

# 3<sup>ème</sup> congrès de la société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision



## ROADEF'2000

---

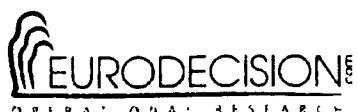
Ecole des Mines de Nantes

26-28 janvier 2000

---

### Nos partenaires

---



## Optimisation dans les réseaux : C. ROUCAIROL

- Une méthode de recherche par voisinage variable pour le problème d'optimisation de routage de câbles dans les centrales nucléaires *Zrikem M., Costa M.C.* 42
- Allocation dynamique de ressources dans les réseaux ATM *Monclar F.R.* 44
- Un problème de planification d'un système de communication par satellites *Lauvergne M., Boizumault P.* 44
- Une heuristique à base de dualité lagrangienne pour la planification de centres d'appels téléphoniques *Lebbar M., Dago P.* 46
- *Rottembourg B.* 48

## Théorie de l'ordonnancement 1 : J. CARLIER

- Problèmes d'ordonnancement d'atelier à deux machines avec période d'indisponibilité *Bouquart J.L., Billaud J.C.* 51
- Une méthode arborescente pour un problème d'ordonnancement critère sur machines parallèles :  $P/r_i/Fh(\sum w_i u_i T_{max})$  *Jouplet A., Baptiste Ph., Nuijten W.* 53
- Sur quelques problèmes de flow shop avec machines à traitement par batchs *Oulamara A., Finke G.* 55
- Un algorithme polynomial pour le problème ouvert du « coupled tasks » *Sonntag B., Vignier A.* 57

16 h 30 – 17 h 45

## Algorithmes génétiques : M.C. PORTMANN

- Optimisation par algorithme génétique du placement des succursales d'une entreprise *Berro A., Sanchez , Duthen Y.* 60
- La programmation génétique appliquée aux problèmes inverses d'analyse d'images satellitaires *Robillard D., Fonlupt C.* 62

## Analyse multicritère appliquée : A. TSOUKIÁS

- Evaluation multicritère de projets d'investissements publics risqués avec MUSTARD *Scannella G. , Beuthe M.* 65
- Aide à la prospection d'entreprises : Une approche par les ensembles approximatifs *Levecq P., Meskens N.* 67
- Sélection Pro *Versteven P.* 69

## Ordonnancement des systèmes manufacturiers : G. FINKE (session invitée)

- Résultats de complexité dans des cellules robotisées *Brauner N., Finke G., Kubiak W.* 72
- Ordonnancement sur machines parallèles avec serveur *Dhaenens-Flipo C., Kravchenko S.A.* 74
- Flowshop avec chevauchements, délais d'attente, temps de préparation et temps de remise en état *Espinouse M.L., Portmann M.C., Finke G.* 76

## Jeudi 27 janvier 2000

9 h 00 - 10 h 00

### Conférence invitée

- Contraintes : de la satisfaction à l'optimisation *Verfaillie G.* 78

10 h 30 – 12 h 35

## Analyse multicritère et modélisation des préférences : D. BOUYSSOU (session invitée)

- L'utilisation de l'intégrale de Sugeno discrète en aide multicritère à la décision *Marichal J.L.* 80
- Estimations rapides des solutions efficaces pour le biKP *Gandibleux X.* 82
- Fuzzy multicriteria classification method : A useful tool to assist medical diagnosis *Belacel N., Boulassel M.R..* 84
- L'approche expérimentale pour comprendre les paradoxes des fonctions de choix *Durand S.* 86
- Preference structures with multiple thresholds : new results *Tsoukiás A., Vincke P.* 88

# L'utilisation de l'intégrale de Sugeno discrète en aide multicritère à la décision

Jean-Luc Marichal  
Faculté d'Economie, Université de Liège  
Boulevard du Rectorat 7 - B31, B-4000 Liège, Belgique  
Email: jl.marichal@ulg.ac.be

## Résumé

Nous présentons un modèle permettant d'agréger des critères de décision lorsque l'information disponible est de nature qualitative. L'utilisation de l'intégrale de Sugeno en tant que fonction d'agrégation est justifiée par une approche axiomatique.

**Mots clés:** aide multicritère à la décision, échelle ordinaire, fonction d'agrégation, intégrale (floue) de Sugeno.

Considérons un ensemble fini d'actions potentielles  $A = \{a, b, c, \dots\}$  parmi lesquelles le décideur doit choisir. Considérons également un ensemble fini de critères à satisfaire  $N = \{1, \dots, n\}$ . Chaque critère  $i \in N$  est représenté par une application  $g_i$  de l'ensemble des actions  $A$  vers une échelle ordinaire finie donnée

$$X_i = \{r_1^{(i)} < \dots < r_{k_i}^{(i)}\} \subset \mathbb{R},$$

c'est-à-dire une échelle unique à l'ordre près. Par exemple, une échelle d'évaluation de l'importance d'articles scientifiques par des "referees" telle que

1=Faible, 2=Moyen, 3=Bon, 4=Très bon, 5=Excellent

est une échelle ordinaire finie. Le codage par des nombres réels est utilisé uniquement pour fixer un ordre sur l'échelle.

