Archive of SID

بهینه‌سازی لایه فیزیکی استاندارد IEEE 802.16 جهت ارسال تصاویر ویدئویی

احسان بیت‌مشعل[۱]- محسن عشوریان[۲] - هوشنگ کاظمی[۲]
(۱) گروه برق- دانشگاه آزد اسلامی واحد نجف‌آباد
(۲) گروه برق- دانشگاه آزاد اسلامی واحد مجلسی

خلاصه: استفاده وسیع از شبکه‌های باند وسیع، محققان و تولیدکنندگان را به سمت بهسازی و توسعه این گونه شبکه‌ها تشویق نموده است. این امر بدون مطالعه و دقت در طراحی و نوع پیاده‌سازی این سیستمها امکان‌پذیر نیست. معرفی تکنولوژی وایمکس به دنیای ارتباطات نیز، تلاش پژوهشگران به سمت بهبود این شبکه‌های باند وسیع و پرطرفدار را برانگیخته است. لذا این مقاله با شبیه‌سازی لایه فیزیکی یک سیستم وایمکس، بر مبنای استاندارد IEEE 802.16-2004، امکان ارسال و بازسازی اطلاعات و تصاویر ویدئویی با سیگنال به نویز و نرخ خطای بیتی مورد قبول را فراهم می‌کند. این شبیه‌سازی در محیط نرم‌افزار MATLAB صورت گرفته و به منظور رسیدن به کیفیت و ضریب نفوذ مطلوب در شبکه‌های وایمکس طراحی شده است. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که چگونه یک فایل ویدئویی با فرمت avi پس از ارسال در یک محیط مجازی منطبق بر استاندارد، در مدولاسیونهای 2-PAM و 64-QAM با کیفیت مورد قبولی بازسازی شده و چگونه می‌توان با استفاده از PSNR تصاویر، مدولاسیون و کدینگ وفقی را اعمال کرد.

کلمات کلیدی: وایمکس، لایه فیزیکی استاندارد IEEE 802.16، مدولاسیون وفقی، OFDM.

۱- مقدمه

ظهور شبکه‌های مبتنی بر استاندارد IEEE 802.16 که قابلیت و انعطاف بالاتری نسبت به شبکه‌های قبلی به خصوص Wi-Fi دارد، محققان را به تلاش جهت ارتقا و بهبود این استاندارد و پیاده‌سازی آن تشویق نموده است.

در راستای پیاده‌سازی شبکه‌های مبتنی بر این استاندارد از نرم‌افزارهای متعددی نظیرOPNET, NS2, QualNET استفاده شده است، که اغلب به شبیه‌سازی اجزا و پوشش شبکه پرداخته و کمتربه بحث تکنیکی آن پرداخته می‌شود [۷]. پیاده‌سازی لایه‌های یک شبکه در محیط نرم‌افزار MATLAB و سیمولینک، به خاطر دسترسی به پارامترهای طراحی، به درک صحیح و بهبود آن کمک فراوانی می‌کند. در این راستا مقاله ارائه شده سعی دارد با معرفی واحدهای تشکیل‌دهنده لایه فیزیکی استاندارد IEEE 802.16 روشی پیشنهادی جهت بهبود در کیفیت سرویس‌دهی در ارسال تصاویر ویدیویی عرضه نماید. این روش با تغییر مدولاسیون و کدینگ در لایه فیزیکی وایمکس به بهبود کیفیت سرویس‌دهی در این مقوله می‌پردازد.

معمولا در ارسال هر گونه اطلاعاتی نظیر صوت و تصویر، اطلاعات در لایه‌های بالایی لایه فیزیکی به بیتهای پشت‌سرهم تبدیل می‌شوند و در لایه فیزیکی کدینگها و مدولاسیونهای مختلف روی آن صورت می‌پذیرد [۴].

