

Stabilisation d'Images

Erwan Le Martelot

23 mars 2005

Table des matières

Introduction	2
1 Principe de la stabilisation d'images	2
2 Stabilisation Numérique	2
2.1 Principe	2
2.2 Block Matching Algorithm	3
2.3 Bit-plane Matching Algorithm	4
2.4 Avantages et Inconvénients	4
3 Stabilisation Optique	5
3.1 Principe	5
3.2 Avantages et Inconvénients	5
Conclusion	5

Résumé

Introduction

La stabilisation d'images est un besoin que l'on retrouve dès qu'il s'agit de filmer une scène. En effet, lorsque l'on tient un caméscope à la main, le poignet effectue des petits mouvements et tremblements involontaires. Ces petits mouvements sont d'autant amplifiés que le zoom est fort. Aussi, les constructeurs d'appareils type caméras vidéos proposent différentes méthodes de stabilisation. Ces méthodes peuvent se diviser en deux grandes familles que sont la stabilisation optique, interne à l'objectif, et la stabilisation numérique qui effectue des traitements à posteriori de la capture numérique de l'image.

1 Principe de la stabilisation d'images

La stabilisation d'images peut intervenir à deux niveaux bien distincts de la chaîne d'acquisition et de traitement des images, illustrée figure 1. D'une part, il y a toutes les méthodes de la stabilisation dite "numérique" (ou électronique), et d'autre part la stabilisation dite "optique".

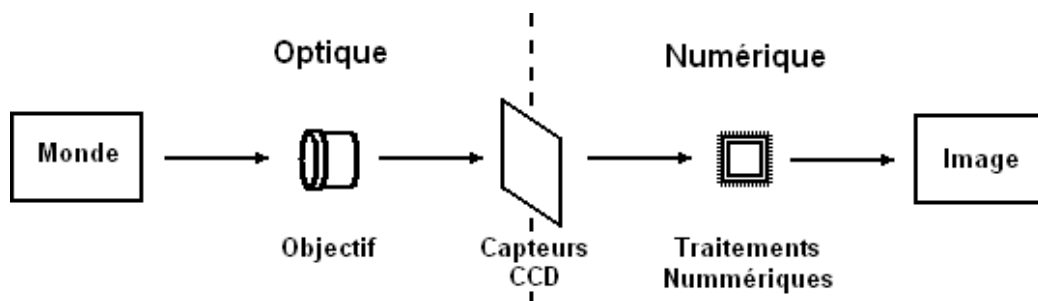


FIG. 1 – Chaîne d'acquisition et de traitement de l'image

2 Stabilisation Numérique

2.1 Principe

La stabilisation numérique intervient après acquisition de l'image par les capteurs CCD et lui applique des algorithmes de stabilisation, temps-réel ou non selon le type d'application.

Il existe diverses méthodes de stabilisation et divers cas d'utilisations car les mouvements à stabiliser peuvent être de plus ou moins grande amplitude. Nous nous cantonnerons ici à la stabilisation d'image dans un cadre de faible amplitude, à savoir par exemple un tremblement du poignet.

Les méthodes numériques peuvent se définir selon deux sous-parties :

1. l'Estimation de mouvement,
2. la Compensation de mouvement.

Afin de recalibrer une image, c'est à dire compenser un mouvement que l'on souhaite éliminer, il faut pouvoir estimer ce mouvement. C'est cette estimation qui représente la difficulté du traitement. Il faut en effet parvenir à estimer à partir du résultat le mouvement qui était souhaité. Cela implique donc de pouvoir différencier mouvement souhaité et mouvement non souhaitable. Dans cette recherche, en général, il faut encore séparer "estimation de mouvement local" et "estimation de mouvement global", le mouvement global étant calculé à partir de tous les mouvements locaux.

Divers algorithmes d'estimation de mouvements ont été développés, je présenterai ici les plus répandus puis les nouvelles approches.

2.2 Block Matching Algorithm

Cet algorithme est utilisé dans divers domaines comme la compression, la stéréo vision, le suivi d'objets et la stabilisation. Il s'attaque au problème d'estimation des mouvements locaux.

Le principe de base est ici relativement simple. Soit I_t notre image à l'instant t et I_{t+1} l'image suivante. Il s'agit, pour tout bloc de I_t , de rechercher dans I_{t+1} ce même bloc. Pour ce faire, le bloc solution dans I_{t+1} doit minimiser la somme des valeurs absolues des différences pixel à pixel (SAD pour "Sum of Absolute Difference"). L'erreur entre le bloc de coordonnées (x, y) dans I_t et le bloc de coordonnées $(x + u, y + v)$ dans I_{t+1} se définit comme suit :

$$SAD_{(x,y)}(u, v) = \sum_{j=0}^{B-1} \sum_{i=0}^{B-1} |I_t(x + i, y + j) - I_{t+1}(x + u + i, y + v + j)|$$

où $B \times B$ est la taille d'un bloc.

