Interface vidéo pour un art pictural dynamique.

Xavier Clady
LISIF - PARC, UMPC (Paris 6)
3 rue Galilee 94200 Ivry-sur-Seine, FRANCE
xavier.clady@upmc.fr

Résumé – Nous présentons dans cet article, une adaptation d'un algorithme de soustraction de fond statistique [4], qui tient compte d'une mesure de l'activité globale de la scène. Nous proposons notamment une application astucieuse de cet algorithme dans le cadre d'un nouveau système de création artistique dans le domaine de la peinture. Il permet de mieux appréhender le geste de l'artiste, son esprit et son art.

Abstract – This article describe an algorithm based on statistical background substraction. This algorithm use a measure of scene activity to modulate his background learning rate. This approach is applied to create an images sequencis of the production of a painting while masking the hand and the tools of the artist. This allows a better understanding of the gesture and the mind of the artist.

1 Introduction

Les algorithmes de soustraction de fond sont souvent utilisés en analyse de séquence d'images dans des applications de vidéosurveillance. En effet, ils permettent de segmenter les objets en mouvement (personnes, véhicules) dans une scène fixe.

Dans cet article, nous proposons d'utiliser l'un d'entre eux [4] dans une application originale : la reproduction chronologique du processus qui va d'une toile vierge à un tableau fini, en filmant la toile pendant que l'artiste est en train de la peindre. La segmentation des objets en mouvement via l'algorithme proposé, permet de masquer la main et les outils de l'artiste ; ne reste plus sur la séquence résultat que les touches de peinture apparaissant à fur et à mesure de la création artistique.

La figure 1 illustre le système proposé. Celui-ci filme une artiste-peintre [1] en pleine création de sa toile selon 2 vues différentes acquises par des caméras numériques (cf. fig. 2).

FIG. 1 – *Vue du système.*

FIG. 2 – *Webcam utilisée.*

La suite de cet article situe en premier lieu l'application visée par rapport à d'autres travaux dans les domaines cinématographique et artistique. Ensuite, nous exposons les méthodes utilisées pour arriver à nos fins, puis les résultats obtenus. Enfin nous conclurons par quelque discussion tant du point de vue méthode qu'applicatif.

2 Contexte artistique

Au cours du siècle dernier, de nombreux artistes peintres ont été filmés en pleine création de leur toile que ce soit à des fins documentaires (Cézanne, filmé par Jean-Marie Straub et Danièle Huillet [2]), événementiels (en 1978, Luiz Gasparreto effectue une démonstration de peinture automatique devant les caméras de télévision), ou esthétiques (la vidéaste, Katherine Liberovskaya [3], convie le spectateur à l'élaboration d'une oeuvre du peintre montréalais, Graham Cantieni, filmée grâce à une caméra miniature fixée au poignet de ce dernier). Mais, à notre connaissance, l'expérience la plus aboutie à tous points de vue a été menée par Henri-Georges Clouzot avec Pablo Picasso.

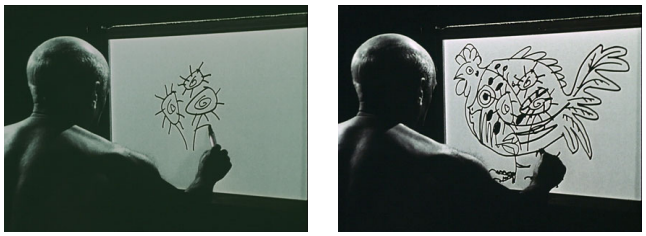


FIG. 3 – *Pablo Picasso en train de peindre.*

Pour le film, Le Mystère Picasso [1], le cinéaste avait conçu une technique originale afin de montrer Pablo Picasso travailler. Elle consistait à filmer Picasso de face, peignant sur des toiles transparentes et grâce à des encres spéciales. Cette approche permet de voir la toile en transparence. Son élaboration peut être alors observée soit en

1. L'auteur tient à remercier Mlle Kazuné Osato, étudiante SSIR promotion 2005, pour sa contribution artistique à ce projet.

temps réel dans un plan séquence, soit, grâce au montage, par couches successives (cf. fig. 4).

