

Conversion HFR LFR

Florent GUIOTTE¹, Paul LE DENN¹, Briec DANIEL¹, Danchi LI¹

Olivier LE MEUR²

Jean-Yves AUBIE³

Résumé

Le monde de la vidéo a vu naître de nombreux formats durant ces dernières années. Les technologies ont rapidement évolué et nous permettent de visionner des vidéos en HD, Full HD et même Ultra HD. De la même manière, les caméras permettent de filmer des séquences vidéo HFR avec un rythme d'image de l'ordre de 100 images par seconde — plus fluides que des vidéos LFR — 50 images par secondes. Malheureusement, tous les écrans ne sont pas en mesure d'afficher des vidéos enregistrées à de telles fréquences. Nous travaillons en partenariat avec b<>com pour effectuer la conversion d'une fréquence élevée vers une fréquence adaptée, afin d'obtenir des vidéos compatibles pour tous les écrans. Une vidéo HFR contient des images plus nettes qu'une vidéo LFR, supprimer une image sur deux provoquerait donc des saccades désagréables à l'œil. Nous proposons dans notre solution une approche perfectionnée prenant en compte l'effet de flou provoqué par des objets en mouvement. Cet effet est naturellement présent dans les vidéos LFR et est appelé flou de mouvement ou flou cinétique. Nous détectons le mouvement dans la vidéo via le calcul d'un flot optique et d'un gradient temporel, puis nous appliquons un traitement pour reproduire le flou cinétique selon le mouvement.

The world of video has produced many formats in recent years. Technology has advanced rapidly and allow us to watch videos in HD, Full HD and even Ultra HD. Similarly, the cameras used to record HFR videos with an image rate of about 100 frames per second — more fluid than LFR video — 50 frames per second. Unfortunately, all the screens are not able to display these videos recorded at such frequencies. We partner with b<>com to convert a high frequency to a suitable frequency, in order to get compatible videos for all screens. A video contains sharper HFR images than LFR video, delete an image on two jerks therefore cause unpleasant to the eye. We offer our solution in a sophisticated approach taking into account the blur caused by moving objects. This effect is naturally present in LFR and videos is called motion blur. We detect motion in the video through calculating an optical flow and a temporal gradient, then apply a treatment to reproduce the motion blur according to the movement.

Mots-Clés

Haute fréquence d'image (High Frame Rate, HFR), faible fréquence d'image (Low Frame Rate, LFR), flot optique, conversion

¹ Imagerie Numérique, École Supérieure d'Ingénieurs de Rennes, Université de Rennes 1, France

² École Supérieure d'Ingénieurs de Rennes, Université de Rennes 1, France

³ b<>com, Rennes, France

Introduction

Les entreprises évoluant dans le domaine du traitement d'image et de la compression vidéo cherchent à développer de nouveaux formats permettant un gain de qualité. Pour cela, deux paramètres peuvent être améliorés : la qualité spatiale (résolution d'image, compression) et temporelle (haute fréquence d'image). Ces deux paramètres sont l'objet de travaux au sein de l'institut de recherche technologique b<>com qui a pour objectif de fournir une meilleure sensation d'immersion des spectateurs dans les contenus audiovisuels. Cet institut de recherche possède un laboratoire étudiant le réalisme des contenus. Leur but est de développer des outils visant à faciliter la prise en main de ces futurs formats par les professionnels du secteur (cinéma, télévision, jeux, publicité, etc.)

et, a terme, par le public. Parallèlement, les chercheurs de b<>com travaillent sur la possibilité de rendre ces formats lisibles sur des moniteurs non compatibles. C'est notamment le cas des vidéos enregistrées à une fréquence d'images élevées, typiquement 100 ou 120 images par seconde (ips), non lisibles sur des écrans qui ne peuvent afficher que 50 ou 60 ips maximum. Dans cette optique, nous sommes amenés à proposer une solution permettant de réduire de moitié la fréquence d'image de vidéos HFR sans détériorer la fluidité des mouvements pour le spectateur. En HFR, l'intervalle de temps entre 2 images consécutives est très court, les déplacements des objets entre les 2 images le sont donc également. La succession des images donne alors une impression de mouvement très proche de la réalité. En LFR, cet intervalle de temps étant plus important, la fluidité est obtenue par un rendu plus

