

ВТОРА ДОМАШНА ЗАДАЧА ПО ВЕШТАЧКА ИНТЕЛИГЕНЦИЈА – ГРУПА 1

БАЕСОВИ МРЕЖИ И МАШИНСКО УЧЕЊЕ

1. БАЕСОВИ МРЕЖИ – Подем на вештачката интелигенција

(а) Случајни променливи за моделирање на проблемот:

AAI – индекс на развојот на областа на вештачката интелигенција

- домен на вредности: 1 – низок / 2 – умерен / 3 – висок

PR – број на публикувани истражувачки трудови, индикатор кој влијае врз индексот на развој на областа на вештачката интелигенција

- домен на вредности: 1 – низок / 2 – среден / 3 – висок

P – пораст на пријавени патенти од областа, индикатор кој влијае врз индексот на развој на областа на вештачката интелигенција

- домен на вредности: 0 – нема / 1 – има

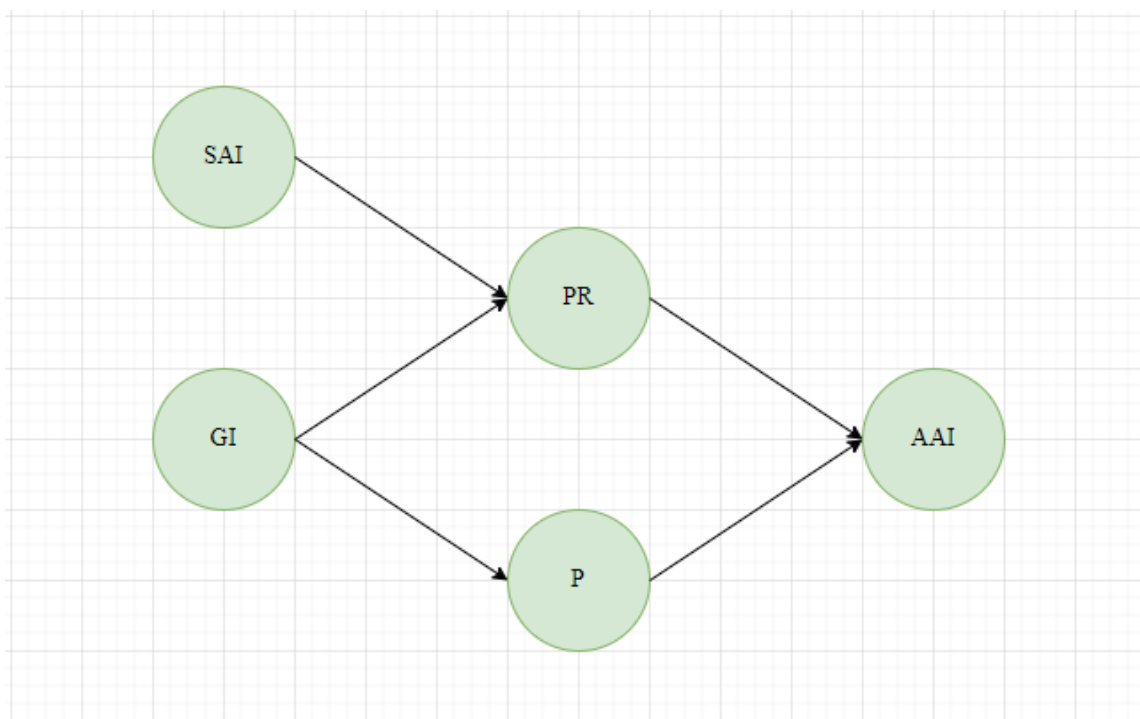
GI – пораст на иницијативи на владите ширум светот, влијае врз индикаторите за зголемениот број на публикувани истражувачки трудови и пораст на пријавени патенти од областа

- домен на вредности: 0 – нема / 1 – има

SAI – интерес на студентите на техничките факултети за предметот Вештачка интелигенција, влијае врз зголемениот број на публикувани истражувачки трудови од областа

- домен на вредности: 1 – низок / 2 – висок

(б) Графички приказ на Баесовата мрежа:



(в) За да се дефинираат условните веројатносни распределби за оваа Баесова мрежа, потребни се вкупно 38 параметри. Овој резултат се добива како збир на маргиналните веројатности за SAI - 2 и GI - 2, како и условните веројатности за PR - 12, P - 4 и AAI - 18.

