

[illegible]

Tatouage vidéo dynamique et robuste basé sur l'insertion multi-fréquentielle

Sabrine Mourou, Asma Kerbiche et Ezzedine Zagrouba

Laboratoire RIADI- Equipe de recherche en Systèmes Intelligents en Imagerie et Vision
Artificielle SIIVA

Institut Supérieur d'Informatique, Université Tunis El Manar
2 Rue Abou Raihane Bayrouni, 2080, Ariana
TUNISIE

mourou sabrine@live.fr - asma.kerbiche@gmail.com - ezzeddine.zagrouba@fsm.rnu.tn

[illegible]

RÉSUMÉ. Dans ce papier, nous proposons une nouvelle approche de tatouage vidéo robuste et invisible basée sur l'insertion dynamique et multi-fréquentielle. Dans cette approche, la marque est insérée dans les images qui présentent un fort changement de plan détectées à partir de la vidéo originale. Le choix de l'insertion dans ces images est basé sur leur robustesse face aux attaques vidéo les plus importantes telles que la collusion et la suppression d'images. En plus, pour maximiser la robustesse contre les attaques usuelles nous avons opté pour une insertion multi-fréquentielle basée sur les trois transformées DWT, SVD et ACP. Les résultats expérimentaux, ont montrés que notre approche a permis d'obtenir une meilleure invisibilité et robustesse face aux maximum d'attaques.

ABSTRACT. In this paper, we propose a new robust and imperceptible video watermarking approach based on the dynamic multi-frequency insertion. This approach inserts the mark in images that have many plan changes detected from the original video. The choice of the insertion on these frames is based on their robustness against the most important video's attacks such as collusion and frame suppression. In addition, to maximize the robustness against usual attacks, we opted for a multi-frequency insertion based on the three transforms DWT, SVD and PCA. Experimental results showed that this approach allows obtaining a good invisibility and robustness against the maximum of attacks.

MOTS-CLÉS : Tatouage Vidéo, Robustesse, Invisibilité, Ondelette, SVD, ACP.

KEYWORDS: Video watermarking, Robustness, Invisibility, DWT, SVD, PCA.

[illegible][illegible]

1. Introduction

L'échange et la portabilité des données multimédia (texte, image, vidéo etc.) deviennent de plus en plus fréquents et accessibles à tout le monde et ce, grâce à l'avancement technologique matériel (disque dur externe, mémoire flash) et logiciel (techniques de compression) sans oublier Internet et les réseaux d'une façon générale. Au cours de cette évolution, les techniques d'espionnage et les fraudes se sont multipliées en parallèle. En effet, les documents numériques sont menacés par le piratage, la modification et le copiage illégal. Pour satisfaire ce besoin, le tatouage est apparu pour garantir l'authenticité et assurer un accès autorisé. Dans ce contexte, nous avons développé une méthode de tatouage vidéo qui maximise le compromis robustesse-invisibilité et qui est efficace contre les attaques illicites d'une image fixe et les attaques spécifiques aux vidéos. Dans la section suivante, un état de l'art du tatouage vidéo sera brièvement présenté. Ensuite, l'approche de tatouage vidéo basée sur l'insertion dynamique et multi fréquentielle sera détaillée. Les évaluations expérimentales feront l'objet de la section 4. Enfin, les conclusions ainsi que quelques perspectives seront présentées.

2. Etat de l'art du tatouage vidéo

Plusieurs algorithmes de tatouage vidéo ont été développés. En effet, nous avons choisi de classer ces méthodes en se basant sur deux critères principaux qui sont le type d'insertion et le domaine d'insertion. En ce qui concerne le premier critère, nous avons distingué deux classes. La première classe présente les méthodes basées sur l'insertion statique [1] où la signature est insérée dans toutes les images composant la vidéo. La deuxième classe présente les méthodes basées sur l'insertion dynamique [2] où la signature est insérée dans quelques images de la vidéo. La table 1 présente une étude comparative de ces deux classes.