اما اطلاعات از هر نوع و دسته‌ای باشند همواره تغییر مدولاسیون و کدینگ بر اساس سیگنال به نویز بوده و نرخ خطای بیتی معرف نحوه عملکرد سیستم می‌باشد. در وایمکس تصمیم‌گیری در مورد سیگنالهای دریافتی و کانال انتقال با پایش نمونه‌های راهنما در بین نمونه‌های ارسالی صورت می‌گیرد. این نمونه‌ها در فرستنده به سیگنال ارسالی افزوده شده و در گیرنده مورد بررسی قرار می‌گیرند. در کاربردهای ویژه نظیر ارسال تصاویر ویدیویی اگر بتوانیم نحوه تغییر مدولاسیون و کدینگ را از حالت عمومی محاسبه سیگنال به نویز به حالت خصوصی بررسی ویژگیهای تصاویر ارسالی و دریافتی

www.SID.ir

Archive of SID

معطوف کنیم، خواهیم توانست تصمیم‌گیری دقیق‌تری در انتخاب مدولاسیون و کدینگ انجام دهیم. به طور مثال محاسبه PSNR با شرط ارسال تصاویر راهنما در بین تصاویر ارسالی می‌تواند روش مناسبی در ارائه مدولاسیون و کدینگ وفقی باشد. بلوکهای معرفی شده در لایه فیزیکی می‌تواند این انعطاف و امکان را به ما بدهد که به این مهم دست یابیم. در این روش تصاویر بازسازی‌شده در لایه فیزیکی گیرنده با تصاویر راهنما مقایسه شده و تصمیمات لازم جهت به کارگیری سرعت کدینگ و نوع مدولاسیون اتخاذ می‌گردد. در جدول (۱) چند الگوریتم جهت مدولاسیون و کدینگ وفقی مشاهده می‌نماییم که اساس آن تصمیم‌گیری بر مبنای SNR می‌باشد. اما با اعمال بلوکهای معرفی شده در لایه فیزیکی می‌توان به محاسبه PSNR تصاویر راهنما پرداخته، کدینگ و مدولاسیون متفاوتی را استفاده نمود. حال با داشتن پارامتری چون PSNR و آستانه‌گذاری بر مقدار آن می‌توان جدولی مانند آنچه در مدولاسیون و کدینگ وفقی بر حسب SNR مشاهده شد را بر لایه فیزیکی اعمال کرد. در این مقاله برای اطمینان از صحت امکان ارسال فرمتهای مختلف ویدیو یک فایل با فرمت avi با مقیاس خاکستری رنگ ارسال و بازیابی شده و نرخ خطای بیتی آن در سیگنال به نویزهای مختلف محاسبه گردیده است. نتایج نشان می‌دهد با این مدل نرخ خطای بیتی در مدولاسیون BPSK نسبت به مدولاسیون 64-QAM پایین‌تر بوده، لذا سیستم شبیه‌سازی شده موافق انتظار استاندارد عمل کرده و نتایج آن برای مدولاسیونهای دیگر قابل دستیابی است.

جدول (۱): مدولاسیون و کدینگ وفقی بر اساس **SNR**

AMC	SNR	Modulation	Code Rate
1	6.4<SNR<9.4	BPSK	1/2
2	9.4<SNR<11	QPSK	1/2
3	11.2<SNR<16.4	QPSK	3/4
4	16.4<SNR<18.2	16-QAM	1/2
5	18.2<SNR<22.7	16-QAM	3/4
6	22.7<SNR<24.4	64-QAM	2/3
7	24.4<SNR	64-QAM	3/4

برای شبیه‌سازی لایه فیزیکی وایمکس باید دانست که این سیستم مانند دیگر سیستمهای مخابراتی از سه قسمت اصلی فرستنده، گیرنده و کانال تشکیل شده که در ادامه به شرح و توصیف این قسمتها می‌پردازیم.

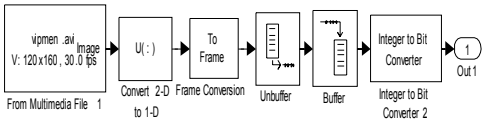
۲- فرستنده سیستم

این قسمت از مدل وظیفه تبدیل اطلاعات به نمونه‌های قابل‌ارسال در کانال انتقال را بر عهده دارد و شامل قسمتهای زیر است :

الف- منبع اطلاعات

در مدلهای قبلی برای شبیه‌سازی منبع اطلاعات، از مولد اعداد برنولی یا صحیح استفاده می‌شد [۸]. اما در اینجا چون نیاز به ارسال داده‌ها با فرمتهای متفاوت داریم، می‌بایست ابتدا این اطلاعات به دسته بیت‌های قابل انتقال در این لایه تبدیل شود. در این مدل یک فایل تصویری با فرمت avi توسط مدل ارائه شده در شکل (۱)، با توجه به مدولاسیون‌های انتخابی نمونه‌برداری شده و به رشته‌ای از بیتها تبدیل می‌گردد. پارامترهای اختصاص داده شده به هر بلوک به گونه‌ای است که ما در خروجی نمونه‌های لازم جهت ایجاد یک سمبل OFDM را داشته باشیم.

