

## TDT4171 Assignment 3

### Kort om beslutningsproblemet

Dette beslutningsproblemet skal vise hva som vil gi mest nytte å gjøre i løpet av en dag. For å sette opp modellen har jeg tatt i bruk fremgangsmåten presentert i kapittel 16.7 i *Artificial Intelligence: A modern approach* (heretter referert til som læreboka). I korte trekk går denne fremgangsmåten ut på å sette opp en kausal modell, og deretter putte inn estimater for sannsynligheter og deretter nytteverdier. Til slutt skal modellen verifiseres mot en reell standard, og gjennomføres sensitivitetsanalyse. Hvilke antakelser og valg som ligger til grunn for verifiseringen og sensitivitetsanalysen blir presentert senere i skrevet. Videre følger en kort beskrivelse av de nodene som det kan være noe uklart hva skal representere.

- *Meetings* referer til antallet møter i forbindelse med gruppearbeid på skolen man har den gitte dagen. Skole
- *Weather*-noden har kun valg mellom klarvær og regn, ettersom det er (i mitt tilfelle) kun om det er opphold eller ikke som er med på å påvirke sannsynligheten for en joggetur.
- *Hungover* representerer sannsynligheten for at det var festligheter dagen i forkant som er med på å påvirke hvordan dagen vil utspille seg. Denne noden er avhengig av *DayType*, som sier om det er hverdag eller helg.
- *GotWorkDone* representerer om arbeidet med skole resulterte i å få gjort unna skolearbeid, eller om det var en ineffektiv arbeidsøkt.
- *GoodPhysicalExercise* representerer hvorvidt det var en god treningsøkt, hvor man får tatt seg ut og blir sliten. Dersom dette er tilfelle er det også en mulighet for at joggeturen resulterte i raskeste tid (*PersonalRecord*) på en fast runde.
- *RunnersHigh* er den gode følelsen man kan få etter en joggetur.
- *SoreTomorrow* indikerer hvorvidt man er støl dagen etter joggeturen.

### Formelle krav til modellen

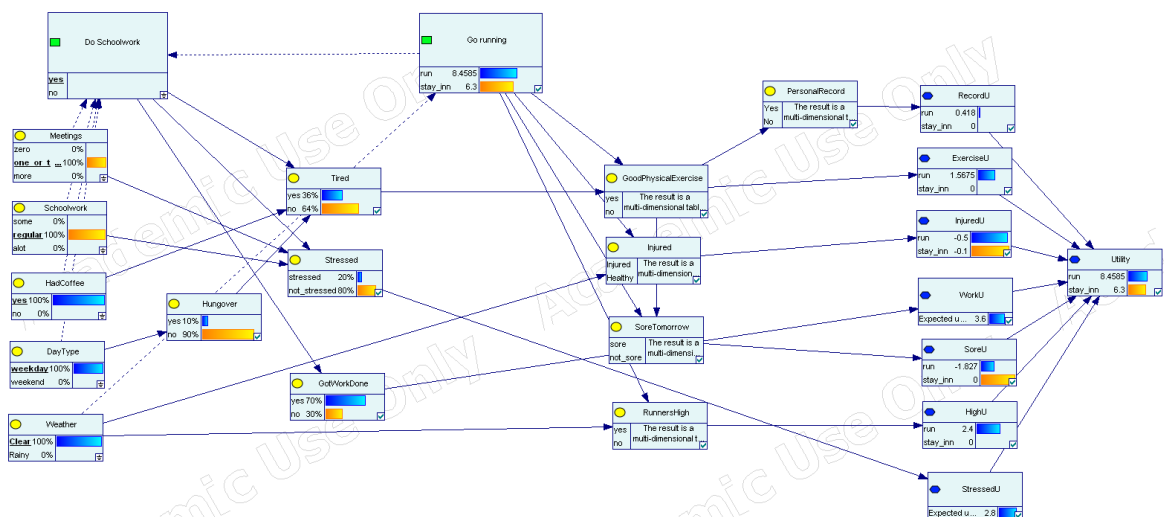


Figure 1: helhetlig bilde av beslutningsproblemet

Som man kan se fra figur 1 over, er de formelle kravene til beslutningsproblemet innfridd.

