

روش جدیدی برای نهان نگاری در تصاویر پزشکی با استفاده از شبکه عصبی

علیرضا بهراد

نادیا رودسرابی*

استادیار

دانشجوی کارشناسی ارشد

دانشکده فنی مهندسی دانشگاه شاهرود

n_rsr20@yahoo.com, behrad@shahed.ac.ir

چکیده:

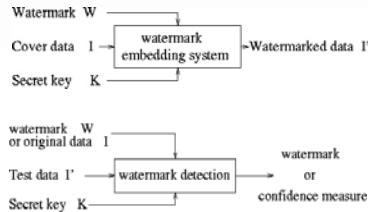
با پیشرفت تکنولوژی ارتباطات، روشهای تشخیص و درمان بیماران از راه دور مورد توجه قرار گرفته است. سیستمهای واقعیت مجازی حتی امکان جراحی از راه دور را نیز فراهم می نمایند. استفاده از این روشها، خطر جدیدی را متوجه اطلاعات پزشکی می کند. از آنجا که اطلاعات پزشکی ذخیره شده و ارسالی به صورت دیجیتال و با فرمت استاندارد است، امکان دستکاری مغرضانه این اطلاعات امکان پذیر است. لذا اطلاعات پزشکی تا حد امکان باید از امنیت بالایی برخوردار باشد. در این مقاله تکنیکی جدید برای نهان نگاری در تصاویر با استفاده از شبکه عصبی معرفی شده است. برای نهان نگاری اطلاعات از یک شبکه عصبی مصنوعی استفاده شده است. نهان نگاری در حوزه فرکانس تصویر و با استفاده از تبدیل سینوس گسسته (DCT) صورت می گیرد که اطلاعات در سه ناحیه فرکانسی مخفی و بازیابی می شود. در بازیابی، با استفاده از شبکه عصبی اطلاعات از سه ناحیه فرکانسی بازیابی شده و با استفاده از الگوریتم جدیدی صحیح ترین اطلاعات تشخیص داده شده و به خروجی منتقل می شود. با توجه به مخفی سازی اطلاعات در سه ناحیه فرکانسی مختلف این روش در برابر مات شدن، تیز سازی، و فشرده سازی تصویر و نویز مقاومت خوبی را از خود نشان می دهد.

واژه های کلیدی: نهان نگاری، مخفی سازی اطلاعات، شبکه عصبی، تبدیل کسینوس گسسته DCT

۱- مقدمه

خطر جدیدی را متوجه اطلاعات پزشکی می کند. از آنجا که فرمت اطلاعات بیمار به صورت استاندارد است و انتقال اطلاعات از طریق شبکه باز اینترنت صورت می گیرد، امکان تغییر مغرضانه اطلاعات وجود دارد. زیرا این اطلاعات به آسانی می تواند از فایل تصویر به دست آید. به همین دلیل استفاده از روشهای مخفی سازی اطلاعات به نحوی که اطلاعات به آسانی قابل آشکارسازی و تغییر نباشد بسیار ضروری به نظر می رسد.

در تشخیص بیماری از روی تصاویر پزشکی، بایستی اطلاعات شخصی بیمار (نظیر سن، سابقه بیمار و جنسیت) و یادداشتهای پرسنل در مورد وضعیت بیمار و ... به اطلاع پزشک برسد. تصویر پزشکی استاندارد به نام DICOM تهیه شده که اینگونه اطلاعات بیمار را در تصویر به عنوان سربرگ جمع آوری می کند. از طرف دیگر، با پیشرفت تکنولوژی ارتباطات، ذخیره سازی و ارسال اطلاعات پزشکی به صورت دیجیتال امکانپذیر است. اما استفاده از این روشها،



شکل ۱: روند کلی نهان نگاری در تصویر

حوزه تبدیل^۸. تکنیک پنهان سازی اطلاعات در بیت کم ارزش، [1] یکی از روشهای مبتنی بر حوزه مکانی است که سیگنال مخفی را در بیتهای کم ارزش تصویر اصلی پنهان می کند که روش بسیار ساده می باشد. تغییرات در کم ارزش ترین بیت در تصویر تاثیری مشابه با اثر نویز در تصویر را دارد و تغییر زیادی در تصویر ایجاد نمی کند. مهمترین اشکال موجود اینست که اطلاعات در اثر تکنیکهای فشرده سازی از بین می رود. همچنین این نوع مخفی سازی به نویز حساس است و با وجود نویز کم اطلاعات از بین می برد و به این دلیل ضریب اطمینان کمی دارد.

