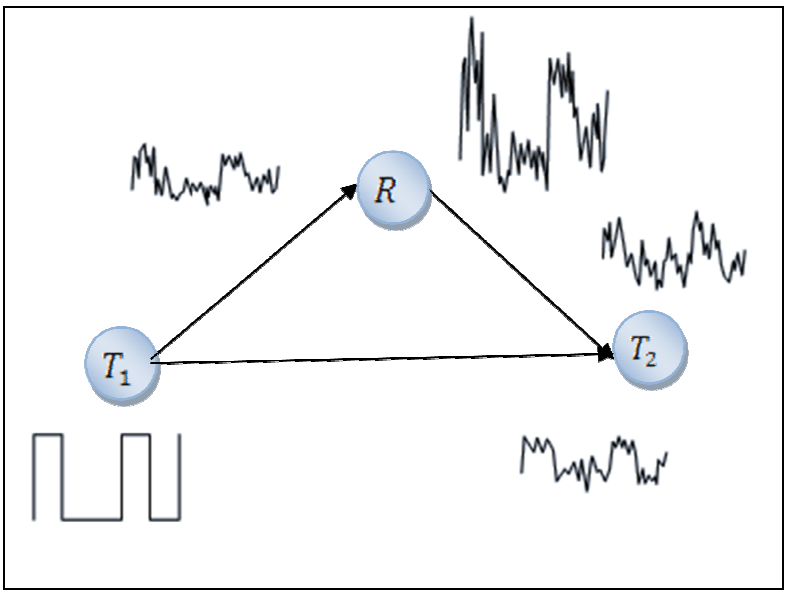
۱-۳- راهبردهای مخابرات مشارکتی

راهبردهای متفاوتی برای رله مطرح شده است که روش‌های تقویت و ارسال[۱] ، کدبرداری و ارسال[۲] ، مشارکت کد شده[۳] ، فشرده سازی و ارسال[۴] و مشارکت انتخابی[۵] از جمله‌ی این روش‌ها هستند. هر کدام از این روش‌ها مزایا و معایبی دارند که با توجه به هدف مشخص شده از بهترین روش استفاده می شود.

۱-۳-۱- تقویت و ارسال

همان‌طور که در شکل ۱-۱ ملاحظه می‌شود، T_1 اقدام به ارسال سیگنال خود به سمت گره T_2 و رله می‌کند. در این روش گره رله بعد از دریافت سیگنال موردنظر از گزه منبع T_1، آن را در یک بهره‌ی تقویتی ضرب می‌کند و سپس سیگنال تقویت شده را به سمت گیرنده ارسال می‌کند [۲ و۳]. روش تقویت و ارسال در شکل ۱-۱ نشان داده شده است.

[1] Amplify and forward (AF)
[2] Decode and forward (DF)
[3] Coded cooperation
[4] Compress and forward (CF)
[5] Selection relaying



شکل ۱-۱. راهبرد تقویت و ارسال [۳]

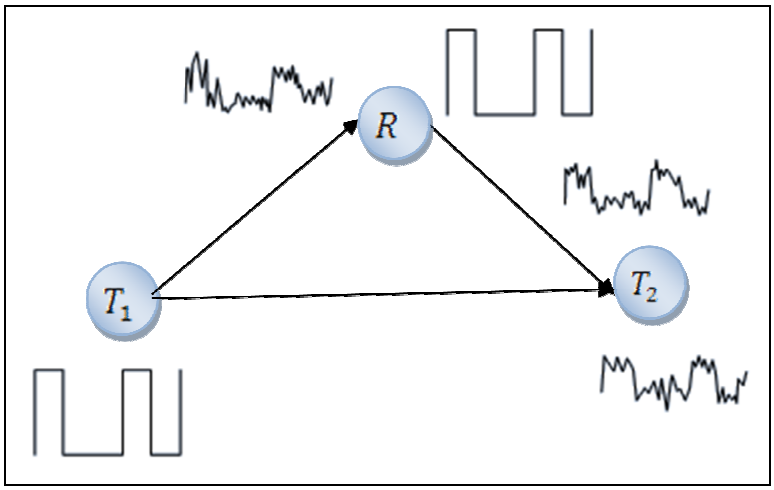
بنابراین در این روش گره مقصد اطلاعات را دو بار دریافت می‌کند. یکبار سیگنال دریافت شده از مسیر مستقیم بین گره منبع فرستنده و گیرنده دریافت می‌شود. در فاز دوم، سیگنال تقویت شده‌ی ارسالی از طرف گره رله توسط گره گیرنده دریافت می‌شود. در این حالت نویز در اثر مشارکت تقویت می-شود ولی با این حال چون گیرنده دو نمونه سیگنال با محوشدگی متفاوت دریافت می کند، می‌تواند تصمیم‌گیری مناسب‌تری را برای آشکارسازی اطلاعات انجام دهد. این روش به دلیل سادگی بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد. رله‌هایی که عمل تقویت و ارسال انجام می‌دهند باید دارای نسبت سیگنال به نویز[1] بالا باشند چون در غیر این صورت نویز خود را به طرف مقابل ارسال می‌کنند.

