

شناسایی نشر دهنده اسناد و مدارک اداری با استفاده از الگوریتم‌های واترمارکینگ

سعید آسعدی^{۱*}، سیدعلی محمدیه^۲

۱- گروه علوم کامپیوتر، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

۲- گروه ریاضی محض، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

چکیده

واترمارکینگ[†] یکی از روش‌های مخفی‌سازی اطلاعات در زمینه رمزنگاری می‌باشد. ما در این مقاله، به منظور تشخیص فاش‌کننده اسناد و مدارک اداری، دو الگوریتم واترمارکینگ ارائه نموده‌ایم. الگوریتم اول با مقایسه تصویر اصلی و تصویر منتشر شده قادر به واکنشی اطلاعات نشر دهنده سند به همراه تاریخچه ارجاعات آن می‌باشد. الگوریتم دوم از دسته الگوریتم‌های کور[‡] بوده و بدون نیاز به نسخه اصلی تصویر قادر به واکنشی اطلاعات واترمارک شده است. ما این دو الگوریتم را پیاده‌سازی کرده و بر روی تصاویر مختلف اجرا نموده‌ایم. نتایج بدست آمده نشان از کارایی مناسب این الگوریتم‌ها دارد.

کلمات کلیدی: واترمارکینگ، مخفی‌سازی اطلاعات در تصویر، امنیت اسناد اداری، رمزنگاری

۱. مقدمه

انتقال و ارجاع امن اسناد و مدارک مختلف در سطوح اداری همیشه مورد توجه سازمان‌های مختلف بوده است. با توجه به درجه اهمیت و محرمانگی برخی اسناد سازمانی، پیشگیری و پیگیری افشای اسناد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. واترمارکینگ یکی از ابزارهای قدرتمند در زمینه رمزنگاری بوده که می‌توان از آن به عنوان حفظ حق مالکیت[§] یا پیگیری از نشر اسناد استفاده کرد. واترمارک تصاویر دیجیتال از سال ۱۹۹۰ انجام شده است اما در سال ۱۹۹۳ تحت عنوان واترمارک الکترونیکی توسط [1] معرفی شد. در سال ۱۹۹۶ اولین بار واترمارک نرم‌افزار توسط [2] معرفی شد. امروزه روش‌های مبتنی بر یادگیری عمیق برای واترمارک کردن ویدئو و تصویر مورد استفاده قرار می‌گیرد [3-5].

واترمارکینگ در زمینه‌های مختلف مانند سیستم اطلاعات جغرافیایی^{**} [6]، پزشکی [7]، شبکه‌های حسگر [8] و پایگاه داده [9] و ... کاربرد دارد. همچنین مطالعات مختلفی برای واترمارک نمودن اسناد به زبان‌های مختلف مانند فارسی [10]، چینی [11]، عربی [12]، انگلیسی [13] و ... شده است. در این مقاله، ما به بررسی واترمارکینگ اسناد اداری در سازمان‌ها، صرف نظر از زبان آن، می‌پردازیم.

در [14-18] الگوریتم‌های واترمارکینگ کور برای تصاویر و ویدئو ارائه شده است. در [19] الگوریتمی کور برای مخفی کردن اطلاعات در تصاویر متنی با استفاده از پیکسل‌های بر روی لبه حروف فارسی ارائه شده است. در [20] الگوریتمی نیمه

* Corresponding author: سعید آسعدی

Email: asaeeedi@kashanu.ac.ir

† Watermarking

‡ Blind

§ Copyright

** Geographic Information System

کور به منظور مخفی سازی اطلاعات و اثبات حق مالکیت سند ارائه شده است. ما در این مقاله به ارائه یک الگوریتم غیر کور و یک الگوریتم کور به منظور مخفی سازی اطلاعات پرسنلی و اطلاعات اداری مربوط به گردش سند می‌پردازیم. در ادامه، در بخش ۲ به بررسی الگوریتم‌های واترمارکینگ ارائه شده می‌پردازیم. در بخش ۳ به منظور بررسی کارایی الگوریتم‌های ارائه شده، نتایج اجرای این الگوریتم‌ها بر روی تصاویر مختلف مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در پایان، بخش ۴ به جمع بندی مطالب و نتایج بدست آمده می‌پردازد.

