

Obligatorisk øving 1

Loppebefengte hunder og irreversibilitet

I kapittel 4.8 i boka (PCH) er loppebefengte hunder brukt for å illustrere det såkalte irreversibilitetsparadokset, dvs at fysikken på mikroskopisk nivå er tidsinvariant, mens på makronivå har tida en bestemt retning. I denne oppgaven skal dere lage et program som reproducerer resultatene i kapittel 4.8, dvs et program som simulerer tidsutviklingen av loppeantallet på to hunder. Forutsetningene er som følger: Når hundene møtes, er det N lopper på hund A og ingen på hund B. Med jevne mellomrom, f.eks hvert sekund, hopper *en* tilfeldig valgt loppe fra den ene hunden til den andre. Skriv programmet slik at dere kan plote tidsutviklingen $N_A(t)$ av antall lopper på hund A [og/eller antall lopper på hund B, $N_B(t) = N - N_A(t)$]. Illustrer den kvalitative forskjellen på tidsutviklingen av loppefordelingen mellom de to hundene når antall lopper er lite, middels og stort. I boka er det valgt $N = 6$ og $N = 20000$. Bruk tall omtrent så store for et lite og et stort antall lopper, og dessuten et passende antall i mellom. Sammenlign med det analytiske resultatet

$$N_A(t) = \frac{N}{2} (1 + e^{-2ct})$$

som framkommer ved å anta et essensielt kontinuerlig loppeantall, og at ”hopperaten” *fra* en gitt hund er proporsjonal med hvor mange lopper som befinner seg på denne hunden (se boka). Hvorfor er $c = 1/N$ et fornuftig valg dersom tidssteget Δt settes lik 1?

Her er et par Python-tips:

- Numpy-funksjonen `random.randint` genererer tilfeldige heltall. Med

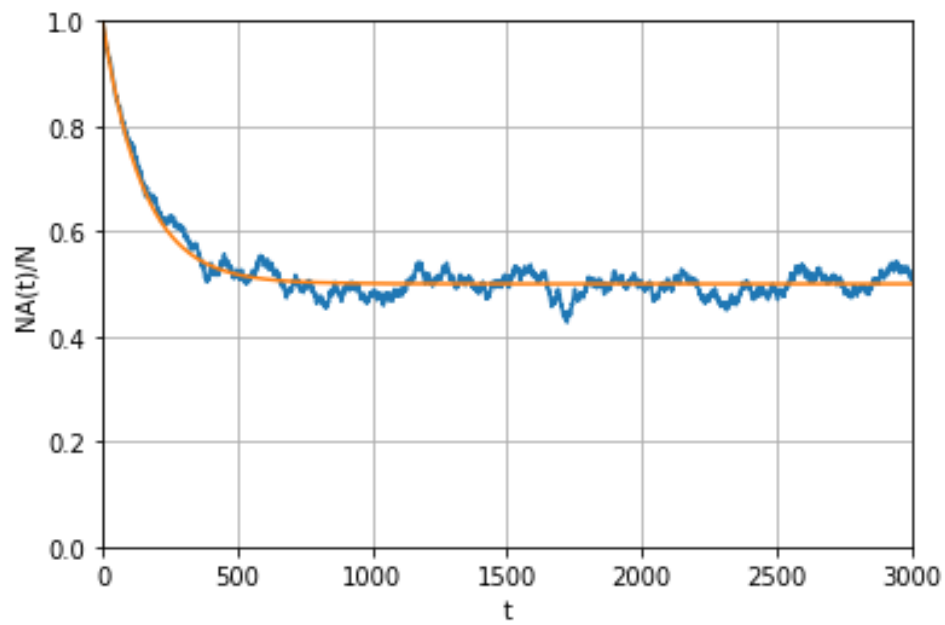
```
hopper = np.random.randint(0,high=N,size=NT)
```

genereres tabellen `hopper` med `NT` tilfeldige heltall med verdi mellom 0 og `N-1`.

- Hvis vi lar `loppested=1` tilsvare at en gitt loppe befinner seg på hund A, og `loppested=0` at den befinner seg på hund B, vil følgende linjer teste om loppen som skal hoppe i tidssteg nummer `i` er på hund A, samt endre sted til hund B og oppdatere antall lopper på hver av de to hundene dersom så er tilfelle:

```
if loppested[hopper[i]] == 1:
    loppested[hopper[i]] = 0
    NB[i]=NB[i-1]+1
    NA[i]=NA[i-1]-1
else:
    ...
```

- Med et middels stort antall lopper bør dere ende opp med noe som ligner på dette:



- Jobb helst i grupper på to eller tre. Enmannsgrupper godtas også, men av hensyn til studassene ønsker vi ikke altfor mange innleverte besvarelser.
- En av medlemmene i gruppa leverer inn i Blackboard. Pass på å skrive fullt navn på alle gruppas medlemmer slik at alle får øvingen godkjent.
- Bruk gjerne Jupyter notebook. Lever pdf-, html- eller zipfil.