دانشگاه زنجان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه برق

پروژه کارشناسی رشته برق مخابرات

عنوان

بررسی روش های تخمین کانال *MIMO-OFDM* با *استفاده* از سیگنال های آموزشی در سیستم های مخابراتی

استادراهنما:

دکتر قمری ادیان

نگارش:

زهره اصل روستا

۹۳۴۴۳۱۰۳

تابستان ۹۸

سوابق مربوط ارسال موازی اطلاعات و تقسیم فرکانسی که ایده اولیه ی آن به سال ۱۹۵۰بر می گردد به طورمشخص در دهه 1960مطرح شد و مورد توجه قرار گرفت. این روش ارسال با نام های مختلفی مانندارسال تبدیل فوریه، مالتی پلکس با استفاده از تبدیل متعامد، انتقال موازی داده، مخابرات چندفرکانسی، مدولاسیون چند حاملی و ... مورد بحث قرا گرفته است. در سال 1971وینستون و ابرت ایده ی استفاده از تبدیل فوریه گسسته را برای پیاده سازی مدلاسیون OFDMمطرح کردند که تحولی اساسی در کاهش پیچیدگی سیستم ایجاد کرد. در این روش به جای استفاده از ضرب کننده، اسیلاتورو فیلترهای متعدد از تبدیل فوریه گسسته و عکس تبدیل فوریه گسسته استفاده می شود که باعث کاهش پیچیدگی سیستم می شود.

قدم مهم دیگر توسط پلد و رویز در سال 1980برداشته شد که استفاده از پسوند تکرار یا گسترش تکرار در جهت حل مشکل تعامد حامل ها ارائه دادند. در این روش به جای ارسال صفر در فاصله زمانی محافظ سیگنال اصلی تکرار می شود. این عمل باعث می شود که کانولوشن خطی به کانولوشن دایروی تبدیل شود و تعامد حامل ها در کانال چند مسیره حفظ شود.

در دهه 1980این تکنیک برای مودم های پرسرعت ، ارتباط موبایل دیجیتال و سیستم های پرظرفیت مورد مطالعه قرار گرفت. هر چند برای مدت زمان زیادی عملی کردن این سیستم به لحاظ پیچیدگی سخت افزاری مشکل بود. چرا که به پردازشگرهای سریع جهت انجام تبدیل فوریه گسسته،اسیلاتورهای پایدارو تقویت کننده توان فرکانس رادیویی خطی نیاز داشت.

چکیده

بررسی روش های تخمین کانال mimo-ofdm با استفاده از سیگنال های آموزشی در سیستم های مخابراتی رشد روز افزون تقاضا برای سیستم های مخابراتی با نرخ داده ی بالا همراه با کیفیت خدمات مطلوب، طراحی این گونه سیستم ها را به یک چالش اصلی و زمینه ی تحقیقاتی بسیار مهم در علم مهندسی مخابرات تبدیل کرده است. از آنجا که افزایش پهنای باند و/یا توان ارسالی به منظور افزایش نرخ داده راهکاری پر هزینه و بعضا غیر عملی است، استفاده از تکنیک هایی نظیر MIMO و OFDM که به شکل کارآمدی از پهنای باند موجود استفاده می کنند بسیار مورد توجه می باشد. ترکیب این دو تکنیک مذکور با توجه به مزیت های هر یک امکان دستیابی به یک شبکه ی مخابراتی با نرخ داده ی بالا و پوشش وسیع را فراهم نموده است تا جایی که MIMO-OFDM را به تکنولوژی اصلی سیستمهای مخابراتی نسل چهارم تبدیل کرده است. جهت بهره بردن از مزایای این سیستم ها به اطلاعات حالت کانال در گیرنده نیاز داریم که این مهم با استفاده از الگوریتم های مختلف تئوری تخمین محقق می شود. تخمین کانال با استفاده از سیگنال های آموزشی و تخمین کانال به صورت کور دو رویکرد عمده در بدست آوردن اطلاعات حالت کانال در گیرنده می باشند. با توجه به اهمیت کیفیت، بار محاسباتی، و سرعت همگرایی تخمین کانال که به صورت مستقیم بر عملکرد سیستم های مخابراتی تاثیر گذار است، به مطالعه ی روش های تخمین کانال مبتنی بر سیگنال های آموزشی می پردازیم.

سیستمهای مخابراتی تلفن همراه مدرن، از ترکیب **MIMO**و **OFDM**استفاده میکنند، که به عنوان سیستم**MIMO- OFDM**شناخته میشوند، تا راندمان طیفی بالاتری ارائه کنند. یکی از چالشهای مهم در این سیستمها، تخمین دقیق کانال برای تشخیص سمبلهای اطلاعات است. در واقع گیرنده باید اطلاعات حالت کانال را برای پردازش سیگنال دریافتی و همچنین بازخورد مناسب به فرستنده در اختیار داشته باشد. فن آوری های جدید مانند مالتی پلکس فرکانسی متعامد(OFDM)و کانال های چند ورودی – چندخروجی (MIMO)میتواند عملکردسیستم های مخابراتی رایج را بهبود ببخشند. با استفاده از این دو فن آوری و بررسی پیچیدگی انحراف کانال درآنها می توان به نرخ داده بالا نائل شد. از آن جا که طیف رادیویی از

