

## Caractérisation et implémentation d'un modèle descriptif d'algorithmes de traitement d'images

Jean-Louis AMAT (1) (2), Georges KARAVIAS (2), Gérard YAHIAOUI (1)

- (1) advance. 15 rue des Champs. 92600 Asnières  
 (2) Université René Descartes (Paris V). 45 rue des Saints-Pères. 75006 Paris  
 Laboratoire "Systèmes Intelligents de Perception"

### RÉSUMÉ

Cet article présente un formalisme de description de fonctions de traitement d'images. Ce mode de représentation permet en particulier de décrire quelle est l'action globale d'un opérateur sur les caractéristiques d'une image. Celles-ci sont représentées sous forme de variabilités, le modèle permettant d'expliquer comment un algorithme de traitement affecte chaque variabilité. Ces travaux sont à la base du développement d'un atelier de génie logiciel : Licorne.

### Introduction

Un des principaux problèmes en traitement d'images est de réaliser un enchaînement efficace des opérations élémentaires, qui sont généralement disponibles sous forme de bibliothèques. Mais la première étape est de sélectionner les opérateurs les plus adaptés, avant de les combiner. L'expertise du concepteur de solutions consiste précisément, à partir d'une image, à définir une manière d'en extraire l'information souhaitée. Dans la pratique, il manque cependant un formalisme rigoureux permettant d'appréhender théoriquement la manière de sélectionner puis d'enchaîner les opérations élémentaires. Des travaux publiés à ce jour se sont consacrés à ces deux aspects, et ont donné lieu à des applications, souvent basées sur une

### ABSTRACT

We present in this paper a new model for describing image processing algorithms. This model allows to assert how an operator really acts on the image characteristics, described as variabilities. The model explains how a variability is affected by an operator, and helps selecting some algorithms to answer some specific problems. This work was the basis for the development of a CASE tool : Licorne.

approche "mécaniste" (correspondance entrée/sortie) pour l'enchaînement des fonctions de traitement d'images (AMA86, SER89). Par ailleurs, ce type de modélisation a permis le développement d'outils d'aide à l'utilisateur afin de manipuler des séquences complexes d'opérateurs de traitement (THO88).

Nous travaillons sur des applications nécessitant d'intégrer efficacement des techniques algorithmiques avec des techniques neuronales, dans un cadre industriel. Pour cela, nous avons mis au point un formalisme de description de problèmes, décrit par la méthode AGENDA (YAH92). Cette approche descriptive des différents éléments de solution d'un problème nous a amenés à proposer une modélisation des algorithmes de traitement d'images, représentant leur action sur des caractéristiques globales de l'image.



données). La conception de la chaîne de traitement permet donc d'éliminer par traitement la plupart des variabilités du problème, et de faire traiter les autres par les techniques neuronales, ce qui assure l'optimisation des performances de l'architecture et des caractéristiques (volume, qualité) de la base d'apprentissage (YAH92).

### Modélisation des traitements.

Apprécier l'action d'un algorithme de traitement sur une image ne se fait pas automatiquement. Le problème de validation n'est pas encore résolu. Par contre, nous avons décidé de proposer une aide à la conception de séquences, qui permette de sélectionner des types d'opérateurs pour répondre à des types de problèmes. Notre démarche n'est pas d'automatiser le choix des opérateurs ou leur enchaînement, mais plutôt de proposer des solutions possibles.

Parmi les approches permettant de modéliser les opérateurs de traitement, la plus employée est une approche de type "objets". Les structures d'objets permettent en effet de décrire des classes d'opérateurs (extracteurs de contours par exemple), puis à l'intérieur d'une même classe, de préciser des fonctions particulières, de donner le nombre d'entrées/sorties, etc. Ces méthodes de représentation sont aujourd'hui classiques et bien connues. Néanmoins, il n'existe pas de théorie permettant de proposer un enchaînement d'opérateurs pour résoudre un problème de traitement d'images.

Le formalisme proposé permet d'introduire des notions plus appliquées sur l'action effective d'un opérateur de traitement sur l'image. Cette action va consister à altérer des caractéristiques des images, et en particulier les variabilités. La difficulté

de la modélisation repose en fait sur le choix des variabilités que l'on utilise. La problématique d'une application peut se résumer à éliminer les variabilités nuisibles (bruit par exemple), et mettre en évidence les variabilités utiles, qui servent à établir une décision. Cette connaissance est représentée sous la forme d'un tableau ayant pour entrées les variabilités, et les algorithmes retenus.

