



APPLICATION DES TECHNOLOGIES ROBOTIQUES AUX ÉQUIPEMENTS FORESTIERS (ATREF)

Pierre Turcotte, ing., chef de groupe, Technologies spécialisées

INTRODUCTION

Le projet ATREF a débuté en 1994 sur l'initiative de FERIC et s'est terminé au début de 1998. Ce projet visait à développer la compétitivité des manufacturiers canadiens d'équipement forestier en les aidant à appliquer de nouvelles technologies. Le CRIM (Centre de recherche informatique de Montréal) était maître d'œuvre, et les universités Laval et McGill participaient aux travaux. Les autres partenaires étaient Denharco, Autolog, ainsi que FERIC, et le projet bénéficiait du soutien financier du programme «Synergie» du gouvernement du Québec.

Le projet comportait trois volets. Le premier, qui consistait à développer un outil de conception assistée par ordinateur applicable à la machinerie forestière, a été réalisé par l'Université Laval. FERIC a surtout été impliqué dans les deux volets décrits plus bas, soit la mise au point de la commande informatisée de mâts d'abatteuses et le développement d'un simulateur graphique pour la formation des opérateurs.

COMMANDE INFORMATISÉE

Depuis plus de 15 ans, la commande des robots industriels est informatisée. L'ordinateur qui contrôle les déplacements du robot est muni de capteurs qui lui transmettent la position du bras, et il a en mémoire la relation entre le déplacement des vérins ou des moteurs et le déplacement de l'outil. Les machines forestières sont commandées de façon beaucoup plus simple; l'opérateur actionne chaque vérin et ajuste les positions et les vitesses en fonction de ce qu'il voit. Les technologies robotiques fonctionnent bien aujourd'hui dans l'environnement «contrôlé» d'une usine, mais elles ne sont pas assez évoluées pour être appliquées intégralement en forêt et remplacer l'opérateur d'une machine forestière. Elles peuvent cependant être utilisées pour assister celui-ci et augmenter sa productivité.

C'est dans ce but que le volet «commande informatisée» a été réalisé au cours du projet ATREF, élargissant ainsi la portée des travaux effectués par la Division de l'Ouest de FERIC et l'Université de la Colombie-Britannique (Clark, 1994). Un banc d'essai, basé sur un porteur expérimental fourni par FERIC, a été équipé d'une tête d'abattage multifonctionnelle Denharco et la commande du mât a été informatisée. Le porteur a été muni d'un système

hydraulique à pression constante pour que le temps de réponse des commandes ne nuise pas au nouveau mode de commande appelé «combiné calculé». Un palonnier unique, regroupant toutes les commandes de déplacement du mât et de la tête, a aussi été installé. Au lieu d'actionner séparément la flèche et le balancier, l'opérateur commandait directement le mouvement horizontal ou vertical de la tête d'abattage, et l'ordinateur coordonnait le mouvement des vérins pour atteindre le résultat désiré.

De concert avec le CRIM, FERIC a ensuite procédé aux essais de ce système dans une «forêt artificielle» composée de neuf poteaux de téléphone disposés à l'intérieur de l'aire de travail de la machine (figure 1). Les exercices consistaient à saisir les poteaux avec la tête multifonctionnelle dans différentes séquences prédéterminées. Seize opérateurs ont participé aux essais afin d'explorer les aspects ergonomiques des réalisations et ainsi comparer les performances du mode conventionnel et du mode combiné calculé.



Figure 1. Essai du porteur expérimental dans la «forêt artificielle».

Ces essais sont décrits en détail dans Desrochers (1998) et les résultats complets y sont présentés (ce rapport est disponible sur demande). Tous les opérateurs ont préféré ce nouveau mode de commande, et l'interface informatisée a démontré une fiabilité excellente au cours des essais. Cependant, compte tenu des moyens financiers du projet et de la longue période d'apprentissage, les essais ne nous ont

pas permis de montrer des différences de performance significatives entre les deux modes de commande. L'usage du palonnier ne plaisait pas aux opérateurs et il a été mis de côté après quelques essais. Par la suite, le porteur a été muni de manettes conventionnelles mais pour lesquelles les fonctions «mât» et «flèche» étaient remplacées par «déplacement horizontal» et «déplacement vertical» de la tête. Devant les résultats encourageants, l'équipe de projet a décidé d'adapter l'interface sur un porteur conventionnel. Ces essais, au cours desquels seules la vitesse d'opération et la précision de la coordination ont été mesurées, ont eu lieu sur une abatteuse Komatsu PC-120. Malgré le système hydraulique très sophistiqué de cette abatteuse, comportant entre autres un circuit de régénération, l'interface informatisée a pu être adaptée et son comportement s'est avéré excellent.