Classes	Robustesse					Invisibilité
	Compression	Permutation	Suppression	Insertion	Collusion	
Statique	Robuste	-	-	-	-	+
Dynamique	Robuste	Robuste	Robuste	Robuste	Robuste	+

Table 1. *Tableau comparatif des différentes méthodes selon le type d'insertion*

Concernant le deuxième critère, nous distinguons quatre classes : spatiale, mono-fréquentielle, multi-fréquentielle et hybride. L'insertion dans le domaine spatial [3] se

fait directement sur les valeurs de pixels de différentes images de la vidéo, contrairement à l'insertion mono-fréquentielle [4, 5, 6, 7] où la marque est insérée sur les coefficients d'une seule transformée appliquée sur les images de la vidéo. Concernant l'insertion multi-fréquentielle [8, 9] la marque est ajoutée sur les coefficients de plusieurs transformées appliquées. Et pour finir, l'insertion hybride [10] consiste à insérer la marque sur les coefficients dans une combinaison entre le domaine spatial et le domaine fréquentiel qui peut être mono-fréquentiel ou multi-fréquentiel. Une étude comparative de ces classes est présentée dans la Table 2.

Classes		Transformations géométriques	Cropping	Filtrage	Bruitage	Compression	Invisibilité
Spatiale [LSB]		-	-	-	-	-	+
Mono	DWT	Robuste	-	Robuste	Robuste	-	+
	SVD	-	-	Robuste	Robuste	Robuste	+
	DCT	Robuste	-	-	Robuste	Robuste	+
	PCA	Robuste	Robuste	Robuste	-	-	+
Multi	DWT-DCT-SVD	Robuste	Robuste	Robuste	Robuste	Robuste	++
	DWT-DFT-SVD	Robuste	Robuste	Robuste	Robuste	Robuste	++
Hybride [LSB-DWT]		-	-	-	Robuste	Robuste	+

Table 2. Tableau comparatif des différentes méthodes selon le domaine d'insertion

3. Approche proposée

En se basant sur l'état de l'art, nous avons constaté que chaque méthode de tatouage vidéo présente ses propres avantages et inconvénients. Cependant, nous avons remarqué que l'insertion dans le domaine multi-fréquentiel assure une robustesse face aux différentes catégories d'attaques avec une meilleure invisibilité. En plus, l'insertion dynamique comme étant cible d'insertion permet une robustesse aux attaques les plus importantes telles que la collusion, la permutation d'images, la suppression d'images et la compression. L'idée que nous avons conçue consiste alors à profiter des avantages de ces deux classes en tatouant les images de la vidéo qui présentent un changement de scène en utilisant une insertion multi-fréquentielle. Le schéma général de cette approche est présenté dans (figure 1.(a)) et se décompose en sept étapes.

- **Détection des changements de scène** : nous avons choisi comme une insertion dynamique, l'insertion dans les images qui présentent un changement de scène par rapport aux autres images composant la vidéo. Pour la détection de ces images nous

avons utilisé l'algorithme [12] qui est basée sur la détection de changement de scène par les histogrammes. En effet, afin de détecter les changements, une différence est calculée entre les deux histogrammes des deux images successives.

- **Décomposition en RGB** : Chaque image résultante est décomposée en trois composantes RVB (rouge, vert et bleu). L'insertion de la marque se fait sur chaque image couleur R, V et B.
- **Transformation en ondelette** : Nous appliquons, par la suite, une décomposition en ondelette jusqu'au 3ème niveau sur chaque image couleur et nous choisissons la sous bande diagonale de haute fréquence, de chaque image couleur pour l'insertion.
- **Décomposition en valeurs singulières** : Après avoir obtenu les sous blocs (HH3R(1);HH3V (2);HH3B(3)) de chaque composante de l'image, nous appliquons la transformée SVD sur chaque sous blocs. Nous choisissons par la suite la matrice S de chaque sous bande HH de chaque composante couleur.
- **Transformation avec l'ACP** : Dans cette étape, nous appliquons la transformée ACP sur chaque matrice (SR, SV, SB) résultante de l'étape précédente. Comme résultat, nous obtenons les coefficients principaux des composantes principales (YR, YV, YB).
- **Insertion** : Cette étape consiste à insérer la marque dans les images. Pour cela, nous décomposons la marque en trois composantes couleurs : rouge, vert et bleu (WR, WV, WB). Par la suite, nous additionnons chaque composante couleur de la marque avec chaque bloc résultant de la dernière transformation ayant la même couleur.