۲. الگوریتم‌های واترمارکینگ

در این بخش به بررسی و توضیح دو الگوریتم ارائه شده برای واترمارک کردن تصاویر در سامانه اتوماسیون اداری سازمان‌ها می‌پردازیم به شکلی که در صورت فاش و انتشار این اسناد، قابلیت پیگیری و شناسایی فاش کننده آن‌ها فراهم باشد. الگوریتم اول با مقایسه تصویر فاش شده با نسخه اصلی از آن تصویر به واکنشی اطلاعات نشر دهنده و همچنین سابقه ارجاعات آن در سامانه اتوماسیون اداری می‌پردازد. الگوریتم دوم از نوع کور بوده و این اطلاعات بدون نیاز به نسخه اصلی از تصویر فاش شده قابل واکنشی می‌باشد. در این بخش برای هر دو الگوریتم مراحل واترمارک کردن تصاویر و استخراج واترمارک از تصاویر ارائه خواهد شد.

با توجه به اینکه سامانه هدف الگوریتم‌های ارائه شده در این مقاله اتوماسیون‌های اداری می‌باشد، به منظور ردیابی و شناسایی فاش کننده اسناد کافی است شناسه کاربری فرد متخلف استخراج شود. بنابراین، در این مقاله از کد منحصر به فرد شناسه کاربری برای مشخص کردن هویت یک کاربر و از دنباله‌ای از کدها برای مشخص کردن سابقه ارجاعات و گردش اسناد استفاده می‌گردد. البته با در نظر گرفتن سایر کدهای شناسایی مانند کد ملی، این الگوریتم‌ها به سادگی قابل تعمیم می‌باشند. رابطه ۱ مثالی از اطلاعات واترمارک شده را نمایش می‌دهد. در این رابطه ابتدا کد شناسایی کاربر نشر دهنده و سپس سابقه ارجاعات سند نشر یافته نشان داده شده است.

$$1891, 143: [1538, 1210, 15], 1538: [], 1210: [15, 1891], 15: [], 1891: [] \quad (1)$$

در رابطه (۱)، اولین کد، ۱۸۹۱، نشان دهنده کد شناسایی فرد نشر دهنده و ادامه کد نشان دهنده سابقه ارجاعات سند است. برای نمایش این سابقه از ساختاری شبیه به ساختار JSON استفاده شده است. در این مثال مشخص شده که سند توسط کاربر با کد ۱۴۳ ایجاد شده و به کاربران ۱۵۳۸، ۱۲۱۰ و ۱۵ ارسال شده است. کاربر با کد ۱۵۳۸ آن سند دریافتی را به کسی ارجاع نداده و کاربر ۱۲۱۰ آن را به کاربر ۱۵ و ۱۸۹۱ ارسال نموده است. کاربران ۱۵ و ۱۸۹۱ نیز ارجاعی روی سند انجام نداده‌اند.

۲.۱. الگوریتم اول

در الگوریتم اول، به منظور واترمارک کردن رشته کدهایی با ساختاری مشابه رابطه (۱)، از تکنیک تغییر RGB در پیکسل‌ها استفاده می‌کنیم. در کد اشاره شده از ارقام ۰ تا ۹ و همچنین از نمادهای [،]، و : استفاده شده است. بنابراین کفایت به ازای هر کاراکتر از الفبای اشاره شده یک تغییر منحصر به فرد جزئی و ناچیز در مقادیر RGB در پیکسل‌ها داشته باشیم. جدول ۱ نمونه‌ای از مقدار این تغییرات منحصر به فرد را برای الفبای کدینگ ارائه شده نمایش می‌دهد. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، تغییرات به ازای هر نماد به قدری ناچیز است که در کیفیت و رنگبندی تصویر اصلی اختلالی ایجاد نمی‌شود.

جدول ۱- میزان تغییرات رنگبندی پیکسل‌ها به ازای هر نماد

تغییر مقدار B	تغییر مقدار G	تغییر مقدار R	نماد
0	0	0	0
1	0	0	1
0	1	0	2
1	1	0	3
0	0	1	4
1	0	1	5
0	1	1	6
1	1	1	7
0	0	2	8
1	0	2	9
0	1	2	[
1	1	2]
0	2	0	,
1	2	0	:
2	0	0	END

بنابراین، با مقایسه تصویر اصلی و اولیه با تصویر منتشر شده و محاسبه اختلاف پیکسل‌های نظیر به نظیر در مقادیر RGB، می‌توان به استخراج دنباله‌ای از این نمادها دست یافت. به عنوان مثال، در صورتی که مقدار RGB در پیکسل پنجم از تصویر اصلی برابر (155,0,255) و مقدار RGB در پیکسل پنجم از تصویر منتشر شده برابر (156,1,254) باشد، از آنجایی که اختلاف مقادیر در این دو پیکسل برابر (1,1,1) است، بنابراین طبق جدول ۱ نماد استخراج شده از پیکسل پنجم معادل نماد 7 خواهد بود. به منظور جلوگیری از تغییرات مقادیر پیکسل‌ها خارج از محدوده مجاز، از قدر مطلق تفاضل برای محاسبه اختلاف مقادیر R، G یا B استفاده می‌شود. شکل‌های ۱ و ۲ الگوریتم واترمارک کردن یک عبارت در تصویر و الگوریتم استخراج عبارت از تصویر را نمایش می‌دهند.