روشهای حوزه تبدیل مانند تبدیل فوریه [4]، تبدیل موجک^۵ [5] یا تبدیل کسینوسی [6] از ضرایب حوزه فرکانس برای مخفی سازی اطلاعات استفاده می کنند. معمولاً اطلاعات در محدوده خاصی از فرکانسها مخفی می شود. در این نوع پنهان سازی، انتخاب بهترین فرکانس برای مخفی سازی مساله مهمی است. در این روش بعد از اعمال عکس تبدیل، اطلاعات مخفی شده در حوزه مکان در کل تصویر پراکنده می شود. در مقایسه با روشهای حوزه مکان، روشهای حوزه تبدیل ضریب اطمینان بالاتری در برابر تکنیکهای فشرده سازی دارند. با وجود اینکه روشهای نهان نگاری برای انواع تصویر قابل استفاده است، تصاویر JPEG از اهمیت ویژه ای در مخفی سازی اطلاعات برخوردارند، زیرا مردم اغلب تصاویر را از طریق نامه های اینترنتی یا دیگر ارتباطات اینترنتی ارسال می نمایند و JPEG یکی از فرمت های رایج در ارسال تصاویر است.

به دنبال این بخش، ما ابتدا مروری بر کلیات الگوریتم ارائه

گذشته از این کاربرد در ارسال اسناد و مدارک پزشکی، اخیراً روشهای معاینه، تشخیص و جراحی از راه دور توسط سیستمهای واقعیت مجازی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در این روشها ارسال اطلاعات به صورت روی خط^۱ است و از اسناد پزشکی مشترکی در دو سیستم انتهایی استفاده می شود. ارسال و دریافت اطلاعات در این سیستمها، نیازمند حفاظت قوی از اطلاعات مبادله شده است. چون تصمیمات لحظه ای، باید بر مبنای اطلاعات صحیح اخذ گردد.

لفافه نگاری^۲، علم پنهان سازی اطلاعات در اطلاعات دیگر است به گونه ای که وجود اطلاعات نیز مشخص نباشد. روشهای لفافه نگاری به دو دسته کلی تقسیم می شوند که عبارتند از: ۱- مخفی سازی اطلاعات و ۲- نهان نگاری^۳. مخفی سازی اطلاعات روشی برای پنهان سازی اطلاعات به صورت رمزی در رسانه است. در این روش باید از کشف اطلاعات جلوگیری شود و در واقع محتوای اطلاعات پنهان شده باید سری بماند. در مقابل، نهان نگاری سیگنال پنهان را به گونه ای در داخل اطلاعات قرار می دهد که اطلاعات پنهان شده قابل حذف نباشد.

سه فاکتور مهم در روشهای لفافه نگاری عبارتند از: ظرفیت^۴، امنیت^۵ و ضریب اطمینان^۶. در مورد نهان نگاری ضریب اطمینان از اهمیت بیشتری برخوردار است.

شکل ۱ روند کلی از عملکرد سیستم های نهان نگاری را نشان می دهد. همان طور که از شکل مشخص است نهان نگاری شامل دو مرحله می باشد. در مرحله اول اطلاعات لازم در تصویر پنهان شده و در مرحله دوم این اطلاعات از تصویر اولیه یا کپی تغییر یافته آن بازیافت می شود.

روشهای نهان نگاری در تصاویر به دو دسته کلی تقسیم می شود: روشهای مبتنی بر حوزه مکانی^۷ و روشهای مبتنی بر

¹ Online

² Steganography

³ Coverd writing

⁴ Capacity

⁵ Security

⁶ Robustness

⁷ Spatial domain

⁸ Transform domain

⁹ wavelet

حمله کننده^{۱۱}ها نتوانند اطلاعات مخفی شده را بدون از بین بردن کیفیت اطلاعات حذف نمایند. اینکار باعث افزایش قدرت برای حفاظت از اطلاعات نسبت به سیستمهای مشابه خود می شود.

