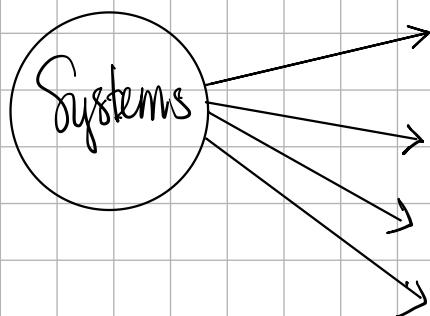


Nhập môn trí tuệ nhân tạo. artificial intelligence

Các định nghĩa về ai có thể chia thành 4 nhóm



Hoạt động con người

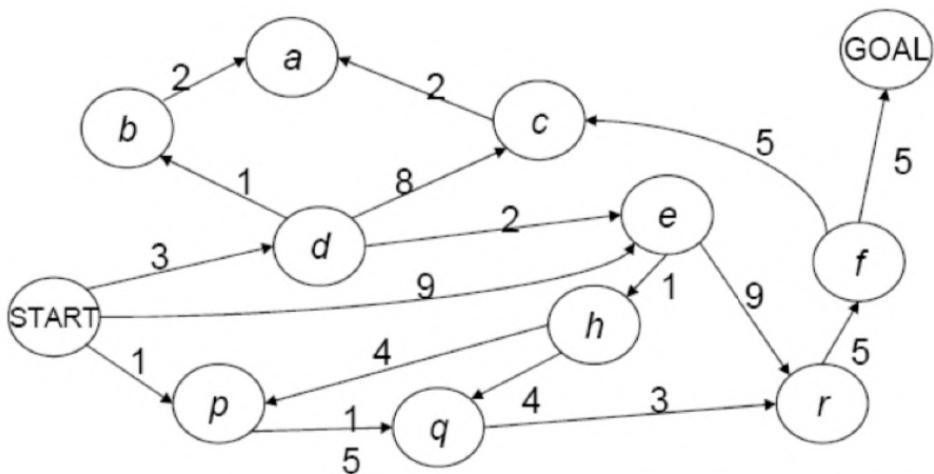
Có thể suy nghĩ như con người.

Có thể suy nghĩ hợp lí hơn con người.

Hoạt động hợp lí hơn con người

→ Hướng tới xd thực thể thông minh (thực thể có trí tuệ)

6. Cho đồ thị trên hình sau:



Hãy xác định đường đi từ START tới GOAL sử dụng các thuật toán tìm kiếm sau:

- Tìm theo chiều rộng.
- Tìm theo chiều sâu.
- Tìm theo giá thành thống nhất.
- Tìm kiếm sâu dần.

Thể hiện nút được mở rộng và danh sách các nút trong tập biên tại mỗi vòng lặp của thuật toán. Sử dụng con trỏ ngược để khôi phục lại đường đi khi tìm được nút đích.

Hãy cho biết trong trường hợp nào đường đi tìm được là ngắn nhất.

Q₄ Tìm BFS.

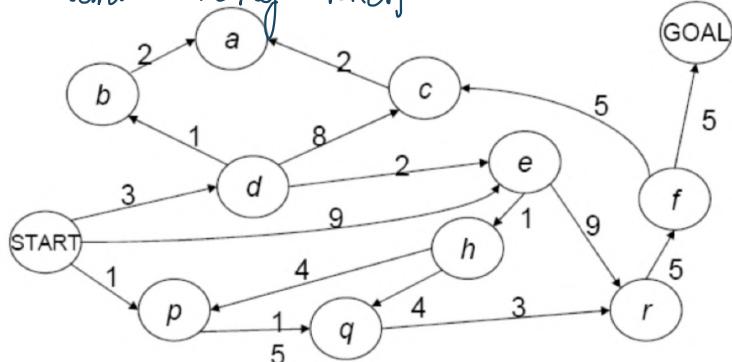
SFT	T्रạng thái duyệt	Tập biến D
0	S	S
1	S	d _S , l _S , p _S
2,	d _S	l _S , p _S , b _d , c _d .
3	l _S	p _S , b _d , c _d , h _e , r _e
4	p _S	b _d , c _d , h _e , r _e , q _P
5.	b _d	c _d , h _e , r _e , q _P , a _b
6.	c _d	h _e , r _e , q _P , a _b ,
7.	h _e	r _e , q _P , a _b)
8	r _e	q _P , a _b) fr
9,	q _P	a _b / fr ,
10	a _b	fr
11	fr	G _f
12.	G _f	\$\Phi^1 ch -

USC: Chi phi: thap nhat.

SFT	T्रạng thái duyệt	D
1	0	S.
2.	S	A _S (2), B _S (3)
3,	A _S	B _S (3) , C _F (5)
4	b _S	C _b (4) , D _B (6).
5	C _b	D _C (5) , E _C (7)
6	D _C	E _C (7) , F _D (3)
7	E _C	F _D (7), G _E (9)
8	F _D	G _D (1)
9	G _D	Phi

G ⊂ D ⊂ C ⊂ B ⊂ S

c) Giải thuật thông nháit

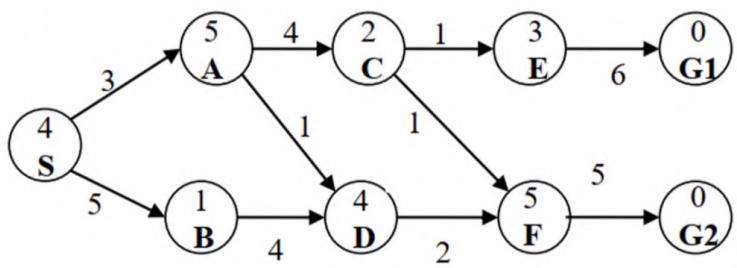


STT	Số bước	
0	S	$D_S(3)$, $E_S(9)$, $P_S(1)$.
1	P_S	$D_S(3)$, $E_S(8)$, $(Q_p(2))$
2	Q_p	$R_p(5)$, $D_S(3)$, $E_S(9)$.
3	D_S	$R_p(5)$, $E_S(8)$, $B_d(7)$
4	B_d	$R_p(5)$, $F_S(9)$, $A_B(6)$
5	R_p	$E_S(8)$, $A_B(6)$, $F_R(10)$
6	A_B	$E_S(8)$, $F_R(10)$,
7	F_S	$F_R(10)$, $H_E(10)$,
8	F_R	$H_E(10)$, $G_F(15)$
9	$H_E(10)$	$G_F(15)$
10	G_F	Đãok

$\rightarrow G \leftarrow F \leftarrow R \leftarrow Q \leftarrow P \in S$.

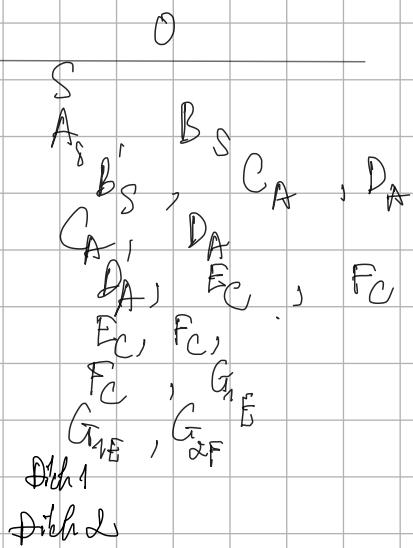
Chỉ phím = 15 -

- Áp dụng thuật toán BFS, DFS tìm đường đi từ đỉnh S đến G?



a) BFS :

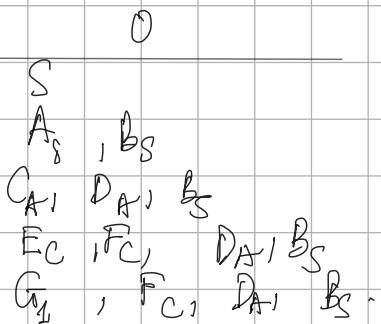
SJT TT duyệt



$$\Rightarrow \begin{cases} S \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow G_1 \\ S \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow F \rightarrow G_2 \end{cases}$$

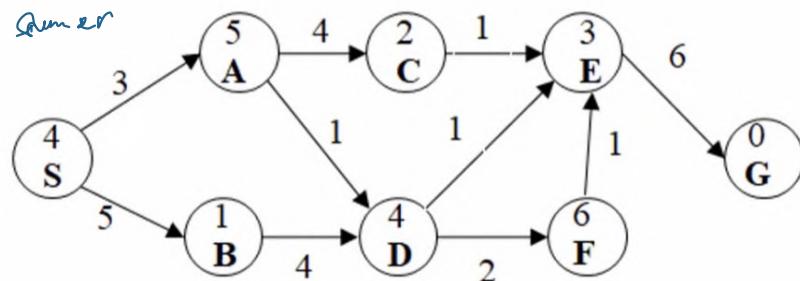
b) DFS

SJT TT duyệt



BT exercise Summer

1.1



BFS

STT
0
1
2
3
4
5
6
7
8

Trạng thái duyệt

0
S
AS, BS
CA, DA
FA, EA
FD, ED
FD, GE
Dich

$\Rightarrow S \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow G$

DFS

STT
0
1
2
3
4
5

Trạng thái duyệt

0
S
AS, BS
CA, DA
FA, EA
FD, GE
Dich

$\Rightarrow S \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow G$

\Rightarrow Số säs = 4

USC

STT
0
1
2
3
4
5
6
7

Trạng thái duyệt

0
S
AS(3), BS(5)
BS(5), CA(7), DA(4)
BS(5), CA(7), ED(5)
CA(7), GE(11)
GE(11)

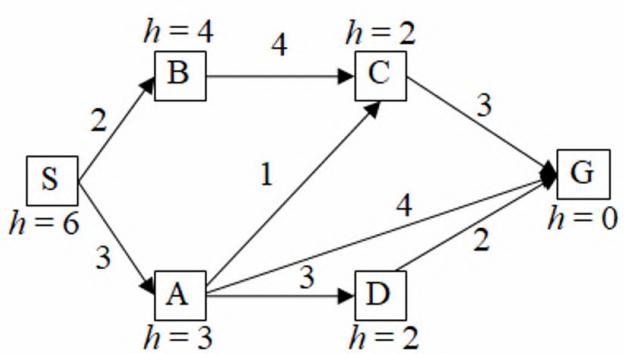
$\Rightarrow S \rightarrow A \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow G$
Tổng chi phí: 11

Tìm kiếm sau STT

IDS
State

0

	0	S	S
0	1	S	\emptyset
	0	S	S
C = 1	1	A _S	A _S , B _S
	2	B _S	B _S , \emptyset
	3		S
	0		A _S , B _S
C = 2	1	S	C _A , D _A , B _S
	2	A _S	D _A , B _S
	3	C _A	B _S , \emptyset
	4	D _A	
	5	B _S	
C = 3	0	S	A _S , B _S
	1	S	C _A , D _A , B _S
	2	A _S	E _C , D _A , B _S
	3	C _A	G _E , D _A , B _S
	4	E _C	A _G , D _A
	5	G _E	



BFS

STT

0
1
2
3
4
5
6

Tình thái duyệt

S
A_S
B_S
C_A
D_A
G_A

O

S
A_S, B_S
B_A, C_A, D_A, G_A.
C_A, D_A, G_A.
D_A, G_A
G_A Dích

$\rightarrow S \rightarrow A \rightarrow G$

DFS

STT

0
1
2
3
4
5

Tình thái duyệt

S
A_S
C_A
D_A
G_A

O

S
A_S, B_S
C_A, D_A, G_A, B_S
D_A, G_A, B_S
G_A, B_S
Dích

$\rightarrow S \rightarrow A \rightarrow G$

\rightarrow Số sâu > 2

USC

STT

0
1
2
3
4
5
6

Tình thái duyệt

S
B_S
A_S
C_A
D_A
G_A

O

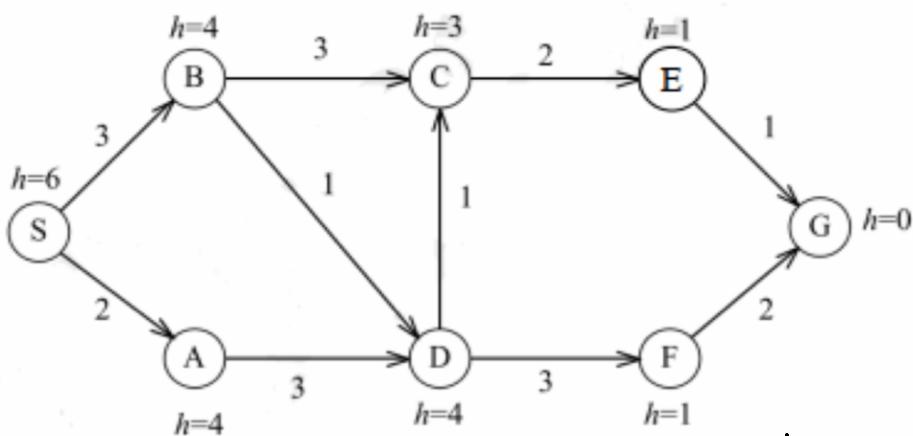
S
A_S (3), B_S (2)
A_S (3), G_B (6)
C_A (4), D_A (6), G_A (7)
D_A (6), G_A (7)
G_A (7)
Dích

$\rightarrow S \rightarrow A \rightarrow G$

\rightarrow Chi phí = 7

Bài tập 2

Sử dụng thuật toán **tìm kiếm A*** tìm đường đi từ S tới G?



STT

0
1
2
3
4

Trạng thái được duyệt

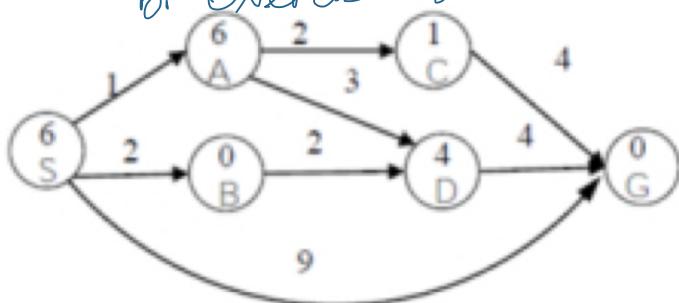
S
 A_S
 D_A

Tập biên O

S
 $A_S (2+4)$, $B_S (3+4)$
 $B_S (7)$, $D_A (3+4)$
 $B_S (7)$, $C_D (4+1)$, $F_D (4+3)$

Câu 1.3

BT exercise summer'



A^* (IDS).

$\rightarrow \beta \geq \delta$.

STT
 $I_0 = 0$
 $I_1 = 3$
 $I_2 = 6$
0
1
2

Trạng thái được duyệt

S
 A_S

Tập biên O

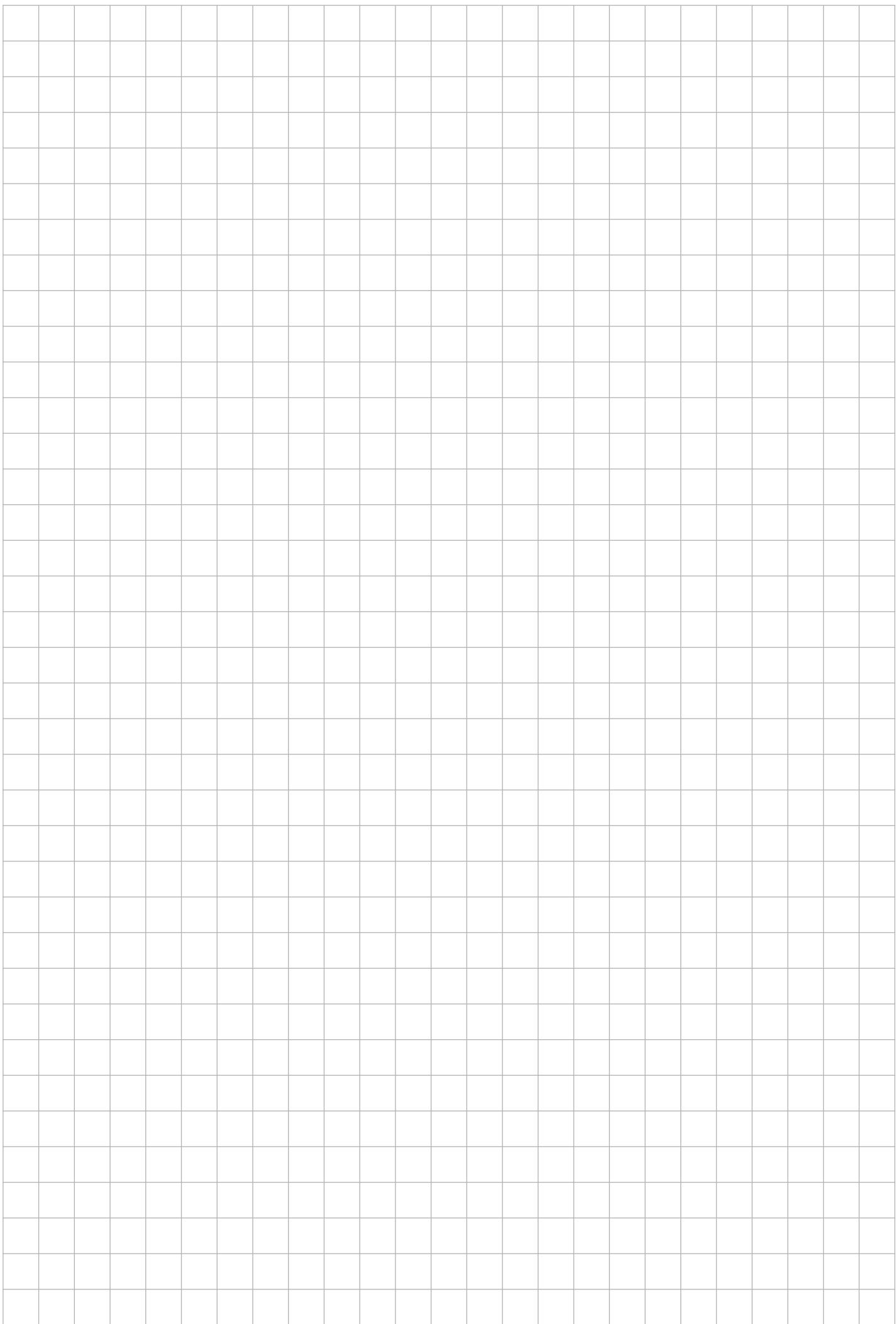
\rightarrow Kết luận đc vt $\delta = 6$

S
 $A_S, B_S (2)$

$I_0 = 9$
0
1
2

S
 A_S

S
 $A_S (7)$, $B_S (2)$
 $C_A (9)$, $D_A (7)$, B_S .



Câu 2.3.

Cho cơ sở tri thức KB sau dưới dạng ngôn ngữ tự nhiên và logic vị từ:

(1) Chó đốm là chó. $\forall x (\text{Dalmatian}(x) \Rightarrow \text{Dog}(x))$

(2) Bo là chó đốm. $\text{Dalmatian}(\text{Bo})$

(3) Chó đốm thích uống sữa. $\forall x (\text{Dalmatian}(x) \Rightarrow \text{Drink}(x, \text{Milk}))$

(4) Bo biết làm xiếc. $\text{Circus}(\text{Bo})$

a) Viết truy vấn câu sau "Có con chó thích uống sữa và biết làm xiếc" dưới dạng logic vị từ sử dụng các vị từ đã cho.

b) Chứng minh câu truy vấn đúng sử dụng phép giải và phản chứng.

$$a) Q := \exists x [\text{Dog}(x) \wedge \text{Drink}(x, \text{Milk}) \wedge \text{Circus}(x)]$$

$$\neg Q := \forall x [\neg \text{Dog}(x) \vee \neg \text{Drink}(x, \text{Milk}) \vee \neg \text{Circus}(x)] \quad (5)$$

$$(1). \quad \text{Dalmatian}(x) \rightarrow \text{Dog}(x)$$

$$(2). \quad \text{Dalmatian}(\text{Bo})$$

$$(3). \quad \text{Dalmatian}(x) \rightarrow \text{Drink}(x, \text{Milk})$$

$$(4). \quad \text{Circus}(\text{Bo})$$

$$(1), (2) \vdash \text{Phép giải: } \text{Dog}(\text{Bo}). \quad (6)$$

$$(2), (3) \vdash \text{PG} \quad \perp \quad \text{Drink}(\text{Bo}, \text{milk}) \quad (7)$$

$$(5), (6), (7) \vdash \text{PG} \quad \perp$$

$$\neg Q := \forall x [\neg \text{Dog}(x) \vee \neg \text{Drink}(x, \text{Milk}) \vee \neg \text{Circus}(x)] \quad (5)$$

$$\text{Dog}(\text{Bo}). \quad (6)$$

$$\text{Drink}(\text{Bo}, \text{milk}) \quad (7)$$

$$\Rightarrow \neg \text{Circus}(\text{Bo}) \quad (8)$$

$$(4), (8) \vdash \text{PG} : \text{False} \quad (\text{đpcm}).$$

BÀI 1 làm bài 3 cách hiển, lùi, suy diễn

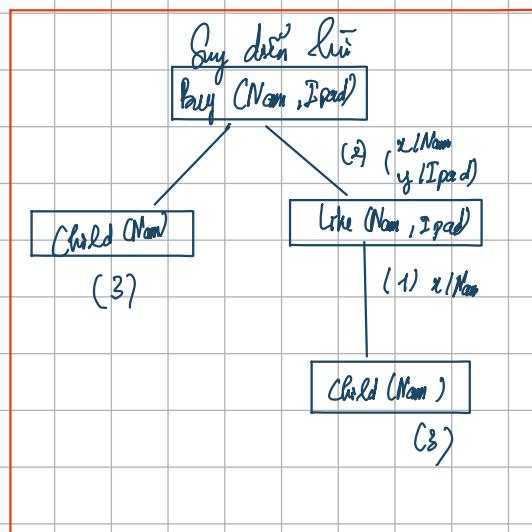
Câu 2 (2 điểm)

Cho các mệnh đề sau dưới dạng ngôn ngữ tự nhiên và logic vị từ

- Trẻ em thích Ipad. $\forall_x(Child(x) \Rightarrow Like(x, Ipad))$
- Trẻ em đòi mua những gì mình thích. $\forall_x \forall_y(Child(x) \wedge Like(x, y) \Rightarrow Buy(x, y))$
- Nam là một em bé. $Child(Nam)$

a) Chuẩn hóa các câu trên về dạng chuẩn tắc hội (CNF).

b) Viết câu truy vấn sau "Nam đòi mua Ipad" dưới dạng logic vị từ; và chứng minh câu truy vấn bằng sử dụng thủ tục suy diễn lùi.



$$\begin{aligned} & \neg \neg (Child(x) \vee Like(x, Ipad)) \\ \Leftrightarrow & \neg \neg [(\neg \neg Child(x)) \vee (\neg \neg Like(x, y)) \vee Buy(x, y)] \\ \Leftrightarrow & Child(Nam) \end{aligned}$$

Suy diễn trước.

$Q_2 = Buy(Nam, Ipad)$

(1), (3) GMP : $Like(Nam, Ipad)$ (5)

(4), (5) nhập để với $Child(Nam) \wedge Like(Nam, Ipad)$ (6)

(6), (2) GMP : $Buy(Nam, Ipad)$ \rightarrow đpcm.

Phép giải + Phản chứng

$Q_2 = Buy(Nam, Ipad)$

$$\neg \neg Q \equiv \neg \neg Buy(Nam, Ipad) \quad (1)$$

(1), (3), phép giải : $Like(Nam, Ipad)$ (5)

(5), (5) Nhập để với $Child(Nam) \wedge Like(Nam, Ipad)$ (6)

(2), (6) PG : $Buy(Nam, Ipad)$ (7)

(7), (4) : False (đpcm)

Câu 2 (2 điểm)

Cho các mệnh đề sau dưới dạng ngôn ngữ tự nhiên và logic vị từ

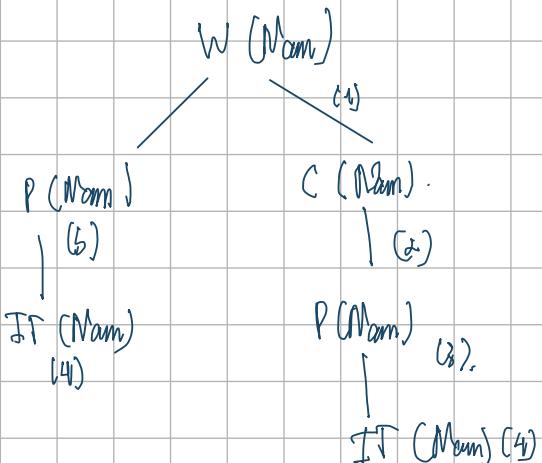
- Những người biết lập trình và biết dùng máy tính đều hay lướt Web. $\forall x (P(x) \wedge C(x) \Rightarrow W(x))$ (1)
 - Ai biết lập trình đều dùng được máy tính. $\forall x (P(x) \Rightarrow C(x))$ (2)
 - Ai học công nghệ thông tin cũng biết lập trình. $\forall x (IT(x) \Rightarrow P(x))$ (3)
 - Nam học công nghệ thông tin. $IT(Nam)$ (4)
- a) Chuẩn hóa các câu trên về dạng chuẩn tắc hội (CNF).
- b) Viết câu truy vấn sau "Nam hay lướt Web" dưới dạng logic vị từ; và chứng minh câu truy vấn đúng sử dụng thủ tục suy diễn lùi.

$$\begin{array}{l} 1) \quad \neg P(Nam) \vee \neg C(Nam) \vee W(Nam) \\ 2) \quad \neg P(x) \vee C(x) \\ 3) \quad \neg IT(x) \vee P(x) \\ 4) \quad IT(Nam) \end{array}$$

$$b) Q = W(Nam)$$

Suy diễn
tròn
(3), (4) : $P(Nam) \wedge$ (5)
(2), (5) : $C(Nam) \wedge$ (6)
(5), (6) : $w\rightarrow p$ dù và : $P(Nam) \wedge C(Nam) \wedge$ (7)
(1), (7) : $\neg W(Nam)$ đpcm.

Suy diễn lùi



a) CNF.

- (1) $\neg Child(x) \vee Like(x, Ipad)$
- (2) $Child(x) \vee \neg Like(x, Ipad) \vee Buy(x, Ipad)$
- (3) $Child(Nam)$

\rightarrow CNF: toàn bộ là vs câu wed, đt

\rightarrow CNF: (1) \wedge (2) \wedge (3):

DẠNG CHUẨN TẮC HỘI (1/2)

- ▶ Một câu (mệnh đề) tuyển là tuyển của các mệnh đề nguyên thủy
 - Câu tuyển có dạng $P_1 \vee P_2 \vee \dots \vee P_n$ trong đó P_i là các mệnh đề nguyên thủy
- ▶ Một công thức ở **dạng chuẩn tắc hội** nếu nó là **hội** của các câu tuyển
 - $(A \vee E \vee F \vee G) \wedge (B \vee C \vee D)$

W_c *V_c* *Tuyển*

13

DẠNG CHUẨN TẮC HỘI (2/2)

- ▶ Ta có thể biến đổi một công thức bất kỳ về dạng chuẩn tắc hội bằng cách biến đổi theo nguyên tắc sau:
 - Khử các phép tương đương: $A \Leftrightarrow B \equiv (A \Rightarrow B) \wedge (B \Rightarrow A)$
 - Khử các phép kéo theo: $A \Rightarrow B \equiv \neg A \vee B$
 - Chuyển các phép phủ định vào sát các ký hiệu mệnh đề bằng cách áp dụng luật De Morgan
 - Khử phủ định kép: $\neg(\neg A) \equiv A$
 - Áp dụng luật phân phối: $A \vee (B \wedge C) \equiv (A \vee B) \wedge (A \vee C)$

BFS : Xét từ lớp ; K⁰ lớp mⁱ với δ duy nhất + biến Ø

DFS : [Cⁱ lớp các quết top biến
K⁰ lớp đ^j duy nhất với biến

Review

Tổng quan:

$$\begin{aligned} A \Rightarrow B &\equiv \neg A \vee B \\ A \Leftrightarrow B &\equiv (A \Rightarrow B) \wedge (B \Rightarrow A) \\ \neg(\neg A) &\equiv A \end{aligned}$$

Quy tắc De Morgan:

$$\begin{aligned} \neg(A \vee B) &\equiv \neg A \wedge \neg B \\ \neg(A \wedge B) &\equiv \neg A \vee \neg B \end{aligned}$$

Quy tắc giao hoán:

$$\begin{aligned} A \vee B &\equiv B \vee A \\ A \wedge B &\equiv B \wedge A \end{aligned}$$

Kết hợp:

$$\begin{aligned} (A \vee B) \vee C &\equiv A \vee (B \vee C) \\ (A \wedge B) \wedge C &\equiv A \wedge (B \wedge C) \end{aligned}$$

Phân phối:

$$\begin{aligned} A \wedge (B \vee C) &\equiv (A \wedge B) \vee (A \wedge C) \\ A \vee (B \wedge C) &\equiv (A \vee B) \wedge (A \vee C) \end{aligned}$$

*) Quy tắc quy diện:
+ Modus Ponens:

$$\frac{a \Rightarrow b, a}{b}$$

+ Modus Tollens:

$$\frac{a \Rightarrow b, \neg b}{\neg a}$$

3) Nhập đề logic:

$$\begin{aligned} a_1, a_2, a_3, \dots, a_n \\ \overline{a_1 \wedge a_2 \wedge a_3 \wedge \dots \wedge a_n} \\ a_i \end{aligned}$$

4) Lấy khai mạc:

VS flem ray T2 F4

5) Nhập đề logic:

$$\frac{a_i}{a_1 \vee a_2 \vee \dots \vee a_m}$$

6) Lấy khai kết:

$$\frac{\neg(a)}{(a)}$$

7) bài toán:

$$\frac{\alpha \Rightarrow \beta, \gamma \Rightarrow \delta}{\alpha \Rightarrow \delta}$$

8) Phép giới hạn v:

$$\frac{\alpha \vee \beta, \neg \beta}{\alpha}$$

9) Phép giới:

$$\frac{\alpha \vee \beta, \neg \beta \vee \gamma}{\alpha \vee \gamma}$$

$\exists (\forall x) (Gx) \rightarrow \exists (\neg Gx)$.