- Modellen består av to decision-noder: *Do schoolwork* og *Go running*.
- Det er totalt 7 usikre variabler (referert til som *uncertain variables* i oppgaveteksten) som blir påvirket av de to beslutningene (i tillegg noden *PersonalRecord*, som kommer etter en av de usikre variablene):
  - o Chance-nodene *Tired*, *Stressed* og *GotWorkDone* er usikre variabler, og påvirkes av decision-noden *Do schoolwork*.
  - o Chance-nodene *GoodPhysicalExercise*, *Injured*, *SoreTomorrow* og *RunnersHigh* er usikre variabler, og påvirkes av decision-noden *Go running*.
- Chance-nodene *Meetings*, *Schoolwork*, *HadCoffee*, *DayType* og *Weather* er observerbare variabler, ettersom de observeres i forkant av Decision-nodene. Disse er dermed evidence for beslutningsproblemet.
- Forskjellige chance-noder går inn til value-noder, som estimerer ulike forventete nytteverdier. Disse legges så sammen til en total gjennomsnittlig forventet nytteverdi i *Utility*-noden helt til høyre i Figur 1.

### **Struktur**

Overordnet er utformingen av modellen, med decision-noder øverst, choice-noder fra venstre til høyre og utility-noder lengst til høyre hentet fra figur 16.6 i læreboka. Dette er prøvd å etterlikne for å skape en ryddig struktur i modellen.

Til venstre i modellen (Figur 1) ligger alle de fem observerbare nodene, som dermed kan settes til en verdi i forkant av beslutningene i de to decision-nodene. I tillegg til at alle disse fem nodene peker til en beslutning, peker de på forskjellige usikre chance-noder. Dermed er de observerbare nodene med på å påvirke forventet nytteverdi, og ikke bare noe som påvirker beslutningene som tas av en bruker i decision-nodene gjennom *informational arcs*. Hadde de observerbare nodene kun pekt til decision-noder, hadde ikke å endre disse variablene vært med på å påvirke forventet nytte direkte i modellen.

I toppen av figur 1 ser vi de to decision-nodene. Disse har påvirkning inn i en rekke usikre variabler, som er med på å påvirke den forventede nytteverdien. Generelt kan de sies at de fleste kombinasjoner av observerte variabler vil gi høyest forventet nytteverdi dersom det velges å både gjøre skolearbeid, og å dra ut på løpetur.

Ut fra de to decision-nodene kommer man til flere usikre variabler. Felles for disse chance-nodene er at de påvirkes av en decision-node samt en eller flere av de observerte variablene. En node som skiller seg ut fra de andre usikre variablene er *Tired*, som er avhengig av blant andre noden *Hungover*, som ikke er en del av de observerte variablene. I tillegg skiller *Tired* seg ut gjennom å peke videre til en ny usikker variabel, *GoodPhysicalExercise*. De resterende usikre variablene som blir pekt til fra en decision-node peker videre til en node for beregning av forventet nytteverdi.

Til høyre i figur 1 er det en rekke med 7 value-noder, hvor det beregnes forventet nytteverdi for forskjellige usikre variabler. Hvordan disse beregnes kommer frem i avsnittet om forventet nytteverdi. Alle disse value-nodene peker inn på en value-node helt til høyre i figur 1 som representerer den gjennomsnittlige forventede nytteverdien.

## Sannsynligheter

For å beregne sannsynlighetene har jeg tatt i bruk metodikken i *Almanac game* beskrevet i oppgave 16.1 i læreboka der dette har vært passende. Dette er gjeldene for flesteparten av nodene, der hvor min egen vurdering ligger til grunn for sannsynlighetene. I noen tilfeller har det vært mulig å bruke ekstern statistikk for å finne en sannsynlighet. Eksempler er naturligvis *DayType*, hvor det er 2/7 sjanse for helgedag, og 5/7 sjanse for hverdag. I tillegg er sannsynlighetene i *Weather* basert på antall nedbørsdager i Trondheim (146 dager/365 = 40 %) hentet fra Yr. Denne sannsynligheten kan sees i figur 3. Utover dette vil jeg ikke gå i detalj om sannsynlighetene som ligger i det observerte verdiene, ettersom dette er verdier som skal settes i forkant av at det gjøres beslutninger i modellen.