Il est noter qu'une recherche par bloc carré s'adapte bien à la translation mais mal à la rotation et au zoom. De plus, ce type de recherche a pour inconvénient majeur d'être très lourd en calcul. Aussi, plusieurs techniques de réduction du coût de calcul ont été proposées. Elles se définissent selon trois catégories.

1 : La première vise à définir un voisinage de recherche réduit. Cette réduction peut être envisagée de plusieurs manières.

Il est possible de définir un périmètre de recherche. Cependant ce type de voisinage limite clairement la détection de mouvements d’amplitude dépassant sa valeur. Aussi, en temps réel où cette méthode peut s’avérer nécessaire, elle n’est envisageable que pour détecter de petits mouvements type tremblements de poignet, d’autant qu’elle n’offre que des minimas locaux (à ne pas confondre avec la notion de mouvement local). Toutefois, ces minimas locaux peuvent dans le cas applicatif présent être considérés comme globaux puisque l’on fait l’hypothèse que le déplacement est de faible amplitude.

Il est également possible d’utiliser des techniques de type descente de gradient. Il y existe également plusieurs approches : la recherche progressive standard d’un minima local de l’erreur, l’approche dicotomique basé sur la multirésolution où la SAD est calculé à interval régulier en partant de l’origine $(0, 0)$, puis la SAD minimale devient la nouvelle origine d’une recherche à plus petite échelle... Les algorithmes “three-step search” (TSS), “two-dimensional logarithmic search” et “cross-search” sont des exemples connus de mise en oeuvre de cette approche.

2 : La seconde catégorie consiste à simplifier le calcul de SAD. Cette méthode peut par exemple permettre d’élargir le voisinage en sacrifiant de la précision sur le calcul d’erreur. Aussi, elle ne garantit pas de minima global puisque le calcul est approximatif. La simplification peut se faire en effectuant une recherche sur une partie seulement des pixels du bloc, et/ou en définissant une règle de seuil d’erreur acceptable pour le SAD en fonction de l’erreur acceptée à l’itération précédente.

3 : Enfin la troisième catégorie n’est autre que la combinaison des deux précédentes catégories.

2.3 Bit-plane Matching Algorithm

Cet algorithme est couramment utilisé

2.4 Avantages et Inconvénients

La puissance relevant surtout des algorithmes mis en place et du calculateur sous-jacent, cette technique est peu coûteuse tant en terme de prix qu’en terme de place.

Cependant, par principe, ces algorithmes n’ont accès qu’aux image acquises et non au monde réel. Aussi, les problèmes inhérents à ce type de

solution seront une perte de qualité, à travers la perte de pixels sur les zones non communes aux images successives, et éventuellement masquée derrière une baisse de résolution. De plus, sur des images faiblement éclairées, il sera plus difficile pour l'algorithme d'avoir ses points de repère dans l'image, ce qui affectera la compensation.

3 Stabilisation Optique

3.1 Principe

Une toute autre approche est la stabilisation optique. Elle intervient directement au niveau de l'objectif, avant toute conversion numérique. Aussi, ce type de stabilisation nécessite une implémentation matérielle.

De même qu'il existe plusieurs méthodes de stabilisations numérique, il existe plusieurs technologies de stabilisation optique. On trouvera couramment dans les appareils vidéos présents sur le marché ces deux techniques de mise en oeuvre :

- Shift method
- Vari-Angle Prism

3.2 Avantages et Inconvénients

Ici, le positionnement au niveau de l'objectif permet de transmettre aux capteurs CCD une image stabilisée, et résolvant de manière topologique le problème de la perte de qualité.

Par ailleurs, la technologie mise en oeuvre au sein de l'objectif est nettement plus coûteuse et se retrouve davantage dans les appareils professionnels. Cependant, on commence maintenant à trouver ce type de technologie dans des appareils plus grands public et meilleurs marché.

Conclusion

Références

- [1] Yong-Sheng Chen, Yi-Ping Hung, Member, IEEE, and Chiou-Shann Fuh, Member, IEEE “Fast Block Matching Algorithm Based on the Winner-Update Strategy”, IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, VOL. 10, NO. 8, AUGUST 2001