

تأثیر افزایش طول فیبر نوری بر ارسال تصاویر نهان نگاری شده

مهدی زارع چاوشی^۱، علیرضا نقش^۲

۱- دانشکده مهندسی برق، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران، zarezare62@gmail.com

۲- مرکز تحقیقات پردازش دیجیتال بینایی ماشین، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران،

naghsh.a@pel.iaun.ac.i

خلاصه

در این مقاله ضمن ارائه انواع روش‌ها، مزایا و معایب نهان نگاری به صورت شبیه سازی تأثیر افزایش طول فیبر نوری بر روی تصاویر نهان نگاری شده را بررسی می کنیم. موضوع نهان نگاری یکی از پرکاربردترین موارد دنیای امروز در صنایع پزشکی و نظامی بوده که در این مقاله شبیه سازی در روش LSB, DWT, SVD توسط دو نرم افزار MATLAB و OPTISYSTEM انجام گرفته و دو پارامتر پیک سیگنال به نویز و نرخ بیت به دست آمده است. نتایج به دست آمده را می توان به عنوان الگویی در جهت نحوه استفاده از جبران سازها در ارسال تصاویر با روش های مختلف نهان نگاری بکار برد.

کلمات کلیدی: پاشندگی، نهان نگاری، فیبر نوری، نرخ بیت، ویولت

۱. مقدمه

بعد از اختراع لیزر در سال ۱۹۶۰ میلادی، ایده به کارگیری فیبر نوری برای انتقال اطلاعات شکل گرفت. خبر ساخت اولین فیبر نوری در سال ۱۹۶۶ هم زمان در انگلیس و فرانسه با تضعیفی برابر اعلام شد که عملاً در انتقال اطلاعات مخابراتی قابل استفاده نبود، تا اینکه در سال ۱۹۷۶ با کوشش فراوان محققین، تلفات فیبر نوری تولیدی شدیداً کاهش داده شد و به مقداری رسید که فراوان باسیم های کواکسیکال مورد استفاده در شبکه مخابرات بود. فیبرهای چند مدی در مقایسه با فیبرهای تک مدی مزایایی دارند که از آن جمله می توان بزرگ تر بودن قطر هسته و ساده تر بودن قطر هسته و ساده تر بودن تزریق انرژی نور به داخل فیبر و امکان بهتری برای اتصال فیبرها به همدیگر نام برد. همچنین در فیبرهای چند مدی از هر دو منبع نور (LED & LD) استفاده کرد در صورتی که فیبرهای تک مدی با لیزر بهتر کار می کنند. در مقابل مزایای فوق فیبرهای چند مدی معایبی دارند، یکی از آنها این است که این نوع فیبر دارای پاشندگی بین مدی است که البته در فیبرهای چند مدی با ضریب شکست تدریجی مقدار این پاشندگی کمتر است. به همین خاطر پهنای باند فیبرهای تدریجی به مراتب بیشتر از فیبرهای پله ای است. در فیبرهای تک مدی به علت نداشتن اثر پاشندگی بین مدی، پهنای باند از هر نوع فیبر چند مدی بزرگ تر است. تلفات فیبرهای چند مدی بیشتر از فیبر تک مدی است. یکی از مزایایی که باعث کاربرد فیبرهای تک مدی می گردد این است که، اتلاف انرژی مربوط به ریز خمها در آن، در مقایسه با فیبرهای ضریب تدریجی، فراوان نیست. در فیبرهای تک مدی میزان جذب OH را می توان بسیار پایین آورد و میزان پاشندگی را در فیبرهای تک مدی می توان به صفر نزدیک کرد. امکان ساخت فیبرهای تک مدی طولانی بیشتر است. در فیبرهای مالتی، پاشندگی بیشتر وجود دارد و این یکی از مهم ترین اشکالات آنهاست. دلیل این امر قطر بیشتر مغزی است

و پرتوهای نوری که همزمان وارد این نوع فیبر می‌شوند به علت اختلاف در زاویه انتشار مسیرهای نوری متفاوتی را طی می‌کنند و در نتیجه پرتوهای نوری در انتهای مسیر با زمانهای متفاوتی خارج می‌شوند. این نوع فیبرها در مسافت‌های طولانی کاربرد ندارند.