(г) Маргинални и условни веројатносни табели:

| SAI | P (SAI) |
|-----|---------|
| 1 | 0.4 |
| 2 | 0.6 |

* Веројатноста дека постои висок интерес на студентите за предметот Вештачка интелигенција (SAI = 2) е 0.60

| GI | P (GI) |
|----|--------|
| 0 | 0.7 |
| 1 | 0.3 |

| GI | P | P(P GI) |
|----|---|-----------|
| 0 | 0 | 0.4 |
| 0 | 1 | 0.6 |
| 1 | 0 | 0.65 |
| 1 | 1 | 0.35 |

* Високиот број на владини иницијативи (GI = 1) не се отсликува така брзо во порастот на бројот на пријавени патенти (P = 1) – 35%

| GI | SAI | PR | P (PR GI, SAI) |
|----|-----|----|------------------|
| 0 | 1 | 1 | 0.35 |
| 0 | 1 | 2 | 0.4 |
| 0 | 1 | 3 | 0.25 |
| 0 | 2 | 1 | 0.3 |
| 0 | 2 | 2 | 0.4 |
| 0 | 2 | 3 | 0.3 |
| 1 | 1 | 1 | 0.25 |
| 1 | 1 | 2 | 0.4 |
| 1 | 1 | 3 | 0.35 |
| 1 | 2 | 1 | 0.2 |
| 1 | 2 | 2 | 0.5 |
| 1 | 2 | 3 | 0.3 |

| P | PR | AAI | P (AAI P, PR) |
|---|----|-----|-----------------|
| 0 | 1 | 1 | 0.7 |
| 0 | 1 | 2 | 0.2 |
| 0 | 1 | 3 | 0.1 |
| 0 | 2 | 1 | 0.2 |
| 0 | 2 | 2 | 0.6 |
| 0 | 2 | 3 | 0.3 |
| 0 | 3 | 1 | 0.05 |
| 0 | 3 | 2 | 0.1 |
| 0 | 3 | 3 | 0.85 |
| 1 | 1 | 1 | 0.6 |
| 1 | 1 | 2 | 0.25 |
| 1 | 1 | 3 | 0.15 |
| 1 | 2 | 1 | 0.15 |
| 1 | 2 | 2 | 0.55 |
| 1 | 2 | 3 | 0.3 |
| 1 | 3 | 1 | 0.03 |
| 1 | 3 | 2 | 0.07 |
| 1 | 3 | 3 | 0.9 |

* И покрај немање пораст на бројот во пријавени патенти ($P = 1$), во услови на висок број на публикации ($PR = 3$), се предвидува висок индекс во развојот на областа ($P(AAI)$ од 85%)

(д) Израз за тотална здружена веројатност:

Подреденост: GI, SAI, PR, P, AAI

$P(GI, SAI, PR, P, AAI) =$

$= P(GI) * P(SAI | GI) * P(PR | GI, SAI) * P(P | GI, SAI, PR) * P(AAI | GI, SAI, PR, P) =$

$= P(GI) * P(SAI) * P(PR | GI, SAI) * P(P | GI) * P(AAI | PR, P)$

(ѓ) Независности помеѓу променливите кои произлегуваат од структурата на Баесовата мрежа:

- $GI \perp\!\!\!\perp SAI$ – заедничка последица
- $GI \perp\!\!\!\perp AAI | PR$ – каузален синџир
- $GI \perp\!\!\!\perp AAI | P$ – каузален синџир
- $SAI \perp\!\!\!\perp AAI | PR$ – каузален синџир
- $PR \perp\!\!\!\perp P | GI$ – заедничка причина

(е) Израз за веројатност дека има пораст на бројот на владини иницијативи за развој на вештачката интелигенција ($GI = 1$) и пораст на бројот на пријавени патенти од областа ($P = 1$).

