

Conhecimento e Raciocínio 2015/2016

Prática 3 - Factores de Certeza

1. Suponha que um SP baseado no EMYCIN se destina a calcular a culpa ou inocência de um indivíduo.

a) Considere as seguintes regras:

SE o réu tem motivo E oportunidade ENTÃO é culpado (CF=0.7)

SE o réu odiava a vítima OU lhe devia dinheiro ENTÃO tem motivo (CF=0.8)

SE o réu morava perto da vítima OU era seu conhecido ENTÃO teve oportunidade (CF=0.6)

Calcule o grau de certeza da culpabilidade de um réu que odiava a vítima (FC=0.6), lhe devia dinheiro (FC=0.8), vivia perto dela (FC=0.9) e era seu conhecido (FC=1)

$$FC(\text{motivo}) = 0.8 \times \max(0.6, 0.8) = 0.8 \times 0.8 = 0.64$$

$$FC(\text{oportunidade}) = 0.6 \times \max(0.9, 1) = 0.6 \times 1 = 0.6$$

$$FC(\text{culpado}) = 0.7 \times \min(0.64, 0.6) = 0.7 \times 0.6 = 0.42$$

b) Suponha que além das regras anteriores o SP utiliza também a seguinte:

SE o réu tem um alibi ENTÃO não é culpado (CF=0.9)

Porém o alibi tem um FC de apenas 0,3. Calcule o grau de culpabilidade do réu nesta nova situação.

$$CF(H,e) = CF(E,e) \cdot CF(H,E)$$
$$CF_{\text{combine}}(CF_1, CF_2) = \begin{cases} CF_1 + CF_2 - CF_1 \cdot CF_2 & CF_1 \geq 0 \wedge CF_2 \geq 0 \\ \frac{CF_1 + CF_2}{1 - \min(|CF_1|, |CF_2|)} & CF_1 < 0 \text{ ou (exclusivo) } CF_2 < 0 \\ CF_1 + CF_2 + CF_1 \cdot CF_2 & CF_1 < 0 \wedge CF_2 < 0 \end{cases}$$

$$FC(\text{não é culpado}) = 0.9 \times 0.3 = 0.27$$

Como a conclusão **não é culpado** é contrária à de a) (**é culpado**) o FC=0.27 entra como negativo, i.e. -0.27.

Para combinar esta conclusão com a de a) usa-se por isso a formula 2 dada. Onde:

$$FC(\text{culpado}) = (0.42 - 0.27) / (1 - \min(0.42, 0.27)) = 0.15 / 0.73 = 0.21$$

Comentário: o alibi reduziu a culpabilidade de 0.42 para 0.21 apesar do alibi na regra não culpado ter apenas um FC de 0.3. Mais vale não condenar ... quando não há certezas absolutas ☺.

2. O inspector X da OND - Organização das Nações Desunidas -, perito em armas químicas, foi encarregado de avaliar se o país P produz armas deste tipo. Para isso debruçou-se sobre a empresa química Q que opera nesse país:

- Constatou que os proprietários da empresa eram militares das forças armadas. X concluiu então, com uma certeza de 0,2 que P fabricava armas químicas (na empresa Q);
- Seguidamente X instalou junto a Q detectores de dois elementos químicos A e B.

- Do elemento A foram detectados apenas pequenos vestígios: na realidade as quantidades eram tão baixas que X resolveu crer na veracidade da detecção apenas com uma certeza de 0,3. Além disso X sabia que o elemento A é utilizado apenas no fabrico de armas químicas e que por isso a sua presença indicaria, com certeza absoluta, o fabrico de tais armas.
- Quanto ao elemento B ele foi detectado em grandes quantidades e sem margem para dúvidas. Porém, X pouco pôde avançar na sua missão porque a cultura agrícola C necessita (com uma certeza de 0.9) do adubo D e este adubo incorpora sempre o elemento B. Ora, no país P cultiva-se C.
- X pensou então: “se não se cultivasse C e se detectasse B, então haveria armas químicas em fabrico com uma certeza de 0.7; mas com C e B apenas posso concluir que se fabrica o adubo D com uma certeza de 0.8 e também que não se fabricam armas químicas, mas com uma certeza de apenas 0.1”;
- Finalmente, X recebeu imagens via satélite que mostravam grandes camiões a abandonar a fábrica de noite. X inferiu então, com uma certeza de 0,8 que havia fabrico de armas químicas.

