

SPØRSMÅL 1

Spørsmål 1 kan totalt gi 20 poeng. Alle ti delspørsmål skal besvares med "Sant" eller "Usant". Det er ikke behov for at du grunngir svaret. Hvis du svarer riktig på et delspørsmål vil det gi +2 poeng. Et feil svar gir -3 poeng. Om du ikke svarer på et delspørsmål gir det 0 poeng. Merk likevel at sluttsummen din fra Spørsmål 1 aldri vil bli negativ. Dersom summen av poeng fra de ti del-oppgavene er mindre enn null vil du likevel få tilordnet 0 poeng for oppgaven.

- a) En hver boolsk funksjon kan representeres ved et Bayesiansk nettverk.
- b) Anta at ingen av variablene X_1, X_2, \dots, X_k har foreldre i et Bayesiansk nettverk som total består av $n > k$ variable. Da sikrer dette nettverket at

$$\mathbf{P}(X_1, X_2, \dots, X_k) = \mathbf{P}(X_1) * \mathbf{P}(X_2) * \dots * \mathbf{P}(X_k).$$

- c) Bayesianske nettverk er spesielt godt egnet for objekt-deteksjon i grå-skala-bilder hvis pikslene i bildet er representert som et array av identitets-verdier.
- d) En fullt ut rasjonell agent vil aldri tape i et Poker-spill.
- e) En agent som kun oppfatter ufullstendig informasjon om tilstanden i sitt miljø kan fremdeles være fullt ut rasjonell.
- f) Et system må tenke som et menneske for å klare Turing-Testen.
- g) Argumentet kjent som "Det kinesiske rommet" forklarer hvorfor den svake AI-antagelsen ikke kan oppfylles.
- h) Dype neurale nett kalles "dype" fordi det trengs dyp engineering-kunnskap for å kunne lære dem effektivt.
- i) En viktig ingrediens i konvolusjonelle neurale nettverk er deling av vekter.
- j) Gradienten av tapsfunksjonen mhp. vektene i nettverket er ikke tilstrekkelig for å kunne lære vektene i et dypt neuralt nettverk.

SPØRSMÅL 2

Spørsmål 2 er verdt 18 poeng alt-i-alt. Hvert del-spørsmål har 6 poeng som sin maksimum-score.

En agent bor i en verden som kan ta to tilstander. Vi kaller tilstandene "**S**" og "**¬S**" (IKKE S). På et hvert tidspunkt velger agenten nøyaktig en av de følgende to aksjonene:

A1: Denne aksjonen har ingen effekt. Agenten forblir i den samme tilstanden som han var i det forrige tids-skrittet.

A2: Nå blir tilstanden i agentens verden byttet om. Hvis han var i **S**, så havner han i **¬S** etter at **A2** er gjennomført; hvis han var i **¬S** kommer han til **S** etter at **A2** er gjennomført.

På et hvert tidspunkt får agenten en belønning, R , som avhenger av hvilken tilstand agenten er i: Hvis agenten er i tilstanden **S** er belønningen 3, ellers er belønningen 2.

Vi ønsker å finne den optimale strategien, π , som gir oss den aksjonen det er rasjonelt å gjøre for hver tilstand av agentens verden.

a) Forklar hvorfor dette problemet kan representeres som et *Markov beslutnings-problem*. Oppgi alle ekstra antagelse(r) du gjør om domenet.

b) Bellman-ligningen forteller oss at

$$U^i(s) = R(s) + \gamma \max_a \sum_{s'} P(s'|s, a) \cdot U^i(s')$$

Forklar hvordan denne ligningen kan hjelpe agenten til å finne den optimale strategien.

c) Beregn U-verdiene for de tre første iterasjonene av verdi-iterasjons-algoritmen ("*value iteration algorithm*"). Du skal også oppgi den avledede strategien etter hver av de tre iterasjonene. Bruk $\gamma = 0.5$, og start med initielle U-verdier satt lik null.

SPØRSMÅL 3

Spørsmål 3 gir maksimalt 22 poeng totalt. Reglen for beregning av score for hver deloppgave er gitt under.

