

معرفی سیستم های WCDMA و تداخل و روش های مختلف حذف تداخل در سیستم های مخابرات سیار سلولی

مهدی جلالی، ناصر یوسف زاده و یاشار زهفروش

دانشکده تحصیلات تکمیلی واحد تهران جنوب

Jalali.mahdi@gmail.com , naseryousefzadeh@yahoo.com, yashar_zh@yahoo.com

چکیده: در این مقاله ابتدا سیستم های مخابرات سیار مبتنی بر WCDMA را معرفی و ویژگی های بارز و مهم این سیستم ها را بیان می نماییم. گسترده و واگسترده و کانال های چند مسیره و گیرنده RAKE، کنترل توان را تشریح می نماییم. در ادامه اهمیت حذف تداخل و روش های معمول آن به خصوص در سیستم های WCDMA را بیان می کنیم.

کلید واژه: تداخل، حذف تداخل، گسترده، WCDMA

1- مقدمه

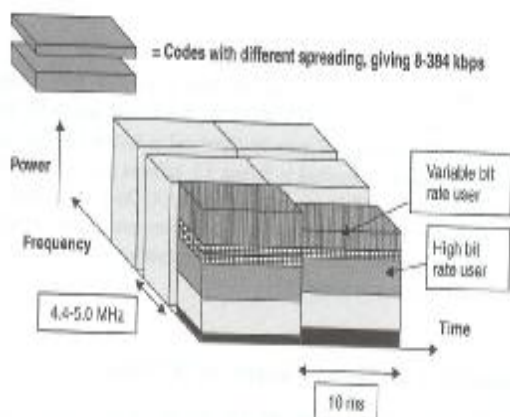
بیت های شبه تصادفی که چپ نامیده شده و از کدهای گسترده ساز CDMA گرفته می شود، انجام می گیرد [1]. همچنین شبکه های مخابرات سیار سلولی امروزه شبکه های تداخل محدود می باشند و برای سرویس دادن به ارتباطات چند رسانه ای باید طیف شان را به اشتراک بگذارند. در 20 سال گذشته تحقیقات وسیعی در دانشگاهی و مراکز تحقیقاتی و صنعتی بر روی گیرنده هایی که با مسئله تداخل مواجه هستند، شده و روش هایی برای اصلاح این پیشنهاد و پیاده سازی شده است؛ با این حال گیرنده های مذکور هنوز با مشکل تداخل حتی بسیار محدود شده به عنوان نویز زمینه سر و کار دارند.

2- مروری بر پارامترهای اصلی WCDMA

در این سیستم ها سرعت های بیت بالای 2Mbps با استفاده از فاکتور پراکندگی متغیر و اتصالات چند کدی پشتیبانی می

رشد روز افزون تقاضا برای سیستم های مخابراتی و مطرح شدن سرویس های جدید با پهنای باند زیاد موجب گردیده است تا سیستم های مخابراتی به سمت استفاده از روش های پیشرفته تر با قابلیت های بالاتر گرایش پیدا کنند. برای پاسخگویی به این نیاز نسل سوم مخابرات سیار سلولی و نسل های بعد از آن بر اساس سیستم مخابرات طیف گسترده و روش دستیابی چند گانه با تقسیم کد طراحی شده است تا علاوه بر ظرفیت زیاده تر در مقایسه با سیستم های موجود، امکان ارسال با نرخ های متفاوت را نیز فراهم آورد با تقسیم کدی دنباله مستقیم طیف گسترده¹ (DS-CDMA) می باشد. در این سیستم ها بیت های اطلاعاتی کاربر در یک پهنای باند وسیعی گسترده می شوند. این کار با ضرب داده های کاربر در

¹ - Direct-Sequence Code Division Multiple Access



شکل (1): تخصیص پهنای باند در WCDMA در فضای زمان-فرکانس - کد

با توجه به اینکه WCDMA جهت قرار گرفتن در جایگاه سیستم های و GSM و سیستم های نسل های بعد از آن طراحی شده لذا دست به دست شدن میان GSM و WCDMA جهت نفوذ پوشش GSM برای معرفی WCDMA لازم است.

2-1- گسترده‌گی و واگسترده‌گی

با توجه به شکل (2) داده کاربر، یک دنباله بیت مدوله شده با سرعت R فرض می شود و بیت های داده کاربر مقادیر +1 و -1 را می گیرد. خاصیت گسترده‌گی عبارتست از ضرب بیت داده کاربر به دنباله ای از 8 بیت کدی که چپ نامیده می شود. لذا داده گسترده شده دارای سرعت 8R است و یک شکل تصادفی مشابه، مانند کد گسترده ساز دارد. در اینجا از فاکتور گسترده‌گی 8 استفاده می کنیم. هنگام واگسترده‌گی، دنباله چپ یا داده کاربر گسترده شده را، بیت به بیت با 8 چپ کدی که قبلاً در فرآیند گسترده سازی از این بیتها استفاده شد، ضرب می کنیم.

