

به نام خدا



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
( پلی تکنیک تهران )

دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

پاسخنامه تمرین سری نهم مبانی و کاربردهای هوش مصنوعی

«فصل هفتم و هشتم»

۱- درستی رابطه هم‌ارزی و صحیح بودن (valid)، ارضاپذیری (satisfiable)، ارضا ناپذیری (unsatisfiable) جمله های دیگر را استدلال کنید.

1.  $((A \Rightarrow C) \wedge (B \Rightarrow C)) \equiv C \vee (\neg A \wedge \neg B)$
2.  $(A \vee B) \wedge \neg B \Leftrightarrow A$
3.  $A \wedge (\neg A \vee \neg B) \wedge B \wedge (A \vee B)$
4.  $(A \wedge \neg B \wedge \neg C) \vee (\neg A \wedge B \wedge \neg C)$

پاسخ

1.  $((A \Rightarrow C) \wedge (B \Rightarrow C)) \equiv (\neg A \vee C) \wedge (\neg B \vee C) \equiv C \vee (\neg A \wedge \neg B)$
2.  $(A \vee B) \wedge \neg B \Leftrightarrow A \equiv (A \wedge \neg B) \vee (B \wedge \neg B) \Leftrightarrow A \equiv (A \wedge \neg B) \Leftrightarrow A \rightarrow \text{satisfiable}$

A	B	$\neg B$	$A \wedge \neg B$	$(A \wedge \neg B) \Leftrightarrow A$
False	False	True	False	True
False	True	False	False	True
True	False	True	True	True
True	True	False	False	False

3.  $A \wedge (\neg A \vee \neg B) \wedge B \wedge (A \vee B) \equiv (A \wedge B) \wedge \neg(A \wedge B) \wedge (A \vee B) \equiv \text{False} \wedge (A \vee B) \equiv \text{False} \rightarrow \text{unsatisfiable}$
4.  $(A \wedge \neg B \wedge \neg C) \vee (\neg A \wedge B \wedge \neg C) \rightarrow \text{satisfiable}$   
 If  $A=\text{True}, B=\text{True}, C=\text{True} \rightarrow \text{false}$   
 If  $A=\text{True}, B=\text{False}, C=\text{False} \rightarrow \text{True}$

۲- با استفاده از الگوریتم زنجیره‌ای روبه جلو (forward chaining) بررسی کنید که آیا P در پایگاه دانش زیر صحیح

است یا خیر؟

- a.  $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$
- b.  $M \wedge N \Rightarrow P$
- c.  $M \wedge L \Rightarrow Q$
- d.  $Q \wedge A \Rightarrow R$
- e.  $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$
- f.  $D \wedge H \Rightarrow A$
- g.  $B \Rightarrow D$
- h.  $L \Rightarrow B$
- i. L
- j. H

پاسخ)

Agenda = {L, H}

inferred = {False, False, False, False, False, False, False, False, False, False}

L      H      B      D      A      M      Q      R      N      p

- |  |  |
|--|--|
| a. $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$ | Count( $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$ ) = 3 |
| b. $M \wedge N \Rightarrow P$          | Count( $M \wedge N \Rightarrow P$ ) = 2          |
| c. $M \wedge L \Rightarrow Q$          | Count( $M \wedge L \Rightarrow Q$ ) = 2          |
| d. $Q \wedge A \Rightarrow R$          | Count( $Q \wedge A \Rightarrow R$ ) = 2          |
| e. $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$ | Count( $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$ ) = 3 |
| f. $D \wedge H \Rightarrow A$          | Count( $D \wedge H \Rightarrow A$ ) = 2          |
| g. $B \Rightarrow D$                   | Count( $B \Rightarrow D$ ) = 1                   |
| h. $L \Rightarrow B$                   | Count( $L \Rightarrow B$ ) = 1                   |
| i. L                                   | L  |
| j. H                                   | H  |