If: hoj, J: tuyet,

Any fat guy die:

(1) Prep the: subst (θ, α)

$\rightarrow \text{SUBST}(\exists(\text{Nam}, y/\text{An}), \text{Like}(x,y)) \rightarrow \text{Like}(\text{Nam}/\text{An})$

(2) Prep this who most: $\frac{\exists x, \alpha}{\text{SUBST}(\exists x/\alpha), \alpha}$

VD: $\exists x \text{Like}(x, \text{IceCream}) \xrightarrow{x \not\models \text{Num}} \text{Like}(\text{Nam} / \text{IceCream})$

(3) Prep least ten ton toy: $\frac{\exists x \alpha}{\text{SUBST}(\exists x/\alpha), \alpha}$

& chua xh trong KB.

$\exists x \text{ GoodMath}(x) \xrightarrow{x \models C} \text{GoodMath}(C)$.

(4) Prep do J: $\frac{\alpha}{\exists x \text{SUBST}(\exists x/\alpha), \alpha}$

VD: $\text{Like}(\text{Nam}, \text{IceCream}) \xrightarrow{(\text{Nam}/x)} \exists x \text{C Like}(x, \text{IceCream})$.

(5) Prep right: (xat prep can that do lai v' cs gieng
nhau)

k' hoi, UNIFY(p, q) = (A)

$\text{SUBST}(\theta, p) \rightarrow \text{SUBST}(\theta, q)$.
+ dgl pt2 prep right.

④ Modus Ponens bằng quẩn

$$p_1', p_2', p_3', \dots, p_n'; (p_1 \wedge p_2 \wedge p_3 \wedge \dots \wedge p_n \Rightarrow q)$$

SUBST (θ, q)

Phép thay q sau đó UNIFY (p_i, p_i') = θ

⑤ Dạng chuỗi và CNF và Clause Form (CL)

Dạng \vdash $\rightarrow D_1, A_1 \vee A_2 \vee \dots \vee A_m$

$D_2 : A_1$ (simple sentence)

⑥ Clause là gì? của literal, có dạng.

$A_1 \vee A_2 \vee A_3 \vee \dots \vee A_m$ trong đó A_i là literal

CNF - dạng chuỗi \vdash \rightarrow gồm \vdash các phép tuyển của các phép \vdash các literal or clause.

$$A \wedge (B \vee C) \wedge (D \vee E \vee F),$$

Các bước làm

(b1): Khi xưng dùng (\supset) bù theo \Rightarrow bên trong \exists, \forall

Một số CT: $A \Rightarrow B \equiv \neg A \vee B$.

$\neg \Rightarrow B \equiv (\neg \Rightarrow B) \wedge (B \Rightarrow A)$.

$\neg (\neg A) \equiv A$

(b2): Khi \exists, \forall

• Khi \exists : $\exists_x (P(x)) \equiv P(C) \{x/C\}$

$\exists_x \exists_y P(x,y) \equiv \exists x P(x, f(x))$

• Khi \forall : $\forall x (P(x) \vee Q(x)) \equiv P(x) \vee Q(x)$.

(b3): Điều về 1 trong 2 dạng.

$D_1 : A_1 \vee A_2 \vee \dots \vee A_n$ (SD: Luật kết hợp phai phải).

$D_2 : A_1$ (SD: luật tách rời)

(b4): Chuỗi dưới tên sau cho một số biến và every mk.

 Suy  ten

⑧ Sun días lunes

(A) Phasenbild

 Phép pheo định phán chิง

philip grabs down vi, 2 av b, 7f

Phosphatidic acid: ATP, Fatty acids

a v y

C₃: Manc Baye

Poletree
New 2 node bks
ch² cb dry what's lead?

* Cas ffc cbc xcs dh

$$P(A, B) = P(A | B) P(B). \quad \Rightarrow \quad P(A | B) = \frac{P(A, B)}{P(B)}$$

④ Only for chess:

$$P(A, B, C, D) = P(A|B, C, D) P(B|C, D) P(C|D) P(D)$$

* Chy tot chung cua do: $P(A_1 B_1 C) \geq P(A_1 | B_1 C) P(B_1 | C)$.

• Bayes Theorem, $P(A|B) = \frac{P(A) \cdot P(B|A)}{P(B)}$

~ Quy tắc Bayes có thể: $P(A|B,C) = \frac{P(B,C|A) \cdot P(A)}{P(B,C)}$

$$P(A) = \sum_b (P(A|B=b) \cdot P(B=b)) \rightarrow \text{by the sum of probabilities}$$

$$P(\neg B | A) = 1 - P(B | A) \quad \leftarrow \text{công thức}$$

$$P(A_1 \cap D) + P(A_2 \cap D) = P(A_1 \cup A_2)$$

The dog kept barking Bayes

Mỗi năm V-day lập có thể V-nết kẹp là hòn đảo của V-nết biết где
cái mit bò me của V

$P(A \cap B) = P(A)$ thi là^s gọi là^s là^s lop^s huy^s $P(A, B) = P(A) \cdot P(B)$.

$P(A|B) = P(A)$ für alle

$\Rightarrow A$ dgl. ob C ist vs B, C neu

$$\begin{aligned} & \text{For } P(A \cap B \mid C) = P(A \mid C) \cdot P(B \mid C) \\ & \text{or: } P(A, B \mid C) = P(A \mid C) \cdot P(B \mid C). \end{aligned}$$

Chương 4: Học May -

1) Thuật toán ID3: Xây dựng cây quyết định từ gốc

Thuật toán: Start: nút gốc (hỗn hợp)

- tại nút hỗn hợp n , lựa chọn \leftarrow A
- Chỉ phép \times ! data \rightarrow subset 1 cột tốt nhất.
- \rightarrow Hợp nhất tinh để chọn A là 1 nút con bên dưới.
- Chia các VP hỗn hợp về các nút con theo giá trị của A

Lý: (để quy) cho tới khi:

- AT là tinh để sét 3 cát nút gốc tree
- or (2). AT VP tại nút hỗn có cát nhóm p/loc.
- (3). Nhóm của nút leaf theo A sẽ nhóm các VP sau nút hỗn.

Lưu ý: Kinh nghiệm mỗi nút phai & vào để tăng thông tin IG.

Trong con có màu $\Rightarrow S_+$ tinh = A+

$$IG(S, A) = Entropy(S) - \sum_{v \in value(A)} \frac{|S_v|}{|S|} Entropy(S_v)$$

$$= H(S) - \sum_{v \in value(A)} \frac{|S_v|}{|S|} H(S_v)$$

- value(A): tập các giá trị của A.
- S_v là tập con của S gồm các mẫu có giá trị A = v.
- |S_v| số phần của S.

- Trường hợp tập dữ liệu S có 2 loại nhãn: đúng (+) hoặc sai (-)

$$Entropy(S) = -p_+ \log_2 p_+ - p_- \log_2 p_-$$

p₊: % số mẫu đúng, p₋: % số mẫu sai

Bảng log₂ đúng - P_{0%} log₂ 0.0001

- Trường hợp tổng quát: có C loại nhãn

$$Entropy(S) = \sum_{i=1}^C p_i \log_2 p_i$$

p_i: % ví dụ của S thuộc loại i

- Ví dụ Entropy = H(S)

$$\begin{aligned} Entropy([9^+, 5^-]) &= -(9/14)\log_2(9/14) - (5/14)\log_2(5/14) \\ &= 0.94 \end{aligned}$$

G: có G
không →



Các đặc điểm của ID3

- ID3 là thuật toán tìm kiếm cây quyết định phù hợp với dữ liệu huấn luyện
- Tìm kiếm theo kiểu tham lam, bắt đầu từ cây rỗng
- Hàm đánh giá là độ tăng thông tin
- ID3 có khuynh hướng (bias) lựa chọn cây đơn giản
 - Ít nút
 - Các thuộc tính có độ tăng thông tin lớn nằm gần gốc

Bayes đơn giản

- Trong giai đoạn huấn luyện ta có một tập mẫu, mỗi mẫu được cho bởi cặp $\langle x_i, y_i \rangle$, trong đó
 - x_i là vector đặc trưng (thuộc tính)
 - y_i là nhãn phân loại, $y_i \in C$ (C là tập các nhãn)
- Sau khi huấn luyện xong, bộ phân loại cần dự đoán nhãn y cho mẫu mới $x = \langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle$

$$y = \operatorname{argmax}_{c_j \in C} P(c_j | x_1, x_2, \dots, x_n)$$

- Sử dụng quy tắc Bayes

$$y = \operatorname{argmax}_{c_j \in C} \frac{P(x_1, x_2, \dots, x_n | c_j) P(c_j)}{P(x_1, x_2, \dots, x_n)}$$

$$= \operatorname{argmax}_{c_j \in C} P(x_1, x_2, \dots, x_n | c_j) P(c_j)$$

Tần xuất quan sát thấy nhãn c_j trên tập dữ liệu D :
 $\frac{\text{count}(c_j)}{|D|}$

$$y = \operatorname{argmax}_{c_j \in C} P(x_1, x_2, \dots, x_n | c_j) P(c_j)$$

Sử dụng giả thiết về tính độc lập (**Đơn giản!!!**)

$$P(x_1, x_2, \dots, x_n | c_j) = P(x_1 | c_j) P(x_2 | c_j) \dots P(x_n | c_j)$$

Số lần xuất hiện x_i cùng với c_j chia
cho số lần xuất hiện c_j : $\frac{\text{count}(x_i, c_j)}{\text{count}(c_j)}$

Học dựa trên VD:

Kết quả hình

Chỉ lưu lại các mẫu khuôn lục giác.

Xét nhau cho mẫu nào dựa trên \vec{x} mẫu
gỗng nhất.

Gọi là học bài,

* K-NN: k-lần gần nhất

o Chọn k mẫu gần nhất cùn pheo nhất,

↳ Đgl: k hàng xóm.

o Gán nhãn pheo cho mẫu chỉ số thông tin của k mẫu
hàng xóm này.



Tính khoảng cách

- Giả sử mẫu x có giá trị thuộc tính là $\langle a_1(x), a_2(x), \dots, a_n(x) \rangle$, thuộc tính là số thực
- Khoảng cách giữa hai mẫu x_i và x_j là khoảng cách Euclidean

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{l=1}^n (a_l(x_i) - a_l(x_j))^2}$$

- Phương pháp k-NN thì biểu diễn các mẫu dưới dạng véc tơ trong không gian Euclidean và sử dụng hàm khoảng cách Euclidean để tính độ tương tự.
- Đa số chúng ta lười*

VD - Muốn biết 1 số
quốc hay không, nhìn từ 1
bộ ảnh kèm kí hiệu. Nếu
k là này ta phải giải:
⇒ Họ quốc và ngược

* Thuật toán:

- Giảm học (khuôn lục giác).

Yêu cầu mẫu dataset vào có dạng $\langle x, f(x) \rangle$ vào CSDL

- Giảm pheo:

+ Đầu vào +/so với

+ Vs mẫu x cần pheo:

1. Tính k/lc: $d(x, x_i)$ từ x + x_i ^{all} _{nhau} trong CSDL

2. Tìm k mẫu có $d(x, x_i)$ min, ghi & mẫu đó là x_1, x_2, \dots, x_k .

3. Xét nhau pheo $f'(x)$ là nhau đa số c. $\Rightarrow x_1 \rightarrow x_k$.

→ Thuật toán sẽ thi' sd cho TH hot quy, trong đt mẫu x
và thay c. hàn pheo $f(x) \rightarrow f'(x)$ là so' thu'. Thuật toán này
đòi B3 như sau,

$$f'(x) = \frac{\sum_{i=1}^k f(x_i)}{k}$$

at P_{th} do cross

accuracy =

Số mẫu test data được đúng
Số mẫu trong test data

BT: exercise summer

BÀI TẬP NHẬP MÔN TRÍ TUỆ NHÂN TẠO

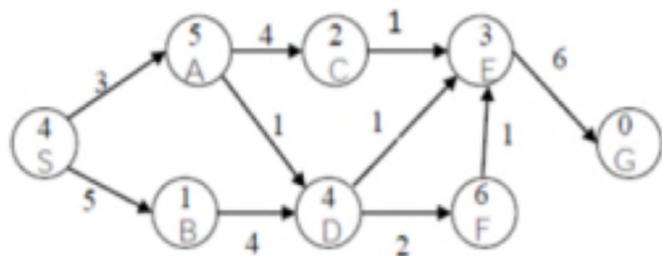
Chương 1.

Cho đồ thị như trên hình vẽ, S là nút xuất phát, G là nút đích. Các số nằm cạnh cung là giá thành đường đi, số nằm trong vòng tròn là hàm heuristic. Tìm đường đi từ nút xuất phát tới nút đích trên đồ thị sử dụng:

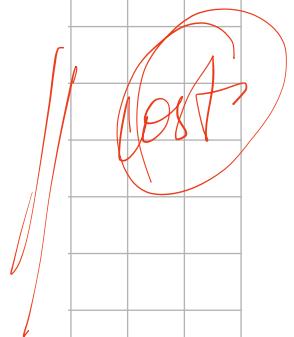
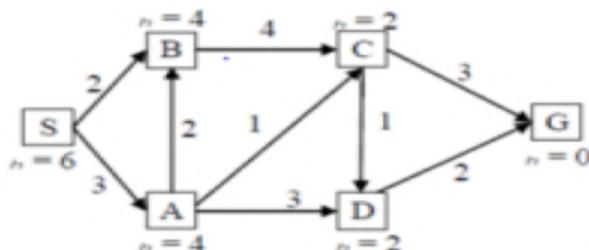
VPS : BFS

- a) Thuật toán tìm kiếm BFS
- b) Thuật toán tìm kiếm DFS
- c) Thuật toán tìm kiếm IDS
- d) hàm heuristic trên hình vẽ có phải hàm chấp nhận được không? Tại sao? → dù thỏa (heuristic),frau
- d) Thuật toán tìm kiếm tham lam
- e) Thuật toán tìm kiếm A*. → tuy nhỏ,ley man
- f) Thuật toán tìm kiếm ID A* ($\beta = 3$) → thêm trái, chon day

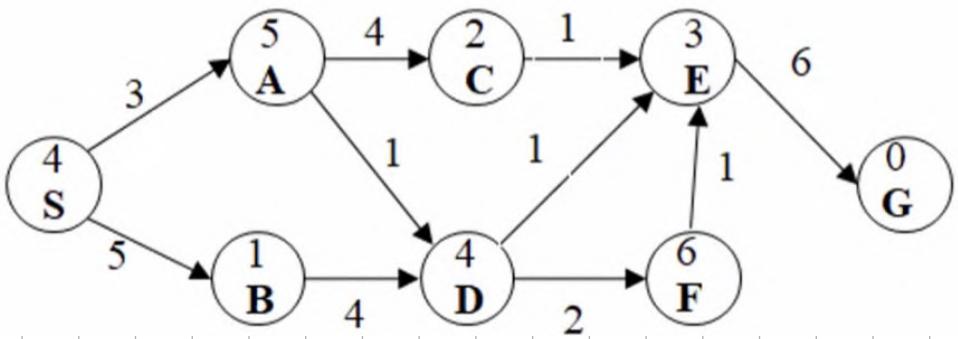
Câu 1.1



Câu 1.2.



1.1



a), BFS

STT	Trạng thái duyệt
0	S
1	A _S
2	B _S , C _A
3	C _A , D _A
4	D _A , E _C
5	E _C , F _D
6	F _D , G _E
7	G _E
8	Đã kết thúc

Tập biến Q.
S
A _S , B _S
C _A , D _A , B _S
E _C , D _A , B _S
F _D , G _E , B _S
G _E , Đã kết thúc

→ Đường đi: $S \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow G \rightarrow$ Đã kết thúc = 4
 Chi phí: $3 + 4 + 1 + 6 = 14$.

b) DFS

STT	Trạng thái duyệt
0	.
1	S
2	A _S
3	C _A
4	E _C
5	G _E

Tập biến Q.
S
A _S , B _S
C _A , D _A , B _S
E _C , D _A , B _S
G _E , D _A , B _S
Đã kết thúc

→ Đường đi: $S \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow G \rightarrow$ Đã kết thúc = 4
 Chi phí: $3 + 4 + 1 + 6 = 14$.

DFS: Lặp lạy cao nút đã duyệt

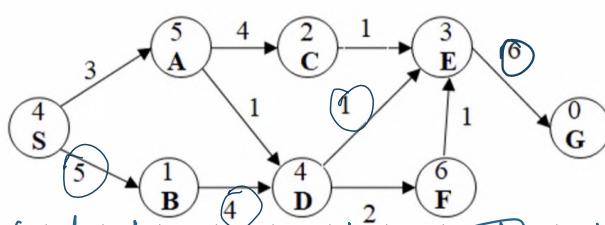
c) IDS: tìm sâu dần \rightarrow bùm chất lỏng DFS

nếu đã duyệt mà
 a) xung
 b) đang ở
 c) vẫn còn
duyệt

C=0	SIT 0 1	Trạng thái duyệt S	Tập biến Ø. S Ø
C=1	0 1 2 3	S AS BS	S AS, BS BS Ø
C=2	0 1 2 3 4 5	S AS CA DA BS	S AS, BS CA, DA, BS DA, BS BS Ø
C=3	0 1 2 3 4 5 6 7	S AS CA EC DA FD BS	S AS, BS CA, DA, BS CA, DA, BS DA, BS FD, BS BS Ø
C=4	0 1 2 3 4 5	S AS CA EC GB	S AS, BS CA, DA, BS CA, DA, BS DA, BS Ø

\Rightarrow Đường đi từ S+G: $S \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow G$
 a) sau $C=4$.

d) Thuật toán tìm kiếm tham lam



STT Trạng thái duyệt

0 S
1 BS
2 DB
3 ED
4 GF
5 GE

⇒ Đường đi: $S \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow G$
Chi phí: $5 + 4 + 1 + 6 = 16$

Tập biến Q.

$S(4)$

$A_S(5), B_S(1)$
 $A_S(5), D_B(4)$
 $A_S(5), E_D(3), F_D(6)$
 $A_S(5), F_D(6), G_E(0)$

đích

f) Thuật toán A*

Trạng thái duyệt

0 S
1 BS
2 AS
3 DA
4 ED
5 CA
6 GE

⇒ Đường đi: $S \rightarrow A \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow G$
Chi phí: $C = 11$

Tập biến Q.

$S(4)$

$A_S(5+3=8), B_S(1+1=2)$
 $A_S(8), D_A(4+4=5=5)$
 $D_A(4+1+3=8), C(2+4+3=9)$
 $C_A(9), E_D(3+1+1+3=8),$
 $F_D(6+2+1+3=11)$
 $G_E(0+6+1+1+3=11)$

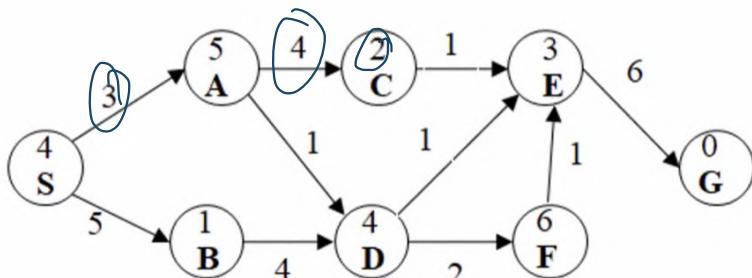
Đ/cv

! Xử lý nút lặp:
nếu có chi phí $f(n) < f(n')$
hơn thì đưa lại nếu đã
nhỏ rộng
update nút in
còn $f(n) < f(n')$

chap nút

$f(n) < f(n')$ \leftarrow f(n) f(n')
và f(n) f(n')

giá trị heuristic
tak out n



ĐP

$\beta = 3$, khi $I=0$, tìm d^{min} $\leq r \sqrt{s=470} \Rightarrow k^0 \text{ffm}=0$

STT

Trạng thái duyệt

Tập biến O

$I=0$

$I=3$

$I=6$

0
1
2

S
 b_S

$I=9$

0
1
2
3
4
5
6

S
 A_S
 C_A
 D_A
 E_D
 b_S

$I=12$

0
1
2
3
4
5
6
7

S
 A_S
 C_A
 E_C
 D_A
 F_O
 b_S

$I=15$

0
1
2
3
4
5
6

S
 A_S
 C_A
 E_C
 G_E

Điều kiện: $S \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow G$
Chỉ phím C = 14

$S(4)$

$B_S (5+1=6)$ ($A_S = 5 + 3 = 8, 6 + 1 + 3 = 10$)
 \emptyset

$S(9)$

$A_S (8), B_S (6)$
 $C_A (2+4+3=9), D_A (4+1+3=8), F_O (6)$
 $D_A (8), B_S (6)$
 $E_D (8), B_S (6)$
 $b_S (6)$
 \emptyset

$S(9)$

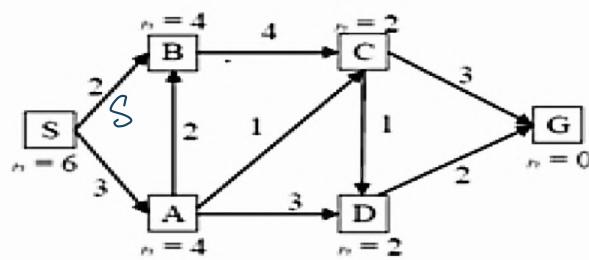
$A_S (8), B_S (6)$
 $C_A (2+4+3=9), D_A (4+1+3=8), F_O (6)$
 $E_C (3+1+4+3=11), D_A (8), B_S (6)$
 $D_A (8), B_S (6)$
 $F_O (6+2+1+3=12), B_S (6)$
 $b_S (6)$
 \emptyset

$S(9)$

$A_S (8), B_S (6)$
 $C_A (2+4+3=9), D_A (4+1+3=8), F_O (6)$
 $E_C (3+1+4+3=11), D_A (8), B_S (6)$
 $G_E (0+6+1+4+3=14), D_A (8), B_S (6)$
điều

1.2

Câu 1.2.



UE 8 → BFS
~~→ DFS~~
~~→ CFS~~
~~→ CFS~~ → phai

a) BFS

SST

0
1
2
3
4
5
6

Tập duyệt

S
AS
BS
CA
DA
GC

Tập biến Ø

S
AS, BS
BS, CA, DA
CA, DA, GC
DA, GC
GC
đã ch $\rightarrow S + A + C + G \rightarrow$ Độ sâu. L. 3Chuẩn bị: $3 + 1 + 3 = 7$.

b) DFS

→ lặp

SST

0
1
2
3
4
5
6

Tập duyệt

S
AS
BA
CB
DC
GD

Tập biến Ø

S
AS, BS
BA, CA, DA, BS
CB, CA, DA, BS
DC, GA, CA, DA, BS
GD, GA, CA, DA, BS
đã ch

Điều kiện
 Độ sâu
 Chuẩn bị

S-A-B-C-D-G

c) IDS

Luhn luhn đia với lặp

Quay lặp dù duyệt rồi hay chưa
để tối ưu

→ DFS

ST Trạng thái duyệt

C=0	0
C=1	S
C=2	S A _S B _S
C=3	S A _S C _A D _A B _S
C=4	S A _S C _A D _A B _S
C=5	S A _S C _A D _A B _S
C=6	S A _S C _A D _A B _S

Jáp bến Ø

S
A _S , B _S
A _S , B _S
A _S , B _S , C _A , D _A
A _S , B _S , C _A , D _A , B _S
S
A _S , B _S
A _S , B _S , C _A , D _A , B _S
A _S , B _S , C _A , D _A , B _S , G _C
A _S , B _S , C _A , D _A , B _S , G _C , D _A
A _S , B _S , C _A , D _A , B _S , G _C , D _A , G _C
A _S , B _S , C _A , D _A , B _S , G _C , D _A , G _C , B _S
A _S , B _S , C _A , D _A , B _S , G _C , D _A , G _C , B _S , G _C
A _S , B _S , C _A , D _A , B _S , G _C , D _A , G _C , B _S , G _C , Ø

→ Duyệt

Đo sâu

S → A - C - G

Đo phu

d) Thuật toán tìm kiếm tham lam

→ Duyệt S → A → C → G (C=3)

→ frost ra nhau

Jáp bến Ø

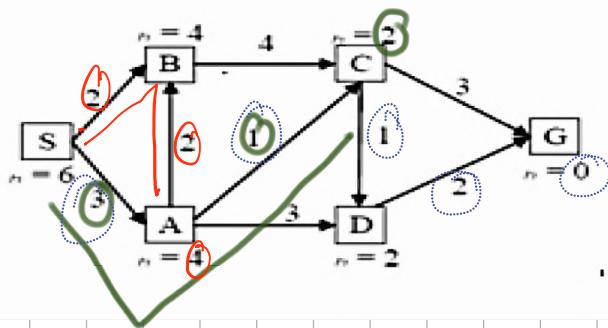
SØ
S
A _S
C _A
G _C

dich

→ Duyệt S → A → C → G

Chi phí = 3 + 1 + 3 = 7.

Câu 1.2.



$$f(A_B) = 4 + 2 + 2$$

$$= 8 > f(A_S) = 7$$

Kết thúc vòng

f) Thuật toán A*

STT	Trạng thái duyệt
0	S
1	B_S (xét xem $A_S \leq A_B$)
2	A_S ($\forall G_A = 6 \leq G_B = 8$)
3	C_A (xét $D_C = 7 < D_B = 8$)
4	D_C ($G_A + G_D = 6 + 1 = 7 < G_B = 8$)
5	G_C
6	

Tập biến δ .

$S(f)$

$$A_S (3+4=7), B_S (2+4=6)$$

$$A_S (7), G_B (2+4+2=8)$$

$$C_A (6), D_A (2+3+3=8)$$

$$D_C (7), G_C (0+3+1+3=7)$$

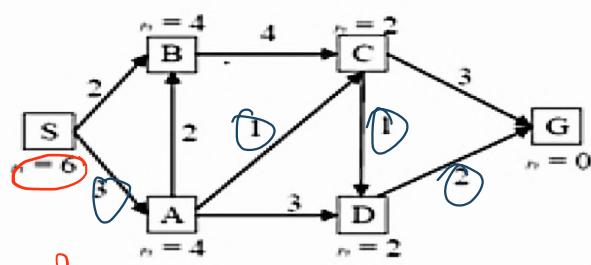
$G_C (7)$

đích

⇒ Đường đi: $S \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow G$
Chú ý: $C = 7$.

g) IDA *

Câu 1.2.



DFS + A*

Khi sử dụng
để đỡ mồi rồng

mà lặp nốt trong tập bùn

$f_2 = 3$

SFT

Trạng thái duyệt

Tập biến O

I = 0

I = 3

I = 6

0

1

2

S
 b_S

I = 9

0

1

2

3

4

5

S
 A_S
 B_A
 C_B
 G_C

$S(6)$
 $b_S(4+2+2) [A_2 + 7 > 6 \Rightarrow \text{bỏ}_S]$

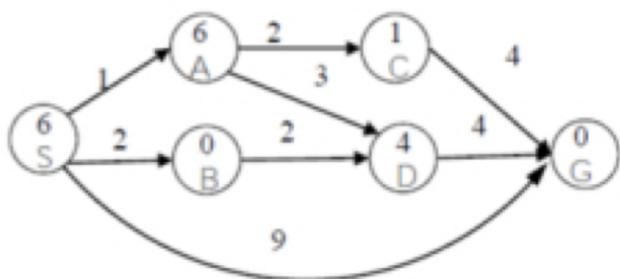
$S(6)$

$A_S(7)$, $B_S(6)$
 $B_A(8)$, $C_A(5)$, $D_A(8)$, $B_S(6)$
 $C_B(8)$, $G_A(6)$, $D_A(8)$, $B_S(6)$
 $G_C(9)$, $C_A(6)$, $D_B(8)$, $b_S(5)$
Điều

→ Đường đi: $S \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow G$
Chu kỳ: $C \rightarrow G$.

1.3

Câu 1.3



BFS

SFT

Trạng thái duyệt

Tập biến O

0

1

2

3

4

S
 A_S
 B_S
 G_S

S
 A_S , B_S , G_S
 B_A , G_A , C_A , D_A
 G_B , C_B , D_B
Điều

→ Đường đi: $S - G$, độ sâu 1.

DFS

SIT

Trạng thái duyệt

0	
1	S
2	A _S
3	C _A
4	G _C

Tập biến O

S
 A_S, B_S, G_S
 C_A, D_A, B_C, G_S
 G_C, D_B, B_G, G_S
 ditch

⇒ Duyệt: S → A → C → G với sốn c = 3

IDFS

SIT

Trạng thái duyệt

Tập biến O.

0	
1	S
2	
3	P
4	A _S
5	B _S
6	G _S

S
 A_S
 B_S
 G_S

S
 Ø
 S
 A_S, B_S, G_S
 B_S, G_S
 G_S
 ditch

⇒ Duyệt: S → G; C₂ = 1.

Tham lam

0	
1	C
2	B
3	G _S

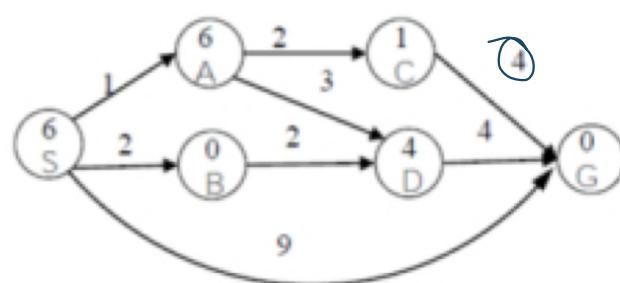
Trạng thái duyệt

Tập biến O

S
 A_S(6), B_S(6), G_S(0).
 A_S(6), G_S(0), D_B(4)
 ditch

⇒ Duyệt: S → G. Chi phí: 9

Câu 1.3



A*

SFT

Trạng thái dryoff

0
1
2
3
4
5

S
 B_S
 A_S
 C_A
 G_C

Tập binh Ø.