یک نمونه OFDM از ۲۰۰ عدد حامل اصلی تشکیل شده است، که منبع ۱۹۲ حامل از آنها را تولید می‌کند که مختص ارسال اطلاعات است. ۸ حامل پایلوت، ۵۵ حامل محافظ باند و یک حامل DC، در مراحل بعدی به آن اضافه می‌شود که ۲۵۶ حامل را تکمیل می‌کند. معمولا بعد از این قسمت یک منبع تصادفی که با اطلاعات XOR می‌شود، جهت حذف نمونه های مدوله نشده قرار می‌گیرد. این بلوک با آستانه گذاری بر روی بیتهای رسیده، اطلاعات ناخواسته را حذف می‌کند.



شکل (۱): تبدیل ویدئو به بیتهای قابل انتقال

ب- کدکننده و تصحیح‌گر خطا

این بلوک که به طور کلی وظیفه کدکردن اطلاعات و تصحیح خطا را بر عهده دارد، با به کارگیری کدر رید سلمون[۱] و کانولوشن[۲] عمل تصحیح خطای پیشرونده[۳] را انجام می‌دهد. بدین معنا که ابتدا اطلاعات وارد بلوک کدکننده رید-سلمون شده و سپس از کدر کانولوشن عبور داده می‌شود. برای اینکه بتوانیم سرعت کدینگ‌های متنوع و مختلفی داشته باشیم، بعد از این بلوک عمل پانچ‌کاری[۴] روی اطلاعات کد شده صورت می‌پذیرد. این عمل سبب می‌شود که در خروجی کسری از بیتهای وارد شده ظاهر گردد.

در انتهای این قسمت از کدکننده، بلوک Interleaver جهت اجتناب و کم شدن خطاهایی که در اثر ارسال طولانی بیتهای پشت سر هم از یک نمونه ایجاد می‌گردد، به کار می‌رود. این بلوک توسط عملیات سطری، ستونی با چیدن بیتها از نمونه‌های مختلف در کنار هم، به جای چیدن بیتها از یک نمونه، امکان وقوع خطا را به طور محسوس کاهش می‌دهد. مجموعه کدکننده فوق با استفاده از بازخوردی که از شرایط کانالی دارد، مدولاسیونها و کدینگهای مختلفی را انتخاب می‌کند. شکل شماره (۵) این قسمت از مدل را نمایش می‌دهد [۵].

www.SID.ir

Archive of SID

پ- نگاشت‌گر فاز و دامنه

در این مرحله اطلاعات کدشده وارد بلوک مدولاتور فاز و دامنه می‌شود. این متد تقریبا در تمام سیستمهای بی‌سیم به کار می‌رود. بدین صورت که بیتهای ورودی به دامنه و فازهای معینی نگاشت می‌شوند.

خروجی این بلوک بردارهای فاز و دامنه مختلط می‌باشد و به این بلوک نگاشت‌گر فاز و دامنه می‌گویند. این عمل جهت کاهش خطای بیتهای ارسالی بسیار مفید است زیرا، در گیرنده درصورت انحراف از مقدار واقعی به راحتی قابل تصحیح است. در استاندارد وایمکس مدولاسیونهای 2-PAM, 4QAM, 16QAM و 64QAM پشتیبانی می‌شود، و بر اساس شرایط کانالی این مدولاسیون قابل تغییر می‌باشد. الگوریتم مدولاسیون و کدینگ وفقی در سیستم وایمکس را AMC[5] گویند [۵].

ت- نرمالیزه‌کننده

برای اینکه نمونه‌های خروجی بلوک نگاشت‌گر فاز و دامنه دارای توان متوسط برابر و توان سیگنال دارای تغییرات کمتری نسبت به توان متوسط باشد، عمل نرمال کردن با ضرب فاکتور Cm در نمونه‌ها انجام می‌پذیرد. این ضرایب برای مدولاسیونهای مختلف در جدول شماره (۲) آورده شده است [۱].