- a) Leia atentamente o texto e analise o conhecimento que X possui. Escreva as regras de produção que utilizaria na implementação de um sistema do tipo MYCIN para substituir X em futuras missões de avaliação de fabrico de armas químicas.

- A) SE os proprietários da empresa química Q são das Forças Armadas do país P
ENTÃO P fabrica armas químicas (CF=0.2)
- B) SE o elemento A é detectado
ENTÃO P fabrica armas químicas (CF=1)
- C) SE o país P produz a cultura agrícola C
ENTÃO P fabrica o adubo D (CF=0.9)
- D) SE P fabrica o adubo D
ENTÃO é detectado o elemento químico B (CF=1) (dispara na 2ª iteração)
- E) SE o país P NÃO produz a cultura agrícola C
E
SE é detectado o elemento B
ENTÃO P fabrica armas químicas (CF=0.7)
- F) SE o país P produz a cultura agrícola C
E
SE é detectado o elemento B
ENTÃO P fabrica o adubo D (CF=0.8)
E P NÃO produz armas químicas (CF=0.1)
- G) SE camiões abandonam de noite a empresa química Q
ENTÃO P fabrica armas químicas (CF=0.8)

NOTA: As regras deveriam ser apresentadas agrupando-as por igual conclusão.
Premissas, conclusões e factos, quando iguais, deveriam usar exactamente o mesmo texto.

- b) Calcule o grau de certeza com que esse sistema concluiria acerca do fabrico de armas químicas para o país P acima descrito, em forward chaining

Factos Iniciais:

Os proprietários da empresa química Q são militares das Forças Armadas (CF=1)
Elemento A é detectado (CF=0.3)
Elemento B é detectado (CF=1)

O país P produz a cultura agrícola C (CF=1)
Camións abandonam de noite a empresa química Q (CF=1)

O MYCIN trabalha em backward chaining. Logo:

1ª iteração

$$\begin{aligned} \text{A)} \quad & CF_{\text{ArmasQuímicas}} = 0.2 * 1 = 0.2 \\ \text{B)} \quad & CF_{\text{ArmasQuímicas}} = 0.3 * 1 = 0.3 \\ \text{F)} \quad & CF_{\text{FabricaD}} = \min(1,1) * 0.8 = 0.8 \\ & CF_{\text{NãoArmasQuímicas}} = \min(1,1) * 0.1 = 0.1 \\ \text{C)} \quad & CF_{\text{FabricaD}} = 1 * 0.9 = 0.9 \\ \text{G)} \quad & CF_{\text{ArmasQuímicas}} = 1 * 0.8 = 0.8 \\ \\ & CF_{\text{FabricaD}} = CF_1 + CF_2 - CF_1 * CF_2 = 0.8 + 0.9 - 0.8 * 0.9 = 0.98 \\ & CF_{\text{ArmasQuímicas}} = 0.2 + 0.3 - 0.2 * 0.3 = 0.44 \\ & CF_{\text{ArmasQuímicas}} = 0.44 + 0.8 - (0.44 * 0.8) = 0.888 \\ & CF_{\text{ArmasQuímicas}} = (0.888 + (-0.1)) / (1 - \min(|0.888|, |-0.1|)) = 0.788 / (1 - 0.1) = 0.876 \end{aligned}$$

2ª iteração

$$\text{D)} \quad CF_{\text{ElementoQuímicoB}} = 0.9 * 1 = 0.9$$

Resposta: O país P produz armas químicas com CF=0.876

3. Três pessoas A, B e C são suspeitas de um crime cometido em Coimbra, mas todos têm um alibi: o suspeito A mostra o seu nome assinado num hotel de Lisboa. B faz testemunhar um seu cunhado do Porto, que diz que ele estava de visita a sua casa. C diz que estava a ver o Benfica-Sporting e prova-o mostrando um filme onde parece realmente estar na plateia. O inspector X trabalha segundo as seguintes regras:

Se um suspeito está registado num hotel e o hotel é reputado, há 80% de certeza de que o suspeito estava realmente nesse hotel

Se uma pessoa se conhece de outra e conversam habitualmente entre si, há 70% de certeza que um alibi proporcionado por uma delas para a outra, é válido

Se uma pessoa parece figurar num filme e esse filme não está adulterado, há 95% de certeza que essa pessoa estava mesmo nesse local

O inspector também estima que:

A assinatura de A no hotel é genuína (certeza=80%) e o hotel é reputado (certeza=60%)

A certeza de o cunhado de B afinal não o ser, é bastante baixa (certeza=2%)

B fala com o seu cunhado (certeza=85%)

O filme pode estar adulterado (certeza=5%) mas parece tratar-se efectivamente de C (certeza=95%)

a) Calcule, segundo o MYCIN, o grau de certeza do inspector relativamente a cada um destes alibis.

