

Coalitions dans les jeux à Conversions et Préférences

Application aux réseaux de régulation biologique

Coalition in Conversion/Preference Games

Application to biology regulation networks

Sujet de thèse proposé par Pierre Lescanne, Pierre.Lescanne@ens-lyon.fr
LIP, ENS de Lyon

Thème scientifique prioritaire : systèmes complexes en biologie

Cadre de la recherche

La théorie des jeux stratégiques [9, 4, 6] a été proposée par von Neumann, Morgenstern et Nash, puis étendue et améliorée par Kuhn et Selten. Nash a proposé une notion d'équilibre qui porte son nom et il a montré que si l'on étend la notion de *stratégie* en celle de *stratégie mixte*, par l'introduction de probabilités, on peut montrer qu'il y a toujours au moins un équilibre. Avec Stéphane Le Roux et René Vestergaard, j'ai proposé une notion qui abstrait et généralise la notion de jeu stratégique et que nous appelons jeu à *Conversions et Préférences* [7, 5] (en abrégé *jeu CP*). En fait, ces jeux simplifient les concepts des jeux stratégiques et en extraient ceux qui sont essentiels, à savoir la possibilité de se mouvoir d'une situation de jeu à une autre (conversion) et la faculté de préférer une situation de jeu à une autre (préférence). On montre que l'on peut aussi obtenir un théorème d'existence d'équilibres, en faisant une autre forme de généralisation, cette fois-ci en acceptant de prendre en compte des ensembles de situations de jeux. Plus précisément, on définit une relation dérivée de la conversion et de la préférence que l'on appelle le *changement d'avis* et on montre que les composantes fortement connexes extrémales du graphe de cette relation sont les équilibres de Nash dans ce nouveau sens. Ils correspondent en outre à ce que les biologistes appellent des *équilibres dynamiques* ou des états stationnaires, par opposition aux *équilibres statiques*.

Sujet de la thèse

Dans un jeu, ayant un assez grand nombre de joueurs, il n'est pas concevable que certaines *coalitions* ne se mettent pas en place. Ces coalitions avaient été déjà envisagées par von Neumann et Morgenstern. En fait, il semble que les jeux CP se prêtent bien à la conceptualisation des coalitions et de leur fonctionnement. C'est sur l'étude de ces coalitions que portera la thèse, entre autres pour répondre aux questions suivantes.

- Quelles types de coopérations sont possibles ?
- Comment l'altruisme s'oppose à l'égoïsme ?
- Comment un groupe peut bénéficier d'une coopération ?
- Quels « meilleurs » équilibres peuvent exister grâce aux coalitions, qui n'existeraient pas sans coalition ou sans coopération ?

Outre son intérêt intrinsèque, l'un des objectifs de cette recherche est l'application à la biologie, plus particulièrement aux réseaux de régulation biologique, qu'ils soient génétiques ou cellulaires. Plusieurs tentatives d'application des jeux CP aux réseaux de régulation ont été entreprises [1, 8, 2]. Mon collègue Franck Delaplace de l'Université d'Évry et moi qui avons jeté quelques bases des jeux coalitionnels pensons que certaines entités biologiques qui entrent dans un réseau coopèrent et se « coalisent » et c'est ce type de coopération qu'il faut comprendre et analyser.

Références

- [1] C. Chettaoui, F. Delaplace, P. Lescanne, M. Vestergaard, and R. Vestergaard. Rewriting game theory as a foundation for state-based models of gene regulation. In *Computational Methods in Systems Biology*, volume 4210, pages 257–270. Springer Verlag, 2006.
- [2] Chafika Chettaoui, Franck Delaplace, and Pierre Lescanne. Generator based CP games as models of interaction networks. submitted, February 2008.
- [3] Franck Delaplace and Pierre Lescanne. Designing cooperative protocols. Draft, February 2008.
- [4] Herbert Gintis. *Game Theory Evolving : A Problem-Centered Introduction to Modeling Strategic Interaction*. Princeton University Press, 2000.
- [5] P. Lescanne. CP games : a tutorial. LIP Research Report RR2006-51, Dec 2006. <http://prunel.ccsd.cnrs.fr/ensl-00121361>.
- [6] Martin J. Osborne. *An Introduction to Game Theory*. Oxford, 2004.
- [7] Stéphane Le Roux, Pierre Lescanne, and René Vestergaard. A discrete Nash theorem with quadratic complexity and dynamic equilibria. Research Report IS-RR-2006-006, JAIST, May 2006.
- [8] Jittisak Senachak, Mun'delanji Vestergaard, and René Vestergaard. Cascaded games. In Hirokazu Anai, Katsuhisa Horimoto, and Temur Kutsia, editors, *AB*, volume 4545 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 185–201. Springer, 2007.
- [9] J. von Neumann and O. Morgenstern. *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton Univ. Press, Princeton, 1944.