

Tatouage video robuste basé sur les régions d'intérêt

Asma Kerbiche, Saoussen Ben Jabra et Ezzeddine 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

asma.kerbiche@gmail.com - saoussen.bj@laposte.net - ezzeddine.zagrouba@fsm.rnu.tn

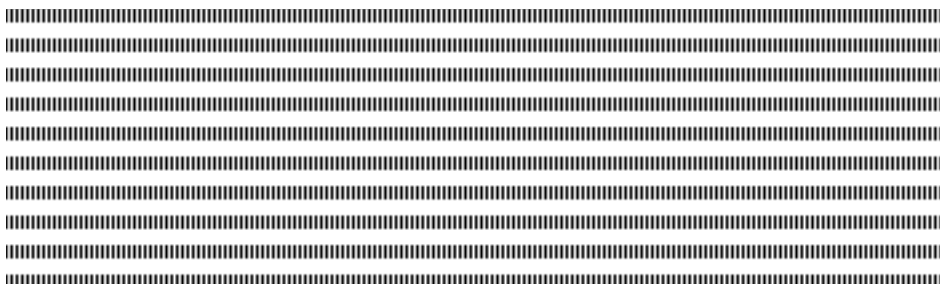


RÉSUMÉ. Dans ce papier, nous proposons deux nouvelles approches de tatouage vidéo robustes et invisibles basées sur les régions d'intérêt. La première insère la signature dans la mosaïque alors que la deuxième l'insère au niveau des objets en mouvement. Le choix de la mosaïque et des objets en mouvement est basé sur leur robustesse face aux attaques vidéo les plus importantes telles que la collusion et la compression MPEG-4. En plus, pour maximiser l'invisibilité, nous proposons, pour chacune de ces deux approches, différentes variantes en fonction des régions d'intérêt choisies. Les expérimentations ont montré que les variantes où l'insertion s'effectue au niveau des objets en mouvement permettent d'obtenir le meilleur compromis robustesse-invisibilité.

ABSTRACT. In this paper, we propose two new robust and imperceptible video watermarking approaches based on feature regions. The first one adds the signature in the mosaic while the second takes into account the moving objects. The choice of the mosaic and moving objects is based on their robustness against the most important video's attacks such as collusion and MPEG-4 compression. In addition, to maximize the invisibility, we propose, for each of these two approaches, different methods based on the choice of feature regions and we discuss the robustness and invisibility of each one. Experimental results have shown that methods which add signature in moving objects allow obtaining the best compromise robustness-invisibility.

MOTS-CLÉS : Tatouage vidéo, région d'intérêt, mosaïque, invisibilité, robustesse.

KEYWORDS: watermarking video, region of interest, mosaic, invisibility, robustness.



1. Introduction

Le développement rapide des moyens de communication et de transmission a facilité l'accès à l'information. Par conséquent, la diffusion et le partage des données numériques sont devenus très aisés et à la portée de tout le monde. Ceci ne peut être que bénéfique puisque l'accès à l'information est devenu instantané. Par contre, le problème de la sécurité se pose de plus en plus et les techniques existantes de protection telles que les techniques de cryptage se sont avérées insuffisantes pour remédier aux nouveaux besoins de protection des données. Une technique assez récente, qui est le tatouage, a été proposée comme une solution aux différentes formes de manipulation et de piraterie. En effet, il s'agit d'introduire dans un médium une signature invisible puis de tenter à la détecter après des éventuelles manipulations appliquées au médium tatoué. Plusieurs techniques de tatouage vidéo ont été proposées, cependant, le compromis invisibilité/robustesse à toutes les attaques reste toujours un objectif difficile à atteindre. Dans la section suivante, un état de l'art du tatouage vidéo sera brièvement présenté. Ensuite, les deux approches de tatouage vidéo basées sur les régions d'intérêt seront détaillées. 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