جمله منابع محدود هر کشور و کل جهان است، نظریه استفاده از زیرحاملهای متعامد مطرح گردید. اما یکی از مشکلاتی که این سیستم را تهدید میکند.مسأله آفست فرکانس است. بنابراین لزوم تخمین دقیق آفست فرکانس از نکات مهم و حیاتی این سیستم می باشد.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱ بیان مسأله ۱

۱-۲ کانال فیدینگ ۲

۱-۳ کانال چند مسیره ۳

۱-۴ پارامترهای کانال چند مسیره ۳

۱- ۵کانال فیدینگ فرکانس گزین و تخت ۴

فصل دوم:تئوری ۷

۲-۱ سیستم های چند آنتنی MIMO ۱۱

۲-۲ مزایای استفاده از تکنولوژیMIMO ۱۲

۲-۲-۱ بهره آرایه ای ۱۲

۲-۲-۲ بهره ی دایورسیتی فضایی ۱۲

۲-۲-۳ انتقال چندتایی پیغامها(تسهیم فضایی) ۱۳

۲-۳ مزایا و معایب سیستم های OFDM ۱۶

۲-۴ طیف توان داپلر ۱۷

۲-۵ عوامل بوجود آورنده آفست فرکانس ۱۷

۲-۵-۱ آفست فرکانس و تداخل بین زیرحاملها ۱۸

۲-۶ نویز فاز ۱۸

فصل سوم:تخمین کانال در سیستم های MIMO-OFDM با استفاده از سیگنال های آموزشی ۱۹

۳-۱ الگوی بلوکی ۲۰

۳-۲ الگوی شانه ای ۲۱

۳-۳ الگوی شبکه ا ی ۲۲

فهرست اشکال

شکل (۲-۲) سیستم های مخابراتی MIMO ۱۱
شکل (۲-۳) بلوک دیاگرام فرستنده ی MIMO-OFDM ۱۴
شکل (۲-۴) بلوک دیاگرام گیرنده ی MIMO-OFDM ۱۴
شکل(۲-۵) بلوک دیاگرام فرستنده OFDM ۱۵
شکل (۲-۶) بلوک دیاگرام گیرنده OFDM ۱۵
شکل (۲-۷) استفاده از پیشوند چرخشی برای جلوگیری از ISI بین سمبل های OFDM ۱۶
شکل (۳-۱) الگوی بلوکی برای سمبل های آموزشی ۲۱
شکل (۳-۳) الگوی شبکه ای برای سمبل های آموزشی ۲۳

فصل اول: مقدمه

۱-۱ بیان مسأله

همزمان با گسترش فزاینده مخابرات چند رسانه ای انتظار می رود که مخابرات سیار به طور قابل اطمینان ارسال داده با نرخ بالا را پشتیبانی کند. استفاده از آنتن های چندگانه در فرستنده و گیرنده، کانال بی سیم MIMO(چندورودی-چند خروجی)با چندین درجه آزادی به وجود می آورد که تقاضا برای نرخ داده بالاتر و پوشش سلول بهتر را حتی بدون افزایش پهنای باند فرکانسی یا توان متوسط ارسالی برآورده می- کند. به علت محدود بودن پهنای باند موجود، داشتن شبکه بیسیم کارآمد مستلزم پیشرفت در استفاده بهینه از پهنای باند موجود است. بسیاری از سیستمهای بیسیم از کانال مشترک در حوزه زمان بهره میبرند؛ به عبارت دیگر از شکلهای مختلف از جمله چندگانگی دسترسی تقسیم زمان(TDMA) ،مضاعف سازی تقسیم زمان(TDD) و مضاعف سازی تقسیم فرکانس(FDD) استفاده میکنند.

نیاز به نرخ ارسال بالا و همچنین محدودیت روی پهنای باند موجود باعث شده است بسیاری از استاندارادهای بیسیم دارای نرخ ارسال بالا از تکنیک مدولاسیون چندحامله مبنی برتسهیم تقسیم فرکانس متعامد(OFDM) استفاده کنند. در مقایسه با سیستمهای تک حامله، OFDMمنجر به مقاومت بیشتر سیستم در برابر اعوجاجات چندگانگی مسیر میگردد. همچنین استفاده از چندین آنتن در شبکه های بیسیم آتی برای نیل به اهداف بالا امری اجتناب ناپذیر است. سیستمهای چندورودی –چند خروجی(MIMO) باعث افزایش ظرفیت سیستم میشود،بنابراین ترکیبی **OFDM**و **MIMO**موجب افزایش بهره دایورسیتی و/یا ارتقای ظرفیت سیستم در کانالهای فرکانس گزین و متغیر با زمان میشود .یکی از مشکلات سیستمهای **MIMO – OFDM**،حساسیت آن به آفست فرکانس است. آفست فرکانس ازدو عامل مهم عدم تطابق اسیلاتورهای فرستنده و گیرنده و همچنین اثرات داپر ناشی میَشود و باعث برهم خوردن تعامل بین زیرحاملها میگردد; بنابراین تخمین دقیق و جبران آفست فرکانس، امری مهم و ضروری به نظر میرسد.