$$\begin{aligned} Y_R^T &= Y_R + W_R * \text{Alpha} \\ Y_V^T &= Y_V + W_V * \text{Alpha} \\ Y_B^T &= Y_B + W_B * \text{Alpha} \end{aligned} \quad (1)$$

- **Transformation inverse** : Dans cette étape, nous effectuons l'inverse de chaque transformée : PCA puis SVD et enfin DWT et après reconstruction des images de la vidéo nous obtenons notre vidéo tatouée.

Concernant l'étape de détection, elle se décompose en différentes étapes (figure 1.(b)) dont les quatre premières sont identiques à celle de l'insertion. En effet, après la détection des images qui présentent un changement de scène dans la vidéo tatouée et originale et l'application des trois transformées DWT-SVD-ACP sur les trois composantes couleurs (R, V et B) de ces images, nous appliquons une soustraction de chaque bloc résultant des transformations sur la vidéo tatouée avec chaque bloc résultant des transformations de la vidéo originale pour extraire la marque.

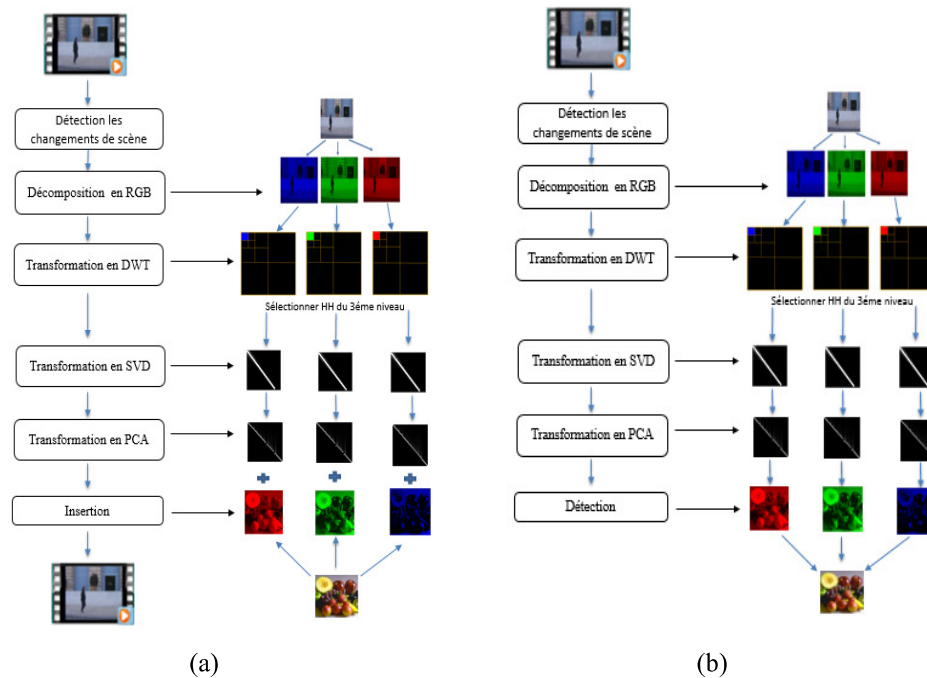


Figure 1. Schéma général de l'approche proposée, (a) Schéma général de l'insertion, (b) Schéma général de la détection.