SIMULATEUR GRAPHIQUE

Les logiciels de simulation ont été développés en robotique industrielle afin de permettre de programmer les robots et de vérifier leur comportement à l'ordinateur, évitant ainsi de monopoliser l'équipement de production et d'endommager les outils. La même idée a été appliquée aux machines forestières dans le cadre du projet ATREF. Un simulateur graphique a été conçu, permettant de reproduire à l'écran de l'ordinateur tous les mouvements du mât et d'une tête d'abattage multifonctionnelle, à partir des commandes transmises par des manettes identiques à celles qu'on retrouve dans la cabine d'une abatteuse-façonneuse.

Le Centre de formation professionnelle de Mont-Laurier (Québec) et ses enseignants ont participé à la définition des critères de performance et à l'élaboration du cadre pédagogique. Trois simulateurs y ont ensuite été mis à l'essai dans le cadre du programme régulier de formation des opérateurs (figure 2). Deux groupes d'étudiants ont participé à ces essais en mai-juin 1997 et septembre 1997, entre la fin des cours magistraux et le début de la formation en forêt.



Figure 2. Essai du simulateur graphique à Mont-Laurier.

Le simulateur développé modélise de façon très fidèle tous les mouvements, jusqu'au balancement de la tête d'abattage, et propose une série d'exercices de difficulté croissante allant de la saisie d'un arbre jusqu'à l'ébranchage et à l'empilage des billes à des endroits prédéterminés.

Les essais du simulateur ont fait apparaître plusieurs de ses avantages. Il a permis de diagnostiquer les habiletés des élèves avant le travail en forêt. De plus, les bris et les frais de réparation des machines forestières de l'école qui étaient liés à l'apprentissage ont été réduits d'environ 30 %. Les heures de travail en forêt ont aussi été plus productives, augmentant ainsi le volume de bois récolté d'environ 10 à 15 %. Enfin, les simulateurs ont suscité et maintenu l'intérêt des étudiants pendant l'apprentissage.

CONCLUSIONS

Les essais réalisés dans le cadre du projet ATREF n'ont pas permis de démontrer que le mode de commande combiné calculé augmentait de façon significative la performance des opérateurs, bien que ceux-ci aient en général préféré ce mode de commande. Cependant, la commande informatisée constitue une base solide et fiable, nécessaire au développement de systèmes intégrant d'autres capteurs, et permettant éventuellement de réaliser certaines fonctions de la machinerie forestière sans intervention de l'opérateur.

D'autre part, le simulateur s'est révélé un outil de formation performant, efficace et rentable. Plusieurs centres de formation ont manifesté leur intérêt à en acquérir quelques-uns. Les partenaires du projet ATREF évaluent donc la possibilité de mettre en marché ce simulateur dans un avenir rapproché.

RÉFÉRENCES

- Clark, M. 1994. Coordinated motion control of a feller-buncher. Inst. can. de rech. en génie for. (FERIC), Vancouver, C.-B. Tech. Note TN-223. 6 p.
- Courteau, J. 1990. Robotics in forestry: Forest operations in the age of technology. Symposium proceedings Industrie, Science et Technologie Canada. Inst. can. de rech. en génie for. (FERIC), Pointe-Claire, Qué. Special Rep. SR-75. 48 p.
- Desrochers, L. 1998. Essai comparatif de commandes informatisées et de commandes conventionnelles sur le porteur FERIC. Inst. can. de rech. en génie for. (FERIC), Pointe-Claire, Qué. Rapport interne RI-1998-01-21. 30 p.

MISE EN GARDE : Le présent rapport est publié uniquement à titre d'information pour les membres de FERIC. Il ne doit pas être interprété comme une approbation par FERIC d'un produit ou d'un service à l'exclusion d'autres qui seraient adéquats.