۱-۲ کانال فیدینگ

شناخت کانال فیدینگ و ویژگیهای آن اولین گام در فرآیند مدل سازی، طراحی و ساخت سیستمهای مخابرات سیار سلولی است.

کانال به معنای فاصله ی بین آنتن فرستنده و گیرنده میباشد. خصوصیات سیگنال بین آنتن فرستنده و گیرنده تغییرمیکنند. این خصوصیات بر روی فاصله ی بین آنتن گیرنده و فرستنده، مسافت در اختیار گرفته شده توسط سیگنال ومحیط اطراف مسیر از قبیل ساختمانها و سایر وسائل تاثیر میگذارند. شکل و خصوصیات سیگنال دریافتی توسط سیگنال ارسالی میتواند حاصل شود. اگر ما یک مدلی برای فاصله بین این دو داشته باشیم، این مدل همان مدل کانال است. و سه آثار مهم پاسخ کانال عبارتند از: الف)تلفات مسیر ب)سایه افکنی ج)چندمسیری

جهت بهره بردن از مزایای این سیستم ها به اطلاعات حالت کانال در گیرنده نیاز داریم که این مهم با استفاده از الگوریتم های مختلف تئوری تخمین محقق می شود. تخمین کانال با استفاده از سیگنال های آموزشی و تخمین کانال به صورت کور دو رویکرد عمده در بدست آوردن اطلاعات حالت کانال در گیرنده می باشند. با توجه به اهمیت کیفیت، بار محاسباتی، و سرعت همگرایی تخمین کانال که به صورت مستقیم بر عملکرد سیستم های مخابراتی تاثیر گذار است،یکی ازمهمترین اهداف طراحان سیستمهای مخابراتی، دستیابی به روشهایی جهت انتقال نرخ بالای اطلاعات در کانالهای فیدینگ چند مسیره است. در این راستا، ایدههای مختلفی مطرح شده که یکی ازمهمترین آنها استفاده از OFDMدر سیستمهای MIMOاست. سیستمهای مخابرات دیجیتال برای آشکارسازی همدوس سیگنالهای دریافتی باید تخمین دقیقی از وضعیت کانال مبادلاتی بین فرستنده و گیرنده داشته باشند. از آنجا که جابجایی فرکانس حامل سبب تداخل بین حاملی در سیستمهای مبتنی بر OFDMمیشود، تخمین و در نتیجه جبران این جابجایی در گیرنده های OFDMاز چالشهای اساسی آن بشمار میرود.بدین جهت تخمین پارامترهای مورد نیاز در فرآیند همزمان سازی و ضرایب کانال از اصلی ترین موضوعات مورد بحث در حوزه MIMO-OFDMاست. به دلیل اثر متقابل کانال و جابجایی

فرکانس حامل بر یکدیگر از یک سوو تمایل به افزایش گذردهی طیفی از سوی دیگر، در سالهای اخیر، تخمین توام پاسخ ضربه کانال و جابجایی فرکانس حامل در سیستمهای OFDMو MIMO-OFDMمورد توجه قرار گرفته است.

۱-۳ کانال چند مسیره

در ارتباط سیمی، دیتای ارسال شده توسط یک نویز گوسی مستقل تحریف (خراب)میشود و در نبود تداخل هرگونه اصطحکاک سبب ایجاد نویز حرارتی در آن میشود. در کانالهای رادیویی یا بی سیم، علاوه بر نویزسفید گوسی جمع شونده(AWGN) تداخل بین سمبلی (ISI)نیزمواجه هستیم و همچنین محوشدگی و تداخل با سایر استفاده کننده ها نیز وجود دارد. محیط بی سیم به دلیل انتشار چند مسیرگی به شدت ناپایدار و تغییر پذیر است. اگر کانال ما به صورت چند مسیرگی باشد،که دارای چندین مسیر انتشار است و هر مسیردارای یک تاخیر و یک ضریب تضعیف است و همچنین تاخیر و ضریب تضیف، متغیر با زمان باشند، سیگنال میان گذر دریافتی برابر با رابطه است:

$$y(t) = \sum_{n} a_n(t) x[t - \tau_n(t)] \qquad (۱-۱)$$

an ضریب تضعیف مسیر nام و tn تاخیر انتشار آن مسیر است.

۱-۴ پارامترهای کانال چند مسیره

- **پهنای باند همدوس و گسترش تاخیر**

بیشترین زمانی که بعد از آن سیگنال دریافت شده قابل اغماض باشد، بیشترین گسترش تاخیر کانال(τ max) می نامند،یعنی یک فاصله ی زمانی انتشار بین کوتاه ترین مسیر و بلند ترین مسیر میباشد و هر چه τ maxبزرگتر باشد، کانال دارای پراکندگی بیشتری است . اغلب به جای محاسبهτ max ، τ *rms*(ریشه مربع میانگین (RMM)محاسبه میشود.

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.