Method: Watermarking

Inputs: *Image* and *Text*

Output: *Image2*

begin

Image2 ← *Image*

i ← 1

For each character *C* in *Text* (Add END at the end of *Text*)

begin

Let *x, y, z* be changing value of R,G,B corresponding to *C*, respectively, according to Table 1

// As an example: if *C* = 3 then *x* = 0, *y* = 1 and *z* = 1

r ← *Image2*[*i*].*R*, *g* ← *Image2*[*i*].*G* and *b* ← *Image2*[*i*].*B*

If *r* > *x* then *Image2*[*i*].*R* = *Image2*[*i*].*R* - *x* else *Image2*[*i*].*R* = *Image2*[*i*].*R* + *x*

If *g* > *y* then *Image2*[*i*].*G* = *Image2*[*i*].*G* - *y* else *Image2*[*i*].*G* = *Image2*[*i*].*G* + *y*

If *b* > *z* then *Image2*[*i*].*B* = *Image2*[*i*].*B* - *z* else *Image2*[*i*].*B* = *Image2*[*i*].*B* + *z*

i ← *i* + 1

end

end

شکل ۱- مراحل واترمارک کردن عبارت *Text* در تصویر *Image* در الگوریتم اول

Method: Extracting

Inputs: *Image1* and *Image2*

Output: *Text*

begin

Text ← ""

i ← 1

While(true)

begin

Let *x1* be *i*'th pixel of *Image1* and *x2* be *i*'th pixel of *Image2*

$r1 \leftarrow x1.R$, $g1 \leftarrow x1.G$ and $b1 \leftarrow x1.B$

$r2 \leftarrow x2.R$, $g2 \leftarrow x2.G$ and $b2 \leftarrow x2.B$

$x \leftarrow |r1 - r2|$, $y \leftarrow |g1 - g2|$ and $z \leftarrow |b1 - b2|$

Let *C* be the character that is correspond to *x, y, z*, according to Table 1

if *C* = *END* then EXIT

Text ← *Text* + *C*

i ← *i* + 1

end

end

شکل ۲ - مراحل استخراج عبارت *Text* از تصاویر *Image1* و *Image2* در الگوریتم اول

با توجه به الگوریتم ارائه شده، در صورتی که تصویری با اندازه $500 * 500$ در اختیار داشته باشیم، می‌توان 250000 نماد مختلف در این تصویر قرار داد. در صورتی که طول عبارت ماترمارک شده از این مقدار (تعداد کل پیکسل‌ها) کمتر باشد، از نماد *END* برای مشخص کردن انتهای عبارت استفاده می‌کنیم. بنابراین در صورتی که در مراحل استخراج نمادها اختلاف مقادیر بین دو پیکسل برابر $(0,0,2)$ شد، به مفهوم انتهای عبارت استخراج شده و خاتمه مرحله استخراج نمادها است. کد این الگوریتم به زبان پایتون در [21] در دسترس عموم می‌باشد.

۲.۲. الگوریتم دوم

الگوریتم دوم از نوع الگوریتم‌های کور بوده و به منظور استخراج نمادها نیازی به در اختیار داشتن تصویر اولیه ندارد. ایده اولیه این الگوریتم بر اساس عملکرد بیت توازن* در نقل و انتقال اطلاعات باینری در مباحث مدارهای منطقی می‌باشد. در این الگوریتم، در ابتدا با زوج (یا فرد) کردن مجموع مقادیر *RGB* به ازای تمام پیکسل‌های تصویر، فضای مناسب برای رمزنگاری اطلاعات در تصویر به وجود خواهد آمد. اگر در ابتدا مجموع مقدار *RGB* تمام پیکسل‌ها زوج باشد، با فرد کردن این مقدار برای پیکسل‌های دلخواه می‌توان اطلاعات مورد نظر خود را در تصویر به صورت رمز شده قرار داد. در حقیقت زوج شدن مجموع مقادیر *RGB* برای تمام پیکسل‌ها، تصویر را به یک تخته سفید پاک شده تبدیل می‌کند و با تغییر یک واحدی این مقدار و فرد کردن آن در پیکسل‌های دلخواه می‌توان بر روی این تخته سفید نوشت. در ادامه از اصطلاح مجموع مقادیر رنگی به عنوان مجموع مقادیر *RGB* یک پیکسل نام خواهیم برد.