Pour chaque action  $a \in A$  et chaque critère  $i \in N$ ,  $g_i(a)$  représente l'évaluation de  $a$  pour le critère  $i$ . Nous faisons l'hypothèse que toutes les applications  $g_i$  sont données à l'avance.

Notre but principal est de construire un critère unique à partir des critères donnés. Un tel critère, qui est sensé être un représentant des critères originaux, est modélisé par une application  $g$  de  $A$  vers une échelle ordinaire finie donnée

$$X = \{r_1 < \dots < r_k\} \subset \mathbb{R}.$$

La valeur  $g(a)$  représente alors l'évaluation globale de l'action  $a$  exprimée dans l'échelle  $X$ . Sans perte de généralité, nous pouvons plonger cette échelle dans l'intervalle unitaire  $[0, 1]$  et fixer les points extrêmes  $r_1 := 0$  et  $r_k := 1$ .

Pour agréger proprement les évaluations partielles de  $a \in A$ , nous supposerons qu'il existe  $n$  applications non-décroissantes  $U_i : X_i \rightarrow X$  ( $i \in N$ ) et une fonction d'agrégation  $M : X^n \rightarrow X$  telles que

$$g(a) = M[U_1(g_1(a)), \dots, U_n(g_n(a))] \quad (a \in A).$$

Les applications  $U_i$ , appelées *fonctions d'utilité*, permettent d'exprimer toutes les évaluations partielles dans l'échelle commune  $X$ , de telle sorte que la fonction  $M$  agrège des évaluations

commensurables (comparables). Nous faisons aussi l'hypothèse que  $U_i(r_1^{(i)}) = 0$  et  $U_i(r_{k_i}^{(i)}) = 1$  pour tout  $i \in N$ .

Nous présentons un cadre axiomatique pour définir un modèle d'agrégation approprié. Comme présenté ci-dessus, ce modèle est déterminé par l'application  $g$ , qui peut en fait être construite en deux étapes:

1. La fonction d'agrégation  $M$  peut être identifiée au moyen d'une approche axiomatique. Celle que nous proposons ici conduit à l'intégrale de Sugeno discrète, c'est-à-dire une fonction de la forme

$$\mathcal{S}_v(x) := \bigvee_{i=1}^n [x_{(i)} \wedge v(\{(i), \dots, (n)\})] \quad (x \in [0, 1]^n),$$

où  $v$  est une mesure floue sur  $N$ , c'est-à-dire une fonction d'ensemble monotone  $v : 2^N \rightarrow [0, 1]$  vérifiant  $v(\emptyset) = 0$  et  $v(N) = 1$ . De plus,  $(\cdot)$  représente une permutation sur  $N$  telle que  $x_{(1)} \leq \dots \leq x_{(n)}$ .

2. Chaque fonction d'utilité  $U_i$  ( $i \in N$ ) peut être identifiée en posant des questions appropriées au décideur. Pour obtenir ces fonctions, nous présentons une procédure basée sur l'identité suivante ( $e_S$  représente le vecteur caractéristique de  $S$  dans  $\{0, 1\}^n$ ):

$$\mathcal{S}_v(U_i(r_j^{(i)})) e_{\{i\}} + e_S = \text{médiane}(U_i(r_j^{(i)}), v(S), v(S \cup \{i\})),$$

valable pour tout  $i \in N$ , tout  $S \subseteq N \setminus \{i\}$  et tout  $j \in \{1, \dots, k_i\}$ . Ainsi par exemple, si

$$v(S) < \mathcal{S}_v(U_i(r_j^{(i)})) e_{\{i\}} + e_S < v(S \cup \{i\})$$

alors l'utilité  $U_i(r_j^{(i)})$  est immédiatement donnée par

$$U_i(r_j^{(i)}) = \mathcal{S}_v(U_i(r_j^{(i)})) e_{\{i\}} + e_S.$$

## Références

- [1] J.-L. Marichal, On Sugeno integral as an aggregation function, *Fuzzy Sets and Systems*, to appear.
- [2] J.-L. Marichal, Axiomatic foundations for a qualitative multicriteria decision making theory. Preprint 9920, GEMME, Faculty of Economics, University of Liège, Belgium, 1999.
- [3] J.-L. Marichal and M. Roubens, Consensus with ordinal data, *7th Eur. Congr. on Intelligent Techniques and Soft Computing (EUFIT'99)*, Aachen, Germany, September 13–16, 1999.
- [4] M. Sugeno, Theory of fuzzy integrals and its applications, Ph.D. Thesis, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, 1974.
- [5] M. Sugeno, Fuzzy measures and fuzzy integrals: a survey, in: M.M. Gupta, G.N. Saridis and B.R. Gaines (Eds.), *Fuzzy Automata and Decision Processes*, (North-Holland, Amsterdam, 1977): 89–102.