

Le contrôle-commande n'aime pas assez les neurones !



Malgré de nouvelles applications dans des domaines très variés et des avantages indéniables dans certains cas, les réseaux de neurones peinent encore à séduire les industriels pour piloter leurs procédés.

Le constat est sans ambiguïté. En introduction d'une journée organisée par la Société française de génie des procédés (SFGP) et la Société de l'Electricité, de l'Electronique et des TIC (SEE) intitulée : « Réseaux de neurones pour le contrôle et la surveillance de procédés », Patrice Kiener, président d'Inmodelia et Maître de cérémonie d'un jour, le regrettait : « depuis 2004, je n'ai trouvé aucun événement, aucune conférence consacrée à ce sujet ». Et pourtant, ces techniques un peu obscures et associées à la modélisation, peuvent aussi trouver de beaux débouchés dans la commande de procédés.

C'EST QUOI ? A QUOI ÇA SERT ?

Un réseau de neurones est un modèle de calcul dont la conception est globalement inspirée du fonctionnement des neurones biologiques. Il s'agit de construire un modèle de type « boîte noire », qui calcule en continu (en utilisant une combinaison linéaire de fonctions paramétrées) une valeur estimée de sortie, en fonction de la valeur de ses entrées. Ces

réseaux passent par une phase d'apprentissage et s'auto-optimisent au fur et à mesure qu'ils accumulent les données qu'ils accumulent les données d'entrée. Ils sont alimentés par des informations issues de l'expérience (boucle ouverte) ou du système lui-même (fonctionnement en boucle fermée. On parle aussi de système dynamique). Quand les utilise-t-on ? D'abord, « lorsque les méthodes classiques sont insuffisantes pour construire un

modèle précis, répond Gérard Dreyfus, professeur à l'Ecole supérieure de chimie et physique de la ville de Paris (ESC-PI). *On les utilise aussi lorsque l'on a des connaissances mais que les modèles sont trop lents pour être utilisés dans une commande. On construit alors des méta-modèles alimentés par les résultats des simulateurs.* »

Cette technique offre des avantages intéressants pour les industriels, notamment dans la conduite des procédés agroalimentaires et biologiques. Dans ce domaine, en effet, « il n'est pas toujours possible de mesurer la grandeur physique à suivre », explique Eric Latrille, de l'INRA à Narbonne, soit

parce que le capteur adéquat n'existe pas, soit parce que l'information recherchée n'est pas mesurable physiquement. Dans ces cas-là, on utilise des capteurs « logiciels », qui calculent la grandeur recherchée à partir d'autres informations, grâce à des réseaux de neurones.

DES APPLICATIONS AU COMPTE-GOUTTE

Si on en parle peu, les applications industrielles des réseaux de neurones pour la commande des procédés industriels existent. On en trouve même certaines récentes. Le spécialiste de l'automatisation Emerson Process Management, par exemple, a mis en œuvre cette

Programmée sur un processeur, la commande d'Orythie pilote les 6 pattes de son robot en boucle fermée.

technique pour la conduite d'une unité de chloration. Objectif : réduire la teneur en solvant de l'unité en gardant un niveau nécessaire pour ne pas colmater les installations. Difficulté technique majeure : « *le suivi de la teneur en chlorates passait par des mesures en laboratoire, qui arrivaient 8 heures après le prélèvement* », se souvient Laurent Berton, ingénieur chez Emerson. Difficile, donc de se servir de cette information pour piloter le processus... L'utilisation de réseaux de neurones a alors permis de reconstituer un modèle à partir des données collectées et de rapprocher la ligne de points de consignes optimaux selon le produit à réaliser.

Dans un tout autre domaine, le bureau d'études parisien Orythie développe actuellement un prototype de robot à 6 pattes. 18 degrés de libertés à piloter en permanence pour faire avancer l'engin ! Profitant du fait qu'il avait opté pour des servomoteurs du commerce contenant un moteur, un réducteur et un capteur interne, le meneur du projet Valéry Hamel a décidé de mettre en œuvre des réseaux de neurones pour piloter son robot. Ses ingénieurs ont construit leur système eux-mêmes, assuré son apprentissage par différentes méthodes et programmé l'ensemble dans un microprocesseur embarqué.

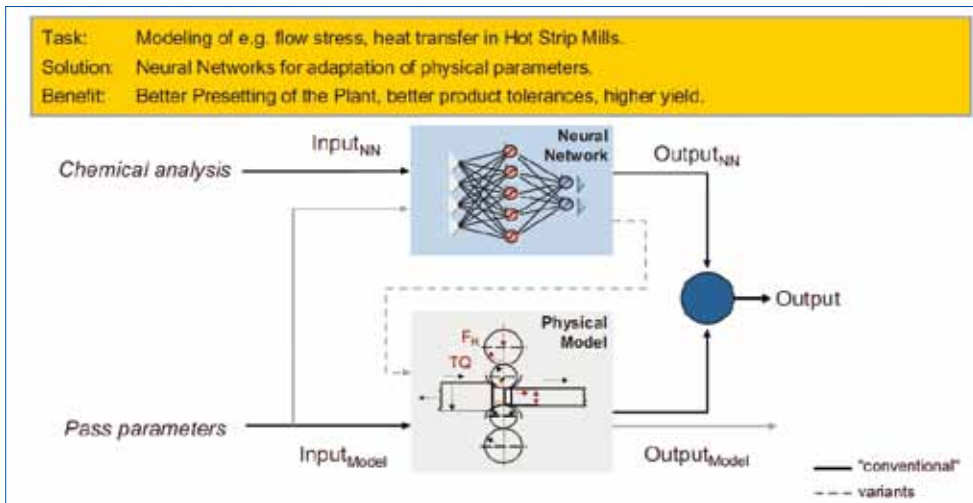
Dans la sidérurgie aussi, les réseaux de neurones peuvent apporter leur petit plus. Siemens VAI, par exemple, les a utilisés dans une application de laminage à chaud, mais dans une version très particulière, dite hybride, qui « *combine une approche physique et une correction par des réseaux de neurones* ». La commande s'appuie

