

Generación Determinística de Lenguajes Legales para Sistemas de Eventos Discretos

Muñoz, Doyra Mariela^a, Correcher, Antonio^b, García, Emilio^b, Morant, Francisco^b

^aGrupo de Automática Industrial, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.

^bInstituto de Automática e Informática Industrial, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, nº 14, 46022, Valencia, España.

Resumen

En este artículo se propone una red de Petri, interpretada, estocástica, (st-IPN), como modelo para representar el lenguaje regular obtenido a partir de la combinación de señales de entrada - salida, en un sistema de eventos discretos (SED) en lazo cerrado. Las señales de entrada, son las señales externas que afectan al sistema y las órdenes de control emitidas por el controlador a la planta y las señales de salida son las respuestas de los sensores a las órdenes de control. La st-IPN propuesta, es un generador determinista del lenguaje legal del sistema, capaz de representar secuencias de eventos temporizados de naturaleza estocástica. El modelo propuesto puede ser aplicado a sistemas de gran escala, a partir de la división del sistema en subsistemas, ya que el modelo global puede ser encontrado con base en la composición de los modelos de los subsistemas.

Palabras Clave:

Modelado de sistemas de eventos discretos, Redes de Petri, Observabilidad temporal.

1. Introducción

En (Guasch et al., 2005) los autores definen un sistema como una colección de objetos o entidades que interactúan entre sí para alcanzar un cierto objetivo y el estado de un sistema como un conjunto mínimo de variables necesarias para caracterizar o describir todos aquellos aspectos de interés del sistema en un cierto instante de tiempo. El problema de modelado de un sistema dinámico se puede ver, de acuerdo a Lunze (1998) como: “Dado un sistema dinámico S , con un conjunto de preguntas B , sobre su comportamiento, encontrar una representación M que ayude a responder a las preguntas dadas; entonces, M se llama el modelo de S ”. Desde este enfoque se precisa que dado que el modelo se utiliza para resolver un problema, éste no necesariamente es único.

El modelado de sistemas de eventos discretos (SED) ha sido estudiado desde hace muchos años, tanto por la academia como la industria; puesto que la evolución exponencial de las tecnologías industriales de computación, comunicación y de sensores ha traído nuevos sistemas dinámicos, complejos y flexibles que se caracterizan por acontecimientos discretos, algunos controlados y otros no, algunos observados por sensores y otros no,

algunos aparecen de forma automática a partir de los procesos físicos remotos y algunos se generan manualmente por los usuarios. Los SED tienen un comportamiento que se representa por una secuencia finita o infinita de estados delimitados por eventos que ocurren de manera asíncrona o síncrona (Cassandras y Lafortune, 2008).

Varias propuestas de modelado han sido dadas usando diferentes enfoques: autómatas, máquinas de estado finito, Redes de Petri (PN) y cadenas de Markov. En el caso de los sistemas de manufactura, donde pueden existir dinámicas determinadas por eventos discretos, si se utilizan autómatas como formalismo de modelado, las dimensiones de tales modelos pueden resultar intratables para su análisis en tiempo real, particularmente cuando se aplica para detectar y diagnosticar fallos. (González-Miranda, 2014).

Las PN han sido reconocidas como un modelo apropiado para describir SED (Ichikawa y Hiraishi, 1988; Girault y Valk, 2003; Silva, 1993), particularmente cuando se trata de sistemas asíncronos (Fanti et al., 2012; Hu et al., 2012). Las PN incorporan la noción de estado distribuido y de reglas que permiten pasar de un estado a otro, lo cual captura tanto el comportamiento estático como el comportamiento dinámico.

Teniendo en cuenta que un sistema en lazo cerrado es una interrelación de señales, se han desarrollado propuestas de modelado bajo PN que se han denominado modelos de sistemas de condiciones; estos modelos se representan mediante PN con entradas y salidas explícitas llamadas condiciones (Ashley y

* Autor en correspondencia.

Correos electrónicos: mamunoz@unicauca.edu.co (Muñoz, Doyra Mariela), ancorsal@upv.es (Correcher, Antonio), egarciam@isa.upv.es (García, Emilio), fmorant@isa.upv.es (Morant, Francisco)

Holloway, 2004); esas representaciones permiten la interacción entre subsistemas así como la interacción de la planta con el controlador (Holloway et al., 2000).

(Sreenivas y Krogh, 1991) definen una clase de sistemas dinámicos de eventos discretos (DEDS), en tiempo continuo, llamados sistemas condición/evento (C/E) y también definen modelos para estos sistemas basados en una extensión de las PN y los llaman C/E PNs (por sus siglas en inglés) con dos tipos de valores de señales discretas de entrada - salida (E/S): condiciones de señales y señales de eventos; las señales de condición E/S llevan información del estado y las señales de evento E/S llevan información de transición de estado. La idea general es modelar un sistema como un conjunto de módulos con un comportamiento dinámico particular y su interconexión a partir de sus señales, (Patil et al., 2012). Las condiciones y los eventos de entrada pueden ser conectados con algunas transiciones dentro del módulo por condiciones y arcos de eventos. Los módulos de lugares pueden ser conectados a las condiciones de salida por condiciones de arco, y las transiciones a los eventos de salida por eventos de arco. Estos conceptos proveen una base para un enfoque de composición para construir modelos de sistemas grandes a partir de componentes pequeños, (Patil et al., 2012). Este tipo de propuestas de modelado se han desarrollado básicamente para ser utilizadas en verificación de propiedades como: alcanzabilidad, acotabilidad y vivacidad; aunque Ashley (2004), presenta una propuesta basada en sistemas de condición para realizar diagnóstico de fallos.

