

Méthode approchée en programmation mathématique

Application à la conception de vergers maraîchers

Thématique : programmation linéaire, méta-heuristique, optimisation combinatoire, agronomie

Équipe d'accueil : Statistique et Algorithmique pour la Biologie

Laboratoire d'accueil : Mathématiques et Informatique Appliquées de Toulouse, Institut National de la Recherche Agronomique

Lieu : Auzeville-Tolosane (près de Toulouse), France

Encadrants : Simon de Givry et Gauthier Quesnel (`{degivry|quesnel}@toulouse.inra.fr` Tel : 05 61 28 50 74 / 64)

Gratification : environ 400 euros / mois

Contexte

Afin de proposer des systèmes de production agricoles écologiques répondant aux enjeux actuels auxquels l'agriculture est confrontée, les systèmes vergers maraîchers semblent particulièrement prometteurs car ils combinent des productions à la fois diversifiées et relativement intensifiées. Le problème de la conception d'un tel système consiste à définir l'emplacement et le choix des arbres fruitiers ainsi que la rotation des cultures maraîchères sur un horizon temporel de plusieurs années. Ce problème a été modélisé en un problème de satisfaction de contraintes pondérées (Godin, 2013) et reformulé ensuite en programmation linéaire en nombres entiers (stage en cours) en suivant l'approche (Akplogan et al, 2013). La grande taille de ce problème nécessite la mise au point de méthodes d'optimisation approchées robustes. Pour cela, il existe des algorithmes dit *de propagation de messages* étudiés dans le cadre général des modèles graphiques déterministes et probabilistes (Wedelin, 2013 ; Wang, Koller, 2013). Ces algorithmes ont l'avantage de pouvoir s'appliquer à des problèmes de très grande taille (plusieurs millions de variables en traitement d'image par exemple) en donnant des solutions approchées souvent de bonne qualité et des extensions existent pour prendre en compte les contraintes linéaires (Wedelin, 2013).

L'équipe d'accueil mène des travaux en optimisation combinatoire sur le problème de satisfaction de contraintes pondérées (Cooper et al, 2010) qui sont intégrés dans un solveur *open-source* C++ `toulbar2` (<https://mulcyber.toulouse.inra.fr/projects/toulbar2/>) ayant remporté plusieurs compétitions dont *UAI Evaluation 2014* (<http://www.hlt.utdallas.edu/~vgogate/uai14-competition/leaders.html> Proteus&Robin utilisant `toulbar2`).

Sujet

Le travail consistera à adapter un algorithme de propagation de messages au cadre de la programmation mathématique en nombres entiers en s'inspirant de l'approche (Wedelin, 2013) et à évaluer sa qualité sur le problème de conception de vergers maraîchers. Les résultats pourront ensuite être améliorés par l'introduction de principes des méta-heuristiques pour sortir des minima locaux. Un lien vers le solveur `toulbar2` sera considéré.

Possibilité de poursuite en thèse (demande de financement INRA) en partenariat avec le laboratoire Ecodéveloppement INRA Avignon.

Bibliographie

Akplogan M., Simon de Givry, Jean-Philippe Métivier, Gauthier Quesnel, Alexandre Joannon, and Frédérick Garcia Solving the crop allocation problem using hard and soft constraints
RAIRO - Operations Research, 47:151-172, 2013

Cooper, M.C., de Givry, S., Sanchez, M., Schiex, T., Zytnicki, M., and Werner, T.
Soft Arc-consistency revisited
Artificial Intelligence, 2010

Godin E.
Utilité des problèmes de satisfaction de contraintes pour la conception de vergers maraîchers
Mémoire de fin d'étude d'ingénieur, VetAgroSup, Clermont-Ferrand, 2013

Wang H., Koller D.
Subproblem-Tree Calibration: A Unified Approach to Max-Product Message Passing
In Proc. of ICML 2013

Wedelin D.
Revisiting the in-the-middle algorithm and heuristic for integer programming and the maxsum problem
Technical paper of Chalmers University of Technology, Sweden, 2013