S

$A_S (6+1=7)$, $B_S (0+2=2)$, $G_S (0+5=5)$.
 $A_S (7)$, $G_S (9)$, $D_B (4+2+2=8)$
 $G_S (9)$, $D_B (8)$, $C_A (1+2+1=4)$
 $D_B (8)$, $G_C (0+4+2+1=7)$.
Alich

⇒ Duyng đt: $S + A \rightarrow C \rightarrow G$, chi phí = $4+2+1=7$.

IDAT

$B_2 3$

SFT Trạng thái dryoff

I-20
I-23
I-26 0
I-27 1
I-28 2
I-29 3

S
 B_S

Tập binh Ø

S(6)

$B_S (0+2=2)$
Ø

S(6)

$A_S (6+1=7)$, $B_S (0+2+2=4)$, $G_S (0+9=9)$
 $C_A (1+2+1=4)$, $D_A (4+3+1=8)$
 $B_S (2)$, $G_S (8)$
 $G_C (0+4+2+1=7)$, $D_A (8)$, $B_S (2)$, $G_S (9)$
Alich

⇒ Duyng đt: $S \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow G$
Chi phí: c = 7

Chương 2: Logic vị từ, suy diễn.

2.4

Câu 2.1.

Cho các mệnh đề sau dưới dạng ngôn ngữ tự nhiên và logic vị từ:

- Tất cả những người đi học là người có văn hóa. $\forall x(\text{Hoc}(x) \Rightarrow \text{VanHoa}(x))$

- Trộm không có văn hóa. $\forall x(\text{Tron}(x) \Rightarrow \neg \text{VanHoa}(x))$

- Một số tên trộm thông minh. $\exists x(\text{Tron}(x) \wedge \text{ThongMinh}(x))$

a) Viết các câu trên dưới dạng câu tuyên (clause form)

vì vậy
~ l2:

b) Viết câu truy vấn sau "Có một số người thông minh không được đi học" dưới dạng logic vị từ sử dụng các vị từ đã cho ở trên và chứng minh câu truy vấn là đúng sử dụng suy diễn tiến.

$$(1). \quad \forall x(\text{Hoc}(x) \Rightarrow \text{VanHoa}(x))$$

$$(2). \quad \forall x(\neg \text{Tron}(x) \Rightarrow \neg \text{VanHoa}(x))$$

$$(3). \quad \exists x(\text{Tron}(x) \wedge \text{ThongMinh}(x))$$

a) Viết dưới dạng câu tuyên.

$$(1). \quad \forall x(\text{Hoc}(x) \Rightarrow \text{VanHoa}(x))$$

$$\equiv \forall x(\neg \text{Hoc}(x) \vee \text{VanHoa}(x))$$

$$\equiv \neg \text{Hoc}(x) \vee \text{VanHoa}(x) \equiv \neg \text{Hoc}(y) \vee \text{VanHoa}(y)$$

$$(2). \quad \forall x(\neg \text{Tron}(x) \Rightarrow \neg \text{VanHoa}(x))$$

$$\equiv \forall x(\text{Tron}(x) \vee \neg \text{VanHoa}(x))$$

$$\equiv \neg \text{Tron}(y) \vee \neg \text{VanHoa}(y)$$

$$(3). \quad \exists x(\text{Tron}(x) \wedge \text{ThongMinh}(x))$$

$$\equiv \text{Tron}(c) \wedge \text{ThongMinh}(c) \quad (\text{AD} \text{ lôgô} \text{ và} \text{ định} \text{ nghĩa})$$

$$\equiv \neg \text{Tron}(c) \vee \neg \text{ThongMinh}(c)$$

Giai pháp với $\equiv (3.1), \quad \text{Tron}(c) \wedge \neg \text{ThongMinh}(c)$ $\quad \exists x(c)$
 $(3.2) \quad \neg \text{Tron}(c) \vee \neg \text{ThongMinh}(c)$

$$b) \quad Q: \quad \exists x(\text{ThongMinh}(x) \wedge \neg \text{Hoc}(x))$$

Cung cấp điều kiện.

Chứng minh câu (3); Cố: (4) $\text{Tron}(c)$, (5) $\text{ThongMinh}(c)$

(NHP (2), (4) $\Rightarrow \neg \text{VanHoa}(c)$) (6)

Phép giải (1), (6) $\neg \text{Hoc}(c)$ (7).

Nhập điều kiện (5), (7): $\text{ThongMinh}(c) \wedge \neg \text{Hoc}(c)$. (8)

Nhập điều kiện (8), $\exists x(\text{ThongMinh}(x) \wedge \neg \text{Hoc}(x))$.

Suy Phép giải với phán chิง.

$$Q \equiv \exists x (\text{ThongNinh}(x) \wedge \neg \text{Hoc}(x))$$
$$\neg Q \equiv \neg \exists x (\text{ThongNinh}(x) \vee \text{Hoc}(x)) \quad (5).$$

Chuẩn hóa câu 3: (3). Tròn (C), (4) Thoảng (C),

(1). $\neg \text{Hoc}(x)$ $\vee \text{VanHoa}(x)$

(2). $\neg \text{Tròn}(x)$ $\vee \neg \text{VanHoa}(x)$,

Phép giải (2), (3) $\rightarrow \neg \text{VanHoa}(C)$ (6).

Phép giải (4), (5) $\rightarrow \neg \text{Hoc}(C)$. (7).

 (4), (5) $\rightarrow \text{Hoc}(C)$ (8).

(6), (7) $\rightarrow \text{False}$ đpcm.

2.2

Câu 2.2.

Cho các mệnh đề sau dưới dạng ngôn ngữ tự nhiên và logic vị từ

- Trẻ em thích Ipad. $\forall_x (Child(x) \Rightarrow Like(x, Ipad))$
- Trẻ em đòi mua những gì mình thích. $\forall_x \forall_y (Child(x) \wedge Like(x, y) \Rightarrow Buy(x, y))$
- Nam là một em bé. $Child(Nam)$

a) Chuẩn hóa các câu trên về dạng chuẩn tắc hội (CNF).

b) Viết câu truy vấn sau "Nam đòi mua Ipad" dưới dạng logic vị từ; và chứng minh câu truy vấn đúng sử dụng thủ tục suy diễn lùi.

a) CNF

$$(1) \quad \forall_x (Child(x) \Rightarrow Like(x, Ipad)).$$

$$\neg Child(x) \vee Like(x, Ipad)$$

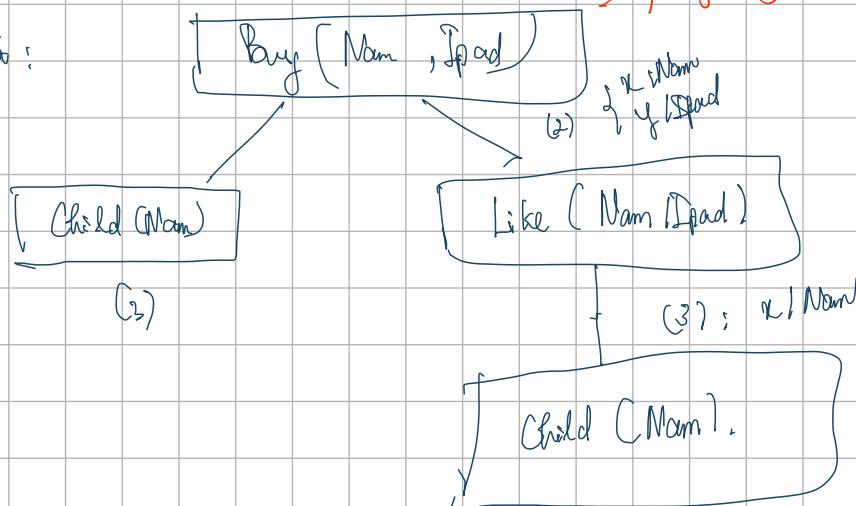
$$(2) \quad \forall_x \forall_y ((Child(x) \wedge Like(x, y)) \Rightarrow Buy(x, y)).$$

$$\neg(Child(x) \wedge Like(x, y)) \vee Buy(x, y).$$

$$\neg(Child(x) \vee Like(x, y)) \vee Buy(x, y).$$

$$b) \quad Q = Buy(Nam, Ipad).$$

Suy diễn lùi:



→ *quảng cáo* : > []

Q&1

Nh: 2 -

Câu 2.3.

Cho cơ sở tri thức KB sau dưới dạng ngôn ngữ tự nhiên và logic vị từ:

- Chó đốm là chó. $\forall x (\text{Dalmatian}(x) \Rightarrow \text{Dog}(x))$ (1)
- Bo là chó đốm. $\text{Dalmatian}(\text{Bo})$ (2)
- Chó đốm thích uống sữa. $\forall x (\text{Dalmatian}(x) \Rightarrow \text{Drink}(x, \text{Milk}))$ (3)
- Bo biết làm xiếc. $\text{Circus}(\text{Bo})$ (4)

- Viết truy vấn câu sau "Có con chó thích uống sữa và biết làm xiếc" dưới dạng logic vị từ sử dụng các vị từ đã cho.
- Chứng minh câu truy vấn đúng sử dụng phép giải và phán chứng.

a,

$$Q = \exists x (\text{Dog}(x) \wedge \text{Drink}(x, \text{Milk}) \wedge \text{Circus}(x))$$

b Phép phân chiaacy -

(1). Chuẩn CNF:

$$(1). \neg \text{Dalmatian}(\text{Bo}) \vee \text{Dog}(x).$$

$$(2). \text{Dalmatian}(\text{Bo})$$

$$(3). \neg \text{Dalmatian}(x) \vee \text{Drink}(x, \text{Milk}).$$

$$(4). \text{Circus}(\text{Bo}).$$

$$\neg Q = \neg (\neg \text{Dog}(x) \vee \neg \text{Drink}(x, \text{Milk}) \vee \neg \text{Circus}(x)) \quad (5)$$

c,

Phép giải : (4), (5) : $\neg \text{Dog}(\text{Bo}) \vee \neg \text{Drink}(\text{Bo}, \text{Milk}).$ (6)

Phép giải : (2), (3) : $\neg \text{Drink}(\text{Bo}, \text{Milk}).$ (7).

$$(1) (2) (6), (7) \not\models \text{False}$$

c'

$$GNB: (1), (2)$$

$$\text{Dog}(\text{Bo}).$$

$$(6)$$

$$GMB: (2), (3) \rightarrow \text{Drink}(\text{Bo}, \text{Milk}).$$

$$(7)$$

$$\begin{array}{l} \text{Phép giải: } (5), (6), (7); \\ \text{GMP: } (4), (8) \end{array}$$

$$\neg \text{Circus}(\text{Bo}) \quad (8)$$

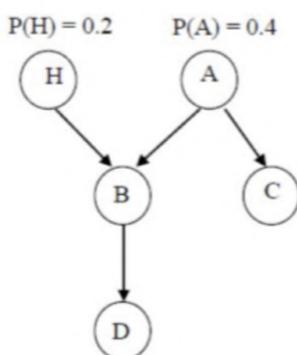
$$\text{False} \rightarrow \text{False}$$

Chương 3 : Suy diễn xác suất. Mạng Bayes

Câu 3.1.

Cho mạng Bayes sau, các biến có thể nhận giá trị {T, F} ({true, false})

- Tính xác suất cả năm biến cùng nhận giá trị F.
- Tính $P(A|B)$.
- Mạng đã cho có dạng Polytree hay không?



H	A	$P(B A, H)$
F	F	0.6
F	T	0.2
T	F	0.1
T	T	0.5

A	$P(C A)$
T	0.6
F	0.4

B	$P(D B)$
T	0.4
F	0.6

(B1)

$$P(B | \neg A, \neg H) = 0.6$$

$$P(B | A, \neg H) = 0.2$$

$$P(B | \neg A, H) = 0.1$$

$$P(B | A, H) = 0.5$$

(B2)

$$P(C | A) = 0.6$$

$$P(C | \neg A) = 0.4$$

(B3)

$$P(D | B) = 0.4$$

$$P(D | \neg B) = 0.6$$

Ở 5 biến cùng nhận giá trị False $P(\neg D, \neg B, \neg C, \neg A, \neg H)$,

(C1)

$$\begin{aligned} &= P(\neg D | \neg B, \neg C, \neg A, \neg H) \cdot P(\neg B | \neg C, \neg A, \neg H) \cdot P(\neg C | \neg A, \neg H) \cdot P(\neg A | \neg H) \cdot P(\neg H) \\ &= \underline{P(\neg D | \neg B)} \cdot P(\neg B | \neg A, \neg H) \cdot P(\neg C | \neg A) \cdot P(\neg A) \cdot P(\neg H) \\ &= (1 - P(D | \neg B)) \cdot (1 - P(B | \neg A, \neg H)) \cdot (1 - P(C | \neg A)) \cdot P(A) \cdot P(H) \\ &= (1 - 0.6) \cdot (1 - 0.6) \cdot (1 - 0.4) \cdot (1 - 0.4) \cdot (1 - 0.2) \\ &= 0.4 \cdot 0.4 \cdot 0.6 \cdot 0.6 \cdot 0.8 \\ &= 0.04608 \end{aligned}$$

(1). Chạy những mít ở dưới bì phuy C nhết.

(2). Sau đó xét xem 3 những mít đó chì bì phuy C bì mít cho mè nào.

(*) $P(\neg D | \neg B, \neg C, \neg A, \neg H)$

tại mít D chì phuy C vào mít B $\Rightarrow P(\neg D | \neg B)$.

$$b) P(A | B) = \frac{P(A) - P(B|A)}{P(B)}$$

Giai Rn $P(B), P(B|A)$, ta có: $P(A|B) + P(\neg A|B) = 1$.

$$\Rightarrow \frac{P(A)}{P(B)} \cdot \frac{P(B|A)}{P(B)} + \frac{P(\neg A)}{P(B)} \cdot \frac{P(B|\neg A)}{P(B)} = 1 \quad (*)$$

\Rightarrow Giai về $P(B|A) \Rightarrow P(B|\neg A), P(B)$.

$$P(B|A) = \frac{P(B, A, H) + P(B, A, \neg H)}{P(A)} \Rightarrow \frac{P(B|A, H)P(A) + P(B|A, \neg H)P(\neg A)}{P(A)}$$

$$\Rightarrow P(B|A, H) \cdot P(H) + P(B|A, \neg H) \cdot P(\neg H)$$

$$= 0.5 \cdot 0.1 + 0.2 \cdot (1 - 0.2)$$

$$= 0.26.$$

$$P(B|\neg A) = \frac{P(B, \neg A, H) + P(B, \neg A, \neg H)}{P(\neg A)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P(B|\neg A, H) \cdot P(H) + P(B|\neg A, \neg H) \cdot P(\neg H)}{P(\neg A)}$$

$$= P(B|\neg A, H) \cdot P(H) + P(B|\neg A, \neg H) \cdot P(\neg H)$$

$$= 0.1 \cdot 0.2 + 0.6 \cdot (1 - 0.2)$$

$$= 0.1 \cdot 0.2 + 0.6 \cdot 0.8 = 0.56.$$

$$\Rightarrow 0.56.$$

$$\Rightarrow P(A) \cdot 0.26 + [P(\neg A) \cdot 0.56] = 1$$

$$\Rightarrow \frac{0.4 \cdot 0.26 + 0.6 \cdot 0.56}{P(B)} =$$

$$\Rightarrow \frac{0.4 \cdot 0.26 + 0.6 \cdot 0.56}{P(B)} = 1$$

$$\Rightarrow P(B) = 0.1208.$$

$$\Rightarrow P(A|B) = \frac{P(A) \cdot P(B|A)}{P(B)} = \frac{0.4 \cdot 0.26}{0.1208} = \frac{52}{130}$$

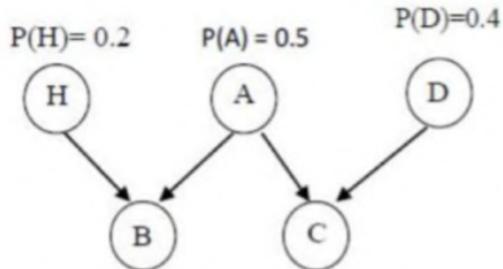
$$= 0.3852.$$

9 Many ditch for 1 Polytree \Rightarrow 1 many of honey,

There are many ditch also top is not,

Câu 3.2

Cho mạng Bayes sau, các biến có thể nhận giá trị {T,F} ({true, false})



H	A	$P(B = T A, H)$
F	F	0.7
F	T	0.1
T	F	0.2
T	T	0.6

A	D	$P(C = T A, D)$
F	F	0.8
F	T	0.4
T	F	0.3
T	T	0.1

a) Tính xác suất cả năm biến cùng nhận giá trị F.

b) Tính $P(A|C)$.

c) Tính $P(A|B,C)$.

$$\text{b1: } \begin{aligned} P(B | \neg A, \neg H) &= 0.7 \\ P(B | A, \neg H) &= 0.1 \\ P(B | \neg A, H) &= 0.2 \\ P(B | A, H) &= 0.6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(C | \neg A, \neg D) &= 0.8 \\ P(C | A, \neg D) &= 0.4 \\ P(C | \neg A, D) &= 0.5 \\ P(C | A, D) &= 0.1 \end{aligned}$$

a) Xác suất cả 5 biến cùng nhận giá trị F.

$$\begin{aligned} &P(\neg B, \neg C, \neg H, \neg A, \neg D) \\ &= P(\neg B | \neg H, \neg A) \cdot P(\neg C | \neg A, \neg D) \cdot P(\neg H) \cdot P(\neg A) \cdot P(\neg D) \\ &= (1 - 0.7) \cdot (1 - 0.8) \cdot (1 - 0.2) \cdot (1 - 0.5) \cdot (1 - 0.4) \\ &= 0.3 \cdot 0.2 \cdot 0.8 \cdot 0.5 \cdot 0.6 \\ &= 0.0144 \end{aligned}$$

$$\text{b2: } P(A|C) = \frac{P(A) \cdot P(C|A)}{P(C)}$$

Cân đối với $P(C)$ để \Rightarrow

$$\text{Tìm: } P(A|C) + P(\neg A|C) = 1.$$

$$\Leftrightarrow \frac{P(A) \cdot P(C|A)}{P(C)} + \frac{P(\neg A) \cdot P(C|\neg A)}{P(C)} \quad (\Rightarrow).$$

$$\begin{aligned} \text{b3: } P(C|A) &= \frac{P(C, A, D) + P(C, A, \neg D)}{P(A)} = \frac{P(C|A, D) \cdot P(A) \cdot P(D) + P(C|A, \neg D) \cdot P(A) \cdot P(\neg D)}{P(A)} \\ &= P(C|A, D) \cdot P(D) + P(C|A, \neg D) \cdot P(\neg D) \\ &= 0.1 \cdot 0.4 + 0.4 \cdot (1 - 0.4) = 0.1 \cdot 0.4 + 0.3 \cdot 0.6 \\ &= 0.22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Rightarrow P(C|A) &= \frac{P(C|\neg A, D) \cdot P(\neg A)}{P(A)} = \frac{P(C|\neg A, D) \cdot P(D) + P(C|\neg A, \neg D) \cdot P(\neg D)}{P(A)} \\
 &= P(C|\neg A, D) \cdot P(D) + P(C|\neg A, \neg D) \cdot P(\neg D) \\
 &= 0.4 \cdot 0.4 + 0.8 \cdot (1 - 0.4) = 0.4 \cdot 0.4 + 0.8 \cdot 0.6 \\
 &= 0.64
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (\text{B}) \Leftrightarrow \frac{0.5 \cdot 0.22}{P(C)} + \frac{0.8 \cdot 0.64}{P(C)} &= 1 \\
 \frac{0.43}{P(C)} &= 1 \Rightarrow P(C) = 0.43.
 \end{aligned}$$

$$P(A|C) \Rightarrow (\text{B}) \quad \frac{0.5 \cdot 0.22}{0.43} = 0.256$$

c) Tính $P(A|B, C)$

$$P(A|B, C) = \frac{P(B, C|A) \cdot P(A)}{P(B, C)} = \frac{P(B|A) \cdot P(C|A) \cdot P(A)}{P(B, C)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Taco: } P(C|A) &= 0.22 \text{ (câu b)} \\
 \Rightarrow \text{tính } P(B|A) \text{ và } P(B, C).
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Rightarrow P(B|A) &= \frac{P(B_1|A, H) + P(B_2|A, \neg H)}{P(A)} = \frac{P(B_1|A, H) \cdot P(H) + P(B_1|A, \neg H) \cdot P(\neg H)}{P(A)} \\
 &= P(B|A, H) \cdot P(H) + P(B|A, \neg H) \cdot P(\neg H) \\
 &= 0.6 \cdot 0.2 + 0.1 \cdot (1 - 0.2) \\
 &= 0.12 + 0.08 = 0.20
 \end{aligned}$$

$\Rightarrow P(B, C) = \text{đến} \text{cô} \text{chung} \text{với} \text{cha} \text{là} \text{A}$.

$$\text{Taco: } P(A \vdash b, C) + P(\neg A \vdash b, C) = P(b, C) = 1. \quad (\text{B})$$

$$\begin{aligned}
 (1) \quad P(A \vdash b, C) &= \frac{P(B, C|A) \cdot P(A)}{P(b, C)} = \frac{P(B|A) \cdot P(C|A) \cdot P(A)}{P(b, C)} = \frac{0.2 \cdot 0.22 \cdot 0.5}{P(b, C)} \\
 &= \frac{0.022}{P(b, C)}
 \end{aligned}$$

$$(2) \quad P(\neg A \vdash b, C) = \frac{P(B, C|\neg A) \cdot P(\neg A)}{P(b, C)} = \frac{P(B|\neg A) \cdot P(C|\neg A) \cdot P(\neg A)}{P(b, C)}$$

$$\begin{aligned}
 \textcircled{1} \quad P(B|\neg A) &= \frac{P(B, \neg A, \neg H) + P(B, \neg A, H)}{P(\neg A)} \\
 &= \frac{P(B|\neg A, \neg H) \cdot P(\neg H) + P(B|\neg A, H) \cdot P(H)}{P(\neg A)} \\
 &\stackrel{\text{P(H)=0.2}}{=} P(B|\neg A, \neg H) \cdot P(\neg H) + P(B|\neg A, H) \cdot P(H) \\
 &\stackrel{\text{P(H)=0.2}}{=} 0.7 \cdot (1-0.2) + 0.2 \cdot 0.2 \\
 &= 0.7 \cdot 0.8 + 0.2 \cdot 0.2 = 0.6
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \textcircled{2} \quad P(C|A) &= \frac{P(C, \neg A, \neg D) + P(C, \neg A, D)}{P(\neg A)} \\
 &= \frac{P(C|\neg A, \neg D) \cdot P(\neg D) + P(C|\neg A, D) \cdot P(D)}{P(\neg A)} \\
 &\stackrel{\text{P(D)=0.4}}{=} P(C|\neg A, \neg D) \cdot P(\neg D) + P(C|\neg A, D) \cdot P(D) \\
 &\stackrel{\text{P(\neg D)=0.6}}{=} 0.8 \cdot 0.6 + 0.1 \cdot 0.4 \\
 &= 0.64
 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow P(\neg A|B, C) = \frac{0.6 \cdot 0.64 \cdot 0.5}{P(B, C)} = \frac{0.192}{P(B, C)} \quad (2)$$

$$\begin{aligned}
 (1), (2) \quad \text{They are independent: } \frac{0.192}{P(B, C)} + \frac{0.192}{P(B, C)} = 1 \\
 \Rightarrow P(B, C) = 0.214
 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow P(A|B, C) = \frac{P(B|A) \cdot P(C|A) \cdot P(A)}{P(B, C)} = \frac{0.2 \cdot 0.22 \cdot 0.5}{0.214} = 0.1028$$

Câu 3.3

Giả sử một loại virus (biểu diễn bằng biến ngẫu nhiên V) có thể gây ra ba hậu quả sau: mất file (biến F), máy chạy chậm (biến C), máy tự khởi động lại (biến R). Biết xác suất mất file khi không nhiễm và có nhiễm virus là 0.05 và 0.7; xác suất máy chạy chậm khi không nhiễm virus và có nhiễm là 0.2 và 0.6; xác suất máy tự khởi động khi không virus và có virus là 0.05 và 0.4. Quan sát cho thấy số máy nhiễm loại virus này là 25 trên 100 máy.

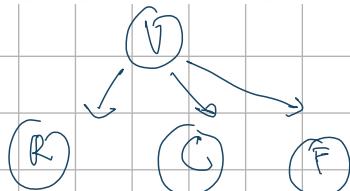
$$\rightarrow P(V) = \frac{25}{100} = 0.25$$

a) Vẽ mạng Bayes và bảng xác suất điều kiện cho ví dụ này.

b) Một máy tính phòng thực hành chạy chậm. Tính xác suất máy đó nhiễm virus.

c) Một máy tính vừa bị mất file vừa chạy chậm. Tính xác suất máy đó nhiễm virus.

a)



$$P(F|V) = 0.7$$

$$P(F|\neg V) = 0.05$$

$$P(C|V) = 0.6$$

$$P(C|\neg V) = 0.2$$

$$P(R|V) = 0.4$$

$$P(R|\neg V) = 0.05$$

b)

$$P(V|C) = \frac{P(C|V) \cdot P(V)}{P(C)} = \frac{0.6 \cdot 0.25}{P(C)}$$

$$\text{tổng: } P(V|C) + P(\neg V|C) = 1$$

$$\Rightarrow \frac{0.6 \cdot 0.25}{P(C)} + \left(\frac{P(C|\neg V) \cdot P(\neg V)}{P(C)} \right) = \frac{0.2 \cdot 0.75}{P(C)} \Rightarrow \frac{0.3}{P(C)} = 1$$

$$\rightarrow P(C) = 0.3$$

$$\rightarrow P(V|C) = 0.6$$

$$c) P(V|F, C) = \frac{P(F, C|V) \cdot P(V)}{P(F, C)} = \frac{P(F|V) \cdot P(C|V) \cdot P(V)}{P(F, C)}$$

$$\Rightarrow \frac{0.7 \cdot 0.6 \cdot 0.25}{P(F, C)} = \frac{0.105}{P(F, C)}$$

$\Rightarrow P(F, C)$ đều chung ✓

$$\Rightarrow P(V|F, C) + P(\neg V|F, C) = 1$$

$$\frac{P(C|F|V) \cdot P(V)}{P(C, F)} + \frac{P(C, F|\neg V) \cdot P(\neg V)}{P(C, F)} = 1$$

$$\Leftrightarrow \frac{P(C|V) \cdot P(F|V) \cdot P(V)}{P(C, F)} + \frac{P(C|\neg V) \cdot P(F|\neg V) \cdot P(\neg V)}{P(C, F)} = 1$$

$$\hookrightarrow \frac{0.6 \cdot 0.7 \cdot 0.25 + 0.2 \cdot 0.05 \cdot 0.75}{P(F,C)} = 1 \text{ (G)} \quad \frac{0.1125}{P(F,C)} = 1$$

$$\Rightarrow P(F,C) = 0.1125.$$

$$\Rightarrow P(W \vee F, C) = \frac{0.105}{0.1125} = 0.93.$$

Câu 3.4.

Cho ba biến ngẫu nhiên D, W, P, mỗi biến có thể nhận hai giá trị T, F và biểu diễn cho những sự kiện sau. D = T nếu máy tính được trang bị đĩa cứng tốc độ thấp. W = T nếu trò chơi WorldCraft chạy chậm. P = T nếu tốc độ in chậm

a) Vẽ mạng Bayes thể hiện quan hệ sau: tốc độ chơi WorldCraft và tốc độ in là độc lập với nhau nếu biết tốc độ đĩa cứng. Tính bảng xác suất điều kiện cho mạng biết rằng: Có 25% khả năng đĩa cứng chậm. Nếu đĩa chậm, có 85% khả năng trò chơi bị chậm. Trong trường hợp đĩa nhanh vẫn có 40% khả năng trò chơi bị chậm. Đĩa chậm dẫn đến tốc độ in chậm trong 35% trường hợp. Khi đĩa nhanh vẫn có 15% khả năng in chậm.

b) Tính $P(D|W,P)$.

