

**ESTIMATION DE MOUVEMENT EN CODAGE
ET INTERPOLATION D'IMAGES VISIOPHONE**

N. KHARATISHVILI, J. RONSIN*, V. MATOSOV, G. KAKUBERI

Laboratoire de Télévision Numérique, Université Technique de Géorgie, Tbilissi, U.R.S.S.

* Laboratoire d'Automatique, I.N.S.A., 35043 Rennes cedex, France

RÉSUMÉ

Ce travail est lié à un projet scientifique intégré de coopération franco-soviétique du MEN et du MAE. Dans cet article, les caractéristiques des déplacements des objets dans les séquences d'images de type visiophone sont étudiées. Sur la base des résultats de l'étude est proposée une version modifiée de l'algorithme d'estimation de mouvement en trois étapes. Cette modification est appliquée dans le contexte d'un schéma de codage prédictif temporel ainsi qu'en interpolation inter-image.

L'ETUDE DES DEPLACEMENTS

Le spectre fréquentiel des images de type télévision est anisotrope [1]. Sa forme est celle d'un rhomboèdre dont les axes de symétrie coïncident avec les axes fréquentiels. Cette particularité se retrouve dans les propriétés de la vision humaine dont les caractéristiques fréquentielles répètent la forme spectrale des images de type télévision[2].

A partir des remarques précédentes, l'hypothèse d'une anisotropie dans les directions des déplacements d'objets dans certaines séquences d'images a été faite. Le contexte particulier de cette hypothèse concerne les séquences de type visiophone. L'hypothèse a été testée sur les séquences 'VOVA', 'DATO' et 'ANNA' (fig. 1).



Figure 1

Ces séquences réalisées au Laboratoire de Télévision Numérique de l'Université Technique de Géorgie, comprenaient chacune 32 images avec un déplacement moyen d'image à image de respectivement 4 à 5, 3 à 4, et 2 à 3 pels. Pour cette étude, l'espace des directions des déplacements possibles des objets dans les séquences, et qui correspond à 360 degrés, a été discrétisé en 48 directions. A l'aide d'un algorithme de recherche complète [3], les probabilités des déplacements possibles dans les 3 séquences données ont été

ABSTRACT

This work is connected with a scientific project for cooperation (MEN and MAE) between France and USSR. In this paper, statistical characteristics of objects' displacements in videophone sequences are studied. On the basis of the simulation results, the modified version of three step estimating algorithm is proposed and used for image predictive coding and for interframe interpolation.

estimées. La figure 2 donne l'histogramme de ces probabilités pour la séquence 'VOVA'.

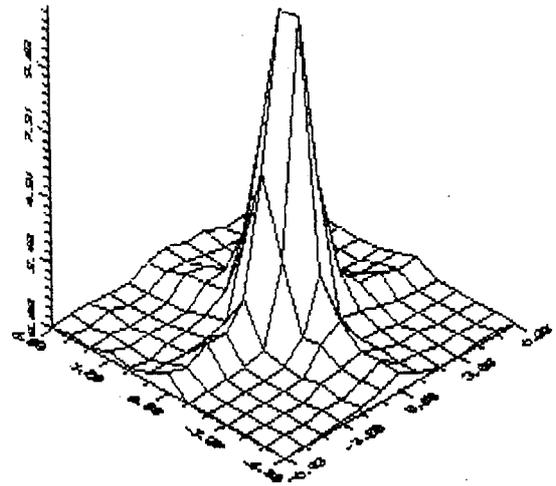


Fig.2.

La figure 3 représente le diagramme des probabilités totales de déplacement dans les différentes directions discrétisées. A partir des résultats présentés, on voit que les déplacements suivant les directions horizontales et verticales prédominent. Les probabilités des déplacements suivant les directions diagonales sont faibles (tout au moins pour les séquences analysées). Tout ceci confirme l'existence d'une anisotropie dans les directions des déplacements des objets dans des séquences de type visiophone.

CODAGE AVEC L'ALGORITHME MODIFIE

La méthode modifiée et proposée a été appliquée dans le contexte d'un système de codage prédictif [5]. On a simulé trois systèmes : un système de modulation par impulsion codée différenciellement en inter-image (MICDI), un même système MICDI mais avec compensation de mouvement par la méthode classique à 3 étapes (MICDI.MC) et, enfin, un système MICDI avec compensation de mouvement cette fois par la méthode modifiée (MICDI.MCMO). Deux caractéristiques de quantification ont été employées dans la simulation avec respectivement 4 et 8 niveaux de quantification. La qualité des images restituées a été estimée