۱-۳-۲- کدبرداری و ارسال

در این روش، کاربر شریک و یا رله بعد از دریافت سیگنال مورد نظر، ابتدا آن را کدبرداری می‌کند و اگر قادر به کدبرداری صحیح باشد دوباره آن را کد کرده و به سمت گیرنده ارسال می‌کند [۳و۲]. پس در این حالت هم گره گیرنده دو کپی مختلف از اطلاعات را دریافت می‌کند و از این طریق چندگانگی فراهم می‌شود. در این نوع ارسال، رله باید توانایی کدبرداری صحیح را داشته باشد و از آنجایی که کدبرداری می‌تواند همراه با خطا باشد، در این حالت ظرفیت سیستم در مقایسه با روش تقویت و ارسال کمتر می-

[1] Signal to noise ratio

شود. در این روش، استفاده از کدهای کنترل خطا مناسب است. چون در این حالت بعد از کدبرداری در صورتی که خطا قابل تشخیص نباشد رله یا کاربر شریک می‌تواند در مشارکت شرکت نکند.



شکل ۱-۲. راهبرد کدبرداری و ارسال [۳]

روشی را می‌توان به صورت ترکیبی برای رله در نظر گرفت که لازم است مشخص شود کدام راهبرد برای رله مناسب‌تر است به همین دلیل از مفهوم احتمال قطع[1] استفاده می‌شود. در این حالت اگر کانال بین منبع و رله وضعیت مناسبی داشته باشد از راهبرد کدبرداری و ارسال استفاده می‌شود و در غیر این صورت از راهبرد تقویت و ارسال استفاده می‌شود. به دلیل این‌که دو روش تقویت و ارسال و کدبرداری و ارسال دارای سادگی بیشتری هستند، بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرند. نشان داده شده است که در سیگنال به نویزهای پایین‌تر روش کدبرداری و ارسال نسبت به روش تقویت و ارسال عملکرد بهتری دارد.

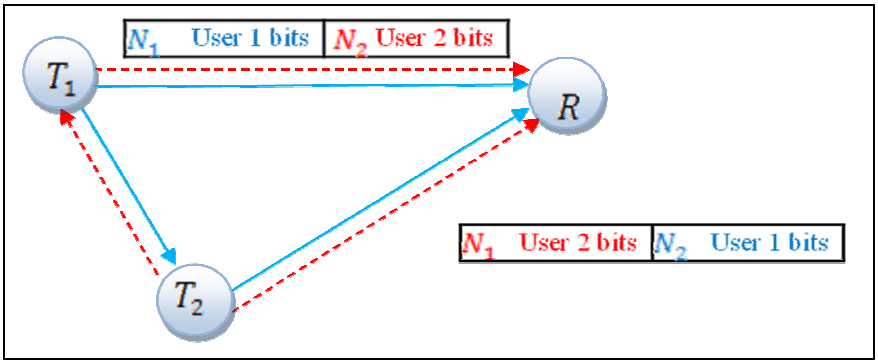
۱-۳-۳- مشارکت کد شده:

در این روش، مشارکت با استفاده از کدگذاری کانال اضافه می‌شود. در مشارکت کد شده، بخش‌های مختلف کلمه‌ی کد هر کاربر از مسیرهای مختلف فرستاده می‌شوند. هر کاربر تلاش می‌کند که افزونگی لازم را برای شریکش ارسال کند. اگر این عمل ممکن نباشد دراین صورت کاربران به حالت غیر مشارکتی برمی‌گردند. همه‌ی عملیات مربوطه به صورت خودکار مدیریت می‌شوند[۳و۴و۵] .