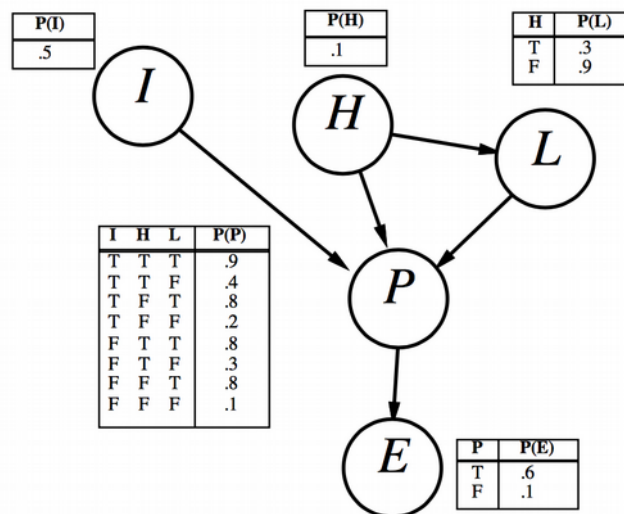


Figure 1: Et enkelt Bayesianisk nettverk med boolske variable

I Spørsmål 3 ser vi på det enkle Bayesianiske nettet vist i Figure 1. Modellen beskriver prosessen mot å bli valgt som president i USA. Alle variablene er binære, og har følgende mening:

- *I*: Intelligent
- *H*: Ærlig ("*Honest*")
- *P*: Populær
- *L*: MassePengerTilKampanjen ("*LotsOfCampaignFunds*")
- *E*: Valgt ("*Elected*")

For hver variabel viser figuren den tilordnede betingede fordelingen. Merk at bare de nødvendige tallene er angitt, og merk at vi bruker en syntaktisk forenkling her. For eksempel brukes " $P(H)$ " som en forkortelse for " $P(H=True)$ ". Dette nummeret er oppgitt til 0.1, og ettersom alle variable er binære vet vi da at $P(H=False) = 1 - P(H=True) = 0.9$.

- a) Når du bare ser på nettverks-strukturen til modellen (og ikke de tilhørende betingede fordelingene), hvilke - om noen - av de følgende utsagnene er sanne:
- $P(I, L) = P(I) P(L)$

ii) $\mathbf{P}(E|P, L) = \mathbf{P}(E|P, L, H)$

iii) $\mathbf{P}(P|I, H) \neq \mathbf{P}(P|I, H, L)$

Dette delspørsmålet er verdt 3 poeng.

- b) Beregn $P(I=True, H=True, L=False, P=True, E=False)$.

Dette delspørsmålet er verdt 3 poeng.

- c) Beregn sannsynligheten for at en person er intelligent gitt at han/hun er ærlig, ikke har store økonomiske midler i kampanjen, og blir valgt.

Dette delspørsmålet er verdt 4 poeng.

- d) Anta at vi ønsker å legge til variabelen $R=RiggerValget$ til nettverket. Tegn nettverks-strukturen, og oppgi alle betingede sannsynlighetstabeller som enten er nye eller har blitt forandret.

Dette delspørsmålet er verdt 6 poeng.

- e) Sant eller Usant: Hvis det er to kandidater med i valgkampen, så vil det å lage to kopier av nettverket vårt gi en korrekt representasjon av fellesfordelingen til de to settene med variable.

Dette delspørsmålet skal kun besvares med "Sant" eller "Usant". Et riktig svar belønnes med 2 poeng, mens et galt svar gir -3 poeng. Om du ikke svarer vil du få null poeng på deloppgaven.

- f) Anta at du vurderer å gi en stor *Donasjon* for å hjelpe "din" kandidat til å bli valgt. Tegn opp influensdiagrammet/beslutningsnettverket (kun strukturen, de betingede sannsynlighetstabellene er ikke nødvendig) som du får når du har lagt til den variabelen/de variablene du trenger til strukturen i Figure 1.

Dette delspørsmålet er verdt 4 poeng.

SPØRSMÅL 4:

Spørsmål 4 kan gi 20 poeng totalt, med maksimal poengsum for hvert delspørsmål oppgitt nedenunder.