flou des objets en mouvements (figure 1). Il s'agit du flou cinétique, provoqué par le temps de pose plus long de la caméra lors de la capture d'une image. Pour réduire la fréquence d'image, la solution intuitive consisterait à supprimer une image sur deux. Néanmoins, des travaux réalisés auparavant à b<>com ont montré que cette solution n'est pas satisfaisante car elle ne permet pas de retrouver le flou cinétique. La vidéo semble alors très hachée. De même, des traitements globaux comme une combinaison linéaire classique d'images successives n'élimine pas suffisamment les saccades. Dans ce document, nous étudions la manière dont il est possible de simuler le flou cinétique localement sur les images. Les deux solutions que nous proposons se basent sur l'estimation du mouvement dans la vidéo originale. La première consiste à reprendre l'idée d'une combinaison de plusieurs images, cette fois avec une accélération matérielle. La seconde méthode est l'application de flous cinétiques sur les objets qui se déplacent grâce à des gradient temporels.

1. Méthodes

1.1 Les méthodes utilisées

1.1.1 Gradient spatio temporel

L'une des méthode testée pour générer du flou de mouvement est l'approximation du flot optique à l'aide de gradients. Cette solution se veut peu coûteuse en calcul, contrairement à la méthode proposée l'année dernière qui cherche à déterminer précisément le flot optique.

En prenant un flux vidéo, le principe est de générer un gradient en prenant en compte l'image précédente et l'image suivante en plus de la prise en compte du spatiale d'un gradient classique, d'où la notion temporel.

Pour la suite de l'explication de la méthode, nous utilisons les notations suivantes :

- I : la vidéo, une succession d'image
- $I(x, y, t)$: le pixel de coordonnée (x, y) de l'image t
- G : un gradient

Soit $I : \Omega \in \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^3$, soit $G : \Omega \in \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^2$.

$G(x, y, t)$ représente le vecteur gradient associé au pixel de coordonnée (x, y) de l'image t . Ce qui permet de prendre en compte le temps.

$$G(x, y, t) = \begin{cases} G_x(x, y, t) \\ G_y(x, y, t) \end{cases}$$

Où G_x représente le gradient en x et G_y le gradient en y , semblable à un gradient classique, ce qui permet de prendre en compte l'espace.

Par soucis de lisibilité, on utilise t pour symboliser l'emplacement relatif dans le flux d'image, où t_0 représente donc l'image actuelle, t_{-1} l'image précédente et t_{+1} l'image suivante.

Dans un premier temps, on utilise un calcul simple du gradient :

$$\begin{cases} G_x(x, y, t_0) = I(x^{-1}, y, t_{-1}) - I(x^{+1}, y, t_{+1}) \\ G_y(x, y, t_0) = I(x, y^{-1}, t_{-1}) - I(x, y^{+1}, t_{+1}) \end{cases}$$

où on effectue une différence entre le pixel précédent en x ou y entre l'image suivante et l'image précédente. On obtiens les contours des objets et des zones de mouvements.

Dans un deuxième temps, afin de d'augmenter la robustesse de cet opérateur de gradient, notre solution implémente un filtre de Sobel adapté à notre utilisation temporel. Le filtre de Sobel par rapport à la première solution a un rôle de filtre passe bas pour limiter l'influence du bruit de la séquence vidéo sur notre estimation de mouvement :

$$\begin{cases} G_x(x, y, t_0) = \dots \\ G_y(x, y, t_0) = \begin{bmatrix} I(x^{-1}, y^{-1}, t_{-1}) & 0 & I(x^{-1}, y^{+1}, t_{+1}) \\ 2 \times I(x, y^{-1}, t_{-1}) & 0 & 2 \times I(x, y^{+1}, t_{+1}) \\ I(x^{+1}, y^{-1}, t_{-1}) & 0 & I(x^{+1}, y^{+1}, t_{+1}) \end{bmatrix} \end{cases}$$