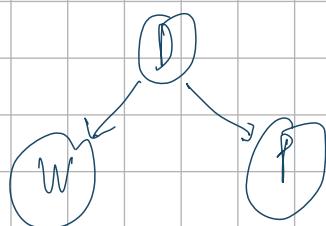
c) Tính $P(W|P)$.

$$D \rightarrow F$$

$$D \rightarrow W$$

Đĩa chậm \rightarrow trò chơi chậm.

ay



$$P(D) = 0.25.$$

$$P(W|D) = 0.85$$

$$P(W|\neg D) = 0.40$$

$$P(P|D) = 0.35$$

$$P(P|\neg D) = 0.15$$

$$\begin{aligned} b, \quad P(D|W,P) &= \frac{P(W,P|D) \cdot P(D)}{P(W,D)} = \frac{P(W|D) \cdot P(P|D) \cdot P(D)}{P(W,D)} = \frac{0.85 \cdot 0.35 \cdot 0.25}{P(W,D)} \\ &= \frac{0.0744}{P(W,D)} \quad (*) \end{aligned}$$

\hookrightarrow Tóm $P(W,P)$; \hookrightarrow W, D chung nết D

$$\Rightarrow P(W,P) = P(D|W,P) + P(\neg D|W,P) = 1.$$

$$\hookrightarrow \frac{P(W,P|D) + P(W,P|\neg D)}{P(W,D)} = \frac{P(W,F|\neg D) \cdot P(\neg D)}{P(W,D)} = 1$$

$$P(W,F).$$

$$\hookrightarrow P(W|D) \cdot P(P|D) \cdot P(D) + P(W|\neg D) \cdot P(P|\neg D) \cdot P(\neg D) = P(W,D)$$

$$\hookrightarrow 0.85 \cdot 0.35 \cdot 0.25 + 0.40 \cdot 0.75 \cdot 0.15 = 0.15 \cdot 0.75 = P(W,D)$$

$$\Rightarrow P(W,D) = 0.1125$$

$$\Rightarrow (*) : P(D|W,P) = \frac{0.0744}{0.1125} = 0.6231$$

$$\begin{aligned}
 \text{Q} P(W|P) &= \frac{P(W|P)}{P(P)} = \frac{P(W, P, D) + P(W, P, \neg D)}{P(P)} \\
 &= \frac{P(W|D) \cdot P(P|D) \cdot P(D) + P(W|\neg D) \cdot P(P|\neg D) \cdot P(\neg D)}{P(P)} \\
 &\stackrel{2}{=} \frac{0.1191}{P(P)}
 \end{aligned}$$

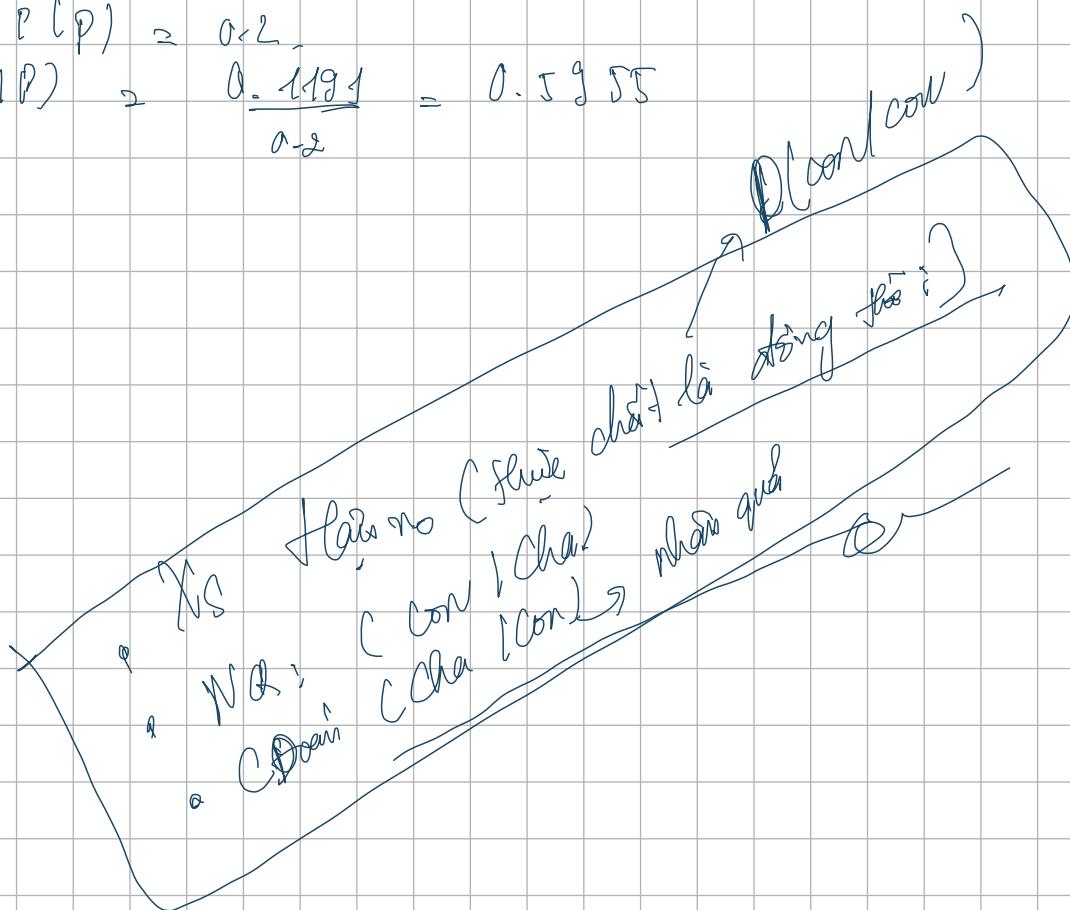
$$\text{Axiom: } P(D|P) + P(\neg D|P) = 1$$

$$\Leftrightarrow 1. \frac{P(P|D) \cdot P(D)}{P(P)} + \frac{P(P|\neg D) \cdot P(\neg D)}{P(P)} = 1$$

$$\Leftrightarrow 1. 0.35 \cdot 0.15 + 0.15 \cdot 0.75 = P(P)$$

$$\Leftrightarrow P(P) = 0.2$$

$$\Rightarrow P(W|P) = \frac{0.1191}{0.2} = 0.5955$$



CHƯƠNG 4: Machine Learning

Câu 4.1.

Cho bảng dữ liệu như hình bên, A1, A2, A3 là các thuộc tính, f là nhãn phân loại.

a) Hãy xác định nhãn cho ví dụ:

$$A1 = 1, A2 = 0, A3 = 1$$

bằng phương pháp phân lớp Bayes đơn giản (chi rõ các xác suất điều kiện thành phần).

b) Hãy xác định nút gốc cho cây quyết định sử dụng thuật toán ID3.

Chú ý: Trong trường hợp có các thuộc tính với cùng độ ưu tiên thì chọn thuộc tính theo thứ tự từ trái sang phải, tức là: A1, A2, A3.

	A1	A2	A3	f
0	0		1	+
1	0		2	+
2	0		3	+
3	0		4	+
4	0	1	1	-
5	0	1	2	-
6	0	1	3	-
7	1	0	4	-
8	1	1	1	+
9	1	1	2	+
10	1	1	3	-

$$\text{a)} \quad A_1 = 1, \quad A_2 = 0, \quad A_3 = 1$$

$$y = \arg \max_{C \in \{+, -\}} P(A_1=1 | C_j) P(A_2=0 | C_j) P(A_3=1 | C_j) \cdot P(C_j)$$

$$C_1 (+) = \frac{2}{6} \times \frac{4}{6} \times \frac{2}{6} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{3} \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{5} \times \frac{2}{45} = 0,094$$

$$C_1 (-) = \frac{4}{6} \times \frac{1}{6} \times \frac{1}{6} \times \frac{9}{10} = \frac{1}{160}$$

→ Nhận $y = (+)$.

$$\text{b)} \quad IG(S, A) = H(S) - \sum_{\text{values}(A)} \frac{|S_V|}{|S|} H(S_V)$$

$$\therefore H(S) = H([6^+, 4^-]) = -\frac{6}{10} \log_2 \frac{6}{10} - \frac{4}{10} \log_2 \frac{4}{10} = 0,971$$

$$\therefore IG(S, A_1) : H(S) - \sum_{V \in A_1} \frac{|S_V|}{|S|} H(S_V)$$

$$H(S_1) = [4^+, 3^-] = -\frac{4}{7} \log_2 \frac{4}{7} - \frac{3}{7} \log_2 \frac{3}{7} = 0,9852$$

$$H(S_1) = [2^1, 1^-] = -\frac{2}{3} \log_2 \frac{2}{3} - \frac{1}{3} \log_2 \frac{1}{3} = 0, 9183$$

$$\Rightarrow IG(S, A_1) = 0, 971 - 0, 9183 \cdot \frac{7}{10} = 0, 0587$$

$$IG(S, A_2) = H(S) - \sum_{v \in A_2} \frac{|S_v|}{|S|} \cdot H(S_v)$$

$$H(S_0) = [4^1, 1^-] = -\frac{4}{5} \log_2 \frac{4}{5} - \frac{1}{5} \log_2 \frac{1}{5} = 0, 722$$

$$H(S_1) = [2^1, 3^-] = -\frac{2}{5} \log_2 \frac{2}{5} - \frac{3}{5} \log_2 \frac{3}{5} = 0, 971$$

$$\Rightarrow IG(S, A_2) = 0, 971 - 0, 722 \cdot \frac{5}{10} = 0, 1245$$

$$IG(S, A_3) = H(S) - \sum_{v \in A_3} \frac{|S_v|}{|S|} \cdot H(S_v)$$

$$H(S_1) = [2^1, 1^-] = -\frac{2}{3} \log_2 \frac{2}{3} - \frac{1}{3} \log_2 \frac{1}{3} = 0, 9183$$

$$H(S_2) = [2^1, 1^-] = 0, 9183$$

$$H(S_3) = [1^1, 1^-] = 1$$

$$H(S_4) = [1^1, 1^-] = 1$$

$$\Rightarrow IG(S, A_3) = 0, 971 - \frac{3}{10} - 0, 9183 - \frac{3}{10} \cdot 0, 9183 - \frac{1}{10} \cdot \frac{2}{5} - 1 \cdot \frac{2}{5}$$

$$= 0, 02278$$

$$\begin{cases} IG(S, A_1) = 0, 00587 \\ IG(S, A_2) = 0, 1245 \\ IG(S, A_3) = 0, 02278 \end{cases}$$

\Rightarrow Nut gđ lì A₂.

Câu 4.2.

Cho dữ liệu huấn luyện như trong bảng, trong đó Loại, Độ ồn, KL là thuộc tính, f là nhãn phân loại

a) Hãy xác định nhãn cho ví dụ:

$$\text{Loại} = \text{Piano}, \text{Độ ồn} = \text{To}, \text{KL} = \text{Nặng}$$

bảng phương pháp phân lớp Bayes đơn giản (chỉ rõ các xác suất điều kiện thành phần).

b) Hãy xác định nút gốc cho cây quyết định sử dụng thuật toán ID3.

Chú ý: Trong trường hợp có các thuộc tính với cùng độ ưu tiên thì chọn thuộc tính theo thứ tự từ trái sang phải, tức là: Loại, Độ ồn, KL.

	Loại	Độ ồn	KL	f
1	Trống	To	Nặng	-
2	Ghita	To	Nhẹ	+
3	Trống	Nhỏ	Nhẹ	-
4	Piano	Nhỏ	Nặng	-
5	Ghita	Nhỏ	Nặng	+
6	Piano	To	Nhẹ	+
7	Piano	Nhỏ	Nhẹ	-
8	Trống	Nhỏ	Nặng	-

ay Loại = Piano, Độ ồn = To, KL = Nặng

$$y = \arg \max P(\text{Loại} = \text{Piano} | c_j) \cdot P(\text{Độ ồn} = \text{To} | c_j) \cdot P(\text{KL} = \text{Nặng} | c_j) \cdot f(c_j)$$

$$c_j = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{27} = 0,037$$

$$c_j = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3} = \frac{2}{27} = \frac{1}{13.5} = 0,074$$

$\Rightarrow y$ là Nhún nhẹ

$$b) ID_3: IG(S_A) = H(S) - \sum_{i \in A} \frac{H(S_i)}{H(S)} \cdot f(S_i)$$

$$(1) H(S) = [3^f, 5^f] = -\frac{3}{8} \log_2 \frac{3}{8} - \frac{5}{8} \log_2 \frac{5}{8} = 0,954$$

$$\cdot \text{IG}(S, \text{Leaf}) = H(S) - \sum_{i \in \text{Leaf}} \frac{|H(S_i)|}{|H(S)|} \cdot H(S_i)$$

$$H(S_{\text{Leaf}}) = [0^+, 3^-] = -0 = \frac{2}{3} \log_2 \frac{3}{3} = 0$$

$$H(S_{\text{Grafix}}) = [2^+, 0^-] = -\frac{2}{2} \log_2 \frac{2}{2} = 0$$

$$H(S_{\text{Piano}}) = [1^+, 2^-] = -\frac{1}{3} \log_2 \frac{1}{3} - \frac{2}{3} \log_2 \frac{2}{3} = 0,918$$

$$\Rightarrow \text{IG}(S, \text{Leaf}) = 0,954 - 0,918 \cdot \frac{3}{8} = 0,609$$

$$\cdot \text{IG}(S, \text{Dom}) = H(S) - \sum_{i \in \text{Dom}} \frac{|H(S_i)|}{|H(S)|} \cdot H(S_i)$$

$$H(S_{\text{Dom}}) = [2^+, 1^-] = -\frac{2}{3} \log_2 \frac{2}{3} - \frac{1}{3} \log_2 \frac{1}{3} = 0,918$$

$$H(S_{\text{Nho}}) = [1^+, 4^-] = -\frac{1}{5} \log_2 \frac{1}{5} - \frac{4}{5} \log_2 \frac{4}{5} = 0,722$$

$$\Rightarrow \text{IG}(S, \text{Dom}) = 0,954 - 0,918 \cdot \frac{3}{8} - 0,722 \cdot \frac{5}{8} = 0,1585$$

$$\cdot \text{IG}(S, \text{KL}) = H(S) - \sum_{i \in \text{KL}} \frac{|H(S_i)|}{|H(S)|} \cdot H(S_i)$$

$$H(S_{\text{Nang}}) = [1^+, 2^-] = -\frac{1}{4} \log_2 \frac{1}{4} - \frac{3}{4} \log_2 \frac{3}{4} = 0,8112$$

$$H(S_{\text{Nhe}}) = [2^+, 2^-] = 1$$

$$\Rightarrow H(S, \text{KL}) = 0,954 - 0,8112 \cdot \frac{4}{8} - 1 \cdot \frac{4}{8} = 0,0485$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{IG}(S, \text{Leaf}) = 0,609 \\ \text{IG}(S, \text{Dom}) = 0,1585 \\ \text{IG}(S, \text{KL}) = 0,0485 \end{array} \right\} \Rightarrow \text{Nütziger Leaf}$$

Câu 4.3.

Cho bảng dữ liệu huấn luyện dưới đây, trong đó các dòng A, B, C là thuộc tính, D là nhãn phân loại.

A	2	2	1	1	2	1
B	1	2	1	2	1	1
C	1	2	1	1	2	2
D	+	+	+	+	-	-

Nhận
1 2 3 4 5 6

a) Sử dụng thuật toán k láng giềng (với k = 3) tìm nhãn phân loại cho mẫu sau:

$$A = 2, B = 2, C = 1.$$

chỉ rõ kết quả của theo từng bước tính toán.

b) Tìm nút gốc của cây quyết định sử dụng thuật toán ID3 cho dữ liệu trên.

Chú ý: Trong trường hợp có các thuộc tính với cùng độ ưu tiên thì chọn thuộc tính theo thứ tự bảng chữ cái.

a) KNN, $k = 3$

$$A = 2, B = 2, C = 1 \rightarrow x = (2, 2, 1).$$

t) Khoảng cách $d(x_i, x_j)$

$$\begin{aligned} x_1 &= (2, 1, 1) \rightarrow d(x_1, x_2)^2 = (2-2)^2 + (1-1)^2 + (1-1)^2 = 0^2 + 1^2 + 0^2 = 1 \\ x_2 &= (2, 2, 1) \rightarrow d(x_1, x_2)^2 = 0 + 0 + 1^2 = 1 \\ x_3 &= (1, 1, 1) \rightarrow d(x_1, x_3)^2 = 1 + 1 + 0 = 2 \\ x_4 &= (1, 2, 1) \rightarrow d(x_1, x_4)^2 = 1 + 0 + 0 = 1 \\ x_5 &= (2, 1, 2) \rightarrow d(x_1, x_5)^2 = 0 + 1 + 1 = 2 \\ x_6 &= (1, 1, 2) \rightarrow d(x_1, x_6)^2 = 1 + 1 + 1 = 3. \end{aligned}$$

$$k = 3 \Rightarrow \text{Chọn } 3 \text{ mẫu có distance} \rightarrow (x_1, x_2, x_4) = (+, +, +)$$

\rightarrow Nhãn của phân loại là (+).

b) ID3:

$$IG(S, Attr) = H(S) - \sum_{i \in Attr} \frac{|H(S_i)|}{|H(S)|} \cdot H(S_i).$$

$$\rightarrow H(S) = [4^1, 2^1] = -\frac{4}{6} \log_2 \frac{4}{6} - \frac{2}{6} \log_2 \frac{2}{6} = 0,9183.$$

c) $IG(S, A)$:

$$\begin{aligned} H(S, 1) &= [2^1, 1^1] = -\frac{2}{3} \log_2 \frac{2}{3} - \frac{1}{3} \log_2 \frac{1}{3} = 0,9183. \end{aligned}$$

$$H(S, 2) = [2^1, 1^1] \rightarrow 0,9183.$$

$$\rightarrow \text{IG}(S, A) = 0,9183 - 0,9183 \cdot \frac{3}{6} - 0,9183 \cdot \frac{3}{6} \Rightarrow 0$$

$$\star \text{IG}(S, B)$$

$$\star H(S, 1) = [2^+, 2^-] = 1$$

$$\star H(S, 2) = [2^+, 6^-] = 0$$

$$\Rightarrow \text{IG}(S, B) = 0,9183 - 1 \cdot \frac{4}{6} - 0 \cdot \frac{2}{6} = 0,2716$$

$$\star \text{IG}(S, C)$$

$$\star H(S, 1) = (3^+, 0^-) = 1$$

$$\star H(S, 2) = (1^+, 2^-) = 0,9183$$

$$\rightarrow \text{IG}(S, C) = 0,9183 - 0,9183 \cdot \frac{3}{6} \Rightarrow 0,459$$

$$\begin{cases} \text{IG}(S, A) = 0 \\ \text{IG}(S, B) = 0,2716 \\ \text{IG}(S, C) = 0,459 \end{cases} \Rightarrow \text{Nur günstig } C.$$

Học phần: Nhập môn trí tuệ nhân tạo
Mã học phần: INT1341
Thời gian thi: 90 phút

Trình độ đào tạo: **Đại học**
Hình thức đào tạo: **Chính quy**

Đề số: 02

Câu 1 (2 điểm): Cho hai câu sau dưới dạng logic vị từ bậc một. Mỗi biến có thể nhận các giá trị nguyên. Ví từ “ \leq ” có nghĩa “nhỏ hơn hoặc bằng”.

$$\forall x \exists y x \leq y$$

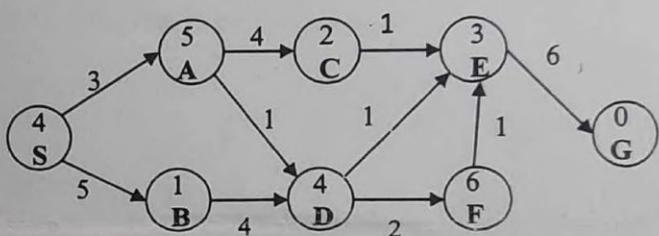
$$\exists y \forall x x \leq y$$

a) Dịch các câu trên sang tiếng Việt

b) Hãy sử dụng phép giải và phản chứng để chứng minh câu thứ nhất có thể (hoặc không thể) suy ra từ câu thứ hai.

Câu 2 (2 điểm): Cho đồ thị như trên hình vẽ, S là nút xuất phát, G là nút đích. Các số nằm cạnh cung là giá thành đường đi, số nằm trong vòng tròn là giá trị hàm heuristic.

a) Hãy sử dụng thuật toán A* sâu dần (IDA*) với $\alpha = 8$ là giá trị được thêm vào ngưỡng sau mỗi vòng lặp để tìm đường đi từ nút xuất phát tới đích. Thể hiện các giá trị: nút được mở rộng, danh sách nút chờ và giá trị hàm f tại mỗi bước. Xác định đường đi do IDA* tìm được



b) Đường đi tìm được ở câu a có phải là đường đi tối ưu hay không? Hãy giải thích tại sao có trường hợp IDA* không tìm được đường đi tối ưu.

Câu 3 (3 điểm): Cho ba triệu chứng sau: sốt (ký hiệu bằng biến ngẫu nhiên S), ho (ký hiệu H) và đau đầu (ký hiệu D) có thể có cùng một nguyên nhân là do một loại bệnh (ký hiệu B) gây ra. Xác suất ho khi bị bệnh và không bị bệnh lần lượt là 0.8 và 0.1; xác suất sốt khi bị bệnh và không bị bệnh là 0.9 và 0.05; xác suất đau đầu khi bị bệnh và không bị bệnh là 0.8 và 0.25. Số lượng bệnh nhân bị bệnh này chiếm 10% dân số.

a) Vẽ mạng Bayes và bảng xác suất điều kiện cho ví dụ này.

b) Một bệnh nhân nhập viện với biểu hiện ho. Hãy cho biết người này có bị bệnh B không.

$$P(B|H),$$

$$P(H|B) = 0,8, \quad P(H|\neg B) = 0,1 \\ P(S|B) = 0,9, \quad P(S|\neg B) = 0,05$$

Câu 4 (3 điểm): Cho dữ liệu huấn luyện như trong bảng. Màu, Loại, Hạng là các thuộc tính, f là nhãn phân loại.

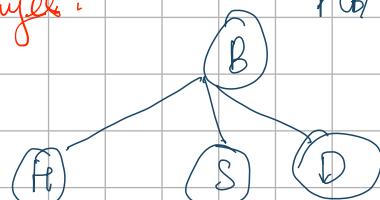
$$P(D|B) = 0,8, \quad P(D|\neg B) = 0,25$$

Xây dựng cây quyết định sử dụng thuật toán ID3. Trong trường hợp có nhiều thuộc tính có cùng mức độ ưu tiên thì chọn theo thứ tự từ trái sang phải (Màu, Loại, Hạng).

Câu 3:

$$\begin{aligned} - P(H|B) &= 0,8 \\ - P(H|\neg B) &= 0,1 \\ - P(S|B) &= 0,9 \\ - P(S|\neg B) &= 0,05 \\ - P(D|B) &= 0,8 \\ - P(D|\neg B) &= 0,25 \end{aligned}$$

Q: Mạng Bayes.



$$P(B) = 0,1$$

$$\text{b) } P(B|H), \quad = \frac{P(H|B) \cdot P(B)}{P(H)} \rightarrow \frac{0,8 \cdot 0,1}{P(H)} \geq \frac{0,08}{P(H)}$$

Ta có: $P(B|H) + P(\neg B|H) = 1$

$P(H) \neq 0 \Rightarrow P(H|B) \cdot P(B) + P(H|\neg B) \cdot P(\neg B) = 1$

 $\Rightarrow P(H) \geq P(H|B) \cdot P(B) + P(H|\neg B) \cdot P(\neg B)$
 $\Rightarrow P(H) \geq 0,8 \cdot 0,1 + 0,1 \cdot 0,9$
 $\Rightarrow P(H) \geq 0,17$
 $\Rightarrow P(B|H) \geq \frac{0,08}{0,17} \approx 0,47$

Đây xác suất hằng là 47%

Câu 4 (3 điểm): Cho dữ liệu huấn luyện như trong bảng. Màu, Loại, Hạng là các thuộc tính, f là nhãn phân loại.

Xây dựng cây quyết định sử dụng thuật toán ID3. Trong trường hợp có nhiều thuộc tính có cùng mức độ ưu tiên thì chọn theo thứ tự từ trái sang phải (Màu, Loại, Hạng).

Màu	Loại	Hạng	f
Trắng	7 chỗ	Toyota	-
Đen	7 chỗ	Honda	+
Trắng	5 chỗ	Honda	-
Đen	5 chỗ	Toyota	○
Đỏ	7 chỗ	Honda	○
Đỏ	5 chỗ	Honda	-
Trắng	5 chỗ	Toyota	○

Câu 4:

ID3:

$$IG(S, A) = H(S) - \sum_{i \in H(A)} \frac{H(S_i)}{|H(S)|} \cdot H(S_i)$$

$$\therefore H(S) = [4^+, 3^-] = -\frac{4}{7} \log_2 \frac{4}{7} - \frac{3}{7} \log_2 \frac{3}{7} \approx 0,9852$$

* $IG(S, Mau)$

$$-IG(S, Trắng) = [1^+, 2^-] = -\frac{1}{3} \log_2 \frac{1}{3} - \frac{2}{3} \log_2 \frac{2}{3} = 0,9183$$

$$-H(S, Đen) = [2^+, 0^-] = 0$$

$$-H(S, Đỏ) = [1^+, 1^-] = 1$$

$$\rightarrow IG(S, Mau) = 0,9852 - \frac{3}{7} \cdot 0,9183 - \frac{2}{7} \cdot 1 = 0,3059$$

Màu	Loại	Hãng	f
Trắng	7 chỗ	Toyota	-
Đen	7 chỗ	Honda	+
Trắng	5 chỗ	Honda	-
Đen	5 chỗ	Toyota	+
Đỏ	7 chỗ	Honda	+
Đỏ	5 chỗ	Honda	-
Trắng	5 chỗ	Toyota	+

⇒ IG(S, Loại)

$$H(S, 5) = [2^+, 2^-] \approx 1$$

$$H(S, 7) = [2^+, 1^-] \approx 0,9183$$

$$IG(S, \text{Loại}) = 0,9852 - \frac{4}{7} \cdot 1 - \frac{3}{7} \cdot 0,9183 \\ \Rightarrow 0,0202$$

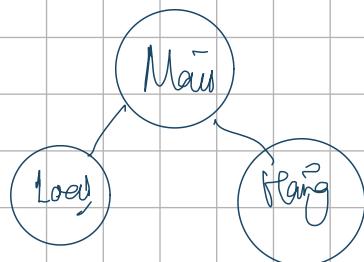
⇒ IG(S, Hàng)

$$H(S, \text{Toyota}) = [2^+, 1^-] \approx 0,9183$$

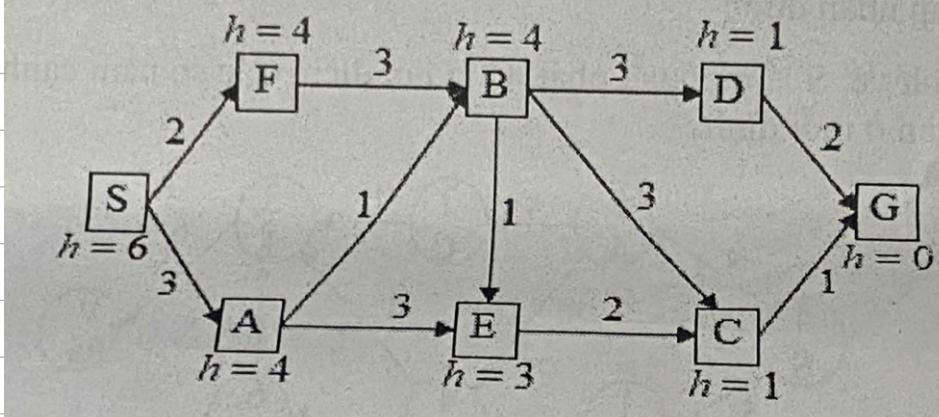
$$H(S, \text{Honda}) = [2^+, 2^-] \approx 1$$

$$\Rightarrow IG(S, \text{Hàng}) = 0,9852 - \frac{3}{7} \cdot 0,9183 - \frac{4}{7} \approx 0,0202$$

⇒ Mức gốc là mức Màu.



④ Tìm đường đi
 $f = g + h$.
 → tìm bùn heuristic
 chọn nút có f nhỏ.



a) BFS.

8TT

0

1

2

3

4

5

6

7

8

Trạng thái duyệt

Tổng bước

8

S
 A_S
 F_S
 B_A
 E_A
 C_B
 D_B
 G_C

A_S , F_S
 P_S , B_A , E_A , D_A
 B_A , E_A
 E_A , C_B , D_B
 C_B , D_B
 D_B , G_C
 G_C
 Dịch

⇒ Đường đi: $S - A - B - C - G$
 Độ sâu: $c=4$.

b) DFS.

8TT

0

1

2

3

4

5

Statement

Stack

S

S
 A_S
 B_A
 C_B
 G_C

A_S , F_S
 B_A , E_A , F_S
 C_B , D_B , E_A , F_S
 G_C , D_B , E_A , F_S
 Dịch

Đường đi: $S - A - B - C - G$.
 Độ sâu: $c=4$.

G Them han

STT	Statement
0	
1	S
2	A _S
3	E _A
4	C _E
5	G _C

⇒ Diving dir:
Chi phu';

Stack
S(6)
A_S(4), E_A(4)
F_S(4), B_A(4), E_A(2)
F_S(4), B_A(4), C_E(1)
F_S(4), B_A(4), G_C(0).
Dich.

$$S - A - E - C - G$$

$$3 + 3 + 2 + 1 = 9.$$

d) UGS.