- a) Se på de fire treningssettene gitt i Figure 2 under her:

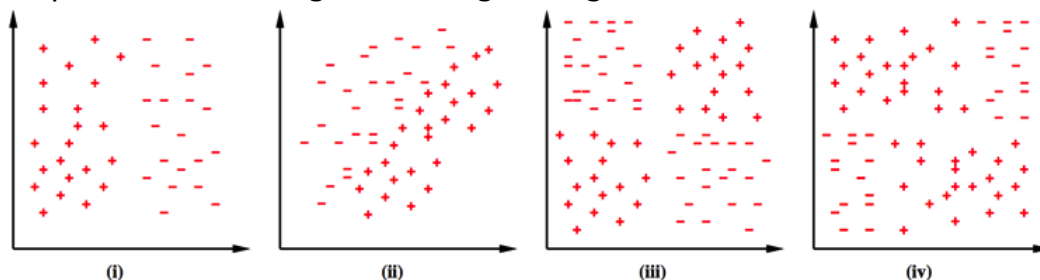


Figure 2 Fire forskjellige trenings-sett, hver med to numeriske input-attributter.

Hvert trainings-sett har 2 kontinuerlige input-attributter, en oppgitt langs x-aksen, og den andre langs y-aksen. Hvert trenings-eksempel

er enten medlem av den *positive klassen* (vist med "+") eller den *negative klassen* (vist med "-").

For hvert av de fire treningssettene skal du velge en maskinlæringsmetode som kan klassifisere treningssettet eksakt. Velg blant følgende metoder:

- Beslutningstrær
- Perseptronet
- Case-basert resonering med Euklidsk avstandsmål
- Dyp læring med konvolusjonelle filter

Hvis mer enn en metode er suksessfull skal du velge den som er enklest. Du trenger ikke velge den samme metoden for alle de fire datasettene.

Dette delspørsmålet gir opp til 8 poeng: 2 poeng per datasett i Figure 2.

b) **Forklar kort** de fire skrittene i CBR-syklusen.

Dette delspørsmålet er verdt opp til 6 poeng.

c) Du ønsker å sammenligne en ny maskinlæringsalgoritme du har laget med den klassiske algoritmen for beslutningstrær. Den nye algoritmen din, som heter YOU, har en viktig parameter som brukeren kan bestemme. Vi kaller denne parameteren θ , og antar at den kun har tre mulige verdier (1, 2, eller 3). Du har funnet tre standard datasett brukt i maskinlæring, la oss kalle dem A, B, og C. Du deler hvert datasett i et trenings-sett og et test-sett, trener med trenings-settet og beregner nøyaktighet ("*accuracy*") på test-settet. Det gir følgende verdier:

Datasett	Beslutningstre	YOU med $\theta=1$	YOU med $\theta=2$	YOU med $\theta=3$
A	79%	75%	81%	91%
B	62%	67%	56%	61%
C	89%	84%	93%	87%

Hvilken av følgende fortolkninger er mest passende?

1. YOU er bedre enn beslutningstrær da det for HVERT datasett finnes MINST EN setting av θ som gir bedre resultat enn det beslutningstreet får.
2. Beslutningstrær er bedre, fordi den slår YOU for MINST EN θ -verdi på HVERT datasett.
3. Et annet sub-sett av dataene (et *validerings-sett*) burde ha blitt brukt for å velge en god verdi for θ for hvert datasett A, B og C.

Deretter skulle YOU kun rapportere nøyaktigheten med den valgte verdien av θ for det aktuelle datasettet.

4. θ skulle *ikke* ha vært en bruker-styrt parameter, men skulle heller alltid bli holdt fast på verdien 3, ettersom denne settingen gir de beste resultatene i gjennomsnitt. Vi kan dermed se at YOU er bedre enn beslutningstrær for datasett A, men dårligere for datasettene B og C.

Anngi hvilken av alternativene (1, 2, 3 or 4) du velger og grunngi svaret ditt **kort**.

Dette delspørsmålet er verdt 6 poeng.