

Propuesta de Tesis de Investigación: Maestría en Ingeniería Mecatrónica.

Dr. Carlos Renato Vázquez Topete

r_vazquez@hotmail.com

Diseño de observadores para redes de Petri híbridas.

En la literatura pueden encontrarse muchos resultados sobre el análisis de sistemas de eventos discretos (DES) modelados mediante redes de Petri (PN). Las aplicaciones incluyen la implementación de controladores secuenciales, validación en desarrollo de software, análisis de protocolos y redes de comunicación, sistemas de manufactura, cadenas de suministro, etc. Es conocido que una de las limitaciones más importantes en el análisis (y problemas de síntesis) en DES es la complejidad computacional que puede aparecer. En particular, el conjunto de estados alcanzables de una red de Petri frecuentemente crece exponencialmente con respecto al marcado inicial (al número de recursos y material inicial), lo que es conocido como el problema de explosión de estados, haciendo prohibitivo el uso de técnicas de enumeración de estados aún para sistemas con una estructura de red pequeña. En este contexto se propuso la fluidificación (aproximación de un sistema discreto por un sistema continuo) como una técnica de relajación para evitar el problema de explosión de estados. La idea consiste en el análisis del DES por medio de la aproximación continua, esto es, un sistema continuo (caracterizado por un conjunto de ecuaciones diferenciales ordinarias) que se comporta “similarmente” al modelo discreto original (o conserva ciertas características). Las redes de Petri fluidas o continuas (CPN) fueron introducidas en 1987 por René David y Hassan Alla. R. David señala explícitamente que la fuente de inspiración fueron los modelos fluidos para la evaluación de prestaciones en líneas de producción.

La fluidificación de modelos de redes de Petri (PN) es principalmente considerada a nivel de transiciones, lo que lleva a la fluidificación de lugares (del marcado en los lugares) en sus condiciones Pre y Post. Cuando sólo algunas de las transiciones son fluidificadas (es decir, que las actividades no ocurren como eventos, sino de forma gradual y continua), el modelo de red de Petri es llamado “híbrido”. En PNs, abstracciones híbridas pueden ser utilizadas, por ejemplo, para representar pelotones de vehículos en problemas de tráfico de vehículos, estos pelotones son formados por sincronizaciones impuestas por los semáforos. Para tratar con problemas similares, se definieron las “Batches PNs” para el modelado y análisis de líneas de embotellado. En este caso, las redes de Petri híbridas son enriquecidas con la adición de nuevas primitivas. Nótese que en estos casos los modelos híbridos son utilizados directamente para representar al sistema físico (a la planta), y no como meras herramientas de aproximación.

En este trabajo nos concentraremos en redes de Petri híbridas (HPN) bajo semántica de servidores infinitos. Las HPN son apropiadas para modelar diversos sistemas de redes a gran escala, y en particular, para aproximar sistemas de manufactura.

El problema de observabilidad para HPN no ha sido estudiado en la literatura. Sin embargo, existen diversos estudios sobre observabilidad y diseño de observadores para redes de Petri

completamente fluidificadas (denominadas redes de Petri continuas temporizadas, TCPN), es decir, en las que los disparos de todas las transiciones han sido relajados en los reales. En este sentido, la observabilidad en sistemas completamente fluidos ha sido bien explicada a nivel del grafo de la red. Además, se han propuesto diferentes algoritmos de observación del estado.

En este tema de tesis se pretende extender los resultados de observabilidad y diseño de observadores existentes para redes de Petri completamente fluidificadas a redes de Petri híbridas. Para ello, se requiere adentrarse al estudio de las redes de Petri fluidas e híbridas. Es necesario que el estudiante adquiera conocimientos de redes de Petri, en particular sobre el problema de observabilidad, además de conocimientos sobre conceptos de observabilidad en sistemas lineales de control.