

INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Códigos: INFORMÁTICA DE SISTEMAS

Código carrera: 40 Código asignatura: 209

Junio 1998-99, 1ª Semana, DURACIÓN: 2 HORAS,

Material permitido: NINGUNO

Nota Importante: debe responderse a cada una de las preguntas en hojas distintas.

1. Partiendo de los siguientes datos:

- Sumador:

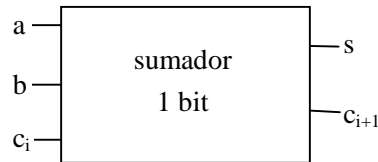
$$s = a \oplus b \oplus c_i$$

$$c_{i+1} = (a + b) \cdot c_i + a \cdot b$$

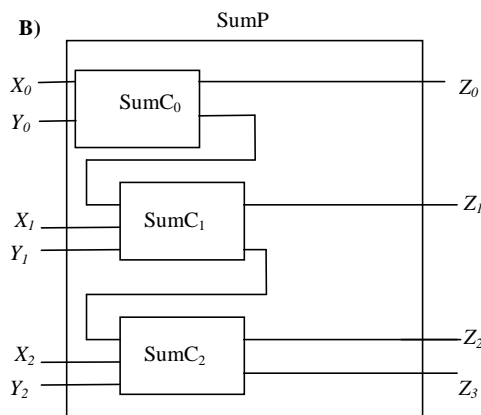
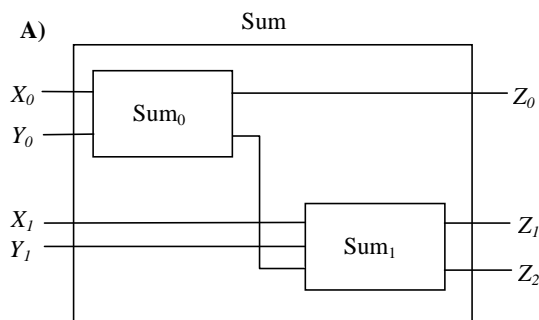
- Semisumador ($c_i=0$):

$$s = a \oplus b$$

$$c = a \cdot b$$



Siendo " \oplus " el símbolo de la función "or exclusivo", "+" la función "or" y "." la función "and". Considerando que la estructura de un sumador completo a partir de dos semisumadores es la que se muestra en la figura A).



y suponiendo que las conexiones de los diferentes componentes del sumador completo entre sí en lógica de predicados se representan mediante sentencias como:

conexión(e(1, Sum), e(1, Sum₀))

conexión(s(3, Sum), s(2, Sum₁))

donde e(1, Sum) es la entrada primera del sumador Sum y s(2, Sum) es la salida segunda del semisumador Sum₁.

Codificar en lógica de primer orden la base de conocimientos de un *sumador paralelo con acarreo* serie formado por tres sumadores completos. Este tipo de sumadores se caracterizan porque los números se suman en paralelo gracias a que los acarreos producidos por cada pareja de bits del mismo peso se introduce como tercera entrada en el sumador completo correspondiente a la pareja de bits de orden inmediato superior. Para realizar este sumador deben seguirse las conexiones indicadas en la figura B) adjunta.

También se pide definir las reglas que permiten implementar las funciones del sumador y del semisumador. Finalmente, se solicita verificar que el sumador paralelo funciona correctamente partiendo de los datos siguientes: $\{X_0=0, Y_0=1, X_1=1, Y_1=0, X_2=1, Y_2=1\}$. Para ello se debe completar la evolución de la base de hechos a lo largo del proceso de inferencia, indicando las reglas de inferencia aplicadas y el resultado final del proceso.

➤ SOLUCIÓN DEL PRIMER EJERCICIO:

¿Qué pretende este problema? La labor que hay que realizar consiste en representar parte del conocimiento correspondiente al dominio de circuitos digitales mediante lógica de primer orden.

a) Primero, aunque no lo piden expresamente en el ejercicio, se puede representar cuáles son los componentes que aparecen en el sumador de 2 bits (figura A)) y cómo están

interconectados. En total hay 3 componentes: el propio sumador de 2 bits, un sumador de 1 bit y un semisumador.

1. sumador2bit(Sum)
2. semisumador(Sum₀)
3. sumador1bit(Sum₁)

Por otra parte, existen 8 conexiones entre los 3 componentes anteriores:

4. conexión(e(1, Sum), e(1, Sum₀))
5. conexión(e(2, Sum), e(2, Sum₀))
6. conexión(e(3, Sum), e(1, Sum₁))
7. conexión(e(4, Sum), e(2, Sum₁))
8. conexión(s(1, Sum), s(1, Sum₀))
9. conexión(s(2, Sum), s(1, Sum₁))
10. conexión(s(3, Sum), s(2, Sum₁))
11. conexión(s(2, Sum₀), e(3, Sum₁))

donde, por ejemplo, “conexión(s(2, Sum₀), e(3, Sum₁))” significa que la salida segunda del semisumador Sum₀ y la entrada tercera del sumador Sum₁ están conectadas.

b) En segundo lugar, para responder a la primera pregunta del ejercicio, habrá que representar cuáles son los componentes que aparecen en el *sumador paralelo con acarreo* serie formado por tres sumadores completos (figura B) y cómo están interconectados. En total hay 4 componentes: el propio sumador de 3 bits (SumP), dos sumadores de 1 bit (SumC₁ y SumC₂) y un sumador de 1 bit (SumC₀) con la entrada de acarreo inhabilitada (no hay etapa anterior, luego c₀₋₁ = 0), que equivale a un semisumador (ver figura A).