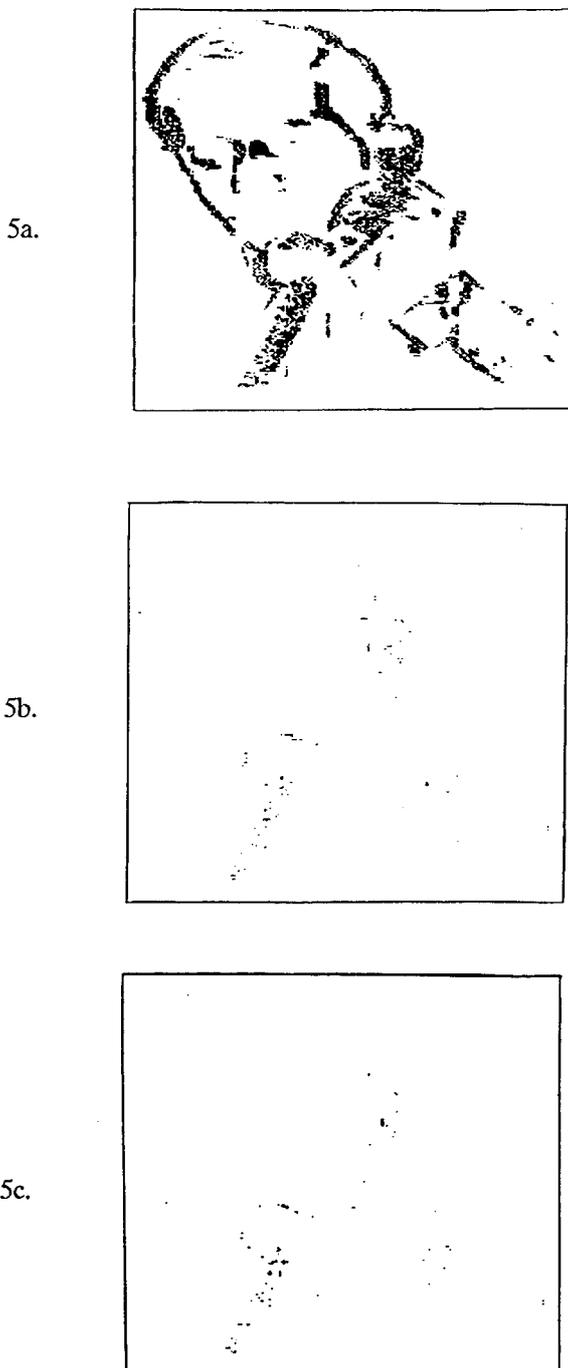


Fig. 5.

par les mesures objectives précédentes (1-4). Les résultats liés à la caractéristique de quantification à 4 niveaux sont donnés tableau 2, et la figure 5 montre les images des erreurs de reconstruction (a-MICDI, b-MICDI.MC, c-MICDI.MCMO).

	MICDI	MICDI.MC	MICDI.MCMO
PMSE	0.349799	0.007424	0.006941
NMSE	1.421354	0.030165	0.028201
PSE	24.72	41.37	41.66
NSE	18.63	35.28	35.54

Tableau 2

Ces résultats témoignent de l'intérêt de l'emploi du MICDI.MCMO intégrant la méthode modifiée d'estimation de déplacement des objets dans les séquences visio-phonie.

INTERPOLATION AVEC L'ALGORITHME MODIFIE

L'anisotropie des directions des déplacements peut s'employer pour améliorer la précision des valeurs dans un système d'interpolation inter-image [6]. Dans de tels systèmes où il est important d'avoir une bonne précision de l'estimation du déplacement, des modifications de la méthode en trois étapes ont été proposées. Les modifications, qui accroissent la précision de l'estimation du déplacement, sont effectuées d'une part en augmentant la taille de la zone de recherche par introduction d'étapes additionnelles, et d'autre part en changeant la géométrie des formes, pour les étapes de recherche, suivant l'anisotropie des directions des déplacements.

La figure 6 montre des possibilités de formes et de tailles de la zone de recherche. La figure 6.a correspond à une version avec toutes les étapes de recherche suivant une forme carrée (MCMO'a'). Sur la figure 6.b, les première et quatrième étapes possèdent une forme rhomboédrique, les autres une forme carrée (MCMO'b'); sur la figure 6.c, les première, seconde et quatrième étapes possèdent une forme rhomboédrique, les autres une forme carrée (MCMO'c').

Le tableau 3 montre les résultats de la simulation de toutes les versions possibles de recherche pour la séquence 'VOVA' :

Méthodes	PMSE	PSE	NMSE	NSE
MC	0.0537	32.6967	0.3332	24.7726
MCMO'a'	0.0490	33.0976	0.3038	25.1735
MCMO'b'	0.0481	33.1818	0.2980	25.2577
MCMO'c'	0.0459	33.3843	0.2844	25.4602

Tableau 3

La qualité des images reconstruites a été estimée par les mesures objectives (1-4) et par des expertises subjectives statistiques.