جهت پیاده سازی الگوریتم ابتدا از تصویر اصلی تبدیل کسینوسی گرفته می شود. سپس به شبکه عصبی نحوه بدست آوردن ضرایب لازم آموزش داده می شود و از آن برای بازیابی اطلاعات استفاده می شود. سپس اطلاعات تصویر موردنظر در تصویر اصلی از طریق الگوریتم پنهان سازی اطلاعات در سه ناحیه فرکانسی پنهان می گردد. در بازیابی، اطلاعات از سه ناحیه بازیابی شده و سپس معتبرترین اطلاعات شناسایی شده و تصویر نهایی به دست می آید. در بخشهای زیر الگوریتم های پنهان سازی اطلاعات، آموزش شبکه عصبی و بازیابی اطلاعات به تفصیل آمده است.

۲-۱- پنهان سازی اطلاعات

تبدیل کسینوسی تصویر اصلی را با استفاده از رابطه (۱) بدست می آوریم. نتیجه تبدیل هر کدام از این اجزای کوچک ۸*۸ تصویر یک ماتریس ۸*۸ حاوی ضرایب فوریه کسینوسی دوبعدی است. در داخل هر یک از این ماتریسهای ۸*۸، ۶۴ ضریب وجود دارد که مطابق با شکل ۲ به چند ناحیه از لحاظ فرکانسی تقسیم می شود. که ضرایب ۱ تا ۹ ضرایب فرکانس پایین، ضرایب ۱۰ تا ۵۳ ضرایب فرکانس میانی و ضرایب ۵۴ به بعد ضرایب فرکانس بالای تصویر را تشکیل می دهند. جهت انتخاب ضریبی مناسب برای مخفی سازی بیتهای نهان نگاری از میان ضرایب DCT، لازم است دو نکته را در نظر گرفت. اولاً فرکانسهای بالا نویز پذیر بوده و جهت قرار دهی اطلاعات مخفی سازی مناسب نیستند و ثانیاً تغییر در فرکانسهای پایین، تغییرات محسوس روی تصویر اصلی ایجاد می کند که مطلوب نیست. بنابراین، تنها ضرایب تک فرکانسی ناحیه میانی جهت مخفی سازی (ضرایب ۱۲، ۲۴، ۳۹ و ۵۱) مناسب هستند. در صورتیکه

شده خواهیم داشت. نتایج عملی در بخش ۳ و نتیجه گیری در بخش ۴ آورده شده است.

۲- کلیات الگوریتم

تکنیکی که در این مقاله از آن برای مخفی سازی اطلاعات استفاده شده است تکنیک مخفی سازی اطلاعات در فضای تبدیل فوریه کسینوسی^{۱۰} است. فرمت JPEG نیز از این فضا برای فشرده سازی تصویر استفاده می نماید. برای به دست آوردن ضرایب تبدیل فوریه کسینوسی باید تصویر به بلوکهای ۸*۸ تقسیم گردد و برای هر بلوک ۶۴ تایی، ۶۴ ضریب فرکانسی از رابطه (۱) به دست آید:

$$F(u, v) = \frac{1}{4} C(u)C(v) \left[\sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f(x, y) * \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{16}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{16}\right) \right] \quad (1)$$

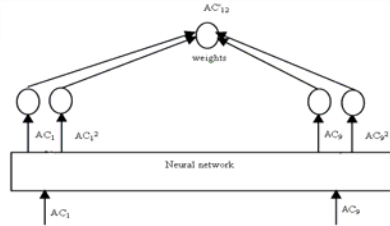
اگر $x=0$ آنگاه $C(x) = 1/\sqrt{2}$ و در سایر نقاط $C(x)=1$ می باشد.

برای مخفی سازی اطلاعات می توان از کم ارزشترین مقادیر ضرایب تبدیل فوریه کسینوسی برای ذخیره سازی استفاده نمود. تغییر در ضرایب تبدیل فوریه کسینوسی بر روی همه مقادیر ۶۴ پیکسل بلوک تاثیر می گذارد.