همانطوریکه ملاحظه شد دنباله بیت کاربر اولیه به طور کامل پوشش داده شد، همچنین همزمان سازی کامل میان سیگنال کاربر و کد گسترده سازی (واگسترده سازی) طبق شکل (2) ایجاد شده است.

شوند. پهنای باند حامل تقریباً برابر 5MHz می باشد، که برای رسیدن به این پهنای باند باید از سرعت چپ 3.84Mcps استفاده می شود. سیستم هایی مانند IS-95 که از سیستم های DS-SS می باشند، دارای پهنای باند تقریبی 1MHz می باشند که در مقایسه با سیستم های مذکور، از آنها به سیستم های باریک یاد می شود. در حقیقت با استفاده از این پهنای باند وسیع در سیستم های WCDMA می توان داده های با سرعت خیلی بالای کاربر (بالای 2Mbps) را پشتیبانی کرده و همچنین اپراتور شبکه می تواند از 5MHz پهنای باند حامل برای افزایش ظرفیت به صورت استفاده از لایه های سلسله مراتبی همانطوری که در شکل (1) دیده می شود، استفاده می شود. با توجه به شکل طیف توان در ابعاد زمانی و فرکانسی و کدی بلوک هایی با پهنای 10 ms در بعد زمانی برای هر کاربر و 600kHz در بعد فرکانسی تقسیم می شوند. فضای حامل واقعی واقعی می تواند مقدار 200kHz پهنای در محدوده بین 4.4MHz و

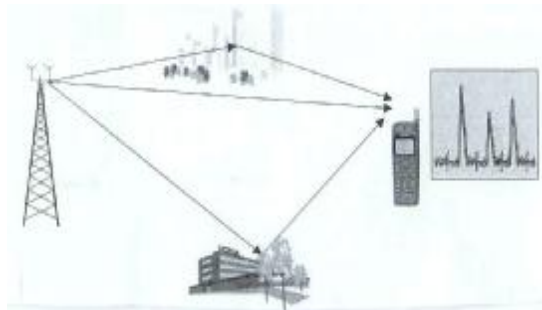
5MHz که بستگی به تداخل میان حاملها دارد، انتخاب شود. در سیستم های WCDMA از دو ویژگی پایه ای مدها، یعنی تقسیم فرکانسی دوگانه² (FDD)، و تقسیم زمانی دوگانه³ (TDD) استفاده می شود. ولی تفاوتی بین استفاده از این دو مد وجود دارد به این صورت که در مد FDD برای هر کدام از لینک های بالا رونده و پایین رونده فرکانس حامل 5MHz بطور جداگانه استفاده می شود، ولی در مد TDD این فرکانس بین دو لینک به اشتراک گذاشته می شود.

از دیگر ویژگی های سیستم های WCDMA می توان به آشکارسازی پیوسته در لینک بالارونده و لینک پایین رونده بر مبنای استفاده از مبدل های پایلوت همدوس یا پایلوت معمولی اشاره کرد. توجه می کنیم که در سیستم های IS-95 این نوع از آشکارسازی ها فقط در لینک پایین رونده مورد استفاده قرار می گیرد.

² -Frequency Division Duplex

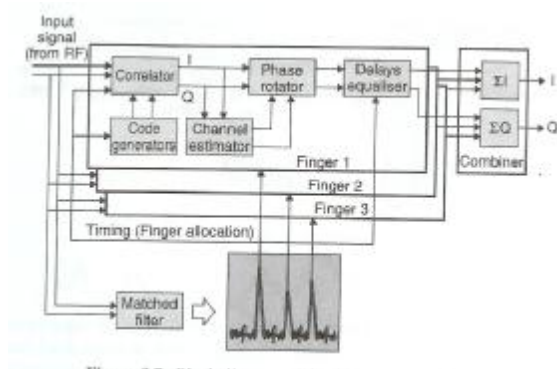
³ -Time Division Duplex

تخمین حالت کانال استفاده می کند که بعداً بوسیله چرخاننده فاز از سمبل های دریافت شده حذف می شوند.



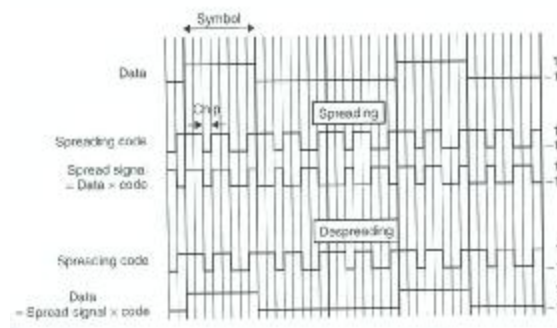
شکل (3): انتشار چند مسیر ناشی از پروفایل تأخیر چند مسیر

همچنین تأخیر در زمان های ورود سمبل ها در هر شاخه توسط جبران کننده تصحیح می شود. ترکیب کننده Rake، سمبل های جبران شده را با هم جمع می کند و دایورسیتی چند مسیره ای در مقابل فیدینگ ایجاد می کند. همچنین فیلتر تطبیق نشان داده شده برای تعیین و بهنگام آوری پروفایل تأخیر چندگانه متداول کانال بکار می رود. این پروفایل تأخیر چند مسیره ابتدا اندازه گیری می شود و سپس متوسط گیری و نهایتاً سپس برای تخصیص شاخه های کانال با بیشترین پیک مورد استفاده قرار می گیرد [2].



