

Laborator 5 TPI 2023-2024

Tehnici de marcare transparentă în domeniul spațial

1. Introducere. Obiectul lucrării

Tehnicile de marcare transparentă a imaginilor și semnalelor urmăresc inserarea unui semnal imperceptibil (*watermark*) într-un semnal original (*semnal gazdă*), pentru a permite implementarea de aplicații de tip protecția dreptului de autor, protejare la copiere sau tehnici de amprentare.

Obiectul lucrării de laborator constă în implementarea de aplicații de marcare transparentă a imaginilor în domeniul spațial folosind 2 tipuri de metode consacrate:

- metoda celui/celor mai puțin semnificativ(i) bit/biți (LSB)
- metode de marcare transparentă de tip spectru împrăștiat

Metoda LSB reprezintă una din cele mai simple tehnici de marcare transparentă a imaginilor și presupune inserarea marcajului în cei mai puțin semnificativi biți ai eșantioanelor ce definesc semnalul gazdă. Pentru un watermark de lungime dată, metoda presupune inserarea repetată a acestuia în cei mai puțin semnificativi biți ai informației de marcat într-un mod distribuit, conform principiului ilustrat în în figura următoare.

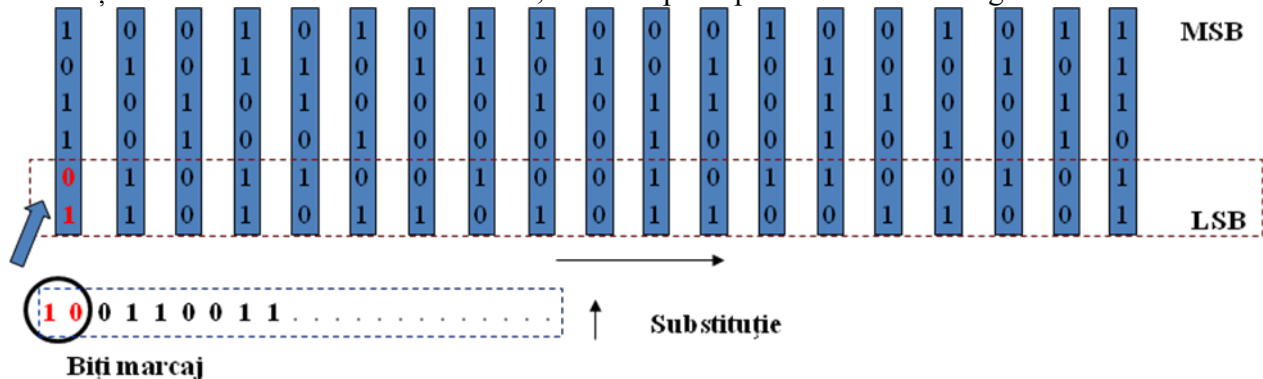


Fig.1 Marcare transparentă prin tehnica LSB folosind cei mai puțin semnificativi 2 biți

Avantajele principale ale metodei constă în simplitatea extremă și în rezistența relativ bună la atacuri prin decupare (*cropping* în engleză), rezistență conferită de inserarea repetată a marcajului în toate eșantioanele semnalului gazdă.

Principalul dezavantaj constă în faptul că metoda este extrem de vulnerabilă la atacuri de tip substituție; o dată de algoritmul de marcare este estimat de către un eventual atacator, o simplă inserare a unor alte valori pe aceleași poziții duce automat la eliminarea marcajului.

Tehnicile de marcare transparentă ce folosesc metode de tip spectru împrăștiat adresează acest ultim aspect pentru sporirea robusteții operației de marcare prin folosirea unor chei de criptare ce definesc, implicit, algoritmul de marcare. Cunoașterea cheii la recepție permite detectarea watermark ului în timp ce absența acesteia conduce la imposibilitatea detectării acestuia pentru o eventuală substituție.

Principiul este ilustrat în figura următoare [1] și presupune alterarea informației purtate de semnalul gazdă după o lege aditivă

$$U(x, y) = I(x, y) + \alpha * m(i) * PN(x, y) \quad (1)$$

În ecuația (1) $m(i)$ reprezintă un bit al semnalului de marcaj (presupus bipolar), α un factor parametrizabil ce definește intensitatea marcajului iar $PN(x, y)$ o secvență pseudoaleatoare de aceleași dimensiuni cu semnalul gazdă.

Secvența pseudoaleatoare este definită în mod biunivoc de către cheia de criptare K și un algoritm de generare iar pentru inserarea bitului de marcaj $m(i+1)$ secvența PN este deplasată ciclic.