Node properties: Weather

General

Definition

Format

User properties

Value

Figure 2: Sannsynlighetstabell for Weather

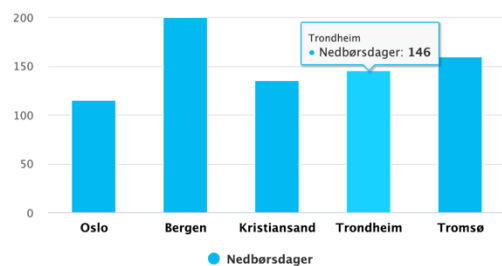
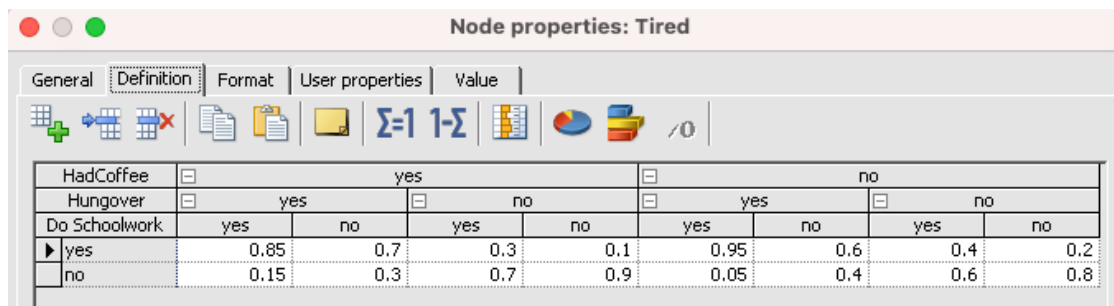


Figure 3: Nedbørsdager (Kilde: yr.no)

Som det kom frem av svar fra fagstaben på Piazza, er det ofte ikke riktig å sette sannsynligheter til å være presist lik 0 for noe, men heller sette sannsynligheten til å være veldig liten. Dette har jeg fulgt for sannsynlighetene i alle noder som er observerbare eller kun påvirket av andre chance-nodes. Det er riktignok noen av sannsynlighetene i de usikre variablene som er satt til 0. Dersom for eksempel *Go running* decision-noden settes til *stay\_inn*, vil det være 0 sannsynlighet for at *GoodPhysicalExercise* eller *RunnersHigh* inntreffer. På samme måte er det satt sannsynlighet lik 0 i modellen for at *GotWorkDone* blir *yes*, dersom *Do Schoolwork* settes til *no*. Grunnlaget for at disse sannsynlighetene er satt til 0 er at det ikke finnes noen mulighet for at disse hendelsene skal skje ved de valgene som er tatt i decision-nodene. Dette er altså punkter hvor jeg bevisst har valgt å sette sannsynlighetene lik 0, ettersom jeg så det som mest hensiktsmessig for modellen.

Jeg kommer ikke til å gå i detalj på alle sannsynlighetstabellene som forekommer i modellen. Likevel kommer jeg til å trekke frem noen for å vise hvilke vurderinger som ligger til grunn for sannsynlighetene.

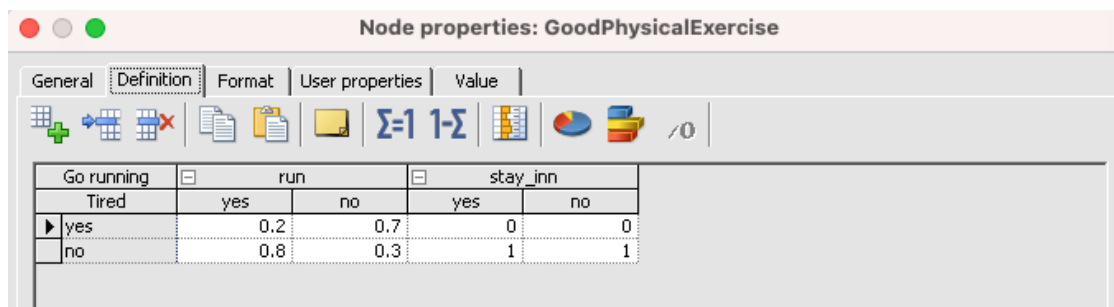
Fra figur 4 ser vi sannsynlighetstabellen til noden *Tired*. Sannsynlighetene i tabellen er basert på egne erfaringer. I min erfaring vil å drikke kaffe gjøre en litt mer oppvakt, og dermed øker sannsynligheten litt for at *Tired* blir til *no*. Forskjellen i sannsynlighet dersom *Hungover* er sann eller ikke er betydelig større, ettersom min erfaring er at å være preget av gårsdagens festligheter kan være mye mer ødeleggende enn hva en kopp kaffe kan reparere. Decision-noden *Do Schoolwork* lager også en påvirkning på *Tired*, dog ikke like stor som *Hungover*.



		yes				no			
		yes		no		yes		no	
Do Schoolwork		yes	no	yes	no	yes	no	yes	no
yes		0.85	0.7	0.3	0.1	0.95	0.6	0.4	0.2
no		0.15	0.3	0.7	0.9	0.05	0.4	0.6	0.8

