بسم الله الرحمن الرحيم

٣٤٤٧٤

دانشگاه تهران

دانشکده فنی

گروه مهندسی برق و کامپیوتر

013433

مقایسه عملکرد و پیچیدگی روشهای آشکارسازی وفقی چندمشترکه سیستمهای CDMA در محیط‌های مخابرات سیار

۱۳۸۰ /۱/ ۳۰

مرکز اطلاعات علمی و مدارک علمی ایران

نگارش: حسین حجتی‌زاده

زیرنظر: دکتر سید حمیدرضا جمالی

رساله برای دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی برق-مخابرات

اسفند ۱۳۷۹

۳۶۴۸۷

موضوع:

مقایسه عملکرد و پیچیدگی روشهای آشکارسازی وفقی چندمشترکه سیستمهای CDMA در محیطهای مخابرات سیار

توسط: حسین حجتی‌زاده

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی برق ـ مخابرات

از این پایان نامه در تاریخ ۷۹/۱۱/۳۰ در مقابل هیأت داوران دفاع به عمل آمد

و مورد تصویب قرار گرفت

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده فنی: دکتر محمد علی بنی هاشمی

مدیر گروه آموزشی: دکتر محمود کمره‌ای

سرپرست تحصیلات تکمیلی گروه: دکتر جواد فیض

استاد راهنما: دکتر حمیدرضا جمالی

عضو هیأت داوران: دکتر وحید طباطبا وکیلی

عضو هیأت داوران: دکتر ناصر رضائی

عضو هیأت داوران: دکتر محسن شیوا

چکیده

یکی از مسائل اساسی مخابرات سیار مسأله طیف گسترده می‌باشد که برای افزایش تعداد کاربران تحت پوشش ، کاربران را مجاز به استفاده از یک پهنای باند فرکانسی مشترک بصورت همزمان می‌نماید. یکی از روشهای طیف گسترده که بصورت وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرد روش DS-CDMA می‌باشد برای آشکارسازی سیگنال دریافتی در سیستم DS-CDMA آشکارسازهای چندکاربره متعددی پیشنهاد شده است که در این میان آشکارساز MLSE یک آشکارساز چندکاربره بهینه است ولیکن به علت اینکه پیچیدگی این آشکارساز با تعداد کاربران به صورت نمائی افزایش می‌یابد در عمل چندان قابل استفاده نمی‌باشد. بنابراین آشکارسازهای زیربهینه مطرح گردیدند که تفاوت این آشکارسازها در اطلاعات به کاربرده شده ، عملکرد و پیچیدگی محاسباتی آنها می‌باشد. آشکارسازهای چندکاربره وفقی نوعی از آشکارسازهای زیربهینه می‌باشد. آشکارساز MMSE وفقی ، آشکارساز ناهمبسته‌ساز وفقی و آشکارساز حذف تداخل کاهشی سه نمونهٔ اصلی از این نوع آشکارسازها می‌باشند. این آشکارسازها عملکرد و ظرفیت سیستم DS-CDMA را با کاهش‌دادن تداخل بین کاربران بهبود می‌بخشند. در این پژوهش به بررسی آشکارسازهای خطی چندکاربره وفقی و غیروفقی در سیستم DS-CDMA پرداخته و عملکرد آنها را از جهت نرخ همگرائی ، احتمال خطای بیت و پیچیدگی آشکارساز بوسیله شبیه‌سازی کامپیوتری بررسی می‌نمائیم.