شبکه عصبی ابزار مفیدی است که در بسیاری از پردازشهای سیگنال مورد استفاده قرار می گیرد. در این مقاله از شبکه عصبی به عنوان تکنیکی برای بازیابی اطلاعات مخفی شده در ضرایب تبدیل فوریه کسینوسی استفاده می شود. در این روش، ضرایب زیادی از تبدیل در مخفی سازی اطلاعات به کار گرفته می شوند که باعث افزایش ضریب اطمینان اطلاعات و افزایش قدرت آشکار سازی سیگنال مخفی شده در برابر تغییرات احتمالی تصویر می شود. همچنین در این مقاله اطلاعات در سه ناحیه مختلف فرکانسی، در ناحیه با فرکانس پایین، فرکانس میانی و فرکانس بالا قرار گرفته و در بازیابی بوسیله شبکه عصبی معتبرترین اطلاعات تشخیص داده شده و در خروجی نمایش داده می شود. مخفی سازی اطلاعات در هر سه ناحیه مختلف فرکانسی، باعث می شود که تمامی ضرایب تبدیل در مخفی سازی اطلاعات دخیل بوده و

¹¹ Attacker

¹⁰ Discrete Cosine Transform(DCT)



شکل ۳: شبکه عصبی مصنوعی برای تولید ضریب دوازدهم تبدیل فوریه کیسنوسی از روی ضرایب ۹ تا ۱

ناحیه فرکانس پایین همان بلوک، ضریب ۲۴ با استفاده از ۹ ضریب در ناحیه فرکانس میانی و ضریب ۵۱ با استفاده از ۹ ضریب در ناحیه فرکانس بالا بلوکهای مربوطه به دست می‌آیند. تعداد وزنه‌های بدست آمده، ۱۸ وزن خواهد بود که در ۹ ضریب مربوطه و مربعات آنها ضرب خواهد شد. در شکل ۳ شبکه عصبی مربوطه نشان داده شده است.

مشابه چنین شبکه عصبی برای دو ناحیه دیگر با ضرایبی از نواحی فرکانس میانی برای به دست آوردن ضریب ۲۴ و ضرایبی از نواحی فرکانس بالا برای به دست آوردن ضریب ۵۱ در نظر گرفته شده و وزنه‌های به دست آمده در ماتریسهای جداگانه ذخیره می‌گردد.

۳-۲- الگوریتم بازیابی اطلاعات

این الگوریتم تصویر نهان نگاری شده را به عنوان ورودی گرفته و تصویر مخفی شده را بازیابی می‌نماید. اطلاعات از سه ناحیه مختلف فرکانسی دریافت شده و با الگوریتمی بهترین پاسخ از بین این سه ناحیه را تشخیص می‌دهد. در این الگوریتم، نتیجه بدست آمده از شبکه عصبی با مقدار اولیه ضرایب مقایسه کرده و معتبرترین اطلاعات از بین سه مجموعه اطلاعات ذخیره شده، را بازیابی می‌کند. اطلاعات در ناحیه فرکانسی معتبرتر است که ضرایب تبدیل فوریه کیسنوسی آن ناحیه آسیب کمتری دیده باشد. الگوریتم بازیابی به صورت زیر است:

۱- به دست آوردن تبدیل فوریه کیسنوسی تصویر نهان نگاری شده.

۲- اعمال ضرایب به ورودی شبکه عصبی و به دست آوردن ضرایب ۱۲ و ۲۴ و ۵۱ برای هر بلوک i تبدیل فوریه کیسنوسی ($AC'_i12, AC'_i24, AC'_i51$)

۳- مقایسه ضرایب بدست آمده از مرحله ۲ با ضرایب متناظر

ضرایب فرکانس پایین آسیب ندیده باشد، احتمال صحت ضریب ۱۲ نیز به دلیل نزدیکی به این ناحیه بیشتر است لذا ضریب ۱۲ هر بلوک تبدیل فوریه کیسنوسی جهت تشخیص اطلاعات مخفی شده با استفاده از ۹ ضریب در ناحیه فرکانس پایین و به دلیل مشابه، ضریب ۵۱ هر بلوک تبدیل فوریه کیسنوسی جهت تشخیص اطلاعات مخفی شده با استفاده از ۹ ضریب در ناحیه فرکانس بالا انتخاب می‌گردد. از میان ضرایب ۲۴ و ۳۹ نیز ضریب ۲۴ به طور دلخواه برای هر بلوک تبدیل فوریه کیسنوسی جهت تشخیص اطلاعات مخفی شده با استفاده از ۹ ضریب در ناحیه فرکانس میانی انتخاب می‌شود.

| | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| DC | ۱ | ۵ | ۶ | ۱۴ | ۱۵ | ۲۷ | ۲۸ |
| ۲ | ۴ | ۷ | ۱۳ | ۱۶ | ۲۶ | ۲۹ | ۳۲ |
| ۳ | ۸ | ۱۲ | ۱۷ | ۲۵ | ۳۰ | ۳۱ | ۳۳ |
| ۹ | ۱۱ | ۱۸ | ۲۴ | ۳۱ | ۴۰ | ۴۱ | ۵۳ |
| ۱۰ | ۱۹ | ۲۳ | ۳۲ | ۳۹ | ۴۵ | ۵۲ | ۵۴ |
| ۲۰ | ۲۲ | ۳۳ | ۳۸ | ۴۶ | ۵۱ | ۵۵ | ۶۰ |
| ۲۱ | ۳۴ | ۳۷ | ۴۷ | ۵۰ | ۵۶ | ۵۹ | ۶۱ |
| ۳۵ | ۳۶ | ۴۸ | ۴۹ | ۵۷ | ۵۸ | ۶۲ | ۶۳ |

شکل ۲: ضرایب تبدیل تبدیل فوریه کیسنوسی و حوزه‌های فرکانسی

در این مقاله به جای ضرایب ۱۲ و ۲۴ و ۵۱ یک بیت از نهان نگاری مطابق با روابط زیر قرار داده می‌شود:

$$AC_i''(3,3) = \begin{cases} AC_i(3,3)' - \delta 12 & \text{if } W_i = 0 \\ AC_i(3,3)' + \delta 12 & \text{if } W_i = 1 \end{cases}$$

$$AC_i''(4,4) = \begin{cases} AC_i(4,4)' - \delta 24 & \text{if } W_i = 0 \\ AC_i(4,4)' + \delta 24 & \text{if } W_i = 1 \end{cases} \quad (2)$$

$$AC_i''(6,6) = \begin{cases} AC_i(6,6)' - \delta 51 & \text{if } W_i = 0 \\ AC_i(6,6)' + \delta 51 & \text{if } W_i = 1 \end{cases}$$

که در روابط بالا δ ثابت الگوریتم است و هرچه مقدار بزرگتری داشته باشد مقاومت نهان نگاری بیشتر می‌شود اما کیفیت تصویر با δ های بزرگ به خوبی حفظ نمی‌شود.

۲-۲- آموزش شبکه عصبی

شبکه عصبی برای به دست آوردن ضرایب ۱۲ و ۲۴ و ۵۱ از روی ضرایب دیگر به کار گرفته می‌شود. ارتباط بین ضرایب از طریق آموزش شبکه عصبی قبل از مرحله پنهان سازی در تصویر اصلی به دست می‌آید. در این مقاله ضریب ۱۲ هر بلوک تبدیل فوریه کیسنوسی با استفاده از ۹ ضریب در

حداقل می‌رسد.

۴-۲- نتایج عملی

در این قسمت، با اعمال فیلترهای مختلف به مقایسه ضریب اطمینان اطلاعات در روش ارائه شده در این مقاله و روش ارائه شده در [7] می‌پردازیم که در این روش نیز از تبدیل کیسنوسی استفاده شده و اطلاعات در ضریب تبدیل کیسنوسی فرکانس پایین پنهان می‌شود.



ب

image

الف

شکل ۴- الف: تصویر پنهان شده ب: تصویر اصلی جهت پنهان سازی اطلاعات پزشکی،
ما الگوریتم پیشنهادی خود را با تصاویر متعددی آزمایش کردیم. شکل ۴- الف، نمونه ای از تصویر پنهان شده 60×60 پیکسل را نشان می‌دهد. هدف ما پنهان سازی این تصویر در تصویر 512×512 در شکل ۴- ب است. شکل‌های ۵ تا ۷ تصاویر بازیابی شده شکل ۴- الف را با استفاده از روش ارائه شده و روش [7] نشان می‌دهند که به ترتیب فرآیندهای فیلتر گوسی، تیزکردن تصویر، افزودن نویز فلفل نمکی، فیلتر حرکت دهی خطی (مشابه حرکت دوربین) و فیلتر میانگین‌گیری به تصویر اعمال شده و سپس تصویر پنهان نگاری شده بازیابی می‌شود. نتایج عددی صحت بازیابی این دو روش در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- نتایج عملی اعمال الگوریتم