[1] Outage probability

در این روش، کاربران داده‌ها را به صورت بلوک‌هایی تقسیم بندی می‌کنند و با یک کد CRC[1] دریافت صحیح بلوک‌های مربوطه را در رله یا کاربر مشارکتی تضمین می‌کنند. هر کاربر ضمن ارسال N_1 بیت کد شده‌ی خود در فریم ۱، N_2 بیت کد شده از کاربر دیگر را هم در فریم ۲ ارسال می‌کند.

در ارسال فریم اول، هر کاربر یک کلمه‌ی کد شامل N_1 بیت را ارسال می‌کند. سپس هر کاربر شروع به کدبرداری کد ارسالی شریکش می‌نماید، اگر این عمل موفقیت آمیز باشد در این صورت در فریم دوم، قسمت دوم کاربر مقابل را محاسبه و ارسال می‌کند که شامل N_2 بیت کد است. در شکل ۱-۳، مشارکت کد شده نشان داده شده است. بنابراین پارامتری با عنوان سطح مشارکت تعریف می‌شود که برابر با $\frac{N_2}{N_1+N_2}$ است.



شکل ۱-۳. راهبرد مشارکت کد شده [۳]

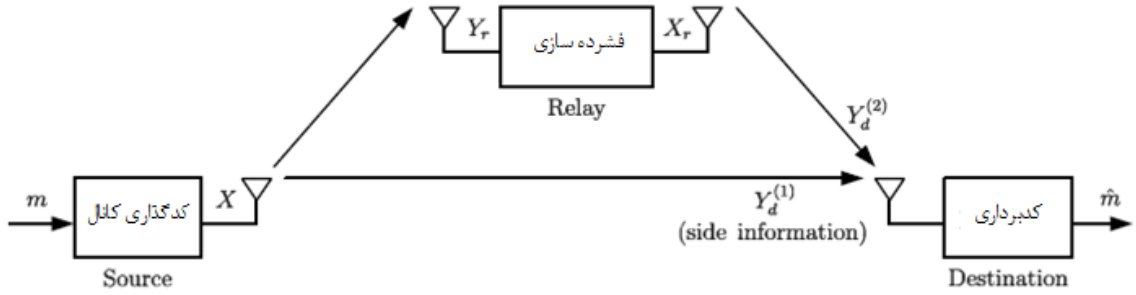
۱-۳-۴- فشرده‌سازی و ارسال

روش فشرده‌سازی و ارسال (CF) دلالت به روشی دارد که رله صورت کوانتیزه شده، تخمینی و یا فشرده شده‌ی مشاهدات خود را برای مقصد ارسال می‌نماید.

در این روش رله نیازی به کدبرداری کامل پیام منبع نداشته و تنها اطلاعاتی از مشاهدات خود را که وابسته به کدبرداری در مقصد است را باید استخراج نماید. مقدار اطلاعات استخراج شده و ارسالی به مقصد، به ظرفیت کانال رله-مقصد بستگی دارد. روش CF می‌تواند روش DF را در حالتی که رله از منبع دورتر است (کدبرداری در رله دارای اطمینان کمتری است) و به مقصد نزدیک‌تر است (اطلاعات بیشتری از طریق کانال رله-مقصد قابل انتقال است) را بهبود بخشد.

[1] Cyclic Redundancy Check

روش CF غالبا در دو فاز مانند شکل ۱-۴ صورت می‌پذیرد. در فاز اول، منبع پیام را ارسال می‌کند. سیگنال‌های دریافتی در رله و گیرنده به ترتیب برابر با Y_r و $Y_d^{(1)}$ می‌باشد. در فاز دوم رله Y_r را فشرده و یا اطلاعاتی از Y_r را که بیشتر برای کدبرداری در مقصد مفید است را استخراج می‌کند. فشرده‌سازی در رله تنها باید با دانش آماری از سیگنال دریافتی در مقصد $Y_d^{(1)}$ انجام پذیرد [۶].



شکل ۱-۴. مدل سیستم روش فشرده سازی و ارسال [۶]

۱-۳-۵- مشارکتی انتخابی

کیفیت کانال بین منبع و رله از پارامترهای مهم در بررسی کارایی روش کدبرداری و ارسال است. با توجه به این‌که ضریب محوشدگی بین گره فرستنده تا رله قابل تخمین زدن است. بنابراین با توجه به اندازه‌ی این پارامتر می‌توان در مورد استفاده یا عدم استفاده از مشارکت در سیستم تصمیم گرفت. اگر این پارامتر از یک مقدار آستانه بیشتر شود، در این صورت از کانال بین رله تا منبع استفاده می‌شود و در غیر این صورت، اطلاعات به صورت غیر مشارکتی فرستاده می شوند [۲].

