

Pasient-likhetsnettverk (PSN)

ELMED219: Momentliste P01–P08

ELMED219

Vår 2026

1 Grunnleggende om PSN

- P01: Forklare konseptet pasient-likhetsnettverk (PSN)
- P02: Beskrive hvordan PSN kan støtte presisjonsmedisin

2 Likhetsberegning

- P03: Beregne likhet (similaritet) mellom pasienter
- P04: Konstruere et PSN fra en pasient-feature-matrise
- P05: Velge terskelverdi for kantopprettning i PSN

3 Analyse av PSN

- P06: Identifisere pasientsubgrupper via community detection

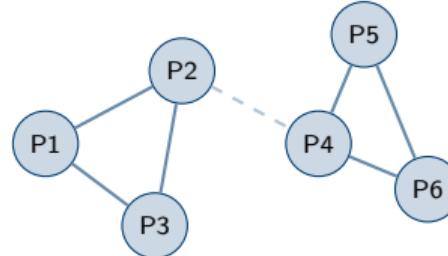
4 Avanserte temaer

- P07: Fordeler og begrensninger ved PSN-tilnærmingen
- P08: Multimodal PSN (integrering av ulike datatyper)

P01: Forklare konseptet pasient-likhetsnettverk (PSN)

Hva er et pasient-likhetsnettverk?

- En **graf** der hver node representerer en pasient
- **Kanter** forbinder pasienter som ligner hverandre
- Likhett basert på kliniske variabler (symptomer, vitalia, demografi), biomarkører, genetikk, avbildning, livsstilsfaktorer



To pasientgrupper med sterkt intern likhet

Hovedidé:

- Pasienter med lignende profiler gruppert sammen
- Avdekker naturlige subgrupper i pasientpopulasjonen
- Grunnlag for **pasient-stratifisering**: identifisere undergrupper med felles egenskaper for målrettet behandling

Sentrale referanser: Pai & Bader (2018), Li et al. (2015)

P02: Beskrive hvordan PSN kan støtte presisjonsmedisin

Presisjonsmedisin

Tilpasser behandling til den individuelle pasienten basert på deres unike profil – ikke “one size fits all”

PSN støtter presisjonsmedisin ved å:

- ① **Identifisere subgrupper** – Finne pasienter med lignende sykdomsmekanismer
- ② **Predikere behandlingsrespons** – “Pasienter som ligner deg responderte godt på X”
- ③ **Oppdage ukjente sammenhenger** – Avdekke mønstre på tvers av datatyper og etablerte diagnoser
- ④ **Integrere heterogene data** – Kombinere klinikk, omikk, avbildning

Eksempel: IBS-studien

I Lab 1 bruker vi PSN på IBS-pasienter for å undersøke sammenhenger mellom mage-tarmsymptomer, hjerneavbildning (MRI) og kognitive funksjoner.

P03: Beregne likhet (similaritet) mellom pasienter

Vanlige similaritets-/avstandsmål:

Euklidsk avstand (ℓ_2):

$$d_E = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

- Rett linje mellom punkter i \mathbb{R}^n
- Følsom for skala
- God for kontinuerlige data

Manhattan avstand (ℓ_1):

$$d_M = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i|$$

- "Bykvartal"-avstand
- Mer robust mot uteliggere

Gower-avstand:

$$d_G = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i(x_i, y_i)$$

d_i = normalisert avstand for variabel i :
num.: range-norm., kat.: 0/1, binær: id.

- Håndterer **blandede datatyper**
- Normaliserer automatisk
- Ideell for kliniske data!

Konvertering

similaritet = $1 - \text{avstand}$ (norm. til [0,1])

P04: Konstruere et PSN fra en pasient-feature-matrise

Steg-for-steg prosess:

- 1 **Organiser data:** Pasient × Feature-matrise

Pasient	Alder	Kjønn	BMI	Blodtrykk	Symptom-score	Biomarkør
P1	45	K	24.5	120/80	7	1.2
P2	42	K	25.1	118/78	8	1.1
P3	67	M	31.2	145/95	3	2.8

- 2 **Normaliser/standardiser:** Gjør variabler sammenlignbare
(z-score: $(x - \mu)/\sigma$, min-max: $(x - \min)/(max - \min)$)
- 3 **Beregn similaritetsmatrise:** Alle par av pasienter
- 4 **Velg terskelverdi:** Bestem når to pasienter er "like nok"
- 5 **Opprett kanter:** Forbind pasienter med similaritet > terskel
- 6 **Bygg graf:** Bruk NetworkX for å lage nettverket

Python-kode (konseptuelt)

```
G = nx.Graph()
for i, j: if similarity[i,j] > threshold: G.add_edge(i,j)
```

P05: Velge terskelverdi for kantopprettning i PSN

Definisjon

Terskel τ : Kant opprettes mellom pasient i og j hvis similaritet $s_{ij} > \tau$.