Factor de certeza das conclusões acerca da veracidade dos alibis

$$\begin{aligned} \text{Suspeito A} \quad & FC = 0.8 * \min(0.8 * 0.6) = 0.48 \\ \text{Suspeito B} \quad & FC = 0.7 * \min(0.85 * (1 - 0.02)) = 0.7 * 0.85 = 0.595 \\ \text{Suspeito C} \quad & FC = 0.95 * \min(0.95 * (1 - 0.05)) = 0.9025 \end{aligned}$$

b) Uma outra pessoa, D, testemunha que esteve com A em Coimbra no dia do crime. O inspector toma em linha de conta este testemunho e conclui, com uma certeza de 80%, que A poderia ser realmente o criminoso. Calcule, segundo o MYCIN, o grau de certeza para a culpabilidade de A.

Portanto, há 0.8 a favor da culpabilidade de A, ou seja contra a veracidade do seu alibi. Logo deve usar-se a fórmula 2 de combinação, com -0.8, assim:

$$FC = (0.48 - 0.8) / (1 - \min(0.48, 0.8)) = -0.32 / (1 - 0.48) = -0.615$$

-
4. a) À luz da filosofia MYCIN explique o significado de $CF=1$, $CF=-1$ e $CF=0$
 b) Investigue e discuta o comportamento da expressão de combinação de factores de certeza $CF_1 + CF_2 - CF_1.CF_2$ (Sugestão: atente nos casos extremos ($CF_1=CF_2=1$ ou 0 ou -1) e em valores intermédios (exemplo: $CF_1=CF_2=0.5$))
-

5. Considere os seguintes factos e diagnósticos

- A) O paciente tem pintas vermelhas
- B) O paciente tem sarampo
- C) O paciente tem febre
- D) O paciente foi vacinado contra o sarampo
- E) O paciente foi recentemente mordido por um insecto
- F) O paciente é alérgico a picadas de insectos

a) Quais os sintomas e os diagnósticos ?

Sintomas (risque os que não são) : A B C ~~D~~ ~~E~~ F

Diagnósticos (risque os que não são) : ~~A~~ B ~~C~~ ~~D~~ E F

b) Construa um conjunto de regras (máximo 4) do tipo MYCIN que possam servir para diagnosticar sarampo e alergia a picadas de insectos. Use factores de certeza que considere razoáveis.

R1: IF pintas vermelhas AND febre THEN sarampo ($CF=0,8$)

R2: IF vacinado contra o sarampo THEN NOT sarampo ($CF=0,9$)

R3: IF pintas vermelhas AND mordido por um insecto and NOT febre THEN alérgico a picadas ($CF=0,6$)

c) Defina factores de certeza para os factos que figuram na premissa da regra ou regras de diagnóstico de sarampo que construiu em b) e calcule o grau de certeza de "sarampo" com base nos valores por si estabelecidos.

Factos e respectivos factores de certeza (podem ser menos de 4)

Facto 1 : Pintas vermelhas $CF= 0,90$
 Facto 2 : Febre $CF= 0,95$
 Facto 3 : Vacinado contra sarampo $CF= 0,7$

Cálculo do factor de certeza para "sarampo"

R1 $FC(\text{sarampo}) = \min(0,9; 0,95) \cdot 0,8 = 0,72$

R2 $FC(\text{NOT sarampo}) = 0,7 \cdot 0,9 = 0,63$

$FC(\text{sarampo}) = - 0,63$

$$CF_{combine}(CF_1, CF_2) = \begin{cases} CF_1 + CF_2 - CF_1.CF_2 & CF_1 \geq 0 \wedge CF_2 \geq 0 \\ \frac{CF_1 + CF_2}{1 - \min(|CF_1|, |CF_2|)} & CF_1 < 0 \text{ ou (exclusivo) } CF_2 < 0 \\ CF_1 + CF_2 + CF_1.CF_2 & CF_1 < 0 \wedge CF_2 < 0 \end{cases}$$

$FC(\text{sarampo}) = (0,72 - 0,63) / (1 - \min(0,72; 0,63)) = 0,09 / 0,37 = 0,24$

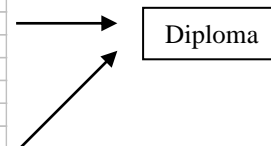
d) Um sistema implementado com base nas regras que definiu em b) funcionaria melhor em

~~forward chaining~~ backward chaining (risque o que não é). Porquê?

