

APPLICATION DES RESEAUX DE NEURONES A LA
RECONNAISSANCE AUTOMATIQUE DE CIBLES IR

Roger SAMY - Michel SIRIEIX

Direction de la Recherche et la Technologie / Division Optronique et Défense
SOCIETE ANONYME DES TELECOMMUNICATIONS - 41 Rue Cantagrel - 75013 PARIS (FRANCE)

RÉSUMÉ

Cet article présente une étude prospective sur les applications potentielles des réseaux de neurones pour la reconnaissance automatique des cibles.

Ce problème peut être décomposé en plusieurs étapes dans les traitements des images I.R.

On se propose d'examiner la contribution de cette nouvelle technique par l'apport des algorithmes et architectures parallèles à chaque étape de traitements conduisant à la reconnaissance des cibles.

Enfin, les technologies de traitements permettant de réaliser ces réseaux sont examinées.

I - INTRODUCTION

La reconnaissance automatique de cibles à partir de signaux issus de différents capteurs (TV, IR, Radar, Sonar, ...) reste une préoccupation majeure des systèmes de veille ou de poursuite. Ce problème a été abordé dans le passé, par des techniques classiques de classification de données (statistique, analyse déterminante) qui se heurtent aux problèmes d'apprentissage sur des bases de données importantes dues à la grande sensibilité des images IR aux conditions de propagation météorologique.

Plus récemment les techniques d'intelligence artificielle [4] (ex : systèmes à base de connaissance) ont permis d'apporter une certaine souplesse à ces systèmes de reconnaissance mais l'autoadaptabilité vis-à-vis de l'environnement variable reste faible.

Les réseaux de neurones par des algorithmes et architecture parallèles et leur faculté de généralisation à partir de base d'apprentissage constituent une voie prometteuse pour les systèmes optroniques

ABSTRACT

This paper present a review on application of neural network technology on Automatic Target Recognition (A.T.R.) Generally speaking, this A.T.R. system have many steps in IR images processing.

We examine the contribution of this new technique by parallel algorithms and architectures in each step of the processing toward the recognition of targets.

Finally, we present technologies for implementing neural networks.

II - POSITION DU PROBLEME

Le problème de reconnaissance de cibles à partir d'images IR est plus simple que la vision artificielle dans la mesure seuls un nombre limité d'objets est à reconnaître. Cependant, un tel système est difficile à réaliser car il doit opérer dans des environnements très variables et les cibles qui sont non coopératives.

La reconnaissance de formes tridimensionnelles à partir des images bidimensionnelles induit des problèmes mal posés dans les traitements de bas niveau.

Un des problèmes majeur de la reconnaissance de cibles est qu'une même cible peut être perçue de façon très différente suivants la présentation vis-à-vis du capteur. Il sera donc nécessaire d'obtenir une représentation compacte qui tienne compte de ces variations.



III - CALCUL PARALLELE POUR LA VISION DE BAS NIVEAU

Les systèmes de reconnaissance doivent avoir une représentations des cibles et des fonds qui doivent être robustes aux diverses évolutions des signatures et d'environnements.

En vision artificielle, la description géométrique de la forme des objets constitue une bonne base d'une telle représentation.

Cependant, il faut souligner que l'extraction de telles informations 3D à partir d'images 2D est un problème mal posé.

On parle de problèmes mal posés quand la solution n'existe pas, n'est pas unique ou ne dépend pas de façon continue des données initiales. Plusieurs problèmes de vision bas niveau sont mal posés : l'appariement stéréo, l'estimation du flot optique, la détection des contours.

La théorie de la régularisation est une des approches pour résoudre ces problèmes mal posés.

L'utilisation des champs markoviens constitue une autre approche [3].

Les champs de Markov peuvent être exploités pour intégrer des informations très différentes entre elles.

Ces modèles markoviens sont utilisés pour la restauration d'images floues et bruitées.

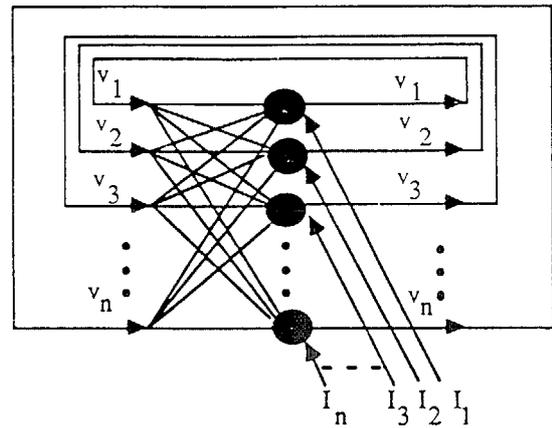
La segmentation d'images, l'estimation du flot optique [1] et la stéréovision.

