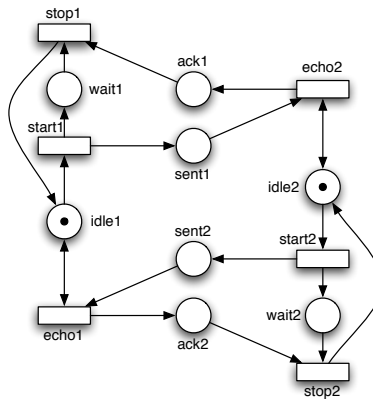


Elementos Lógicos da Programação III

Exercícios de Exames

20 de Julho de 2006

1. Considere a seguinte rede de petri elementar que modela um protocolo de conversa cruzada.



- (a) Calcule o grafo de acessibilidade que representa a evolução do seu comportamento.
- (b) Identifique estados onde pares de acções possam ocorrer concorrentemente ou estejam em conflito.
- (c) Especifique em CTL as seguintes propriedades:
 - i. A rede é invertível.
 - ii. Depois de enviar uma mensagem um processo recebe sempre um *acknowledgement*.
 - iii. Depois de enviar uma mensagem um processo só fica *idle* depois de receber um *acknowledgement*.
 - iv. Um processo pode ficar bloqueado à espera.
- (d) Usando verificação directa de modelos determine a validade da seguinte fórmula CTL.

$$AG(wait_1 \supset E[-idle_1 U ack_1])$$

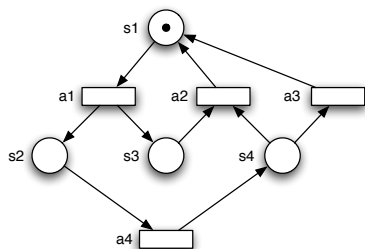
2. Pretende-se modelar um somador de dois bits usando redes P/T. A seguinte figura apresenta a estrutura genérica do somador e alguns exemplos de somas.

$$\begin{array}{r}
 a_1 \quad a_0 \\
 + \quad b_1 \quad b_0 \\
 \hline
 c_2 \quad c_1 \quad c_0
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 1 \quad 0 \\
 + \quad 0 \quad 1 \\
 \hline
 0 \quad 1 \quad 1
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 1 \quad 1 \\
 + \quad 0 \quad 1 \\
 \hline
 1 \quad 0 \quad 0
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 1 \quad 1 \\
 + \quad 1 \quad 1 \\
 \hline
 1 \quad 1 \quad 0
 \end{array}$$

Cada bit de entrada e saída deve ser representado por um lugar da rede. No início os lugares a_0 , a_1 , b_0 e b_1 estarão marcados se o respectivo bit tiver o valor 1. O objectivo é marcar os lugares de saída c_0 , c_1 e c_2 de acordo com

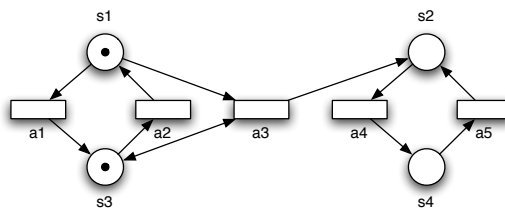
o resultado esperado. Para tal pode inserir quantos lugares e acções desejar, devendo a soma estar concluída quando a rede bloquear. Dado que se está a usar uma rede P/T, os lugares podem temporariamente ter mais do que uma marca. Pode também usar lugares com capacidade explícita e arcos inibidores.

3. Considere a seguinte rede P/T.



- (a) Usando técnicas de verificação estrutural demonstre que sempre que s_2 ou s_4 estão marcados então s_3 está necessariamente marcado.
- (b) Calcule o grafo de cobertura que representa a evolução do seu comportamento. É possível demonstrar a propriedade anterior recorrendo a este grafo? Justifique a sua resposta.

4. Considere a seguinte rede P/T.

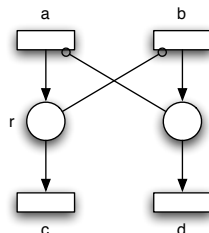


- (a) Calcule o grafo de acessibilidade que representa a evolução do seu comportamento.
- (b) Usando técnicas de verificação estruturais demonstre que S_2 e s_4 em conjunto nunca contêm mais do que uma marca.
- (c) Especifique em CTL as seguintes propriedades:
 - i. S_2 e s_4 em conjunto nunca contêm mais do que uma marca.
 - ii. Se s_1 e s_3 estiverem ambos marcados então s_2 pode estar marcado no estado seguinte.
 - iii. Antes de s_2 estar marcado s_1 e s_3 em conjunto contêm sempre 2 marcas.
- (d) Usando verificação directa de modelos determine a validade da seguinte fórmula CTL.

