

Croyances volatiles pour l'adaptation collective de véhicules autonomes : application à une cellule de production flexible.

E. Adam

emmanuel.adam@univ-valenciennes.fr

Laboratoire d'Automatique, de Mécanique et d'Informatique industrielle et Humaine, UMR CNRS
Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, France

1 Introduction

Pour être compétitives, les industries manufacturières doivent s'adapter aux conditions changeantes imposées par le marché. Au cours des dernières décennies, les progrès scientifiques dans le domaine de la gestion de production ont mené à la définition de nouvelles architectures distribuées qui jouent un rôle de premier plan dans les FMS (Flexible Manufacturing Systems). Plusieurs approches bio-inspirées ont été proposées, et sont proposées pour permettre l'adaptation des éléments d'un système de production aux contraintes d'un environnement dynamique ; nous proposons une approche permettant d'éviter l'utilisation d'un environnement partagé et d'une couche de contrôle. En effet, dans la perspective d'une mise en œuvre réelle physiquement distribuée au sein de véhicules autonomes, qui évolue selon un graphe uni-directionnel, et qui peuvent être concurrents (comme les convoyeurs automatisés dans les cellules de production flexibles), nous tentons d'éviter au plus l'utilisation d'un environnement partagé, et d'une couche de contrôle.

En se basant sur la notion de stigmergie, nous proposons la notion de croyance volatile. En fait un coefficient de dégradation est appliqué non pas à la valeur de la phéromone, mais à la confiance accordée à la croyance. Chaque agent dégrade ainsi les confiances accordées à ses croyances. Lorsqu'une croyance a un niveau de confiance trop bas, l'agent la retire de sa liste des croyances.

2 Croyances volatiles pour la gestion de Cellule de Production Flexibles

Nous considérons une cellule de production (qui existe réellement dans notre université) qui est composée de navettes autonomes recevant des

ordres (commandes) de produits (blocs s_1, \dots, s_8 dans la figure 1). Un produit est composé de parties assemblées par des stations de travail sur une navette, il y est retiré après avoir été vérifié. Une station (blocs noirs dans la figure 1) peut poser des parties de types différents avec un temps variable selon ses capacités. Les rails utilisés par les navettes pour joindre les stations sont simples et uni-directionnels. Des aiguillages (disques N_1, \dots, N_{11} dans la figure 1) pilotables à distance par les navettes leurs permettent de se diriger vers leurs meilleurs chemins. En effet, les navettes tentent de trouver la meilleure station permettant d'obtenir la prochaine partie du produit. La station la plus utile pouvant être une combinaison des facteurs de proximités, de temps de traitement et de file d'attente au pied des stations. Dans notre approche, les navettes s'échangent leurs prochaines intentions (le nom de la prochaine station choisie), ainsi que les informations sur les événements (dégradation/amélioration du temps de traitement sur une station).

Pour donner un très bref aperçu de notre définition d'une croyance, une croyance sur un objet ou un agent est une vue partielle de cet élément. Elle est également définie par sa : date de création ; son niveau de confiance ; un degré de dégradation de celle-ci ; un seuil de confiance sous lequel la croyance est supprimée ; un indicateur de pérennité ; un mode d'agrégation. Un agent peut posséder plusieurs croyances sur un même objet avec des valeurs de confiance différentes. C'est à dire qu'un agent peut posséder plusieurs points de vue différents d'un même objet. Dans le cas d'agents plongés dans un environnement industriel, il n'y a pas de découverte ; à la base un agent possède une image initiale du système ; cette croyance est pérenne, l'agent ne l'oubliera jamais. A chaque cycle de vie d'un agent, il dégrade ses croyances non pérennes selon le degré de dégradation associé. Par conséquent, si aucun nouvel événement intervient, il ne reste

dans l'agent que les croyances initiales et pérennes sur l'environnement.