Utfordringen (terskelvalg er **kritisk** for utfall og tolkning):

- For lav terskel → For mange kanter, alle pasienter koblet
- For høy terskel → For få kanter, isolerte noder

Strategier for terskelvalg:

- ① **Percentilbasert:** Behold topp 5–10% av kantene
- ② **k-nærmeste naboor (k-NN):** Hver node kobles til k nærmeste
- ③ **Statistisk terskel:** $\mu + 1.5\sigma$ av similaritetsfordelingen
- ④ **Visuell inspeksjon:** Prøv ulike verdier og visualiser

For mange kanter

Mister subgruppestruktur, vanskelig å tolke

For få kanter

Mister informasjon, fragmentert nettverk

P06: Identifisere pasientsubgrupper via community detection

Community detection i PSN:

- Finner naturlige grupperinger av pasienter
- Pasienter i samme gruppe ligner hverandre mer enn de ligner andre

Louvain-algoritmen (fra N09):

- ① Optimaliserer **modularitet** – intern tetthet vs. eksterne koblinger
- ② Hierarkisk: Finner grupper på flere nivåer
- ③ Rask og skalerbar

Klinisk tolkning:

- Hver community = potensiell pasientsubtype
- Undersøk karakteristika for hver gruppe
- Sammenlign utfall og behandlingsrespons

Python-kode

```
# NetworkX (innebygd):  
nx.community.louvain_communities(G)  
  
# Alternativt (python-louvain):  
import community  
community.best_partition(G)
```

P07: Fordeler og begrensninger ved PSN-tilnærmingen

Fordeler:

- ✓ Intuitivt og visuelt
- ✓ Integrasjon av ulike datatyper
- ✓ Ingen antakelse om underliggende fordelinger
- ✓ Oppdager ikke-lineære sammenhenger
- ✓ Nettverksanalyse-verktøy kan anvendes
- ✓ Pasient-sentrert perspektiv

Begrensninger:

- ✗ Valg av likhetsmål og terskel er kritisk
- ✗ Skalerer dårlig til store datasett
- ✗ Manglende data kan være problematisk
- ✗ Tolkningsutfordringer
- ✗ Ikke alltid replikerbart
- ✗ Krever domeneekspertise

Oppsummering

PSN er et kraftig verktøy for eksplorativ analyse og hypotesegenerering, men resultater bør valideres med uavhengige data og metoder.

P08: Multimodal PSN (integrering/fusjon av ulike datatyper)

Multimodal PSN:

- Kombinerer data fra **flere kilder/modaliteter**
- Eksempler: Klinikk + Genetikk + Avbildning

Integrasjonsstrategier:

- ① **Tidlig fusjon:** Kombiner alle features før similaritetsberegnning
- ② **Sen fusjon:** Lag separate PSN, kombiner etterpå
- ③ **Mellomliggende fusjon:** Vektet kombinasjon av similaritetsmatriser

Eksempel fra Lab 1 (IBS-studie):

- **Kliniske data:** Symptomscorer, demografi
- **MRI-data:** Hjerneavbildning (konnektivitet, volum)
- **Kognitive data:** Testresultater
- → Integrert PSN for helhetlig pasientprofilering

Verdi av multimodal PSN

Fanger opp kompleksiteten i pasientpopulasjoner som ikke synes i enkeltmodaliteter alene.

Oppsummering: PSN

Nøkkelpunkter:

- **P01:** PSN = Graf der noder er pasienter, kanter er similaritet
- **P02:** Støtter presisjonsmedisin via subgruppeidentifikasjon
- **P03:** Similaritetsmål: Euklidisk, Manhattan, Gower
- **P04:** Konstruksjon: Feature-matrice → Similaritet → Terskling → Graf
- **P05:** Terskelvalg er kritisk for nettverksstruktur
- **P06:** Community detection (Louvain) for subgrupper
- **P07:** Fordeler vs. begrensninger må avveies
- **P08:** Multimodal PSN integrerer heterogene data

Lab 1 – Praktisk erfaring

Konstruer og analyser PSN med ekte kliniske data (IRIS, IBS, WAIS-IV) ved hjelp av Python og NetworkX.