

Projet ALEA

Date limite de rendu : 7 janvier 2024

DISTILLER et al. (2020) propose un modèle pour analyser des données issues de pièges photographiques afin de comprendre d'analyser les activités des jaguars à Belize. Le but de cet exercice est de reprendre quelques éléments de leur approche en les simplifiant et sans se préoccuper de la question de l'inférence. Il s'agit donc ici d'un pur travail de modélisation qui repose sur des outils vus pendant le module.

Dans leur papier, les auteurs utilisent un piège photographique qui se déclenche lorsqu'un mouvement est détecté. On ne garde ici que les photos de jaguar. Dans la partie, on suppose qu'il n'y a qu'un jaguar sur la zone, puis on envisage le cas où il y a deux jaguars.

Un seul jaguar sur la zone de suivi. Un piège photographique prend donc une photo dès que le capteur de mouvement est activé par le jaguar. On note les instants t_1, \dots, t_n de "captures" (au sens de on a pris une photo) du jaguar présent sur la zone. On propose de modéliser ces instants de captures par un processus ponctuel d'intensité μ (intensité exprimée en captures par heure).

1. Quelles sont les hypothèses biologiques sous-jacentes à ce choix de modélisation ?
2. Combien de photos de jaguars en moyenne observe-t-on si le piège photographique est déployé pendant une journée ? (Donner l'expression en fonction de μ).
3. D'un jour à l'autre, le nombre de captures est variable. Quelle est la loi du nombre de captures journalières ?
4. Proposer une modification du modèle permettant de prendre en compte le fait que l'activité diurne et l'activité nocturne du jaguar soient différentes.
5. Le jaguar est un animal territorial qui quitte rarement son territoire. L'intensité μ de captures définie précédemment correspond à un piège posé au centre du territoire du jaguar. On imagine que le taux capture s'atténue avec la distance d entre le piège et le centre d'activité du jaguar selon un coefficient d'atténuation $e^{-d^2/2}$. Donner l'intensité du processus ponctuel qui décrit les captures en prenant en compte l'atténuation.

Deux jaguars sur la zone de suivi. On suppose que les deux jaguars ont des comportements similaires (même paramètre pour le modèle) mais agissent de manière indépendante.

6. Dessiner une réalisation possible du processus ponctuel correspondant aux captures sur une zone contenant deux jaguars (en faisant dans un premier temps abstraction de la notion de territoire et d'un changement de rythme dans la journée). Vous pourrez utiliser deux couleurs pour représenter les captures correspondants à chaque jaguar.
7. Si les jaguars ne sont pas identifiés individuellement (on ne distingue pas les couleurs du schéma précédent), combien en moyenne de photos sont prises en une journée.
8. Quelle est l'intensité du processus ponctuel qui donne les instants de détection ?
9. Si le jaguar 1 a le centre de son territoire à une distance d_1 du piège photo et le jaguar 2 a une distance d_2 , si on prend aussi en compte les changements d'activités du jaguar selon la journée, quel modèle proposez-vous pour représenter les temps où une photo de jaguar est prise ?

Mise en oeuvre

10. Ecrire un code R qui simule des instants de capture photos de deux jaguars sur la zone et qui fait intervenir les différents éléments de modélisation que vous avez définis ci-dessus.

11. Calculez numériquement, par une approche de type Monte Carlo, le nombre moyen de captures attendu par jour pour deux jaguars à une distance $d_1 = 0.5$ et $d_2 = 1$, en tenant compte de la variation d'activité entre jour et nuit (intensité de capture photos en journée de 1, et de 3 durant la nuit). Expliquer la démarche pour mettre en oeuvre ce calcul et commenter le code que vous joindrez au rendu.

12. Comment retrouver ce résultat par le calcul ?

Ce sont les idées que vous avez développées dans cet exercice qui sont à l'origine du papier de DISTILLER et al. (2020).

Références

DISTILLER, Greg B et al. (2020). "Using Continuous-Time Spatial Capture-Recapture models to make inference about animal activity patterns". In : *Ecology and Evolution* 10.20, p. 11826-11837.