Les problèmes de vision de bas niveau peuvent être formulés comme des minimisations d'une fonction coût ou fonction d'énergie qui fournit la solution.

Des techniques de minimisation par recuit simulé ont été exploités et ainsi que des méthodes de descente de gradient.

Les réseaux de neurones totalement connectés du type Hopfield peuvent être une solution aux problèmes de minimisation d'une fonction d'énergie.

L'algorithme de minimisation d'énergie issu des réseaux de Hopfield est équivalent à celui du recuit simulé où l'on a fixé la température.



Les réseaux de neurones du type Hopfield

IV - APPRENTISSAGE

Les systèmes de reconnaissance doivent pouvoir acquérir automatiquement des informations sur leur environnement pour s'adapter à des situations évolutives.

L'apprentissage des réseaux de neurones constitue un avantage majeur pour l'acquisition automatique et l'affinement automatique de paramètres.

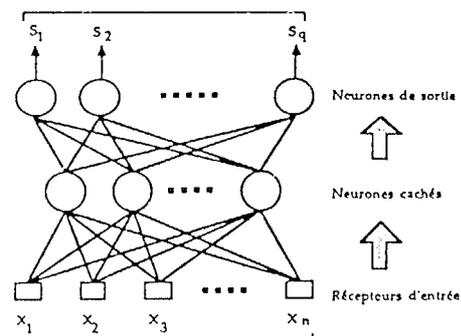
Cet apprentissage permet d'économiser le temps de mise en oeuvre de systèmes à base de règles et des bases de données sur les cibles et les environnements.

L'affinement des paramètres permet d'augmenter les performances de reconnaissance. L'algorithme d'apprentissage par rétropropagation du gradient qui permet les coefficients synaptiques de chaque unité d'un réseau multicouche constitue une évolution importante.

Cet algorithme de rétropropagation de gradient a été rapproché de celui du filtrage de Kalman étendu.

L'algorithme basé sur la descente du gradient, possède une convergence très lente. Il a été proposé des algorithmes permettant d'accélérer la convergence et possédant une formulation récursive.

Ces algorithmes d'apprentissage permettent d'estimer les paramètres liés aux modèles de champ markovien



V - EXTRACTION DE PRIMITIVES

Comme il est pratiquement impossible de corrélérer toutes les cibles avec les versions correspondantes aux différentes présentations, il est nécessaire de les représenter par un ensemble de primitives pertinentes. Cet ensemble de primitives doit être suffisamment large et discriminante.

Le choix des primitives constitue une étape importante des systèmes de reconnaissance de cibles.

On cherche alors des primitives attachées aux cibles qui soient invariantes dans les transformations géométriques (rotation, homothétie,...).

Les réseaux de neurones peuvent y contribuer de trois façons distinctes : les algorithmes parallèles d'extraction des primitives classiques et les architectures massivement parallèles.

Ils permettent aussi de résoudre le problème de la sélection de primitives par des algorithmes d'apprentissage.

Les réseaux de Kohonen présentent la possibilité de s'autoadapter à un signal d'entrée en modifiant les interconnexions entre les limites.

Les réseaux sont utilisés en compression d'images et en particulier en quantification vectorielle.

Il en est de même pour les réseaux auto-associatifs qui permettent de réduire la dimension des données.

Ils sont équivalents aux techniques d'analyse en composantes principales, mais cependant, leur non-linéarité leur permet une performance supérieure aux techniques classiques.

Enfin, les réseaux de neurones sont en mesure d'intégrer des primitives hétérogènes. L'analyse des poids synaptiques permet de mesurer la participation d'une primitives à une tâche de classification.

VI - TRAITEMENT SYMBOLIQUE ET SYSTEME EXPERT

Le traitement symbolique permet de réaliser la reconnaissance des cibles à partir de la vision de bas niveau et l'extraction de primitives.

Les réseaux de neurones permettent l'intégration des connaissances par des algorithmes parallèles d'optimisations (Modèle de Hopfield).

Par ailleurs, l'apprentissage permet de développer des systèmes experts de façon efficace.

Les tâches de vision symboliques qui requièrent des optimisations, peuvent être traitées par les réseaux de neurones.

L'avantage majeur des réseaux de neurones à ce stade du traitement symbolique est la réduction du temps de développement comparée aux systèmes à base de règles.

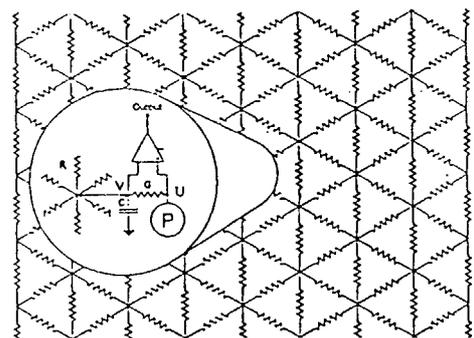
VII - DEVELOPPEMENTS, MATERIELS

Les modèles de réseaux de neurones sont lourds en coût de calcul sur les machines séquentielles. La simplicité de calcul de chaque élément est simple, il est raisonnable de réaliser des architectures massivement parallèles [10].

