

Dynamique de performance pluridimensionnelle à l'échelle de l'estimation et de l'optimisation du potentiel en ski

Analyse par chaînes de Markov et modèles mixtes

De Larochelambert Quentin

IMB, IRMES, INSEP, FFS



Résumé

Alors que la performance est généralement jugée sur un temps court et précis, cette thèse offre une approche mathématique pour comprendre la performance des skieurs à travers différentes échelles : la vie, la saison et la compétition. Centrée sur une analyse longitudinale, les travaux sont basés principalement sur des chaînes de Markov et des modèles mixtes pour mettre en évidence les limites du système de détection actuel mais aussi individualiser et quantifier les relations globales inhérentes à la performance en ski. En conceptualisant la performance comme un processus stochastique, les chaînes de Markov ont été essentielles pour estimer les trajectoires de performance des jeunes talents. Cela a permis de mieux comprendre et prévoir le développement et la progression des athlètes. Les modèles mixtes, quant à eux, ont offert une flexibilité permettant d'intégrer à la fois des effets fixes et aléatoires. En caractérisant la fatigue comme un état inconnu, les chaînes de Markov cachées ont été cruciales pour la gestion de la charge d'entraînement. Cela a offert des perspectives sur la relation entre la charge de travail et la fatigue. Enfin, l'approche dynamique adoptée a guidé une gestion de compétition basée sur des données, en identifiant les variables clés influençant la performance en temps réel. Cette thèse illustre le potentiel des méthodologies mathématiques dans le domaine sportif. Ces modèles mettent en évidence une part dynamique intrinsèque à la performance. En reconnaissant et en quantifiant cette dynamique, nous ouvrons la voie à une optimisation de la performance à court, moyen et long terme, soulignant ainsi l'importance d'une approche dynamique pour décrypter et améliorer la performance sportive en ski.

Abstract

While performance is generally judged over a short and precise period of time, this thesis offers a mathematical approach to understanding skiers' performance across different scales: life, season and competition. Focusing on a longitudinal analysis, the work is based mainly on Markov chains and mixed models to highlight the limitations of the current detection system but also to individualise and quantify the global relationships inherent in ski performance. By conceptualising performance as a stochastic process, Markov chains have been essential for estimating the performance trajectories of young talent. This has made it possible to better understand and predict the development and progression of athletes. Mixed models, on the other hand, offered the flexibility to incorporate both fixed and random effects. By characterising fatigue as an unknown state, hidden Markov chains have been crucial for training load management. This offered insights into the relationship between workload and fatigue. Finally, the dynamic approach adopted guided data-driven competition management, identifying key variables influencing performance in real time. This thesis illustrates the potential of mathematical methodologies in the field of sport. These models highlight a dynamic component intrinsic to performance. By recognising and quantifying these dynamics, we pave the way for optimising performance in the short, medium and long term, underlining the importance of a dynamic approach to deciphering and improving sports performance in skiing.