Les techniques existantes en tatouage vidéo peuvent être classifiées en se basant sur deux critères principaux qui sont le type du flux traité et le domaine d'insertion. Concernant le premier critère, nous distinguons deux classes : la première représente les méthodes qui peuvent s'appliquer sur des flux vidéos compressés ou non compressés à la fois et la deuxième est celle qui représente les méthodes qui s'appliquent seulement sur le flux compressé [1, 2]. Nous nous intéressons, dans nos travaux, à la première classe puisque nous travaillons sur des flux non compressés. Dans cette classe, nous distinguons quatre types de schémas d'insertion. Le premier type est celui des schémas dérivés du tatouage d'images fixes. Ces schémas consistent à appliquer un algorithme de tatouage d'images fixes à chacune des images composant la vidéo et ce de manière indépendante. Rajab & al. [3] ont proposé un algorithme de tatouage vidéo en utilisant la transformée SVD. Le deuxième type présente les schémas spatio-temporels pour lesquels, la vidéo est considérée comme un signal 3D (en ajoutant l'axe de temps), d'où diverses transformées peuvent être appliquées en prenant en compte la troisième dimension temporelle. Campisi & al. [4] ont proposé d'utiliser la transformée en ondelette tridimensionnelle (3D DWT) comme espace d'insertion de la signature. Le troisième type représente les schémas purement temporels qui insèrent la signature dans le domaine temporel en modifiant uniquement les très basses fréquences spatiales. Dans

[5], les mouvements des objets de la vidéo sont dépistés par une estimation et récompensations de mouvement suivis d'une transformée donnée pour insérer la marque dans les basses fréquences. Le dernier type est celui des schémas basés sur l'image mosaïque [6] qui propose de générer une image mosaïque à partir des différentes images de la vidéo et d'insérer le tatouage sur toute la mosaïque du fond. Koubaa & al. [8] ont créé une mosaïque marque adaptative en utilisant la technique d'étalement de spectre et ont appliqué un filtre Sobel afin de sélectionner les régions d'intérêt. Dans la suite de ce travail, nous nous intéressons à cette classe puisqu'elle présente une forte robustesse face aux plus importantes attaques qui peuvent être appliquées sur une vidéo. Le tableau 1 représente une comparaison entre les différents schémas en se basant sur les deux critères robustesse et invisibilité.

	Robustesse					Invisibilité
	MPEG2	MPEG4	Collusion	Supp Images	Bruit	
(1)	✓	-	-	✓	✓	+
(2)	✓	-	✓	✓	-	++
(3)	✓	-	✓	✓	-	+
(4)	- Transcodage		-	✓	✓	++
(5)	-	✓	✓	✓	-	++

Table 1. *Tableau comparatif des différents schémas selon le type de flux vidéo à traiter, (1) Schémas dérivés du tatouage d'images fixes, (2) Schémas spatio-temporel, (3) Schémas purement temporel, (4) Flux compressé, (5) Image mosaïque*

Concernant le deuxième critère, nous distinguons trois domaines d'insertion : spatial, spatio-fréquentiel ou fréquentiel. Les schémas spatiaux [9] insèrent la marque dans les images de la vidéo en modifiant directement l'intensité des pixels, contrairement aux schémas spatio-fréquentiels [10] et fréquentiels [11] qui insèrent la signature en modifiant certains coefficients d'une des transformés (DCT, DWT, SVD) appliquées sur la vidéo. Le tableau comparatif proposé dans la table 2, montre que les domaines spatio-fréquentiel et fréquentiel sont les plus robustes.

	Robustesse	Invisibilité
DCT	Le plus robuste face à une compression avec perte	++
DWT	Le plus robuste face aux attaques de bruit	++
SVD	Compression, Rotation, Bruit, Suppression d'images	++
Domaine Spatial	Sensible aux attaques de collusion, compression...	+

Table 2. *Tableau comparatif des différents schémas selon le domaine d'insertion.*

3. Approche proposée

En se basant sur l'étude comparative des travaux existants, nous avons remarqué que toute méthode de tatouage vidéo présente ses avantages et ses inconvénients. Cependant, les méthodes basées sur l'insertion dans l'image mosaïque et utilisant le domaine fréquentiel vérifient les meilleurs résultats en termes de robustesse et d'invisibilité. L'idée que nous avons conçue consiste à profiter des avantages de ces méthodes en s'orientant plus vers le contenu que la structure et la forme du signal. Il s'agit donc d'extraire des régions d'intérêt où l'insertion de la marque n'induit aucune dégradation visible même avec une force de tatouage assez élevée. Afin d'aboutir à ces régions d'intérêt, nous proposons, en premier lieu, une approche basée sur l'image mosaïque du fond et en deuxième lieu, une approche basée sur les objets en mouvement. Le choix des régions d'intérêt a été basé sur la sensibilité du système visuel humain par rapport à certains critères tels que les zones de mouvements.