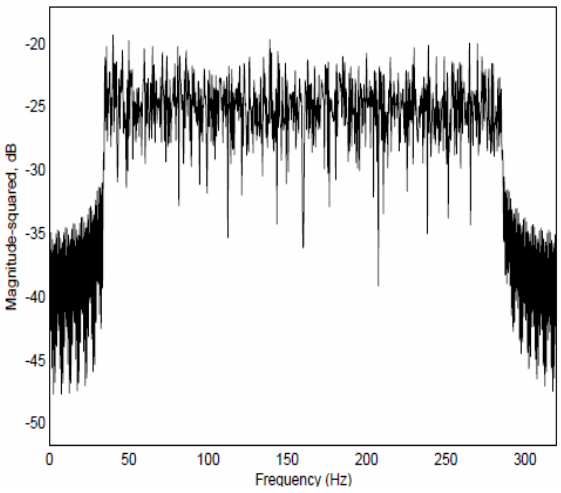
جدول (۲): ضرایب نرمالیزه کردن برای مدولاسیونهای مختلف [۱]

نوع مدولاسیون	ضریب نرمالیزه‌کننده Cm
2-PAM	1
4-QAM	$1/\sqrt{2}$
16-QAM	$1/\sqrt{10}$
64-QAM	$1/\sqrt{42}$

ج- مدولاتور OFDM

این بلوک که جهت تولید یک نمونه OFDM قرار داده شده است، توسط اسمبلر، ۸ عدد حامل پایلوت، ۵۵ حامل محافظ باند و یک حامل DC را به اطلاعات رسیده شده اضافه می‌کند. این حامل‌ها به علاوه ۱۹۲ حامل ایجاد شده توسط منبع، ۲۵۶ حامل متعامد نمونه OFDM را تولید می‌کند. در این مرحله می‌بایست اطلاعاتی که جهت آگاهی از شرایط کانالی و منظورهای خاص مانند امنیت و سرویسها می‌باشند، تحت عنوان بیتهای آموزش[6] به نمونه OFDM اضافه گردد. فریم ساخته شده که ماهیت ماتریسی دارد، جهت ورود به بلوک بعدی یعنی IFFT[7] صفرگذاری می‌شود، تا با اندازه این بلوک متناسب گردد [۱,۶].

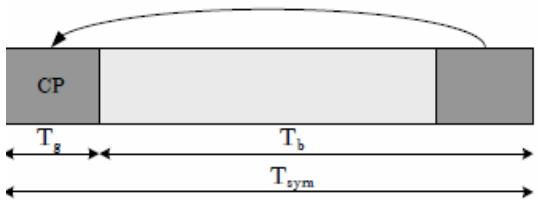
استاندارد IEEE 802.16-2004 از IFFT با اندازه ۲۵۶ استفاده می‌کند. در استاندارد IEEE 802.16e این اندازه به ۱۰۲۴ ارتقا داده شده است.IFFT اطلاعات با حاملین متعامد را به حوزه زمان می‌آورد تا جهت تقویت در ارسال رادیویی و اضافه کردن CP[8] مهیا شود. شکل (۲) یک نمونه از سیگنال ارسالی OFDM را در کانال انتقال نمایش می‌دهد.



شکل (۲): سیگنال OFDM ارسالی در کانال انتقال

چ- اضافه کردن Cyclic Prefix

به دلیل تاخیر ناشی از انتشار در مسیرهای مختلف، نمونه‌های ارسالی متوالی با تاخیرهای متفاوت به گیرنده می‌رسند. این امر موجب تداخل میان نمونه‌ها[9] می‌شود. جهت حذف این پدیده و جبران تاخیر انتشار، قسمت انتهایی سیگنال ارسالی در حوزه زمان به ابتدای آن اضافه می‌شود. این تکنیک در شکل شماره (۴) نشان داده شده است.



شکل (۳): افزودن CP به سیگنال ارسالی در حوزه زمان

در این شکل Tsym زمان یک نمونه OFDM، Tb زمان مفید نمونه و Tg زمان CP است. در این بلوک G نسبت طول CP به زمان مفید نمونه است. همچنین برای کاهش مصرف انرژی می‌بایست طول Tg کنترل شده باشد، که نامعادله $G < 1/4$[11] برای این منظور مناسب است [۱]-[۲].

