

Verificação Formal de Software - Exercícios

Diagramas de decisão ordenados (OBDDs) e verificação simbólica de modelos para o CTL

1. Para cada uma das funções Booleanas indicadas a seguir, determina os OBDD's reduzidos, para as ordens $[x, y, z]$ e $[z, y, x]$ respectivamente. Para isso determina primeiro a árvore de decisão binária correspondente e em seguida aplica o algoritmo REDUCE.

x	y	z	$f(x, y, z)$
1	1	1	0
1	1	0	1
1	0	1	1
(a) 1	0	0	0
0	1	1	0
0	1	0	1
0	0	1	0
0	0	0	1

(b) $f(x, y, z) = x \cdot (y + \bar{z})$.

2. Considera as funções $f(x, y) = x + y$, $g(x, y) = \bar{x} \cdot \bar{y}$ e $h(x, y, z) = x \cdot y + \bar{z} \cdot \bar{x}$.
- (a) Determina os OBDD's reduzidos correspondentes B_f , B_g e B_h para a ordem $[x, y, z]$.
 - (b) Determina $B_{\bar{f}}$.
 - (c) Determina B_{f+g} aplicando para isso o algoritmo **apply** a B_f e B_g e reduzindo em seguida.
 - (d) Determina $B_{\exists y h}$ e $B_{\forall y h}$.
3. Considera o modelo $\mathcal{M} = (S = \{s_0, s_1, s_2, s_3\}, \{s_0 \rightarrow s_2, s_0 \rightarrow s_1, s_1 \rightarrow s_1, s_1 \rightarrow s_2, s_1 \rightarrow s_3, s_2 \rightarrow s_0, s_2 \rightarrow s_1, s_2 \rightarrow s_2, s_3 \rightarrow s_0, s_3 \rightarrow s_3\}, L(s_0) = \{x_1, x_2\}, L(s_1) = \{x_1\}, L(s_2) = \{\}, L(s_3) = \{x_2\})$.
- (a) Utilizando a ordem $[x_1, x_2]$, determina OBDD's para representar os conjuntos de estados $\{s_0, s_1\}$ e $\{s_0, s_2\}$.
 - (b) Determina a tabela de verdade para a relação de transição utilizando a ordem $[x_1, x'_1, x_2, x'_2]$.
 - (c) Desenha o OBDD para a relação de transição (utilizando a ordem da alínea anterior).
 - (d) Aplica o algoritmo de etiquetagem (adaptado à representação por OBDD's e utilizando a ordem $[x_1, x_2]$) ao modelo \mathcal{M} , para determinar os conjuntos de estados onde se verificam respectivamente as fórmulas seguintes.
 - $EX x_2$;
 - $AG (x_1 \vee x_2)$;
 - $E (x_2 U x_1)$.