3.1. Méthode basée sur l'image mosaïque

L'objectif de l'insertion de la marque dans la mosaïque est de tatouer chaque point physique de la scène par la même marque. En effet, dans le cas contraire, un simple filtrage temporel dans le sens du mouvement (moyennage d'images successives) permet de détruire la marque. En plus, la mosaïque (ou sprites) est utilisée dans la norme de compression la plus utilisée MPEG4 d'où une garantie de robustesse face aux deux plus importantes attaques dans le tatouage vidéo : la Collusion et la compression MPEG4. L'architecture générale de l'approche proposée est illustrée dans la figure 1.

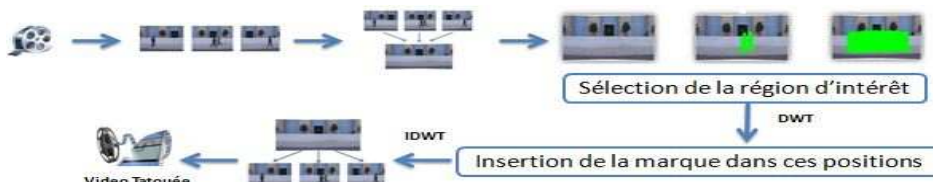


Figure 1. Schéma global de l'approche basée sur la mosaïque.

Pour générer l'image mosaïque à partir de la vidéo originale, nous avons adopté la méthode de Zagrouba et al [12]. En effet, cette méthode est entièrement automatique et basée sur les régions et sur les points de Harris. En plus, elle permet une robustesse face à différentes attaques telles que la rotation, la translation et le changement d'échelle. Pour insérer la signature, trois régions d'intérêt sont possibles. La première est la région qui représente toute la mosaïque du fond panoramique. La deuxième est la région de la mosaïque située à la position des objets en mouvement selon l'image du milieu de la

séquence. Cette dernière est choisie en se basant sur l'hypothèse que la plupart des objets en mouvement sont présents dans l'image du milieu. Enfin, la dernière région est celle parcourue par tous les objets en mouvement dans la mosaïque. Nous avons donc testé trois variantes de cette approche en fonction de la région d'intérêt choisie.

3.2. Méthode basée sur les objets en mouvement

Vu que les objets en mouvement représentent aussi un facteur important dans le processus de la compression MPEG-4, nous nous sommes intéressés dans cette partie à insérer la marque au sein de ces objets. Cette insertion nous permettra alors d'obtenir une robustesse face à cette compression. D'autre part, elle nous garantira une meilleure invisibilité de la méthode proposée, vu que la signature va se déplacer avec les objets en mouvement. Le schéma global de cette approche est illustré dans la figure 2. Il se décompose en deux phases principales : dans la première, les régions d'intérêt sont sélectionnées en fonction des objets en mouvement. Ensuite, la signature sera insérée dans ces régions. Deux cas sont alors possibles pour l'insertion : soit dans les objets en mouvement, soit sur l'arrière-plan de chaque image.



Figure 2. Schémas global de l'approche basée sur les objets en mouvement

Pour la détection des objets en mouvement la méthode proposée par Amri & al. [13] a été choisie puisqu'elle est capable d'isoler automatiquement et avec une grande précision, les objets mobiles dans chaque image de la vidéo, sans que l'arrière-plan, qui peut être non-uniforme, ne soit calculé plusieurs fois.

3.3. Méthode d'insertion choisie

La méthode d'insertion du tatouage que nous avons choisie est une méthode de tatouage appartenant au domaine fréquentiel et est basée sur la transformée en ondelette proposée par Tao & al [7], cette approche est destinée aux images 2D en niveau de gris et on l'a adapté à une utilisation d'images couleurs (RGB). Cette dernière a montré une bonne résistance à plusieurs attaques comme le bruit, la transformation géométrique et la corruption... Concernant l'étape de détection, elle se décompose en différentes étapes (figure3) dont les deux premières sont identiques à celle de l'insertion. En effet, après la détection de la mosaïque (dans le cas de la première approche proposée) ou des objets en mouvement (dans le cas de la deuxième approche), les régions d'intérêt seront sélectionnées. Enfin, le détecteur [7] sera appliqué à ces régions pour extraire la signature.

