

Identificación en Sistemas de Eventos Discretos

Resumen

- Presentación de un método para identificar sistemas de eventos discretos (DES) utilizando Redes de Petri Interpretadas (IPN), el enfoque propuesto tiene dos etapas principales
- 1.- Encontrar lugares, transiciones y arcos, se obtienen de las señales de entrada y salida del sistema.
- 2.- Regresar a la última secuencia de salida, computa las limitaciones y lugares no observables.
- El algoritmo es un ciclo infinito siempre procesando información del DES.
- Se abordan propiedades como **observabilidad** e **identificabilidad**

•

Introducción

Si el DES es descrito como un lenguaje regular, el problema consiste en encontrar la estructura del autómata que acepte ese lenguaje.

- Algunas aproximaciones:
 - - Un método para representación de las expresiones regulares en términos del autómata pero es muy complejo
 - - Da un algoritmo polinomial para encontrar una representación del autómata de un fragmento del lenguaje y resulta en un autómata que acepta un lenguaje mas grande que el fragmento.
- Esta demostrado que, en general, es un problema NP.

Introducción

Usando Redes de Petri para resolver el problema:

- Si un DES es descrito como una Red de Petri, la complejidad de resolución decrece drásticamente.
- No usa fragmentos del lenguaje regular
- Se basa solo en los símbolos de entrada y salida en tiempo real, para identificar lugares y transiciones en la red de Petri.
- Si se cuenta con las marcas, entonces la identificación es mas sencilla

Descripción General

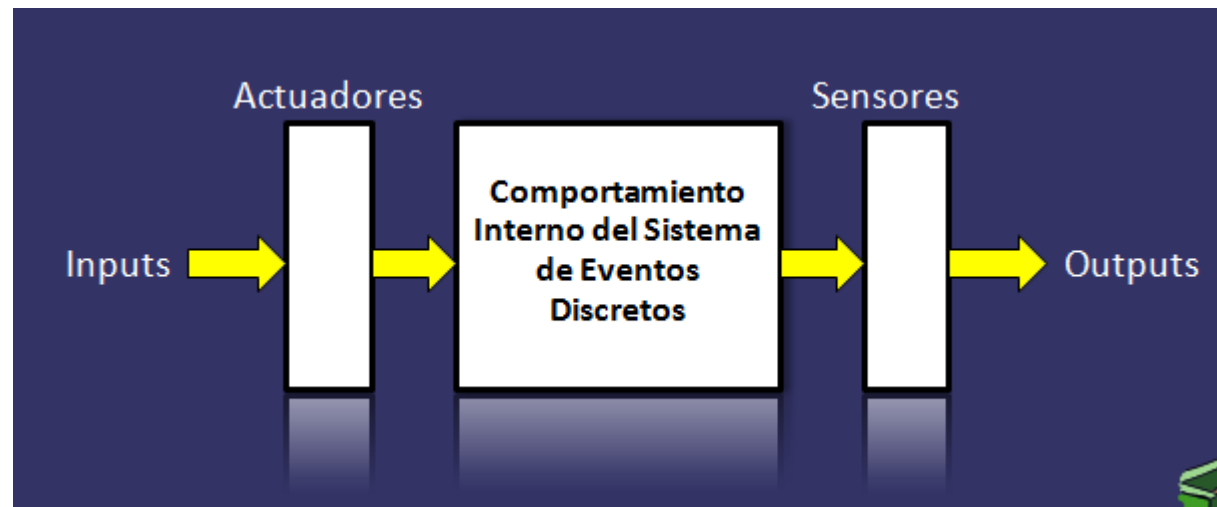
- Introducción y recordatorio de Redes de Petri y definición de un DES
- Presentación de conceptos de Observabilidad , Controlabilidad, Identificabilidad.
- Presentación del problema de Observabilidad y de Identificabilidad
- Ejemplo que muestra la solución.