در الگوریتم دوم نیز مانند الگوریتم اول اطلاعات واترمارک شده به شکل رابطه (۱) می‌باشد. واترمارکینگ در این الگوریتم شامل دو مرحله است. در ابتدا عبارت مورد نظر برای واترمارک شدن که به شکل رابطه (۱) است به یک کد باینری تبدیل خواهد شد. سپس کد باینری در تصویر واترمارک خواهد شد. بدین منظور می‌توان مقدار زوج برای مجموع مقادیر رنگی را به عنوان رقم 0 از کد باینری و مقدار فرد برای آن را به عنوان رقم 1 از کد باینری در نظر بگیریم.

* Parity bit

برای تبدیل عبارت به کد باینری نیز در ابتدا عبارت به شکل رابطه (۱) که ساختاری پدر-فرزندی دارد را به دنباله‌ای از اعداد صحیح تبدیل می‌کنیم و سپس آن دنباله از اعداد صحیح را به کد باینری تبدیل خواهیم کرد. رابطه (۲) نحوه محاسبه و ساخت این دنباله از اعداد صحیح را نمایش می‌دهد:

$$(2) \quad \text{تعداد کدهای غیر تکراری, تعداد کل کدها, کد کاربری نشر دهنده, تعداد فرزندان کد آخر, ... , تعداد فرزندان کد دوم, تعداد فرزندان کد اول, کد کاربری آخر, ... , کد کاربری دوم, کد کاربری اول}$$

به عنوان مثال، کد

$$1891, 143: [1538, 1210, 15], 1538: [], 1210: [15, 1891], 15: [], 1891: []$$

که مطابق با رابطه (۱) است به کد

$$1891, 11, 5, 3, 0, 2, 0, 0, 143, 1538, 1210, 15, 1538, 1210, 15, 1891, 15, 1891$$

طبق رابطه (۲) تبدیل می‌شود که دنباله‌ای از اعداد صحیح است.

به منظور تبدیل این دنباله از اعداد به کد باینری، ما هر عدد را به صورت مجزا در تعداد بیتی مشخص به مبنای ۲ خواهیم برد. این دنباله از اعداد از دو نوع عدد مختلف تشکیل شده است. هر بخش از این دنباله یا نشان دهنده کد کاربری بوده و یا نشان دهنده تعداد. ما در این مقاله برای هر عدد که مشخص کننده کد کاربری است ۲۰ بیت و برای هر رقم که مشخص کننده تعداد است ۱۰ بیت در نظر خواهیم گرفت. بدین ترتیب هر کد کاربری می‌تواند مقداری بین ۰ تا ۱,۰۴۸,۵۷۶ داشته باشد و هر عدد که مشخص کننده تعداد است حداکثر می‌تواند مقدار ۱۰۲۴ داشته باشد. بدین ترتیب حداکثر طول ممکن برای کد باینری طبق رابطه (۳) خواهد بود:

$$(3) \quad 20 + 10 + 10 + 1024 * 10 + 1024 * 20 = 30760$$

به عنوان مثال، دنباله اعداد

$$1891, 11, 5, 3, 0, 2, 0, 0, 143, 1538, 1210, 15, 1538, 1210, 15, 1891, 15, 1891$$

به کد دودویی

```
00000000011101100011000000101000000001010000000011000000000000000010000
00000000000000000000000000000001000111100000000011000000010000000001001011
101000000000000000000111100000000110000000100000000010010111010000000000
0000000111100000000011101100011000000000000000111100000000011101100011
```

با طول کد ۲۹۰ تبدیل خواهد شد.