www.SID.ir

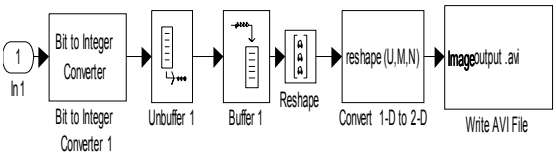
Archive of SID

۳- گیرنده سیستم

به طور کلی در گیرنده عکس اعمال فوق بر روی نمونه‌های رسیده صورت می‌پذیرد تا اطلاعات خام فرستاده شده بازیابی شود. به این صورت که در اولین بلوک گیرنده CP حذف شده و سیگنال توسط بلوک FFT[۱۰] با اندازه ۲۵۶، از حوزه زمان به حوزه فرکانس برگردانده می‌شود. حاصل این مرحله حامل‌ها با فرکانسهای متعامد می‌باشد. در مرحله بعد گارد باندها و پایلوتها حذف شده و اطلاعات آموزشی مربوط به تخمین کانال استخراج می‌گردد. این اطلاعات با فرض دانستن پاسخ فرکانسی کانال انتقال، جهت پیاده‌سازی الگوریتم مدولاسیون وفقی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

پس از آن اطلاعات وارد عکس نرمالیزه‌کننده شده و بعد از تطابق با یکی از مقادیر ثابت در آشکارساز فاز و دامنه، به بیتهای متناظر تبدیل می‌گردند. این بیتها از مرحله عکس تصحیح خطای پیشرونده که شامل De-interleaver و پانچ‌کننده است می‌گذرد، تا به داده‌های خام اولیه مبدل شود. در اینجا برای معکوس عمل کدینگ کانولوشن از دیکدر ویتربی[۱۱] استفاده می‌شود. در نهایت دیکدر رید-سلمون اطلاعات اصلی را تحویل بازیاب‌کننده اطلاعات می‌دهد [۶].

بازیابی اطلاعات تصویر شامل، تشکیل فریم و ماتریسهای تصویر اصلی و ذخیره آن به عنوان یک فایل ویدئویی با فرمت avi است. شکل (۶) بلوک دیاگرام یک دیکدکننده در گیرنده، و شکل (۴) بلوک دیاگرام یک بازیاب‌کننده را نمایش می‌دهد.



شکل (۴): بازسازی ویدئوی ارسالی در گیرنده

۴- کانال انتقال

محیط انتقال به خاطر عواملی چون نویز، محوشوندگی، متغیر با زمان بودن و تاخیر ناشی از انتشار در مسیرهای چندگانه، باعث ایجاد اختلالاتی چون تداخل میان نمونه‌ها و محوشوندگی[۱۲] می‌شود. همانطور که قبلا گفته شد، اضافه کردن CP به عنوان روشی برای حذف تداخل ما بین نمونه‌ها استفاده می‌شود. اما برای واقعی‌تر کردن محیط انتقال با به کار بردن مدلهای نویز گوسی جمع‌شونده[۱۳] و رایلی از بلوک‌های رادیویی در محیط سیمولینک، می‌توان به شبیه‌سازی مناسبی رسید [۱]-[۳].

۵- نتایج شبیه‌سازی

در این مقاله، برای شبیه‌سازی لایه فیزیکی وایمکس بر اساس استاندارد IEEE 802.16-2004 اجزا و بلوکهای موردنیاز معرفی شد. این اجزا درشکل (۷) نمایش داده شده است. سپس برای اطمینان از کارکرد مدل شبیه‌سازی شده یک فایل ویدئویی با فرمت avi را در لایه فیزیکی طراحی شده، ارسال و بازیابی نمودیم. در این کوشش جهت ارسال از دو مدولاسیون 2-PAM در بدترین شرایط کانالی و 64QAM در بهترین سیگنال به نویز، استفاده شد. نتایج حاصل از ارسال این فایل ویدئویی در چندین سیگنال به نویز برای هر دو مدولاسیون مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این تلاش در نمودار شکلهای (۸) و (۹) مشخص می‌باشد. همانطور که ملاحظه می‌شود، در این ارسال و دریافت و استفاده از مدولاسیون 2-PAM در سیگنال به نویزهای پایین و استفاده از 64-QAM در سیگنال به نویزهای بالا نتیجه مطلوبی از نرخ خطای بیتی را می‌دهد، که با انتظارات استاندارد مطابق است. شکلهای (۱۰) و (۱۱) تصاویری از فریم ارسالی و بازیابی‌شده فایل vipmen.avi، از ویدئوهای موجود در نرم‌افزار MATLAB را نمایش می‌دهند.