فصل اول : مقدمه ۱

فصل دوم : معرفی آشکارسازهای DS-CDMA ۷

۲-۱- مقدمه ۷

۲-۲- آشکارساز تک‌کاربره ۹

۲-۲-۱- گیرنده فیلتر منطبق ۱۰

۲-۳- آشکارساز چندکاربره ۱۲

۲-۳-۱- محدودیت‌های بهبود آشکارسازی چندکاربره ۱۳

۲-٤- آشکارساز چندکاربره بهینه ۱۵

۲-۵- آشکارسازهای خطی ۱۷

۲-۵-۱- آشکارساز ناهمبسته‌ساز ۱۸

۲-۵-۱-۱- پیچیدگی محاسباتی ۲۱

۲-۵-۲- آشکارساز MMSE ۲۲

۲-۵-۳- آشکارسازهای با حذف تداخل ۲۳

۲-۵-۳-۱- آشکارساز حذف تداخل متوالی(SIC) ۲۳

۲-۵-۳-۱-۱- پیچیدگی محاسباتی ۲۶

۲-۵-۳-۲- آشکارساز حذف تداخل موازی(PIC) ۲۷

۲-۵-۳-۲-۱- پیچیدگی محاسباتی ۳۰

۲-۵-٤- عملکرد آشکارسازهای خطی بر حسب BER ۳۱

فصل سوم : مدل سیستم ۳۲

۳-۱- مقدمه ۳۲

۳-۲- فرمول‌بندی سیستم DS-CDMA همزمان ۳٤

۳-۳- فرمول‌بندی سیستم DS-CDMA غیرهمزمان ۳٦

۳-٤-مثالی از سیستم DS-CDMA غیرهمزمان ۳۸

فصل چهارم : مقایسه عملکرد و پیچیدگی پیاده‌سازی آشکارسازهای خطی ٤٠

٤-١- مقدمه ٤٠

٤-٢- آشکارساز متداول(فیلتر منطبق) ٤١

٤-٣- آشکارساز ناهمبسته‌ساز ٤٢

٤-٤- آشکارساز چندکاربره ZF ٤٥

٤-٥- آشکارساز چندکاربره MMSE ٤٦

٤-٦- شبیه‌سازی آشکارسازهای خطی در کانال گوسی ٤٧

٤-٦-١- مدل ایده‌آل..... ٤٧

٤-٦-٢-اثرات کدهای گسترده‌ساز نامتعامد ٤٩

٤-٦-٣- بررسی اثر دور-نزدیک ٥١

٤-٧- شبیه‌سازی آشکارسازهای خطی در کانال ISI ٥٣

٤-٨- مقایسه نتایج شبیه‌سازی ٥٥

فصل پنجم : مقایسه عملکرد و پیچیدگی پیاده‌سازی آشکارسازهای وفقی ٥٨

٥-١- مقدمه ٥٨

٥-٢- آشکارساز LMS ٥٩

٥-٣- آشکارساز RLS ٦٢

٥-٤- آشکارساز CMA ٦٢

٥-٥- آشکارساز ناهمبسته‌ساز وفقی ٦٥

٥-٦- آشکارساز SIC وفقی ٦٧

٥-٧- آشکارساز ناهمبسته‌ساز وفقی با فیدبک تصمیم‌گیری ٦٩

٥-٨- شبیه‌سازی آشکارسازهای وفقی در کانال ISI ٧١

٥-٨-١- آشکارساز MMSE وفقی تک‌کاربره ٧١

٥-٨-١-١- همگرائی آشکارساز MMSEوفقی تک‌کاربره به آشکارساز MMSE ٧٢

٥-٨-١-٢- احتمال خطای بیت ٧٣

٥-٨-١-٣- اثرات توزیع توان بر نرخ همگرائی ٧٣

٥-٨-٢- آشکارساز MMSE وفقی چندکاربره ٧٥

۵-۸-۲-۱- استفاده از کدهای متعامد ۷۵
۵-۸-۲-۲- استفاده از کدهای نامتعامد ۷۸
۵-۸-۳- آشکارساز CMA ۷۹
۵-۸-٤- آشکارسازناهمبسته‌ساز وفقی چندکاربره ۸۱
۵-۸-۲-۱- استفاده از کدهای متعامد ۸۱
۵-۸-۲-۲- استفاده از کدهای نامتعامد ۸۲
۵-۸-۳- آشکارساز ناهمبسته‌ساز وفقی با فیدبک تصمیم‌گیری ۸۳
۵-۹- شبیه‌سازی آشکارسازهای وفقی در کانال فیدینگ رایلی آرام ۸۵
۵-۸-۱- آشکارساز MMSE وفقی تک‌کاربره ۸۶
۵-۸-۲- آشکارساز MMSE وفقی چندکاربره ۸۷
۵-۸-۲- آشکارساز ناهمبسته‌ساز وفقی چندکاربره ۸۸
٤-۱۰- مقایسه نتایج شبیه‌سازی ۸۹