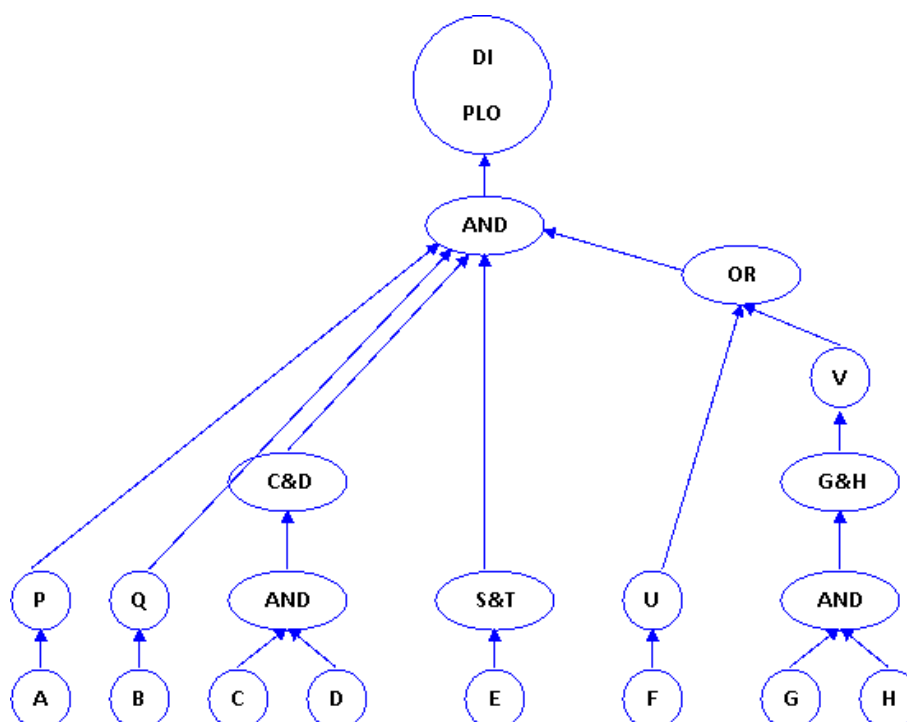
Porque o backward chaining actua como um verdadeiro perito, pedindo apenas os factos necessários para provar cada diagnóstico em consideração, de cada vez.

6. Suponha que num plano de transição para o modelo de Bolonha as disciplinas do antigo plano de estudos dão equivalência às disciplinas do novo plano de acordo com o seguinte esquema:

Plano Antigo			Plano de Bolonha	
A	→		P	Obrigatória
B	→		Q	Obrigatória
C	→		R	Obrigatória
D	→		R	Obrigatória
	→		S	Obrigatória
E	→		T	Obrigatória
F	→		U	Tem de fazer apenas uma destas duas
G	→		V	Tem de fazer apenas uma destas duas
H	→		V	Tem de fazer apenas uma destas duas



a) Desenhe a árvore de inferência subjacente a este processo.



b) Dispõe de um sistema de desenvolvimento que possui variáveis do tipo colecção. Estas variáveis funcionam como *conjuntos* aos quais podem ser adicionados elementos do tipo *string* através do método *add*. Por exemplo, para adicionar à variável colecção de nome COL a string "curso" far-se-ia COL.add "curso".

Escreva as regras de produção que constituiriam a base de conhecimento de um SP baseado neste sistema de desenvolvimento e destinado a indicar a um aluno do Plano Antigo quais as cadeiras do Plano de Bolonha que terá de realizar para obter o respectivo grau.

If not A then COL.add "B"
 If not B then COL.add "Q"
 If not C or not D then COL.add "R"

```

If not E then COL.add "S e T"
If F then "U"
If G and H then "V"
If not U and not V then COL.add "U or V"

```

c) Este sistema deverá funcionar em forward ou backward chaining? Porquê?