۲- پاشندگی

به دلیل عبور مدهای متفاوت از فیبرهای نوری چند مدی، مسیرهای متفاوتی با این شرط که زاویه ورود مد بین صفر و زاویه بحرانی باشد، طی می‌شود. با وجود مساوی بودن طول فیبر نوری هر چقدر زاویه ورود مد به زاویه بحرانی نزدیک‌تر باشد مدت زمان بیشتری برای رسیدن آن به مقصد نیاز است. بنابراین اختلاف زمانی بین رسیدن مدهای مختلف به انتهای شبکه را پاشندگی می‌نامند. پاشندگی به دلیل تغییر ضریب شکست محیط مادی شفاف هسته فیبر با طول موج نور عبوری از آن هست، که سبب انحراف مسیر پرتوهای نوری در گذر از هسته می‌گردد. هنگامی که موج نوری در محیط پاشنده فیبر نوری، که ضریب شکست آن به طول موج‌های نور بستگی دارد، حرکت کند، شکسته شده و پراکنده می‌گردد، اگر موج تابش بجای اینکه تک‌فام باشد، از ترکیب چند طول موج مختلف تشکیل شده باشد، هر مؤلفه طول موج آن با زاویه شکست متفاوت شکسته شده و پراکنده خواهد شد. در چنین مواردی دو حالت ممکن است اتفاق بیافتد اگر وابستگی از درجه اول طول موج باشد جذب نور نداریم. اگر مرتبه وابستگی از درجه بالاتر طول موج باشد علاوه بر پاشندگی جذب نور نیز خواهیم داشت. برای روشن شدن موضوع در خصوص فیبر نوری، وضعیتی را در نظر بگیرید که یک منبع واقعی یک پالس نوری را به داخل یک فیبر با خاصیت پاشندگی بتاباند چون پالس اصلی طبق سری فوریه، مجموعه‌ای از تعدادی پالس است که به جزء از نظر طول موج از هر نظر دیگر شبیه هم هستند. این پالس‌ها با سرعت‌های گوناگون حرکت می‌کنند و با اختلاف زمانی کمی به انتهای فیبر می‌رسند. موقعی که پالس‌های دریافتی در خروجی به هم می‌رسند باهم جمع شده و منجر به یک خروجی که نسبت به پالس ورودی طویل‌تر و گسترده‌تر و کم دامنه‌تر است می‌شوند. پاشندگی به سه دسته بین مدی، رنگی و قطبشی تقسیم شده که در فیبرهای تک مد خبری از پاشندگی بین مدی نیست. [۱]

۲-۱- پاشندگی رنگی

پاشندگی رنگی ناشی از طول موج‌های مختلف موجود در نور عبوری از رشته فیبر است که با سرعت‌های متفاوت حرکت می‌کنند. این پاشندگی به طول موج منبع نور وابسته است. پاشندگی رنگی به سه دسته ماده، موج‌بر و پروفایل تقسیم می‌شود. اگر از پاشندگی پروفایل در فیبر تک مد صرف نظر شود رابطه پاشندگی رنگی به صورت زیر می‌شود. [۱]

$$D = D_M + D_W$$

$$D_W = \left(-\frac{2\pi\Delta}{\lambda^2} \right) \left[n_{2g}^2 \left(\frac{vd^2(vb)}{dv^2} \right) + \left(\frac{dn_{2g} dvb}{dw dv} \right) \right]$$

$$D_M = \left(-\frac{2\pi dn_{2g}}{\lambda^2 dw} \right) = \left(\frac{dn_{2g}}{d\lambda} \right)$$

$$D = \left(-\frac{2\pi cd}{\lambda^2 dw v_g} \right) = \left(-\frac{2\pi}{\lambda^2} \right) \left(\frac{2dn}{dw} + \frac{wd^2n}{dw^2} \right)$$

$$n_g = n + w \left(\frac{dn}{dw} \right)$$

در این رابطه D پاشندگی کل و D_M پاشندگی مواد D_W پاشندگی موج بر میآید و n_{2g} ضریب شکست غلاف می‌باشد. V فرکانس نرمالیزه و b پارامتر ضریب هدایت نرمالیزه می‌باشد. w فرکانس کاری است.

۳- ظرفیت انتقال فیبر

پهن‌شدگی پالس، ظرفیت اطلاعاتی سیستم انتقال را محدود می‌کند. میزان آن در فیبر با ضریب شکست پله‌ای، به‌صورت حاصل ضرب پهنای باند در طول خط و در حدود ۲۰ مگاهرتز در کیلومتر و برای فیبرهای با ضریب شکست تدریجی در حدود ۲ گیگاهرتز در کیلومتر می‌باشد. [۱]. پهنای باند فیبرهای تک مدی به‌مراتب بیشتر از این مقادیر و در حدود ۱۰۰ گیگاهرتز در کیلومتر می‌باشد. برای اینکه مقدار پهن شدن پالس و ارتباط آن با مقدار اطلاعات ارسالی را پیدا کنیم ابتدا فرض کنید f فرکانس مدولاسیون آنالوگ سینوسی و T دوره تناوب آن باشد و منبع طول موج‌های λ_1 و λ_2 منتشر کند. حداکثر تأخیر بین سریع‌ترین و کندترین طول موج می‌تواند برابر $T/2$ که تأخیری برابر نصف دوره تناوب T است باشد.

