

Wstęp do Sztucznej Inteligencji - rok akademicki 2022/2023

Przed rozpoczęciem pracy z notatnikiem zmień jego nazwę zgodnie z wzorem:
NrAlbumu_Nazwisko_Imie_PoprzedniaNazwa.

Przed wystaniem notatnika upewnij się, że rozwiązałeś wszystkie zadania/ćwiczenia.

Temat: Wnioskowanie oparte na wiedzy niepewnej. Wnioskowanie bayesowskie

Zapoznaj się z treścią niniejszego notatnika czytając i wykonując go komórka po komórce.
Wykonaj napotkane zadania/ćwiczenia.

```
import pymc as pm
import arviz as az
import numpy as np
print('Pymc version:', pm.__version__)
print('Arviz version:', az.__version__)
print('Numpy version:', np.__version__)
```

```
Pymc version: 5.10.4
Arviz version: 0.15.1
Numpy version: 1.25.2
```

Zadanie 1 (obowiązkowe, 5pkt.)

Zapozyczone z ćwiczeń do wykładu [Arabas](#), [Cichosz](#)

Zamodeluj i odpowiedz na pytania.

W śledztwie dotyczącym zabójstwa inspektor Bayes rozważa dwie hipotezy:

- H_1 główny podejrzany zabił,
- H_2 główny podejrzany nie zabił,

oraz następujące możliwe fakty:

- E_1 na miejscu zbrodni znaleziono odciski palców głównego podejrzanego,
- E_2 główny podejrzany nie ma alibi na czas popełnienia zabójstwa,
- E_3 główny podejrzany miał motyw zabicia ofiary,
- E_4 główny podejrzany był widziany w sądzieństwie miejsca, w którym mieszka nielegalny handlarz bronią,

- E_5 świadek zbrodni podał rysopis zabójcy nie pasujący do głównego podejrzanego.

Zależności między takimi faktami a hipotezami opisują następujące prawdopodobieństwa:

$$P(E_1 \vee H_1) = 0.7, P(E_1 \vee H_2) = 0.3,$$

$$P(E_2 \vee H_1) = 0.8, P(E_2 \vee H_2) = 0.4,$$

$$P(E_3 \vee H_1) = 0.9, P(E_3 \vee H_2) = 0.5,$$

$$P(E_4 \vee H_1) = 0.4, P(E_4 \vee H_2) = 0.2,$$

$$P(E_5 \vee H_1) = 0.2, P(E_5 \vee H_2) = 0.4.$$

W którym przypadku prawdopodobieństwo popełnienia zabójstwa byłoby największe?

1. Gdyby znaleziono na miejscu zbrodni jego odciski palców.
2. Gdyby stwierdzono, że nie miał alibi i miał motyw.
3. Gdyby znaleziono na miejscu zbrodni jego odciski palców oraz stwierdzono, że był widziany w sąsiedztwie miejsca, w którym mieszka nielegalny handlarz bronią, ale świadek zbrodni podał rysopis zabójcy nie pasujący do głównego podejrzanego.

TWÓJ PROGRAM:

#YOUR CODE HERE

```
with pm.Model() as BayesModel:
    killer = pm.Bernoulli('killer', 0.5)

    killerPrints = pm.Deterministic('killerPrints',
pm.math.switch(killer, 0.7, 0.3))
    killerNotAlibi = pm.Deterministic('killerNotAlibi',
pm.math.switch(killer, 0.8, 0.4))
    killerMotive = pm.Deterministic('killerMotive',
pm.math.switch(killer, 0.9, 0.5))
    killerSeen = pm.Deterministic('killerSeen', pm.math.switch(killer,
0.4, 0.2))
    killerNotSimilar = pm.Deterministic('killerNotSimilar',
pm.math.switch(killer, 0.2, 0.4))

    trace = pm.sample(10000, chains = 1, return_inferencedata = True)
    trace.posterior['killer'].values

    pKillerPrints =
(trace.posterior['killer'].values[0]*trace.posterior['killerPrints'].v
alues[0]).sum()/trace.posterior['killerPrints'].values[0].sum()
    print('Gdyby znaleziono na miejscu zbrodni jego odciski palców: ',
pKillerPrints)

    pKillerAlibiMotive =
(trace.posterior['killer'].values[0]*trace.posterior['killerNotAlibi']
```

```
.values[0]*trace.posterior['killerMotive'].values[0]).sum()/
(trace.posterior['killerNotAlibi'].values[0]*trace.posterior['killerMo
tive'].values[0]).sum()
    print('Gdyby stwierdzono, że nie miał alibi i miał motyw: ',
pKillerAlibiMotive)

    pKillerPrintsSeenNotSimilar =
(trace.posterior['killer'].values[0]*trace.posterior['killerPrints'].v
alues[0]*trace.posterior['killerSeen'].values[0]*trace.posterior['kill
erNotSimilar'].values[0]).sum()/
(trace.posterior['killerPrints'].values[0]*trace.posterior['killerSeen
'].values[0]*trace.posterior['killerNotSimilar'].values[0]).sum()
    print('Znaleziono odciski palców oraz stwierdzono, że był widziany w
miejscu, w którym mieszka handlarz bronią, ale świadek podał rysopis
nie pasujący do głównego podejrzanego: ', pKillerPrintsSeenNotSimilar)

<IPython.core.display.HTML object>

<IPython.core.display.HTML object>

Gdyby znaleziono na miejscu zbrodni jego odciski palców:
0.6978957915831663
Gdyby stwierdzono, że nie miał alibi i miał motyw: 0.7809025506867231
Znaleziono odciski palców oraz stwierdzono, że był widziany w miejscu,
w którym mieszka handlarz bronią, ale świadek podał rysopis nie
pasujący do głównego podejrzanego: 0.6978957915831662
```

