

Estudio sobre Sistemas Distribuidos en Tiempo Real: Aplicados al Control Distribuido

Resumen

Por medio de este conducto expongo el resumen del proyecto presentado a REDII para la convocatoria 2000. Este proyecto integra una serie de disciplinas para el estudio e investigación de sistemas distribuidos en tiempo real enfocado al caso de estudio de un sistema de control. Areas tales como el análisis de planificadores dinámicos en tiempo real y sistemas tolerantes a fallas en tiempo real son consideradas como fundamentales en el estudio de los sistemas distribuidos. Dicho proyecto tiene como objetivo central el estudio de sistemas distribuidos en tiempo real a partir de su impacto en el diseño de sistemas de control. Basados en este cuadro de investigación se plantea como caso de estudio a la investigación de sistemas de control desde la integración de la dinámica del sistema distribuido y la capacidad de reconfiguración del controlador bajo la presencia de diversos escenarios con fallas.

Como primer punto, se pretende incorporar información proveniente del sistema de comunicaciones a la dinámica del controlador por medio de retardos de tiempo. Se considera que estas irregularidades e incertidumbres son producto de la aparición de fallas esporádicas locales. Debido a su naturaleza aleatoria, durante la presencia de fallas, el sistema distribuido actuará como un sistema asíncrono y no predictivo por espacios cortos de tiempo. La incorporación de esta información al controlador en línea para su reconfiguración buscando no afectar el comportamiento dinámico del sistema distribuido tomando en cuenta una planificación dinámica es la expectativa general de este proyecto.

Se pretende lograr lo anterior definiendo una serie de elementos periféricos que provean al controlador acerca del estado en que se encuentran, dependiendo el escenario. Por otro lado, se busca construir una serie de controladores de tipo predictivo que incorpore tanto los retardos de tiempo así como las mediciones con respecto de la salud de cada uno de los elementos periféricos (Ejemplo, sensores y actuadores).

Como parte de los objetivos básicos se pretende publicar los logros obtenidos en revistas y congresos de alto impacto en el área de sistemas computacionales distribuidos. Aunado a lo anterior, se busca desarrollar una serie de recursos humanos relacionados con el proyecto en el área de sistemas de control en tiempo real. Buscando lograr lo anterior se incorporará a un estudiante de licenciatura y maestría para tal caso.

La metodología esta basada en el análisis del sistema distribuido desde el punto de vista de un planificador dinámico el cual integra a los retardos de tiempos como elementos dinámicos de naturaleza asíncrona. Por otro lado, los elementos periféricos generan una serie de mediciones relacionadas a su confianza inversamente proporcional a la presencia de fallas dentro del sistema. Estas mediciones se integran al sistema distribuido por medio de varios esquemas de tolerancia a fallas, los cuales trabajan de manera local. Dada la información presentada como retardos de tiempo y mediciones de degradación, esta es integrada al caso de estudio el cual es un sistema de control de tipo predictivo. Es importante mencionar que como primera etapa se simulará al sistema usando el paquete de modelado MATLAB. Para su posterior implantación parcial basada en la evaluación en tiempo real. Este esquema de trabajo es planteado para el primer año del proyecto. Durante el segundo año se pretende elaborar un estudio de implantación parcial tanto del modelo dinámico como del sistema de comunicación. Esto es con el objetivo de evaluar el sistema parcialmente conectado al mundo real. Con lo anterior se busca determinar un marco de evaluación parcial de los sistemas distribuidos para el caso de estudio de sistemas de control en tiempo real.

Basados en los resultados obtenidos durante los primeros dos años del proyecto. Se planteará una implantación del sistema distribuido bajo la óptica del bus de datos CANbus. Esto es con el objeto de evaluar de manera real tanto al sistema de planificación dinámica como al esquema tolerante a fallas. Para esta última etapa se ha elegido este bus de datos debido a que su protocolo es de

naturaleza asíncrona pero tiene la capacidad de comportarse de manera determinística aún en escenarios de tipo catastrófico.

Como se podrá ver, varios objetivos se enmarcan en este proyecto, desde los particulares como son los planteados para el primer año así como objetivos generales correspondientes a la integración y evaluación parcial y total del sistema. Estos últimos, corresponden al segundo y tercer año. Lo que se busca, de manera general, es la evaluación de un sistema distribuido completamente simulado pasando por un sistema parcialmente simulado hasta su completa implantación para determinar que variables son modificadas por el cambio de ambientes.

Objetivos

- ◆ Como primer punto, se plantea el estudio de planificadores dinámicos en la perspectiva de los sistemas distribuidos quasi predictivos en tiempo real bajo la presencia de fallas locales. En este caso las variaciones se presentan como retardos de tiempo los cuales son considerados como no-linearidades inherentes al sistema. Diferentes algoritmos de planificación basados en la priorización de mensajes en el modelo de comunicación (Lawrenz, 1997) serán definidos teniendo en cuenta que la asignación de prioridades de mensajes variará con respecto al escenario que se presente en el sistema distribuido.
- ◆ Como segundo objetivo, se propone el estudio de métodos tolerantes a fallas locales como parte de la configuración del sistema distribuido. Para tal motivo se utilizará la información proveniente de los elementos inteligentes los cuales se usarán como evaluadores de cada una de estas unidades. El acoplamiento de la información proveniente de los elementos periféricos (ej. Sensores y actuadores) inteligentes con elementos híbridos tolerantes a fallas se basa en el trabajo ya desarrollado y expuesto por Benítez-Pérez et al., (1999). El estudio propuesto en este objetivo es con respecto al comportamiento de este tipo de entidades periféricas en la implantación de un planificador dinámico. Esto es, el acoplamiento del envío de paquetes de información esporádicos al planificador dinámico.
- ◆ Investigación de un caso basado en un sistema dinámico incorporando las variaciones en tiempo y configuración a la dinámica del controlador. En este objetivo se pretende incorporar las variables establecidas en el sistema distribuido tales como los retardos de tiempo al sistema de control. Métodos como el uso de incertidumbres es una alternativa desde el punto de vista de la teoría de control.

Metas

Los alcances esperados en este proyecto son:

- ◆ Estudio de planificadores dinámicos bajo la presencia de fallas locales en elementos inteligentes. Se definirá la incorporación de elementos esporádicos en el esquema de comunicación que tengan una alta prioridad. Estos elementos serán de naturaleza asíncrona que desaparecerán en el momento que la falla desaparezca. Por otro lado, se busca que la incorporación de elementos de comunicación modifique de la menor manera a la dinámica del caso de estudio.
- ◆ Análisis teórico de la integración de retardos de tiempo como una no-linearidad de la planta en el algoritmo de control. Se busca incorporar los retardos aparecidos en el sistema como parte de la dinámica de la planta. Para lograr lo anterior, se estudiarán a los mismos como no-linearidades o incertidumbres inherentes a la planta.
- ◆ Se analizarán los resultados obtenidos en los dos puntos anteriores dentro del marco de sistemas en tiempo real. Primero dentro de un esquema de simulación completa y como segunda etapa dentro del esquema de retroalimentación con “hardware” la cual es una implementación real parcial del sistema.
- ◆ Análisis en tiempo real de los alcances anteriores basados en el uso de un ambiente de simulación en tiempo real.