فصل ششم : جمع‌بندی و پیشنهاد ۹۲

مراجع ۹۶

ضمیمه الف

فصل اول

مقدمه

DS-CDMA[1] نقش مهمی در سیستم‌های مخابراتی از قبیل سیستم‌های چندکاربره بی‌سیم و سیستم‌های موبایل زمینی و سیستم‌های موبایل ماهواره‌ای دارد. در سیستم‌های DS-CDMA غیرهمزمان متداول ، کاربران بصورت مستقل اطلاعات خود را ارسال و گیرنده با یک همبستگی ساده بین سیگنال باند پایه دریافتی و رشته گسترده ساز کاربران اطلاعات ارسالی را استخراج می‌نماید. این روش در کانال AWGN[2] و استفاده از رشته های گسترده ساز متعامد بهینه می‌باشد. اولاً بدلیل غیرهمزمان بودن کاربران و نیاز به سرویس دادن به کاربران زیاد ایجاد چنین کدهای متعامدی عملی نیست. بنابراین در تحلیل این سیستمها همبستگی عرضی بین کدها بصورت نویز گوسی عمل می‌نماید. عملکرد این سیستم‌ها بوسیله تداخل دسترسی چندگانه(MAI[3]) محدود می‌گردد. ثانیاً بدلیل غیر متعامد بودن رشته‌های گسترده‌ساز ، گیرنده همبسته کننده متداول دارای مشکل دور-نزدیک[4] می‌باشد ، این مشکل زمانی بوجود می‌آید که همبستگی عرضی بین رشته گسترده ساز کاربر مورد نظر و سیگنال تداخلگر قوی بزرگتر از همبستگی با سیگنال کاربر مورد نظر باشد. بنابراین آشکارسازی نامطمئن می‌شود. راه کلاسیک برای غلبه بر این مشکل کنترل توان است.در این روش توان‌های ارسالی کاربران کنترل می‌شوند به طوری‌که توان‌های دریافتی از همه

1- Direct Sequence Code Division Multiple Access

2- Additive White Gaussian Noise

3 - Multiple Access Interference

4- Near-End Far-End Problem

کاربران برابر باشند. این کار پیچیدگی سیستم را افزایش می‌دهد و اشتباه در کنترل توان عملکرد سیستم را خراب می‌نماید.

Verdu با طرح گیرنده چندکاربره بهینه نشان داد که DS-CDMA توسط تداخل دسترسی چندگانه محدود نمی‌شود و همچنین در مقابل مساله دور-نزدیک مقاوم می‌باشد[۱]. گیرنده بهینه شامل بانکی از فیلترهای منطبق[1] (یکی برای هر کاربر) و یک الگوریتم ویتربی برای تخمین رشته ارسالی با بیشترین تشابه می‌باشد. Verdu نشان داد که خروجی بانک فیلترهای منطبق دارای اطلاعات لازم برای آشکارسازی بهینه می‌باشد. استفاده از چنین گیرنده ای مستلزم مصالحه‌ای بین پیچیدگی طرح سیگنال و پیچیدگی گیرنده در محیط چندکاربره می‌باشد. نیاز به انتخاب کردن رشته‌های گسترده ساز با خاصیت همبستگی خوب به بهای افزایش پیچیدگی گیرنده کاهش می‌یابد.

کاربرد عملی این روش به دو علت محدود می‌گردد[۳] :

۱. بدلیل تعداد حالتهای مورد نیاز : پیچیدگی الگوریتم ویتربی با تعداد کاربران فعال به صورت نمائی افزایش می‌یابد ، بنابراین برای کاربران زیاد مساله خیلی پیچیده می‌گردد.