Agenda = {H ,B}

inferred = {True, False, False, False, False, False, False, False, False, False}

L      H      B      D      A      M      Q      R      N      p

- a.  $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$       Count( $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$ ) = 2
- b.  $M \wedge N \Rightarrow P$       Count( $M \wedge N \Rightarrow P$ ) = 2
- c.  $M \wedge L \Rightarrow Q$       Count( $M \wedge L \Rightarrow Q$ ) = 1
- d.  $Q \wedge A \Rightarrow R$       Count( $Q \wedge A \Rightarrow R$ ) = 2
- e.  $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$       Count( $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$ ) = 3
- f.  $D \wedge H \Rightarrow A$       Count( $D \wedge H \Rightarrow A$ ) = 2
- g.  $B \Rightarrow D$       Count( $B \Rightarrow D$ ) = 1
- h.  $L \Rightarrow B$       Count( $L \Rightarrow B$ ) = 0
- i. L      L
- j. H      H

Agenda = {B}

inferred = {True, True, False, False, False, False, False, False, False, False}

L      H      B      D      A      M      Q      R      N      P

- a.  $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$       Count( $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$ ) = 2
- b.  $M \wedge N \Rightarrow P$       Count( $M \wedge N \Rightarrow P$ ) = 2
- c.  $M \wedge L \Rightarrow Q$       Count( $M \wedge L \Rightarrow Q$ ) = 1
- d.  $Q \wedge A \Rightarrow R$       Count( $Q \wedge A \Rightarrow R$ ) = 2
- e.  $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$       Count( $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$ ) = 3
- f.  $D \wedge H \Rightarrow A$       Count( $D \wedge H \Rightarrow A$ ) = 1
- g.  $B \Rightarrow D$       Count( $B \Rightarrow D$ ) = 1
- h.  $L \Rightarrow B$       Count( $L \Rightarrow B$ ) = 0
- i. L      L
- j. H      H

Agenda = {D}

inferred = {True, True, True, False, False, False, False, False, False, False}

L H B D A M Q R N P

a.  $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$  Count( $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$ ) = 2

b.  $M \wedge N \Rightarrow P$  Count( $M \wedge N \Rightarrow P$ ) = 2

c.  $M \wedge L \Rightarrow Q$  Count( $M \wedge L \Rightarrow Q$ ) = 1

d.  $Q \wedge A \Rightarrow R$  Count( $Q \wedge A \Rightarrow R$ ) = 2

e.  $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$  Count( $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$ ) = 2

f.  $D \wedge H \Rightarrow A$  Count( $D \wedge H \Rightarrow A$ ) = 1

g.  $B \Rightarrow D$  Count( $B \Rightarrow D$ ) = 0

h.  $L \Rightarrow B$  Count( $L \Rightarrow B$ ) = 0

i. L L

j. H H

Agenda = {A}

inferred = {True, True, True, True, False, False, False, False, False, False}

L H B D A M Q R N P

a.  $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$  Count( $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$ ) = 1

b.  $M \wedge N \Rightarrow P$  Count( $M \wedge N \Rightarrow P$ ) = 2

c.  $M \wedge L \Rightarrow Q$  Count( $M \wedge L \Rightarrow Q$ ) = 1

d.  $Q \wedge A \Rightarrow R$  Count( $Q \wedge A \Rightarrow R$ ) = 2

e.  $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$  Count( $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$ ) = 1

f.  $D \wedge H \Rightarrow A$  Count( $D \wedge H \Rightarrow A$ ) = 0

g.  $B \Rightarrow D$  Count( $B \Rightarrow D$ ) = 0

h.  $L \Rightarrow B$  Count( $L \Rightarrow B$ ) = 0

i. L L

j. H H

Agenda = {M}

inferred = {True, True, True, True, True, False, False, False, False, False}

L H B D A M Q R N P

a.  $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$  Count( $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$ ) = 1

b.  $M \wedge N \Rightarrow P$  Count( $M \wedge N \Rightarrow P$ ) = 2

c.  $M \wedge L \Rightarrow Q$  Count( $M \wedge L \Rightarrow Q$ ) = 1

d.  $Q \wedge A \Rightarrow R$  Count( $Q \wedge A \Rightarrow R$ ) = 1

e.  $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$  Count( $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$ ) = 0

f.  $D \wedge H \Rightarrow A$  Count( $D \wedge H \Rightarrow A$ ) = 0

g.  $B \Rightarrow D$  Count( $B \Rightarrow D$ ) = 0

h.  $L \Rightarrow B$  Count( $L \Rightarrow B$ ) = 0

i. L L

j. H H

Agenda = {Q}

inferred = {True, True, True, True, True, True, False, False, False, False}

L H B D A M Q R N P

a.  $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$  Count( $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$ ) = 1