### Implémentation des modèles.

Parmi les variabilités identifiées en traitement d'images, nous pouvons mentionner : contraste, contours, texture, bruit, dynamique, taille des objets, nombre d'objets, échelle, rotation, symétrie, homogénéité, ...

Mettre en œuvre le modèle descriptif d'algorithmes que nous proposons consiste à établir et à coder, pour chaque variabilité, l'action d'un opérateur, à savoir : explicite (+), élimine (-), sans effet (=), ou indéterminée (?). Le tableau suivant montre une façon de décrire selon cette approche l'action des opérateurs "érosion" et "dilatation" sur des variabilités générales en traitement d'images.

Variabilités	Erosion	Dilatation
contraste	=	=
contours	-	+
texture	=	=
bruit	-	+
dynamique	=	=
nb couleurs	=	=
niveau moyen	-	+
taille objets	-	+
taille artefacts	-	+
nb artefacts	-	?
linéarité	-	+
courbes param.	=	=
échelle	=	=
rotation	=	=
transposition	=	=
homogénéité	-	-
fractalité	=	=
périodicité	-	-
entropie	=	=



Un des intérêts de cette modélisation est qu'elle n'est pas figée. On peut l'adapter à son propre problème, et définir finement, en fonction de ses contraintes applicatives, comment un opérateur de traitement agit. Cela permettra de réutiliser cette connaissance dans le même contexte. En effet, cette notion de variabilité étant purement descriptive, elle relève d'un processus en partie subjectif, et peut donc être adaptée d'un problème à un autre.

Il est à noter en particulier que nous ne proposons pour l'instant qu'une graduation nette : élimination ou explicitation des variabilités. Cette approche permet de sélectionner des opérateurs de manière binaire. Nous envisageons de décrire plus finement leur action dans l'implémentation du modèle, en précisant : "élimine complètement", "atténue légèrement", etc. Cela permettra de proposer non pas une liste de choix équivalents, mais une liste par ordre décroissant de possibilité.

Par ailleurs, les algorithmes décrits étant appelés à l'exploitation à l'intérieur d'une séquence, le fait de connaître leur action sur l'ensemble des variabilités du problème permet de s'assurer qu'on n'élimine pas sans raison une variabilité utile.

### Conclusion

Le modèle que nous présentons ici a l'avantage d'une grande généralité. Il permet non seulement de traiter des gammes très différentes d'applications du traitement d'images, mais est également transposable à d'autres disciplines telles que le traitement du signal où l'analyse de données. Ce modèle générique de description de problèmes en termes de variabilités permet également de résoudre

efficacement l'intégration des techniques neuronales avec les techniques algorithmiques. Le graphe agenda présenté plus haut permet notamment de comparer plusieurs types de solutions : purement algorithmique, purement neuronale, mixte, avec des indications sur le coût de chaque solution, en termes de complexité des algorithmes, de l'architecture et du volume de la base d'apprentissage.

Tous ces concepts ont été implémentés dans un atelier logiciel, Licorne, dont le module algorithmique permet de capitaliser et d'exploiter une expertise formalisée en traitement d'images et du signal, et de la transmettre.

### Références

- (AMA86) "*Design of a vision system for remote sensing : modelling image processing sequences*",  
J.L. Amat, J.P. Rogala, F. Momal  
IAPR, 8th Int. Conf. on Pattern Recognition, Paris, Oct. 1986.
- (MAT88) "*Expert systems for image processing. Knowledge-based composition of image analysis processes*",  
T. Matsuyama,  
IAPR, 9th Int. Conf. on Pattern Recognition, Rome, 14-17 Nov. 1988.
- (THO88) "*OCAPI: a monitoring tool for the automatic control of image processing procedures*",  
M. Thonnat, V. Clement,  
IMACS World Congress, Paris, July 1988.
- (SER89) "*Exemple de conception mécanique d'opérateurs de traitement d'images*",  
V. Serfaty-Dutron, B. Hoeltzener-Douarin,  
AFCET, 7ème congrès RFIA, Paris, Novembre 1989.
- (DAL91) "*Modèle de description d'opérateurs de traitement d'images*",  
P. Dalle, J.M. Inglebert,  
AFCET, 8ème congrès RFIA, Lyon, Novembre 1991.
- (YAH92) "*Un cadre méthodologique dédié à la conception de solutions neuronales : la méthode AGENDA*",  
G. Yahiaoui,  
EC2, NeuroNîmes 1992.