



## **Un modèle symbolique pour la représentation des opérateurs d'analyse et d'interprétation de signaux.**

Jean-Louis AMAT

### **INFOROP *Techniques Avancées***

14/30 rue de Mantes.

92700 Colombes.

#### RÉSUMÉ

Les applications de l'Intelligence Artificielle se sont révélées efficaces dans le contrôle des processus, mais également dans le développement de structures de données et connaissances adaptées pour le traitement du signal et des images. Le modèle présenté ici tient compte des entrées/sorties des opérateurs et de leur fonction pour parvenir à la construction de séquences utilisables.

#### Introduction

Plusieurs difficultés majeures sont inhérentes aux domaines du traitement du signal et de l'image. Ceci est dû au fait que l'on se heurte ici à des problèmes perceptifs, que l'on ne sait pas encore appréhender avec les modèles disponibles aujourd'hui, si ce n'est avec les réseaux neuronaux (14), mais cette technique ne fournit pas de modèle explicite.

Une des principales difficultés pour la construction de systèmes automatiques en traitement du signal est la définition d'un algorithme efficace qui passe par l'enchaînement de plusieurs opérateurs élémentaires. Or, si les ouvrages théoriques donnent une description mathématique rigoureuse des

#### ABSTRACT

In the field of signal processing, Artificial Intelligence applications are efficient in process control, but also in designing data and knowledge structures for image and signal. This includes knowledge about operators describing basic algorithmic functions, and their sequencing. We present here a model based on operators input/output and functions description allowing sequence building.

opérateurs, il n'existe pas de théorie qui permette de définir quel ensemble d'opérations à effectuer, dans quel ordre, et de quelle manière, sans oublier les problèmes de réalisation informatique.

La volonté actuelle de tendre vers l'automatisation des traitements afin de réaliser des systèmes dotés d'autonomie se heurte à ces difficultés, pour lesquelles l'Intelligence Artificielle propose des solutions (5,7,8).



## **Modèles de données**

Avant de définir une modélisation des opérations que l'on utilise, il est important de définir les opérands de ces fonctions, c'est-à-dire les différents types de signaux ou d'images et de paramètres. Une telle modélisation est en effet le point clé de tout système. Un opérateur sera considéré à un niveau opérationnel comme réalisant une fonction ayant des données en entrée et en sortie. Une description complète de ces fonctions doit donc inclure les données.

Dans le cas du traitement d'images, plusieurs tentatives ont été faites pour concevoir un modèle standard, mais on se heurte ici à la définition sémantique d'une image. Néanmoins, on pourra toujours définir un signal image selon quatre classes de paramètres qui sont :

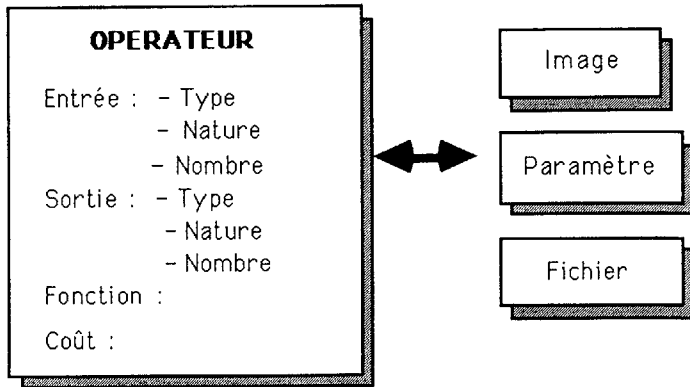
- L'origine
- La géométrie
- Le support
- Le contenu

Si les trois premières sont faciles à préciser, le contenu d'une image est une notion qui recouvre plusieurs niveaux de signification. On peut y décrire aussi bien la répartition statistique des pixels de l'image (histogrammes) que la description complète, sémantique ou symbolique de tous les objets contenus. Les travaux dans le sens de cette modélisation sont à rapprocher des bases de données d'images, obligées de compter avec une description sémantique des données.

S'il existe des modèles symboliques des signaux ou, dans le cas de l'image, des objets à identifier, une telle connaissance n'est pas suffisante, car elle n'explique pas le moyen d'extraire ces objets. Il faut disposer pour cela de modèles des opérateurs et de moyens de les combiner entre eux. Un spécialiste en traitement d'images sera capable, à la vue d'une image, de déterminer quelle est la meilleure stratégie d'analyse, c'est-à-dire quel est le meilleur enchaînement d'opérations élémentaires parmi celles disponibles.