$$vg = (d\beta/d\omega)^{-1}$$

$$\Delta T = \left(\frac{d}{d\lambda} \right) \left(\frac{l}{vg} \right) \Delta\lambda = DL\Delta\lambda$$

$$\Delta T = \left(\frac{dT}{dw} \right) \Delta w = \left(\frac{d}{dw \left(\frac{l}{vg} \right)} \right) \Delta w = L \left(\frac{d^2\beta}{dw^2} \right) \Delta w = L\beta_2 \Delta\omega$$

$$BL|D|\lambda < 1$$

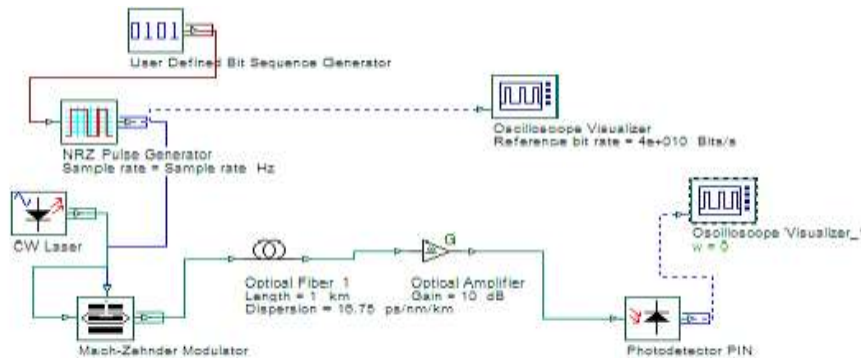
۴-نپهان نگاری

انتقال سریع، آسان و ارزان انواع اطلاعات مانند صوت، تصویر، فیلم و ... در اینترنت، شبکه های ارتباطی و سایر رسانه ها باعث شده که این رسانه ها به عنوان ابزارهای قدرتمند انتقال اطلاعات در جهان معرفی گردند. در نتیجه روز به روز تعداد کاربرانی که خواستار اشتراک گذاری اطلاعات خود از طریق رسانه ها هستند در حال افزایش است. انتقال اطلاعات در شبکه امن نبوده و اطلاعات مورد حملات عمدی و ، باوجود مزایای فراوان شبکه های ارتباطی غیرعمدی فراوانی قرار می گیرند و برای کاربرانی که نمی خواهند اطلاعاتشان بدون اجازه آن ها پخش شود، مشکلات متعددی به وجود می آید [۲]. یکی از بهترین روش های حل مشکل امنیت شبکه نپهان نگاری هست ، نپهان نگاری یعنی نپهان سازی اطلاعات مهمان در سیگنال میزبان به گونه ای که غیرقابل رؤیت باشد و فقط توسط افراد مجاز قابل استخراج باشد. روش های متعددی برای نپهان نگاری اطلاعات وجود دارد که به طور کلی می توان آن رو به دودسته اصلی جاسازی اطلاعات در حوزه مکان و جاسازی اطلاعات در حوزه تبدیلات تقسیم بندی کرد. با توجه به کاربردهای متفاوت ذخیره سازی اطلاعات، نپهان نگاری به سه دسته: مقاوم، شکننده و نیم شکننده تقسیم می گردد. مهم ترین ملزومات نپهان نگاری مقاوم بودن آن در برابر حملات عمدی و غیرعمدی و ظرفیت جاسازی اطلاعات هست. اغلب روش های حوزه مکان به علت اینکه در دسته نپهان نگاری های شکننده قرار می گیرند و در برابر اکثر حملات به سرعت شناسایی شده و از بین می روند در حال حاضر کمتر مورد استفاده قرار می گیرند. در حالی که روش های حوزه تبدیل به دلیل مقاوم بودن در برابر اکثر حملات، بسیار مورد توجه کاربران شبکه قرار گرفته اند. نپهان نگاری با استفاده از تفکیک بیتی و تغییر یک بیت کم ارزش تصویر میزبان [lsb]، یک روش مرسوم در واترمارکینگ محسوب می شود. این روش دارای این عیب است که از تصاویر واترمارک با حجم پایین پشتیبانی می کند. در صورتی که تصویر نپهان نگاری شده بزرگ باشد، نمی توان آن را با یک بیت جاسازی کرد. انتقال ویولت، کسینوسی و فوری به طور معمول تبدیلاتی هستند که در سیستم های نپهان نگاری که پردازش را در دامنه فرکانسی انجام می دهند، بکار می روند. در این روش ها، واترمارک در اطلاعات مهمان در ضرایب تبدیل موجک در اطلاعات مهمان در ضرایب تبدیل موجک گسسته جاسازی می شوند [۶]. تمام دامنه دیتای اصلی توزیع می شود. یکی از این روش ها استفاده از تبدیل موجک گسسته [dwt] می باشد. در این روش به این صورت که ابتدا تصویر میزبان به حوزه موجک گسسته برده می شود که تصویر میزبان به چهار زیر باند اطلاعات کلی ، مورب ، عمودی، افقی تقسیم می شود. زیر باند اطلاعات کلی، بیشترین اطلاعات تصویر را دارا است و با جاسازی اطلاعات در این زیر باند شفافیت تصویر به طور مشهودی از بین می رود. زیر باند مورب شامل کمترین اطلاعات تصویر بوده، اما در برابر کوچک ترین حملات از بین می رود. بنابراین بهترین مکان برای جاسازی اطلاعات دو زیر باند افقی و عمودی می باشد این روش مقاومت خوبی در برابر اکثر حملات از خود نشان می دهد، اما ظرفیت جاسازی اطلاعات در این روش پایین می باشد. روش دیگر استفاده از تبدیل تجزیه مقادیر تکین [svd] بوده ، که ماتریس تصویر به سه زیر ماتریس تبدیل شده و تصویر میزبان در یکی از آن ها جاسازی می شود. با توجه به اینکه تصویر شامل بیت های متعدد با عبور از فیبر نوری و در اثر آثار ناخواسته ای همچون پاشندگی و تضعیف دچار خرابی می شود، لازم است بررسی گردد که در انواع نپهان نگاری های متعدد بر روی تصویر چه میزان خرابی بر روی تصویر اصلی و تصویر نپهان نگاری استخراج شده اتفاق می افتد و پارامترهای مختلف تعیین گردد [۸].