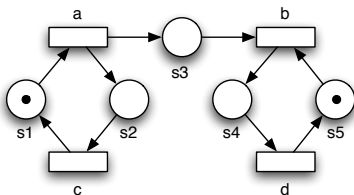
$$AF (AG s_1 \neq 2)$$

5. Considere a seguinte rede elementar.

- (a) Modele a sua relação de acessibilidade usando lógica proposicional. Caso deseje, pode usar a sintaxe do SMV para o fazer.
- (b) Converta esta rede numa equivalente livre de contactos e sem arcos inibidores.
- (c) Usando técnicas de verificação estruturais demonstre a exclusão mútua entre r e s .

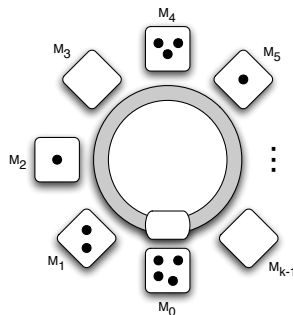


6. Pretende-se modelar um sistema de gestão de submissões de artigos para conferências usando redes P/T. As submissões só podem começar depois de emitido o *call for papers*. O período de submissão só pode acabar quando existirem pelo menos 10 artigos submetidos. Depois de submetidos, os artigos são avaliados podendo ser rejeitados ou aceites. No máximo são aceites 5 artigos. Quando todos estão avaliados são afixados os resultados e termina o processo. Pode usar lugares com capacidade explícita e arcos inibidores.
7. Considere a seguinte rede P/T invertível mas não limitada.

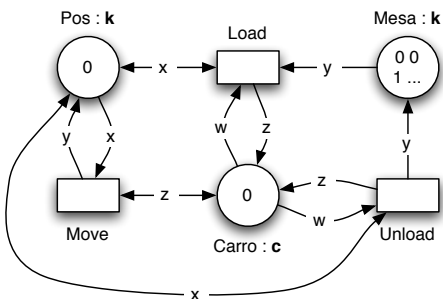


- (a) Consegue demonstrar a sua invertibilidade recorrendo ao grafo de cobertura?
- (b) Considerando agora que a rede é elementar, represente a sua relação de acessibilidade usando lógica proposicional. Caso deseje, pode usar a sintaxe do SMV para o fazer.
- (c) Determine a validade da fórmula $EX s_3$ usando técnicas de verificação simbólica. Para simplificar os cálculos considere a restrição da relação de acessibilidade apenas à acção a .
8. Um carro automatizado é usado para recolher peças de um conjunto de k mesas dispostas circularmente.

As peças são todas idênticas. O carro tem capacidade para c peças e desloca-se sempre no sentido dos ponteiros do relógio ao longo de uma faixa cinzenta que lhe serve de guia. O objectivo é recolher peças das mesas 1 até $k - 1$ e colocá-las na mesa 0. Ao passar pela mesa 0 o carro só avança depois de descarregar todas as peças. Ao passar nas outras mesas não é obrigatório recolher todas as peças que lá estejam.

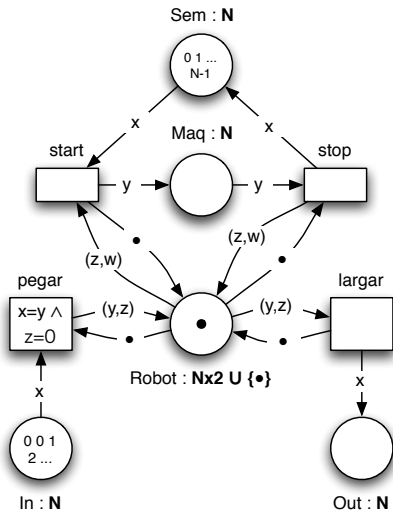
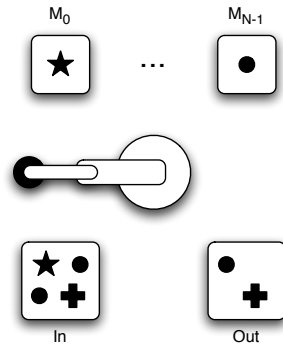


- (a) Complete a seguinte rede de Petri colorida por forma a modelar correctamente este sistema (apenas faltam as condições de activação nas acções).



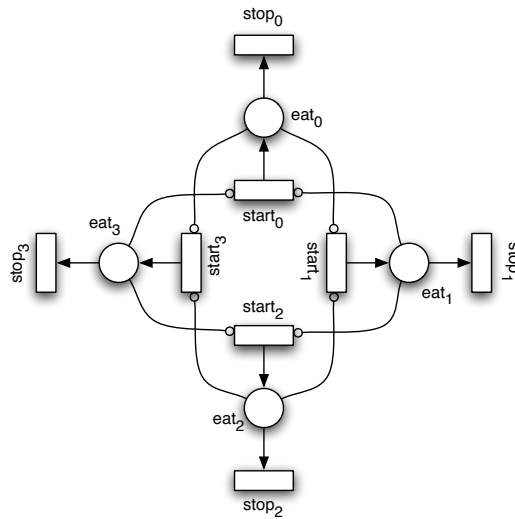
(b) Converta esta rede numa rede P/T equivalente considerando $k = 3$ e $c = 2$. Pode usar lugares com capacidade explícita e arcos inibidores.

