

## Inlämningsuppgift 3: Monte carlometoder

Den här uppgiften kan ses som en fortsättning på laborationen Monte Carlometoder (lab 3). Gör *först* laborationen, *sedan* den här uppgiften. Uppgiften görs individuellt.

### Inledning

I en tidigare ODE-laboration simulerade du rovdjur och bytesdjur med de s k Lotka-Volterra ekvationerna. De är exempel på en *deterministisk modell* i form av ordinära differential-ekvationer, och ODE:n löstes med en *deterministisk metod*. Nu ska du simulera samma problem, men då problemet är beskrivet med en *stokastisk modell*, och lösning beräknas med en *stokastisk metod*.

En viktig klass av stokastiska metoder är ”Markov Chain Monte Carlo”, där processen som simuleras växlar mellan olika tillstånd. Tillstånden här i rov- och bytesdjurmodellen är ”rovdjur”  $y_1$  (t ex rävar) respektive ”bytesdjur”  $y_2$  (t ex kaniner). Reaktionerna i modellen beskrivs enligt

$$\left\{ \begin{array}{l} y_1 + y_2 \xrightarrow{\beta} 2y_2 \\ y_2 \xrightarrow{\gamma} \emptyset \\ y_1 \xrightarrow{\alpha} 2y_1 \end{array} \right.$$

där  $\alpha, \beta, \gamma$  är s k propensiteter. I det här fallet kan vi låta propensiteterna vara

- $\alpha = 10$  (reproduktion - bytesdjur)
- $\beta = 0.01$  (reproduktion - rovdjur relativt bytesdjur)
- $\gamma = 4$  (dödlighet hos rovdjur)

Det här betyder att sannolikheten att t ex första reaktionen ska ske är  $\beta y_1 y_2$ . Sannolikheten beror av  $\beta$  men också av hur många individer  $y_1$  och  $y_2$  det finns.

### Att göra

- a) Ladda ned **ssh.m**, **stochPredPrey.m** och **propPredPrey.m** från kurssidan. Funktionen **ssh** innehåller själva ”lösaren” (jfr t ex **ode45**), medan de övriga två funktionerna definierar problemet, dvs ekvationerna (jfr högerledsfunktionen till en ODE). Skriv ett Matlabscript som simulerar problemet från tid 0 till 10, och använd populationsstorlek 1000 individer av vardera art. Kör samma simulering och plotta resultatet (du kan göra det ”manuellt” genom att köra ditt Matlabscript flera gånger, dvs ingen loop nödvändig).

Jämför resultatet med motsvarande ODE-lösning (plot på nästa sida). Ser de lika ut? Vad händer med lösningen om du kör skriptet flera gånger?

**Att fundera på:** Enheten här är antal bytesdjur/rovdjur, medan det i den deterministiska modellen är medeltätheten av bytesdjur/rovdjur. Med det som bakgrund, vilken verklighet beskriver modellerna?

**Tips:** För att använda **ssa**, läs hjälptexten. Observera att du inte ska ändra något i funktionerna du laddar ner.

- b) När du löste en ODE med t ex **ode45** så definierades högerledet i en egen funktion. Här definieras problemet istället i två funktioner, **stochPredPrey** och **propPredPrey**. Titta i koden i dessa och försök förstå kopplingen mellan modellen och koden, dvs på vilket sätt som problemet definieras här. Du behöver inte lämna in något här.

## Inlämning

Redovisa scriptet (från a) genom att lämna in m-filen i **Inlämningsuppgifter => Inlämningsuppgift 3**. Du behöver inte redovisa plottar eller svaren på frågorna, men vi kommer att diskutera frågorna på föreläsningen.

### Att jämföra med: den deterministiska lösningen (ODE-lösning)