جهت ارسال و بازیابی دیگر فرمتهای اطلاعات نیز می‌توان، با شناخت ساختار آن داده به تبدیل‌های لازم جهت انتقال آن اطلاعات رسید.

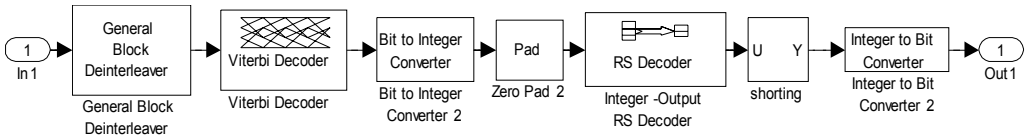
برای تجزیه و تحلیل تصاویر و تصمیم بر اساس آنها نیز تصاویر استاندارد شکل (۱۲) را می‌توان به عنوان تصاویر راهنما در میان فریم‌های ویدیویی ارسال کرد. جدول (۳) مقادیر محاسبه شده PSNR تصاویر راهنما را در مدولاسیون‌ها و کدینگ‌های مختلف نشان می‌دهد. آستانه‌گذاری بر روی این مقادیر می‌تواند روش جدیدی در تغییر نوع مدولاسیون را معرفی نماید.

۶- نتیجه‌گیری

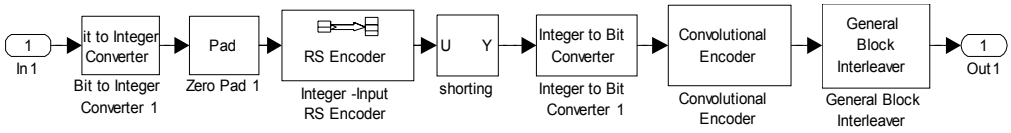
در این مقاله اجزای اصلی لایه فیزیکی وایمکس معرفی گردید و بلوکهای لازم جهت شبیه‌سازی آن نشان داده شد. برای کاربرد ارسال تصاویر ویدیویی واحدهایی در بخش‌های فرستنده و گیرنده معرفی شد تا توسط آن بتوان با استفاده از شاخص‌های راهنما نوع جدیدی از مدولاسیون و کدینگ را که تا کنون به صورت عمومی بر اساس پارامتر SNR بوده، اکنون در کاربردی خاص و بر اساس محاسبه PSNR تصاویر راهنما باشد. اگر بتوانیم آستانه‌گذاری مناسبی بر روی نتایج حاصل شده داشته باشیم خواهیم توانست دقت بیشتری در تغییر نوع مدولاسیون و کدینگ داشته باشیم که می‌تواند در کوششهای بعدی و با در نظر گرفتن سیستم‌هایی چون آنتن‌های چند ورودی، چند خروجی لحاظ شده و نتایج مطلوبی را ارائه نماید.

www.SID.ir

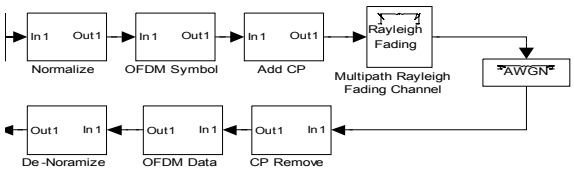
Archive of SID



شکل (۵): بلوک دیاگرام کدکننده و تصحیح‌گر خطا در فرستنده



شکل (۶): بلوک دیاگرام دیکدکننده در گیرنده



شکل (۷): نمای کلی از لایه فیزیکی وایمکس

جدول (۳): PSNR حاصل از ارسال در مدولاسیونهای مختلف

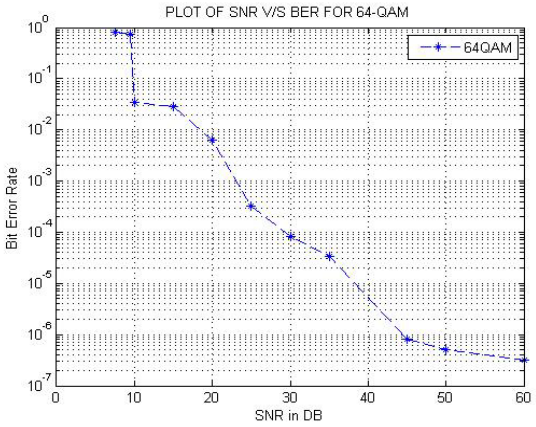
Modulation	SNR	PSNR	BER	Code Rate
64-QAM	30	64.42	3.6 e-6	3/4
	20	16.81	0.0516	2/3
	10	10.96	0.24	2/3
16-QAM	30	84.25	5.02e-5	3/4
	20	31.29	0.0021	3/4
	10	12.89	0.15	2/3
	7	11.5	0.22	1/2
QPSK	30	84.25	2.1e-7	3/4
	20	84.25	3.8e-6	3/4
	10	20.5	0.024	2/3
	7	15.66	0.081	1/2