جهت به دست آوردن BER از تصویر استخراج شده استفاده کرده و PSNR (پیک سیگنال به نویز) از نسبت تصویر خروجی به تصویر اولیه به دست می آید.

۵- نتایج و شبیه سازی

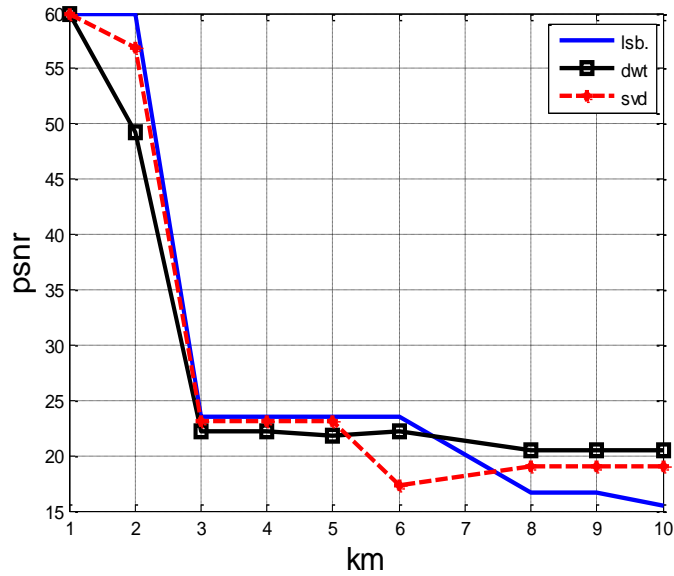
در این مقاله به صورت کلی تأثیر تغییر طول فیبر نوری در حضور پاشندگی و دیگر اثرات یک فیبر معمولی به وسیله نرم افزار شبیه ساز نوری OptiSystem (شکل ۱) بررسی شده و میزان BER محاسبه می شود. لازم به ذکر است در تحقیقات انجام شده قبلی فقط نرخ بیت های ارسالی بررسی شده ولی در این مقاله هدف اصلی میزان تغییرات بر روی تصویر نهان نگاری شده است. مقادیر ورودی به قرار زیر می باشد (جدول ۱) در این شبیه سازی نهان نگاری نوع dwt, LSB, SVD استفاده شده است. psnr از نسبت بین تصویر اصلی و تصویر نهان نگاری شده به دست آمده ولی BER از نسبت بین تصویر استخراج شده و اطلاعات نهان نگاری شده به دست می آید. همان طور که در شکل ۲ مشاهده می کنیم تغییرات طول فیبر نوری تأثیر زیادی در تصویر نهان نگاری شده دارد. در این شکل می بینیم که DWT نسبت به بقیه از تغییرات منظم تری برخوردار است، اگرچه LSB در طول کمتر فیبر دارای PSNR بهتری می باشد. در شکل ۳ هم به وضوح عملکرد ضعیف SVD در مقابل تغییرات طول مشاهده می شود و نرخ خطای بیت بسیار بالایی دارد. در این شکل می توان به این نتیجه رسید که DWT در مقابل افزایش طول از BER کمتری برخوردار است، پس خرابی تصویر در این روش نهان نگاری بسیار بهتر از دو روش دیگر می باشد.