۲. پیچیدگی در پیاده سازی بانک فیلترهای منطبق

گیرنده چندکاربره بهینه برای استفاده در کانال گوسی فرموله شده است[۱۹] ولیکن می‌توان از این گیرنده در کانالهای ISI[2] و یا کانالهای متغیر با زمان ، با ترکیب کردن پاسخ لحظه‌ای ضربه کانال با کدهای گسترده ساز استفاده نمود[۲] . برای پیاده‌سازی بانک فیلترهای منطبق نیاز به اطلاعات زیادی درباره هر کاربر از قبیل فعال بودن ، همزمانی فاز و زمان ، رشته گسترده ساز، توان و شرایط کانال برای هر کاربر می‌باشد. با چنین اطلاعاتی بانکی از فیلترهای منطبق قابل پیاده سازی است. بسیاری از این اطلاعات مورد نیاز الگوریتم ویتربی نیز می‌باشند. چندین الگوریتم ساده شده جهت جایگزینی با الگوریتم ویتربی به منظور کاهش پیچیدگی محاسبات پیشنهاد شده است[۳] .

1- Matched Filter

2- Inter-Symbol Interference

کلاس مهمی از گیرنده های نیمه بهینه گیرنده‌های خطی می‌باشند[۲،۴،۵،۶،۷،۲۴،۲۶،۲۷] . این گیرنده‌ها یک تبدیل خطی در خروجی بانک فیلتر منطبق انجام می‌دهند، سپس تصمیم‌گیری درباره نماد ارسالی در خروجی تبدیل خطی انجام می‌شود. گیرنده خطی ناهمبسته‌ساز تمام همبستگی‌های عرضی بین کاربران را با انتخاب تبدیلی بصورت معکوس ماتریس همبستگی رشته گسترده ساز حذف می‌نماید. یکی از مشکلات این روش استفاده از تبدیل معکوس ماتریس همبستگی است. در بعضی حالتها ماتریس همبستگی تکین[1] می‌باشد در چنین حالتی از معکوس تعمیم یافته ماتریس همبستگی استفاده می‌شود [۴]. این روش نیز در برابر مساله دور-نزدیک مقاوم است. مشکل دوم افزایش نویز در این گیرنده می‌باشد.

Lupas گیرنده ناهمبسته‌ساز را با انجام دادن تبدیل خطی که بازدهی مجانبی را حداکثر می‌نماید به گیرنده خطی بهینه تعمیم داد[۴]. بازدهی مجانبی میزان تاثیر کاربران تداخلی بر احتمال خطای کاربر مورد نظر بوده و برابر با $\eta_k(\sigma)=\lim_{\sigma\to 0}\frac{e_k(\sigma)}{E_k}$ می‌باشد که در آن $e_k(\sigma)$ انرژی مورد نیاز کاربر مورد نظر در یک سیستم تک‌کاربره و کانال گوسی با واریانس نویز σ^2 است که احتمال خطای آن برابر با احتمال خطای کاربر مورد نظر در حضور کاربران تداخلی می‌باشد و E_k انرژی کاربر مورد نظر است. مشکل اول گیرنده خطی نیمه‌بهینه پیچیدگی گیرنده در محیطهای غیرساکن است زیرا در این محیطها محاسبات باید مکرراً تکرار گردد بنابراین پیچیدگی با تعداد کاربران بصورت نمائی افزایش می‌یابد مشکل دوم نیاز به اطلاعات زیاد درباره کاربران فعال می‌باشد.

روش دیگر انتخاب تبدیلی است که MSE[2] را در خروجی گیرنده کاهش دهد. بدین طریق مساله افزایش نویز کاهش می‌یابد. گیرنده MMSE[3] این روش را در سیستم CDMA پیاده سازی می‌نماید[۲،۴،۶]. نشان داده شده است که این گیرنده در برابر مساله دور-نزدیک مقاوم می‌باشد[۷].