On calcule le tenseur de structure associé à notre gradient précédemment obtenus tel que :

$$T(x, y, t_0) = \begin{bmatrix} G_x(x, y, t_0)^2 & G_x(x, y, t_0)G_y(x, y, t_0) \\ G_y(x, y, t_0)G_x(x, y, t_0) & G_y(x, y, t_0)^2 \end{bmatrix}$$

Les vecteurs propres et les valeurs propres de ce tenseur permettent d'obtenir rapidement la direction normale au gradient et la norme du gradient. Par extension, la direction du déplacement et sa vitesse.

1.1.2 La simple décimation

Ici le but est très naïf, il s'agit simplement de supprimer du flux initial une image sur deux et ainsi passer d'un contenu ayant 120 images par seconde à un contenu n'en possédant que 60.

Ce qui a l'avantage d'être le plus rapide à l'exécution mais en contrepartie il faut payer le fait qu'aucun autre traitement n'est effectué.

1.1.3 La pondération simple

La pondération simple est le fait de se baser deux images consécutives pour en créer une nouvelle, on s'appuie sur la somme pondérée de deux tableaux multidimensionnels (les canaux étant traités séparément) représentant les deux images en entrée pour ensuite avoir un résultat pondéré à cinquante pour-cent de chaque image.

Ceci a l'avantage de bien représenter la continuité spatiale de deux images proches en plus de diminuer par deux le flux d'images initial.

1.1.4 La double pondération

La double pondération quand à elle se base sur trois images consécutives afin de créer notre nouvelle image, ici on

s'appuie sur trois sommes pondérées consécutives entre, respectivement, notre image courante et notre image précédente, notre image courante et notre image suivante et finalement la somme pondérée entre ces deux résultats précédents.

Ceci a l'avantage de mieux représenter la continuité spatiale d'images proches en plus de, elle aussi, diminuer par deux le flux d'images initial.

1.2 Choix des méthodes utilisées

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placeat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. Maecenas sed mi eget dui varius euismod. Phasellus aliquet volutpat odio. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetur. Nullam elementum, urna vel imperdiet sodales, elit ipsum pharetra ligula, ac pretium ante justo a nulla. Curabitur tristique arcu eu metus. Vestibulum lectus. Proin mauris. Proin eu nunc eu urna hendrerit faucibus. Aliquam auctor, pede consequat laoreet varius, eros tellus scelerisque quam, pellentesque hendrerit ipsum dolor sed augue. Nulla nec lacus.

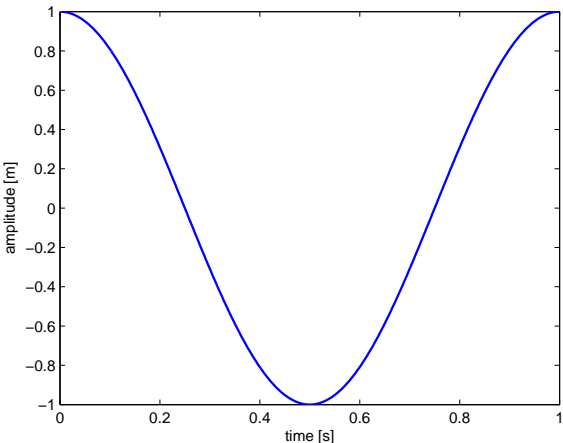


FIGURE 1. In-text Picture

Reference to Figure 1.

1.3 Avantage et contraintes des méthodes
1.4 Pourquoi les méthodes choisies permettent de répondre à la problématique

2. Résultats et Discussion

Suspendisse vitae elit. Aliquam arcu neque, ornare in, ullamcorper quis, commodo eu, libero. Fusce sagittis erat at erat tristique mollis. Maecenas sapien libero, molestie et, lobortis in, sodales eget, dui. Morbi ultrices rutrum lorem. Nam elementum ullamcorper leo. Morbi dui. Aliquam sagittis. Nunc placerat. Pellentesque tristique sodales est. Maecenas imperdiet lacinia velit. Cras non urna. Morbi eros pede, suscipit

ac, varius vel, egestas non, eros. Praesent malesuada, diam id pretium elementum, eros sem dictum tortor, vel consectetur odio sem sed wisi.