Figure 4: sannsynlighetstabell for Tired

Alle de usikre variablene har enten tre eller to noder som peker til seg. I figur 5 ser vi *RunnersHigh*, som viser hvordan denne er avhengig av *Go running* og *Weather*. Som diskutert tidligere ser vi her at dersom *Go running* er satt til *stay\_inn*, vil sannsynligheten for at *RunnersHigh* tar verdi *yes* være lik 0.



		run		stay_inn	
		yes	no	yes	no
Tired		yes	no	yes	no
yes		0.2	0.7	0	0
no		0.8	0.3	1	1

Figure 5: sannsynlighetstabell for GoodPhysicalExercise

### Antakelser og avhengigheter

Angående at de observerbare nodene går til både decision-noder og usikre noder, ble dette gjort ettersom det gir en tydelig respons på forventet nytteverdi dersom man endrer på observerte variabler, og ettersom det falt naturlig at disse variablene skulle ha påvirkning på begge deler. For eksempel ser jeg det som naturlig at antall møter (i forbindelse med skolearbeid) man har, henger sammen med både å gjøre skole den dagen (*Do schoolwork*) og sannsynligheten for å føle seg stresset (*Stressed*).

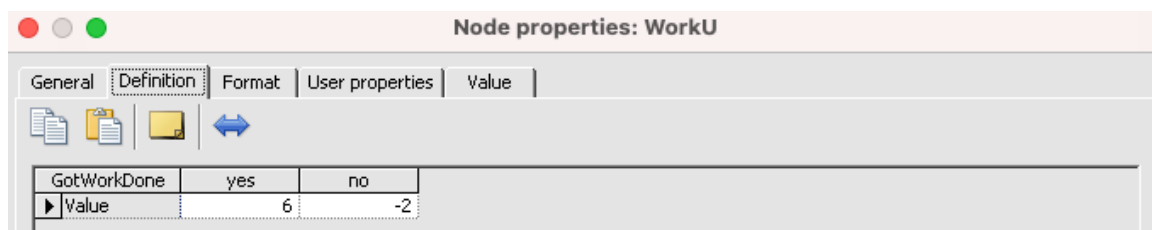
Flere steder i modellen vil det være betingede avhengigheter. Flere noder er uavhengige av alle noder som ikke er deres etterfølgere, gitt sine foreldrenoder. Eksempelvis kan man se at dersom verdien for *Tired* er kjent, vil ikke *GoodPhysicalExercise* måtte ta i beregning hva foreldrenodene til *Tired* har som verdi. Dette fører til at sannsynlighetstabellen til *GoodPhysicalExercise* kun behøver å ta høyde for sine foreldre, *Tired* og *Go Running* (Figur 5). Utover dette velger jeg ikke å kommentere nærmere hvordan enkelte avhengigheter er satt opp i modellen, men kan si på generelt grunnlag at avhengighetene er satt opp basert på personlig oppfatning av hvilke noder som vil ha påvirkning på hverandre.

### Forventet nytteverdi

For å bestemme nytteverdiene i modellen, har jeg tatt utgangspunkt i å fordele nytteverdier fra -10 til 10. Altså vil ingen hendelser eller handlinger kunne resultere i mindre enn -10 i nytteverdi, eller mer enn 10. Videre ønsket jeg, ettersom modellen skal representere min oppfatning av forventet nytteverdi, at det gitt de fleste kombinasjoner av observerte og

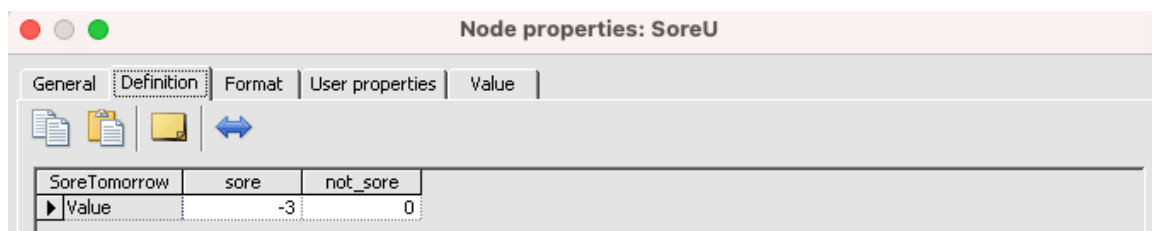
ukjente variabler skal gi størst nytte å gjøre både skolearbeid og ta en løpetur i løpet av dagen. Dette gjenspeiler altså min personlige oppfatning.