1- Singular

2- Mean Square Error

3- Minimum Mean Square Error

تحت شرایط نویز پائین گیرنده MMSE معادل با گیرنده ناهمبسته‌ساز می‌باشد، بنابراین هر دو گیرنده دارای بازدهی مجانبی یکسان می‌باشند[۴].

SIC[1] و PIC[2] نوع دیگری از گیرنده‌های نیمه‌بهینه می‌باشند که از تکنیک آشکارسازی و حذف کاربر تداخلی از سیگنال دریافتی استفاده می‌نمایند[۵، ۲۴، ۲۶، ۲۷] . چنین روشهائی نیاز به اطلاعات دقیق از پارامترهای کانال دارند و دارای پیچیدگی محاسباتی زیادی می‌باشند.

گیرنده‌های فوق نیازمند بانکی از فیلترهای منطبق همزمان شده هستند. با تخمین کانال دقیق و پارامترهای کاربران پیاده‌سازی بانکی از فیلترهای منطبق میسر می‌باشد[۸] ، اولاً تخمین دقیق و همزمان همه پارامترهای کاربران بویژه در محیطهای غیر ساکن مشکل است. تخمین دقیق دامنه درعملکرد روشهای PIC و SIC لازم می‌باشد زیرا مرتب کردن نادرست توانهای کاربران عملکرد گیرنده SIC را خراب می‌نماید[۵] . ثانیاً در یک محیط سلولی گیرنده BS[3] ممکن است فقط اطلاعات کاربران سلول خود را داشته باشد و اطلاعات تداخلگرهای بین سلولی در دسترس نباشد. تنها راه مقابله با چنین کاربرانی ،کاهش توان آنها بدلیل افت انتشار و گین پردازش می‌باشد. بنابراین عملکرد گیرنده چندکاربره خطی بسیار حساس به آمارگان ناقص از تداخلگرها می‌باشد[۹]. برای حل این مشکلات می‌توان از گیرنده‌های چندکاربره وفقی استفاده نمود. روشهای وفقی وظیفه تخمین کانال را در گیرنده های چندکاربره بر عهده دارند.

گیرنده MMSE وفقی [۳۱] مشکل نیاز به اطلاعات و پیچیدگی را حل می‌نماید و می‌تواند بصورت پردازش مستقیم نمونه های سیگنال دریافتی عمل نماید. در این حالت بانک فیلترهای منطبق را می‌توان حذف نمود. در عمل طول فیلتر گیرنده باید محدود در نظر گرفته شود. این کار طوری انجام می‌شود که اثر آن بر عملکرد سیستم ناچیز باشد. تعداد ضرائب درگیرنده MMSE وابسته به

1- Successive Interference Cancelation

2- Parallel Interference Cancelation

3- Base Station

گین گسترده ساز است. با پردازش نمونه های سیگنال دریافتی در دوره‌های چیپ، گیرنده MMSE وفقی مشابه همسان‌ساز وفقی عمل می‌نماید که منطبق با سیگنال اعوجاج یافته کاربر مورد نظر می‌باشد و همچنین تداخل ناشی از کاربران دیگر را کاهش می‌دهد. این کار بصورت حداقل کردن تابع MSE بصورت وفقی انجام می‌شود. حداقل کردن ممکن است نسبت به همه کاربران و یا برای هر کاربر بصورت مستقل انجام شود[۱۰]. اجزاء MSE که حداقل می‌شوند عبارتند از اثرات MAI ، ISI ، AWGN و NBI[1] . بعلاوه با اندازه فیلتر مناسب،گیرنده MMSE وفقی مشابه گیرنده RAKE کار می‌کند[۱۱]. این گیرنده می‌تواند انرژی تمام اجزاء چندمسیره سیگنال کاربر را (بدون نیاز به همزمانی برای هر جزء چند مسیره) جمع‌آوری نماید ، بنابراین این گیرنده برای حذف بسیاری از اعوجاجهای موجود در سیگنال دریافتی مناسب است. تنها دانش لازم برای گیرنده ، رشته یادگیری کاربر مورد نظر می‌باشد. از آنجا که این گیرنده نیازمند هیچ اطلاعاتی از کاربران دیگر نمی‌باشد می‌توان آن را بصورت یک گیرنده تک کاربره که مناسب برای کاهش تداخل چندکاربره می‌باشد در نظر گرفت. اشکال این روش استفاده از رشته یادگیری می‌باشد که اضافه بار سیستم را افزایش می‌دهد. برای رفع این مشکل روشهائی که به رشته یادگیری نیاز ندارند مطرح گردیدند[۱۲]. این روشها NBI را حذف و تداخل دسترسی چندگانه را کاهش می‌دهد.

