

Programmering i naturfag

Simuleringer, algoritmer og dataanalyse i naturfaget

KM7

Kode som vitenskapelig verktøy

Moderne naturvitenskap er umulig uten programmering. Klimamodellene IPCC bruker kjøres på superdatamaskiner med milliarder kodelinjer. Sekvenseringen av menneskenes genom (Human Genome Project, 2003) krevde algoritmeutvikling like mye som laboratoriearbeid. CRISPR-proteinenes 3D-struktur ble forutsagt av AlphaFold (Google DeepMind, 2020) og løste en 50-år gammel utfordring i biokjemi.

- **Simuleringer:** modellering av systemer som er for komplekse, for farlige, for dyre eller for langsomme å observere direkte. Klimamodeller, spredning av epidemier (SIR-modell), populasjonsdynamikk.
- **SIR-modellen:** S (Susceptible) + I (Infected) + R (Recovered). $\frac{dI}{dt} = \beta \cdot S \cdot I / N - \gamma \cdot I$. Grunnlegger for all epidemimodellering.
- **Lotka-Volterra:** rov/byttedyr-dynamikk. $\frac{dx}{dt} = \alpha x - \beta xy$ (byttedyr). $\frac{dy}{dt} = \delta xy - \gamma y$ (rovdyr). Forklarer svingningene mellom harepopulasjon og gaupepopulasjon.
- **Radioaktivt henfall:** $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$. Halveringstid $T_{1/2} = \ln(2)/\lambda$.
- **Dataanalyse:** gjennomsnitt, standardavvik, lineær regresjon, korrelasjon. Et korrelasjonsforhold $\neq$ årsaksforhold.

■ Nøkkelsammendrag

Programmering: uunngaaelig i moderne naturvitenskap
 Simulering: modellerer systemer for komplekse/farlige/langsomme aa observere
 SIR-modell: S+I+R. Grunnlag for epidemimodellering (COVID-19)
 Lotka-Volterra: rov/byttedyr-svingninger (gaupe/hare)
 Radioaktivt henfall: $N(t) = N_0 \cdot e^{(-\lambda t)}$. $T_{half} = \ln 2 / \lambda$
 Dataanalyse: gjennomsnitt, std, regresjon, korrelasjon
 Korrelasjon $\neq$ kausalitet!

Tenk og drøft

- 1 Forklar SIR-modellen. Hva skjer med I-kurven (infiserte) når $R_0 > 1$ vs. $R_0 < 1$?
- 2 Lotka-Volterra forklarer rov/byttedyr-svingninger. Forklar modellen med ulv og elg som eksempel.
- 3 C-14 har halveringstid 5730 år. Beregn hvor mye C-14 som er igjen etter 17 190 år (= 3 halveringstider).

- 4 En studie viser: is-krem-salg og drukning korrelerer positivt. Forklar hva dette betyr og ikke betyr.

- 5 AlphaFold løste proteinfoldingsproblemet i 2020. Forklar hva proteinfoldingsproblemet er og hvilken vitenskapelig betydning AI-løsningen har.

Praktiske forsøk

Forsøk 1: Simuler radioaktivt henfall med terningkast

Bruk tilfeldighet til å simulere henfall og utled halveringstid empirisk.

Utstyr

- 100 terninger eller brikker
- Beger
- Loggbok
- Millimeterpapir

Fremgangsmåte

1. Legg alle 100 terninger i begeret. Kast dem ut.
2. Fjern alle som viser 1 – de har henfalt. Tell gjenværende.
3. Gjenta med gjenværende. Fortsett til 0.
4. Registrer antall per runde.
5. Plot N mot t og se om det er eksponensielt.
6. Beregn halveringstid.

Refleksjonsspørsmål

1. Forklar analogien: hva er lambda?
2. $N(t) = N_0 e^{(-\lambda t)}$. Beregn lambda og sammenlign med teori.
3. Hva er C-14-datering og hva begrenser nøyaktigheten?

Forsøk 2: Programmering av SIR-epidemimodell

Implementer og utforsk en enkel epidemimodell.

Utstyr

- Datamaskin med Python eller Scratch
- Kode-mål fra lærer
- Loggbok

Fremgangsmåte

1. Start med Python-malen: $S=990$, $I=10$, $R=0$, $\beta=0,3$, $\gamma=0,1$.
2. Kjør simulering i 100 dager. Plot S, I, R over tid.
3. Endre beta fra 0,1 til 0,5. Observer endringen.
4. Endre gamma og se effekten.
5. Implementer vaksinasjon: flytt 20% av S til R ved dag 0.
6. Beregn $R_0 = \beta / \gamma$.

Refleksjonsspørsmål

1. Hva er R_0 og kritisk grense for at epidemi tar av?
2. Hva er herd immunity threshold for din beta og gamma?
3. Hva er begrensningene i SIR-modellen?