Definiciones Generales

- Un DES esta compuesto por actuadores, el sistema en si y sensores.
- Las señales del actuador y los sensores serán modelados como alfabetos de entrada y salida respectivamente.

Definiciones Generales

- Definición.
- Sean las señales de entrada el conjunto de todas las señales del actuador y las señales de salida el conjunto de todas las señales de los sensores.
- Los actuadores o los sensores pueden tener asociada más de una señal.



Redes de Petri Interpretadas

Las Redes de Petri capturan concurrencia, asincronismos, relaciones causales, exclusión, entradas y salidas, entre otras características de un DES.

Una Red de Petri interpretada es una 4-tupla, IPN (PN, Mo, λ, ϕ) Donde:

- $PN = \{P, T, I, O\}$, es una red de Petri donde :
 - $P = \{p_1, \dots, p_n\}$ es un conjunto finito de elementos llamados lugares;
 - $T = \{t_1, \dots, t_n\}$ es un conjunto finito de elementos llamados transiciones;
 - $I : P \times T \rightarrow \{0, 1\}$ es una función que representa arcos que van de lugares a transiciones.
 - $O : P \times T \rightarrow \{0, 1\}$ es una función que representa arcos que van de transiciones a lugares.

Redes de Petri Interpretadas

- $M : P \times N \cup \{0\}$ es la función del marcado, M_0 es el marcado inicial.
- $\lambda : T \rightarrow \Sigma_{\text{input}} \cup \{\varepsilon\}$ es la función de etiquetado, representa que transiciones pueden ser habilitadas/deshabilitadas por las señales del actuador.
Si $\lambda(t_j) = \varepsilon$ entonces esa transición no puede ser habilitada/deshabilitada por las señales del actuador y por lo tanto es incontrolable.
- $\phi : M \rightarrow \Sigma_{\text{output}} \cup \{\varepsilon\}$ es una función que representa que sensores están activados cuando una marca es alcanzada.

Si $\phi(p_i) = \varepsilon$ entonces el lugar p_i no es observable.

Quiere decir que los valores actuales de algunos de sus estados no pueden ser determinados mediante los sensores de salida.

Observabilidad

- Medición que determina los estados internos de un DES inferidos por sus entradas y salidas
-
- Un DES es observable ssi su estado puede ser calculado del conocimiento de sus entradas, salidas y modelo de estructura
-

Identificabilidad

- Un DES es identificable si un modelo puede ser calculado conociendo el valor de sus estados.
Esta definición implica lo siguiente:
- Si (IPN, Mo) tiene subyacente (PN, Mo) el sistema puede ser identificado.
- Como todas las transiciones pueden ser disparadas, el cambio del marcado de la matriz de incidencia puede ser obtenida.
- Si el sistema no es observable, entonces el sistema no puede ser identificado.
- Antes de resolver el problema de identificación se debe resolver el problema de la observabilidad.

Problemas de Observabilidad

- Si una señal es aceptada como entrada entonces algunas secuencias de transiciones serán disparadas.
- Es posible alcanzar diferentes marcados con la misma entrada porque algunas transiciones incontrolables pueden ser disparadas en diferente orden.

Identificación en Sistemas de Eventos Discretos

Problemas de Observabilidad

- Definición:
- Dada w como palabra de entrada de la IPN, entonces el mercado alcanzado por la palabra w es Ωw (el mercado siguiente es alcanzado por el mercado actual mas la matriz de incidencia).

Identificación en Sistemas de Eventos Discretos

Problemas de Observabilidad

- Teorema.
- w como palabra de entrada. un DES es observable si para todo w que las condiciones siguientes satisfagan que todas las marcas sean elementos de las marcas consecutivas de la serie de w

Problemas de Observabilidad

- ⇒ Si la señal de salida no cambia no debe haber un marcado consecutivo
- ⇒ Si no cambio la salida no deben cambiar las marcas observables, si cambian las marcas no debe haber la misma salida