Relativement à la gestion de cellule de production, deux types de croyances sont utilisées : croyances sur l'utilisation future d'une ressource par d'autres agents (en ce cas, l'agent cumule les temps d'utilisation des autres agents pour en déduire le nouveau temps nécessaire pour lui pour subir un traitement sur cette ressource); croyance sur un changement important d'état d'un objet (l'agent prend alors en considération la croyance la plus récente sur l'objet).

3 Simulation.

Nous avons développé un simulateur en JADE (l'objectif étant de porter les agents développés et les placer directement sur les navettes réelles dont nous disposons); avec une interface en JavaFX; et en utilisant le logiciel JOSM pour créer le graphe représentant l'atelier, ses stations et leurs spécialités.

Il est possible de paramétrer les commandes de produits, le nombre d'agents devant les réaliser. Il est également possible de modifier les coefficients de dégradations, le seuil d'oubli; ainsi que les informations communiquées (future utilisation d'une station, utilisation courante, problème ou restauration d'une station); et les moments où les messages sont échangés (en entrée et/ou sortie de station, aux passages sur les aiguillages).

Chaque agent prend la responsabilité d'une commande (construire un mot, composé de lettres, composées de parties). Il crée la liste des stratégies possibles permettant de réaliser cette commande (listes de chemins entre stations de travail) et choisit la stratégie la plus courte. Sans communication entre eux, les agents se gênent et créent des files aux stations les plus intéressantes initialement. Pour un scénario simple, composé de 8 mots, d'environ 4 lettres de 7 parties chacun (donc une commande nécessitant la pose de 164 parties), la communication des objectifs et le recalcul des temps associés aux stratégies (à chaque passage sur un point d'aiguillage et en sortie de station) améliorent le temps pour la création de tous les produits de 17%. Lorsqu'une panne est provoquée sur une des machines (en l'occurrence la machine S_2) pendant un temps assez long ($1/5^{ème}$ du temps total), sans communication l'impact négatif est de 54%!, tandis que sur le mode avec communication et croyances volatiles, l'impact n'est que

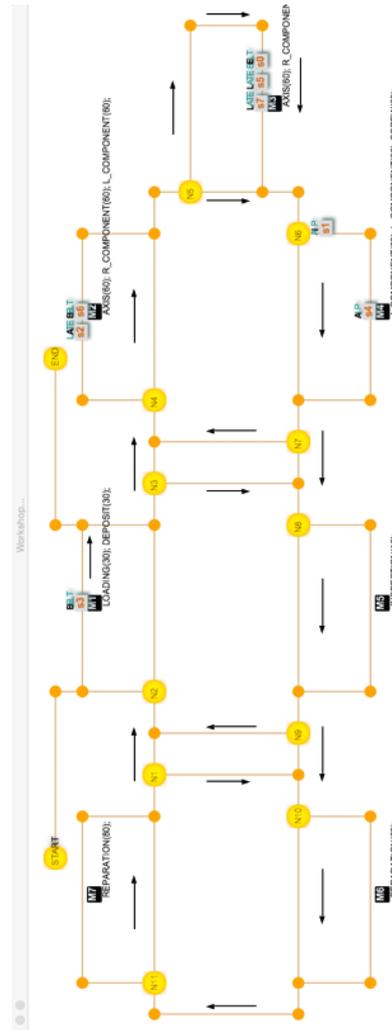


FIGURE 1 – Copie d'écran du simulateur de cellule de production.

de 32%. En "jouant" avec le coefficient de dégradation et en le diminuant, l'impact négatif de la panne n'est plus que de 25%. Ceci est dû au cas particulier d'une panne longue à rétablir; les agents oubliant trop vite qu'il y a une panne estime de nouveau qu'un passage par la station comme est plus utile qu'une autre solution et s'y dirigent alors qu'elle n'est pas réparée. Inversement, si la panne se rétablit vite et que les agents y croient toujours, ils continuent d'éviter une station pourtant en fonctionnement normal.

Les résultats montrent donc que cette nouvelle approche donne des résultats corrects même en mode dégradé, et de manière réactive.

Nous avons également testé cette approche avec succès sur des robots physiques Wifibots qui évoluent dans un environnement perturbé, sans contrôle centralisé.