4. Résultats expérimentaux et étude comparative

Nous avons évalué la performance de ces approches proposées en les appliquant sur une séquence vidéo couleur qui est la séquence Granguardia composée de 50 images et de deux objets en mouvement et en se basant sur les deux critères d'invisibilité et de robustesse. En plus, l'évaluation sera réalisée en comparant les méthodes proposées avec d'autres existantes qui sont : la méthode de Koubaa & al [8] qui a utilisé la mosaïque, la méthode de Rajab & al. [3] qui est basée sur la transformé en SVD et la méthode de Bas & al [2] qui est basée sur les objets en mouvement.

4.1. Invisibilité

Concernant l'invisibilité du tatouage, les résultats expérimentaux ont montré que les images originales et celles tatouées sont identiques à l'œil nue pour toutes les approches proposées d'où une bonne qualité visuelle. Pour prouver cette qualité, nous avons effectué une évaluation expérimentale en calculant les trois termes : corrélation, distance de Hausdorff ainsi que PSNR (Peak Signal to Noise Ratio). Les courbes tracées dans la figure 3 montrent que la méthode d'insertion sur les objets en mouvement (PSNR = 54) et dans la région parcourue par tous les objets en mouvement dans la mosaïque (PSNR = 51) ont permis d'obtenir la meilleure invisibilité en les comparant avec les résultats de Koubaa & al. [8] (PSNR = 41,5) et Rajab & al. [3] (PSNR = 48,13).

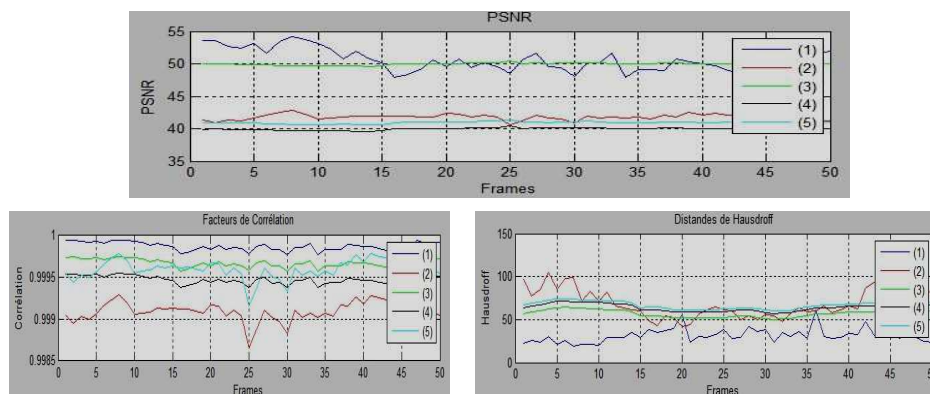


Figure 3. Courbes PSNR, Corrélation et Distance de Hausdorff, (1) Sur Objets en mouvement, (2) Derrière objets en mouvement, (3) La région parcourue par les objets en mouvement, (4) Position des objets en mouvement dans la mosaïque d'après une image de référence, (5) Toute la mosaïque du fond

4.2. Robustesse

Concernant la robustesse de notre tatouage, nous avons appliqué les attaques suivantes : Compression MPEG4, bruit Gaussien blanc et bruit poivre et sel, rotation, suppression d'images et collusion et nous les avons comparé aussi aux méthodes [8], [3] et [2].

Méthodes	Bruit		Rotation	Supp images	MPEG4	Collusion
	Gaussie	Poivre et sel				
(1)	✓ (0.6)	✓ (0.05)	✓	✓	✓ (200kb/s)	✓
(2)	✓ (0.6)	✓ (0.04)	✓	✓	✓ (300kb/s)	-
(3)	✓ (0.6)	✓ (0.03)	✓	✓	✓ (200kb/s)	✓
(4)	- (0.1)	-	✓	✓	✓ (300kb/s)	✓
(5)	-	-	✓	✓	✓ (300kb/s)	✓
Koubaa [8]	-	-	✓	✓	✓ (500kb/s)	✓
Rajab [3]	✓	✓	✓	✓	-	-
Bas [2]	✓	✓	✓	✓	✓ (300kb/s)	-

Table 3. Tableau comparatif, (1) Sur Objets en mouvement, (2) Derrière objets en mouvement, (3) La région parcourue par les objets en mouvement, (4) Position des objets en mouvement dans la mosaïque d'après une image de référence, (5) Toute la mosaïque du fond

D'après le tableau comparatif, les deux variantes (1) et (3) ont vérifié une meilleure robustesse face aux attaques testées. En effet, en prenant le cas de la compression MPEG-4 on remarque que même à un débit très bas (200kb/s) ou la qualité de la video est jugée médiocre, la marque est toujours détectée.