شکل (4): بلوک دیاگرام گیرنده از نوع RAKE

در پیاده سازی گیرنده Rake، پردازش سرعت چپ (همبسته کننده، مولد کد، فیلتر تطبیقی) در ASIC انجام می گیرد؛ در صورتیکه پردازش سطح سمبل (تخمین زننده کانال، چرخاننده فاز، ترکیب کننده) بوسیله DSP پیاده سازی می



شکل (2): گسترده سازی و واگسترده سازی در DS-CDMA

از آنجایی که سیگنال باند گسترده می تواند زیر سطح نویز حرارتی باشد، آشکارسازی آن بدون آگاهی از دنباله گسترده گی سخت است، و به این خاطر در کاربرد های نظامی بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد. هم ایستگاه های ثابت و هم واحد های سیار در WCDMA از این نوع گیرنده مبتنی بر همبسته ساز به طور ذاتی استفاده می کنند. لذا گیرنده RAKE معرفی شده برای این منظور را ارائه می نمایم [1].

همانطوری که در شکل (3) ملاحظه می گردد انرژی سیگنال در لحظاتی از زمان ممکن است به مقدار قابل توجهی برسد. انرژی دریافتی، با تأخیر چند مسیره آمیخته است. پروفایل تأخیر از 1 تا 2 میکرو ثانیه در مناطق شهری و حومه شهری، به $20\mu s$ و حتی در تپه ها به بالاتر از این مقدار نیز می رسد. مدت زمان چپ در $3.84 Mcps$ برابر $0.26\mu s$ است. اگر اختلاف زمانی مؤلفه های چند مسیره حداقل $0.26\mu s$ باشد گیرنده WCDMA می تواند مؤلفه های چند مسیره را تفکیک کند و آنها را بصورت هم دوس برای رسیدن به دایورسیتی چند گانه تبدیل نماید.

شکل (4) بلوک دیاگرام یک گیرنده Rake با سه شاخه را که با این اصول مطابقت دارد، نشان دهد. سمبل های ورودی دیجیتال شده از مدار RF در شاخه های I و Q دریافت می شوند. مولدهای کد و مدار همبسته ساز، عمل واگسترده گی و یکپارچگی سمبل های داده کاربر را بر عهده دارند. تخمین گر کانال از سمبل های پایلوت برای

راه حل کنترل توان در WCDMA، کنترل توان حلقه بسته سریع می باشد و در شکل (5) شمای کلی نشان داده شده است. در کنترل حلقه بسته در لینک بالارونده، BS، تخمین های تکراری در نسبت سیگنال به تداخل دریافت شده (SIR) را محاسبه کرده و با یک SIR هدف مقایسه می کند. اگر SIR اندازه گیری شده بیشتر از SIR هدف باشد BS به MS دستور می دهد که توانش را کمتر کند؛ و اگر خیلی پایین باشد به MS دستور خواهد داد که توانش را افزایش دهد. این سیکل اندازه گیری - فرمان - عکس العمل⁵ برای هر MS در سرعت 1500 بار در ثانیه (1.5KHZ) انجام می شود. لذا سریعتر از هر تغییر قابل ملاحظه تلف مسیری که می توانست اتفاق بیفتد عمل می کند و در واقع حتی سریعتر از سرعت فیدینگ رایلی سریع برای متعادل کردن سرعت های کم واحد سیار است. لذا کنترل توان حلقه بسته مانع هر تعادل توانی در طول دریافت سیگنال های لینک بالارونده در BS می شود.

3- لزوم حذف تداخل در سیستم های مخابرات سیار

شبکه های مخابرات سیار سلولی امروزه شبکه های تداخل محدود می باشند و برای سرویس دادن به ارتباطات چند رسانه ای باید طیف شان را به اشتراک بگذارند. در 20 سال گذشته تحقیقات وسیعی در دانشگاهی و مراکز تحقیقاتی و صنعتی بر روی گیرنده هایی که با مسئله تداخل مواجه هستند، شده و روش هایی برای اصلاح این پیشنهاد و پیاده سازی شده است؛ با این حال گیرنده ها مذکور هنوز با مشکل تداخل حتی بسیار محدود شده به عنوان نویز زمینه سر و کار دارند.