در مرحله بعدی، کد باینری در تصویر واترمارک خواهد شد. در ابتدا مجموع مقادیر رنگی تمامی پیکسل‌های تصویر را زوج می‌کنیم. سپس از پیکسل اول تا پیکسل ۳۰۷۶۰ تصویر برای ذخیره طول کد باینری استفاده خواهیم نمود. مقدار R یا G یا B در پیکسل معادل با طول کد را ۱ واحد تغییر خواهیم داد تا مجموع آن فرد شود. به عنوان مثال اگر طول کد برابر ۱۷۳۲۴ باشد، پیکسل شماره ۱۷۳۲۴ از ابتدای تصویر را از حالت زوج به فرد تغییر می‌دهیم. برای ذخیره کد باینری نیز از پیکسل ۳۰۷۶۱ به بعد استفاده خواهیم نمود. برای ذخیره هر رقم ۰ از کد، پیکسل مربوطه را تغییر نمی‌دهیم و برای ذخیره هر رقم ۱ از کد، پیکسل مربوطه را از حالت زوج به فرد تغییر می‌دهیم. به عنوان مثال برای ذخیره کد 10110 کافیسست مجموع مقادیر رنگی در پیکسل‌های ۳۰۷۶۱، ۳۰۷۶۳ و ۳۰۷۶۴ را زوج کنیم.

شکل ۳ الگوریتم واترمارک کردن تصویر و شکل‌های ۴ و ۵ الگوریتم استخراج عبارت از تصویر را نمایش می‌دهند. با توجه به الگوریتم ارائه شده، حداقل اندازه مورد نیاز تصویر برای واترمارک کردن برابر ۶۱۵۲۰ پیکسل است.

Method: even

Inputs: *Image*

Output: *Image2*

begin

$Image2 \leftarrow Image$

For each pixel x in *Image2*

begin

$sum \leftarrow x.R + x.G + x.B$

If sum is not even then $x.R \leftarrow x.R + 1$

end

end

Method: binary

Inputs: *Text*

Output: *Code*

Begin

$Code \leftarrow ""$

$Text2 \leftarrow$ Convert *Text* to integers list according to the equation (2)

For each integer x in *Text2*

begin

If x is a count number then $b \leftarrow$ binary value of x in 10 bits

else If x is a user ID then $b \leftarrow$ binary value of x in 20 bits

$Code \leftarrow Code + b$

end

end

Method: Watermarking

Inputs: *Image* and *Text*

Output: *Image2*

begin

$Image2 \leftarrow even(Image)$

$Code \leftarrow binary(Text)$

$l \leftarrow length(Code)$

$Image2[l].R \leftarrow Image2[l].R + 1$ //Odd l 'th pixel of *Image2*

$i \leftarrow 30761$

For each bit b in *Code*

begin

If $b = 1$ then $Image2[i].R \leftarrow Image2[i].R + 1$

$i \leftarrow i + 1$

end

end

شکل ۳ - مراحل واترمارک کردن عبارت *Text* در تصویر *Image* در الگوریتم دوم

Method: *codelength*

Inputs: *Image*

Output: *length*

begin

$i \leftarrow 1$

While(true)

begin

Let x be i 'th pixel of *Image*

$sum \leftarrow x.R + x.G + x.B$

If sum is odd then $length \leftarrow i$ and exit

else $i \leftarrow i + 1$

end

end

Method: *decode*

Inputs: *Image*

Output: *Code*

begin

$Code \leftarrow ""$

$i \leftarrow 1$

$l \leftarrow \text{codelength}(\text{Image})$

While($i < l$)

begin

$j \leftarrow 30760 + i$

Let x be j 'th pixel of *Image*

$sum \leftarrow x.R + x.G + x.B$

If sum is even then $Code \leftarrow Code + "0"$ else $Code \leftarrow Code + "1"$

$i \leftarrow i + 1$

end

end

شکل ۴ - توابع لازم برای استخراج عبارت از تصاویر **Image** در الگوریتم دوم

Method: Extracting

Inputs: *Image*

Output: *Text*

begin

$Code \leftarrow decode(Image)$

$x1 \leftarrow$ decimal value of first 20 bits of $Code$ //userId

$x2 \leftarrow$ decimal value of first 10 bits of $Code$ //number of user IDs

$x3 \leftarrow$ decimal value of first 10 bits of $Code$ //number of non-repetitive user IDs

$List \leftarrow x1, x2, x3$

$j \leftarrow 41$

for i from 1 to $x3$

begin

$x \leftarrow$ decimal value of next 10 bits start from index j of $Code$

$List \leftarrow List, x$

$j \leftarrow j + 10$

end

for i from 1 to $x2$

begin

$x \leftarrow$ decimal value of next 20 bits start from index j of $Code$

$List \leftarrow List, x$

$j \leftarrow j + 20$

end

$Text \leftarrow$ Convert $List$ to JSON format according to the equation (2)

end

شکل ۵ - مراحل استخراج عبارت **Text** از تصاویر **Image** در الگوریتم دوم

کد این الگوریتم به زبان پایتون در [22] در دسترس عموم می‌باشد.