9. Uma célula de fabrico é composta por N máquinas onde são processadas peças de N tipos diferentes. Uma peça de tipo i deve ser processada na máquina i . Para transportar as peças existe um braço robotizado que faz dois tipos de manobras: quando pega numa peça de tipo i na mesa de entrada transporta essa peça até à máquina i e inicia o processamento respectivo; quando o processamento termina numa das máquinas recolhe a peça e coloca-a na mesa de saída. Cada máquina só pode processar uma peça de cada vez. A seguinte rede de Petri colorida pretende modelar esta célula de fabrico. Quando o robot está desocupado o lugar respectivo contém uma marca sem cor. Se estiver ocupado, contém um par com o tipo da peça que transporta e um booleano que indica se a peça já foi ou não processada.



- (a) Complete a rede apresentada, definindo as condições de activação que faltam nas acções.
- (b) Converta-a numa rede P/T equivalente para o caso em que $N = 2$. Pode usar lugares com capacidade explícita e arcos inibidores.
- (c) O sistema modelado pode entrar em *deadlock*. Identifique a situação em que tal pode acontecer e modifique a rede colorida por forma a obter um comportamento correcto.

10. Considere a seguinte rede elementar com arcos inibidores que modela o jantar de 4 filósofos numa mesa onde só existem 4 garfos. Sempre que o filósofo i começa a jantar necessita dos garfos i e $i + 1$, impedindo os filósofos $i - 1$ e $i + 1$ de jantar.



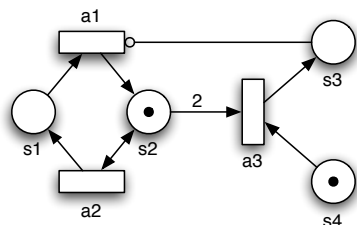
- (a) Calcule o grafo de acessibilidade que representa a evolução do seu comportamento.
- (b) Modele essa relação de acessibilidade usando lógica proposicional. Caso deseje, pode usar a sintaxe do SMV para o fazer.
- (c) Especifique em CTL as seguintes propriedades:
 - i. Filósofos vizinhos nunca jantam juntos.
 - ii. O primeiro filósofo pode começar a comer e nunca mais parar.
 - iii. Os filósofos começam a jantar por ordem.
- (d) Usando verificação directa de modelos determine a validade da seguinte fórmula CTL.

$$EF(A[eat_1 U eat_3])$$

- (e) Converta esta rede numa equivalente livre de contactos e sem arcos inibidores.

11. Pretende-se modelar uma máquina de distribuição de comida usando redes P/T. A máquina aceita moedas de 1€ e 2€, sendo possível comprar café por 1€ e chocolates por 3€. Depois de escolhido o produto a máquina deve devolver o troco ao utente usando as moedas previamente inseridas. Não deve ser possível escolher um novo produto enquanto o troco correcto não for devolvido. Para evitar que a máquina bloqueie pode ser necessário que o utente insira mais algumas moedas que facilitem o troco (por exemplo, se a máquina ainda não tiver moedas e o utente inserir 2€ para retirar um café, a máquina só desbloqueia quando alguém lhe inserir 1€, possibilitando a devolução da moeda de 2€ inserida inicialmente). Não é necessário minimizar o número de moedas devolvidas. Pode usar lugares com capacidade explícita e arcos inibidores.

12. Considere a seguinte rede P/T.



- (a) Caracterize esta rede quanto à finitude, animação e invertibilidade. Comece por definir estas propriedades e justifique se é possível demonstrá-las usando o grafo de cobertura.
- (b) Considerando agora que s_1 e s_2 são limitados a 2 marcas e que s_3 e s_4 são limitados a 1 marca, calcule a rede equivalente livre de contactos e sem arcos inibidores, minimizando o número de lugares complementares inseridos.
- (c) Modele a relação de acessibilidade da versão limitada da rede usando lógica proposicional. Caso deseje, pode usar a sintaxe do SMV para o fazer.

13. Considere a seguinte rede colorida que pretende modelar o sistema de submissão de artigos para uma conferência. Depois de começar o processo de submissão, cada artigo submetido é identificado por um número ascendente. Para tal é usado o lugar auxiliar *count*, contendo o lugar *papers* todos os identificadores de artigos submetidos. Depois de submetidos os artigos podem ser aceites ou rejeitados, sendo o lugar *accepted* usado para contar o número de artigos aceites. No máximo podem ser submetidos N artigos. O processo de submissão só termina quando pelo menos K artigos tiverem sido submetidos.

- (a) Converta esta rede numa rede P/T equivalente, considerando $N = 3$ e $K = 2$.
- (b) Modifique a rede colorida introduzindo uma acção de afixar resultados. Esta acção só pode ocorrer depois de terminado o processo de submissão e invalidados todos os artigos submetidos.