| فرایند اعمال شده | تعداد پیکسل‌های درست در روش [7] | تعداد پیکسل‌های درست در روش ارائه شده |
|------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| فیلتر گوسی بالاگذر | ۲۶۲۳ (73.1%) | ۳۳۶۴ (93.4%) |
| فیلتر گوسی پایین‌گذر | ۳۴۶۲ (96.1%) | ۳۴۶۹ (96.3%) |
| تیز کردن تصویر (۸*۸) | ۳۰۲۵ (84.0%) | ۳۲۷۳ (90.9%) |
| نویز فلفل نمکی ۳٪ | ۳۰۴۸ (84.7%) | ۳۱۶۲ (87.8%) |
| حرکت‌دهی خطی | ۲۷۳۹ (76.1%) | ۳۳۸۴ (94.0%) |
| فیلتر میانگین‌گیری ۷*۷ | ۲۴۶۵ (68.5%) | ۳۳۲۲ (92.3%) |

در تصویر پنهان نگاری شده. $AC_i j$ ضریب زام بلوک i است.

$$\Delta_i j = \left| \frac{AC'_i j - AC_i j}{AC'_i j} \right| * \frac{\prod \delta}{\delta} \quad \text{for } j = 12, 24, 51 \quad (3)$$

۴- اگر اطلاعات یک ناحیه فرکانسی از بین رفته باشد، مقادیر AC' , AC مربوط به آن ناحیه کاهش یافته و اختلاف این دو مقدار کمتر از δ آن ناحیه خواهد بود. با مقایسه مقادیر $\Delta_i j$ در هر بلوک i و انتخاب ناحیه ای با بیشترین $\Delta_i j$ ، ناحیه فرکانسی که در آن بلوک کمترین آسیب را دیده است، مشخص می‌گردد.

$$\max(\Delta_i j) \quad \text{for } j = 12, 24, 51 \quad (4)$$

۵- در ناحیه فرکانسی انتخاب شده در مرحله ۴، در هر بلوک ضریب به دست آمده از شبکه عصبی با ضریب متناظر در تصویر پنهان نگاری شده مقایسه می‌شود و مقدار پیکسل پنهان شده استخراج می‌گردد که روابط به صورت زیر می‌باشد.

$$W_i = 0 \quad \text{if } AC'_{network} > AC_{watermarked image} \quad (5)$$

$$W_i = 1 \quad \text{if } AC'_{network} < AC_{watermarked image}$$

W_i بیت بازیابی شده و $AC'_{network}$ بیت به دست آمده از شبکه عصبی برای ناحیه فرکانسی انتخاب شده از ناحیه ۴ و $AC_{watermarked image}$ بیست متناظر آن در تصویر پنهان نگاری شده است.

مزیت این روش نسبت به روشهای قبل، تشخیص بهترین ناحیه فرکانسی است. در صورتیکه ضرایب ورودی به دلایلی مانند فیلتر کردن فرکانسی از بین رفته باشد، خروجی شبکه عصبی و بیت متناظر در تصویر پنهان نگاری شده، نزدیک بوده و اطلاعات پنهان نگاری وجود نخواهد داشت. بدین ترتیب با نگاه به این اختلافات برای هر بلوک ضرایب تصویر، بهترین ناحیه فرکانسی از بین سه ناحیه برای استخراج تصویر پنهان نگاری شده در هر بلوک انتخاب می‌گردد. همچنین در این روش تقریباً تمامی ضرایب تبدیل فوریه کیسنوسی در مخفی سازی اطلاعات شرکت می‌کنند و این باعث ضریب اطمینان بالای الگوریتم می‌شود و امکان حذف تصویر پنهان شده بدون از بین بردن اطلاعات اصلی به

و سیگنال خروجی از کیفیت خوبی نسبت به سیستمهای مشابه خود برخوردار باشد. همچنین، مخفی سازی اطلاعات در هر سه ناحیه مختلف فرکانسی، باعث می شود که تمامی ضرایب تبدیل در مخفی سازی اطلاعات دخیل بوده و از بین بردن اطلاعات مخفی شده بدون از بین بردن کیفیت اطلاعات امکان پذیر نباشد. اینکار باعث افزایش قدرت برای حفاظت از اطلاعات نسبت به سیستمهای مشابه خود می شود. همانطور که از نتایج عملی بر می آید، الگوریتم نسبت به سیستمهای مشابه دارای مقاومت بیشتری در برابر تغییرات است.