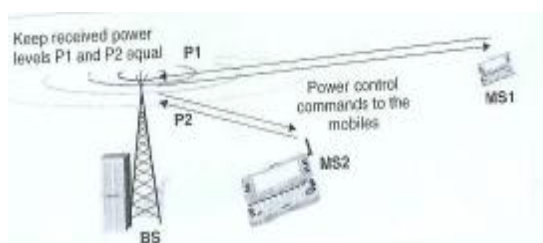
به منظور رقابت با LAN های بی سیم مانند خانواده IEEE 802.11، لازم است قابلیت اطمینان و سرعت سیستم های سلولی بهبود قابل ملاحظه ای یابند. این کار با استفاده از الگوریتم های مختلف در دو لایه شبکه و فیزیکی که شامل تکنیک های پیشرفته پردازش سیگنال پیشرفته در کدهای BS و MS هستند، امکان پذیر است. برای اینکه بدانیم چگونه پردازش سیگنال می تواند ظرفیت سلولی را افزایش دهد باید بدانیم که لینک های بالا رونده و پایین رونده مشخصه های متفاوتی دارند. در لینک پایین رونده گیرنده واحد سیار باید در

شود. هر چند تفاوت های زیادی بین گیرنده Rake سیستم WCDMA گیرنده در واحد سیار و BS وجود دارد ولی همه اصول پایه ای که در اینجا ذکر شد در هر دوی این ایستگاهها مشابه است.

2-2- کنترل توان

کنترل توان شاید مهمترین و حیاتی ترین قسمت در سیستم های مبتنی بر WCDMA، مخصوصاً در لینک بالارونده باشد. بدون بهره گیری از کنترل توان یک ارتباط در حال انجام یا درخواست ارتباط ممکن است مسدود شود.

شکل (5) این مشکل و حل آن را در کنترل توان حلقه بسته نشان می دهد.



شکل (5): کنترل توان حلقه بسته در CDMA

واحد های سیار MS2 و MS1 در فرکانس مشابهی عمل می کنند، که در BS، تنها با کدهای گسترده گی شان قابل تفکیک هستند. ممکن است که MS1 در لبه سلول باشد و تلف مسیری به اندازه 70 dB بالای MS2 که نزدیک BS است تحمل کند. اگر هیچ مکانیسمی جهت کنترل توان در سطح مشابهی در BS نباشد، MS2 به آسانی می تواند MS1 را مسدود کند. و بدین ترتیب بخش بزرگی از سلول را مسدود می کند و اثر دور و نزدیک⁴ برای CDMA بوجود می آید. استراتژی بهینه در هنگام ما کزیمم کردن ظرفیت، متعادل کردن توان گیرنده برای هر بیت در همه MS ها و در همه زمانها می باشد.

⁵ -Measure-Command-React

⁴ -Near-Far Effect

به این دلایل گیرنده های لینک پایین رونده در واحد های سیار، گیرنده های چند کاربره نسبتاً ساده ای را به کار می برند تا بتوانند متعامد بودن کاربران داخل سلولی را از طریق متعادل کننده چپ حفظ کنند. همچنین گیرنده های لینک بالارونده در ایستگاه پایه از گیرنده های مبتنی بر MUD^6 برای مقابله با مسأله تداخل استفاده می کنند. همچنین اگر خاصیت $MIMO^7$ را در نظر بگیریم الگوریتم های چند کاربره پیشگو نیز مطرح می شوند [3]. در این مجال انواع آشکار سازی مطرح در سیستم های CDMA در نمودار زیر آورده شده است.

4- روش های حذف تداخل در WCDMA

در WCDMA همانطوریکه قبلاً عنوان شد تمامی روش های کلی و مهم حذف تداخل که در سیستم های سلولی کاربرد داشتند، نیز بکار می رود. این روش ها که شامل روش های حذف تداخل سری، موازی، تکراری و آنتن های آرایه ای و 000 بودند، بیشترین استفاده را دارند. ولی اخیراً روش هایی که به گونه ای ترکیبی از این روش ها با انواع اقداماتی که بر روی گیرنده انجام می شود بوجود آمده اند. در زیر تعدادی از آنها را بیان می کنیم.

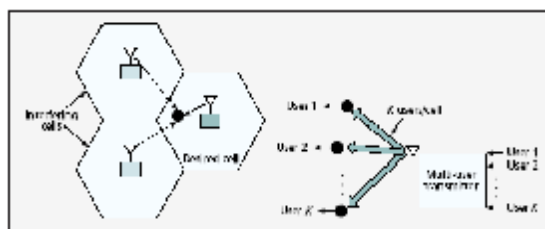
4-1- روش حذف تداخل موازی (PIC) با آرایه

آنتنی

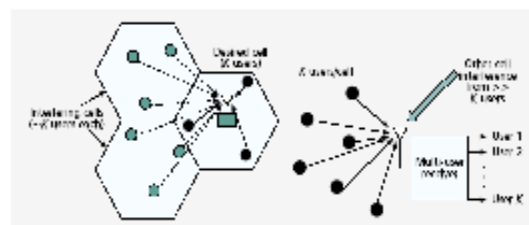
این روش در کانال های فیدینگ لینک بالارونده سیستم های WCDMA با مشخصات 3GPP WCDMA کاربرد دارد. در این سیستم ها اگر فاکتور گستردگی پایین باشد مشکل تداخل دسترسی چندگانه را خواهیم داشت که با ترکیب PIC و آنتن های آرایه ای روش خوبی برای بهبود عملکرد و ظرفیت سیستم حاصل می شود.