4. Résultats expérimentaux et étude comparative

Pour évaluer notre approche proposée, nous avons choisi deux séquences vidéo couleur qui sont la séquence de Stefan et la séquence Granguardia en se basant sur les deux contraintes invisibilité et robustesse. Ensuite, nous avons comparé nos résultats obtenus avec d'autres méthodes existantes qui sont : la méthode de Saurbh & al [1] qui ont utilisé une insertion multi-fréquentielle basée sur DWT-PCA, la méthode de Al katib & al [11] qui ont utilisé une insertion basée sur DWT-SVD et la méthode Masoumi & al [2] basée sur l'insertion dynamique DWT.

4.1. Invisibilité

Concernant l'invisibilité, la vidéo originale et celle tatouée sont invisibles à l'œil nu. Afin de prouver cette invisibilité, nous avons calculé les valeurs de PSNR (Peak Signal Noise Ratio) et nous l'avons comparé avec d'autres méthodes existantes. Les résultats

obtenues (56.194dB « Granguardia » et 53dB « Stefan ») prouvent une meilleure qualité visuelle (figure 2).

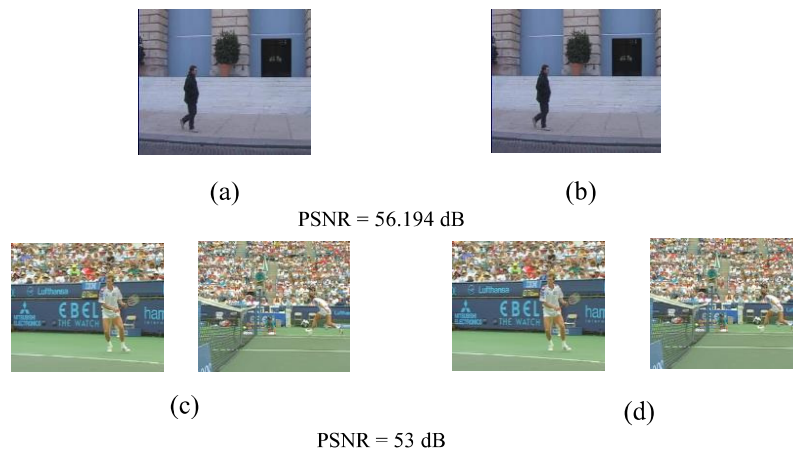


Figure 2. (a) et (c) Image originale, (b) et (d) Image tatouée

En comparant notre approche avec la méthode de Masoumi & al. [2], Saurbh & al [1] et Al katib & al [11], nous constatons que notre algorithme permet d'obtenir une meilleure qualité visuelle de la vidéo tatouée comme le montre la Table 3

	Méthode proposée	Saurbh & al [1]	Al katib & al [11]	Masoumi & al [2]
PSNR	56.194 dB	45.41 dB	48.13 dB	36.77 dB

Table 3. Tableau comparatif d'invisibilité entre notre approche et d'autres approches existantes.

4.2. Robustesse

Concernant la robustesse, nous avons testé la robustesse de notre approche contre plusieurs attaques : compression MPEG-4, collusion, permutation, suppression, bruit, filtrage, cropping, transformation géométrique, les résultats obtenus sont illustrés dans la Table 4.

Méthodes	Transformation géométriques	Filtrage	Bruit	Cropping	Permutation	Suppression	Collusion	Compression
Méthode Proposée	Rotation Changement d'échelle Translation	Moyenneur Gaussien	Sel et poivre Speckle Gaussien Poisson	Robuste	Robuste	Robuste	Robuste	Robuste
[1]	Rotation Changement d'échelle Translation	-	Sel et poivre	-	-	-	-	-
[2]	-	-	-	-	Robuste	Robuste	Robuste	Robuste
[11]	Rotation		Sel et poivre Gaussien			Robuste		Robuste

Table 4. *Tableau comparatif de robustesse entre notre approche et d'autres approches existantes.*

D'après le tableau comparatif, notre approche proposée a vérifié une meilleure robustesse face aux attaques testées. En effet, elle est robuste face au plus importantes attaques qui touche le flux vidéo.