STT	Statement
0	
1	S
2	F _S
3	A _S
4	B _A
5	E _B
6	C _B
7	D _B
8	G _C

⇒ Diving dir:
D_S scđ; d₂ 4
Chi phu' = 8 -

Stack
S(0)
A_S(8), F_S(2)
A_S(3), B_F(5)
B_A(4), E_A(6)
B_B(5), C_B(7), D_B(7)
(G_B(7), D_B(7),
D_B(7), G_C(8))
G_C(8)
Dich.

$$S - A - B - C - G$$

e)

A*

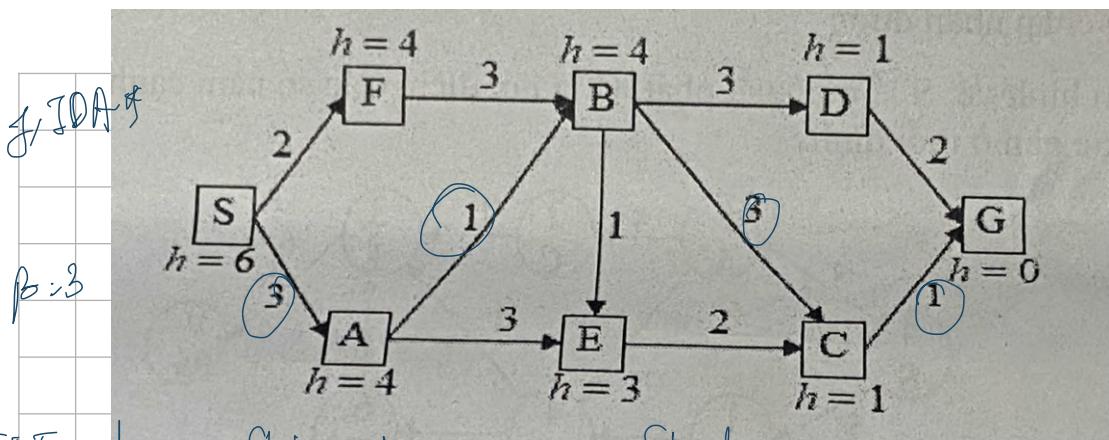
STT	Statement
0	
1	S
2	F _S
3	A _S
4	B _A
5	E _B
6	C _B
7	D _B
8	G _C

Stack
S(6)
A_S(7), F_S(5)
A_S(7), B_F(9)
B_A(8), E_A(9)
E_B(8), C_B(8), D_B(8)
C_B(8), D_B(8)
D_B(8), G_C(8)
G_C(8)
Dich

⇒ Diving dir, S - A - B - C - G
Chi phu' = 8.

f1 IDS - (Sau đâm)

STT	Statement	Stack
C ₁ 0	S	S
1		X
C ₁ 1	S	S
0		A _S , F _S
1		F _S
2		X
3		
C ₁ 2	S	S
0		A _S , F _S
1		B _A , E _A , F _S
2		E _A , F _S
3		F _S
4		X
5		
C ₂ 3	S	S
0		A _S , F _S
1		B _A , E _A , F _S
2		C _B , D _B , E _A , F _S
3		D _B , E _A , F _S
4		E _A , F _S
5		F _S
6		X
7		
C ₂ 4	S	S
0		A _S , F _S
1		B _A , E _A , F _S
2		C _B , D _B , E _A , F _S
3		G _C , H _C
4		
5		
	⇒ fog di l PB sau, C = e.	S - A - B - C - G



$F \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow G$

SIT

I=0

E=6 0

1 S

F_S

0 2 S

A_S

1 3 B_A

C_B

2 4 D_B

E_B

3 5 G_C

F_G

Stack

$S(6)$

$F_S(6)$

\emptyset

$S(6)$

$A_S(7), F_S(6)$

$B_A(8), E_A(8), F_S(6)$

$C_B(8), D_B(8), E_B(8)$

$G_C(8), D_B(8), E_C(8)$

\emptyset

\emptyset

\Rightarrow Being di, $S - A - B - C - G$: chieu' = P.

g) Ham heuristic

< Theo thuc, taoh h^* .

+) $S \rightarrow G$: $S - A - B - C - G$

$$h(S) = 6 \leq h^*(S) = 8 \rightarrow \text{fim}$$

+) $A \rightarrow G$ s $A - b - C - G$

$$h(A) = 4 \leq h^*(A) = 5 \rightarrow \text{fim}$$

+) $B \rightarrow G$: $B - C - G$

$$h(B) = 4 \leq h^*(B) = 4 \rightarrow \text{fim}$$

+) $C \rightarrow G$: $h(C) = 1 \leq h^*(C) = 1 \rightarrow \text{fim}$

+) $F \rightarrow G$, $F \rightarrow B - C - G$

$$h(F) = 4 \leq h^*(F) = 7 \rightarrow \text{fim}$$

+) $E \rightarrow G$, $E - C - G$

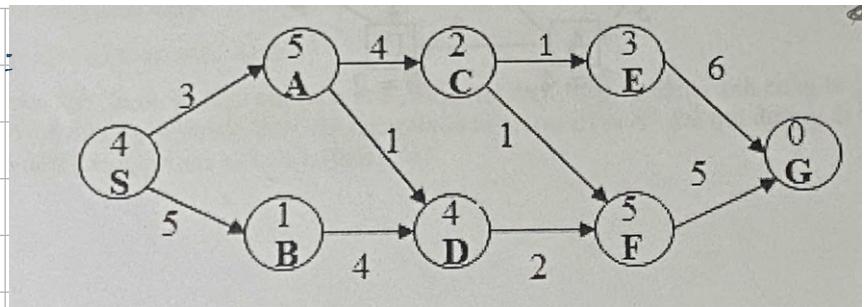
$$h(E) = 3 \leq h^*(E) = 3 \rightarrow \text{fim}$$

\Rightarrow fham heuristic hap khi doan

(*) Tính cách thuật toán:

Tìm kiếm mì:

BFS
DFS
UCS
IDS



Tìm kiếm cây phai:

tham lam
A*
IDA*

a) BFS

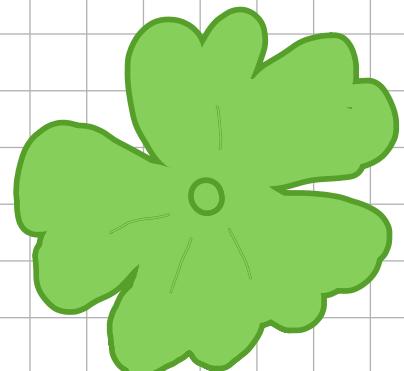
STT	Statement	Stack
0	S	S
1	A _S	A _S , B _S
2	B _S	B _S , C _A , D _A
3	C _A	C _A , D _A
4	D _A	D _A , E _C , F _C
5	E _C	E _C , F _C , G _C
8	F _C	F _C , G _C
9	G _C	G _C
10	C _B	Ditch

→ Duyệt đc: S - A - C - E - G
 Duyệt đc, d=4.

b) DFS

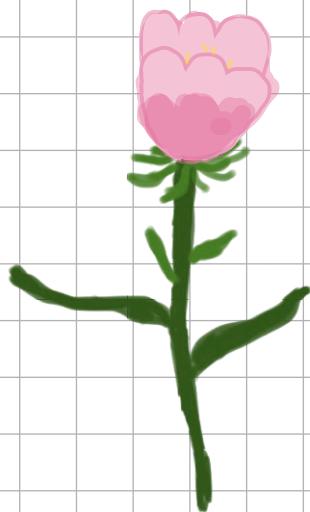
STT	Statement	Stack
0	S	S
1	A _S	A _S , B _S
2	C _A	C _A , D _A , B _S
3	E _C	E _C , F _C , D _A , B _S
4	F _C	F _C , D _A
5	G _C	Ditch

→ Duyệt đc: S - A - C - E - G
 Duyệt đc: d=4



G IDS ← DFS,lop

	Statement	Stack
C ₀ 0	0	S
C ₀ 1	1 S	∅
C ₁ 0	0 S	A _S , B _S
C ₁ 1	1 A _S	B _S
C ₁ 2	2 A _S	∅
C ₁ 3	3 B _S	S
C ₂ 0	0 S	A _S , B _S
C ₂ 1	1 A _S , A _S	C _A , D _A , B _S
C ₂ 2	2 C _A	D _A , B _S
C ₂ 3	3 D _A	B _S
C ₂ 4	4 B _S	∅
C ₃ 0	0 S	S
C ₃ 1	1 A _S	A _S , B _S
C ₃ 2	2 A _S	C _A , D _A , B _S
C ₃ 3	3 C _A	F _C , F _C , D _A , B _S
C ₃ 4	4 F _C	F _C , D _A , B _S
C ₃ 5	5 F _C	D _A , B _S
C ₃ 6	6 D _A	B _S
C ₃ 7	7 B _S	∅
C ₄ 0	0 S	S
C ₄ 1	1 A _S	A _S , B _S
C ₄ 2	2 A _S	C _A , D _A , B _S
C ₄ 3	3 C _A	F _C , F _C , D _A , B _S
C ₄ 4	4 F _C	G _E , F _C , D _A , B _S
C ₄ 5	5 G _E	Dich



→ đường đi:
Đo, sau,

S - A - C - E - G
A

Lập, data less với độ dài
và độ dài của LIFO \rightarrow BFS

* UCS: Chi phí thấp nhất,

STT	Statement	Stack
0	S	S (0)
1	A _S	A _S (3), B _S (5)
2	B _S	B _S (5), C _A (7), D _A (4)
3	D _A	B _S (5), C _A (7), F _D (6)
4	B _S	C _A (7), F _D (6)
5	F _D	G _F (11)
6	C _A	G _F (11)
7	G _F	Đã kh.

Đường đi: S - A - D - F - G

Độ dài = 4

Chi phí \rightarrow 11

* Tham lam. \rightarrow day truc h_h C_h min \rightarrow @ DFS

STT	Statement	Stack
0	S	S (0)
1	A _S	A _S (5), B _S (1)
2	B _S	A _S (5), D _B (4)
3	D _B	A _S (5), F _S (5)
4	A _S	F _S (5), C _A (2)
5	C _A	E _C (3), F _S (5)
6	E _C	G _F (6), F _S (5)
7	G _F	Đã kh.

\Rightarrow Đường đi: S - A - C - E - G

Chi phí: $3 + 1 + 6 = 10$.

* A* \rightarrow data less với độ dài, day cudi, day min \rightarrow m_i \Rightarrow copy nhau

STT	Statement	Stack
0	S	S (0)
1	B _S	A _S (8), B _S (6)
2	A _S	A _S (8), D _A (18)
3	D _A	D _A (8), C _A (9)
4	C _A	C _A (9), F _D (14)
5	F _D	F _D (14), E _C (15)
6	E _C	E _C (15), G _F (11)
7	G _F	Đã kh.

8

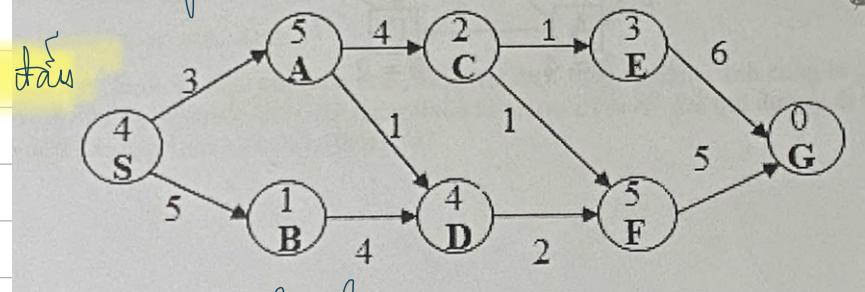
 G_F

dich

 $S - A - D - F - G$

Chi phi = 11

* ID A* → them trai, chay
 $\beta = 8$,



SST

I₁ 0I₂ 8

0

1

2

3

I₂ 18

0

1

2

3

4

5

Statement

Stack,

S

A_SB_S

S(A)

A_S(8), B_S(6)B_S(6)

∅

S

A_SC_AE_CG_E

S(C)

A_S(8), B_S(6)C_A(9), D_A(8), E_B(6)E_C(11), F_C(12), D_A(8) B_B(6)G_E(14), F_C(13), D_A(8) B_B(6)

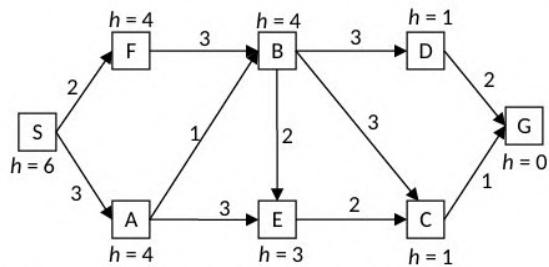
dich.

\Rightarrow S - A - C - E - G.
 Chi phi = 14

Đề số: 2

Câu 1: (2 điểm)

Tìm đường đi từ S tới G trên đồ thị sau bằng cách sử dụng:



- a) Tìm kiếm theo thuật toán tham lam.
 b) Tìm kiếm sâu dần IDS.

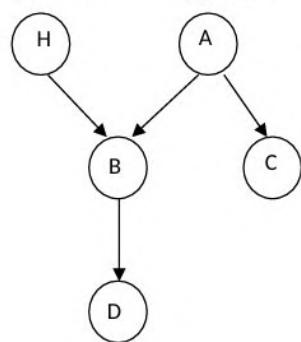
(Với các nút tương đương chọn theo thứ tự chữ cái)

Câu 2 (2 điểm)

- Tất cả những người đi học biết đọc. $\forall x (DiHoc(x) \Rightarrow Doc(x))$
 - Trẻ em không biết làm thơ. $\forall x (TreEm(x) \Rightarrow \neg LamTho(x))$
 - Một số trẻ em thông minh. $\exists x (TreEm(x) \wedge ThongMinh(x))$
- a) Viết các câu trên dưới dạng câu tuyên (clause form)
 b) Viết câu truy vấn sau “Có một số người thông minh không biết làm thơ” dưới dạng lôgic vị từ sử dụng các vị từ đã cho ở trên và chứng minh câu truy vấn là đúng sử dụng suy diễn tiên.

Câu 3 (3 điểm)

$$P(H) = 0.4 \quad P(A) = 0.5$$



H	A	$P(B=T A, H)$
F	F	0.7
F	T	0.25
T	F	0.3
T	T	0.5

- a) Tính xác suất cả năm biến cùng nhận giá trị T.
 b) Tính $P(H=T|B)$
 c) Theo mạng đã cho, A và C có độc lập xác suất với nhau không?

Câu 4 (3 điểm)

Cho dữ liệu huấn luyện như trong bảng bên (f là nhãn phân loại).

- a) Hãy xác định nút gốc của cây quyết định sử dụng thuật toán ID3.

Trong trường hợp nhiều thuộc tính có cùng độ ưu tiên thì chọn theo thứ tự từ trái sang phải (Màu, Hình, Cỡ).

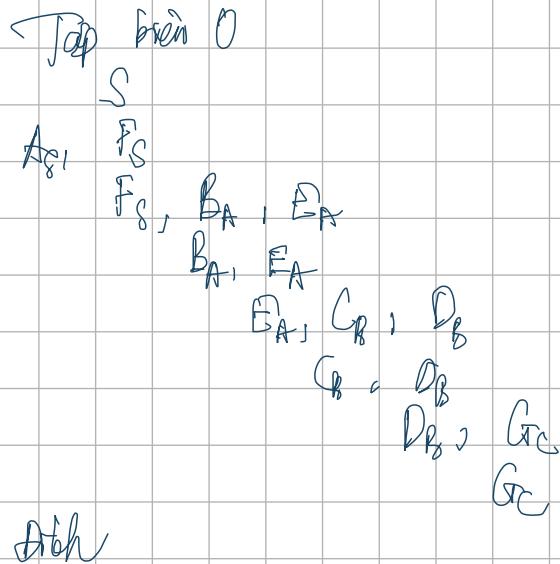
- b) Giả sử không biết nhãn của mẫu cuối cùng <Màu=xanh, Hình=vuông, Cỡ=bé>, hãy tìm nhãn của mẫu này bằng phương pháp Bayes đơn giản (chỉ rõ các xác suất điều kiện thành phần).

ST T	Màu	Hình	CỠ	f
1	đỏ	vuông	to	+
2	xanh	vuông	to	+
3	đỏ	tròn	bé	-
4	vàng	vuông	bé	-
5	đỏ	tròn	to	+
6	vàng	vuông	to	-
7	xanh	vuông	bé	-
8	xanh	tròn	bé	+

Câu 1:

a) BFS:

SST	Tình thái duyệt
0	S
1	A_S
2	F_S
3	B_A
4	E_A
5	G_B
6	D_B
7	G_C
8	



Đường đi:
đo sâu
Chu trình,

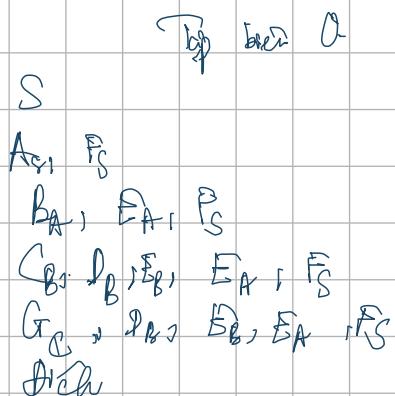
$$G \leftarrow C \leftarrow B \leftarrow A \leftarrow S$$

$$C_2 4$$

$$8 + 2 + 3 + 1 = 8.$$

b) DFS

SST	Tình thái duyệt
0	S
1	A_S
2	B_A
3	C_B
4	G_C
5	



⇒ Đường đi: $S - A - B - C - G$
đo sâu, độ sâu
Chu trình, $3 + 1 + 3 + 1 = 8$.

IDS

	ST	Trong thời điểm 0
c=0	0	S
	1	\emptyset
c=1	0	S
	1	A_S, F_S
	2	F_S
	3	\emptyset
c=2	0	S
	1	A_S, P_S
	2	B_A, E_A, F_S
	3	E_A, F_S
	4	F_S
	5	\emptyset
c=3	0	S
	1	A_S, F_S
	2	B_A, E_A, F_S
	3	C_B, D_B, E_B, E_A, F_S
	4	D_B, E_B, E_A, F_S
	5	E_A, F_S
	6	F_S
	7	\emptyset
	8	\emptyset
c=4	0	S
	1	A_S, F_S
	2	B_A, E_B, F_S
	3	C_B, D_B, E_B, E_A, F_S
	4	G_C, D_B, E_B, E_A, F_S
	5	Dich
	6	\rightarrow Thông tin: S - A - B - C - G
		$d = 4$
		$c = 8$

* UCS

SST Trang thái drygt

0	
1	S
2	F _S
3	A _S
4	b _A
5	E _A
6	C _B
7	D _B
8	G _C

Top biến O
S

- A_S(3), F_S(2)
- A_S(3), B_F(5)
- B_A(4), E_A(6)
- E_A(6), C_B(7), D_B(7)
- C_B(7), D_B(7)
- D_B(7), G_C(8)
- G_C(8)
- Dinh.

Đoạn đi: S - A - B - C - G
Chi phí = 8

* Tham lam

SST	TT drygt
0	
1	S
2	A _S
3	E _A
4	C _B
5	G _C

Top biến O
S (6)

- A_S(1), F_S(1)
- b_A(4), E_A(8), F_S(4)
- C_B(1), B_F(4), F_S(1)
- G_C(5), B_A(4), F_S(9)
- Dinh.

Đoạn đi: S - A - E - C - G
Chi phí: 3 + 3 + 2 + 1 = 9.

* A*

SST	Trang thái drygt
0	
1	S
2	F _S
3	A _S
4	b _A
5	C _B
6	D _B
7	G _C

Top biến O

- S(6)
- A_S(7), F_S(6)
- A_S(7), B_F(10)
- b_A(8), E_A(8)
- E_A(9), C_B(8), D_B(8)
- E_A(9), D_B(8), G_C(8)
- E_A(9), G_C(8)
- Dinh

Đoạn đi: S - A - B - C - G

Chi phí: 3 + 1 + 3 + 1 = 8.

* IDA * $\beta = 3$

BT

I = 0

I = 3

I = 6

0

1

2

I = 9

0

1

2

3

4

5

PT duy nhất

S
 F_S

Top bài A

$d(a)$

$F_S(6)$

\emptyset

$S(G)$

$A_S(7), F_S(6)$

$B_A(8), E_A(9), F_S(6)$

$C_B(8), D_B(8), E_B(9), F_S(6)$

$G_C(8), D_B(8), E_A(9), F_S(6)$

\emptyset

điều kiện: $S - A - B - C - G$.
chi phí: \emptyset .

Câu 2:

(1) $\forall x (\text{Dihoc}(x) \Rightarrow \text{Doc}(x))$

(2) $\forall x (\text{Treem}(x) \Rightarrow \neg \text{LamTho}(x))$

(3) $\exists x (\text{TreEm}(x) \wedge \text{ThongNgh}(x))$

a) CNF:

(1). $\forall x (\text{Dihoc}(x) \Rightarrow \text{Doc}(x))$

$\equiv \neg \text{Dihoc}(x) \vee \text{Doc}(x) \equiv \neg \text{Dihoc}(y) \vee \text{Doc}(y)$.

(2) $\forall x (\text{Treem}(x) \Rightarrow \neg \text{LamTho}(x))$

$\equiv \neg \text{Treem}(x) \vee \neg \text{LamTho}(x) \equiv \neg \text{TreEm}(y) \vee \neg \text{LamTho}(y)$

(3) $\text{TreEm}(C)$

(4) $\text{ThongNgh}(C)$

b) Cố gắng tìm ra bộ HT làm th.?

Q: $\exists x (\text{ThongNgh}(x) \wedge \neg \text{LamTho}(x))$

* Suy điều kiện:

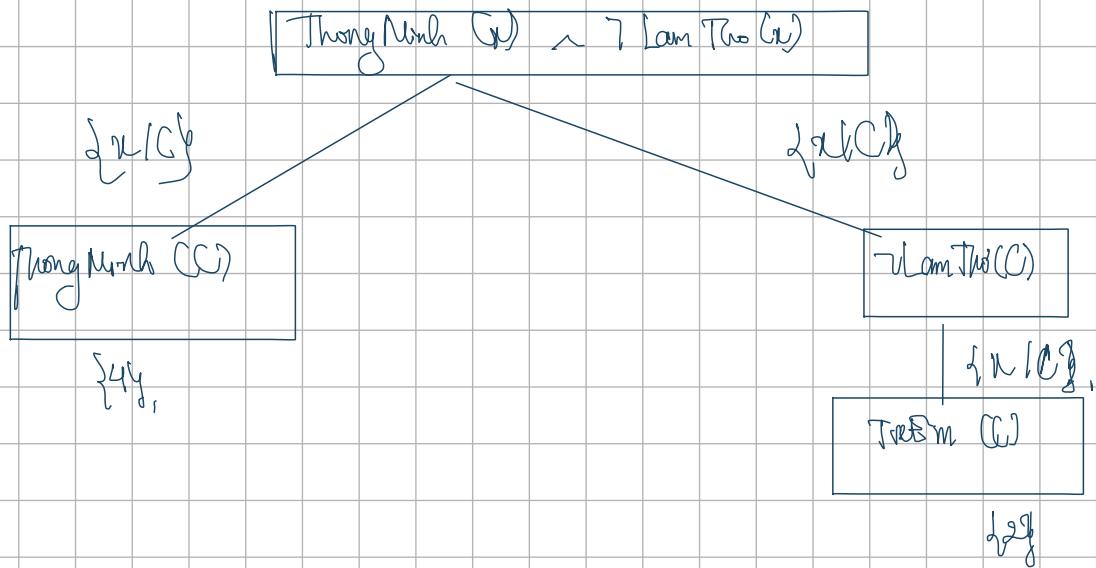
- Lösung für 3(3): $\exists x(C) \wedge \text{TreEm}(C) \wedge \text{ThongNgh}(C)$ (4)

- Lösung für 4(4): $\text{TreEm}(C) \wedge \text{ThongNgh}(C)$.

- GMP (2), (5): $\exists x(C) \wedge \neg \text{LamTho}(C)$ (7)

- Nhập dữ liệu cho (6), (7); Thông Minh (C) $\sim \neg$ Lam Thủ (C) (8)
 - Nhập dữ liệu cho (8) $\{x(C)\}$; $\exists x$ (Thông Minh (x)) $\sim \neg$ Lam Thủ (x) (2)
- $\models Q \rightarrow \text{open}$

⑧ Suy luận lùi:



⑨ Giải quyết:

$$(1) \quad \neg \forall x P(x) \vee \exists x Q(x)$$

$$(2) \quad \neg \forall x P(x) \quad \neg \exists x Q(x)$$

$$(3) \quad \neg \forall x P(x) \quad \neg \forall x Q(x)$$

$$(4) \quad \exists x P(x) \quad \exists x Q(x)$$

$$\text{Ges. } (2), (4) : \neg \exists x Q(x) \quad (5)$$

Nhập dữ liệu (3), (5). Thông Minh (C) $\sim \neg$ Lam Thủ (C). (6).

Nhập dữ liệu $\exists x P(x)$ $\exists x$ (Thông Minh (x)) $\sim \neg$ Lam Thủ (x) (7) - open.

⑩ Phép giải với biến chung

$$Q \Rightarrow \exists x (Thông Minh (x) \sim \neg \text{Lam Thủ} (x)).$$

$$\neg Q \Rightarrow \forall x (\neg \exists x (Thông Minh (x) \sim \neg \text{Lam Thủ} (x))).$$

$$\Rightarrow \neg \exists x (Thông Minh (x) \sim \neg \text{Lam Thủ} (x)) \quad (5).$$

$$\text{Phép giải } (2), (5); \neg \exists x Q(x) \quad (6).$$

$$\underline{\quad (1), (5), (6) \quad} ; \quad \text{False} \rightarrow \text{open}.$$

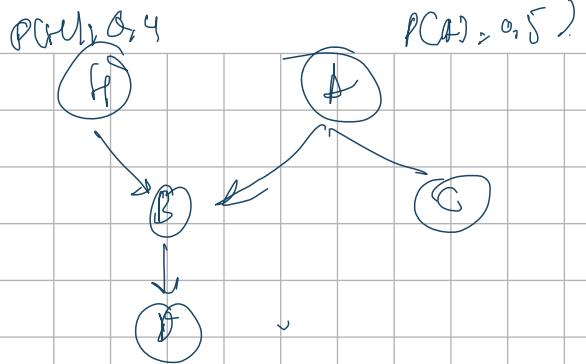
Ques 3:

$$P(B | \neg A, \neg H) = 0.2$$

$$P(B | A, \neg H) = 0.25$$

$$P(H | \neg A, \neg H) = 0.3$$

$$P(B | A, H) = 0.5$$



$$\text{a, } P(\neg D, \neg B, \neg C, \neg A, \neg H)$$

$$= P(\neg D | \neg B, \neg C, \neg A, \neg H) = P(\neg B | \neg C, \neg A, \neg H) \cdot P(\neg C | \neg A, \neg H) \cdot P(\neg A | \neg H) \cdot P(\neg H)$$

$$= P(\neg D | \neg B) \cdot P(\neg B | \neg A, \neg H) \cdot P(\neg C | \neg A) \cdot P(\neg A) \cdot P(\neg H)$$

\Rightarrow Thus due to $P(\neg D | \neg B) \rightarrow$ $\neg B$ is \times and $P(D) \rightarrow$ C .

$$\text{b)} P(H | B) = \frac{P(B | H) \cdot P(H)}{P(B)}$$

$$\Rightarrow P(B | H) = \frac{P(B, H, A) + P(B, H, \neg A)}{P(H)}$$

$$= \frac{P(B | A, H) \cdot P(A) \cdot P(H) + P(B | \neg A, H) \cdot P(\neg A) \cdot P(H)}{P(H)}$$

$$= P(B | A, H) \cdot P(A) + P(B | \neg A, H) \cdot P(\neg A)$$

$$= 0.5 \cdot 0.5 + 0.3 \cdot 0.5 = 0.4$$

$$\text{to sol: } P(H | B) + P(\neg H | B) = 1$$

$$\frac{P(B | H) \cdot P(H) + P(B | \neg H) \cdot P(\neg H)}{P(B)} = 1$$

$$\Rightarrow P(B) = P(B | H) \cdot P(H) + P(B | \neg H) \cdot P(\neg H)$$

$$\Rightarrow P(B | \neg H) = \frac{P(B, \neg H, \neg A) + P(B, \neg H, A)}{P(\neg H)}$$

$$= P(B | \neg A, \neg H) \cdot P(\neg A) + P(B | A, \neg H) \cdot P(A)$$

$$= 0.2 \cdot 0.5 + 0.25 \cdot 0.5 =$$

$$= 0.35 + 0.125 = 0.475$$

$$\Rightarrow P(B) = 0.4, 0.4 + 0.475 \cdot 0.6 = 0.445$$

$$\Rightarrow P(H(B)) \Rightarrow \frac{0,4 \times 0,4}{0,445} \Rightarrow 0,82.$$

c) Mảng số cho A và C là số lẻ xs với nhau và C phai sô so A

Bài 4.

a) TDS:

$$IG(S, A) = H(S) - \sum_{\text{values}} \frac{H(S_i)}{|H(S_i)|}$$

ST T	Màu	Hình	Cỡ	f
1	đỏ	vuông	to	+
2	xanh	vuông	to	+
3	đỏ	tròn	bé	-
4	vàng	vuông	bé	-
5	đỏ	tròn	to	+
6	vàng	vuông	to	-
7	xanh	vuông	bé	-
8	xanh	tròn	bé	+

$$H(S) = [4^+, 4^-] = 1$$

⇒ IG(S, màu) = {đỏ, xanh, vàng}.

$$H(S, \text{đỏ}) = [2^+, 1^-] = -\frac{2}{3} \log_2 \frac{2}{3} - \frac{1}{3} \log_2 \frac{1}{3}.$$

$$H(S, \text{xanh}) = [2^-, 1^-] = 0,9183$$

$$H(S, \text{vàng}) = [2^+, 0^-] = \frac{2}{3} \log_2 \frac{2}{3} = 0,$$

$$\Rightarrow IG(S, \text{màu}) = 1 - 0,9183 \cdot \frac{3}{8} = 0,2183 \cdot \frac{3}{8} = 0,3112.$$

+ IG(S hình) → {vuông, tròn}.

$$S_{\text{màu}} = [2^+, 8^-]$$

$$H(S, \text{vuông}) = [2^+, 8^-] = -\frac{2}{8} \log_2 \frac{2}{8} - \frac{6}{8} \log_2 \frac{6}{8} = 0,91$$

$$H(S, \text{tròn}) = [2^-, 1^-] = -\frac{2}{3} \log_2 \frac{2}{3} - \frac{1}{3} \log_2 \frac{1}{3} = 0,9183.$$

$$\Rightarrow IG(S, \text{hình}) = 1 - 0,91 \cdot \frac{5}{8} = \frac{3}{8} \cdot 0,9183 = 0,087$$

$$+ IG(S, b^c) = [t_0, b^c].$$

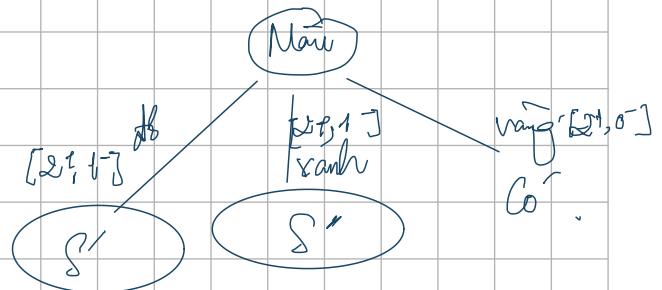
$$H(S, t_0) = [2^+, 1^-] \Rightarrow -\frac{3}{4} \log \frac{3}{4} - \frac{1}{4} \log \frac{1}{4} = 0,84$$

$$H(S, b^c) = [1^+, 3^-] \Rightarrow -\frac{3}{4} \log \frac{1}{4} - \frac{3}{4} \log \frac{3}{4} = 0,84$$

$$\Rightarrow IG(S, b^c) = 1 - 0,84 \times \frac{1}{2} \times 2 = 0,189.$$

$$\left. \begin{array}{l} IG(S, Mau) = 0,3112 \\ IG(S, Hinh) = 0,087 \\ IG(S, Co) = 0,189 \end{array} \right\}$$