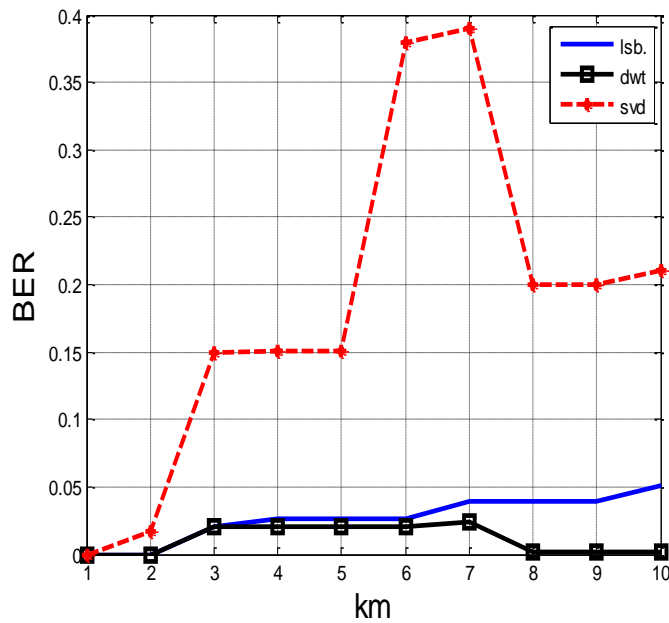
شکل ۱- بلوک دیاگرام المان ها

جدول ۱- پارامترهای ورودی

ردیف	عنوان	مقادیر
۱	Power(laser)	۰ dbm
۲	frequency	۱۹۳/۱ THZ
۳	Bitrate	۵ GB/S
۴	Attenuation	۰/۲ dB/km
۵	dispersion	۱۶/۷۵ ps/nm/km
۶	Dispersion slope	۰/۰۷۵
۷	Gain(Amplifier)	۱۰ dB



شکل ۲- تغییرات PSNR نسبت به تغییرات طول فیبر نوری



شکل ۳- تغییرات BER نسبت به تغییر طول فیبر نوری

۶. مراجع

- [1] Govind P. Agrawal 2002 « Fiber-Optic-Communications- Systems»-Third Edition.PP 45-55
- [2] M.Mousavi, A.Naghsh S.A.R.Abu-Bakar,« Watermarking techniques used in medical Images: a survey ‘’, Journal, ‘’ of digital imaging», 2014, volum27 number3 pp.714729.
- [3] a.frendkel;j.p.heritage;m.stem. «compensation of dispersion in optical fibers f the 1.3-1.6 regi with grattin and telescope». IEEE journalL quantum electronics. SEPTEMBER 1989.VOL. 25. NO. 9,
- [4] Vladimir A. Bogatyrev, Mikhail M. Bubnov. «A Single-Mode Fiber with Chromatic Dispersion Varying Along the Length.» JOURNAL OF MAY 1991. VOL. 9. NO 5 LIGHTWAVE TECHNOLOGY
- [5] Reinhold Noé, Member, IEEE, David Sandel, and Vitali Mirvoda. «PMD inHigh-Bit-Rate Transmission and Means for Its Mitigation.2004
- [6] C.S.Woo, D.Jiang, P.Bineh, ‘’ «Semi fragile watermark with self authentication »2009, Malaysian j.comput.sci ‘’, volum22,
- [7] H.Yang, X.Sun, G.Sun, ‘’« A semi-fragile watermarking algorithm using adaptive least significant bit substation» ‘’, 2010, Information technology journal,
- [8] S.Oueslati, A. Cherif, B.S aiman, ‘’ «Maximizing strength of digital watermarks using fuzzy logic Signal & Image Processing»: An international journal (SIPIJ) 2010.voulm1.1, number2, pp.312-325
- [9] Rubayet Shafin. «Analysis and Simulation of Polarization Mode Dispersion effects on High Bit-Rate Fiber-Optic Transmission System». 7th Internation Conference on Electrical and ComputerEngineering.2012