در روش PIC سه نوع تصمیم گیری مختلف وجود دارد که بنا به شرایط، در مواردی این سه نوع از تصمیم گیری نام های مختلفی را به خود می گیرد. یکی از معمول ترین آنها تصمیم گیری نرم، Simple hard و Semi hard است. تصمیم گیری

هنگام خنثی سازی تداخل دیگر سلولی منابع غالب، یک سیگنال مطلوب واحد از K سیگنال درون سلولی را دی کد کند. شکل (6) این مطلب را نشان می دهد. همچنین گیرنده BS لینک بالارونده باید ضمن خنثی سازی تداخل های سلول های دیگر همه K کاربر مطلوب تحت پوشش همانگونه که در شکل (7) دیده می شود، دی کد کند [3].



شکل (6): مدل تداخلی دیگر سلول اصلی سلولهای کناری در لینک پایین رونده



شکل (7): مدل تداخل دیگر سلولهای تداخل کننده در لینک بالا رونده

سیستم های سلولی آینده الگوریتم های جدیدی را در لینک پایین رونده بکار خواهند برد، بطوریکه تابع اولیه واحد سیار خواهد توانست سیگنال را در حضور تداخل ناشی از سلول های همسایه دی کد کند.

اینکه دستگاه های موبایل هنوز از نظر توان خیلی محدود هستند مطلوب است و لذا توان پردازشی محدود شده ای دارند. منظم کردن و همزمان کردن الگوریتم های زمانبند برای لینک بالا رونده هنگامیکه همه کاربران در فواصل مختلفی از ایستگاه پایه هستند و همچنین کانال های چند متغیره سریع را داریم، کار واقعاً دشواری است. با توجه به اینکه در سیستم CDMA لینک بالا رونده غیر همزمان است احتمالاً سیستم های سلولی آینده نیز لینک بالا رونده شان غیر همزمان خواهد بود. لذا پیچیدگی ایستگاه پایه زیاد خواهد شد.

⁶ Multi User Detection

⁷ Multiple-Input Multiple-Output

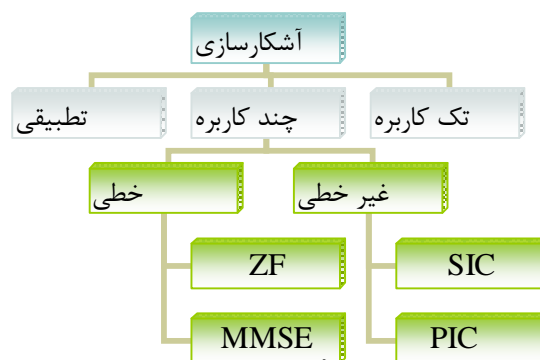
منظور بدست آوردن حذف تداخل بهینه مکان- زمان بکار می برد. و از کد های مخلوط کننده¹¹ مختلط و مدولاسیون QPSK و ارسال های چند نرخ¹² و فاکتور پراکندگی متغیر متعامد¹³ استفاده می شود [5].

4-3- روش توسعه ترمینال های آنتن های چندگانه در تداخل کانال مجاور¹⁴ (لینک پایین رونده)

در لینک پایین رونده، عوامل مختلف تداخلی که عملکرد MS را محدود می کنند عبارتند از : تداخل inter-chip ، تداخل inter-path ، تداخل دسترسی چند گانه، تداخل میان سلولی و تداخل inter-operator (که ناشی از تداخل کانال مجاور ACI) می باشد. هنگامیکه چند اپراتور در یک منطقه باشند تشعشعات خارج از باند فرکانسی بخاطر معایب فیلترانتقالی و غیر خطی بودن تقویت کننده های توان، ACI ایجاد می شود. علاوه بر آن فیلتر دریافت کننده گیرنده، یک فرکانس انتخابی محدودی دارد که آن را به تشعشعات داخل باندی اپراتور مجاور حساس می کند. موقعیت MS نیز در ACI مهم است. در این بحث ناحیه مرده¹⁵ هایی که معیار کیفیت سرویس¹⁶ در آنجا حاصل می شود را خواهیم داشت. وجود این DZ ها عملکرد اپراتور های باند مجاور MS را کور می کند. لذا با استفاده از مدل های دریافت آنتن های چندگانه سعی در حذف تداخل ناشی از ACI هستیم، لذا از آرایه های آنتنی و گیرنده های مختلف فیلتر های Rake و فیلتر تطبیقی استفاده می شود [6].