\Rightarrow Dưới gốc là Mau.



$$+ IG(S', tanh),$$

values tanh: {vung, tanh}

$$\text{tanh } S' = [t_0]$$

$$\Rightarrow \text{tanh } S' = [1, 3, 5]$$

$$S_{\text{vung}} = [1^+, 0^-]$$

$$IG(S', \text{vung}) = 0$$

$$S_{\text{tanh}} = [1^-, 1^-]$$

$$H(S', \text{tanh}) = 1$$

$$H(S') = [2^+, 1^-] = -\frac{3}{4} \log \frac{3}{4} - \frac{1}{4} \log \frac{1}{3} = 0,9183,$$

$$\Rightarrow IG(S', \text{tanh}) = 0,9183 - 1 \times \frac{2}{3} = 0,08161$$

$$IG(S', Co) \text{ value: } \{t_0, b^c\};$$

$$S_{t_0} = [2^+, 0^-] \Rightarrow H(S', t_0) = 0$$

$$S_{b^c} = [0^+, 1^-] \Rightarrow H(S', b^c) = 0$$

$$\Rightarrow IG(S', Co) = 0,9183 -$$

$$* S'' \text{, xanh: } \Rightarrow H(S'') = [1^+, 1^-] = 0,9183.$$

$$+ IG(S'', \text{tanh}) + \{S''_{\text{tanh}} = [1^+, 0^-]\} = H(S'', \text{tanh}) = 0$$

$$\{S''_{\text{vung}} = [1^+, 1^-] \Rightarrow H(S'', \text{vung}) = 1$$

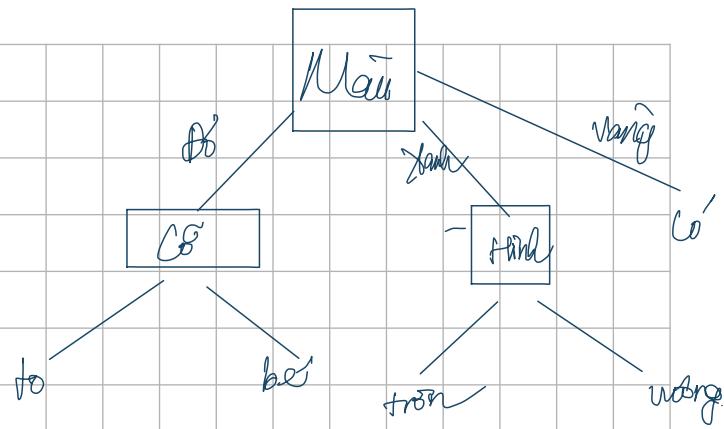
$$\Rightarrow IG(S'', \text{tanh}) = 0,9183 - \frac{2}{3} \cdot 1 = 0,2811.$$

$$+ IG(S'', Co) = \{S''_{t_0} = [1^+, 0^-]\} \Rightarrow H(S'', t_0) = 0$$

$$\{S''_{b^c} = [1^+, 1^-] \Rightarrow H(S'', b^c) = 1$$

$$\Rightarrow IG(S'', Co) = 0,9183 - \frac{2}{3} \cdot 1 = 0,2811.$$

⇒ Sắp xếp mang Bayes :



b) $P(\text{Máu} = \text{vong} | \text{CG}) = P(\text{Máu} = \text{vong} | \text{CG}^c) = 0.0125$.

$$y = \max_{C_j} P(\text{Máu} = \text{vong} | C_j) = P(\text{Máu} = \text{vong} | C_j) \cdot P(C_j) + P(\text{Máu} = \text{vong} | C_j^c) \cdot P(C_j^c)$$

$$P(C_j) = \frac{2}{4} \times \frac{2}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{4}{8} = \frac{1}{32} = 0.0125.$$

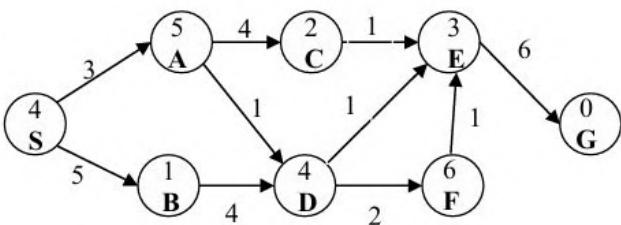
$$P(C_j^c) = \frac{2}{4} \times \frac{2}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{4}{8} = \frac{3}{32} = 0.09375.$$

Nhận ý mang dấu cùi,

Câu 1 (2 điểm)

Cho đồ thị như trên hình vẽ, S là nút xuất phát, G là nút đích. Các số nằm cạnh cung là giá thành đường đi, các số trong vòng tròn là giá trị hàm heuristic.

- Sử dụng thuật toán tìm kiếm theo chiều rộng (BFS) tìm đường đi từ S tới G.
- Sử dụng thuật toán A* sâu dần (IDA*) với bước nhảy $\alpha = 8$ tìm đường đi từ S tới G.



Chú ý: Trong trường hợp có nhiều nút cùng mức độ ưu tiên thì chọn nút mở rộng theo thứ tự bảng chữ cái.

Câu 2 (2 điểm)

Cho các mệnh đề sau dưới dạng ngôn ngữ tự nhiên và logic vị từ

- Tất cả những người đi học là người có văn hóa. $\forall x(Hoc(x) \Rightarrow VanHoa(x))$
- Trộm không có văn hóa. $\forall x(Trom(x) \Rightarrow \neg VanHoa(x))$
- Một số tên trộm thông minh. $\exists x(Trom(x) \wedge ThongMinh(x))$

- Viết các câu trên dưới dạng câu tuyên (clause form)
- Viết câu truy vấn sau “Có một số người thông minh không được đi học” dưới dạng logic vị từ sử dụng các vị từ đã cho ở trên và chứng minh câu truy vấn là đúng sử dụng suy diễn tiền.

Câu 3 (3 điểm)

Giả sử một loại virus (biểu diễn bằng biến ngẫu nhiên V) có thể gây ra ba hậu quả sau: mất file (biến F), máy chạy chậm (biến C), máy tự khởi động lại (biến R). Biết xác suất mất file khi không nhiễm và có nhiễm virus là 0.05 và 0.65; xác suất máy chạy chậm khi không nhiễm virus và có nhiễm là 0.2 và 0.6; xác suất máy tự khởi động khi không virus và có virus là 0.05 và 0.4. Quan sát cho thấy số máy nhiễm loại virus này là 25 trên 100 máy.

- Vẽ mạng Bayes và bảng xác suất điều kiện cho ví dụ này.
- Máy tính phòng thực hành chạy chậm. Tính xác suất máy đó nhiễm virus.
- Tính xác suất một máy tính nhiễm virus nếu máy tính đó vừa chạy chậm vừa mất file.

Câu 4 (3 điểm)

Cho dữ liệu huấn luyện như ở trong bảng, trong đó A1, A2, A3 là các thuộc tính, f là nhãn phân loại. Hãy xây dựng cây quyết định sử dụng thuật toán ID3.

Chú ý: Trong trường hợp có nhiều thuộc tính tốt tương đương thì chọn theo thứ tự lần lượt A1, A2, A3.

A1	A2	A3	f
0	0	1	+
0	0	2	+
0	0	3	+
0	0	4	+
0	1	1	-
0	1	2	-
0	1	3	-
1	0	4	-
1	1	1	+
1	1	2	+

Câu 1:

a) BFS.

bước	Trạng thái duyệt	Tập biến O.
0		S
1	S	A_S, B_S
2	A_S	B_S, C_A, D_A
3	C_A	C_A, D_A
4	C_A	D_A, E_C
5	D_A	E_C, F_D
6	E_C	F_D, G_E
7	F_D	G_E
8	G_E	D_G

→ Duyệt đt: $S - A - C - E - G$

Độ sâu: $d = 4$ Chi phí: $3 + 4 + 1 + 6 = 14$.

b) DFS.

bước	Trạng thái duyệt	Tập biến O.
0		S
1	S	A_S, B_S
2	A_S	C_A, D_A, B_S
3	C_A	E_C, D_A, B_S
4	E_C	G_C, D_A, B_S
5	G_C	Dich

→ Duyệt đt: $S - A - C - E - G$

Độ sâu: $c = 4$

Chi phí = 14.

c) USC.

STT	Trạng thái duyệt	Tập biến O.
0		$S(0)$
1	S	$A_S(3), B_S(5)$
2	A_S	$B_S(5), C_A(7), D_A(4)$
3	D_A	$B_S(5), C_A(7), E_D(5)$
4	B_S	$C_A(7), E_D(5)$
5	E_D	$C_A(7), G_E(11)$
6	C_A	$G_E(11)$
7	G_E	Dich

→ Duyệt đt: $S - A - D - E - G$

Độ sâu: 4, Chi phí: $c = 11$

dy IDS: sau đón!

Bản	T/T Duyệt	Topp bến O -	Bản	T/T Duyệt	Topp bến O -
c=0		S	c=3	O	S
0			1		
1	S	∅	2		AS
c=2		S	3		G
0			4		E _C
1	S	AS, B _S	5		D _A
2	AS	B _S	6		F _D
3	B _S	∅	7		B _S
c=2		S	c=4	O	S
0			1		AS, B _S
1	S	AS, B _S	2		G, D _A , B _S
2	AS	G _A , D _A , B _S	3		E _C , D _A , B _S
3	G	D _A , B _S	4		G, D _A , B _S
4	D _A	B _S	5		Dich
5	B _S	∅			⇒ Duyệt S - A - C - E - G C = 4. Chi phí: C = 16

ely Thanh Lanh

Bản	Topp bến duyệt	Topp bến O -
0		S (4)
1	S	AS (5), B _S (1)
2	B _S	D _B (4), AS (5)
3	D _B	E _D (8), F _D (6), AS (5)
4	E _D	G _E (0), F _D (6), AS (5)
5	G _E	Dich

⇒ Duyệt chi: S - B - D - E - G.
Chi phí: 5 + 4 + 4 + 6 = 19.

gi	A*	Topp bến duyệt	Topp bến O -	
SIT			S (4)	
0			AS (8), B _S (6)	→ Duyệt chi: S - A - D - E - G
1	S		AS (8), D _B (12)	Chi phí: C = 11
2	B _S		D _A (8), G _A (8)	đòi đổi: d = 4
3	A _S		C _A (8), F _D (8), F _B (12)	
4	D _A		C _A (9), F _D (12), B _S (11)	
5	E _D		F _D (12), G _E (11)	
6	G _A		Dich	
7	G _B			

c) TDA[#] & -8.

SPT Trung Thủ | Tùy biến O .

I=0

I=8

0		SPT
1	S	A _S (8), B _S (6)
2	A _S	D _A (8), B _A (6)
3	D _A	E _D (8), B _D (6)
4	E _D	B _S (6)
5	B _S	

I=16

0		SPT
1	S	A _S (8), B _S (6)
2	A _S	C _A (9), D _A (8), B _A (6)
3	C _A	E _C (11), D _C (8), B _C (6)
4	E _C	G _E (14), D _E (8), B _E (6)
5	G _E	Đ/c

⇒ Đ/c: S - A - C - E - G

Chi phí short ! 14

* Năm hours theo cách ngắn nhất

+ S - G: $h(S) = 4$, $h^*(S) = 14$
fim $h(S) \leq h^*(S)$

Đ/c bùn heuristic là cách ngắn nhất,
 $h(F) = 8$

+ A - G: $h(A) = 5$, $h^*(A) = 11$
fim: $h(A) \leq h^*(A)$

+ C - G: $h(C) = 2$, $h^*(C) = 7$
⇒ $h^*(C) > h(C)$

+ E - G: $h(E) = 3$, $h^*(E) = 6$
⇒ $h(E) \leq h^*(E)$

+ B - G: $h(B) = 1$, $h^*(B) = 11$ fim.

+ D - G: $h(D) = 4$, $h^*(D) = 7$ fim.

+ F - G: $h(F) = 6$, $h^*(F) = 7$ fim.

⇒ Cách ngắn nhất

Câu 2:

- $$\forall x (\text{Hoc}(x) \rightarrow \text{VanHoa}(x))$$
- (1) $\exists \text{Hoc}(x) \rightarrow \text{VanHoa}(x)$
 $\forall(x) (\text{Tron}(x) \rightarrow \neg \text{VanHoa}(x))$
- (2) $\exists \text{Tron}(x) \rightarrow \neg \text{VanHoa}(x)$.
- (3) $\text{Tron}(C)$ $\{ \forall C y .$
- (4) $\text{ThongNhom}(C)$ $\}$

a) CNF:

- (1): $\text{Hoc}(x) \rightarrow \text{VanHoa}(x)$
 $\equiv \neg \text{Hoc}(x) \vee \text{VanHoa}(x) \equiv \neg \text{Hoc}(y) \vee \text{VanHoa}(y)$
- (2) $\text{Tron}(x) \rightarrow \neg \text{VanHoa}(x)$
 $\equiv \neg \text{Tron}(x) \vee \neg \text{VanHoa}(x)$
- (3) $\text{Tron}(C)$
- (4) $\text{ThongNhom}(C)$.

b) $Q = \exists x (\text{ThongNhom}(x) \wedge \neg \text{Hoc}(x))$

a) Suy diễn trên:

- Kết tinh từ (1); (3): $\exists y \text{ Tron}(C)$ $\{ \forall C y .$
- (4): $\text{ThongNhom}(C)$.

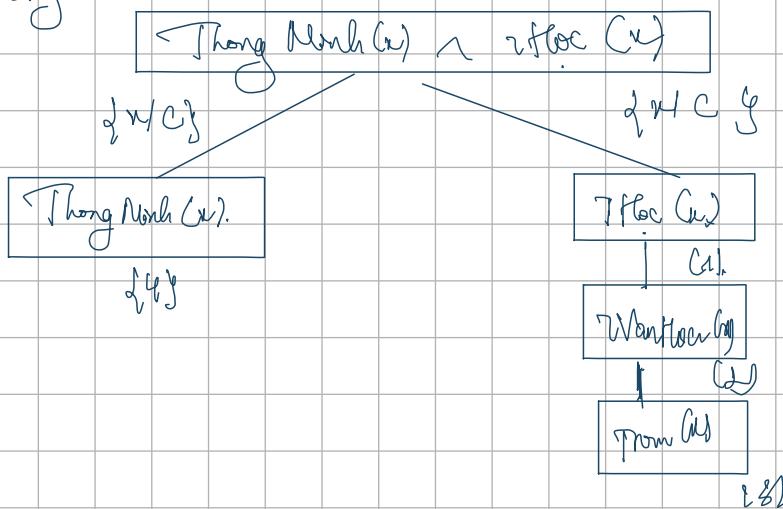
GNP (2), (3): $\neg \text{VanHoa}(C)$ $\{ \forall C y . (C)$

Modus Tollens (5), (1): $\neg \text{Hoc}(C)$ $\{ \forall C y . (C)$

Nhập dữ kiện (4), (6): $\text{ThongNhom}(C) \wedge \neg \text{Hoc}(C) \quad \{ \forall C y . (C)$

Thay đổi tên biến (7) $\exists x (\text{ThongNhom}(x) \wedge \neg \text{Hoc}(x))$
 $\{ \forall C y .$

b) Suy diễn bước:



c) Phép giải:

- (1) $\neg \text{Hoc}(x) \vee \text{Van hoc}(x)$
- (2) $\neg \text{Tron}(x) \vee \neg \text{Van hoc}(x)$
- (3) $\text{Tron}(C)$
- (4) $\text{ThongNhom}(C)$

Phép giải (3), (2): $\neg \text{Van hoc}(C), (5)$

Phép giải (1)(5): $\neg \text{Hoc}(C), (6)$

Phép giải (4), (6): $\text{ThongNhom}(C) \wedge \neg \text{Hoc}(C), (7)$

Phép giải (5): $\exists x \text{ ThongNhom}(x) \wedge \neg \text{Hoc}(x)$

d) Phép giải 2 phái chung

$$\begin{aligned}\neg Q &= \text{Hoc}(\neg \text{ThongNhom}(x)) \vee \text{Hoc}(x) \\ &\Rightarrow \neg \text{ThongNhom}(x) \vee \text{Hoc}(x) \quad (5).\end{aligned}$$

Phép giải (2), (5): $\neg (\text{Van hoc}(C)) \quad (5').$

(1), (2): $\neg \text{Hoc}(x) \quad (6).$

(4), (5), (6): False \rightarrow ~~đpcm~~.

Câu 3, $P(V) = 25/100 = 0,25$

$$P(F | \neg V) = 0,05$$

$$P(F | V) = 0,65$$

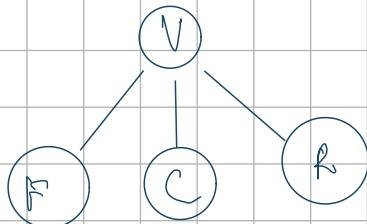
$$P(C | \neg V) = 0,2$$

$$P(C | V) = 0,6$$

$$P(R | \neg V) = 0,05$$

$$P(R | V) = 0,4$$

a) Xác suất mang Bayes



$$b) P(V | C) = \frac{P(C | V) \cdot P(V)}{P(C)}$$

$$\text{mà ta có: } P(V | C) + P(\neg V | C) = 1$$

$$\Leftrightarrow \frac{P(C | V) \cdot P(V) + P(C | \neg V) \cdot P(\neg V)}{P(C)} = 1$$

$$\Rightarrow P(C) = P(C | V) \cdot P(V) + P(C | \neg V) \cdot P(\neg V) = 0,6 \cdot 0,25 + 0,2 \cdot 0,75 = 0,3.$$

$$\Rightarrow P(V | C) = \frac{0,6 \cdot 0,25}{0,3} = 0,5.$$

$$P(C|V|C, F) = \frac{P(C, F|V) \cdot P(C)}{P(C, F)} = \frac{P(C|V) \cdot P(F|V) \cdot P(C)}{P(C, F)}$$

tính: $P(C, F)$

$$\begin{aligned} &= P(C_F, V) + P(C, F_V) \\ &= P(C|F, V) \cdot P(F|V) + P(C|V) \cdot P(F|V) \cdot P(V) \\ &= 0.2 \cdot 0.05 = 0.15 + 0.6 \cdot 0.05 \cdot 0.25 \\ &= 0.105 \\ \Rightarrow P(C|V|C, F) &= \frac{0.6 \cdot 0.05 \cdot 0.25}{0.105} = 0.285. \end{aligned}$$

Câu 4 (3 điểm)

Điều kiện:

Chú ý: Trong trường hợp có nhiều thuộc tính tốt tương đương thì chọn theo thứ tự lần lượt A1, A2, A3.

$$IG(S, A_i) = H(S) - \sum_{v \in S} \frac{|S_v|}{|S|} H(S_v)$$

$$H(S) = [6, 4^-] \Rightarrow f = \frac{6}{10} \log \frac{6}{10} + \frac{4}{10} \log \frac{4}{10} = 0.971$$

A1	A2	A3	f
0	0	1	+
0	0	2	+
0	0	3	+
0	0	4	+
0	1	1	-
0	1	2	-
0	1	3	-
1	0	4	-
1	1	1	+
1	1	2	+

$\rightarrow IG(S, A_1)$, value = {0, 1}

$$S_0 = [4^+, 2^-] \Rightarrow H[S_0] = \frac{4}{7} \log \frac{4}{7} + \frac{3}{7} \log \frac{3}{7} = 0.985$$

$$S_1 = [2^+, 1^-] \Rightarrow H[S_1] = 0.9483.$$

$$\Rightarrow IG(S, A_1) = 0.971 - 0.985 \cdot \frac{3}{10} - 0.9483 \cdot \frac{3}{10} = 0.0001$$

$\rightarrow IG(S, A_2)$, value = {0, 1}

$$S_0 = [4^+, 1^-] \Rightarrow 0.722$$

$$S_1 = [2^+, 3^-] \Rightarrow 0.971$$

$$\Rightarrow IG(S, A_2) = 0.971 - 0.722 \cdot \frac{5}{10} - 0.971 \cdot \frac{5}{10} = 0.1245$$

$\rightarrow IG(S, A_3)$, value = {1, 2, 3, 4}

$$S_1 = [2^+, 1^-] \Rightarrow H[S_1] = 0.9183$$

$$S_2 = [2^+, 1^+] \Rightarrow H[S_2] = 0.9183$$

$$S_3 = [1^+, 1^-] \Rightarrow H[S_3] = 1$$

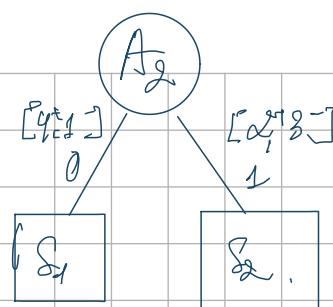
$$S_4 = [1^+, 1^+] \Rightarrow H[S_4] = 1$$

$$\Rightarrow IG(S, A_3) = 0.971 - 0.9183 \cdot \frac{3}{10} - 0.9183 \cdot \frac{3}{10} = 1 \cdot \frac{2}{10} = 2 \Rightarrow 0.02002$$

\rightarrow Nút gõ là: A₂.

$\text{IG}(S_1, A)$ vs $\text{IG}(S_2, A)$

Xe^f S_1 frēn $D_1 \rightarrow D_2, D_3$
 $\rightarrow H(S_1) = [4^f, 1^-] = 0, 722,$
 $\cdot \text{IG}(S_1, A_1)$ values (0, 1).



$$H(S_1, 0) = [4^f, 0^-] = 0$$

$$H(S_1, 1) = [0, 1^-] = 0$$

$$\Rightarrow \text{IG}(S_1, A_1) = 0, 722$$

$\cdot \text{IG}(S_1, A_2) = \text{value}([1, 2, 3, 4])$

$$H(S_1, 1) = [1^f, 0^-] = H(8, 2) = H(S_1, 3) = 0$$

$$H(S_1, 4) = [1^f, 1^-] = 1$$

$$\Rightarrow \text{IG}(S_1, A_2) = 0, 722 - \frac{1}{2} = 0, 222$$

$\Rightarrow S_1$ bāi $A_2 \rightarrow S_2$ bāi A_2 .

Xe^f S_2 frēn 5, 6, 7, 8.

$$H(S_2) = [2^f, 3^-] = 0, 971$$

$\text{IG}(S_2, A_1)$, value (0, 1)

$$H(S_2, 0) = [0, 3^-] = 0$$

$$H(S_2, 1) = [2^f, 0^-] = 0$$

$$\Rightarrow \text{IG}(S_2, A_1) = 0, 971$$

$\text{IG}(S_2, A_2) = \text{value}([1, 2, 3])$

$$H(S_2, 1) = [1^f, 1^-] = 1$$

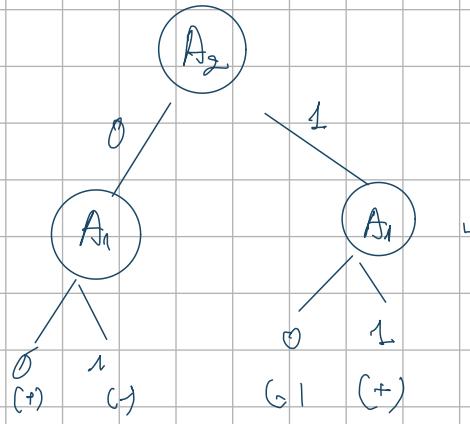
$$H(S_2, 2) = [1^f, 1^f] = 1$$

$$H(S_2, 3) = [0^f, 1^-] = 0$$

$\Rightarrow S_2$ bāi A_1

$$\Rightarrow \text{IG}(S_2, A_2) = 0, 971 - \frac{1}{3} \times 2 = 0, 771$$

$\Rightarrow S_1$ dō mang $Bayes$,



	A_1	A_2	A_3					
r	0	1	0	1	1	2	3	4
-	4	2	4	2	2	1	1	1

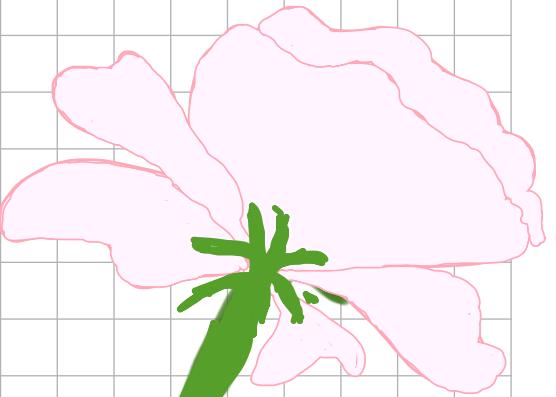
b) Bayes - cát qđt: $A_1 = \text{L}, A_2 = \text{O}, A_3 = \text{S}$

$$y = \arg \max_{C \in \{L, O, S\}} P(A_1=1 | C_j) \cdot P(A_2=0 | C_j) \cdot P(A_3=1 | C_j) \cdot P(C_j).$$

$$C_j(L) = \frac{2}{5} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{8}{10} = \frac{16}{250} = \frac{2}{3125} = 0.00064$$

$$C_j(O) = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{10} = \frac{1}{160} = 0.00625$$

\Rightarrow Mang màu đồng



C KNN: $k=3$

$$x(1, 0, 1)$$

d(x_i, x_j)

$$x_1 = (0, 0, 1) \Rightarrow d(x_i, x_1)^2 = (1-0)^2 + (0-0)^2 + (1-1)^2 = 1$$

$$x_2 = (0, 0, 2) \Rightarrow d(x_i, x_2)^2 = 1^2 + 1^2 = 2$$

$$x_3 = (0, 0, 3) \Rightarrow d(x_i, x_3)^2 = 1^2 + 0^2 + 2^2 = 5$$

$$x_4 = (0, 0, 4) \Rightarrow d(x_i, x_4)^2 = 1^2 + 0^2 + 3^2 = 10$$

$$x_5 = (0, 1, 1) \Rightarrow d(x_i, x_5)^2 = 1^2 + 1^2 + 0^2 = 2$$

$$x_6 = (0, 1, 2) \Rightarrow d(x_i, x_6)^2 = 1^2 + 1^2 + 1^2 = 3$$

$$x_7 = (0, 1, 3) \Rightarrow d(x_i, x_7)^2 = 1^2 + 1^2 + 2^2 = 6$$

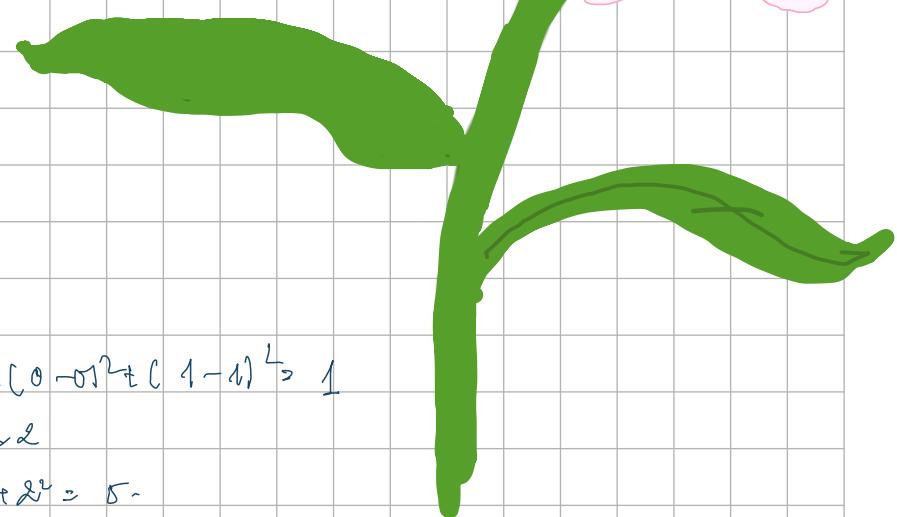
$$x_8 = (1, 0, 4) \Rightarrow d(x_i, x_8)^2 = 0^2 + 1^2 + 3^2 = 9$$

$$x_9 = (1, 1, 1) \Rightarrow d(x_i, x_9)^2 = 0^2 + 1^2 + 0^2 = 1$$

$$x_{10} = (1, 1, 2) \Rightarrow d(x_i, x_{10})^2 = 0^2 + 1^2 + 1^2 = 2$$

$$\Rightarrow k=3 \Rightarrow \text{Chọn } S \text{ mán có} \text{ đwm} \rightarrow (x_1, x_2, x_3) = (+, +, +)$$

\Rightarrow Mang màu đồng



Học phần: Nhập môn trí tuệ nhân tạo
Mã học phần: INT1341
Thời gian thi: 90 phút

Trình độ đào tạo: Đại học
Hình thức đào tạo: Chính quy

Đề số: 03

Câu 1 (2 điểm): Cho các mệnh đề sau dưới dạng ngôn ngữ tự nhiên và logic vị từ

- Trẻ em thích máy tính. $\forall x(E(x) \Rightarrow \text{Like}(x, PC))$

- Trẻ em đòi mua những gì mình thích. $\forall x\forall y(E(x) \wedge \text{Like}(x, y) \Rightarrow \text{Buy}(x, y))$

- Nam là một em bé. $E(\text{Nam})$

a) Viết các câu trên dưới dạng CNF (Conjunctive Normal Form)

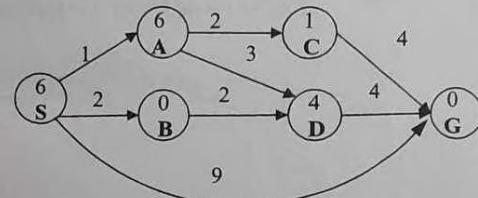
b) Viết câu truy vấn sau "Nam đòi mua máy tính" dưới dạng logic vị từ; và chứng minh câu truy vấn đúng sử dụng phép giải sử dụng cơ sở tri thức là các mệnh đề trên.