$$P(P|GI) = \frac{P(GI|P)}{P(GI)} * P(P) = \frac{\frac{P(GI, P)}{P(P)}}{\frac{P(GI)}{1}} * P(P) = \frac{P(GI, P)}{P(GI)}$$

$$P(GI=1, P=1) = P(P=1|GI=1) * P(GI=1) = 0.35 * 0.35 = 0.1225$$

(ж) Израз за веројатност дека нема пораст на бројот на публикувани истражувачки трудови од областа ($PR = 1$) ако има пораст во бројот на запишани студенти на предметот Вештачка интелигенција ($SAI = 2$).

$$P(PR=1|SAI=2) = \frac{P(PR=1, SAI=2)}{P(SAI=2)} = \dots$$

$$\dots = \frac{P(PR=1|SAI=2, GI=0) * P(SAI=2) * P(GI=0) + P(PR=1|SAI=2, GI=1) * P(SAI=2) * P(GI=1)}{P(SAI=2)} = \dots$$

$$\dots = \frac{0.3 * 0.6 * 0.7 + 0.4 * 0.6 * 0.3}{0.6} = 0.33$$

2. МАШИНСКО УЧЕЊЕ

А. НАИВЕН БАЕСОВ КЛАСИФИКАТОР

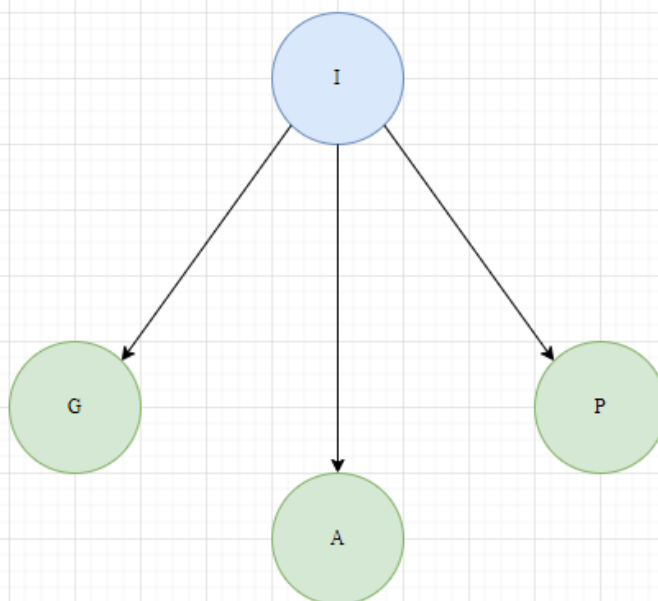
(а) Параметри:

G – дипломирани студенти

P – програмски јазик

A – положили Вештачка интелигенција

I – интервју



| I | P(I) |
|----|------|
| НЕ | 1/2 |
| ДА | 1/2 |

| G | I | P(G I) |
|----|----|----------|
| НЕ | НЕ | 3/5 |
| ДА | НЕ | 2/5 |
| НЕ | ДА | 2/5 |
| ДА | ДА | 3/5 |

| A | I | P(A I) |
|----|----|----------|
| НЕ | НЕ | 3/5 |
| ДА | НЕ | 2/5 |
| НЕ | ДА | 1/5 |
| ДА | ДА | 4/5 |

| P | I | P(P I) |
|--------|----|----------|
| Java | НЕ | 3/5 |
| Python | НЕ | 2/5 |
| Java | ДА | 2/5 |
| Python | ДА | 3/5 |

Со Лапласово порамнување со $k = 2$:

| I | P(I) |
|----|------|
| НЕ | 1/2 |
| ДА | 1/2 |

| G | I | P(G I) |
|----|----|----------|
| НЕ | НЕ | 5/9 |
| ДА | НЕ | 4/9 |
| НЕ | ДА | 4/9 |
| ДА | ДА | 4/9 |

| A | I | P(A I) |
|----|----|----------|
| НЕ | НЕ | 5/9 |
| ДА | НЕ | 4/9 |
| НЕ | ДА | 3/9 |
| ДА | ДА | 6/9 |

| P | I | P(P I) |
|--------|----|----------|
| Java | НЕ | 5/9 |
| Python | НЕ | 4/9 |
| Java | ДА | 4/9 |
| Python | ДА | 5/9 |