4-4- روش تداخل Groupwise در لینک پایین رونده

نرم ؛ NMIC⁸ را تحت فرض نا همبسته بودن نویز با تداخل میان مسیر های مختلف برای آنتن های چند گانه و چند مسیر می توان بسط داد و به نتایج قابل قبولی در عملکرد و ظرفیت رسید.



نمودار (1): انواع مختلف آشکارسازی

4-2- روش ST-SPIC⁹ و ترکیب با آرایه آنتنی

در این روش سیگنال ها با توجه به توان دریافتی شان به دو گروه تقسیم بندی می شوند و عمل آشکارسازی صورت می پذیرد. گروه اول سیگنال های قابل اطمینان هستند که بطور مستقیم آشکار می شوند و قبل از اجرای تصمیم گیری بر روی سیگنال های غیر قابل اطمینان از کل سیگنال دریافتی حذف می شوند و بعد گروه دوم آشکارسازی می شوند.

در این روش علاوه بر آشکارسازی MUD ، از آنتن های آرایه ای تطبیقی که انرژی را در هر جهت که لازم باشد، تشعشع و دریافت می کنند، استفاده می شود. مخصوصاً موقعیت فضایی مختلف کاربران و مؤلفه های چند مسیر آنها در بهتر جدا کردن سیگنال مطلوب از تداخل هم کانال¹⁰ بکار رود. در حقیقت روش مورد بحث، space-time SPIC است و زاویه ورود AOA اطلاعات را به

¹¹ -Scrambling

¹² -Multi-rate

¹³ -OVSF

¹⁴ Adjacent channel int.

¹⁵ -Dead Zone

¹⁶ -QOS

⁸ Nonlinear minimum interference cancellation

⁹ space-time selective PIC

¹⁰ -Co-channel

4-6- روش PIC و طرح میان نهی¹⁹ چپ

همانطوریکه می دانیم PIC یک روش مؤثر در مقابله با MAI که یک عامل محدود کننده ظرفیت سیستم DS-CDMA است، می باشد. همچنین اگر تصمیم های اولیه ای که PIC بر پایه آن قرار می گیرد دارای احتمال خطای بالایی باشند، عملکرد خوبی نخواهد داشت. لذا برای بهبود عملکرد PIC، میان نهی Chip را برای دایورسیتی داخل بیتی ایجاد می کنیم که در اینصورت تصمیم های اولیه می تواند خیلی دقیق باشند بطوریکه افزایش عملکرد را نتیجه می دهد. طرح chip interleaving بر پایه مشخصات 3GPPWCDMA به گونه ای است که از Q شاخه برای انتقال بیت های کنترل و از I شاخه برای انتقال بیت های داده در مدولاسیون QPSK- Link استفاده می کند و عملکرد خوبی را برای سیستم در سراسر کانال های چند مسیر فیدینگ با MAI خواهد بخشید [9].

4-6- چند روش متداول دیگر

4-6-1- روش EPCICE – CSTBC

کدینگ بلوکی مکان – زمان ²⁰ STBC یک تکنیک دایورسیتی فضایی برای سیستم های مخابراتی آینده است. با ترکیب STBC و فناوریهای WCDMA سعی در یافتن روشی مناسب برای مقابله با تداخل خواهیم داشت. لذا یک ²¹ CSTBC و ²² EPCICE را برای بهبود دایورسیتی و قدرتمندی سیستم برای کانال فیدینگ فرکانس انتخابی و همچنین یک تخمین کانال متوالی برای کاهش تداخل میان آنتنی (IAI²³) ناشی از انتقال آنتن های چند گانه را بکار می بریم. روش مذکور بر مبنای ²⁴ ICE می باشد [10].

این روش بر مبنای ناهمبسته سازی گروه بندی شده¹⁷ می باشد و کدها را بر اساس خواص همبستگی شان بصورت کدهای مادر و فرزند در درخت کدی OVFSF دسته بندی می کند. استفاده از این گروه بندی، ساختار گیرنده پیشنهادی پیچیدگی محاسباتی کمتری خواهد داشت. استفاده از نا همبسته سازی تداخل در گیرنده پیشنهادی باعث افزایش و بهبود عملکرد نسبت به گیرنده مشابه تک کاربره می شود. روش کار به این صورت است که کاربران در لینک پایین رونده طبق خاصیت همبستگی درخت کدی OVFSF دسته بندی شده و از نا همبسته سازی تداخل برای تخمین دقیق استفاده می شود. سپس تداخل های گروه بندی شده از سیگنال های دریافتی حذف می شوند. مزیت پردازش groupwise اینست که نیازی به آشکار سازی کدهای دیگر کاربران ندارد [7].

4-5- روش حذف تداخل زیر فضای هیبریدی

¹⁸ ISR رنج وسیعی از مدهای خنثی سازی را که از گیرنده های خطی و حذف کننده های تداخل استفاده می کنند، ارائه می دهد. این مدها عبارتند از مد TR که بردار تداخل کلی را خنثی می کند. مد R بردار سیگنال هر تداخل کننده را خنثی می کند و مد H که بردار سیگنال را از هر سمبل تداخل هر تداخل کننده ای خنثی می کند.