12. sumador3bit(SumP)
13. semisumador(SumC₀)
14. sumador1bit(SumC₁)
15. sumador1bit(SumC₂)

Por otra parte, existen 12 conexiones entre los 4 componentes anteriores:

16. conexión(e(1, SumP), e(1, SumC₀))
17. conexión(e(2, SumP), e(2, SumC₀))
18. conexión(e(3, SumP), e(1, SumC₁))
19. conexión(e(4, SumP), e(2, SumC₁))
20. conexión(e(5, SumP), e(1, SumC₂))
21. conexión(e(6, SumP), e(2, SumC₂))
22. conexión(s(1, SumP), s(1, SumC₀))
23. conexión(s(2, SumP), s(1, SumC₁))
24. conexión(s(3, SumP), s(1, SumC₂))
25. conexión(s(4, SumP), s(2, SumC₂))
26. conexión(s(2, SumC₀), e(3, SumC₁))
27. conexión(s(2, SumC₁), e(3, SumC₂))

Inicialmente la base de hechos consta de los siguientes datos (entradas al sumador):

28. e(2, SumP)
29. e(3, SumP)
30. e(5, SumP)
31. e(6, SumP)

que en simbolismo lógico quedaría del siguiente modo:

32. $\forall x, y ((x \wedge \neg y) \vee (\neg x \wedge y)) \Rightarrow \text{xor}(x, y)$
33. $\forall x ((\text{semisumador}(x) \wedge e(1, x) \wedge e(2, x)) \Rightarrow s(2, x))$
34. $\forall x ((\text{semisumador}(x) \wedge \text{xor}(e(1, x), e(2, x))) \Rightarrow s(1, x))$
35. $\forall x (\text{sumador1bit}(x) \wedge \text{xor}(e(1, x), \text{xor}(e(2, x), e(3, x)))) \Rightarrow s(1, x))$
36. $\forall x (\text{sumador1bit}(x) \wedge (((e(1, x) \vee e(2, x)) \wedge e(3, x)) \vee (e(1, x) \wedge e(2, x)))) \Rightarrow s(2, x)$

Finalmente, la propagación de los valores lógicos a través de las conexiones queda regida por la siguiente regla:

$$37. \forall x, y (conexión(x, y) \wedge x) \Rightarrow y)$$

b) Como lo que realmente interesa es conocer los valores lógicos que van apareciendo en las conexiones a lo largo del proceso de inferencia, se va a hacer referencia únicamente a estos valores en la base de hechos. En cada paso se mencionará qué reglas pueden ser aplicadas y cuáles son los nuevos hechos que van a ser inferidos. El proceso completo de inferencia se resume en la figura 1:

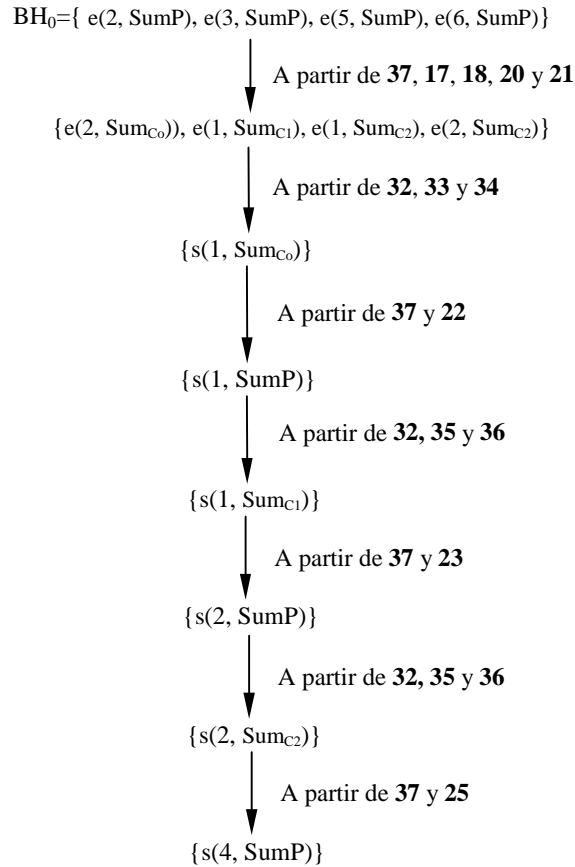


Figura 1

Por tanto, el sumador de 3 bits tendrá finalmente los siguientes valores en su salida:

$$Z_0 = 1, Z_1 = 1, Z_2 = 0, Z_3 = 1$$

2. Dada la importancia del *conocimiento de control* en la solución eficiente de problemas, describa cómo se realiza la gestión de dicho conocimiento tanto en los problemas de búsqueda como en los diferentes mecanismos estudiados de representación del conocimiento (lógica, reglas, redes y marcos). Para ello deben especificarse claramente los componentes que se emplean en cada formalismo, así como las diferentes posibilidades de su uso.