(б) Кандидат кој е дипломиран ($G = ДА$), но никогаш не полагал ВИ ($A = НЕ$), и програмскиот јазик кој го користи најмногу е Java ($P = Java$):

$$\begin{aligned}
 &P(I = HE, G = ДА, A = HE, P = Java) = \dots \\
 &\dots = P(I = HE) * P(G = ДА | I = HE) * P(A = HE | I = HE) * P(P = Java | I = HE) = \dots \\
 &\dots = \frac{1}{2} * \frac{4}{9} * \frac{5}{9} * \frac{5}{9} = \frac{100}{1458} = 0.0686
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &P(I = ДА, G = ДА, A = HE, P = Java) = \dots \\
 &\dots = P(I = ДА) * P(G = ДА | I = ДА) * P(A = HE | I = ДА) * P(P = Java | I = ДА) = \dots \\
 &\dots = \frac{1}{2} * \frac{4}{9} * \frac{3}{9} * \frac{4}{9} = \frac{48}{1458} = 0.0329
 \end{aligned}$$

Кандидатот ќе се класифицира за интервју ($I = ДА$).

(г) Веројатноста кандидат кој не е дипломиран ($G = НЕ$) и најмногу користи Java ($P = Java$) да биде повикан на интервју ($I = ДА$):

$$\begin{aligned}
 &P(I = ДА, G = HE, A = HE, P = Java) + P(I = ДА, G = HE, A = ДА, P = Java) = \\
 &= P(I = ДА) * P(G = HE | I = ДА) * P(A = HE | I = ДА) * P(P = Java | I = ДА) + \\
 &+ P(I = ДА) * P(G = HE | I = ДА) * P(A = ДА | I = ДА) * P(P = Java | I = ДА) = \\
 &= \frac{1}{2} * \frac{4}{9} * \frac{3}{9} * \frac{4}{9} + \frac{1}{2} * \frac{4}{9} * \frac{6}{9} * \frac{4}{9} = \frac{48}{1458} + \frac{96}{1458} = 0.0988
 \end{aligned}$$