7. Conclusion

Dans ce papier, nous avons proposé deux nouvelles approches de tatouage vidéo robustes et invisibles basées sur les régions d'intérêt. La première a été basée sur l'insertion de la signature dans la mosaïque générée à partir de la vidéo originale alors que la deuxième prend en compte les objets en mouvement dans l'insertion. Pour maximiser l'invisibilité, nous avons proposé, pour chacune de ces deux approches, différentes variantes en fonction des régions d'intérêt choisies pour l'insertion. Les résultats expérimentaux ont montré que ces approches permettent d'obtenir un bon compromis robustesse-invisibilité surtout pour les deux variantes où l'insertion s'effectue sur l'objet en mouvement dans l'image et sur la région où se déplacent les objets en mouvement dans la mosaïque. Comme perspective, notre travail peut être

amélioré en appliquant une méthode de tatouage appartenant au domaine fréquentiel et composée de deux ou trois transformées (SVD, DCT, DWT) ce qui d'après la littérature peut apporter plus de robustesse, et l'appliquer sur la région parcourue par tous les objets en mouvement dans la mosaïque ou sur l'objet en mouvement dans l'image si l'image mosaïque ne peut pas être générée, dans le cas où la caméra présente des mouvements complexes.

8. Bibliographie et biographie

- [1] N. Mohaghegh and O. Fatemi, "H.264 copyright protection with motion vector watermarking," in *Proc. Int'l Conf. on Audio, Language and Image Processing*, 2008
- [2] P. Bas, B Macq Tatouage d'objets vidéo résistant aux manipulations. *In Traitement du signal*, 2001
- [3] L. Rajab, T. Al-Khatib, A. Al-Haj, Video Watermarking Algorithms Using the SVD Transform. *In European Journal of Scientific Research*, 2009
- [4] P. Campisi and A. Neri, "Video watermarking in the 3D-DWT domain using perceptual masking," in *Proc. IEEE ICIP, vol. 1*, 2005
- [5] P. Vinod, G. Doerr, and P. K. Bora, "Assessing motion-coherency in video watermarking," in *Proc. ACM Multimedia and Security*, 2006
- [6] Doerr, G., Dugelay, J.-L, New intra-video collusion attack using mosaicing, in *Proc. IEEE Multimedia and Expo*, 2003
- [7] Tao, Peining, Ahmet M. A robust multiple watermarking scheme in the discrete wavelet transform domain, *Internet Multimedia Management Systems. SPIE*, 2004.
- [8] M. Koubaa, M. Elarbi, C. Ben Amar and Henri Nicolas, "Collusion, MPEG4 compression and frame dropping resistant video watermarking", in *Proc. Springer Multimedia tools and applications* , 2010
- [9] H. Seddik, M. Sayadi, and F. Fnaiech. Nouveau schéma de tatouage par substitution s'appliquant aux techniques spatiales robuste aux attaques asynchrones. *In International Conference : Sciences of Electronic, Technologies of Information and Telecommunications*, 2005
- [10] Pat Pik-Wah Chan, and Michael R. Lyu. A DWT-based Digital Video Watermarking Scheme with Error Correcting Code. *In: ICICS, Vol. 2836 Springer*, pp. 202-213, (2003).
- [11] Lian-Shan Liu, Ren-Hou Li, Qi Gao, A robust video watermarking scheme based on DCT. *In Machine Learning and Cybernetics. International Conference*, 2005.
- [12] E.Zagrouba, W.Barhoumi and S.Amri, An efficient image-mosaicing method based on multifeature matching, *Springer MACHINE VISION AND APPLICATIONS*, 2009
- [13] S. Amri, W. Barhoumi et E. Zagrouba. "Traitement de l'ombrage en vue d'une détection précise des objets mobiles dans des vidéos complexes". *Traitement et Analyse de l'Information : Méthodes et Applications*, 2009