

Le concept de 'produit intelligent' dans une approche isoarchique du pilotage des systèmes de production

Patrick Pujo, Fouzia Ounnar

Aix-Marseille University
Av. Esc. Normandie Niémen, 13397 Marseille cedex 20 – France
CRET-LOG (Centre de Recherche sur le Transport et la LOGistique)

patrick.pujo@univ-amu.fr, fouzia.ounnar@univ-amu.fr

Nous sommes tous globalement d'accord sur un double constat concernant l'évolution des systèmes de production. D'une part, les exigences toujours plus élevées de productivité et de robustesse, couplées à un effet d'échelle qui englobe maintenant l'échelle multi entreprises, rendent de plus en plus difficiles une gestion prévisionnelle du pilotage et une optimisation globale. Par ailleurs, les nécessités croissantes de flexibilité, de réactivité et de personnalisation rendent obligatoires les perspectives d'un pilotage adaptatif en temps réel.

Face à ce constat, les approches classiquement utilisées en pilotage opérationnel d'atelier ou de supply chain vont atteindre leurs limites et il faut étudier de nouvelles approches, en rupture avec les solutions classiques. Depuis quelques années, des travaux de recherche se focalisent sur la proposition de solutions basées sur le concept de 'produit intelligent'.

Après un rapide panorama sur ce concept, nous mettons ce concept en regard du paradigme holonique. Dans la communauté holonique des HMS, il existe un très large consensus (que nous rappellerons) pour reconnaître qu'il existe 3 types d'entités primaires : les produits, les ressources et les ordres. L'intelligence du système global n'existe qu'au travers des interactions entre ces trois types d'entités (Van Brussel et al., 1998).

Pourquoi seulement les entités de type 'produit' devraient-elles être intelligentes ? Ceci est d'autant plus vrai si on adopte une approche isoarchique dans la prise de décision (Pujo, 2012).

Dans une architecture de prise de décision isoarchique, toutes les entités concernées par une décision à prendre sont au même niveau décisionnel et contribuent toutes à la prise de décision. Le plus souvent, elles contribuent à la prise de décision tout en ayant des objectifs qui leurs sont propres. Par exemple, les entités de type 'ressource' souhaitent maximiser leur TRS alors que les entités de type 'ordre' privilégient le respect des délais ou encore la non dispersion des lots et que les entités de type 'produit' vont avoir pour objectif de minimiser leurs temps d'attentes dans le système... La solution de pilotage émergeant finalement de la confrontation en temps réel de ces objectifs et de leurs composantes représente finalement le meilleur compromis possible, qu'il soit obtenu par un mécanisme d'enchères, par une analyse multicritère ou par une hybridation de ces deux méthodes. La capacité décisionnelle donnée aux entités composant le système de production rend alors le pilotage auto-organisé : les entités peuvent alors être considérées comme intelligentes. Cette intelligence d'une entité peut aller jusqu'à la gestion de son degré de contribution dans l'élaboration du compromis. Cela concerne tout autant les produits que les ordres ou les ressources.

Dans cette perspective, nous proposons un modèle formel de holon décomposé en 2 parties : une partie matérielle, le M_holon, et une partie décisionnelle, le I_holon. C'est le I_holon qui gère l'intelligence de l'entité, y compris lorsque le holon est mobile (produits, ordres, mais aussi ressources).

L'opérationnalisation de ce modèle de holon dans le monde réel peut s'envisager selon deux solutions s'appuyant sur les technologies infotroniques pour l'implémentation d'un I_holon mobile. Dans l'approche 'Cloud', le I_holon est implémenté via un thread sur un ordinateur et la synchronisation entre la localisation du M_holon et du I_holon est assurée par des lectures de tags RFID. Dans l'approche 'embarquée', un micro système basse consommation, type mote WSN (Wireless Sensor Network), est collée sur le M_holon et héberge le I_holon. Dans les deux cas, et quel que soit son type, ce I_holon est autogéré via une machine à états et possède un certain nombre de fonctions de perception, d'action et d'aide à la décision.

Références :

(Van Brussel et al., 1998) Van Brussel, H., Wyns, J., Valckenaers, P., Bongaerts, L., Peeters, P. 1998. Reference architecture for holonic manufacturing systems: PROSA. *Computers in Industry*, 37, 255-274.

(Pujo, 2012) Pujo, P. 2012. Pilotage isoarchique des systèmes de production. EUE.

(Ounnar and Pujo, 2012) Ounnar, F., and Pujo, P. 2012. Pull control for job shop: Holonic manufacturing system approach using multicriteria decision-making. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 23 (1): 141-153.