۱-۳-۶- احتمال قطع

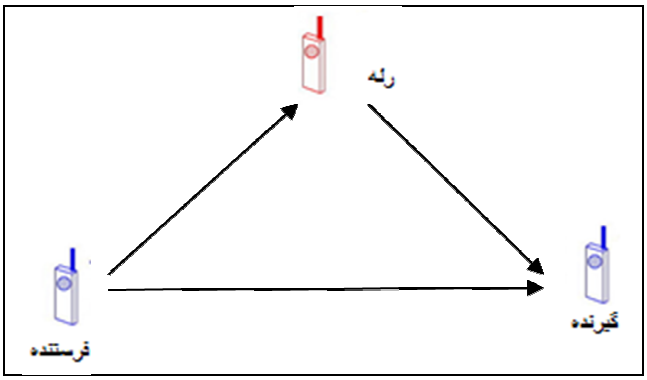
در محوشدگی آرام، احتمال قطع[1] به صورت رابطه‌ی (۱-۱) تعریف می‌شود.

$$P_R^{out} = P(C < R) \quad (۱-۱)$$

که C نشان دهنده‌ی ظرفیت و R بیانگر نرخ ارسال داده است. بهره‌ی چندگانگی[2] با توجه به [۷و ۸] براساس احتمال خطا به صورت رابطه‌ی (۱-۲) تعریف می شود.

[1] Outage Probability
[2] diversity

$$d = -\lim_{SNR\to\infty} \frac{log\ P_e(\mathrm{SNR})}{log\ SNR} \qquad (۲-۱)$$



شکل ۱-۵. مدل شبکه‌ی در نظر گرفته شده به منظور بررسی مرتبه‌ی چندگانگی

در جدول ۱-۱، احتمال قطع مربوط به راهبردهای تقویت و ارسال و کدبرداری و ارسال، با مدل شبکه‌ی شکل ۱-۵ نشان داده شده است.

جدول ۱-۱. احتمال قطع برای راهبرد های مختلف ارسال[۲]

راهبرد	$P^{\mathrm{out}}(SNR_{norm}, R)$, high SNR_{norm}	$P^{\mathrm{out}}(SNR, R_{norm})$,high SNR
ارسال مستقیم	$1/SNR_{norm}$	$1/SNR^{(1-R_{norm})}$
روش تقویت و ارسال	$(2^R+1)^2/SNR_{norm}{}^2$	$1/SNR^{2(1-2R_{norm})}$
روش کدبرداری و ارسال	$(2^R+1)/SNR_{norm}$	$1/SNR^{(1-2R_{norm})}$

در جدول (۱-۱)، SNR_{norm} و R_{norm} پارامترهایی هستند که برای کاهش پیچیدگی معرفی شده‌اند و برابر با $SNR = SNR_{norm}(2^R-1)$ و $R = R_{norm}log(1+SNR)$ هستند. با توجه به جدول

مشخص است که در مدل شبکه‌ی معرفی شده، روش کدبرداری و ارسال دارای مرتبه‌ی چندگانگی برابر با ۱ است و این در حالی است که مرتبه‌ی چندگانگی مربوط به راهبرد تقویت و ارسال برابر با ۲ است.

۱-۴- کدگذاری شبکه

اگرچه با استفاده از مخابرات مشارکتی می‌توان بهره‌ی چندگانگی بالایی را در شبکه فراهم کرد. اما تنها با استفاده از مخابرات مشارکتی، گذردهی شبکه پایین خواهد بود. بنابراین شبکه‌های مبتنی بر رله بدون کدگذاری شبکه برای مخابرات با چندین گره بهینه نیستند. به همین علت برای افزایش گذردهی در شبکه، کدگذاری شبکه[۱] مطرح شده است. کدگذاری شبکه، به عملیات پردازش در یک شبکه‌ی مخابراتی که یک گره بر روی اطلاعات تولیدی و دریافتی انجام می‌دهد گفته می‌شود. انگیزه‌ی اصلی از مطرح شدن کدگذاری شبکه، حل مشکل شبکه‌های چند پخشی[۲] بوده است.