For å skape en total forventet nytteverdi, i *Utility*-noden helt til høyre i figur 1, som gir passende verdier har de 7 ulike value-nodene til venstre *Utility*-noden tilpassede verdier mellom -10 og 10. Disse value-nodene er alle knyttet opp mot en chance-node, med utfall som bestemmer nytten. Ettersom kun *HighU* og *WorkU* er direkte knyttet chance-noder knyttet til decision-noden *Do Schoolwork*, er disse nytteverdiene vektet høyere enn de fire value-nodene som påvirkes av *Go Running*. Dette kommer frem av nytteverdiene i *WorkU* (figur 6) og *SoreU* (figur 7).



Node properties: WorkU		
Definition		
GotWorkDone	yes	no
Value	6	-2

Figure 6: Nytteverdier for *WorkU*



Node properties: SoreU		
Definition		
SoreTomorrow	sore	not_sore
Value	-3	0

Figure 7: Nytteverdier for *SoreU*

For å vekte de ulike value-nodene i et uttrykk for den totale forventede nytteverdien i *Utility*, kunne også vektingen inne i denne noden bli endret på. Dette er dog noe jeg kun har gjort i de 7 value-nodene, og dermed vil *Utility* kun legge sammen de ulike nytteverdiene som kommer inn til noden. Derfor er vektene i denne noden lik 1 (Figur 8).

RecordU	1
InjuredU	1
WorkU	1
SoreU	1
HighU	1
ExerciseU	1
StressedU	1

Figure 8: vekting for *Utility*

### Eksempel

Avslutningsvis vil jeg vise et eksempel på bruk av modellen. Til venstre i figur 1 ser man at et sett med evidence er gitt, og at jeg som bruker har valgt å gjøre skole. Dette fører til at den forventede nytteverdien i *Utility* er høyest ved å velge *run* i *Go Running*. I figur 9 kan man se at negative utfall i flere usikre variabler fører til en total negativ forventet nytte fra denne dagen.

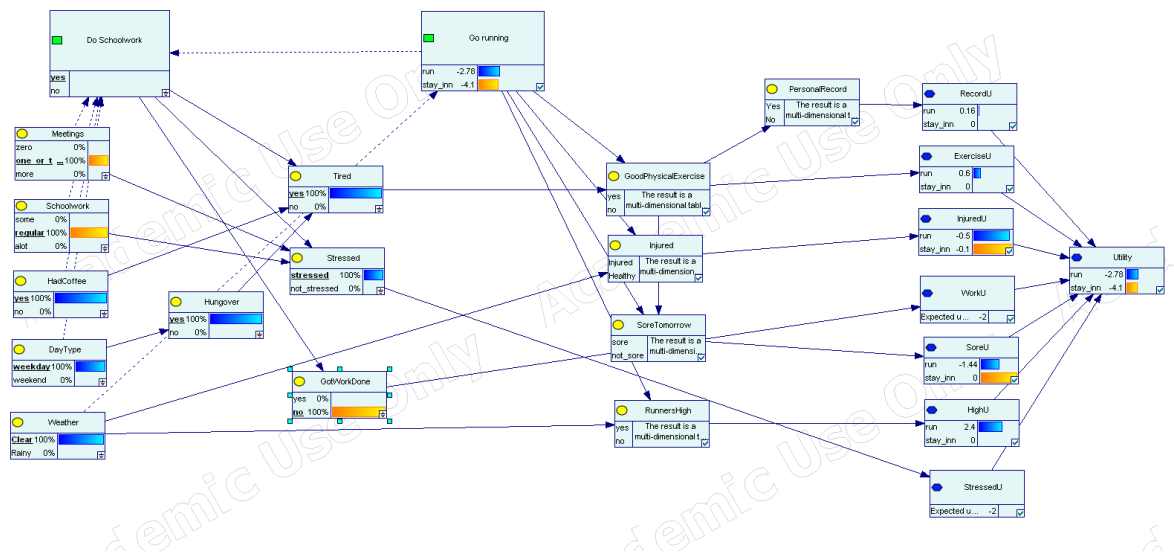


Figure 9: Hele modellen med oppdaterte usikre variabler

Den totale forventede negative nytteverdien kommer av flere «dårlige» utfall for mine preferanser for å få nytte i løpet av dagen. Jeg har testet ut flere ulike kombinasjoner av evidence og usikre variabler satt til forskjellige utfall, og i stor grad virker modellen til å ha samsvarende resultat som det jeg selv ville foretrekke.