Chen و Roy [۵] نشان دادند که چگونه گیرنده ناهمبسته‌ساز می‌تواند بصورت وفقی پیاده‌سازی شود ، آنها نشان دادند که گیرنده ناهمبسته‌ساز در برابر مساله دور-نزدیک مقاوم است یعنی عملکرد آن به اختلاف توان سیگنال کاربران حساس نمی‌باشد و نیاز به دانستن توانهای همه کاربران نیست. در این پژوهش عملکرد آشکارسازهای خطی چندکاربره وفقی و غیروفقی را از نظر نرخ همگرائی، احتمال خطای بیت و پیچیدگی محاسباتی در سیستم DS-CDMA مورد بررسی قرار داده‌ایم. برای تحقق این بررسی ابتدا مدلی برای سیستم DS-CDMA معرفی کرده و سپس عملکرد

1- Narrow Band Interference

آشکارسازهای خطی اعم از فیلتر منطبق، ناهمبسته‌ساز، ZF[1] و MMSE و همچنین آشکارسازهای وفقی چندکاربره شامل MMSE، CMA[2]، ناهمبسته‌ساز و ناهمبسته‌ساز وفقی با فیدبک تصمیم‌گیری را در مدل ارائه شده بررسی کرده و نشان داده‌ایم که آشکارسازهای خطی غیروفقی به تخمین دقیق کانال و پارامترهای کاربران نیاز داشته و دارای پیچیدگی محاسباتی زیاد می‌باشند. برای رفع مشکلات فوق روشهای وفقی که وظیفه تخمین کانال در گیرنده‌های چندکاربره را بر عهده دارند بررسی کرده و نشان داده‌ایم که این گیرنده‌ها مشکل نیاز به اطلاعات زیاد و پیچیدگی محاسباتی را حل می‌نمایند.گزارش حاضر شامل شش فصل می‌باشد. بعد از فصل جاری که فصل نخست است، در فصل دوم به معرفی آشکارسازهای DS-CDMA می‌پردازیم. در این فصل به بررسی آشکارسازهای تک‌کاربره و چندکاربره پرداخته و محاسن ومعایب هر یک از آنها بیان می‌گردد. در فصل سوم مدلی برای سیستم DS-CDMA ارائه می‌گردد. این مدل برای شبیه‌سازی آشکارسازهای چندکاربره که در فصل‌های بعدی بررسی می‌گردند مورد استفاده قرار می‌گیرد. در فصل چهارم به بررسی عملکرد و پیچیدگی پیاده‌سازی آشکارسازهای خطی پرداخته و عملکرد آنان را از طریق شبیه‌سازی با یکدیگر مقایسه می‌نمائیم. در فصل پنجم عملکرد و پیچیدگی پیاده‌سازی آشکارسازهای وفقی را بررسی و نشان می‌دهیم که استفاده از روشهای وفقی مشکل پیچیدگی محاسباتی و اطلاعات زیاد را حل می‌نمایند. در پایان، فصل ششم در برگیرنده جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و نیز پیشنهاداتی برای ادامه این پژوهش است.

