Une étude de cas en biomécanique avec la fonction lme de R pour modéliser des structures complexes d'effets aléatoires et de matrice de variance-covariance des erreurs

Frédérique Letué*†1, Caroline Bazzoli‡1, and Marie-José Martinez§2

¹Laboratoire Jean Kuntzmann (LJK) − CNRS : UMR5224, Université Joseph Fourier - Grenoble I, Université Pierre Mendès-France - Grenoble II, Institut Polytechnique de Grenoble - Grenoble Institute of Technology, Université Pierre-Mendès-France - Grenoble II − Tour IRMA 51 rue des Mathématiques - 53 38041 GRENOBLE CEDEX 9, France

²MISTIS (INRIA Grenoble Rhône-Alpes / LJK Laboratoire Jean Kuntzmann) – Laboratoire Jean Kuntzmann, INRIA, Université Joseph Fourier - Grenoble I, CNRS : UMR5224, Institut polytechnique de Grenoble (Grenoble INP) – Inria Grenoble - Rhône-Alpes 655 avenue de l'Europe - Montbonnot 38334 Saint Ismier Cedex, France

Résumé

Nous présentons ici une étude de cas sur la modélisation de l'intensité des forces de doigts en biomécanique. L'expérience dont sont issues les données a été décrite dans [1]. Dans cette étude, on a demandé à 15 sujets de presser des capteurs avec les 4 doigts simultanément dans trois conditions expérimentales différentes. Trois mesures ont été réalisées par sujet et par condition expérimentale. Un des buts de l'étude est de comparer les intensités de force de chaque doigt entre les différentes conditions expérimentales et pour chaque condition expérimentale, de comparer les intensités de forces de doigts entre elles.

Les données ont d'abord été analysées dans [1] par une simple ANOVA à deux facteurs. Ceci revient à supposer que les mesures entre les 4 doigts sont indépendantes et qu'elles ont été faites sur 45 individus différents. Dans cette présentation, nous proposons une nouvelle modélisation permettant de prendre en compte la répétition des mesures sur les 15 sujets et la dépendance entre les doigts, puisque les mesures sont simultanées. Pour cela, nous utilisons les modèles linéaires mixtes en introduisant des effets aléatoires pour modéliser la variabilité intra-sujet et des structures complexes de variance-covariance des erreurs pour modéliser la dépendance entre les 4 doigts d'une même mesure.

Les données sont traitées à l'aide de la fonction lme du package nlme de R [2]. Nous expliquerons pourquoi nous avons choisi lme plutôt que la fonction lmer du package lme4, pourtant développée plus récemment. Nous montrerons les étapes de la modélisation grâce aux options de lme pour aboutir à des structures complexes d'effets aléatoires et de matrices de variance-covariance des erreurs. Enfin, nous présenterons les problèmes que nous avons

^{*}Intervenant

[†]Auteur correspondant: frederique.letue@imag.fr

[‡]Auteur correspondant: Caroline.Bazzoli@imag.fr

[§]Auteur correspondant: Marie-Jose.Martinez@iut2.upmf-grenoble.fr

rencontrés, notamment pour modéliser des corrélations résiduelles complexes à l'aide de lme.

Les résultats complets sont disponibles dans [3].

Références

Quaine, F., Paclet, F., Letué, F. , Moutet, F. (2012) Force sharing and neutral line during finger extension tasks. Human Movement Science, 31 (4), 749-757.

Pinheiro, J., Bates, D., DebRoy, S., Sarkar, D., and R Core Team (2014) nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-117.

Bazzoli, C., Letué, F., Martinez, M.-J. (2014) Modelling finger force produced from different tasks using linear mixed models with lme R function. En révision pour CSBIGS