FIG. 4 – *Evolution d'une oeuvre de Picasso.*

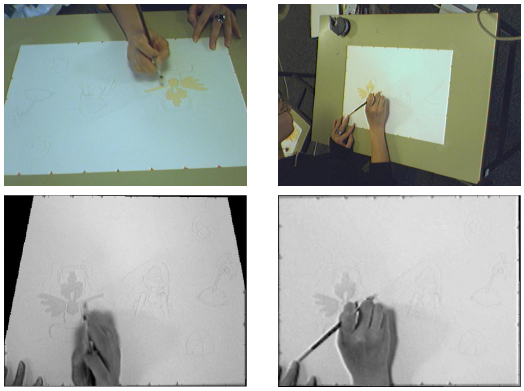
L'approche proposée permet d'obtenir le même résultat en utilisant les techniques actuelles de vision par ordinateur et d'analyse de séquences.

3 Méthodes

Dans le choix des méthodes décrites ci-dessous, le principal critère a été de conserver au système un caractère non intrusif dans le processus artistique ; nous n'imposons aucune technique particulière à l'artiste. Nous proposons donc une Interface Homme-Machine naturelle [5] où c'est au système de comprendre comment l'opérateur interagit avec son environnement et non à l'opérateur de s'adapter au système.

3.1 Redressement homographique et différence d'images

Après redressement via le calcul d'homographies (la toile étant munie au préalable d'amers visuels) des deux images acquises simultanément des deux caméras (cf. fig. 5), notre première idée fut de segmenter les objets occultants (mains, pinceau,...), en se servant du fait qu'ils ont une profondeur différente et donc une apparence différente dans les deux images.



vues originales vues redressées

FIG. 5 – *Redressement homographique des 2 séquences.*

La solution testée a donc consisté à seuiller la différence entre les 2 images redressées (et converties en niveaux de gris), mais les résultats obtenus ne sont pas satisfaisants. En effet, rien n'est plus ressemblant qu'un pixel de couleur chair qu'un autre de couleur chair ; ainsi il y a de nombreux pixels appartenant à la main qui ne sont pas segmentés, tel que l'illustre la figure 6.

FIG. 6 – *Résultat du masquage de la main via le seuillage d'une différence d'images entre les 2 séquences redressées.*

Bien entendu, l'usage d'outils de morphologie mathématique permettraient de corriger ces erreurs de segmentation. Cependant, ils demanderaient un a priori sur la forme des objets, ce qui est contraire à une IHM naturelle.

Cette contrainte élimine aussi la couleur ou la texture pour segmenter la main ; en effet, cela contraindrait le peintre à ne pas utiliser certaines couleurs ou à ne pas peindre certains sujets.

3.2 Soustraction de fond

Aussi nous avons orienté nos investigations vers une méthode de segmentation du mouvement par soustraction du fond. En effet, les objets occultants bougent fréquemment alors que les touches de peinture, une fois déposées, demeurent fixes. Nous ne livrons ici qu'un court aperçu de cette méthode ; aussi nous invitons le lecteur à consulter l'article de Grimson et Stauffer [4].

La méthode consiste à modéliser la valeur de chaque pixel par une mixture de K Gaussiennes 3D dans l'espace couleur. Au cours de la séquence, un processus itératif permet de faire évoluer le poids de chaque Gaussienne : à chaque frame, si la valeur du pixel "'matche"' avec une des Gaussiennes, son poids dans la mixture augmente. Ainsi un pixel de couleur relativement stable sera représenté essentiellement par une Gaussienne de poids fort, centrée sur la couleur moyenne du pixel. Ce pixel sera alors considéré comme faisant partie du fond. Si, à une frame donnée, la couleur du pixel ne correspond plus à celle de la Gaussienne de poids fort, alors celui-ci sera considéré comme appartenant momentanément à l'arrière plan (donc certainement à un objet en mouvement et occultant donc l'arrière-plan) et donnera naissance à une nouvelle Gaussienne dont le poids va augmenter tant que la couleur du pixel ne varie pas, jusqu'à devenir éventuellement la Gaussienne dominante. Ainsi un objet occultant, devenu immobile (c'est le cas de la peinture, et non de la main), sera intégré dans l'arrière plan car sa couleur s'avère stable durant une certaine période, période supervisée via un coefficient α (la période sera inversement proportionnelle à α). Ce paramètre peut être fixe (soit choisi a priori si on a une connaissance sur la technique de l'artiste, soit a posteriori via une étude statistique de l'activité de l'artiste ; s'il peint rapidement, on prendre un α faible, et vis versa).