Les premières réalisations matériels de ces calculs ont été grâce à l'électronique analogique : les rétines artificielles qui intègrent les prétraitements de bas niveau.

Cependant les réalisations plus récentes reposent sur l'électronique digitale qui apporte la souplesse dans la paramétrisation des traitements.

L'autre voie pour ces procédés de réalisation introduit le calcul optique où le produit matrice-vecteur est réalisé grâce à des composants opto-électroniques.



les rétines artificielles : Mead [7]



VIII - CONCLUSION

La technologie des réseaux de neurones peut apporter deux solutions nouvelles dans les systèmes de reconnaissance de cible:

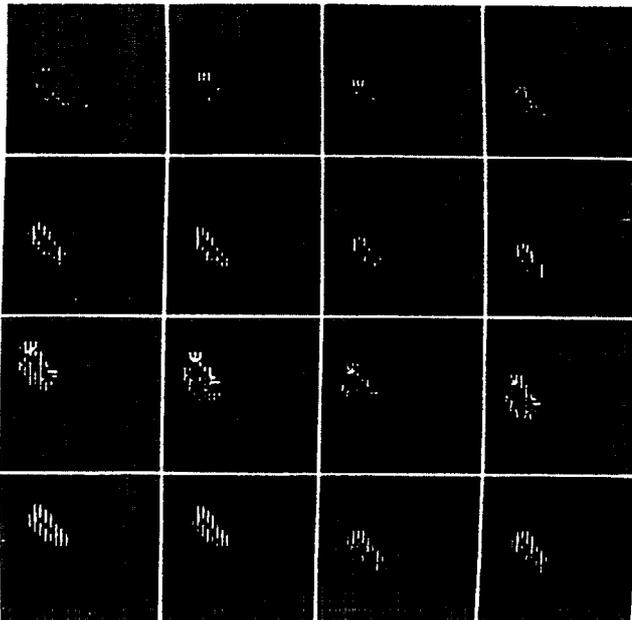
- 1) le parallélisme massif pour réaliser les traitements de bas niveau de façon compacte.
- 2) la souplesse d'adaptation grâce aux algorithmes d'apprentissage.

Les outils algorithmiques des réseaux de neurones peuvent être exploités pour résoudre les problèmes de reconnaissance de cibles.

Les réseaux totalement connectés du type Hopfield permettent de réaliser des optimisations rapides pour le calcul du flot optique stéréoscopie, la restauration et la segmentation d'images.

L'apport essentiel des réseaux de neurones repose sur les algorithmes d'apprentissage qui permettent l'acquisition de reconnaissances et l'affinement des systèmes pour réaliser les systèmes experts (basés sur des règles) et sont surtout utiles pour adapter le système aux changements d'environnement et de même qu'à la sélection des primitives.

Le programme européen de Défense : EUCLID permettra de valider ces propos grâce à des outils logiciels de simulations sur les données multisenseur.



[11] estimation du flot optique

* Contrat DRET 90/366

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Y.T. ZHOU, R. CHELLAPPA
Stereo Matching Using a Neural Network
Int. Conf. on I.C.A.S.S.P / IEEE (1988)
- [2] A.R. WEBB
"Application of Neural Networks in Military System"
MM' 90 Military Microwaves, RSRE London (1990)
- [3] R. AZENCOTT
"Synchronous Boltzman Machines and outline based Image Classification"
ICNN - Paris (1990)
- [4] B. BHANU
'Automatic Target Recognition State of Art"
IEEE / A.E.S - Trans. Vol 22, n° 4 (1986)
- [5] R. BUCHAMAN
"Automatic Target Recognition on the connection machine"
A.P.L. Technical Digest Vol. 10 N° 3 (1989)
- [6] SR ROGERS, M. KABRISKY
"The use of Neural Network in Target Recognition"
SPIE Application of Artificial Neural Network Vol. 1294 Orlando (1990)
- [7] C. KOCH, C. MEAD
"Computing motion using resistive network"
SPIE (1988)
- [8] R.P. LIPMAN
"An introduction to computing with Neural Network"
IEEE/ICA SSP Magazine (1987)
- [9] M.W. ROTH
"Neural Networks for Extraction of weak Targets in High Clutter Environments"
IEEE / Trans. System Mass and Cybernetics (1989)
- [10] DARPA
Neural Network Study Fair fax.
VA AFCEA Int. Press (1988)
- [11] R. SAMY - "Infrared Target Motion Estimation Using a Neural Network"
Applications of Artificial Neural Networks SPIE, Vol.1294, Orlando (1990)