2.1 Phase d'annonce

Sed feugiat. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Ut pellentesque augue sed urna. Vestibulum diam eros, fringilla et, consectetur eu, nonummy id, sapien. Nullam at lectus. In sagittis ultrices mauris. Curabitur malesuada erat sit amet massa. Fusce blandit. Aliquam erat volutpat. Aliquam euismod. Aenean vel lectus. Nunc imperdiet justo nec dolor.

TABLE 1. Table of Grades

Name		
First name	Last Name	Grade
John	Doe	7.5
Richard	Miles	2

2.2 Les clés de lecture

Etiam euismod. Fusce facilisis lacinia dui. Suspendisse potenti. In mi erat, cursus id, nonummy sed, ullamcorper eget, sapien. Praesent pretium, magna in eleifend egestas, pede pede pretium lorem, quis consectetur tortor sapien facilisis magna. Mauris quis magna varius nulla scelerisque imperdiet. Aliquam non quam. Aliquam porttitor quam a lacus. Praesent vel arcu ut tortor cursus volutpat. In vitae pede quis diam bibendum placerat. Fusce elementum convallis neque. Sed dolor orci, scelerisque ac, dapibus nec, ultricies ut, mi. Duis nec dui quis leo sagittis commodo.

Word Definition

Concept Explanation

Idea Text

2.2.1 Pas d'analyse

Aliquam lectus. Vivamus leo. Quisque ornare tellus ullamcorper nulla. Mauris porttitor pharetra tortor. Sed fringilla justo sed mauris. Mauris tellus. Sed non leo. Nullam elementum, magna in cursus sodales, augue est scelerisque sapien, venenatis congue nulla arcu et pede. Ut suscipit enim vel sapien. Donec congue. Maecenas urna mi, suscipit in, placerat ut, vestibulum ut, massa. Fusce ultrices nulla et nisl.

- First item in a list
- Second item in a list
- Third item in a list

2.3 Subsection

Nulla in ipsum. Praesent eros nulla, congue vitae, euismod ut, commodo a, wisi. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Aenean nonummy magna non leo. Sed felis erat, ullamcorper in, dictum non, ultricies ut, lectus. Proin vel arcu a odio lobortis

euismod. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Proin ut est. Aliquam odio. Pellentesque massa turpis, cursus eu, euismod nec, tempor congue, nulla. Duis viverra gravida mauris. Cras tincidunt. Curabitur eros ligula, varius ut, pulvinar in, cursus faucibus, augue.

Nulla mattis luctus nulla. Duis commodo velit at leo. Aliquam vulputate magna et leo. Nam vestibulum ullamcorper leo. Vestibulum condimentum rutrum mauris. Donec id mauris. Morbi molestie justo et pede. Vivamus eget turpis sed nisl cursus tempor. Curabitur mollis sapien condimentum nunc. In wisi nisl, malesuada at, dignissim sit amet, lobortis in, odio. Aenean consequat arcu a ante. Pellentesque porta elit sit amet orci. Etiam at turpis nec elit ultricies imperdiet. Nulla facilisi. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse viverra aliquam risus. Nullam pede justo, molestie nonummy, scelerisque eu, facilisis vel, arcu.

Curabitur tellus magna, porttitor a, commodo a, commodo in, tortor. Donec interdum. Praesent scelerisque. Maecenas posuere sodales odio. Vivamus metus lacus, varius quis, imperdiet quis, rhoncus a, turpis. Etiam ligula arcu, elementum a, venenatis quis, sollicitudin sed, metus. Donec nunc pede, tincidunt in, venenatis vitae, faucibus vel, nibh. Pellentesque wisi. Nullam malesuada. Morbi ut tellus ut pede tincidunt porta. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam congue neque id dolor.

