

Plottuppgift i TSRT04 (Ekologi): Dynamik mellan rovdjur och bytesdjur

11 januari 2023

Detta är en av plottuppgifterna i kursen TSRT04. För att bli godkänd på kursen måste ni lösa en av plottuppgifterna och redovisa den på något av examinationstillfällena. Redovisningen sker på engelska så skriv även er kod och kommentarer på engelska (det är en bra övning för framtiden!). Uppgiften ska lösas i grupper om två, eller individuellt. Eftersom det rör sig om ett examinationsmoment är det inte tillåtet att dela eller visa MATLAB-kod/anteckningar för andra studenter. Det är däremot okej att diskutera uppgiften muntligen, exempelvis för att dela med sig av goda råd!

1 Bakgrund

Växelverkan mellan rovdjur och bytesdjur är ett klassiskt forskningsområde inom ekologi. Den grundläggande hypotesen är att om det finns gott om bytesdjur (t.ex., älgar) så finns det gott om mat för rovdjuren (t.ex., vargar) som därför blir fler. Men när det blir fler rovdjur så kommer dessa döda fler och fler bytesdjur, så därför verkar det rimligt att antalet bytesdjur ska minska med tiden. Men när det blir för få bytesdjur så finns det inte tillräckligt med mat för alla rovdjuren, som då också börjar minska i antal. Då kan antalet bytesdjur öka igenom eftersom det inte finns så många fiender kvar. Och sedan börjar cykeln om, i alla fall enligt den grundläggande teorin.

2 Information om dataserien

I denna uppgift ska vi studera riktig data från nationalparken Isle Royale i USA: <http://www.isleroyalewolf.org>. Det gäller antalet älgar och vargar som fanns på ön under olika årtal. Dataserien finns i filen `ecology.mat` som kan laddas ner från Lisam.

Ladda in dataserien i MATLAB med kommandot

```
» load ecology
```

Årtalen finns i vektorn `years`, medan antalet djur finns i matrisen `animals`. Den första kolumnen innehåller antalet vargar (per år) och den andra kolumnen innehåller antalet älgar (per år).

3 Undersökning och visualisering av dataserien

Uppgiften är att undersöka dataserien genom att plotta datan på olika sätt. Följ nedanstående arbetsgång:

1. Bestäm ifall ni vill skriva din kod som ett skript, i olika funktioner eller som en kombination av båda. Ifall ni gör ett skript så kan det vara bra att inleda med `clear` (för att tömma Workspace) och `close all` (för att stänga alla öppna figurer/graffer).
2. Plotta mängden vargar och älgar som en funktion av tiden. Allt i samma figur. Använd `xlabel`, `ylabel`, `title` och `legend` för att beskriva vad som syns i figuren. Använd `xlim` för att ändra intervall på den horisontella axeln så att den exakt matchar datan.
3. Som ni säkert noterat är det två storleksordningar (100 gånger) fler älgar än vargar, vilket gör det svårt att urskilja antalet vargar i föregående bild. Detta kan lösas genom att ha två olika skalor i samma bild. Använd kommandot `plotyy`. Lägg till beskrivande text som ovan, men skippa `ylabel` och `xlim` (dessa är lite krångliga att använda ihop med `plotyy`).
4. Använd kommandot `subplot` för att plotta samma sak men i två olika delbilder, förslagsvis under varandra. Använd beskrivande text som ovan.
5. Vad är det största respektive minsta antalet älgar i den här dataserien? Vilka årtal inträffade detta? Gör beräkningarna med lämpliga MATLAB-kommandon. Markera dessa punkter med stjärnor i någon av era tidigare bilder (ni kan använda `plot` för detta). Sedan gör ni detsamma för vargarna och markerar värdena med ringar. Om det finns flera lokala minimum på en kurva så markera bara det med det minsta antalet djur.
6. Fundera på hur era figurer skulle se ut i utskrift. Det finns två viktiga saker att tänka på: 1) Använd "kraftfulla" färger, såsom svart, rött och blått. Grönt och särskilt gult brukar bli svårsläst i tryck. 2) Säkerställ att kurvorna går att särskilja även ifall de är utskrivna i gråskala. Detta kräver olika linjestilar (t.ex. solid, dotted, dashdotted och dashed). Ni kan använda `plot` för att ställa in färg och linjestil. Gå igenom alla bilder som ni skapat med `plot` och se till så att kurvorna är lätta att urskilja (ni behöver inte ändra något i bilden som skapades med `plotyy`) för det är krångligt).
7. Spara era figurer, dels i MATLAB-formatet `.fig` och dels i följande fyra vanliga bildformat: `.jpg`, `.png`, `.pdf`, och `.eps`. Öppna de sparade filerna för att jämföra bildkvaliteten. Zooma in på bilderna och se vilka format som alltid är skarpa (s.k. vektorgrafik) och vilka som blir oskarpa vid inzoomning. Prova sedan att importera bilderna till ett ordbehandlingsprogram (t.ex. Word eller Open Office). Vilka bildformat är bäst att använda i rapporter och liknande sammanhang? Gå tillbaka till MATLAB och dra i det nedre högra hörnet på en figur för att ändra dess storlek och dimensioner på skärmen. Spara filen en gång till och se om dina förändringar följde med till den sparade filen eller inte.