۳. پیاده‌سازی









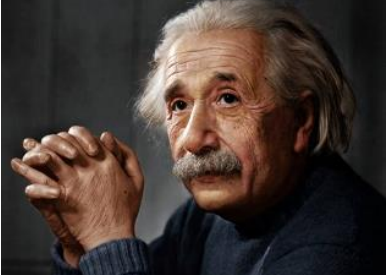
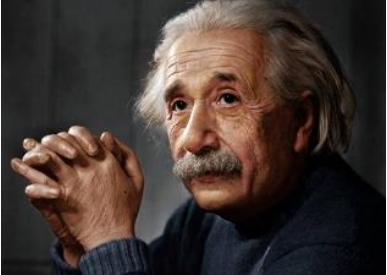
در این بخش نتایج حاصل از اجرای الگوریتم‌های ارائه شده در بخش قبل را مورد بررسی قرار می‌دهیم. ما هر دو الگوریتم را پیاده‌سازی نموده و آنها را بر روی تصاویر مختلف اجرا کرده‌ایم. در انتخاب تصویر سعی شده از تنوع زیادی بهره ببریم. تصاویر رنگی، سیاه و سفید، دارای رنگ قالب، تصویر نامه‌های اداری، پس زمینه رنگی، اندازه‌های کوچک و بزرگ. نتایج بدست آمده بر روی تمام تصاویر نشان از کارایی مناسب هر دو الگوریتم می‌دهد. جدول‌های ۲ و ۳ نتایج اجرای الگوریتم‌های اول و دوم را بر روی تصاویر مختلف نشان می‌دهند. در تمام تصاویر در هر دو الگوریتم عبارت واترمارک شده برابر کد ذیل است. این کد در تصاویر اصلی ذخیره شده و تصویر واترمارک شده ایجاد شده است. سپس تصویر واترمارک شده توسط الگوریتم‌ها مورد پردازش قرار گرفته و همین عبارت ذیل از تصاویر استخراج شده است.

1891, 143: [1538, 1210, 15], 1538: [], 1210: [15, 1891], 15: [], 1891: []

جدول ۲- نتایج اجرای الگوریتم اول

اندازه تصویر	تصویر واترمارک شده		تصویر اصلی	
696* 967	<p>بسمه تعالی</p> <p>جناب آقای مدیر محترم شرکت موضوع: درخواست همکاری با سلام و احترام</p> <p>با درود به شما عرض می‌کنم. من به عنوان دانشجوی ارشد در رشته مهندسی کامپیوتر در مقطع کارشناسی در دانشگاه تهران مشغول به تحصیل هستم. در این راستا به جهت نیازهای تحصیلی و پژوهشی خود، آمادگی دارم تا در صورت نیاز به همکاری با شما شرکت در پروژه‌های تحقیقاتی و آموزشی داشته باشم. امیدوارم که بتوانم با همکاری شما در زمینه‌های تخصصی خود، گامی در جهت پیشرفت علمی و فناوری کشور بردارم. در صورت تمایل، خواهشمندم با من تماس بگیرید تا بتوانم جزئیات بیشتری را در مورد نیازهای شما و توانایی‌های خود توضیح دهم. با تشکر و احترام مجدد،</p> <p>دکتر سید علی حسینی دانشگاه تهران</p>		<p>بسمه تعالی</p> <p>جناب آقای مدیر محترم شرکت موضوع: درخواست همکاری با سلام و احترام</p> <p>با درود به شما عرض می‌کنم. من به عنوان دانشجوی ارشد در رشته مهندسی کامپیوتر در مقطع کارشناسی در دانشگاه تهران مشغول به تحصیل هستم. در این راستا به جهت نیازهای تحصیلی و پژوهشی خود، آمادگی دارم تا در صورت نیاز به همکاری با شما شرکت در پروژه‌های تحقیقاتی و آموزشی داشته باشم. امیدوارم که بتوانم با همکاری شما در زمینه‌های تخصصی خود، گامی در جهت پیشرفت علمی و فناوری کشور بردارم. در صورت تمایل، خواهشمندم با من تماس بگیرید تا بتوانم جزئیات بیشتری را در مورد نیازهای شما و توانایی‌های خود توضیح دهم. با تشکر و احترام مجدد،</p> <p>دکتر سید علی حسینی دانشگاه تهران</p>	
1000* 563				
1920* 1080				
600* 422				
960* 540				
315*246				