1- Zero-Forcing

2- Constant Modulus Algorithm

فصل دوم

معرفی آشکارسازهای DS-CDMA

۲-۱) مقدمه

تکنیکهای طیف گسترده ، سالیان متمادی بوسیله ارتش مورد استفاده قرار می‌گرفت و در سالهای اخیر ، روش CDMA مبتنی بر طیف گسترده نقش قابل توجهی در مخابرات سلولی بعهده داشته است. این روش دسترسی ، کاربران را مجاز به استفاده از یک پهنای باند فرکانسی مشترک بصورت همزمان و با استفاده از کدهای گسترده ساز مختلف می‌نماید. این روش بدلیل مشخصاتی همچون افزایش ظرفیت نسبت به روشهای دسترسی چندگانه دیگر ، قابلیت مقابله با پدیده چندمسیره ، ظرفیت نرم و دست به دست دادن نرم[1] بسیار مفید می‌باشد. در میان روشهای دسترسی چندگانه موجود ، یکی از روشهائی که بصورت وسیع استفاده می‌شود روش DS-CDMA است. فرستنده DS-CDMA سیگنال هر کاربر را در رشته گسترده‌ساز مشخصی ضرب می‌نماید و ترکیبی از مجموع سیگنالهای کاربران در آشکارساز دریافت می‌شود که در زمان و فرکانس همپوشانی دارند. سیگنال کاربر مورد نظر با همبسته[2] کردن سیگنال دریافتی با رشته گسترده‌ساز کاربر مورد نظر بازیابی می‌شود. بر خلاف روشهای TDMA و FDMA برای اینکه سیگنالهای کاربران مختلف با یکدیگر تداخل نداشته باشند باید در طول ارسال ، کاربران همزمان و همچنین از کدهای متعامد برای کاربران استفاده نمود. اما در کاربردهای عملی ، ایجاد همزمانی بین کاربران مشکل است و

1- Soft Handoff

2- Correlate

امکان محدود کردن سیستم به استفاده از کدهای متعامد وجود ندارد. بنابراین باید اثر سیگنالهای کاربران دیگر در آشکارسازی سیگنال مورد نظر در نظر گرفته شود. در گیرنده‌های DS-CDMA متداول[1] با هر کاربر بصورت یک سیگنال جداگانه رفتار می‌گردد ، بنابراین کاربران دیگر بصورت تداخل در نظر گرفته می‌شوند. تداخل ازکاربران دیگر را تداخل دسترسی چندگانه[2] (MAI) می‌گویند. تداخل دسترسی چندگانه ناشی از عدم تعامدکدها و آفست های زمانی تصادفی بین سیگنالها ، ظرفیت و عملکرد سیستم DS-CDMA را محدود می‌نماید. معمولا تداخل دسترسی چندگانه ناشی از هر کاربر کوچک است. با افزایش تعداد تداخلگرها و یا توانهای آنها تداخل دسترسی چندگانه نیز افزایش یافته و در نتیجه نرخ خطای بیت یا نرخ خطای فریم نیز افزایش می‌یابد. حتی اگر تعداد کاربران خیلی زیاد نباشد، برخی از کاربران ممکن است با چنان توانی دریافت شوند که‌باعث محو شدن کاربر با توان پائین‌تر گردند. کاربران نزدیک گیرنده نسبت به کاربران دور با توانهای بالاتر دریافت شده و در نتیجه این عامل سبب کاهش عملکرد کاربران دور می‌شود. حتی اگر کاربران در فاصله برابر باشند در مواقعی که کاربر مورد نظر در دوره فیدینگ عمیق[3] دریافت می‌شود تحت تاثیر اثر دور-نزدیک[4] واقع می‌شود. سیستمهایDS-CDMA به مساله دور-نزدیک خیلی حساس می‌باشند بنابراین برای غلبه بر آن نیاز به کنترل توان دقیق در این سیستم‌ها می‌باشد.

برای آشکارسازی سیگنال درحضور تداخل دسترسی چندگانه و اثر دور- نزدیک دو روش مختلف وجود دارد. روش اول آشکارسازی تک کاربره[5] است ، در این روش یک کاربر بعنوان کاربر مورد نظر

1- Conventional

2- Multiple Access Interference

3- Deep Fading

4- Near-End Far-End Effect

5- Single User Detector