A partir de ces résultats, on peut voir clairement que pour toutes les versions modifiées, l'erreur quadratique décroît et le rapport signal à bruit augmente comparativement à la méthode en 3 étapes. Les meilleurs résultats s'obtiennent par la méthode modifiée

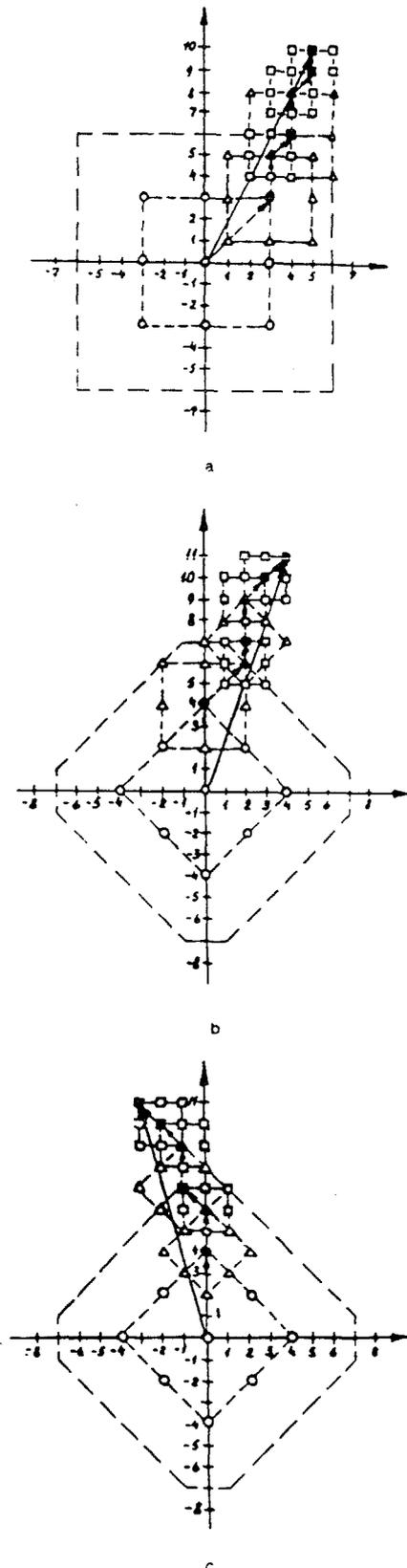


Fig. 6.

correspondant à la figure 6.c dans laquelle la forme adoptée à toutes les étapes est un rhomboïdre.

Cette méthode modifiée pour l'estimation des déplacements peut aussi s'employer pour faire de l'interpolation inter-image. Ainsi sur 3 images consécutives dans une séquence, on transmet seulement la première

image et le mouvement estimé pour la troisième. A la réception, on reconstruit la troisième image à partir de la première avec une compensation de mouvement. La seconde image est alors interpolée à partir de la première et de la troisième.

Le tableau 4 montre les résultats sur la séquence 'VOVA' d'une telle interpolation inter-image avec la méthode d'estimation de déplacement à 3 étapes et la méthode modifiée (correspondant à la figure 6.c). On note que les mesures objectives (1-4) sur l'interpolation inter-image avec méthode modifiée sont meilleurs que celles avec la méthode d'estimation trois étapes.

Methods	MPMSE	PSN	NMSE	NSN
MC	0.0138	38.6084	0.7610	21.1859
MCMO'c'	0.0120	39.2023	0.6679	21.7532

Tableau 4

CONCLUSION

Il existe une anisotropie des directions des déplacements dans les séquences d'images visio-phonie. Le changement de la forme géométrique suivant l'anisotropie constatée, conduit à une amélioration de la précision des algorithmes d'estimation de mouvement en 3 étapes. La précision peut en être accrue en introduisant des étapes de recherche additionnelles suivant les directions fortement anisotropes. L'utilisation d'un tel algorithme modifié améliore les performances d'un système de codage prédictif inter-image ainsi que celles d'un système d'interpolation inter-image.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] F. KRETZ : "Edges on visual scenes and sequences : Application fo filtering, sampling and adaptive DPCM coding", Image Sequence Processing and Dynamics Scene Analysis. NATO. ASI, ed. by TS.HUANG (1983).
- [2] D.H. HUBEL, T.N. WIESEL : "Brain mechanism of vision", Scientific American, special issue on the Brain, vol. 241, n° 3 (Sept. 1979).
- [3] F. BELLIFEMINE, A. CHIMIENTI et R. PICCO : "Classification Strategies for a DCT Coding Scheme with Vector Quantization and Motion Compensation", Latvian Signal Processing International Conference, Riga, vol. 1, pp. 71-75 (24-26 Avril 1990).
- [4] A.N. NETRAVALI, B.G. HASKELL : "Digital Pictures", Plenum Press.
- [5] V.M. MATOSOV, Yu.Sh. MODEBADZE, N.G. KHARATISHWILI, I.M. CHKEIDZE : "Methods for Motion Estimation at T.V. Images", Technology of Communication Technique, ser. All-Technical, n° 2, pp. 52-64 (1988).
- [6] I.M. CHKEIDE, G.M. KAKUBERI, L.I. GOGOBERIDZE, Z.M. GOGOLADZE : "Optimization Methods for Estimation of Displacement Vector at T.V. Images", Trans. of the GPI, 10(352), pp. 52-56 (1989).