جدول ۳- نتایج اجرای الگوریتم دوم

اندازه تصویر	تصویر واتمارک شده	تصویر اصلی
696* 967	<p>بسمه تعالی</p> <p>جناب آقای مدیر محترم شرکت موضوع: درخواست همکاری با سلام و احترام</p> <p>با سلام و احترام؛ اینجانبه بدو اثر آگهی می‌فرستادم به هنگامی که شرکت از دانشیه..... موضوع..... جهت مکاتباتی دربارش..... آن شرکت به جهت شناختن و سنجش سطح خود (زمینه خود) خود را برای اطلاع شما می‌فرستادم. خواهشمندم لطفاً آب و تاب لازم می‌باشد تا بتوانم در زمینه..... و اگر ممکن می‌باشد لطفاً شماره تلفن به جای نام خانوادگی، و نام خانوادگی به جای نام خانوادگی و نام خانوادگی فرستاده شود تا بتوانم در زمینه..... و نام خانوادگی به جای نام خانوادگی و نام خانوادگی نام خانوادگی به جای نام خانوادگی و نام خانوادگی به جای نام خانوادگی و نام خانوادگی بیشتر همکاری با شما با احترام دکتر علی محمدی تلفن: ۰۲۱-۱۲۳۴۵۶۷۸</p>	<p>بسمه تعالی</p> <p>جناب آقای مدیر محترم شرکت موضوع: درخواست همکاری با سلام و احترام</p> <p>با سلام و احترام؛ اینجانبه بدو اثر آگهی می‌فرستادم به هنگامی که شرکت از دانشیه..... موضوع..... جهت مکاتباتی دربارش..... آن شرکت به جهت شناختن و سنجش سطح خود (زمینه خود) خود را برای اطلاع شما می‌فرستادم. خواهشمندم لطفاً آب و تاب لازم می‌باشد تا بتوانم در زمینه..... و اگر ممکن می‌باشد لطفاً شماره تلفن به جای نام خانوادگی، و نام خانوادگی به جای نام خانوادگی و نام خانوادگی فرستاده شود تا بتوانم در زمینه..... و نام خانوادگی به جای نام خانوادگی و نام خانوادگی نام خانوادگی به جای نام خانوادگی و نام خانوادگی به جای نام خانوادگی و نام خانوادگی بیشتر همکاری با شما با احترام دکتر علی محمدی تلفن: ۰۲۱-۱۲۳۴۵۶۷۸</p>
1000* 563		
1920* 1080		
600* 422		
960* 540		
315*246		

۴. نتیجه‌گیری

ما در این مقاله، به منظور شناسایی نشر دهنده اسناد و مدارک، به ارائه دو الگوریتم واترمارکینگ تصویر پرداختیم. الگوریتم اول با مقایسه تصویر اصلی با تصویر منتشر شده قادر به استخراج اطلاعات واترمارک شده بود. اطلاعاتی مانند مشخصات فرد نشر دهنده و نحوه ارسال اسناد به او و چگونگی گردش سازمانی اسناد را استخراج نمودیم. الگوریتم دوم را از نوع الگوریتم‌های کور معرفی کردیم به طوری که بدون نیاز به تصویر اصلی قادر به استخراج اطلاعات ذکر شده است. ما دو الگوریتم ذکر شده را پیاده‌سازی نموده و بر روی تصاویر مختلف اجرا نمودیم. نتایج بدست آمده نشان دهنده کارایی مناسب هر دو الگوریتم می‌باشد به طوری که تصاویر مختلف ماترمارک شده بدون افت کیفیت و تغییر ملموس در رنگ‌بندی بوده و با تصاویر اصلی، توسط اشخاص و بدون استفاده از ماشین، قابل تمییز نیستند.

۵. قدردانی

پژوهش نویسنده اول تا حدی توسط دانشگاه کاشان با شماره کمک هزینه ۹۹۱۴۴۹/۷ پشتیبانی می‌شود.