ODPOWIEDŹ:

YOUR ANSWER HERE

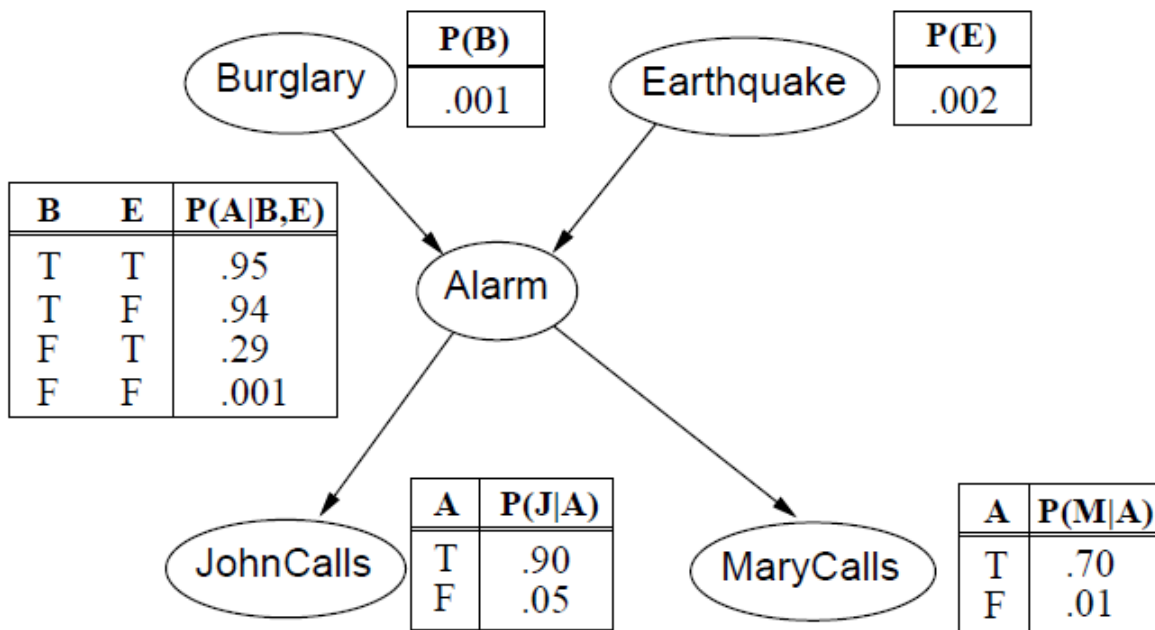
```
Gdyby znaleziono na miejscu zbrodni jego odciski palców:
0.6978957915831663
Gdyby stwierdzono, że nie miał alibi i miał motyw: 0.7809025506867231
Znaleziono odciski palców oraz stwierdzono, że był widziany w miejscu,
w którym mieszka handlarz bronią, ale świadek podał rysopis nie
pasujący do głównego podejrzanego: 0.6978957915831662
```

Zadanie 2 (obowiązkowe, 5pkt.)

Zamodeluj i odpowiedz na pytania.

System alarmowy w mieszkaniu, reaguje na włamania oraz, niestety, również na drobne trzęsienia (ziemi). Sąsiedzi John i Mary są umówieni, żeby zadzwonić do właściciela gdy usłyszą alarm. John jest nadgorliwy i bierze różne zdarzenia (np. dzwonek telefonu) za sygnał alarmowy (i wtedy zawsze dzwoni). Mary rozpoznaje alarm poprawnie, lecz często słucha głośnej muzyki i może go w ogóle nie usłyszeć.