L'approche présentée ici s'appuie sur un modèle "objet" des opérateurs. Elle consiste à définir une représentation des opérateurs élémentaires suivant une décomposition hiérarchique. L'intérêt d'une telle structure hiérarchique est de pouvoir se donner une classification par types de traitements et donc de structurer a priori les connaissances sur les algorithmes en les regroupant en familles. Cependant, si une telle description hiérarchique est nécessaire, il apparaît qu'elle ne saurait être unique; il existe plusieurs manières de structurer les opérateurs selon les applications envisagées (par fonction, par nombre d'entrées, ...). De plus, l'approche objet utilisée permettra de donner une description aussi fine que possible de toutes les caractéristiques pouvant intervenir à différents niveaux :

## **Des opérateurs**



La fonction décrite ici fait référence à l'utilisation de l'opérateur. Là-aussi la finesse de la description dépendra de l'utilisation finale. L'héritage de propriétés va permettre de répartir la connaissance sur le fonctionnement des opérateurs élémentaires aux niveaux adéquats pour l'utilisation. Par exemple, on pourra définir une catégorie FILTRAGE avec des propriétés sur le nombre d'entrées et de sorties et des contraintes sur leur type. Tous les descendants de cet objet dans la hiérarchie, c'est-à-dire tous les filtres décrits dans le système hériteront systématiquement de ces propriétés.

#### FILTRAGE

- LINEAIRE
- CONVOLUTION
- FOURIER ...
- NON-LINEAIRE
- HOMOMORPHIQUE ...

Selon le degré de complexité des applications (et la nature des informations que l'on désire traiter) il sera possible de définir des processus permettant de construire des séquences de ces opérateurs pour définir une stratégie d'analyse (5,8).

La construction d'un système pour automatiser le traitement demandera donc d'intégrer ces modes de

représentation avec un raisonnement de manière à :

- Choisir la meilleure séquence d'opérateurs, en fonction des contraintes du contexte, éventuellement du coût d'utilisation,

- Appliquer cette séquence, en utilisant les données disponibles et en ajustant les valeurs des paramètres nécessaires à certains traitements

- Juger du résultat

La plupart des systèmes existants aujourd'hui se contentent de fournir une assistance pour élaborer une séquence opérationnelle sous le contrôle d'un spécialiste, puis d'ajuster les paramètres des opérateurs (6, 8, 9).

La conception d'un système autonome se heurte au troisième point évoqué qui est juger de la qualité d'un traitement. Ceci est un problème d'apprentissage et de perception pour lequel il n'existe pas aujourd'hui de réponse satisfaisante. Néanmoins, dans le cadre d'une application restreinte on peut envisager de définir un ensemble de traitements et leur fonctionnement de manière assez exhaustive pour fonctionner sur un type d'image lui aussi bien décrit pour en extraire des objets connus(1,2,4). Dans ce cas l'automatisation effective des traitements permet de pousser plus loin les aspects reconnaissance de formes pour effectuer par exemple un recalage par appariement d'objets symboliques en utilisant un raisonnement hypothétique (2).

#### **Conclusion**

Les perspectives d'utilisation de telles représentations sont multiples. On a vu



des applications de type systèmes expert pour le recalage, dans le cadre de système autonomes. Néanmoins, en raison de la difficulté de préciser la connaissance, de tels systèmes semblent devoir rester minoritaires. Il faut plutôt voir l'utilisation de ces techniques de modélisation comme un outil destiné au spécialiste, lui permettant une manipulation de haut-niveau des entités "signal", "opérateur", "paramètre", "contexte". La représentation présentée ici permet facilement de constituer un langage dédié d'opérateurs unifiant ces concepts (3).

### **Références**

[1] A remote sensing information system for automatic data processing and management,  
J.L. Amat, Y. Rabu,  
ASPRS, AutoCarto 89, Baltimore, April 1989.

[2] Reconnaissance automatique d'objets cartographiques dans une image aérienne. Application au recalage radar/carte,  
J.L. Amat, P. Nugues, J. Blanquart, G. Grenier,  
7ème congrès RFIA, Paris, Nov. 1989.

[3] Natural language communication with pictorial information systems,  
L. Bolc ed.  
Springer Verlag, 1984.

[4] Knowledge-based target recognition systems evolution  
J.F. Gilmore  
SPIE, Optical Engineering, Vol 30 N°5, May 1991

[5] Expert systems for image processing. Knowledge-based composition of image analysis processes,  
T. Matsuyama,  
IAPR, 9th Int. Conf. on Pattern Recognition, Rome, Oct. 1988.

[6] Exemple de conception mécanique d'opérateurs de traitement d'images,  
V. Serfaty-Dutron, B. Hoeltzener-Douarin, B. Zavidovique  
7ème congrès RFIA, Paris, Novembre 1989.

[7] Using expert systems for image understanding,  
P. Suetens, A. Oosterlinck,  
Int. Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence Vol 1 N°2, 1987.

[8] Knowledge-based image processing system : IPSSENS II  
R. Taniguchi, M. Amamiya, E. Kawaguchi,  
3rd Int. Conf. on Image Processing and its Applications, Warwick, 1989

[9] OCAPI : an Artificial Intelligence tool for the automatic selection and control of image processing procedures,  
M. Thonnat, V. Clément,  
Data analysis in Astronomy, Plenum, 1989.

[10] Traitement non-linéaire des images. Application d'un modèle biologique de la rétine,  
G. YAHIAOUI, N. AZMY, J.F. VIBERT  
13ème colloque du GRETSI, Juan-Les-Pins, Septembre 1991.