پی‌نوشت:

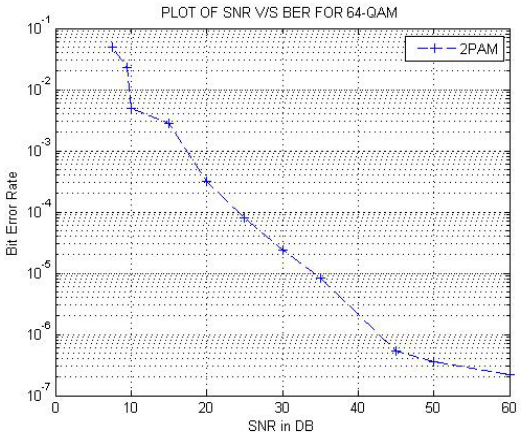
1- Reed-Solomon
2- Convolutional Coder
3- Forward Error Correction
4- Puncturing
5- Adaptive Modulation and Coding
6- Training Bits
7- Inverse Fast Fourier Transform
8- Cyclic Prefix
9- Inter Symbol Interference
10- Fast Fourier Transform
11- Viterbi
12- Fading
13- Additive White Gausaian Noise

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۸): نمودار BER بر حسب SNR برای مدولاسیون 64-QAM



شکل (۹): نمودار BER بر حسب SNR برای مدولاسیون 2-PAM

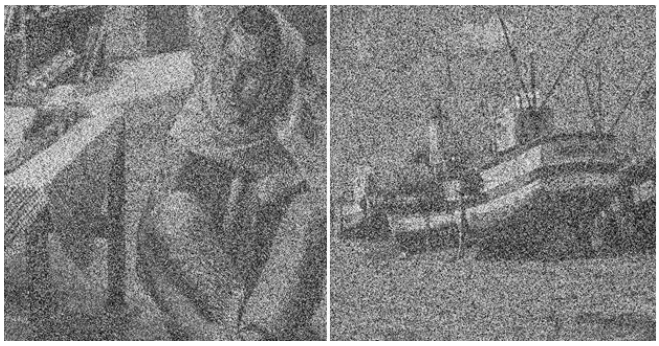
شکل (۱۰): فریمی از ویدئوی ارسال‌شده

شکل (۱۱): فریمی از ویدئوی بازسازی‌شده

شکل (۱۲): تصاویر استاندارد boat و barbara

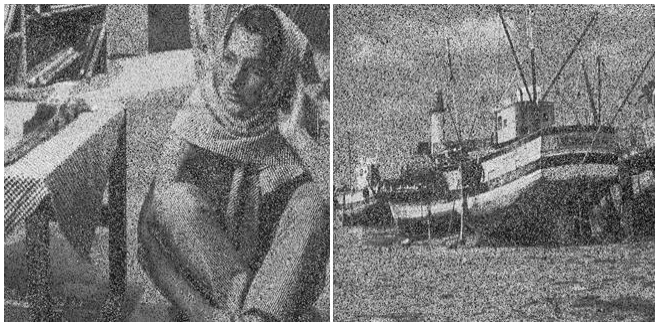
www.SID.ir

Archive of SID



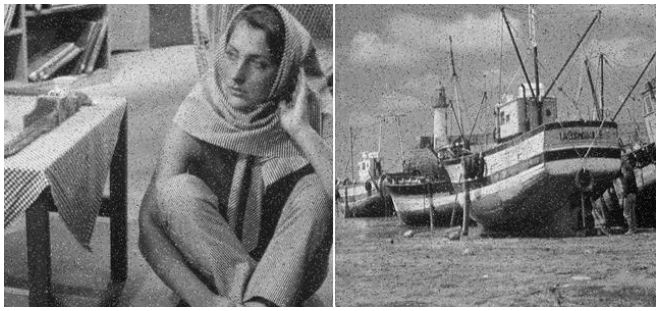
(a) (b)