Em forward dado conhecerem-se todos os factos iniciais (cadeiras já feitas) e serem todos necessários para chegar a uma conclusão (i.e. o backward chaining nunca poderia reduzir os número de factos necessários de serem conhecidos).

d) Para alunos que reingressam - i.e., regressam à instituição depois de terem já desenvolvido actividade profissional no exterior - cursos de formação e experiência profissional são creditados, i.e., são-lhes atribuídos créditos no Plano de Bolonha. Por isso, para um aluno que reingressa, alguma cadeira poderá não ter de ser realizada. Neste aspecto o sistema rege-se pelas seguintes regras:

```

IF frequentou curso de formação no local L THEN disciplina U considera-se realizada (FC=0,5)
IF duração do curso < 100h THEN disciplina U considera-se não realizada (FC=0,8)
IF experiência profissional > 5 anos AND empresa credível then V realizada (FC=0,5)

```

O aluno X realizou as disciplinas A, B, C, D e E do Plano Antigo. Frequentou curso de formação no LOCAL L mas foi impossível apurar a sua duração exacta, pelo que só pode afirmar com um grau de certeza de 0,7 que foi superior a 100h. Tem experiência profissional de 6 anos e trabalhou numa empresa credível num grau de 0,9. Calcule, segundo a abordagem MYCIN, o grau de certeza que este aluno teria em relação à obtenção do diploma de Bolonha sem ter de realizar nenhuma cadeira suplementar, quando consultasse o sistema.

R1: $FC_{U_Realizada} = 1 \times 0.5 = 0.5$
R2: $FC_{U_NãoRealizada} = -0.7 \times 0.8 = -0.56$ (FCs de premissas negadas são iguais a “-“ os das originais)

Conjugando ambas pela fórmula 2 (dado terem conclusões contrárias)

$$FC_{U_Realizada} = \frac{0.5 - 0.56}{1 - \min(0.5; 0.56)} = -0.12$$

R3: $FC_{V_Realizada} = 0.9 \times 0.5 = 0.45$

Como já fez todas as cadeiras de A a E, basta subentender agora a execução da seguinte regra:

IF U OR V Then Diploma

Como se trata de um OR será:

$$FC_{Diploma} = \max(-0.12, +0.45) = 0.45$$

O grau de certeza de obtenção do diploma seria 0,45

7. Considere o seguinte conjunto de regras, sendo conhecido inicialmente apenas o facto B:

```

R1: If A and C then D
R2: If B and E then F
R3: If D and C then F

```

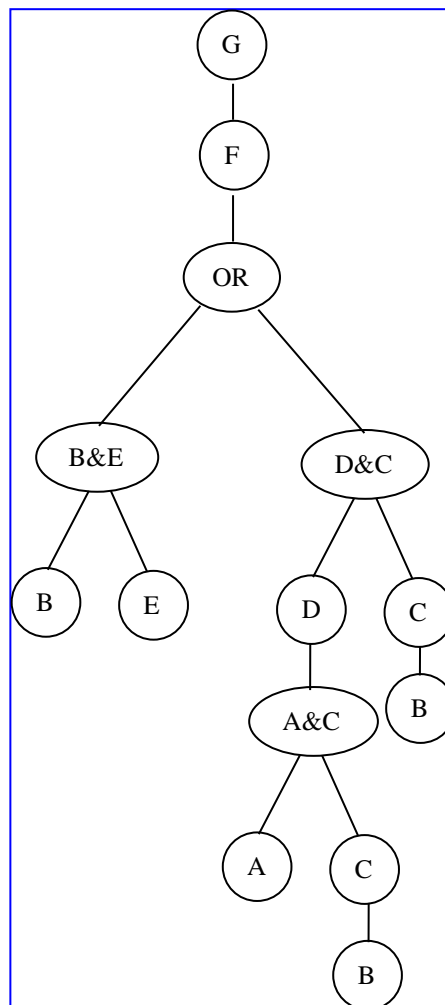
R4: If B then C

R5: If F then G

a) Represente **formalmente** o decorrer do processo de inferência em *backward chaining* quando o objectivo é G, considerando que o sistema pedirá ao utilizador apenas o número mínimo de factos inicialmente desconhecidos mas absolutamente necessários para se chegar a uma conclusão.