Identificación en Sistemas de Eventos Discretos

Problemas de Identificabilidad

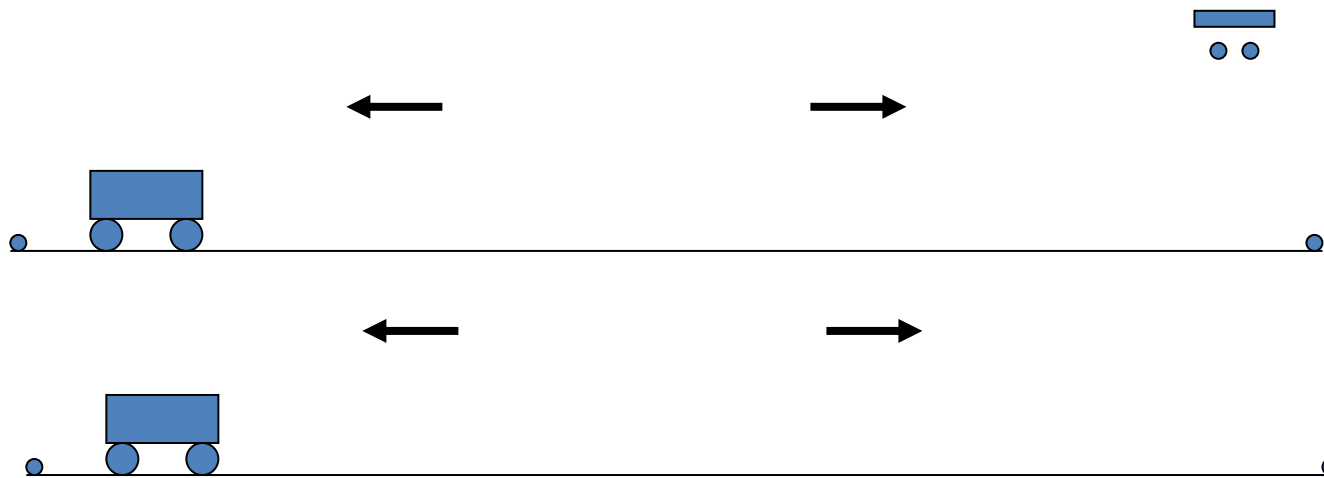
- Se asumen las siguientes hipótesis para la presentación del algoritmo
- H1 - El DES es identificable (la estructura puede ser obtenida del conocimiento de los estados)
 - H2 - El DES debe ser observable
 - H3 - El lenguaje de entrada permite hacer todas las posibles decisiones en el DES todas las posibles secuencias pueden aparecer
 - H4 - cada vez que se da el mismo símbolo de entrada, el actuador siempre alcanza el mismo estado

Propiedades útiles de IPN para construir un algoritmo de identificación:

- Los símbolos de salida pueden ser ordenados para que un vector de símbolo de salida pueda ser codificado como un marcado en la IPN
- Dos marcas consecutivas están separadas por un evento asociado a la transición. La transición puede ser computada como la diferencia de las marcas consecutivas.
- Cada vez que una transición controlable es disparada, el actuador alcanza un estado que es completamente identificado por la transición controlable.

Propiedades útiles de IPN para construir un algoritmo de identificación:

- Cada vez que una marcado se vuelve a visitar, un t-semiflujo es disparado y puede ser identificado desde las marcas observables y después se añaden las limitaciones a la secuencia. Cada que un t-semiflujo se dispara nueva información es obtenida y algunas limitaciones pueden agregarse o eliminarse.
 - La matriz de incidencia puede ser descompuesta como $C = [C_{\text{Observable}}][C_u]$ donde $C_{\text{Observable}}$ contiene información acerca de todos los lugares que han asociado un símbolo de salida y todos los lugares representando estados de actuador.
- ⇒ Todos los lugares representados en $C_{\text{Observable}}$ pueden ser obtenidos de información de entradas-salidas del DES porque ya sea, el lugar cuando es marcado , genera un símbolo de salida o el lugar es marcado producto del disparo de una transición controlable.