Nous avons opté pour un α modulé en fonction de l'activité globale de la scène, ou plutôt d'une mesure de l'immobilité des objets occultants.

3.3 α modulé selon l'immobilité de la scène

Soit Γ un indicateur d'immobilité des objets occultants, tel que $\Gamma = 1$ si un ou des objets occultants sont présents et faiblement en mouvement, et $\Gamma = 0$ sinon.

En réalisant la somme des pixels segmentés avec la méthode présentée dans la sous-section 3.1 et celle obtenus en différenciant la séquence résultat de la segmentation, nous obtenons deux estimateurs, respectivement de présence et de mouvement des objets occultants. Γ est la résultante de l'intersection du seuillage de ces deux estimateurs.

Connaissant Γ, nous pouvons alors écrire un α_k^e modulé pour la k^{ieme} Gaussienne, fonction du poids w_k de celle-ci dans la mixture et w_{max} qui représente le poids de la Gaussienne dominante, tel que :

$$\alpha_k^e = \alpha \frac{1 + \Gamma[\delta(w_k - w_{max}) - exp(-\frac{(w_k - w_{max})^2}{w_{max}^2})]}{1 + \Gamma[\delta(w_k - w_{max}) - exp(-1)]}$$

où $\delta(.)$ est la fonction dirac. Celle-ci assure un comportement normal de la Gaussienne dominante, quelque-soit l'activité de la scène. La fonction $exp(.)$ assure une décroissante exponentielle de α_k^e pour les autres Gaussiennes, en fonction de la distance entre le poids de celles-ci avec celui de la Gaussienne dominante. Ainsi la Gaussienne dominante le reste tant que $\Gamma = 1$.

4 Résultats

La figure 7 démontre le fait que tant que $\Gamma = 1$, le poids d'un nouveau mode couleur (appartenant soit à un objet occultant, soit à une touche de peinture) restera inférieure à la Gaussienne dominante lorsque Γ était encore égale à 0. Ainsi les objets occultants immobiles resteront masqués tant qu'ils ne se déplaçent pas (cf. fig. 7-b). Sitôt fait, leurs poids dans la mixture diminuera, alors que celui d'une touche de peinture augmentera jusqu'à devenir dominant (cf. fig. 7-c); ainsi la peinture apparaîtra dans la séquence résultat.

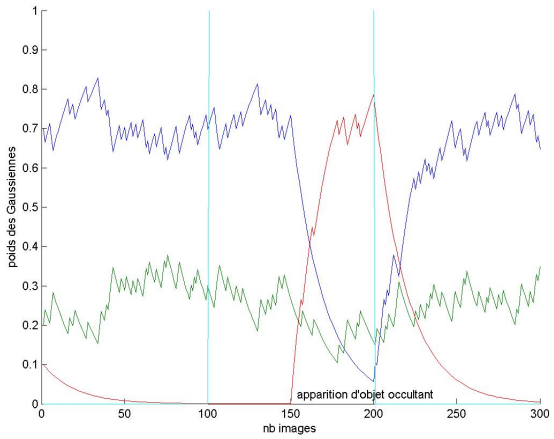
La figure 8 permet de voir le résultat obtenu sur une image de la séquence d'un α modulé, plutôt qu'un α fixe mal choisi.

Enfin un extrait de la séquence résultat obtenue via notre méthode est présenté dans la figure 9.