b.  $M \wedge N \Rightarrow P$  Count( $M \wedge N \Rightarrow P$ ) = 1

c.  $M \wedge L \Rightarrow Q$  Count( $M \wedge L \Rightarrow Q$ ) = 0

d.  $Q \wedge A \Rightarrow R$  Count( $Q \wedge A \Rightarrow R$ ) = 1

e.  $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$  Count( $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$ ) = 0

f.  $D \wedge H \Rightarrow A$  Count( $D \wedge H \Rightarrow A$ ) = 0

g.  $B \Rightarrow D$  Count( $B \Rightarrow D$ ) = 0

h.  $L \Rightarrow B$  Count( $L \Rightarrow B$ ) = 0

i. L L

j. H H

Agenda = {R}

inferred = {True, True, True, True, True, True, True, False, False, False}

L H B D A M Q R N P

a.  $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$  Count( $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$ ) = 1

b.  $M \wedge N \Rightarrow P$  Count( $M \wedge N \Rightarrow P$ ) = 1

c.  $M \wedge L \Rightarrow Q$  Count( $M \wedge L \Rightarrow Q$ ) = 0

d.  $Q \wedge A \Rightarrow R$  Count( $Q \wedge A \Rightarrow R$ ) = 0

e.  $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$  Count( $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$ ) = 0

f.  $D \wedge H \Rightarrow A$  Count( $D \wedge H \Rightarrow A$ ) = 0

g.  $B \Rightarrow D$  Count( $B \Rightarrow D$ ) = 0

h.  $L \Rightarrow B$  Count( $L \Rightarrow B$ ) = 0

i. L L

j. H H

Agenda = {N}

inferred = {True, True, True, True, True, True, True, True, False, False}

L H B D A M Q R N P

a.  $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$  Count( $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$ ) = 0

b.  $M \wedge N \Rightarrow P$  Count( $M \wedge N \Rightarrow P$ ) = 1

c.  $M \wedge L \Rightarrow Q$  Count( $M \wedge L \Rightarrow Q$ ) = 0

d.  $Q \wedge A \Rightarrow R$  Count( $Q \wedge A \Rightarrow R$ ) = 0

e.  $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$  Count( $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$ ) = 0

f.  $D \wedge H \Rightarrow A$  Count( $D \wedge H \Rightarrow A$ ) = 0

g.  $B \Rightarrow D$  Count( $B \Rightarrow D$ ) = 0

h.  $L \Rightarrow B$  Count( $L \Rightarrow B$ ) = 0

i. L L

j. H H

Agenda = {P}

inferred = {True, True, True, True, True, True, True, True, True, True, False}

L H B D A M Q R N P

a.  $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$  Count( $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$ ) = 0

b.  $M \wedge N \Rightarrow P$  Count( $M \wedge N \Rightarrow P$ ) = 0

c.  $M \wedge L \Rightarrow Q$  Count( $M \wedge L \Rightarrow Q$ ) = 0

d.  $Q \wedge A \Rightarrow R$  Count( $Q \wedge A \Rightarrow R$ ) = 0

e.  $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$  Count( $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$ ) = 0

f.  $D \wedge H \Rightarrow A$  Count( $D \wedge H \Rightarrow A$ ) = 0

g.  $B \Rightarrow D$  Count( $B \Rightarrow D$ ) = 0

h.  $L \Rightarrow B$  Count( $L \Rightarrow B$ ) = 0

i. L L

j. H H

Agenda = {}

inferred = {True, True, True, True, True, True, True, True, True, True, True}

L H B D A M Q R N P

k.  $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$  Count( $R \wedge D \wedge L \Rightarrow N$ ) = 0

l.  $M \wedge N \Rightarrow P$  Count( $M \wedge N \Rightarrow P$ ) = 0

m.  $M \wedge L \Rightarrow Q$  Count( $M \wedge L \Rightarrow Q$ ) = 0

n.  $Q \wedge A \Rightarrow R$  Count( $Q \wedge A \Rightarrow R$ ) = 0

o.  $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$  Count( $B \wedge D \wedge A \Rightarrow M$ ) = 0

p.  $D \wedge H \Rightarrow A$  Count( $D \wedge H \Rightarrow A$ ) = 0

q.  $B \Rightarrow D$  Count( $B \Rightarrow D$ ) = 0

r.  $L \Rightarrow B$  Count( $L \Rightarrow B$ ) = 0

s. L L

t. H H

بنابراین P در این پایگاه دانش درست می‌باشد.



