

# Lab 1: Nettverksvitenskap og PSN

ELMED219-2026: Pasient-likhetsnettverk

ELMED219

Vår 2026

# Oversikt

- 1 Grafteori: Grunnlaget
- 2 Nettverksanalyse
- 3 Pasient-likhetsnettverk (PSN)
- 4 Notebooks

# Hva er en Graf?

En graf (eller et nettverk)  $G$  er et par  $(V, E)$ , hvor:

- $V$  er en mengde **noder** (vertices/nodes).
- $E$  er en mengde **kanter** (edges/links), som er par av noder.

$$G = (V, E)$$

## Typer grafer:

- **Urettet:** Kanter går begge veier (vennskap).
- **Rettet (Digraph):** Kanter har retning (følger på Twitter).
- **Vektet:** Kanter har en styrke  $w_{ij}$  (avstand, likhet).

## Prompt

En kompleks nettverksgraf-visualisering som representerer et Pasient-Likhetsnettverk (PSN). Noder er stiliserte ikoner av pasienter (kjønnsnøytrale). Kanter kobler sammen lignende pasienter. Noen klynger er fremhevet i ulike pastellfarger for å vise sykdoms-undertyper. Bakgrunnen er ren, veldig lys grå. Teksten 'Pasient-Likhetsnettverk' subtilt integrert nederst. 3D-render stil men ren og lesbar."



# Representasjon av Grafer

Hvordan lagrer vi en graf i en datamaskin?

**Nabomatrise (Adjacency Matrix)**  $A$ : En  $N \times N$  matrise hvor  $A_{ij} = 1$  hvis det er en kant mellom node  $i$  og  $j$ , ellers 0.

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

- For vektede grafer inneholder  $A_{ij}$  vekten  $w_{ij}$ .
- For urettede grafer er matrisen symmetrisk ( $A_{ij} = A_{ji}$ ).

# Sentralitetsmål

Hvilke noder er viktigst?

- ➊ **Gradsentralitet (Degree Centrality):** Antall kanter knyttet til en node.

$$k_i = \sum_j A_{ij}$$

*Tolking:* Hvor mange venner har du?

- ➋ **Betweenness Centrality:** Hvor ofte ligger noden på den korteste stien mellom to andre noder? *Tolking:* Er du en brobygger mellom grupper?
- ➌ **Eigenvector Centrality:** Viktigheten av en node avhenger av viktigheten til naboenes (Google PageRank).

## Tilfeldige Nettverk (Random Graphs):

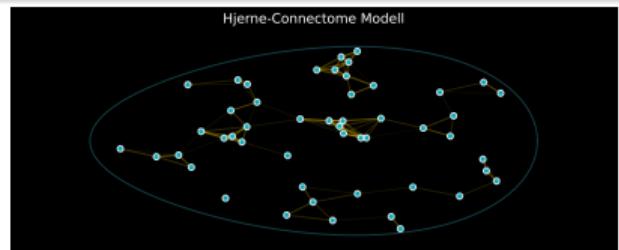
- Kanter dannes med sannsynlighet  $p$ .
- Kort gjennomsnittlig veilengde, men lav klynging.

## Small-World Nettverk:

- Høy klynging (venners venner er venner).
- Kort veilengde ("Six degrees of separation").
- Mange biologiske nettverk er av denne typen (hjernen!).

## Prompt

*En glødende, gjennomsiktig menneskehjerne sett fra siden, fylt med et komplekst nettverk av glødende noder og koblinger (connectome). Nodene er lys turkis og kantene er tynne gylne linjer. Mørk bakgrunn for kontrast, passende for en dark-mode slide, eller spesifiser 'hvít bakgrunn' for standard slides. Kinematisk lyssetting, hyper-detaljert medisinsk illustrasjon."*



# Konseptet bak PSN

**Idé:** I stedet for å se på hver pasient isolert, ser vi på dem som en del av et nettverk basert på likhet.

- **Noder:** Pasienter.
- **Kanter:** Likhet basert på kliniske data (blodprøver, gener, symptomer).

**Anvendelse:** Precision Medicine"

- Hvis pasient A responderte bra på medisin X, og pasient B er sterkt knyttet til A i nettverket...
- ...da bør kanskje pasient B også få medisin X.

# Konstruksjon av PSN

Prosessen for å bygge et PSN fra en tabell med data:

- ➊ **Normalisering:** Sørg for at alle variabler er på samme skala (Z-score).
- ➋ **Distansemål:** Beregn avstand  $d_{ij}$  mellom pasient  $i$  og  $j$ .

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^M (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (\text{Euklidisk})$$

- ➌ **Likhet:** Konverter avstand til likhet  $S_{ij}$ .

$$S_{ij} = \frac{1}{1 + d_{ij}} \quad \text{eller} \quad S_{ij} = e^{-d_{ij}^2/\sigma}$$

- ➍ **Terskelverdi (Thresholding):** Behold kun de sterkeste kantene for å fjerne støy.

# Subtyping av Sykdommer

Mange sykdommer (Diabetes T2, Kreft, IBS) er heterogene.

Ved å bruke **Community Detection** (f.eks. Louvain-algoritmen) på et PSN, kan vi finne naturlige undergrupper av pasienter.

- Disse gruppene kan representere ulike fenotyper.
- Hver gruppe kan ha ulik prognose eller behandlingsbehov.

# Oversikt over Lab 1 Notebooks

## ① 01-networkx\_tutorial.ipynb:

- Innføring i NetworkX biblioteket.
- Lage grafer, legge til noder/kanter, beregne sentralitet.

## ② 02-pasient\_likhetsnettverk\_iris.ipynb:

- Bruke det klassiske Iris-datasettet for å bygge et enkelt PSN.
- Se om nettverket klarer å skille blomsterartene uten å vite fasiten.

## ③ 03-pasient\_likhetsnettverk\_ib...ipynb:

- **Hovedoppgaven!** Reelle data fra en IBS-studie (Lundervold et al.).
- Analysere sammenhengen mellom hjerne-data og mage-symptomer.

# Tips til Labben

- NetworkX kan være tregt med veldig store grafer, men våre datasett er håndterbare.
- Bruk `nx.draw()` for rask visualisering, men se på parametere som `node_size` og `alpha` for å gjøre det pent.
- Tenk nøye gjennom *hvilke* variabler dere bruker for å beregne likhet. Inkluderer dere irrelevant støy, blir nettverket dårlig ("Curse of Dimensionality").

# Oppsummering

- Grafer er kraftige verktøy for å modellere relasjoner.
- PSN lar oss finne struktur i pasientpopulasjoner som ikke er synlig i en tabell.
- Vi beveger oss fra gjennomsnittspasienten til individet i kontekst.

I neste lab (Lab 2) skal vi se på en helt annen type nettverk: **Nevrale Nettverk** for dyp læring.