Otra forma que ha sido ampliamente estudiada en el modelado de SED utilizando PN son las redes de Petri temporizadas (t-PN), que fueron introducidas por Merlin y Farber (1976); Berthomieu y Diaz (1991). Las t-PN, son PN extendidas con tiempo en las transiciones; poseen la expresividad necesaria para modelar sistemas en lazo cerrado y presentan beneficios para realizar análisis de verificación de propiedades. (Berthomieu et al., 2004; Gardey et al., 2005). Para modelar sistemas complejos, se han realizado propuestas de división en subsistemas; pero la composición de PNs no ha sido trivial. Berthomieu et al. (2006) presentan una propuesta de composición, siempre que las transiciones sean sincronizadas. En Peres et al. (2011) se presenta una solución que facilita la especificación de los sistemas dependientes del tiempo, en un planteamiento de composición de componentes modelados como t-PN. En la mayor parte de las t-PN las transiciones tienen un tiempo asociado, por lo que la evolución queda determinada por el disparo de las transiciones. Una transición se puede disparar, si el tiempo está dentro de su intervalo de disparo estático (Boucheneb y Hadjidj, 2006). En Salum (2008) se propone una PN conducida por eventos en lugar del paso del tiempo, denominada EDPNs, (por sus siglas en inglés). Las EDPNs emplean arcos inhibidores, arcos de ensayo y lugares con capacidad finita; como el tiempo es considerado un estado (marcado) del sistema (PN), su paso se corresponde con el juego de marcas que genera un árbol de alcanzabilidad. Al introducir arcos inhibidores existen muchas dificultades para utilizar las herramientas de análisis cualitativo de las PN.

Por otro lado, como la transición de estados en un SED es un evento (Ramadge y Wonham, 1989), éste se puede modelar a

partir de su lenguaje. El lenguaje que modela el comportamiento de un sistema se puede representar por su expresión regular, (Sampath et al., 1996), que es una síntesis de todas las combinaciones válidas de eventos. En Ramadge y Wonham (1989) un SED es modelado como un autómatas y su comportamiento es representado por su lenguaje; pero este tipo de modelos pueden presentar inconvenientes en sistemas con gran cantidad de dispositivos debido a la explosión combinatoria de estados; suele ser más conveniente emplear formalismos con mayor capacidad de condensación de estados, como las PNs.

Una PN tienen un poder más descriptivo que las máquinas de estados finitos en el sentido que el conjunto del lenguaje de la PN, es un superconjunto de los lenguajes regulares y permite un modelado más conciso, (Kumar y Holloway, 1996; Valk y Vidal-Naquet, 1981). Algunas propuestas para modelar SED bajo el lenguaje en PN se pueden ver en Nakamura et al. (1998); Sreenivas (1993, 2006); Gaubert y Giua (1996) o para encontrar ciclos en sistemas de estados repetitivos en Desel (2013).

Respecto a la utilización de PN para identificación y diagnóstico, varias propuestas de modelado se han generado utilizando PN extendidas como: PN interpretadas en Cabasino et al. (2011); Dotoli et al. (2008a); Estrada-Vargas et al. (2012) o como PN temporizadas en Basile et al. (2011).

1.1. Enfoque del trabajo

La aplicación de la presente propuesta de modelado es el diagnóstico de fallos en SED; por lo tanto ésta debe permitir explorar los eventos observables para detectar la ocurrencia de eventos no-observables. Los eventos no-observables son eventos que ocurren por algún tipo de fallo o son eventos que generan cambios en el sistema sin que sean registrados por los sensores.

Como se describió en la introducción, de acuerdo a Lunze (1998), un modelo debe generarse para resolver preguntas sobre el comportamiento del sistema al que representa; por lo tanto, las preguntas a solucionar teniendo en cuenta que el modelo se genera para realizar diagnóstico son:

- Dado el lenguaje legal de un SED, ¿cómo representarlo bajo una PN de tal manera que el lenguaje legal sea igual al lenguaje de la PN?
- ¿Qué tipo de eventos no-observables pueden ser explicados? y bajo ¿qué condiciones?, a partir de algunas secuencias de eventos observados.

Para solucionar las preguntas se propone un generador determinista del lenguaje legal de un sistema, basado en una red de Petri interpretada temporizada (st-IPN), cuyo lenguaje generado es el mismo lenguaje legal y representa el conjunto de todas las posibles secuencias de eventos del sistema en estado libre de fallos.

Para sistemas de gran escala, se propone dividirlo en subsistemas. El sistema global se modela a partir de modelos locales (en cada subsistema) que representan las mismas características que el modelo global. Un sistema se define como en la Figura 1.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/1701754>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/1701754>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)