donc sur les lois de la physique et un système déporté à réseau de neurone calcule en ligne les corrections à apporter sur le plus long terme pour compenser les phénomènes non modélisables. Le résultat semble minime, puisque Siemens VAI a ainsi gagné de l'ordre du millimètre sur des épaisseurs de près de 2000 mm, mais cela représente tout de même une économie substantielle à la fin de l'année...

Autre application, très récente : l'entreprise rennaise AC Système vient de mettre au point, grâce aux réseaux de neurones, une machine de... tri de poissons pour la criée de Lorient. La tâche consiste à diriger les poissons pêchés dans deux bacs différents selon leur variété (pour la commande, on parlera de classe), en se basant sur l'analyse d'une image du poisson. Dans cette application, chaque poisson est défini selon 28 descripteurs qui permettent de définir sa classe, parmi 10. La solution ? Le système analyse chaque nouveau poisson et détermine parallèlement sa probabilité d'appartenance à chaque classe existante, puis prend sa décision en choisissant le meilleur score. La machine fonctionne et sera installée à Lorient cet été. Et déjà, AC Système travaille sur le passage de 10 à 48 espèces de poissons...

POURQUOI ÇA NE DÉCOLLE PAS ?

Des applications nouvelles, il y en a, mais il y en a peu et « *les plus belles applications sont confidentielles* », note Patrice Kiener. Ce qui manque pour que cela explose enfin ? « *Il faut la disponibilité de réseaux de neurones en ligne dans les matériels industriels, surtout*



Sur les dernières générations de laminoir de Siemens VIA, une commande hybride mélange système classique et correction d'erreur par réseau de neurones.

pour les réseaux bouclés », déclare-t-il. Certes, cela constituerait un avantage, mais ce n'est certainement pas suffisant. La preuve avec Emerson. « La technologie est présente dans le DeltaV depuis plusieurs années, mais nous mettons en place environ une commande utilisant les réseaux de neurone chaque année », reconnaît Laurent Berton. En outre, son système ne traite actuellement que les systèmes en boucle ouverte et se limite à 40 paramètres.

Et les autres constructeurs de matériels d'automatisation ? Chez Schneider, la technologie n'est pas intégrée dans les automates. « Le problème avec les réseaux de neurones, c'est qu'il n'y existe pas de classification simple, qui donnerait par exemple le nombre de réseaux à mettre en place pour construire un capteur logiciel. Il faut des bibliothèques à proposer aux industriels pour que ce soit rapide à mettre au point et accepter de perdre en performance pour gagner en simplicité », déclare Patrice Delesalle, de Schneider Electric.

Quant à Siemens, l'application du laminoir prouve que l'Allemand maîtrise la question, mais

l'utilisation de cette technique passe pour lui par l'emploi de serveurs externes et il n'est manifestement pas prévu d'intégrer des réseaux de neurones dans les automates industriels classiques.

UN MANQUE DE CONFIANCE

Tout ne peut pas se résumer à un problème de matériel.

Pour bon nombre d'industriels, les réseaux de neurones sont souvent mal compris et associés, à tort, à des technologies de science-fiction. En résulte un manque de connaissances et, surtout, de confiance des décideurs. Par exemple, « il y a une vraie réticence à utiliser les réseaux de neurones pour le diagnostic dans les appareils médicaux », reconnaît Marie-Véronique Le Lann, chercheur

au LAAS. En outre, « ce qui gêne dans les réseaux de neurones, c'est qu'on définit assez mal le domaine de validité des modèles », déclare Daniel Lafaye de Michaux, de GPC System. Là encore, rien de très rassurant pour l'utilisateur...

Les besoins en formation à ces techniques pour les automatismes, mais aussi les opérateurs, constituent un autre frein important. Ces techniques sont-elles donc condamnées à rester anecdotiques dans la conduite de procédés ? Pas si sûr. En effet, pour les spécialistes, de jeunes ingénieurs qui ont été, si ce n'est formés, au moins sensibilisés à la question, arrivent actuellement aux commandes des entreprises et des sites de production. « Cela va peut-être changer les choses », espère Patrice Kiener. En tout cas, bon nombre des participants à la journée de la SFGP et de la SEE ont sollicité les organisateurs pour donner une suite à cette journée... ■

Sur cette machine de AC Système, chaque poisson est analysé par une commande à réseau de neurones.