Câu 2 (2 điểm): Cho đồ thị như trên hình vẽ, S là nút xuất phát, G là nút đích. Các số nằm cạnh cung là giá thành đường đi, số nằm trong vòng tròn là giá trị hàm heuristic.

a) Hãy sử dụng thuật toán A* sâu dần

(IDA*) với $\alpha = 4$ là giá trị được thêm vào ngưỡng sau mỗi vòng lặp để tìm đường đi từ nút xuất phát tới đích. Thể hiện các giá trị: nút được mở rộng, danh sách nút biên và giá trị hàm f tại mỗi bước. Xác định đường đi do IDA* tìm được. Trong trường hợp có nhiều nút cùng tham số (độ sâu) mở rộng theo thứ tự chữ cái.

b) Đường đi tìm được ở trên có phải là đường đi tối ưu hay không? Trong trường hợp nào IDA* tìm được đường đi tối ưu?



Câu 3 (3 điểm): Nhằm tìm hiểu nguyên nhân hỏng hóc của robot thám hiểm tự động một đội kỹ thuật đã thu thập được dữ liệu như sau:

- Chập điện thì do mưa và bụi, bụi gây nên mờ camera và chập điện dẫn tới hỏng robot.
- Nếu robot chập điện thì 20% là không hỏng, ngược lại nếu robot không chập điện thì 60% là không hỏng.
- Nếu có bụi mà mưa thì 90% chập điện.
- Nếu không có bụi mà không mưa thì 20% chập điện.
- Nếu có bụi mà trời không mưa thì 70% chập điện.
- Nếu không bụi mà trời mưa thì 80% chập điện.
- Nếu có bụi thì 30% là mờ camera và nếu không bụi thì 80% là không mờ camera.
- Xác suất có bụi là 30% và có mưa là 20%

a) Từ những câu trên hãy xây dựng mạng Bayes với các biến ngẫu nhiên dưới đây, mỗi biến có thể nhận giá trị {T, F} ({true, false})

- D: Chập điện
- C: Mờ camera
- B: Bụi
- M: Mưa
- H: Hỏng

b) Tính xác suất đồng thời xảy ra 3 sự kiện sau: robot hỏng, mờ camera, và trời mưa.

c) Tính xác suất có bụi nếu biết camera bị mờ.

Câu 4 (3 điểm): Cho dữ liệu huấn luyện như trong bảng (f là nhãn phân loại).

a) Hãy xác định nhãn cho ví dụ (Màu: Trắng, Hình dạng: Tròn, KL: Nặng) bằng phương pháp Bayes đơn giản (chỉ rõ các xác suất điều kiện thành phần)

b) Hãy xác định nút gốc cho cây quyết định sử dụng thuật toán ID3

Màu	Hình dạng	KL	f
Xanh	Tròn	Nặng	+
Đỏ	Tròn	Nhẹ	-
Xanh	Méo	Nhẹ	+
Trắng	Méo	Nặng	+
Đỏ	Méo	Nặng	-
Trắng	Tròn	Nhẹ	-
Trắng	Méo	Nhẹ	+

Giai 1.

(1). $\neg \forall (E(x) \rightarrow \text{Like}(x, PC))$.

$\rightarrow E(x) \rightarrow \text{Like}(x, PC)$

(2). $\exists xy (E(x) \wedge \text{Like}(x, y) \rightarrow \text{Buy}(x, y))$

$\rightarrow E(x) \wedge \text{Like}(x, y) \rightarrow \text{Buy}(x, y)$

(3). $E(\text{Nam})$.

a, CNF.

(1): $\neg \forall (E(x) \rightarrow \text{Like}(x, PC))$

$\exists \neg E(x) \vee \text{Like}(x, PC) \equiv \neg E(y) \vee \text{Like}(y, PC)$

(2). $\exists xy (E(x) \wedge \text{Like}(x, y) \rightarrow \text{Buy}(x, y))$

$\equiv \neg E(x) \vee \neg \text{Like}(x, y) \vee \text{Buy}(x, y)$.

(3). $E(\text{Nam})$.

b, $Q = \text{buy}(\text{Nam}, PC)$

* Say điều kiện:

GNP (1), (3) \rightarrow $\neg E(\text{Nam})$ \wedge $\text{Like}(\text{Nam}, PC)$ (4)

Nhập dữ liệu (3), (4) ; $E(\text{Nam}) \wedge \text{Like}(\text{Nam}, PC)$ (5)

GNP (2), (5) \Rightarrow $\text{Buy}(\text{Nam}, PC)$ -đpcm.

* Say điều kiện:

$\boxed{\text{Buy}(\text{Nam}, PC)}$

$\begin{cases} \neg E(\text{Nam}) \\ \neg \text{Like}(\text{Nam}, PC) \end{cases}$

$\begin{cases} x = \text{Nam} \\ y = \text{PC} \end{cases}$

$\boxed{E(\text{Nam})}$

(3)

$\boxed{\text{Like}(\text{Nam}, \text{PC})}$

(4)

$\boxed{E(\text{Nam})}$

(3)

* Giải:

(1). $\neg E(x) \vee \text{Like}(x, PC)$

(2). $\neg E(x) \vee \neg \text{Like}(x, y) \vee \text{Buy}(x, y)$

(3). $E(\text{Nam})$.

* $Q \Rightarrow \text{Buy}(\text{Nam}, PC)$ (4)

+). Phép giải (1), (3) ; $\text{Like}(\text{Nam}, PC)$ (5)

_____ (3), (2), (5) ; $\text{Buy}(\text{Nam}, PC)$ -đpcm

* Phép giải & p/c ; $\neg Q = \neg \text{Buy}(\text{Nam}, PC)$ (5)

Phép giải: (1), (3) ; $\text{Like}(\text{Nam}, PC)$ (6)

_____ (2), (3), (6) ; $\text{Buy}(\text{Nam}, PC)$ (7)

(5), (7) ; False - đpcm.

Cài d:

a, BFS

8T

Tuồng khai

B

1

S

2

A_S

3

B_S

4

C_S

Top box

S

A_S, B_S, C_S

B_S, C_S, D_S, A_S

C_S, D_S, A_S

Dish.

Dùng đt: S - G, đt, sối 1
Chu phu ~ 9.

b) DFS:

8T

Tuồng khai

Top box -

S

0

S

A_S, B_S, C_S

1

A_S

C_S, D_S, B_S, G_S

2

C_S

G_S, D_S, B_S, G_S

3

G_S

Dish

→ Đt: đt; S - A - C - G

đt, sối: 3, chu phu: 1 + 2 + 4 = 7

c) UCS.

8T

T

O -

0

S(O)

1

S

A_S(1), B_S(2), C_S(3)

2

A_S

B_S(2), C_S(3), D_S(4), A_S(1).

3

B_S

C_S(3), D_S(4), A_S(1)

4

C_S

G_S(7), D_S(4),

5

D_S

G_S(7)

6

G_S

Dish

Đt: đt; S - A - C - G

đt, sối: 3, chu phu: 7.

d) Tham lam:

8T T

Top box O

0

S(O)

1

S

A_S(6), B_S(0), C_S(0).

2

B_S

D_S(4), A_S(6), C_S(0)

3

C_S

Dish

4

→ Đt: đt;

S - G, Chu phu: 9.

c) IDS, sao kín:

STT TT Duyệt

$C=0$ 0

1 S

$C \geq 1$ 0

1 S

A_S

B_S

C_S

Top back 0-

S

\cancel{S}

S

A_S, B_S, C_S

B_S, C_S

C_S

Dich

→ Duyệt S - Gr. chép h' - J, đt, sau J

A*

g)
STT

TT

Top 0

0

1 S

A_S(7), B_S(2), C_S(9)

2 B_S

A_S(7), C_S(8), D_S(8)

3 A_S

C_S(2), D_S(8), E_S(4)

4 C_S

E_S(7), D_S(8)

5 G_C

Dich -

→ Duyệt S-A-C-Gr

Chép h' cũ J.

h) IDA* $\alpha_{2,4}$

STT

TT

Stack -

I-0

I-1

I-2

0

S(6)

1

S

A_S(7), B_S(2)

2

A_S

D_A(8), B_S(2)

3

D_A

C_D(8)

4

C_D

Dich

→ Duyệt S-A-D-Gr

Chép h' > J.

+ Ket quach mien chia h' vnu

vñ: $g(\alpha_{2,4}) < g^* + \beta \Leftrightarrow 8 < 7 + 8 = 15 \rightarrow$ k' g' vñ k' vñ.

IDA*

Nhưng không tốt như

FR

J

chép h' k' vñ.

* hàm heuristic

$$+, S - G: S - A \rightarrow C \rightarrow G$$

$$h^*(S) = 7$$

$h(S) = 6$ thm.

$$+, A - G: h(A) = 6$$

$$h^*(A) = 6 \rightarrow \text{fals}$$

$$+, C - G: h(C) = 1$$

$$h^*(C) = 1 \rightarrow \text{fals}$$

$$+, B - G: h(B) = 0$$

$$h^*(B) = 6 \rightarrow \text{fals}$$

$$+, D - G: h(D) = 7$$

$$h^*(D) = 4 \rightarrow \text{fals}$$

$$+, S - G: S \rightarrow G \text{ falso} \quad \text{Nép: } h(S) = 6, h^*(S) = 9$$

thm

\Rightarrow falso chap nhanh

Câu 3

Câu 3 (3 điểm): Nhằm tìm hiểu nguyên nhân hỏng hóc của robot thám hiểm tự động một đội kỹ thuật đã thu thập được dữ liệu như sau:

- Chập điện thì do mưa và bụi, bụi gây nên mờ camera và chập điện dẫn tới hỏng robot.
- Nếu robot chập điện thì 20% là không hỏng, ngược lại nếu robot không chập điện thì 60% là không hỏng.
- Nếu có bụi mà mưa thì 90% chập điện.
- Nếu không có bụi mà không mưa thì 20% chập điện.
- Nếu có bụi mà trời không mưa thì 70% chập điện.
- Nếu không bụi mà trời mưa thì 80% chập điện.
- Nếu có bụi thì 30% là mờ camera và nếu không bụi thì 80% là không mờ camera.
- Xác suất có bụi là 30% và có mưa là 20%

a) Từ những câu trên hãy xây dựng mạng Bayes với các biến ngẫu nhiên dưới đây, mỗi biến có thể nhận giá trị {T, F} ({true, false})

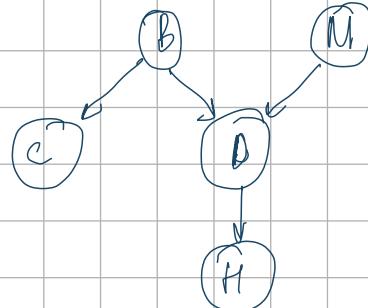
- D: Chập điện
- C: Mờ camera
- B: Bụi

$$P(H|D) = 0,2$$

a)

$$P(\neg H|\neg D) = 0,6$$

$$P(C|D \cap B, \neg M) = 0,9$$



$$P(C|D \cap B, \neg M) = 0,7 / P(D|\neg B, \neg M) = 0,2$$

$$P(D|\neg B, M) = 0,8$$

$$P(C|B) = 0,2$$

$$P(\neg C|\neg B) = 0,8$$

$$P(B) = 0,3, P(M) = 0,2$$

$$b) P(H, C, D) = P(H, C, D, B, M) + P(H, C, D, \neg B, \neg M)$$

$$= P(H|D) \cdot P(C|B) \cdot P(D|B, M) \cdot P(B) \cdot P(M) + P(H|D) \cdot P(C|\neg B) \cdot P(D|\neg B, \neg M) \cdot P(\neg B) \cdot P(\neg M)$$

$$= (1-0,2) \cdot 0,2 \cdot 0,8 \cdot 0,3 \cdot 0,2 + (1-0,2) \cdot (1-0,8) \cdot 0,2 \cdot 0,7 \cdot 0,8$$

$$= 0,0928$$

$$c) P(B|C) \geq \frac{P(C|B) \cdot P(B)}{P(C)}$$

tao: $P(B|C) + P(\bar{B}|C) = 1$

$$\Rightarrow \frac{P(C|B) \cdot P(B)}{P(C)} + \frac{P(C|\bar{B}) \cdot P(\bar{B})}{P(C)} = 1$$

$$\Rightarrow P(C) \geq P(C|B) \cdot P(B) + P(C|\bar{B}) \cdot P(\bar{B})$$

$$\Rightarrow 0.3 \cdot 0.3 + [1 - 0.8] \cdot 0.2 = 0.13$$

$$\Rightarrow P(B|C) \geq \frac{0.3 \cdot 0.3}{0.13} = 0.693$$

Câu 4:

Ch Nắng \rightarrow Trắng, HD \rightarrow tròn, KL \rightarrow Nặng

Bayes đơn giản:

$$y = \operatorname{argmax}_{C \in \{+, -\}} (P(\text{Mưa} \rightarrow \text{Trắng} | C) \cdot P(\text{HD}_2 \text{ tròn} | C) \cdot P(\text{KL} = \text{Nặng} | C) f_C)$$

$$C_+(+) = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{7} = \frac{1}{28} = 0.035$$

M: Mưa

H: Hồng

b) Tính xác suất đồng thời xảy ra 3 sự kiện sau: robot hồng, mở camera, và trời mưa.

c) Tính xác suất có bụi nếu biết camera bị mờ.

Câu 4 (3 điểm): Cho dữ liệu huấn luyện như trong bảng (f là nhãn phân loại).

a) Hãy xác định nhãn cho ví dụ (Màu: Trắng, Hình dạng: Tròn, KL: Nặng) bằng phương pháp Bayes đơn giản (chỉ rõ các xác suất điều kiện thành phần)

b) Hãy xác định nút gốc cho cây quyết định sử dụng thuật toán ID3

$$C_-(+) = \frac{1}{3} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{7} = \frac{1}{14} = 0.0714$$

\Rightarrow Y mang nhǎn dòtay -

b, ID3

Màu	Hình dạng	KL	f
Xanh	Tròn	Nặng	+
Đỏ	Tròn	Nhẹ	-
Xanh	Méo	Nhẹ	+
Trắng	Méo	Nặng	+
Đỏ	Méo	Nặng	-
Trắng	Tròn	Nhẹ	-
Trắng	Méo	Nhẹ	+

Mưa: $2^t, 0^{-\phi}$
 Tròn: $0^t, 0^{1-t} = 0$
 Nặng: $[1^t, 0^{1-t}] = 0$
 Nhẹ: $[0^t, 1^{1-t}] = 0$
 $0.0183 - \frac{1}{3} = 0$

$$IG(S, A) = H(S) - \sum_{v \in A} \frac{|S_v|}{|S|} \cdot f(S_v)$$

	Màu	Hình dạng	KL	
+	Xanh	Đỏ	Trắng	Tròn
-	Đỏ	Tròn	Trắng	Méo

$$H(S) = -\frac{4}{7} \log_2 \frac{4}{7} - \frac{3}{7} \log_2 \frac{3}{7} = 0.9852$$

$$\Rightarrow IG(S, \text{Màu}) = \text{values} = \{Xanh, Đỏ, Trắng\}$$

$$H(S, \text{Màu}) = [2^t, 0^{1-t}] = 0$$

$$H(S, \text{Trắng}) = [2^t, 1^{-t}] = 0.9852$$

$$H(S, ĐỎ) = [0^t, 2^{-t}] = 0$$

$$\rightarrow IG(S, Mai) = 0,9852 - 0,9183 \cdot \frac{3}{7} = 0,5916$$

+ $IG(S, HD)$: values = {Tròn, Net}

$$H(S, Tròn) = [1^+, 2^-] = 0,9183$$

$$H(S, Net) = [3^+, 1^-] = -\frac{3}{4} \log_{2} \frac{3}{4} - \frac{1}{4} \log_{2} \frac{1}{4} = 0,81127.$$

$$\rightarrow IG(S, HD) = 0,9852 - 0,9183 \cdot \frac{3}{7} - 0,81127 \cdot \frac{4}{7} = 0,1806$$

+ $IG(S, KL)$: values = {Nóng, Không}

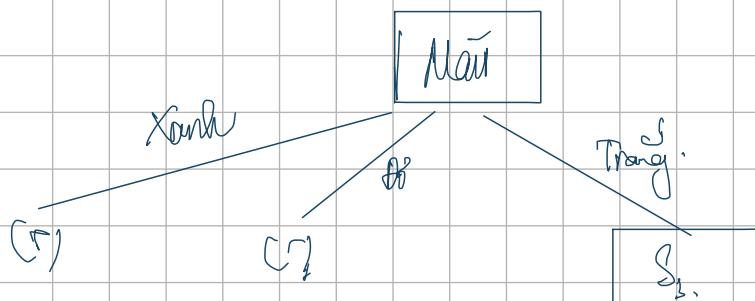
$$H(S, Nóng) = [2^+, 1^-] = 0,9183$$

$$H(S, Không) = [2^-, 2^+] = 1$$

$$\Rightarrow IG(S, KL) = 0,9852 - 0,9183 \cdot \frac{3}{7} - \frac{1}{7} = 0,0202$$

$$\left. \begin{array}{l} IG(S, Mai) = 0,5916 \\ IG(S, HD) = 0,1806 \\ IG(S, KL) = 0,0202 \end{array} \right\}$$

\Rightarrow Nut gốc là Mai.



$IG(S', A)$ for Mai, Tròn, Net có thể là $0,617$: $2^+, 1^-$

$$\left. \begin{array}{l} Net : [2^+, 0^-] \rightarrow \\ Tròn : [1^-, 1^-] \end{array} \right\}$$

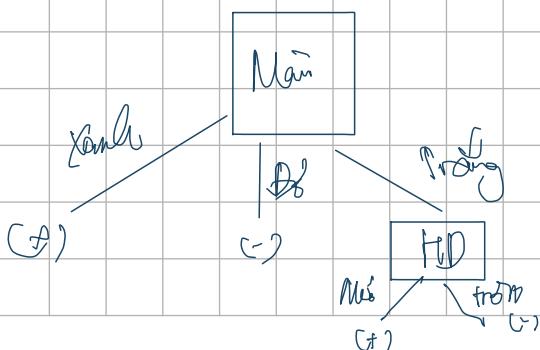
$$\left. \begin{array}{l} Không : [1^+, 0^-] \rightarrow \\ Không : [1^+, 1^-] \end{array} \right\}$$

$$H(S') = [2^+, 1^-] = 0,9183$$

$$IG(S', HD) = 0,9183 -$$

$$IG(S', KL) = 0,9183 - \frac{2}{3} = 0,2516.$$

$\Rightarrow S'$ là HD



Học phần: Nhập môn trí tuệ nhân tạo
Mã học phần: INT1341
Thời gian thi: 90 phút

Trình độ đào tạo: Đại học
Hình thức đào tạo: Chính quy

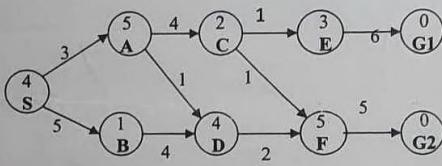
Đề số: 04

Câu 1 (2 điểm): Cho các mệnh đề sau dưới dạng ngôn ngữ tự nhiên và logic vị từ

- Máy tính mới thì chạy nhanh. $\forall x(M(x) \Rightarrow N(x))$
 - Máy tính phòng thực hành chạy chậm. $\forall x(T(x) \Rightarrow \neg N(x))$
 - Một số máy phòng thực hành rất đẹp. $\exists x(T(x) \wedge D(x))$
- a) Viết các câu trên dưới dạng CNF (Conjunctive Normal Form)
b) Viết câu truy vấn sau “Có những máy tính đẹp nhưng chậm” dưới dạng logic vị từ sử dụng các vị từ đã cho ở trên; và chứng minh câu truy vấn đúng sử dụng phép giải sử dụng cơ sở tri thức là các mệnh đề trên.

Câu 2 (2 điểm): Cho đồ thị như trên hình vẽ, S là nút xuất phát, G1, G2 là các nút đích. Các số nằm cạnh cung là giá thành đường đi, số nằm trong vòng tròn là giá trị hàm heuristic.

- a) Hãy sử dụng thuật toán A* để tìm đường đi từ nút xuất phát tới đích (G1 hoặc G2). Thể hiện các giá trị: nút được mở rộng, danh sách nút mở và giá trị hàm f tại mỗi bước. Xác định đường đi do A* tìm được
b) Giải thích tại sao A* luôn tìm được đường đi tối ưu với đồ thị đã cho.



Câu 3 (3 điểm): Nhằm tìm hiểu nguyên nhân hỏng hóc của hệ thống máy in một đội kỹ thuật đã thu thập dữ liệu như sau:

- In lệch do giấy lỗi và chính sai, kẹt giấy do máy chính sai và kẹt giấy có thể dẫn đến hỏng máy.
- Nếu không kẹt giấy 20% là máy hỏng, ngược lại kẹt giấy thi 80% là máy hỏng.
- Nếu giấy lỗi mà máy in chính sai thì 90% là in bị lệch.
- Nếu giấy không lỗi mà máy chính đúng thì 10% là in bị lệch.
- Nếu giấy lỗi mà máy chính đúng thì 50% là bị lệch.
- Nếu giấy không lỗi mà máy chính sai thì 70% là bị lệch.
- Nếu máy chính sai thì 50% kẹt giấy và máy không chính sai thi 20% là kẹt giấy.
- Cứ 1000 tờ thì có 1 tờ giấy lỗi và xác suất chính sai của máy là 20%

a) Từ những câu trên dựng mạng Bayes với các biến (theo danh sách) có thể nhận giá trị {T, F} ({true, false})

- K: Kẹt giấy
- H: Máy hỏng
- L: In lệch
- G: Giấy lỗi

- C: Chính đúng

b) Tính xác suất máy hỏng nếu in lệch.

c) Tính xác suất đồng thời xảy ra các sự kiện: kẹt giấy, giấy không lỗi, và máy hỏng.

Câu 4 (3 điểm): Cho dữ liệu huấn luyện dưới đây. Các dòng A, B, C là thuộc tính, D là nhãn phân loại.

A	2	2	1	1	2	1
B	1	2	1	2	1	1
C	1	2	1	1	2	2
D	+	+	+	+	-	-

Sử dụng phân loại Bayes đơn giản để xác định nhãn phân loại cho hai trường hợp sau: (A=1, B=2, C=2) và (A=2, B=2, C=1).

Câu 1: Câu 3 - Câu 4

④ Câu 1:

$$(1) : \forall x (M(x) \rightarrow N(x))$$

$$M(x) \rightarrow N(x)$$

$$(2) : \forall x (T(x) \rightarrow \neg N(x))$$

$$T(x) \rightarrow \neg N(x)$$

$$(3) : \exists x (T(x) \wedge D(x))$$

a) CNF:

$$(1) : \forall x (M(x) \rightarrow N(x))$$

$$\equiv \neg M(x) \vee N(x)$$

$$\equiv \neg M(y) \vee N(y)$$

$$(2) : \forall x (T(x) \rightarrow \neg N(x))$$

$$\equiv \neg T(x) \vee \neg N(x)$$

$$\equiv \neg T(y) \vee \neg N(y)$$

$$(3) : \exists x (T(x) \wedge D(x))$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} T(c) \\ D(c) \end{array} \right. \quad \{x/c\}$$

b) Q: $\exists x (D(x) \wedge \neg N(x))$.

④ Suy diễn trái:

Koay trái và cho (3) : $\{x/c\} \Rightarrow (4) : T(c)$

(5) : $D(c)$

GMP (a) (2) $\rightarrow \neg N(x) (6)$

Nhập để $\neg N(c), (6) \vdash D(c) \wedge \neg N(c)$.

Nhập để $\neg N(c) \vdash \neg N(c) \wedge \neg N(c)$

* Suy diễn phải:

$$\boxed{D(x) \wedge \neg N(x)}$$

$$\boxed{D(x)} \quad \{x/c\}$$

(5).

(x/c)?

$$\boxed{\neg N(x)} \quad \{x/c\}$$

T(x)

(2)

* Phép giải: $\neg Q = \neg P(G) \vee \neg N(x)$

(1) $\neg P(G) \rightarrow \neg T(x)$
(2) $\neg T(x) \rightarrow \neg N(x)$

(3) $\neg T(x) \rightarrow \neg D(x)$
(4) $\neg D(x) \rightarrow \neg N(x)$

$\therefore Q = \neg (\neg P(G) \vee \neg N(x))$

* $P(G)$: (2), (3) : $\neg N(x)$ (5)

Phép tiếp theo vì: (4) (5) : $D(x) \wedge \neg N(x)$ (6)

\exists : (6) : $\exists x (D(x) \wedge \neg N(x))$.

* Phép giải + PLC: $\neg Q = \neg D(x) \vee N(x)$. (7)

Phép giải (2), (3) : $\neg N(x)$ (6)

(5), (6) : $\neg D(x)$. (7)

(4), (7) : False - đpcm.

Cox 2:

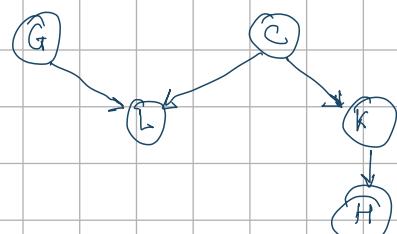
Câu 3 (3 điểm): Nhằm tìm hiểu nguyên nhân hỏng hóc của hệ thống máy in một đội kỹ thuật đã thu thập được dữ liệu như sau:

- In lách do giấy lỗi và chính sai, kẹt giấy do máy chính sai và kẹt giấy có thể dẫn đến hỏng máy.
- Nếu không kẹt giấy 20% là máy hỏng, ngược lại kẹt giấy thì 80% là máy hỏng.
- Nếu giấy lỗi mà máy in chính sai thì 90% là in bị lách.
- Nếu giấy không lỗi mà máy chính đúng thì 10% là in bị lách.
- Nếu giấy lỗi mà máy chính đúng thì 50% là bị lách.
- Nếu giấy không lỗi mà máy chính sai thì 70% là bị lách.
- Nếu máy chính sai thì 50% kẹt giấy và máy không chính sai thì 20% là kẹt giấy.
- Cứ 1000 tờ thì có 1 tờ giấy lỗi và xác suất chính sai của máy là 20%

a) Từ những câu trên dựng mạng Bayes với các biến (theo danh sách) có thể nhận giá trị {T, F} (true, false)

- K: Kẹt giấy
- H: Máy hỏng
- L: In lách
- G: Giấy lỗi

$$\begin{aligned} P(H|G) &= 0,2 \\ P(H|K) &= 0,8 \\ P(L|G, C) &= 0,1 \\ P(L|\neg G, C) &= 0,5 \\ P(L|\neg G, \neg C) &= 0,7 \\ P(K|\neg C) &= 0,5 \\ P(K|C) &= 0,2 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} P(L|H) &= \frac{P(L \wedge H)}{P(H)} = \frac{P(L, H, K, C, G) + P(L, H, \neg K, \neg C, \neg G)}{P(H)} \\ &= \frac{P(L|C, G) \cdot P(H|K) \cdot P(C) \cdot P(G)}{P(H)} + P(L|\neg C, \neg G) \cdot P(H|\neg K) - P(C) \cdot P(\neg G) \\ &= \frac{0,1 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,001 + 0,7 \cdot 0,2 \cdot 0,2 \cdot (1-0,001)}{P(H)} = 0,028 \end{aligned}$$

$$\text{Ta có: } P(K|H_1) + P(\neg K|\neg H_1) \geq 1.$$

$$\Leftrightarrow \frac{P(H_1|K) \cdot P(K)}{P(H_1)} + P(H_1|\neg K) \cdot P(\neg K) \geq 1$$

$$\Leftrightarrow \frac{P(H_1)}{P(H)} \geq P(H_1|K) \cdot P(K) + P(H_1|\neg K) \cdot P(\neg K)$$

$$\Leftrightarrow \frac{P(H)}{P(H)} = 1 \geq 0.8 \cdot P(K) + 0.2 \cdot P(\neg K).$$

$$\text{Ta lại có: } P(C|K) + P(\neg C|\neg K) \geq 1$$

$$\Leftrightarrow \frac{P(K|C) \cdot P(C) + P(K|\neg C) \cdot P(\neg C)}{P(K)} \geq 1$$

$$\Rightarrow P(C) = P(K|C) \cdot P(C) + P(K|\neg C) \cdot P(\neg C) = 0.2 \cdot 0.8 + 0.5 \cdot 0.2 = 0.26$$

$$\Rightarrow P(\neg C) = 0.8 - 0.26 = 0.2 \cdot (1 - 0.26) = 0.556$$

$$\Rightarrow P(L|K) = \frac{0.028}{0.26} = 0.108$$

$$\begin{aligned} c) P(K, \neg L, H) &\geq P(H, K, \neg L, C, G) + P(H, K, \neg L, \neg C, \neg G) \\ &\geq P(H|K) \cdot P(K|C) \cdot P(\neg L|C, G) \cdot P(C) \cdot P(G) \\ &\quad + P(H|\neg K) \cdot P(K|\neg C) \cdot P(\neg L|\neg C, \neg G) \cdot P(\neg C) \cdot P(\neg G) \\ &= 0.8 \cdot 0.2 \cdot (1 - 0.1) \cdot (1 - 0.2) \cdot 0.001 + 0.2 \cdot 0.5 \cdot (1 - 0.7) \cdot 0.2 \cdot 0.999 \\ &= 0.0061092 = 0.0061 \end{aligned}$$

a) C: Chính xác

b) Tính xác suất máy hỏng nếu in lệch.
c) Tính xác suất đồng thời xảy ra các sự kiện: kẹt giấy, giấy không lỗi, và máy hỏng.