ایده‌ی اصلی از مطرح شدن کدگذاری شبکه‌ی لایه‌ی فیزیکی که بعد از کدگذاری شبکه‌ی دیجیتال مطرح شده است بر این اصل استوار است که به علت خاصیت جمع‌پذیری امواج الکترومغناطیسی، زمانی که چندین موج الکترومغناطیسی به یک فضای فیزیکی مشترک می‌رسند با هم جمع می‌شوند. در بسیاری از شبکه‌های بی سیم، زمانی که چندین فرستنده با هم شروع به ارسال سیگنال‌هایشان می‌کنند، این سیگنال‌ها با هم تداخل می‌کنند و باعث می‌شوند که اطلاعات به طرز صحیحی در گیرنده‌ها دریافت نشوند. به طور مثال در شبکه‌های Wi-Fi وقتی که چندین فرستنده به طور هم‌زمان اطلاعاتی را می فرستند برخورد بسته‌ها رخ می‌دهد و باعث می‌شود که هیچ یک از بسته‌ها به طرز صحیحی درگیرنده دریافت نشوند. براساس PNC[۳]، می‌توان از تداخل‌ها استفاده‌ی بهتری کرد.

۱-۵- انتخاب رله

با استفاده از مخابرات مشارکتی، مسائل جدیدی در زمینه‌ی تخصیص توان و انتخاب رله[۴] مطرح می-شوند. انتخاب رله به صورت بهینه برای افزایش کارایی[۵] شبکه‌های مخابرات مشارکتی ضروری به نظر می-رسد. با توجه به اینکه انتخاب رله مزایای زیادی دارد، پیشرفت‌های خیلی زیادی کرده است. به طوری که بلافاصله بعد از معرفی این طرح، در سیستم‌های بی‌سیم نسل چهارم از این تکنولوژی استفاده شده است.

---

[1] Network coding
[2] Multicast
[3] Physical Network Coding
[4] Relay selection
[5] Performance

در این طرح در ابتدا بهترین رله از میان N رله‌ی موجود انتخاب می‌شود و سپس از این رله برای ارسال اطلاعات بین مبدا و مقصد استفاده می‌شود. مسئله‌ی اصلی در زمینه‌ی انتخاب رله، طرحی است که بهترین رله بر اساس آن انتخاب می‌شود.

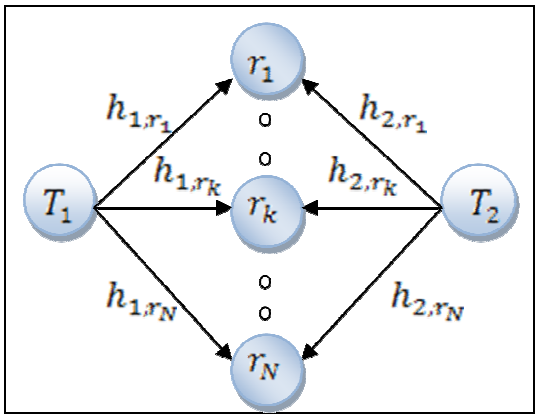
۱-۶- تخصیص توان

توان مصرفی در شبکه‌های مبتنی بر رله یکی از مهم‌ترین مسائل در زمینه‌ی شبکه‌های بی‌سیم به شمار می رود. در شبکه‌های بی‌سیم، گره‌های بی‌سیم باید منابع انرژی خود را به همراه داشته باشند. با این رویکرد، کاهش توان مصرفی یکی از مسائل مهم است. استفاده بهینه از منابع توان موجود باعث می‌شود که عملکرد بالایی حاصل شود.

تحقیق‌های زیادی در زمینه‌ی تخصیص توان[1] انجام گرفته است، در بیشتر موارد تخصیص توان توسط کنترل کننده‌ی مرکزی انجام می‌گیرد. در این حالت به اطلاعات حالت کانال به طور دقیق برای تخصیص توان بهینه در کنترل کننده‌ی مرکزی نیاز است. یکی از مسائل اساسی در زمینه‌ی سیستم‌های مخابرات مشارکتی چگونگی انتخاب رله و تخصیص توان به مبدا و رله است.

۱-۷- بیان مساله

در این پایان نامه انتخاب یک رله و دو رله در شبکه‌های مبتنی بر کدگذاری شبکه در نظر گرفته می شود. مدل شبکه به صورت شکل ۶-۱ در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۱-۶. مدل شبکه ی در نظر گرفته شده

[1] Power allocation