شکل (۱۳): تصاویر بازسازی‌شده در SNR=10 با مدولاسیون 64-QAM



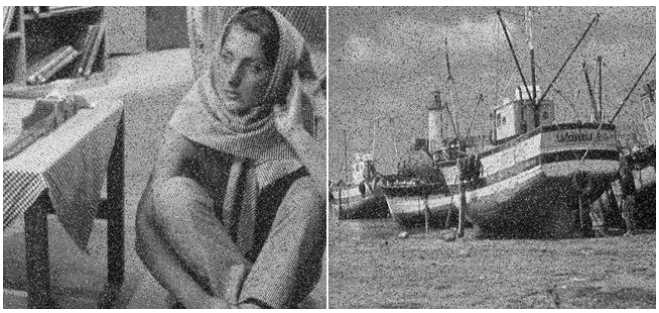
(a) (b)

شکل (۱۴): تصاویر بازسازی‌شده در SNR=10 با مدولاسیون 16-QAM



(a) (b)

شکل (۱۵): تصاویر بازسازی‌شده در SNR=10 با مدولاسیون QPSK



(a) (b)

شکل (۱۶): تصاویر بازسازی‌شده در SNR=20 با مدولاسیون 64-QAM

www.SID.ir

Archive of SID

(a) (b)

شکل (۱۷): تصاویر بازسازی‌شده در SNR=20 با مدولاسیون QPSK

مراجع

[1] A.Jeffrey, G.Arunabha, M.Rias,"Fundamentals of WiMAX", United States of America, PRENTICE HALL, 2007.

[2] W.Forum, “Fixed, nomadic, portable and mobile applications for 802.16-2004 and 802.16e WiMAX Networks”, November 2005.

[3] R.J.McEliece, W.E.Stark, ”Channels with block interference”, IEEE Transactions on Information Theory, vol. 46, No.2, pp.325-343, March 2000.

[4] LAN/MAN Standards Committee, ”802.16 IEEE standard for localand metropolitan area networks. Part 16: Air interface for fixed broadband wireless access systems”, IEEE Standards, October 2004.

[5] S.B.Wicker, ”Error control systems for digital communication and storage”, Prentice Hall, 1995.

[6] T.H.CHAN, M.HAMDI, "A link adaptation algorithm in MIMO-based WiMAX systems", Jour. Of Comm., Vol.2, NO.5, Augu. 2007.

[7] The Matlab Communication Blockset, http://www.mathworks.com.

[8] The Matlab file exchanges, http://www.mathworks.co.

رزومه

- احسان بیت‌مشعل، متولد شهریور ماه ۱۳۵۸ شهر اهواز می‌باشد. وی دوره کارشناسی خود با گرایش الکترونیک را در سال ۸۰ از دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد کسب نمود و هم اکنون دانشجوی کارشناسی ارشد همین دانشگاه می‌باشد. زمینه فعالیت و علاقه‌مندی وی، شبکه و مخابرات نسل جدید می‌باشد.

- محسن عشوریان، متولد سال ۱۳۴۸ اصفهان است. وی دوره کارشناسی خود را در رشته مهندسی برق الکترونیک و مدرک کارشناسی ارشد خود را در رشته مخابرات از دانشگاه صنعتی شریف کسب نمود. ایشان دکترای برق با گرایش مخابرات را از دانشگاه تکنولوژی مالزی اخذ نموده است و از سال ۱۳۷۷عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر مجلسی می‌باشد. زمینه تحقیق وی پردازش و انتقال سیگنالهای چندرسانه‌ای است.

- هوشنگ کاظمی، متولد شهریور ۱۳۳۸ در اهواز، دوره کارشناسی خود را در رشته مهندسی برق (ابزار دقیق) از دانشگاه ایالتی تنسی در سال ۱۹۸۵ و مدرک کارشناسی‌ارشد خود را در رشته مهندسی برق (قدرت) از همین دانشگاه در سال ۱۹۸۷ کسب نمودند. وی دکترای برق و مخابرات خود را از دانشگاه جورج واشنگتن در سال۱۹۹۲ اخذ نموده است و عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد مجلسی می‌باشند. زمینه فعالیت ایشان در مباحث شبکه و مخابرات است.

www.SID.ir