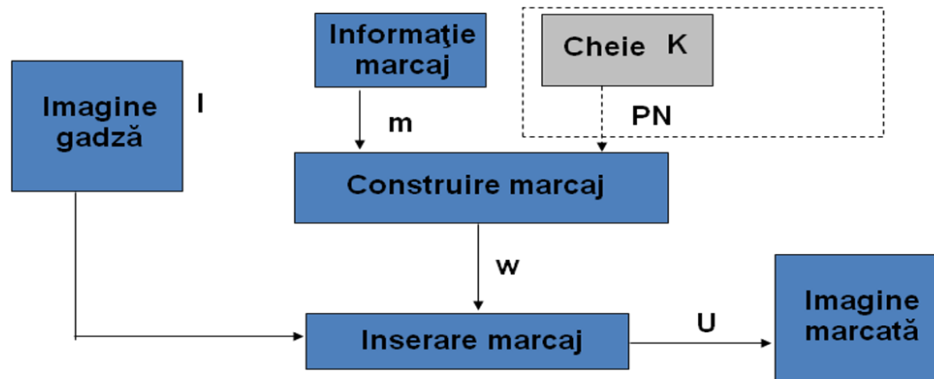


Fig.2 Marcare transparentă folosind tehnici cu spectru împrăștiat

2. Implementarea tehnicii de marcăre transparentă de tip LSB în VisualDSP ++

Aplicația `Marcare_LSB` (pagina de web) include toate funcțiile necesare marcării transparente a unei imagini prin tehnica LSB.

Secțiunea de declarații de variabile:

```
unsigned char imIn[16384];
unsigned char imOut[16384];
static unsigned char mesaj[11] = "Laborator 5";
static unsigned char mesaj_binar[88];
```

definește variabilele necesare rulării aplicației *imIn* – imaginea de intrare, *imOut* – imaginea marcată transparent, *mesaj* – informația de marcaj (m în Fig.2), *mesaj_binar* – mesajul binar ce va fi inserat distribuit conform principiului ilustrat în Fig.1. Ultima variabilă *masca_binara_pixeli* definește implicit numărul biților de marcaj ($0xFC = 111111100$ în binar)

Aplicația face uz de o funcție auxiliară C:

```
void conversie_binar(char * caracter, char * destinatie)
```

folosită pentru conversia într-un format binar a informației de marcaj.

Inserarea efectivă a marcajului se face în bucla C:

```
k=-1;
for (i=0; i<latime; i++)
for (j=0; j<inaltime; j++){
    adresa=(++k)%87;
    tmp=imIn[i+j*latime] & masca_binara_pixeli + mesaj_binar[adresa]*2 +
    mesaj_binar[adresa+1];
    imOut[i+j*latime]=tmp;
}
}
```

3. Exerciții

- 1) Analizați modul de implementare al operației de marcare descrise anterior.
- 2) Folosind facilități de depanare Visual DSP determinați care este mesajul binar ce corespunde informației de marcaj de tip text (caractere ASCII).
- 3) Rulați aplicația și analizați modificările imaginii de intrare aduse de operația de marcare transparentă.
- 4) Modificați aplicația astfel încât să permită inserarea marcajului pe cele mai semnificative 2 poziții ale informației furnizate de fiecare pixel. Care este efectul observabil în imaginea de ieșire?
- 5) Modificați aplicația astfel încât să permită inserarea marcajului pe cei mai puțin semnificativi 4 biți ai imaginii de intrare. Care este efectul observabil în imaginea de ieșire?

4. Implementarea metodei de marcare transparentă prin tehnici de tip spectru împrăștiat în VisualDSP ++

Aplicația `Marcare_spectru_imprastiat` include toate funcțiile necesare marcării transparente a unei imagini prin tehnici de tip spectru împrăștiat

Față de aplicația anterioară, secțiunea de declarații include suplimentar 3 noi variabile:

```
#define alfa 24
int secventaPN [16384]={
#include "PN.dat"
};
int secventaPN_deplasata[16384];
```

necesare implementării metodei descrise în Figura 2.

Secvența pseudoaleatoare a fost generată folosind Matlab și este inclusă în fișierul `PN.dat` ce inițializează automat variabila `secventaPN`. Variabilele suplimentare `alfa` și `secventaPN_deplasata` definesc, respectiv, intensitatea marcajului și valorile rotite ale secvenței pseudoaleatoare necesare pentru inserarea unei informații de marcaj pe mai mult de un bit. Deplasările succesive ale secvenței PN se fac prin apelul unei funcții auxiliare `void Deplasare_ciclica(int * src, int * dest, int nr_el)`

al cărei corp C este inclus în proiect.

Inserarea efectivă a marcajului se face în bucla C:

```
for (k=0;k<88;k++)
{
Deplasare_ciclica( secventaPN , secventaPN_deplasata, 16384);
for (i=0; i<latime;i++)
for (j=0; j<inaltime;j++)
{
if (mesaj_binar[k]==0)
tmp=-1;
else
tmp=1;
val= imIn[i+j*latime]+tmp*secventaPN_deplasata[i+j*latime]*alfa;
if (val <=0)
val=0;
else
if (val>255)
val=255;
else
;
imOut[i+j*latime]=val;
}
}
}
```

5. Exerciții

- 1) Analizați modul de implementare al operației de marcare descris anterior inserând comentarii explicative în codul sursă.
- 2) Rulați aplicația și analizați modificările imaginii de intrare aduse de către operația de marcare transparentă.
- 3) Care este efectul factorului *alfa* ?
- 4) Modificați valoarea lui *alfa* la valoarea 2.0 și analizați comparativ rezultatele cu cele de la punctul 2. Ce influență are acesta asupra robusteții marcajului?
- 5) Ce modificări ar trebuie aduse aplicației pentru a permite o marcare adaptivă a imaginii conform unor cerințe de transparență perceptuală?

Bibliografie

[1] R. Terebes – Tehnologii de prelucrare a informației – notițe de curs 2023-2024, <http://ares.utcluj.ro/tpi>