Sieć przekonań dla systemu alarmowego wygląda następująco:



Jakie jest prawdopodobieństwo, że:

1. włączy się alarm?
2. doszło do włamania jeśli wiadom, że włączył się alarm?
3. zdarzyło się trzęsienie ziemi jeśli wiadomo, że włączył się alarm?
4. w razie włamania ktoś zadzwoni?
5. zawiadomienie o włamaniu jest fałszywe?
6. rozległ się alarm, przy czym nie wystąpiło ani trzęsienie ziemi ani włamanie, ale oboje John i Mary zadzwonili? (prawd. bezwarunkowe)

TWÓJ PROGRAM:

#YOUR CODE HERE

```
with pm.Model() as burglaryModel:
    burglary = pm.Bernoulli('burglary', 0.001)
    earthquake = pm.Bernoulli('earthquake', 0.002)

    pAlarm = pm.Deterministic('pAlarm', pm.math.switch(earthquake,
pm.math.switch(burglary, 0.95, 0.29), pm.math.switch(burglary, 0.94,
0.001)))
    alarm = pm.Bernoulli('alarm', pAlarm)

    pJohn = pm.Deterministic('pJohn', pm.math.switch(alarm, 0.9, 0.05))
    john = pm.Bernoulli('john', pJohn)
```

```

pMary = pm.Deterministic('pMary', pm.math.switch(alarm, 0.7, 0.01))
mary = pm.Bernoulli('mary', pMary)

trace = pm.sample(10000, chains=1, return_inferencedata=True)
trace.posterior['alarm'].values

print('Włączy się alarm: ',
trace.posterior['pAlarm'].values[0].sum()/len(trace.posterior['alarm']
.values[0]))

pBurglaryAlarm =
(trace.posterior['burglary'].values[0]*trace.posterior['alarm'].values
[0]).sum()/trace.posterior['alarm'].values[0].sum()
print('Doszło do włamanie jeśli wiadom, że włączył się alarm: ',
pBurglaryAlarm)

pEarthquakeAlarm =
(trace.posterior['earthquake'].values[0]*trace.posterior['alarm'].valu
es[0]).sum()/trace.posterior['alarm'].values[0].sum()
print('Zdarzyło się trzęsienie ziemi jeśli wiadomo, że włączył się
alarm: ', pEarthquakeAlarm)

pCalledBurglary =
(trace.posterior['burglary'].values[0]*np.logical_or(trace.posterior['
john'].values[0],
trace.posterior['mary'].values[0])).sum()/trace.posterior['burglary'].
values[0].sum()
print('W razie włamania ktoś zadzwoni: ', pCalledBurglary)

pFalseCall = (np.logical_or(trace.posterior['john'].values[0],
trace.posterior['mary'].values[0])*np.logical_not(trace.posterior['bur
glary'].values[0])).sum() /
np.logical_not(trace.posterior['burglary'].values[0]).sum()
print('Zawiadomienie o włamaniu jest fałszywe: ', pFalseCall)

pCalledButNoIncident = (trace.posterior['john'].values[0] *
trace.posterior['mary'].values[0] *
np.logical_not(trace.posterior['burglary'].values[0]) *
np.logical_not(trace.posterior['earthquake'].values[0])).sum() /
len((trace.posterior['john'].values[0] *
trace.posterior['mary'].values[0] *
np.logical_not(trace.posterior['burglary'].values[0]) *
np.logical_not(trace.posterior['earthquake'].values[0])))
print('Rozległ się alarm, nie wystąpiło ani trzęsienie ziemi ani
włamanie, John i Mary zadzwonili: ', pCalledButNoIncident)

```

<IPython.core.display.HTML object>

<IPython.core.display.HTML object>

Włączy się alarm: 0.0015924000000000005
Doszło do włamanie jeśli wiadom, że włączył się alarm: 0.4
Zdarzyło się trzęsienie ziemi jeśli wiadomo, że włączył się alarm:
0.2
W razie włamania ktoś zadzwoni: 1.0
Zawiadomienie o włamaniu jest fałszywe: 0.060612122424484896
Rozległ się alarm, nie wystąpiło ani trzęsienie ziemi ani włamanie,
John i Mary zadzwonili: 0.0005

ODPOWIEDŹ:

YOUR ANSWER HERE

Włączy się alarm: 0.0015924000000000005
Doszło do włamanie jeśli wiadom, że włączył się alarm: 0.4
Zdarzyło się trzęsienie ziemi jeśli wiadomo, że włączył się alarm:
0.2
W razie włamania ktoś zadzwoni: 1.0
Zawiadomienie o włamaniu jest fałszywe: 0.060612122424484896
Rozległ się alarm, nie wystąpiło ani trzęsienie ziemi ani włamanie,
John i Mary zadzwonili: 0.0005

UWAGA: Zwróć uwagę na wielkości podanych prawdopodobieństw aby dobrać odpowiednią liczbę symulacji.

© Katedra Informatyki, Politechnika Krakowska