

Méthode de criblage de Morris

La méthode de Morris est adaptée aux modèles dont les entrées (ou facteurs) et les sorties du modèle sont quantitatives. Elle fait partie des méthodes OAT (One At a Time), signifiant un processus d'exploration du domaine de définition faisant varier les facteurs un seul à la fois. Elle peut être vue comme une analyse statistique des estimations empiriques des dérivées partielles (ou variations) d'une sortie du modèle par rapport à chaque facteur. Dans le cas d'un modèle coûteux en temps d'exécution, ou bien d'un modèle avec un grand nombre de facteurs (quelques dizaines), la méthode est un moyen simple de faire un premier tri parmi les facteurs selon leur influence. Elle suppose tout de même un nombre de répétitions adéquat pour garantir une bonne précision des indices. Cette méthode ne constitue qu'une première étape dans l'analyse de sensibilité du modèle.

1 Principe de la méthode

Soit un modèle comprenant K facteurs dont la sortie est notée $Y = Y(X_1, \dots, X_K)$. L'exploration de Y est réalisée sur une grille régulière superposée sur le domaine de définition du modèle.

Des effets élémentaires, variations de Y , sont calculés au moyen de trajectoires définies sur les nœuds de la grille en faisant varier chaque facteur une seule fois sur chaque trajectoire (on se reportera aux références pour plus de précisions).

Soit $d_{i,j}(Y)$ la variation de Y sur la trajectoire i ($i = 1, \dots, r$) relative à la variation du facteur X_j . On définit les statistiques $\mu_j = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r d_{i,j}(Y)$, $\mu_j^* = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r |d_{i,j}(Y)|$ et $\sigma_j = \sqrt{\frac{1}{(r-1)} \sum_{i=1}^r (d_{i,j}(Y) - \mu_j)^2}$ correspondant à la moyenne, la moyenne des valeurs absolues et l'écart type des effets élémentaires.

Une analyse du graphique de Morris (μ_j^* en abscisse et σ_j en ordonnée) permet de distinguer :

- les facteurs dont les effets sont négligeables : points proches de l'origine (0,0) ;
- les facteurs dont l'effet linéaire est important : points situés à droite sur l'axe des abscisses ;
- les facteurs dont les effets sont non-linéaires ou incluent de l'interaction avec d'autres facteurs : points situés en haut sur l'axe des ordonnées.

Afin de garantir un échantillonnage uniforme des niveaux de chaque facteur, il est conseillé de construire une grille avec un nombre pair et identique de niveaux. Le pas de variation souhaitable d'un facteur est la moitié du nombre de niveaux.

2 Comment la mettre en œuvre

La fonction `morris` du package `sensitivity` permet d'échantillonner des trajectoires, de calculer les indices et d'en faire le graphique.

```
x <- morris(model = morris.fun, factors = 20, r = 10, design = list(type = "oat", levels = 6,
  grid.jump = 3), scale = TRUE)
print(x) ; plot(x)
```

Ici `morris.fun` est le modèle, avec 20 facteurs d'entrée discrétisés en 6 niveaux. 10 trajectoires (de taille 20+1) sont échantillonnées avec un saut aléatoire de 3 unités successivement sur chaque composante.

La taille du saut `grid.jump` ne doit pas être trop petite si le nombre de trajectoires `r` est faible (classiquement de l'ordre de la dizaine). Il est conseillé de choisir `grid.jump` de l'ordre de `levels/2` car si le saut est trop petit, on n'a des informations que sur des variations locales.

3 Analyses complémentaires

Les résultats de simulation destinés à la méthode de Morris peuvent aussi faire l'objet d'analyses graphiques ou de type régression.

`apply(x$X, 2, function(v) plot(factor(v), x$y))` permet de visualiser les réponses du modèle en fonction des valeurs des différents facteurs.

4 Références

- Morris, M. D. (1991). Factorial sampling plans for preliminary computational experiments. *Technometrics*, 33, 161–174.
- Campolongo, F., J. Cariboni, and A. Saltelli (2007). An effective screening design for sensitivity analysis of large models. *Environmental Modelling and Software*, 22, 1509–1518.
- Bruchou C., Monod H., 2013. Criblage par discrétisation de l'espace. In Faivre R., Iooss B., Mahévas S., Makowski D., Monod H., editors. *Analyse de sensibilité et exploration de modèles. Applications aux modèles environnementaux*. Collection « Savoir Faire », Quae, Versailles, pp 85-123.
- https://en.wikipedia.org/wiki/Morris_method