Hay dos carros C1 y C2 y tres sensores, D1, I1 y I2.

D1 detecta el movimiento de C1 a la derecha;

I1 detecta el movimiento de C1 a la izquierda;

I2 detecta el movimiento de C2 a la izquierda.

En este sistema, los carros empiezan en la posición izquierda, entonces cuando la señal de entrada M se da. Ambos carros empiezan a moverse a su derecha.

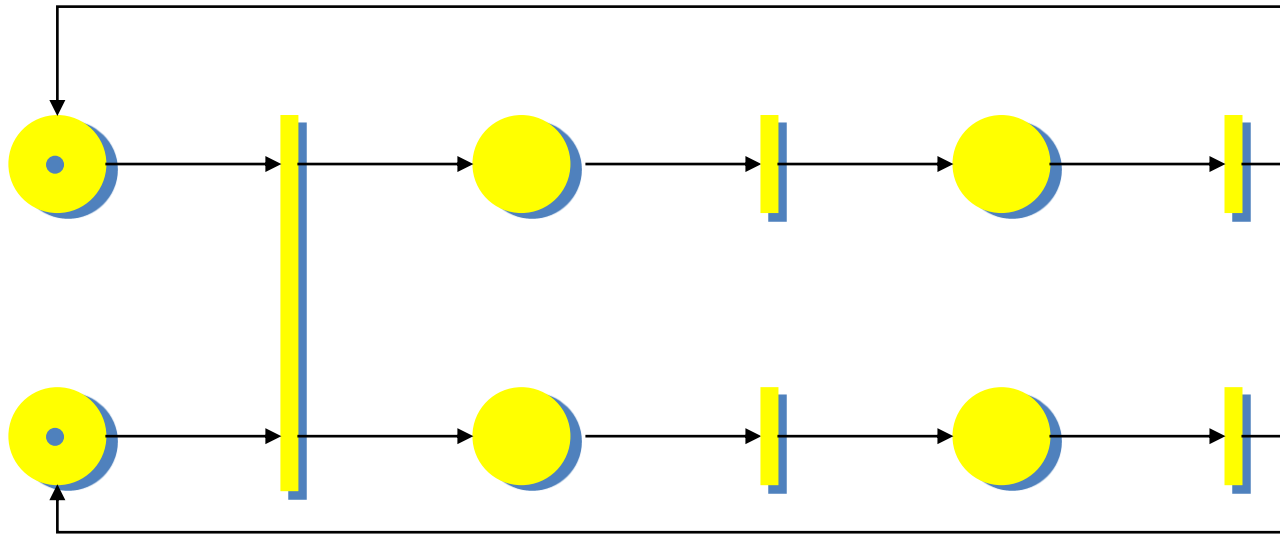
Cuando C1 (C2) presionan el interruptor B(D) entonces el carro C1 (C2) se mueven a su izquierda. Una vez que el carro C1 (C2) presionan el interruptor A(C)

Ya no se mueven hasta que ambos estén en su posición inicial y entonces

Es posible dar de nuevo la señal M para que el ciclo vuelva a comenzar.

Identificación en Sistemas de Eventos Discretos

Ejemplo



P-semiflujo

- Las soluciones positivas de CT $X = 0$ se denominan p-semiflujos. En modo intuitivo, un psemiflujo
- Representa el subconjunto de lugares en una red que son alcanzados durante un tipo de
- Ejecución particular del sistema.

T-semiflujo

- Las soluciones positivas de $C X = 0$ se denominan t-semiflujos. Un t-semiflujo puede ser visto como un camino a través de transiciones de la red que corresponden a un tipo particular de ejecución circular del sistema. Un t-semiflujo indica la existencia de una marca para la cual un comportamiento cíclico es posible. La existencia de t-semiflujos que cubren todos los caminos de ejecución de un modelo PN es una condición necesaria para que el modelo PN sea capaz de volver a un estado inicial. En este caso se dice que la red está viva.