معمولاً مد های ISR به تنهایی عملکرد خوبی ندارند. لذا ترکیبی از آنها را استفاده می کنیم که به روش های هایبرید مشهور است. یک مدل هایبرید، TR/R است که کارکرد بهینه ای را دارد. و این مدل به جای آشکار سازی همه کاربران فعال، جهت خنثی سازی با مد ISR کانونیک مشابه، آنها را به چندین گروه بر مبنای نرخ داده شان می شکند و سپس مد های ISR کانونیک مختلفی را برای حذف و خنثی سازی آنها بکار می برد [8].

¹⁹ -Interleaving

²⁰ Space- Time Block Coding

²¹ Combine Chip Level STBC

²² Equalization Pos-Combining with Channel Estimation

²³ Inter-Antenna Interference

²⁴ Iterative Channel Estimation

¹⁷ -Groupwise Decorrelation

¹⁸ Interference Subspace Rejection

4-6-2- روش دی کانولوشن مقید²⁵ (لینک پایین رونده)

این روش با تخمین تداخل میان سلولی مسیر های فضایی راه حل مفیدی را پیشنهاد می کند و تأخیر تخمین را در اولین مسیر ورودی از BS مطلوب را افزایش می دهد. در اینجا از الگوریتم²⁶ POCS برای تخمین تأخیر در گیرنده های Rake تحت فرض شیب های با پالس مستطیلی استفاده می شود. این روش در محیط WCDMA و در لینک پایین رونده برای تخمین تأخیر LOS بکار می رود و بر پایه روش دی کانولوشن مقید برای تخمین تداخل میان سلولی است. ابتدا ضرایب کانال و تأخیر های مهم مسیر تخمین زده می شود و سپس سیگنال تداخل از دیگر BS ها، محاسبه شده و سیگنال مطلوب بازیابی می شود.[11].

4-6-4 استفاده از گیرنده های آنتنی MISO²⁷ در ترکیب با PIC

سیستم گیرنده آنتنی MISO پیشرفته که از حذف تداخل یک مرحله ای برای لینک پایین WCDMA استفاده می کند نیز جهت حذف تداخل مورد استفاده قرار می گیرد. این سیستم از کانال پایلوت استاندارد در 3G و فیلتر FIR ساده جهت تخمین های مناسب بهره می برد. - روش حذف تداخل دیفرانسیلی نیمه کور پرتو مکان - زمان²⁸ که یک گیرنده شکل دهنده پرتو گذرای فضایی نیمه کور را برای DS-WCDMA نیز یکی از روش های متداول بین منظور است. این گیرنده، توانایی را برای تغییرات فاز افزایش می دهد و اثرات اعوجاج غیر خطی را کاهش می دهد.[12].

5- ترکیب متعادل کننده LMMSE و حذف تداخل چند مسیره²⁹ LMMSE-MPIC که متعادل کننده چیپ خطی

را با حذف کننده تداخل چند مسیره غیر خطی ترکیب می کند و از الگوریتم LMMSE-PC³⁰ استفاده می کند.[13].
6- آشکارساز های چند کاربره تکراری بر مبنای الگوریتم³¹ EM در ترکیب با PIC که از بلوک کدی زمان- مکان که مدولاسیون 16QAM را در کانال های فیدینگ چند مسیره دارد، مورد استفاده می شود.[14].
گیرنده Rake لینک بالای ترکیب شده با دایورسیتی گیرنده برای W. از IRC فضایی و Spatial-temporal IRC برای محاسبه همبستگی شاخه ها با تأخیر های مختلف استفاده می کند.[15].

از SIC چند مرحله ای و یک مرحله ای نیز استفاده می شود.

4-5- آنتن های هوشمند³² و اهمیت DOA در حذف تداخل

در سالهای اخیر آنتن های هوشمند به عنوان ابزار مناسبی در جهت بهبود ظرفیت شبکه های مخابرات سیار مطرح شده اند. در تکنیک آنتن های هوشمند با استفاده از آرایه ای از آنتن ها (از هر نوع که باشند)، به پرتو تابش شده از آنها شکل داده می شود. بطوریکه انرژی تابش شده از آنها در جهت مورد نظر حداکثر باشد این کار با اعمال کپی هایی با فازهای مختلف از سیگنالی که می خواهیم ارسال نماییم، به عناصر آرایه صورت می گیرد. در قسمت گیرنده نیز با جمع نمودن سیگنال های وزن دار شده دریافتی از عناصر آرایه می توان حداکثر انرژی را از جهت مطلوب دریافت نمود.