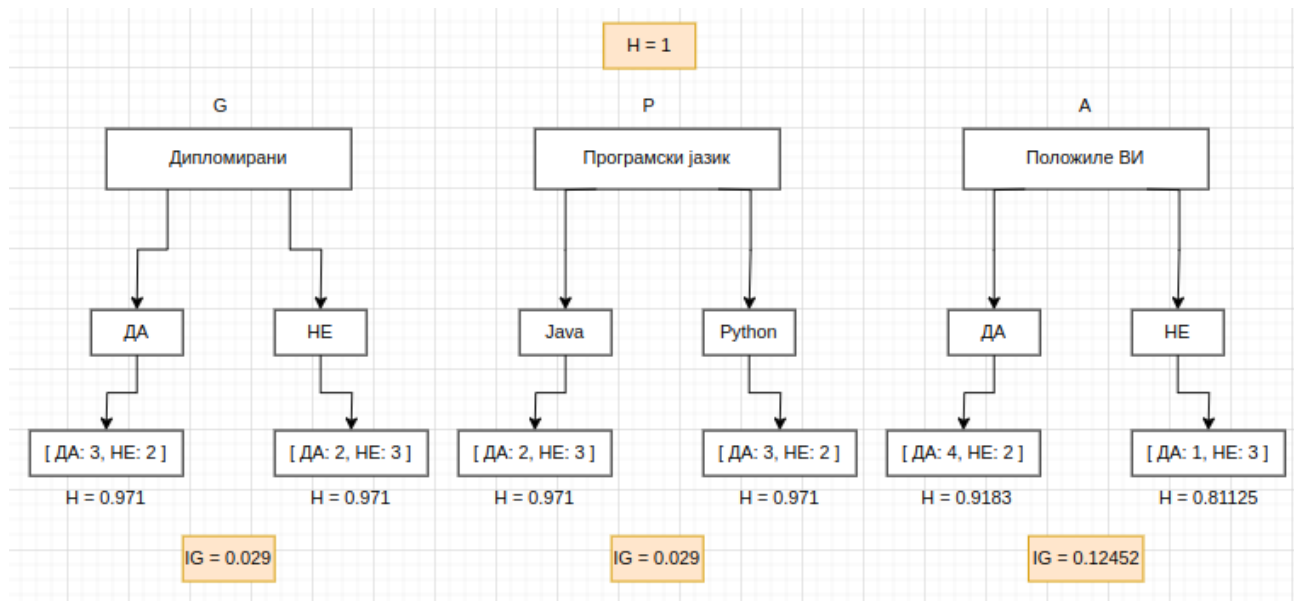
Б. ДРВО НА ОДЛУЧУВАЊЕ

(а) Постапка за избор за најдобар атрибут за поделба во коренот на дрвото на одлучување:
За пресметка на сите ентропии ја искористив формулата:

$$H(S) = -\frac{p}{p+n} \log_2 \frac{p}{p+n} - \frac{n}{p+n} \log_2 \frac{n}{p+n}$$

и ги добив следните резултати:

| | | |
|--|---|-------------------|
| $-(1 \div 2) \times (-1) - (1 \div 2) \times (-1)$ | = | 1 |
| $-(2 \div 5) \times (-1,322) - (3 \div 5) \times (-0,737)$ | = | 0,971 |
| $-(3 \div 5) \times (-0,737) - (2 \div 5) \times (-1,322)$ | = | 0,971 |
| $-(4 \div 6) \times (-0,585) - (2 \div 6) \times (-1,585)$ | = | 0,91833333 |
| $-(1 \div 4) \times (-2) - (3 \div 4) \times (-0,415)$ | = | 0,81125 |

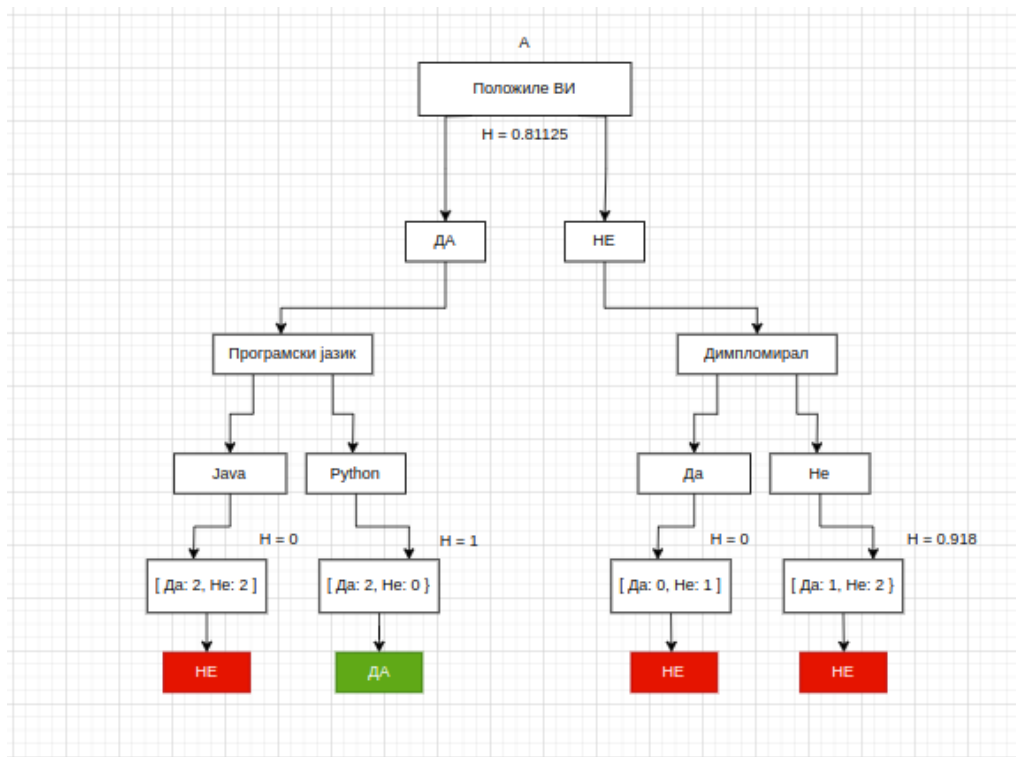


За information gain ја искористив формулата:

$IG = Entropy(Parent) - WeightedAverage(Entropy(Children))$, по што добив дека најполезен атрибут за корен би бил А (Положиле ВИ).

| | | |
|--|---|---------|
| $1 - (1 \div 2) \times 0.971 - (1 \div 2) \times 0.971$ | = | 0,029 |
| $1 - (6 \div 10) \times 0.9183 - (4 \div 10) \times 0.81125$ | = | 0,12452 |

(б) Целосно дрво на одлучување:



В.ПЕРЦЕПТРОН

(а) Модел на перцептрон:

Дипломирани (G): НЕ – 0, ДА – 1

Положиле ВИ (A): НЕ – 0, ДА – 1

Програмски јазик (P): Java – 0, Python – 1

Интервју (I): НЕ – 0, ДА – 1

$$w = [w_{\text{bias}}, w_G, w_A, w_P] = [1, 1, 2, 1]$$

$$f(x) = [\text{BIAS}, G, A, P]$$

$$y^* = +1, \text{ if } I = 1$$

$$y^* = -1, \text{ if } I = 0$$

$$y^* = +1, \text{ if } w * f(x) \geq 0$$

$$y^* = -1, \text{ if } w * f(x) < 0$$

| # | G | A | P | I |
|---|---|---|---|----------|
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 1 | 1 |

| # | G | A | P | I |
|----|---|---|---|----------|
| 6 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 |

(б) Една епоха со зададените параметри на перцептронот:

$$1. w = [1, 1, 2, 1] \quad f = [1, 1, 1, 0]$$

$$w * f = 1 + 1 + 2 + 0 = 3 \quad y = +1 = y^*$$

$$2. w = [1, 1, 2, 1] \quad f = [1, 1, 1, 0]$$

$$w * f = 1 + 1 + 2 + 0 = 3 \quad y = +1 \neq y^* \rightarrow w \leftarrow w + y^* f = w - f = [0, 0, 1, 1]$$

$$3. w = [0, 0, 1, 1] \quad f = [1, 1, 1, 0]$$

$$w * f = 0 + 0 + 1 + 0 = 1 \quad y = +1 \neq y^* \rightarrow w \leftarrow w + y^* f = w - f = [-1, -1, 0, 1]$$

$$4. w = [-1, -1, 0, 1] \quad f = [1, 0, 1, 0]$$

$$w * f = -1 + 0 + 0 + 0 = -1 \quad y = -1 = y^*$$

$$5. w = [-1, -1, 0, 1] \quad f = [1, 0, 1, 1]$$

$$w * f = -1 + 0 + 0 + 1 = 0 \quad y = +1 = y^*$$

$$6. w = [-1, -1, 0, 1] \quad f = [1, 0, 0, 1]$$

$$w * f = -1 + 0 + 0 + 1 = 0 \quad y = +1 \neq y^* \rightarrow w \leftarrow w + y^* f = w - f = [-2, -1, 0, 0]$$

$$7. w = [-2, -1, 0, 0] \quad f = [1, 0, 0, 1]$$

$$w * f = -2 + 0 + 0 + 0 = -2 \quad y = -1 \neq y^* \rightarrow w \leftarrow w + y^* f = w + f = [-1, -1, 0, 1]$$

$$8. w = [-1, -1, 0, 1] \quad f = [1, 0, 0, 0]$$

$$w * f = -1 + 0 + 0 + 0 = -1 \quad y = -1 = y^*$$

$$9. w = [-1, -1, 0, 1] \quad f = [1, 1, 0, 1]$$

$$w * f = -1 - 1 + 0 + 1 = -1 \quad y = -1 = y^*$$

$$10. w = [-1, -1, 0, 1] \quad f = [1, 1, 1, 1]$$

$$w * f = -1 - 1 + 0 + 1 = -1 \quad y = -1 \neq y^* \rightarrow w \leftarrow w + y^* f = w + f = [0, 0, 1, 2]$$

в) За алгоритмот за учење на овој перцептрон немаме гаранција дека ќе конвергира, бидејќи самиот тренинг не е сепарабилен.