Câu 4

Câu 4 (3 điểm): Cho dữ liệu huấn luyện dưới đây. Các dòng A, B, C là thuộc tính, D là nhãn phân loại.

A	2	2	1	1	2	1
B	1	2	1	2	1	1
C	1	2	1	1	2	2
D	+	+	+	+	-	-

Sử dụng phân loại Bayes đơn giản để xác định nhãn phân loại cho hai trường hợp sau: (A=1, B=2, C=2) và (A=2, B=2, C=1).

a) $T_{H_1}: A_2, B_2, C_2$

$T_{H_2}: A_2, B_2, C_1$.

$$D: \arg \max_{g \in \{1, 2\}} P(A_2, B_2 | g) \cdot P(B_2, C_2 | g) \cdot P(C_2, D_2 | g) \cdot P(D_2 | g)$$

$$\Rightarrow g(+) = \frac{2}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{6} = \frac{1}{24}$$

$$g(-) = \frac{1}{2} \cdot \frac{0}{2} \cdot \frac{2}{2} \cdot \frac{2}{6} = 0$$

$\Rightarrow T_{H_1} \rightarrow D \text{ mang nhãn dương.}$

TH₂: $P = \arg \max_{C_j} C_j \rightarrow P(A=2|C_j) \cdot P(B=2|C_j) \cdot P(C=1|C_j) \cdot P(C_j)$

$$P(C_j) = \frac{2}{4} + \frac{2}{4} + \frac{2}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$$

$$P(C_j) = \frac{1}{4} + \frac{2}{4} + 0 + \frac{2}{4} = 0$$

\Rightarrow TH₂ D ceiling inang when doing

b) KNN . $x(1, 2, 2)$, $y = (2, 2, 1)$.

Tính khoảng cách $k=3$, $d(x_i, x_j)$

$$\rightarrow x_1 = (2, 1, 1)$$

$$\rightarrow x_2 = (2, 2, 2)$$

$$\rightarrow x_3 = (1, 1, 1)$$

$$\rightarrow x_4 = (1, 2, 4)$$

$$\rightarrow x_5 = (2, 1, 2)$$

$$\rightarrow x_6 = (1, 1, 2)$$

$$d(x_1, x_2)^2 = 1^2 + 1^2 + 1^2 = 3.$$

$$d(x_1, x_3)^2 = 1^2 + 1^2 + 1^2 = 3.$$

$$d(x_1, x_4)^2 = 0 + 1 + 1 = 2$$

$$d(x_1, x_5)^2 = 0 + 1 + 1 = 2$$

$$d(x_1, x_6)^2 = 1 + 1 + 0 = 2$$

$$d(x_2, x_3)^2 = 0 + 1 + 1 = 2$$

$$d(x_2, x_4)^2 = 1 + 1 + 1 = 3$$

$$d(x_2, x_5)^2 = 1 + 1 + 1 = 3$$

$$d(x_2, x_6)^2 = 0 + 1 + 1 = 2$$

$$d(x_3, x_4)^2 = 1 + 1 + 1 = 3$$

$$d(x_3, x_5)^2 = 1 + 1 + 1 = 3$$

$$d(x_3, x_6)^2 = 1 + 1 + 1 = 3$$

$$d(x_4, x_5)^2 = 1 + 1 + 1 = 3$$

$$d(x_4, x_6)^2 = 1 + 1 + 1 = 3$$

$$d(x_5, x_6)^2 = 1 + 1 + 1 = 3$$

với $k=3 \Rightarrow$ 3mẫu gần nhất $\Rightarrow (x_2, x_4, x_5)$ với (x_1, x_2, x_3)

$(+, +, -)$

$(-, +, +)$

\rightarrow TH₁ : mâu mang dữ liệu

TH₂ : mâu mang dữ liệu

Đề số: 01

Câu 1 (2 điểm): Cho các mệnh đề sau dưới dạng ngôn ngữ tự nhiên và logic vị từ

- Tất cả những động vật biết đọc đều có văn hoá. $\forall x(D(x) \Rightarrow V(x))$

- Cá heo không có văn hoá. $\forall x(C(x) \Rightarrow \neg V(x))$

- Một số cá heo thông minh. $\exists x(C(x) \wedge T(x))$

a) Viết các câu trên dưới dạng CNF (Conjunctive Normal Form)

b) Viết câu truy vấn sau "Có một số động vật thông minh không biết đọc" dưới dạng logic vị từ sử dụng các vị từ đã cho ở trên.

c) Sử dụng phép giải đẽ chứng minh câu truy vấn là đúng nếu cho các mệnh đề trên.

Câu 1. (1) : $D(x) \Rightarrow V(x)$
 (2) : $C(x) \Rightarrow \neg V(x)$
 (3) : $\exists x(C(x) \wedge T(x))$.

a, CNF.

$$\begin{aligned}
 (1) &: \forall x(D(x) \Rightarrow V(x)) \\
 &\equiv \neg D(x) \vee V(x) \equiv \neg D(y) \vee V(y) \\
 (2) &: \forall x(C(x) \Rightarrow \neg V(x)) \\
 &\equiv \neg C(x) \vee \neg V(x) \equiv \neg C(y) \vee \neg V(y). \\
 (3) &: \boxed{\begin{array}{c} C(C) \\ \neg T(C) \end{array}}
 \end{aligned}$$

b) $Q = \exists x(T(x) \wedge \neg D(x))$

Suy diễn trên:

Khi p vài với khai tên ta (3) $\models_{\text{FCf}} :$ (4). $C(C)$
 (5) $T(C)$.

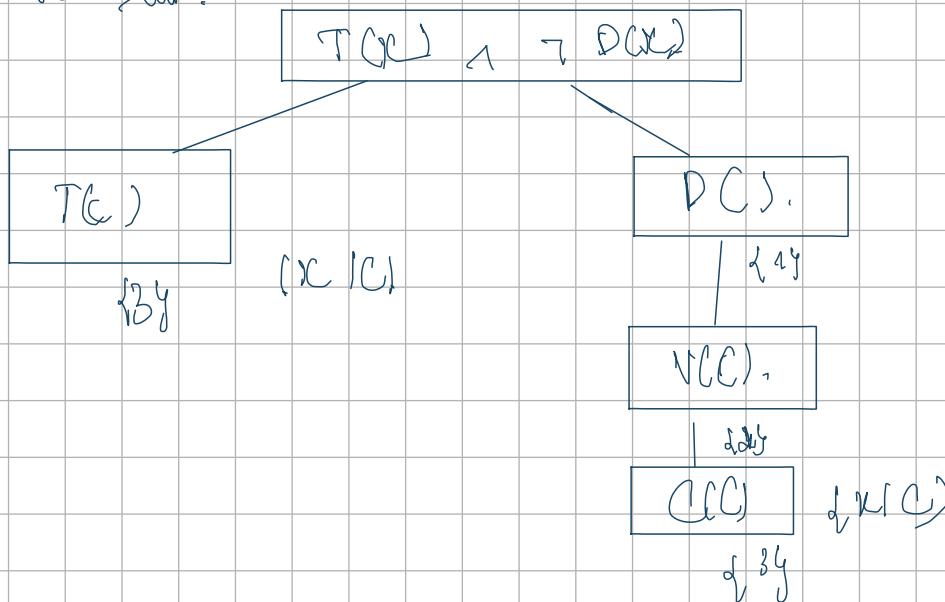
Group : (2), (4) : $\neg V(C) \quad (6)$

Modus Tollens (1), (6) : $\neg D(C) \quad (7)$

Nhập đề bài (5)(7) : $T(C) \wedge \neg D(C) \quad (8)$

Nhập đề bài (8) : $(x | C) \models_x (T(C) \wedge \neg D(C)) \rightarrow \text{đpcm}$.

d) Suy diễn lùi:



3) Phép giá trị: $\varphi = \neg u(\Gamma, a) \wedge \neg D(u)$

$$(1) : \neg D(u) \vee V(u)$$

$$(2) : \neg C(u) \vee \neg V(u)$$

$$(3) : T(u)$$

$$(4) : C(u)$$

$$PG: (2), (4) : \neg V(u). (5)$$

$$: (1), (5) : \neg D(u) (6)$$

$$\text{Nếu đề bài } (3), (6) : T(u) \wedge \neg D(u)$$

Tồn tại: $\exists u (T(u) \wedge \neg D(u))$ — đpcm.

4) Phép giá trị \rightarrow PLC: $\neg Q \Rightarrow \neg T(u) \vee D(u) (5)$

$$PG (2), (4) : \neg V(u) (6)$$

$$PG (1)(6) : \neg D(u) (7)$$

$$PG (3) (\neg)(5) : \text{False} — \text{đpcm.}$$

Câu 3 (3 điểm): Giả sử cần suy diễn về quan hệ giữa thời tiết và giao thông. Cho ba biến ngẫu nhiên X, A, C biểu diễn cho ba tình huống sau: “thời tiết xấu” (X), “Chuyến bay Hà nội – HCM bị chậm” (A), “Quốc lộ 1 bị tắc” (C). Tiếp theo, giả sử chuyến bay châm và đường tắc không ảnh hưởng đến nhau trong bất cứ thời tiết nào. Quan sát cho thấy, khi thời tiết xấu có 80% chuyến bay bị chậm và khi thời tiết tốt chỉ có 30% bị chậm. Tương tự, tần suất tắc quốc lộ 1 khi thời tiết xấu là 30% và khi thời tiết tốt là 10%. Xác suất thời tiết xấu tại Việt nam là 20%.

a) Vẽ mạng Bayes và bảng xác suất điều kiện cho ví dụ này.

b) Tính xác suất $P(\neg A, X, C)$;

c) Tính xác suất $P(A|C)$

$$P(X) = 0,2$$

$$P(A|X) = 0,8$$

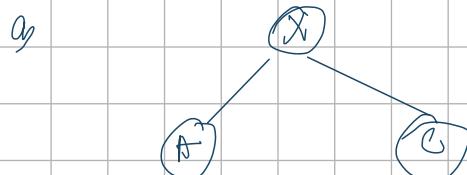
$$P(A|\neg X) = 0,3$$

$$P(C|X) = 0,8$$

$$P(C|\neg X) = 0,1$$

$$b) P(\neg A, X, C) = P(\neg A|X) \cdot P(C|X) \cdot P(X)$$

$$= (1-0,8) \cdot (0,3) \cdot 0,2 = 0,2 \cdot 0,3 \cdot 0,2 = 0,12$$



$$c) P(A|C) = \frac{P(A \cap C)}{P(C)} = \frac{P(A|C) \cdot P(C)}{P(C)} =$$

$$= \frac{P(A|X) \cdot P(C|X) \cdot P(X) + P(A|\neg X) \cdot P(C|\neg X) \cdot P(\neg X)}{P(C)} = \frac{0,8 \cdot 0,3 \cdot 0,2 + 0,3 \cdot 0,1 \cdot 0,8}{P(C)}$$

$$= \frac{0,048 + 0,024}{P(C)} = \frac{0,072}{P(C)}$$

$$\text{Nó là có! } P(X|C) + P(\neg X|C) = 1$$

$$\Leftrightarrow \frac{P(A).P(C|X)}{P(C)} + \frac{P(\neg A).P(C|\neg X)}{P(C)} = 1$$

$$\Rightarrow P(C) = P(X).P(C|X) + P(\neg X).P(C|\neg X)$$

$$= 0.2 \cdot 0.3 + 0.8 \cdot 0.1 = 0.06 + 0.08 = 0.14$$

$$\Rightarrow P(A|C) = \frac{0.072}{0.14} = 0.5143,$$

Câu 4 (3 điểm): Cho tập dữ liệu như bảng bên dưới, trong đó Chiều cao, Dân tộc, Tính tình là các thuộc tính, f là nhãn phân loại.

Số TT	f	Chiều cao	Dân tộc	Tính tình
1	+	Cao	Lào	Vui vẻ
2	+	Thấp	Việt	Vui vẻ
3	-	Cao	Việt	Ôn hòa
4	-	Thấp	Thái	Vui vẻ
5	-	Cao	Thái	Vui vẻ
6	-	Cao	Lào	Ôn hòa

21,4

Xây dựng cây quyết định sử dụng thuật toán ID3.

Chú ý: Trong trường hợp nhiều thuộc tính có cùng độ ưu tiên thì chọn theo thứ tự từ trái sang phải (Chiều cao, Dân tộc, Tính tình).

a. ID3 :

$$IG(S, A) = H(S) - \sum_{v \in A} \frac{|S_v|}{|S|} \cdot H(S_v)$$

$$H(S) = [2^1, 4^-] = -\frac{2}{6} \log_2 \frac{2}{6} - \frac{4}{6} \log_2 \frac{4}{6} \approx 0.9188$$

• $IG(S, \text{Chiều cao})$: value (Cao, Thấp)

$$H(S, \text{Cao}) = [1^+, 3^-] = 0.81127$$

$$H(S, \text{Thấp}) = [1^-, 1^-] = 1$$

$$\Rightarrow IG(S, \text{Chiều cao}) = 0.9183 - 0.81127 \cdot \frac{4}{6} - \frac{1}{6} = 0.5098$$

• $IG(S, \text{Dân tộc})$: value (Lào, Việt, Thái)

$$H(S, \text{Lào}) = [1^+, 1^-] = 1$$

$$H(S, \text{Thái}) = [0^+, 2^-] = 0$$

$$H(S, \text{Việt}) = [1^+, 1^-] = 1$$

$$\Rightarrow IG(S, \text{Dân tộc}) = 0.9183 - \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 2 = 0.2816$$

• $IG(S, \text{Tính tình})$: value (Vui vẻ, Ôn hòa)

$$H(S, \text{Vui vẻ}) = [1^+, 2^-] = 1 \Rightarrow IG(S, \text{f}) = 0.9183 - \frac{4}{6} = 0.2510$$

$$H(S, \text{Ôn hòa}) = [0, 2^-] = 0$$

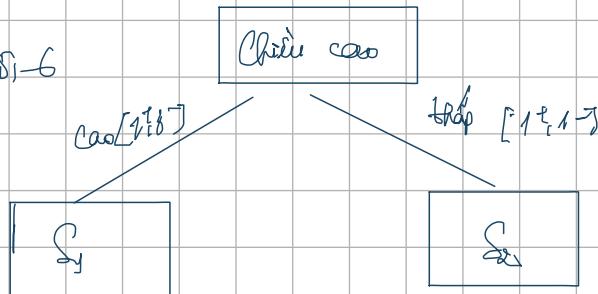
$$\left. \begin{array}{l} IG(S_1, Chieu cao) = 0,548 \\ IG(S_2, Dtoe) = 0,256 \end{array} \right\} \Rightarrow Nut goc lai chieu cao$$

$$IG(S_1, TT) = 0,2816$$

- Xét trên Chieu cao = cao tot D_{1,3}, S_{1,6}

→ thap tot: S_{1,4}

$\Rightarrow IG(S_1, A) \neq IG(S_2, A)$



- $IG(S_1, A)$

$$H(S_1) = [1^, 3^-] = 0,81127$$

$\Rightarrow IG(S_1, Dtoe) = \text{values (cao, uset, Thap)}$

$$H(S_1, \text{Lo}) = [1^, 1^-] = 1$$

$$H(S_1, \text{Us}) = [0^, 1^-] = 0$$

$$H(S_1, \text{Thap}) = [0^, 1^] = 0$$

$$\Rightarrow IG(S_1, Dtoe) = 0,81127 - \frac{1}{4} = 0,30127$$

$\Rightarrow IG(S_1, TT) = \text{values (nu we, san hoa)}$

$$H(S_1, \text{nu}) = [1^, 1^-] = 1$$

$$H(S_1, \text{sh}) = [0^, 2^-] = 0$$

$$\Rightarrow IG(S_1, TT) = 0,81127 - \frac{1}{2} = 0,31127$$

- $IG(S_2, A)$

$$H(S_2) = [1^, 1^-] = 1$$

$IG(S_2, Dtoe) = \text{value (U, Thap)}$

$$H(S_2, \text{Us}) = [1^, 0^-] = 0$$

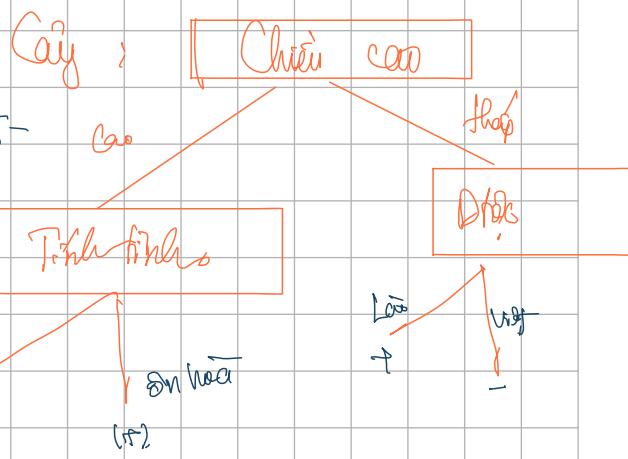
$$H(S_2, \text{Thap}) = [0^, 1^-] = 0$$

$$\Rightarrow IG(S_2, Dtoe) = 1$$

$IG(S_2, TT) = \text{value mixed } 2$

$$S = 1 - \frac{2}{4} = \frac{1}{2} = 0,5$$

$\Rightarrow S_2 : Dtoe$



Câu 4 (3 điểm): Cho tập dữ liệu như bảng bên dưới, trong đó Chiều cao, Dân tộc, Tính tình là các thuộc tính, f là nhãn phân loại.

Số TT	f	Chiều cao	Dân tộc	Tính tình
1	+	Cao	Lào	Vui vẻ
2	+	Thấp	Việt	Vui vẻ
3	-	Cao	Việt	Ôn hòa
4	-	Thấp	Thái	Vui vẻ
5	-	Cao	Thái	Vui vẻ
6	-	Cao	Lào	Ôn hòa

Xây dựng cây quyết định sử dụng thuật toán ID3.

Chú ý: Trong trường hợp nhiều thuộc tính có cùng độ ưu tiên thì chọn theo thứ tự từ trái sang phải (Chiều cao, Dân tộc, Tính tình).

Bayes: Chiều cao = Cao, Dân tộc = Việt, Tính tình = vui vẻ?

$$y = \arg \max_{C_j \in \{+, -\}} (P(\text{Chiều cao} = \text{Cao} | C_j) P(\text{Dân tộc} = \text{Việt} | C_j) P(\text{Tính tình} = \text{vui vẻ} | C_j)) \cdot P(C_j)$$

$$C_j (+) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{6} = \frac{1}{48} \rightarrow y \text{ mang nhãn dương.}$$

$$C_j (-) = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{6} = \frac{1}{192}$$

Câu 1 (2 điểm): Cho các mệnh đề sau dưới dạng ngôn ngữ tự nhiên và lôgic vị từ

- Trẻ em không biết lập trình. $\forall x(E(x) \Rightarrow \neg L(x))$

- Nam là trẻ em và Nam giỏi toán. $E(\text{Nam}) \wedge T(\text{Nam})$

- Những người học CNTT đều biết lập trình. $\forall x(C(x) \Rightarrow L(x))$

a) Viết các câu trên dưới dạng CNF (Conjunctive Normal Form) Tuyên

b) Viết câu truy vấn sau “Có những người giỏi toán không biết lập trình” dưới dạng lôgic và chứng minh câu truy vấn đúng sử dụng phép giải sử dụng cơ sở tri thức là các mệnh đề trên

$$(1) : \neg E(x) \wedge (\neg E(x) \Rightarrow \neg L(x))$$

$$\equiv \neg E(x) \Rightarrow \neg L(x)$$

$$(2) : E(\text{Nam}) \wedge T(\text{Nam}).$$

$$(3) : \neg \exists x (C(x) \Rightarrow \neg L(x))$$

$$\equiv \neg C(x) \Rightarrow L(x)$$

a) CNF:

$$(1) : \neg E(x) \wedge (\neg E(x) \Rightarrow \neg L(x))$$

$$\equiv \neg E(x) \vee \neg L(x) \quad ; \quad \neg \exists y (E(y) \vee \neg L(y))$$

$$(2) : \neg \exists x (E(x) \wedge T(x)) \quad ;$$

$$\neg E(x) \wedge \neg T(x)$$

$$(3) : \neg \exists x (C(x) \Rightarrow \neg L(x))$$

$$\equiv \neg C(x) \vee L(x) \quad ; \quad \neg \exists y (C(y) \vee L(y))$$

b, $\exists x \exists y T(x, y) \wedge \neg L(x)$

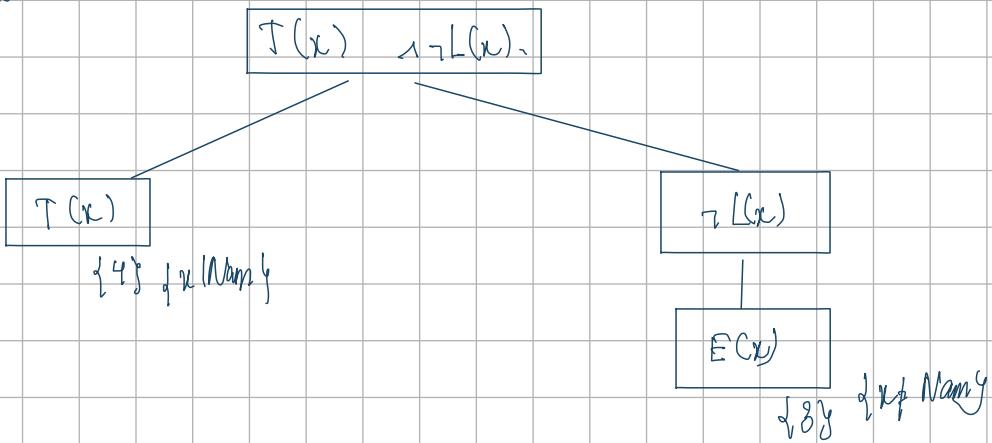
* Suy dien tiep: $\exists x \exists y T(x, y) \wedge \neg L(x)$
 (1): $E(y)$
 (2): $T(x)$

GMP: $\exists y T(y) \vdash \neg L(y), (5)$

Nhung doi vao: $(\exists y) T(y) \vdash \neg L(y)$

$\exists : \exists x (\exists y T(y)) \wedge \neg L(x) \rightarrow \text{ok}$

* Suy den hoi:



* Suy den: Prep giong:

$\exists x T(x) \neg L(x)$

(1): $\neg E(y) \vee \neg L(y)$

(2): $E(y)$

(3): $T(y)$

(4): $\neg C(y) \vee L(y)$,

PG: (1), (2) : $\neg L(y)$. (5)

NA va: (3), (5). $T(y) \neg L(y)$. (6)

NH theo day: (6) $\neg \exists y T(y) \neg L(y)$. - ok

* PG & PG: $\neg Q : \neg T(x) \vee L(x)$. (5)

PG (1), (2) : $\neg L(x)$ (6)

PG (3), (5) : $L(x)$ (7).

PG (6), (7) : False. - ok.

Câu 3 (3 điểm): Cho dữ liệu huấn luyện như trong bảng bên (f là nhãn phân loại).

- Hãy xác định nút gốc của cây quyết định sử dụng thuật toán ID3.
- Xác định nhãn cho ví dụ <Màu=đỏ, Hình=vuông, Cỡ=bé> bằng phương pháp Bayes đơn giản (chỉ rõ các xác suất điều kiện thành phần).

	Màu	Hình	CỠ	f
1	đỏ	vuông	to	+
2	xanh	vuông	to	+
3	đỏ	tròn	bé	-
4	vàng	vuông	bé	-
5	đỏ	tròn	to	+
6	vàng	vuông	to	-

áp ID3:

	Màu	Hình	CỠ	
Đỏ	Xanh Vàng	Vuông Tròn	To Bé	
+	2 1	2 2	3 0	≤ 3
-	1 0	2 2	1 1	≤ 2

$$IG(S, A) = H(S) - \sum_{v \in A} \frac{(S_v)}{|S|} \cdot H(S_v)$$

$$H(S) = 1.$$

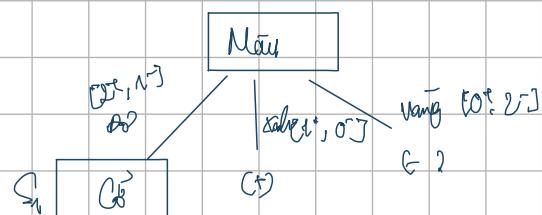
$$\Rightarrow IG(S, \text{Màu}) = 1 - 0.9183 \cdot \frac{3}{6} = 0.17085,$$

$$+ IG(S, \text{Hình}) = 1 - 1 \cdot \frac{4}{6} - 1 \cdot \frac{2}{6} = 0$$

$$\Rightarrow IG(S, \text{CỠ}) = 1 - \frac{1}{6} \cdot \underbrace{\left(\frac{3}{4} \log_2 \frac{3}{4} + \frac{1}{4} \log_2 \frac{1}{4} \right)}_{0.181127} = 0.459.$$

→ Màu là mốc gốc.

S_1 trên gốc: Màu = Đỏ tại cột đk: 1, 3, 5.



	Hình	CỠ	
+	Vuông Tròn	To Bé	
-	1 1	2 0	$\sum 0.9183$

$$H(S_1) = 0.9183.$$

$$IG(S_1, \text{Hình}) = 0.9183 \cdot \frac{2}{3} = 0.2516. \quad // \Rightarrow S_1 \geq \text{CỠ} \vee$$

$$IG(S_1, \text{CỠ}) = 0.9183$$

b) Mùa = đỏ , H₁ = nồng, C₀' = bé'.

$$y = \text{công max}_{q_{j1}, q_{j2}} P(\text{Mùa} = \text{đỏ} | q_j) \cdot P(\text{H₁ = nồng} | q_j) \cdot P(C_0' = \text{bé} | q_j) \cdot P(q_j).$$

$$\text{t₁} q_j (\#) = \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0, \frac{2}{3} = 0$$

$$q_j (\%) = \frac{1}{3} : \frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{2}{3} = \frac{2}{27}$$

$\Rightarrow y$ mang nhiều c₋₂

Câu 4 (3 điểm): Cho biết tỷ lệ sinh viên giỏi là 20% và tỷ lệ sinh viên chăm chỉ là 30%. Sinh viên giỏi và chăm chỉ thường được điểm cao trong thi học kỳ. Cụ thể, nếu vừa giỏi vừa chăm thì 90% sẽ được điểm cao; giỏi nhưng không chăm thì 70% sẽ được điểm cao; không giỏi nhưng chăm thì 60% sẽ được điểm cao; vừa không giỏi vừa không chăm thì 10% sẽ được điểm cao. Ngoài ra sinh viên chăm chỉ thường đi học sớm. Cụ thể 80% sinh viên chăm sẽ đi học sớm trong khi đó chỉ 30% sinh viên không chăm đi học sớm.

Ký hiệu các sự kiện sinh viên giỏi, chăm chỉ, được điểm cao, đi học sớm lần lượt là G, C, D, S.
a) Vẽ mạng Bayes và bảng xác suất điều kiện cho ví dụ này.

- b) Tính $P(G, \neg C, \neg D, S)$. 0.0116
c) Tính $P(C|D, S)$. 0.1584

$$P(G) = 0.2, \quad P(C) = 0.3$$

$$P(D|G, C) = 0.9$$

a)

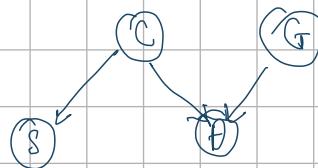
$$P(D| \neg G, C) = 0.7$$

$$P(D| G, \neg C) = 0.6$$

$$P(D| \neg G, \neg C) = 0.1$$

$$P(S|C) = 0.8$$

$$P(S|\neg C) = 0.3$$



P	G	C	D(D G, C)
T	T	T	0.9
T	F	F	0.7
F	T	F	0.6
F	F	F	0.1

P	C	P(S C)
T	T	0.8
F	F	0.3

$$\begin{aligned} \hookrightarrow P(G, \neg C, \neg D, S) &\rightarrow P(D, S, \neg C, G) = P(D|G, C) \cdot P(S|C) \cdot P(G) \cdot P(C) \\ &\rightarrow (1-0.8) \cdot 0.3 \cdot (1-0.3) \cdot 0.2 = 0.0116. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y \quad P(C|D, S) &\rightarrow \frac{P(C) \cdot P(D|S, C)}{P(D, S)} = \frac{P(C) \cdot P(D|C) \cdot P(S|C)}{P(D, S)} = \frac{0.3 \cdot P(D|C) \cdot 0.8}{P(D, S)} \\ &\rightarrow \frac{0.24 \cdot P(D|C)}{P(D, S)} \\ &\rightarrow \frac{0.24 \cdot P(D, C)}{P(C)} \end{aligned}$$

$$\text{ta có: } P(D|C) = \frac{P(D, C)}{P(C)} \rightarrow \frac{P(D, C \cap G) + P(D, C \cap \neg G)}{P(C)} = \frac{P(D, G)}{P(C)}$$

$$P(A, B) = P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B)$$

$$P(D|C), \quad 2 \quad P(D|C, G) \cdot P(G) + P(D|C, \neg G) \cdot P(\neg G),$$

P(G)

$$2 \quad P(D|C, G) \cdot P(G) \rightarrow P(D|G, \neg G) P(G)$$

$$2 \quad 0.9 \cdot 0.2 + 0.6 \cdot 0.8 = 0.66$$

$$+, P(D, S) = P(D, S, C, G) + P(D, S, \neg C, \neg G)$$

$$2 \quad P(D|C, G) \cdot P(S|C) \cdot P(C) \cdot P(G) + P(D|\neg C, \neg G) \cdot P(S|\neg C) \cdot P(\neg G) \cdot P(\neg G)$$

$$2 \quad 0.9 \cdot 0.8 \cdot 0.3 - 0.2 + 0.1 \cdot 0.3 = 0.8 \cdot 0.71$$

$$\Rightarrow 0.06.$$

$$\rightarrow P(C|D, S) \Rightarrow \frac{0.24 \cdot 0.56}{0.06} \quad 2$$