۳- با استفاده از الگوریتم DPLL بررسی کنید که آیا Q در پایگاه دانش زیر صحیح است یا خیر؟

- a.  $L \Leftrightarrow Q \vee P$
- b.  $M \wedge N \Rightarrow L$
- c.  $N \vee H$
- d.  $A \Rightarrow \neg H$
- e.  $\neg P \vee H$
- f.  $A \wedge M$

پاسخ) ابتدا جملات را به فرم CNF در می آوریم.

- a.  $L \Leftrightarrow Q \vee P \equiv (L \Rightarrow Q \vee P) \wedge (Q \vee P \Rightarrow L)$   
 $\equiv (\neg L \vee Q \vee P) \wedge ((\neg Q \wedge \neg P) \vee L)$   
 $\equiv (\neg L \vee Q \vee P) \wedge (\neg Q \vee L) \wedge (\neg P \vee L)$
- b.  $M \wedge N \Rightarrow L \equiv (\neg M \vee \neg N \vee L)$
- c.  $N \vee H$
- d.  $A \Rightarrow \neg H \equiv \neg A \vee \neg H$
- e.  $\neg P \vee H$
- f.  $A \wedge M$

	$\neg Q$	$(\neg L \vee Q \vee P)$	$(\neg Q \vee L)$	$(\neg P \vee L)$	$(\neg M \vee \neg N \vee L)$	$N \vee H$	$\neg A \vee \neg H$	$\neg P \vee H$	$A \wedge M$
A = true							$\neg H$		
H = false						N	true	$\neg P$	M
M = true					$\neg N \vee L$				true
P = false		$\neg L \vee Q$		true				true	
L = true		Q	true		true				
Q = true	false								

بنابراین Q در این پایگاه دانش درست می باشد. زیرا همواره  $KB \wedge \neg Q$  ارضا پذیر است.

۴- معادل منطق مرتبه اول جملات زیر و معنی عبارات منطقی را بنویسید.

a. علی تمامی غذا های تند را جز آن هایی که شامل ادویه کاری هستند، دوست دارد.

b. در کلاس A حداقل یک نفر وجود دارد که درس ساختمان داده را پاس کرده است. اما هیچ یک درس هوش مصنوعی را پاس نکرده اند.

c. در دانشکده کامپیوتر دانشگاه امیرکبیر، استادی که درس X را ارائه می دهد از تمامی اساتید دانشکده های دیگر، سخت گیرتر است.

d.  $\neg \exists x \text{ Song}(x) \wedge \text{Sings}(\text{james}, x) \wedge \neg \text{Likes}(\text{Ali}, x)$

e.  $\exists x \forall y \text{ Friend}(x, y) \wedge \text{Calls}(x, y) \wedge \text{IsSad}(x)$

پاسخ)

a.  $\forall x \text{ Food}(x) \wedge \text{Spicy}(x) \wedge \neg \text{Contains}(x, \text{curry}) \Rightarrow \text{Likes}(\text{Ali}, x)$

b.  $[\exists x \text{ In}(x, A) \wedge \text{Passed}(x, \text{DS})] \wedge [\forall x \text{ In}(x, A) \Rightarrow \neg \text{Passed}(x, \text{AI})]$

c.  $[\exists p1, d1 \text{ Professor}(p1) \wedge \text{Department}(d1) \wedge \text{InUniversity}(d1, \text{AUT}) \wedge d1 = \text{Computer} \wedge \text{InDepartment}(p1, d1) \wedge \text{Teaches}(p1, X)] \wedge$   
 $[\forall p2, d2 \text{ Professor}(p2) \wedge p1 \neq p2 \wedge \text{Department}(d2) \wedge$   
 $\text{InUniversity}(d2, \text{AUT}) \wedge d2 \neq \text{Computer} \wedge \text{InDepartment}(p2, d2)] \Rightarrow$   
 $\text{ST}(p1, p2)$

d. آهنگی وجود ندارد که james خوانده باشد و علی دوست نداشته باشد.

e. فردی وجود دارد که با همه ی دوستانش تماس می گیرد و ناراحت است.