مراجع

- [1] Tirkel, A. Z., Rankin, G. A., Van Schyndel, R. M., Ho, W. J., Mee, N. R. A., & Osborne, C. F. (1993). Electronic watermark. *Digital Image Computing, Technology and Applications (DICTA'93)*, 666-673.
- [2] Davidson, R. I., & Myhrvold, N. (1996). U.S. Patent No. 5,559,884. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [3] Kaczyński, M., & Piotrowski, Z. (2022). High-Quality Video Watermarking Based on Deep Neural Networks and Adjustable Subsquares Properties Algorithm. *Sensors*, 22(14), 5376.
- [4] Liu, J., Li, Q., & Yang, H. (2022, October). A new zero-watermarking algorithm based on deep learning. In *Fourteenth International Conference on Digital Image Processing (ICDIP 2022)* (Vol. 12342, pp. 846-854). SPIE.
- [5] Fan, B., Li, Z., & Gao, J. (2022). DwiMark: a multiscale robust deep watermarking framework for diffusion-weighted imaging images. *Multimedia Systems*, 28(1), 295-310.
- [6] Chang, H. J., Jang, B. J., Lee, S. H., Park, S. S., & Kwon, K. R. (2009, June). 3D GIS vector map watermarking using geometric distribution. In *2009 IEEE International Conference on Multimedia and Expo* (pp. 1014-1017). IEEE.
- [7] Singh, A., Raghuvanshi, N., Dutta, M. K., Burget, R., & Masek, J. (2016, June). An SVD based zero watermarking scheme for authentication of medical images for tele-

- medicine applications. In 2016 39th International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP) (pp. 511-514). IEEE.
- [8] Fang, J., & Potkonjak, M. (2003, June). Real-time watermarking techniques for sensor networks. In *Security and Watermarking of Multimedia Contents V* (Vol. 5020, pp. 391-402). SPIE.
- [9] Franco-Contreras, J., Coatrieux, G., Cuppens, F., Cuppens-Boulahia, N., & Roux, C. (2013). Robust lossless watermarking of relational databases based on circular histogram modulation. *IEEE transactions on information forensics and security*, 9(3), 397-410.
- [10] Khodami, A. A., & Yaghmaie, K. (2006, November). Persian text watermarking. In *Pacific-Rim Conference on Multimedia* (pp. 927-934). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [11] Sun, X., Luo, G., & Huang, H. (2004, November). Component-based digital watermarking of Chinese texts. In *Proceedings of the 3rd international conference on Information security* (pp. 76-81).
- [12] Alotaibi, R. A., & Elrefaei, L. A. (2018). Improved capacity Arabic text watermarking methods based on open word space. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 30(2), 236-248.
- [13] Al-Wesabi, F. N., Alzahrani, S., Al-Yarimi, F. A. M., Abdul, M., Nemri, N., & Almazah, M. M. (2021). A Reliable NLP Scheme for English Text Watermarking Based on Contents Interrelationship. *Comput. Syst. Sci. Eng.*, 37(3), 297-311.
- [14] Eggers, J. J., & Girod, B. (2001, May). Blind watermarking applied to image authentication. In *2001 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing. Proceedings (Cat. No. 01CH37221)* (Vol. 3, pp. 1977-1980). IEEE.
- [15] Hsu, L. Y., & Hu, H. T. (2020). Blind watermarking for color images using EMMQ based on QDFT. *Expert Systems with Applications*, 149, 113225.
- [16] Wong, P. H., Au, O. C., & Yeung, Y. M. (2003). Novel blind multiple watermarking technique for images. *IEEE transactions on circuits and systems for video technology*, 13(8), 813-830.
- [17] Hsu, W. L., & Chang, P. C. (2006, May). Blind video watermarking for H. 264. In *2006 Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering* (pp. 2353-2356). IEEE.
- [18] Masoumi, M., & Amiri, S. (2013). A blind scene-based watermarking for video copyright protection. *AEU-International Journal of Electronics and Communications*, 67(6), 528-535.
- [۱۹] یزدانی، & فلاح‌خورد. (۲۰۱۷). مخفی کردن اطلاعات در تصاویر متنی با استفاده از پیکسل‌های موجود روی لبه‌های حروف فارسی. *نخبگان علوم و مهندسی*, ۵(۲), ۹۰-۱۰۰.
- [۲۰] قائمی‌زاده، پورقاسم، مهدوی‌نسب، همایون، & کشاورز. (۲۰۱۳). ارائه روشی جهت بهبود پایداری نهان‌نگاری در مقابل حملات نویزی و فشرده‌سازی با ترکیب تبدیل موجک و تبدیل تجزیه مقادیر منفرد. *روش‌های هوشمند در صنعت برق*, ۳(۱۰), ۴۳-۵۴.



- [21] <https://github.com/BaseMax/SecretWatermarking>
- [22] <https://github.com/BaseMax/BlindImageWatermarkingArticle>