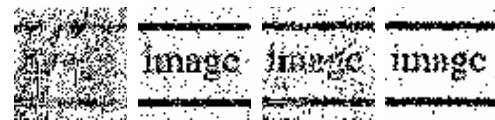
۴- مراجع

- [1] C. I. Podilchuk, and W. Zeng, "Image-adaptive watermarking using visual models," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 16, No. 4, pp. 525-539, May 1998.
- [2] M. Barni, F. Bartolini, V. Cappellini, and A.Piva, "A DCT-domain system for robust image watermarking," *Signal Processing*, Vol. 66, No. 3, pp. 357-372, May 1998.
- [3] C. T. Hsu, and J. L. Wu, "DCT-based watermarking for video," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 44, No. 1, pp. 206-216, Feb. 1998.
- [4] I.Djurovi, S.Stankovi and I.Pitas, "Digital watermarking in the fractional Fourier transformation domain", *Journal of Network and Compute Applications*, 24, P.P. 167-173, 2001.
- [5] S.-F. Lin, and C.-F. Chen, "A robust DCT-based watermarking for copyright protection," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 46, No. 3, pp. 415-421, Aug. 2000.
- [6] I. J. Cox, M. L. Miller, and J. A. Bloom, *Digital Watermarking*, Morgan Kaufmann, 1999.
- [7] B.Majhi and H.Shalabi, "An Improved Scheme for Digital Watermarking Using Functional Link Artificial Neural Network", *Journal of Computer Science* vol. 1, no.2, pp. 169-174, 2005
- [8] D.Lou, J.L.Liu and M.Hu, "Adaptive Digital watermarking Using Neural Network Clustering Technique", *16th IPPR Conference on Computer Vision, Graphics and Image Processing (CVGIP 2003)*, pp. 810-817, 2003.
- [9] C.Y. Chang, S.J.Su and H.J Wang, "Usin a Full Counterpropagation Neural Network for Image Watermarking", *Int. Computer Symposium*, pp 461-466, 2004.
- [10] J.Liu, X.Zhang, J.Sun and M.A.Lagunas, "A Digital Watermarking Scheme based on ICA detection", *4th International Symposium on Independent Component Analysis and Blind Signal Separation (ICA2003)*, pp. 215-220, 2003.
- [11] Palak K. Amin, K. P. Subbalakshmi and Ning Liu, "Statistically Secure Digital Image Data Hiding" *IEEE Multimedia Signal Processing*, China, Oct-Nov 2005

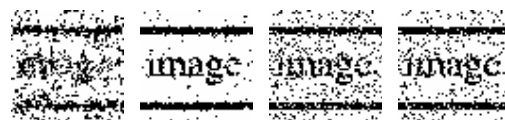
همان طور که از شکلها و جدول ۱ مشخص است، الگوریتم ارائه شده نتایج بهتری را نسبت به روش [7] دارد که دلیل آن ذخیره سازی در چند حوزه فرکانسی و تشخیص اطلاعات معتبر می باشد.



شکل ۵- الف و ب: تصویر استخراج شده بعد از اعمال فیلتر گوسی بالاگذر به تصویر نهان نگاری شده. الف) روش ارائه شده (ب) روش [7]. ج و د: تصویر استخراج شده بعد از اعمال فیلتر گوسی پایین گذر به تصویر نهان نگاری شده. ج) روش ارائه شده (د) روش [7].



شکل ۶- الف و ب: تصویر استخراج شده بعد از اعمال فیلتر تیز کردن تصویر نهان نگاری شده. الف) روش ارائه شده (ب) روش [7] ج و د: تصویر استخراج شده بعد از اعمال فیلتر میانگین گیری به تصویر نهان نگاری شده. ج) روش ارائه شده (د) روش [7]



شکل ۷- الف و ب: تصویر استخراج شده بعد از اعمال نویز لفل نمکی به تصویر نهان نگاری شده. الف) روش ارائه شده (ب) روش [7] ج و د: تصویر استخراج شده بعد از اعمال فیلتر حرکت دهی خطی به تصویر نهان نگاری شده. ج) روش ارائه شده (د) روش [7]

۳- نتیجه گیری

در این مقاله، الگوریتمی برای نهان نگاری با استفاده از شبکه عصبی ارایه شده است. سیگنال پنهان شده در ضرایب تبدیل کسینوسی در سه ناحیه مختلف فرکانسی مخفی می گردد. الگوریتمی بر اساس شبکه عصبی می تواند معتبرترین اطلاعات را از سه ناحیه فرکانسی تشخیص دهد