تکنیک های CDMA و WCDMA دارای یک ویژگی منحصر به فرد می باشند و آن ویژگی این است که این سیستم ها می توانند بدون استفاده از تکنیک کدینگ خاصی حداکثر ظرفیت یا راندمان طیفی قابل حصول را فراهم آورند. همانگونه که پیشتر اشاره شد، در سمت گیرنده سیگنالهای دریافت شده از عناصر مختلف آرایه با نسبت های مناسبی با یکدیگر ترکیب می شوند. این عمل در کنار فراهم آوردن دایورسیتی سبب می

³⁰ Pilot cancellation

³¹ Expectation-Maximization

³² - Smart Antenna

²⁵ -Constrained Deconvolution

²⁶ Projection Onto Convex Sets

²⁷ Multiple- input Single-Output

²⁸ -Semi-Blind Beamspace-Time

²⁹ Multi-path interference canceller

Cancellation for a WCDMA comm. With Antenna Array," VCT 2004

[6] J.Dumont, S. Lasaulce and J.-M. Chaufray," Adjacent Channel Interference in WCDMA Networks equipped with Multiple Antennas mobile Stations," IEEE Trans. On Vehicular Tech.2004

[7] K.Kansanen, J.Fan, M.Juntti, M.Latva-aho," groupwise Interference Cancellation receivers in cellular WCDMA Networks," VTC2000

[8] B.Smida, S. Affes and P.Mermelstein,"Hybrid Interference Subspace Rejection for Multi-Rate WCDMA," IEEE on Sele. Areas,2003

[9] Y.-N. Lin and D.W Lin," Chip-Interleaved WCDMA with Parallel Cancellation Receiver in Multipath rayleigh fading Channels," ICASSP.2004

[10] I. R. S. Casella, E. S. Sousa, J.E. Jeszensky," Chip space-time Block Coding Using Iterative Channel estimation with Inter-Antenna Interference cancellation for WCDMA Systems Using Long Scrambling codes," IEEE Trans. On comm., 2004

[11] A. Lakhzouri, E. S. Lohan, and M Refors," Constrained Deconvolution Approach with Interference Cancellation for LOS Estimation in Intercell WCDMA System," IEEE Trans. On comm.2004

[12] I.R.S.Casella, E.S.SSousa and P.E.Jeszeusky," Semi-blind beam-space- Time Interference Cancellation Using Subspace Identification Channel for DS-WCDMA Systems,"PIMRC2002

[13] Z.Gau,Q.Wu,J.Wang," Combination of LMMSE equalization and Multi- path Interference Cancellation in WCDMA receivers," International Conference on Microwave and millimeter Wave Technology Proceeding.2004

[14] S. Iraj, J.Lillerberg," EM-Based Multiuser Detection and Parallel Interference Cancellation for Space Time Block coded WCDMA Systems Employing 16-QAM Over multipath Fading Channels," PIMRC2002

[15] D.AstBly and A.Aramo," uplink Spatio-Temporal Interference Rejection Combining for WCDMA," IEEE Trans. On comm., 2001

شود در صورتی که فاصله عناصر آرایه در حد مناسبی باشد بطوریکه بتوان تداخل دریافت شده در آنتن ها را مستقل از یکدیگر در نظر گرفت، با ترکیب این سیگنال ها نسبت سیگنال به تداخل را N برابر نمود. با توجه به اینکه در سیستم های WCDMA ظرفیت با تداخل رابطه عکس دارد، به این ترتیب ظرفیت سیستم نیز N برابر می شود و در نتیجه راندمان طیفی سیستم نیز N برابر شده و این همان حداکثر بهبود ظرفیت قابل حصول از تجهیز سیستم با آنتن های هوشمند می باشد.

5- نتیجه گیری

در این مقاله ابتدا یک سیستم WCDMA را همراه با ویژگی های مهم آن را بیان کردیم و دیدیم که این سیستم ها با داشتن پهنای باند زیاد و امنیت و عملکرد مناسب برای ارتباطات چند رسانه ای که امروزه یکی از نیازهای مخابرات سیار می باشد کاملاً مناسب می باشند. تداخل نیز که به علت به اشتراک گذاشتن طیف موجود برخلاف سیستم های باند باریک حساسیت زیادی بر این سیستم ها نداشته ولی جهت داشتن یک ارتباط بی نقص و همچنین افزایش ظرفیت و عملکرد همیشه مورد توجه بوده و در این سیستم ها انواع معمول روش های حذف تداخل بررسی شدند

6- مراجع

[1] H.Homla,"and Toskala, A., WCDMA For UMTS", John Wiley & Sons,2004

[2] T.Ojanpera and R. Prasad," Wideband CDMA for Third Generation Mobile Communications", Artech House, 1998.

[3] Jeffrey G. ANDERWS, " Interference Cancellation For Cellular Seytems : A Contemporary Overview " IEEE Wireless Communications, April 2005

[4] Yu-Nan Lin and David W.Lin , "Performance Comparison of severa parallel interference cancellation techniques under the 3GPP WCDMA specification, " IEEE Trans. On communication, 2002

[5] D.Marabissi, E. D. Re, R. Fantacci and S. Morosi, "Selective Parallel Interference