	Facts / Goals
Estado Inicial	B / G
R5	B / GF
R2 ou R3. Escolher R2	B / GFE
Nenhuma regra tem conclusão E. Escolher R3	B / GFDC
R4	BC / GDF
R1	BC / GDF
Pedir A ao utilizador	ABC / GDF
R1	ABCD / GF
R3	ABCDF / G
R5	G – Objectivo atingido

b) Desenhe a árvore de inferência do processo



c) Considere agora que as regras R1...R5 têm os seguintes factores de certeza

- R1: If A and C then D (FC=0,5)
 R2: If D and C then F (FC=0,6)
 R3: If B and E then F (FC=0,7)
 R4: If B then C (FC=0,8)
 R5: If F then G (FC=0,9)

Inicialmente são conhecidos os factos B (com FC=0.4), D (com FC=0.3) e E (com FC=-0.1). Calcule o grau de certeza resultante para G.

$$R4: FC(C) = 0.8 \times 0.4 = 0.32$$

$$R2: FC(F) = \min(0.3, 0.32) \times 0.6 = 0.3 \times 0.6 = 0.18$$

$$R3: FC(F) = \min(0.4, -0.1) \times 0.7 = -0.1 \times 0.7 = -0.07$$

R2 e R3 têm a mesma conclusão com sinais contrários. Logo:

$$FC(F) = (0.18 - 0.07) / (1 - \min(0.18, 0.07)) = 0.11 / 0.93 = 0.118$$

$$R5: FC(G) = 0.118 \times 0.9 = 0.106$$

8. A partir de registos histórico apuraram-se os seguintes fatos:

Atributos			
A	B	Número de Ocorrências	Diagnóstico
F	F	10	X
F	T	25	Y
T	F	25	Y
T	T	40	X

A e B são atributos relevantes para diferenciar entre 2 diagnóstico possíveis, X de Y. Ou seja, se o diagnóstico não é X, então é Y e vice-versa. Os símbolos “T” e “F” significam “True” e “False”. O número de ocorrências indica o número de vezes que uma dada observação ocorreu.

De acordo com o modelo MYCIN escreva 4 regras destinadas à identificação de X e Y e calcule os fatores de certeza de cada uma dessas regras.

If A=F and B=F then Diag=X

$$MB(X, F, F) = \frac{\max[10/10, 50/100] - 50/100}{1 - 50/100} = \frac{0.5}{0.5} = 1 \quad MD(X, FF) = \frac{\min[1, 0.5] - 0.5}{0 - 0.5} = 0 \quad FC=1-0=1$$

If A=T and B=T then Diag=X

FC=1

If A=F and B=T then Diag=Y

FC=1

If A=T and B=F then Diag=Y

FC=1

9. Considere a seguinte tabela de verdade:

I1	I2	I3	Output
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Escreva um número mínimo de regras destinadas a produzir estes resultados calcule o(s) fator(es) de certeza dessa(s) regra(s).

$$CF = MB - MD \quad MB(H, E) = \begin{cases} 1 & \text{if } p(H) = 1 \\ \frac{\max[p(H|E), p(H)] - p(H)}{\max[1, 0] - p(H)} & \text{otherwise} \end{cases} \quad MD(H, E) = \begin{cases} 1 & \text{if } p(H) = 0 \\ \frac{\min[p(H|E), p(H)] - p(H)}{\min[1, 0] - p(H)} & \text{otherwise} \end{cases}$$

IF I1=0 And I2=0 And I3 =0 then 0

$$P(H) = 1/8 \quad (\text{ser } 0)$$

$$P(H|E) = 1/1 \quad (\text{ser } 0 \text{ suposto que todas as entradas são } 0)$$

$$MB(H, E) = \frac{\max[p(H|E), p(H)] - p(H)}{\max[1, 0] - p(H)} = \frac{\max(1, 1/8) - 1/8}{1 - 1/8} = \frac{7/8}{7/8} = 1$$

$$MD(H, E) = \frac{\min[p(H|E), p(H)] - p(H)}{\min[1, 0] - p(H)} = \frac{\min(1, 1/8) - 1/8}{0 - 1/8} = \frac{0}{-1/8} = 0$$

$$CF = 1 - 0 = 1$$

IF I1=1 Or I2=1 Or I3 =1 then 1

$$P(H) = 7/8 \quad (\text{ser } 1)$$

$$P(H|E) = 1/1 \quad (\text{ser } 1 \text{ suposto que pelo menos uma entrada é } 1)$$

$$MB(H, E) = \frac{\max[p(H|E), p(H)] - p(H)}{\max[1, 0] - p(H)} = \frac{\max(1, 7/8) - 7/8}{1 - 7/8} = \frac{1/8}{1/8} = 1$$

$$MD(H, E) = \frac{\min[p(H|E), p(H)] - p(H)}{\min[1, 0] - p(H)} = \frac{\min(1, 7/8) - 7/8}{0 - 7/8} = \frac{0}{-7/8} = 0$$

$$CF = 1 - 0 = 1$$