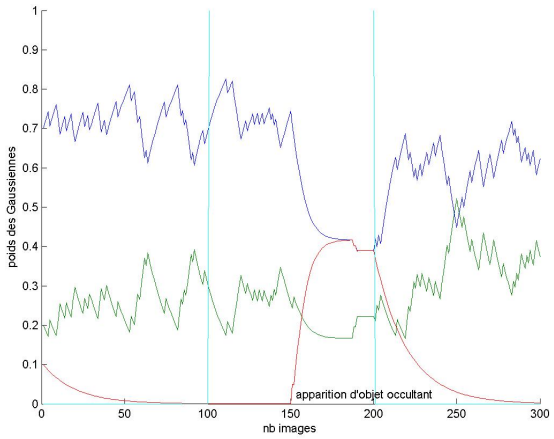
5 Conclusion et perspectives

Nous avons présenté un système composé de deux caméras numériques filmant de manière quasi-synchrone un artiste en pleine création d'une toile. Ce dispositif permet d'enregistrer tout le processus créateur de la toile, en proposant notamment de ne retenir que le résultat du geste de l'artiste et en masquant sa main ainsi que son outil. Ce système peut servir à des fins pédagogiques (il permet d'appréhender d'un point de vue original, les techniques utilisées par l'artiste ainsi que sa démarche) et bien entendu à des fins artistiques.

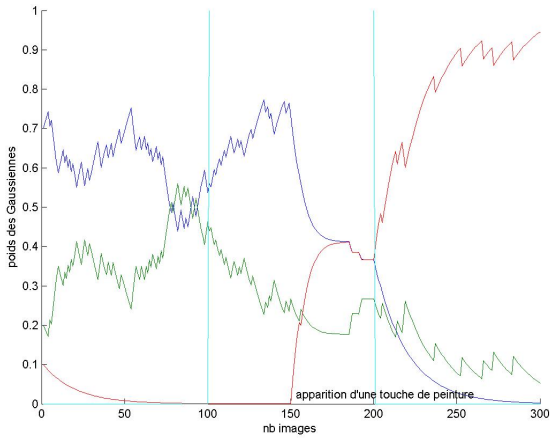
L'interface proposée s'adapte au geste de l'artiste, via notamment un coefficient d'apprentissage α modulé par l'activité de la scène. Ce qui nous permet de la qualifier



(a) α fixe en présence d'un objet occultant



(b) α modulé en présence d'un objet occultant



(c) α modulé avec apparition d'une touche de peinture

FIG. 7 – *Evolution des poids (courbes rouge, verte et bleue) d'une mixture à 3 Gaussiennes. La courbe cyan représente l'évolution de* Γ.

de naturelle. De plus, les algorithmies utilisés sont connues pour permettre un fonctionnement en temps réel. ainsi il est possible d'imaginer son utilisation lors d'une performance artistique ; le peintre peint sa toile, et le résultat est reprojeté en direct sur un écran pour le public.

Une prochaine étape est d'améliorer le rendu couleur

(a) (b) (c)

FIG. 8 – *Extrait de la séquence originale (a), de la séquence traitée avec un α fixe trop grand (b) et de la séquence traitée avec un α modulé (c).*