Donec et nisl at wisi luctus bibendum. Nam interdum tellus ac libero. Sed sem justo, laoreet vitae, fringilla at, adipiscing ut, nibh. Maecenas non sem quis tortor eleifend fermentum. Etiam id tortor ac mauris porta vulputate. Integer porta neque vitae massa. Maecenas tempus libero a libero posuere dictum. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Aenean quis mauris sed elit commodo placerat. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Vivamus rhoncus tincidunt libero. Etiam elementum pretium justo. Vivamus est. Morbi a tellus eget pede tristique commodo. Nulla nisl. Vestibulum sed nisl eu sapien cursus rutrum.

Nulla non mauris vitae wisi posuere convallis. Sed eu nulla nec eros scelerisque pharetra. Nullam varius. Etiam dignissim elementum metus. Vestibulum faucibus, metus sit amet mattis rhoncus, sapien dui laoreet odio, nec ultricies nibh augue a enim. Fusce in ligula. Quisque at magna et nulla commodo consequat. Proin accumsan imperdiet sem. Nunc porta. Donec feugiat mi at justo. Phasellus facilisis ipsum quis ante. In ac elit eget ipsum pharetra faucibus. Maecenas viverra nulla in massa.

Nulla ac nisl. Nullam urna nulla, ullamcorper in, interdum sit amet, gravida ut, risus. Aenean ac enim. In luctus. Phasellus eu quam vitae turpis viverra pellentesque. Duis feugiat felis ut enim. Phasellus pharetra, sem id porttitor sodales, magna nunc aliquet nibh, nec blandit nisl mauris at pede. Suspendisse risus risus, lobortis eget, semper at, imperdiet sit amet, quam. Quisque scelerisque dapibus nibh. Nam enim. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nunc ut metus. Ut

metus justo, auctor at, ultrices eu, sagittis ut, purus. Aliquam aliquam.

Etiam pede massa, dapibus vitae, rhoncus in, placerat posuere, odio. Vestibulum luctus commodo lacus. Morbi lacus dui, tempor sed, euismod eget, condimentum at, tortor. Phasellus aliquet odio ac lacus tempor faucibus. Praesent sed sem. Praesent iaculis. Cras rhoncus tellus sed justo ullamcorper sagittis. Donec quis orci. Sed ut tortor quis tellus euismod tincidunt. Suspendisse congue nisl eu elit. Aliquam tortor diam, tempus id, tristique eget, sodales vel, nulla. Praesent tellus mi, condimentum sed, viverra at, consectetur quis, lectus. In auctor vehicula orci. Sed pede sapien, euismod in, suscipit in, pharetra placerat, metus. Vivamus commodo dui non odio. Donec et felis.

Etiam suscipit aliquam arcu. Aliquam sit amet est ac purus bibendum congue. Sed in eros. Morbi non orci. Pellentesque mattis lacinia elit. Fusce molestie velit in ligula. Nullam et orci vitae nibh vulputate auctor. Aliquam eget purus. Nulla auctor wisi sed ipsum. Morbi porttitor tellus ac enim. Fusce ornare. Proin ipsum enim, tincidunt in, ornare venenatis, molestie a, augue. Donec vel pede in lacus sagittis porta. Sed hendrerit ipsum quis nisl. Suspendisse quis massa ac nibh pretium cursus. Sed sodales. Nam eu neque quis pede dignissim ornare. Maecenas eu purus ac urna tincidunt congue.

Donec et nisl id sapien blandit mattis. Aenean dictum odio sit amet risus. Morbi purus. Nulla a est sit amet purus venenatis iaculis. Vivamus viverra purus vel magna. Donec in justo sed odio malesuada dapibus. Nunc ultrices aliquam nunc. Vivamus facilisis pellentesque velit. Nulla nunc velit, vulputate dapibus, vulputate id, mattis ac, justo. Nam mattis elit dapibus purus. Quisque enim risus, congue non, elementum ut, mattis quis, sem. Quisque elit.

3. Conclusion

3.1 Rappel de la question/problématique

3.2 Présentation/interprétation des résultats et limite

3.3 ouverture

Acknowledgments

So long and thanks for all the fish [?].