5. Conclusion

Dans ce papier, nous avons proposé une nouvelle méthode de tatouage vidéo basée sur l'insertion multi-fréquentielle en utilisant les trois transformée DWT-SVD-ACP dans les images qui présentent un fort changement de plan dans la vidéo. Les résultats expérimentaux obtenus ont prouvé que notre algorithme permet d'obtenir une meilleure invisibilité et une forte robustesse contre les plus importantes attaques qui touche le flux vidéo comme les transformations géométriques, le bruit, le filtrage, le Cropping, la suppression et la permutation d'image, la collusion, et la compression MPEG-4. Comme perspective à ce travail, nous proposons d'améliorer notre approche en insérant la marque dans des régions d'intérêt spécifiques, qu'on détectera, ce qui d'après la littérature [13] peut apporter plus de robustesse en utilisant le domaine multi fréquentielle.

6. Bibliographie et biographie

[1] Phadtare Saurabh, Dhebe Pooja, Bobade Sharayu and Jawalkar Nishigandha, *Video Watermarking Scheme Based on DWT and PCA for Copyright Protection*, Journal of Computer Engineering, 9(4): 18-24, Mars April 2013.

- [2] Majid Masoumi and Shervin Amiri, *A Blind Video Watermarking Scheme Based on 3D Discrete Wavelet Transform*, International Journal of Innovation, Management and Technology, 3(4): 487-490, 2012.
- [3] M.George, J.-v.Chouinard and N. Georganas, *Digital watermarking of images and video using direct sequence spread spectrum techniques*, Electrical and Computer Engineering, IEEE Canadian Conference, vol.1, pages 116-121, May - 1999.
- [4] Saket Kumar, Ashutosh Gupta, Ankur Chandwani, Gaurav Yadav and Rashmi Swarnkar, *RGB Image Watermarking on Video Frames using DWT*, IEEE 5th International Conference-Confluence The Next Generation Information Technology Summit (Confluence), pages 675-680, 2014.
- [5] Ruizhen Liu and Tieniu Tan, *An SVD based watermarking scheme for protecting rightful ownership*, IEEE Circuits & Systems Society, 4(1):121-128, 2002
- [6] Sonjoy Deb Roy, Xin Li, Yonatan Shoshan, Alexander Fish, Orly Yadid-Pecht, *Hardware Implementation of a Digital Watermarking System for Video Authentication*, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 23(2):289-301, 2013.
- [7] Hanane H.Mirza, Hien D.Thai, Yasunori Nagata and Zensho Nakao, *Digital Video Watermarking Based on Principal Component Analysis*, IEEE Innovative Computing, Information and Control, pages 290-294, 5-7 Septembre 2007.
- [8] Nandeesh B, Lohit S Meti, Manjunath G K, *A Robust Non-Blind Watermarking Technique for Color Video Based on Combined DWT-DFT Transforms and SVD Technique*, Information Technology and Computer Science, pages 59-65, 2014.
- [9] P. Satyanarayana, C. N. Sujatha, *Analysis of Robustness of Hybrid Video Watermarking against Multiple Attacks*, International Journal of Computer Applications, 118(2):12-19, May 2015
- [10] Hui-Yu Huang, Cheng-Han Yang and Wen-Hsing Hsu, *A video watermarking technique based on pseudo 3-D DCT and Quantization Index Modulation*, IEEE Transactions on Information Forensics and Security, 5(4):625-637, 2014.
- [11] Tahani Al-Khatib, Ali Al-Haj, Lama Rajab and Hiba Mohammed, *A Robust Video Watermarking Algorithm*, Journal of Computer Science, 4(11): 910-915, 2008.
- [12] Kintu Patel, Mukesh Tiwari and Jaikaran Singh, *Video Watermarking using Abrupt Scene Change Detection*, International Journal of Computer Technology and Electronics Engineering, Volume 1, Issue 2, pages 187-190.
- [13] Asma Kerbiche, Ezzedine Zagrouba, Saoussen Ben Jabra, *Tatouage video robuste basé sur les régions d'intérêt*, CARI, Volume 1, 2012.