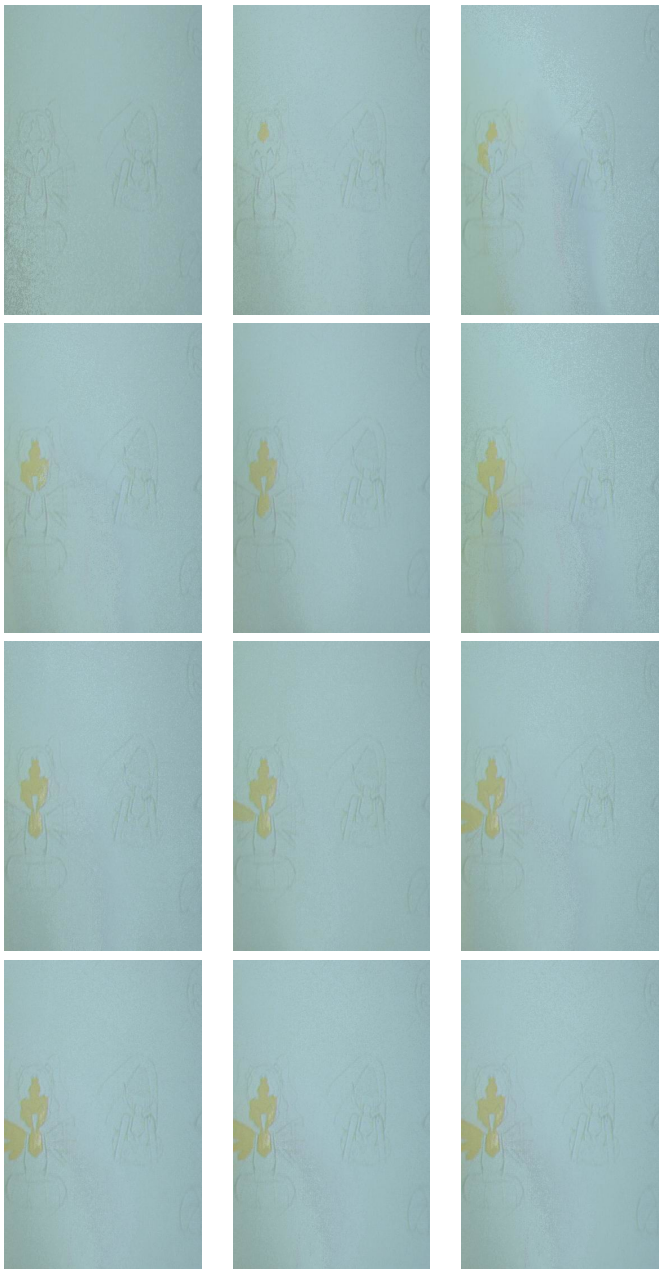


FIG. 9 – *Extrait de la séquence résultat.*

des séquences obtenues. Dans cet optique, nous avons disposé en début de prise de vues, une mire composée d'un panel de couleur (cf. fig. 10). Ce panel devrait nous permettre de définir un espace colorimétrique commun aux deux caméras afin d'exploiter dans le dispositif leurs informations couleur (disimilarité, redondance,...). De plus, ce panel nous offre des références couleur normalisées, ce qui laisse entrevoir la possibilité de travailler sur un rendu plus réaliste.

FIG. 10 – *Panel de couleurs normalisée.*

Par ailleurs, le système présenté ici n'a été réalisé qu'à fin de démonstration ; afin qu'il donne lieu éventuellement à de véritables oeuvres d'art, de nombreuses réflexions et études sont encore nécessaires tant du point de vue technologique et technique (choix et disposition des caméras pour une optimisation de la résolution et du rendu, amélioration des algorithmes utilisés, synchronisation et montage vidéo,...) que du point de vue artistique ; en effet, il conviendra de ne plus élaborer un tableau dans l'optique de sa finalité statique, mais d'une création dynamique, en intégrant peut-être sa scénarisation. L'oeuvre ne sera plus uniquement le tableau fini mais tout son processus créateur.

Enfin une extension de ce système est envisageable à d'autres domaines artistiques qu'uniquement la peinture. Tout d'abord, on peut imaginer le dédier à la création d'oeuvres visuelle et musicale ; en associant la position sur la toile et la couleur de chaque touche de peinture à un son ou une musique particulière. Ensuite, en considérant un réseau de caméras synchronisées et calibrées, il serait possible de réaliser la reconstruction 3D d'autres oeuvres plastiques (sculptures, poteries) en cours d'élaboration.

Références

[1] H-G. Clouzot. *Le mystère Picasso.* Filmsonor, France, 1956.

[2] Straub J-M. Huillet, D. *Cézanne.* France, 1989.

[3] K. Liberovskaya. *Peindre la peinture.* FIFA'05, Montréal, Canada, 2003.

[4] C. Stauffer and W.E.L. Grimson. Adaptive background mixture models for real-time tracking. In *Computer Vision and Pattern Recognition*, volume 2, pages 22–46, Fort Collins, Colorado, Juin 1999.

[5] M. Turk and M. Kolsch. *Emerging Topics in Computer Vision*, chapter Perceptual Interfaces. Prentice Hall PTR, 2005.