8. Förhandsgranska hur figuren ser ut i gråskala. Detta kan ni göra genom att gå till menyn "File" i en figur och välja "Print Preview". Under fliken "Color" kan ni skifta mellan färg och gråskala. Ifall det inte går att urskilja de olika kurvorna i gråskala så gör ni nödvändiga förändringar och förhandsgranskar på nytt.

För att bli godkänd på denna uppgift ska ni kunna uppvisa och köra det skript (eller funktion) som ni skapat för att lösa de olika deluppgifterna. Ni ska ha lagt in kommentarer i koden och sett till så att plottarna är självförklarande.

4 Kort om ekologisk teori

Detta avsnitt ger en kort inblick i den bakomliggande ekologiska teorin, vilket naturligtvis inte kommer att examineras i MATLAB-kursen.

Växelverkan mellan bytesdjur och rovdjur brukar modelleras med hjälp av första ordningens differential-ekvationer:

$$\begin{aligned}\frac{\partial}{\partial x}x &= x(\alpha - \beta y) \\ \frac{\partial}{\partial y}y &= -y(\gamma - \delta x)\end{aligned}\tag{1}$$

där x är antalet bytesdjur och y är antalet rovdjur. Parametrarna $\alpha, \beta, \gamma, \delta \geq 0$ beskriver själva växelverkan.

Tolkningen av ekvationerna i (1) är följande. Om bytesdjuren saknar fiender ($y = 0$) skulle de växa snabbare och snabbare med tiden (exponentiellt). När antalet rovdjur blir för många, så att $\alpha - \beta y < 0$, kommer däremot derivatan av x bli negativ och antalet bytesdjur minskar.

Samma typ av tendens, men motsatt, har använts för att modellera rovdjuren. Om det inte finns några bytesdjur att äta ($x = 0$) så kommer derivatan av y vara negativ och antalet rovdjur minskar då stadigt i bristen på mat. Om det däremot finns tillräckligt många bytesdjur, så att $\delta x - \gamma > 0$, kommer däremot rovdjuren att öka i antal med tiden.

Modeller av den typ som visas i (1) är förenklade, eftersom det bara finns två arter som påverkar varandra. I verkligheten finns det andra arter, sjukdomar och väderförhållanden som påverkar ekosystemet. Men simuleringar baserat på (1) ger liknande beteenden som de som observerats för vargar och älgar på Isle Royale. Om ni vill kan ni läsa mer om olika faktorer som påverkar växelverkan i dataserien:

<http://www.isleroyalewolf.org/data/data/home.html>

5 Referens

Vucetich, JA and Peterson RO. 2012. *The population biology of Isle Royale wolves and moose: an overview*. URL: <http://www.isleroyalewolf.org>