

QUARTA LISTA DE EXERCÍCIOS
INTRODUÇÃO À INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
QUARTO ANO – SISTEMAS DE INFORMAÇÃO - UEMS
PROFESSORA MERCEDES GONZALES MÁRQUEZ

LÓGICA PROPOSICIONAL

1. Considerando que conhece a conjunção, disjunção, implicação e negação.
Defina
 - (a) Consequência lógica
 - (b) Eliminação da implicação
 - (c) Eliminação do bicondicional
 - (d) Leis de De Morgan
 - (e) Dupla negação
 - (f) As regras de inferência: Modus Ponens, Eliminação do E, Introdução do E, Contraposição.
2. Explique os seguintes conceitos de lógica do Cálculo Proposicional:
 - (a). fórmula satisfatível
 - (b). fórmula válida
 - (c). contradição
 - (d). tautologia
 - (e). consequência lógica
 - (f). Literal e Literal Complementar
 - (g). Cláusula e Cláusula Unitária
 - (h). Resolução Unitária
 - (i). Regra completa de resolução
 - (h). Forma Normal Conjuntiva
3. Como os conceitos de consequência lógica e de contradição estão relacionados?
4. Fale da prova por resolução.
4. Como os conceitos de consequência lógica e de satisfatibilidade estão relacionados?
5. Use tabela-verdade para verificar a validade dos argumentos a seguir:
 - (a) Se neva, então faz frio.
Não está nevando.
Logo, não está frio.
 - (b) Se eu durmo tarde, não acordo cedo.
Acordo cedo.
Logo, não durmo tarde.
 - (c) Gosto de dançar ou cantar.

Não gosto de dançar.
Logo, gosto de cantar.

6. Use tabela-verdade para verificar a validade do argumento a seguir:

Se o time joga bem, então ganha o campeonato.

Se o time não joga bem, então o técnico é culpado.

Se o time ganha o campeonato, então os torcedores ficam contentes.

Os torcedores não estão contentes.

Logo, o técnico é culpado.

Formalização: $\{j \rightarrow g, \neg j \rightarrow t, g \rightarrow c, \neg c\} \models t$

7. Prove por resolução o exercício 6)

8. Prove por resolução o seguinte:

Sócrates está disposto a visitar Platão ou não?

Se Platão está disposto a visitar Sócrates, então Sócrates está disposto a visitar Platão. Por outro lado, se Sócrates está disposto a visitar Platão, então Platão não está disposto a visitar Sócrates; mas se Sócrates não está disposto a visitar Platão, então Platão está disposto a visitar Sócrates.

Vocabulário:

p : “Platão está disposto a visitar Sócrates”

s : “Sócrates está disposto a visitar Platão”

Formalização: $\{p \rightarrow s, (s \rightarrow \neg p) \wedge (\neg s \rightarrow p)\}$

9. Converta as seguintes fórmulas para a Forma Normal Conjuntiva:

1. $(A \rightarrow (A \rightarrow A)) \rightarrow (\bar{A} \rightarrow A)$
2. $B \rightarrow \neg \neg B$
3. $(\neg A) \rightarrow (A \rightarrow B)$
4. $(\neg B \rightarrow \neg A) \rightarrow (A \rightarrow B)$
5. $(A \rightarrow B) \rightarrow (\neg B \rightarrow \neg A)$
6. $A \rightarrow (\neg B \rightarrow \neg(A \rightarrow B))$
7. $(A \rightarrow B) \rightarrow ((\neg A \rightarrow B) \rightarrow B)$
8. $A \rightarrow (C \rightarrow (A \vee B))$
9. $(A \vee B) \rightarrow ((A \rightarrow C) \rightarrow ((B \rightarrow C) \rightarrow (C \vee D)))$
10. $(\neg \neg B) \rightarrow (A \rightarrow (B \rightarrow A))$

10. Explique como funciona o Algoritmo de Backtracking (Retrocesso) Completo de Davis-Putnam. Explique cada uma de suas heurísticas:

- Terminação prematura
- Heurística de símbolo puro
- Heurística de cláusula unitária.

11. Seja a fórmula na FNC que contém as cláusulas:

1. p_1
2. $\neg p_1 \vee \neg p_2$
3. $p_1 \vee q_1$
4. $p_1 \vee r$
5. $\neg p_1 \vee \neg q_1 \vee r$
6. $\neg p_2 \vee \neg r$
7. $p_2 \vee \neg q_1 \vee q_2$
8. $q_1 \vee q_3$

Aplice o algoritmo DPLL tendo como entrada essa fórmula.

12. Considere a seguinte fórmula booleana em Forma Normal Conjuntiva (CNF):

$$F = (A \vee B) \wedge (\neg A \vee C) \wedge (\neg B \vee D) \wedge (\neg C \vee \neg D)$$

Aplice o algoritmo DPLL padrão para determinar se a fórmula é satisfatível ou insatisfatível. Mostre toda a árvore de decisão, detalhando graficamente ou em texto.

13. Dada a fórmula CNF abaixo:

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

Identifique as cláusulas unitárias iniciais e execute a Propagação Unitária passo a passo até que não haja mais cláusulas unitárias. No conjunto restante, identifique se existe algum Literal Puro (uma variável que aparece apenas de forma positiva ou apenas de forma negativa em toda a fórmula) e aplique a regra correspondente. Determine os valores lógicos atribuídos até aqui e a fórmula resultante.

14. O Encerramento Antecipado é uma regra essencial no DPLL para evitar computações desnecessárias, permitindo avaliar a satisfatibilidade antes mesmo de atribuir valores a todas as variáveis. Considere a fórmula CNF com as variáveis

$$\{A, B, C, D, E\}: F = (A \vee B) \wedge (\neg A \vee C) \wedge (D \vee \neg E)$$

Imagine que o algoritmo iniciou escolhendo as atribuições $A = \text{Verdadeiro}$ e $C = \text{Verdadeiro}$.

Explique como o princípio do encerramento antecipado pode ser aplicado na cláusula $(A \vee B)$ e na cláusula $(\neg A \vee C)$. Se a fórmula simplificada restante contiver uma cláusula que já se tornou falsa (conflito) ou se todas as cláusulas originais já forem verdadeiras, como o algoritmo se comporta sem precisar testar as variáveis restantes (D e E)?

15. Dada a fórmula CNF abaixo:

$$F = (A \vee B) \wedge (A \vee \neg B) \wedge (\neg A \vee C) \wedge (\neg A \vee \neg C)$$

Simule a execução do DPLL passo a passo começando pela decisão de ramificação $A = \text{Verdadeiro}$. Mostre como as propagações unitárias subsequentes geram uma cláusula vazia (conflito). Demonstre o processo de backtracking (retorno) mudando a decisão para $A = \text{Falso}$ e descreva o novo conflito gerado. Conclua se a fórmula é satisfatível ou insatisfatível com base no esgotamento da árvore de busca.

16. Relação entre DPLL e o Método de Resolução

O algoritmo DPLL pode ser formalmente visto como um sistema de prova que combina busca com passos de dedução lógica equivalentes à Resolução Proposicional.

Explique sucintamente:

De que forma o encontro de uma cláusula vazia (conflito) durante as atribuições e propagações do DPLL se correlaciona diretamente com o princípio de refutação por Resolução. Como a regra do Literal Puro simplifica a busca sem a necessidade de gerar novas cláusulas resolventes.