

SECCIÓN ESPECIAL: INFORMÁTICA INDUSTRIAL / SISTEMAS DE TIEMPO REAL

Si la informática está cada vez más presente en la mayoría de los aspectos de la vida cotidiana, en el mundo de la industria lo está aún más. Desde los procesos de gestión a los productivos pasando por los productos, la informática facilita la organización, gestión y control de los procesos en la industria. La Informática Industrial supone la aplicación de métodos y técnicas de la ciencia informática a los distintos ámbitos de la industria. Existen numerosos ejemplos como: el control de procesos, sistemas robotizados, comunicaciones industriales, etc.

Los sistemas informáticos que se incluyen en los ejemplos mencionados se caracterizan por estar empotrados en otros sistemas con los que se relacionan continuamente, intercambiando datos y señales de muy diversos tipos, realizando funciones de control en sentido amplio y proporcionando las funciones requeridas a los usuarios finales. En realidad, los sistemas empotrados están omnipresentes en nuestra vida cotidiana, aunque su presencia no sea evidente. Están integrados en teléfonos móviles, automóviles, aviones, reproductores de DVD, etc. Por otro lado, La interacción con el mundo físico y el tratamiento de información relacionado con el mismo impone en la mayoría de los sistemas empotrados requisitos de tiempo, lo que les convierte en sistemas de tiempo real.

Las perspectivas de evolución de los sistemas empotrados y de tiempo real son fascinantes. La tendencia es incluirlos de forma masiva en dispositivos y sistemas de uso general y particular. El hardware de estos elementos aumenta continuamente de potencia, mientras que su precio disminuye. Además, existe la tendencia de que los dispositivos se comuniquen entre sí dinámicamente, formando redes que proporcionarán ventajas adicionales a los usuarios.

Los sistemas empotrados de tiempo real de la siguiente generación tendrán requisitos adicionales muy exigentes y que suponen un reto investigador de gran interés, siendo algunos de ellos los siguientes:

Seguridad y robustez

Estas características se refieren a la necesidad de que el funcionamiento de los sistemas sea correcto en todo momento. En algunas circunstancias por que en caso contrario el producto fracasará en el mercado (*bussiness-critical*) o por la posibilidad de cuantiosas pérdidas materiales o humanas (*safety-critical*).

Complejidad creciente del software: La disponibilidad de hardware más potente permite añadir funciones más complejas en el dispositivo e incluir en un procesador operaciones para las que antes eran necesarios varios. La necesidad de desarrollar productos con mayor funcionalidad y la búsqueda de servicios nuevos está motivada por el alto grado de competitividad de estos mercados.

Sistemas altamente distribuidos y dinámicos

La expansión de las telecomunicaciones continúa y se refleja en los sistemas empotrados. Las aplicaciones del futuro tienden a ser altamente dinámicas y todos los dispositivos tienden a comunicarse entre sí, para maximizar su utilidad. Existe un enorme interés industrial en aplicaciones con características novedosas, como las de inteligencia ambiental

La realización de sistemas con estas características no es trivial y requiere de un importante esfuerzo investigador. En relación con el tema central de este número de la revista, hay algunos temas de gran interés como son:

Sistemas operativos

La gestión avanzada de recursos y la coexistencia de aplicaciones críticas y acrílicas son dos características relevantes para los sistemas operativos empotrados de tiempo real del futuro. La gestión avanzada de recursos debe asegurar que se utilizarán de forma que se garanticen unas funciones básicas del sistema. La reserva y garantía de cuotas de uso de recursos es una de las técnicas básicas para conseguir este objetivo. La posibilidad de incluir en un sólo procesador las funciones que antes realizaban varios, implica la necesidad de dar soporte a aplicaciones que pueden tener requisitos de ejecución muy diferentes. El particionado de los recursos y la posibilidad de emplear diversos algoritmos de planificación o incluso diversos sistemas operativos constituyen líneas de investigación de gran interés.

Sistemas en red

Una característica previsible de los sistemas empotrados del futuro será su capacidad para conectarse con otros dispositivos continuamente. El funcionamiento de los mismos se modificará teniendo en cuenta el contexto o ambiente en el que se encuentre el usuario. De esta forma, se podrá intercambiar información y aplicaciones o arrancar funciones nuevas dinámicamente. Los protocolos de comunicación deberán adecuarse a este tipo de aplicaciones. Así, deberán permitir la adquisición, intercambio y procesamiento distribuida de información de contexto, reacción en un tiempo determinado ante sucesos significativos y la posibilidad de garantizar determinadas características de la comunicación a las aplicaciones, como ancho de banda o transmisión de información en un plazo de tiempo acotado. La seguridad de las redes es otro aspecto de gran interés.

Gestión de la calidad de servicio

El entorno dinámico de ejecución descrito implica que habrá situaciones de sobrecarga y no será posible ejecutar todas las aplicaciones simultáneamente. Los dispositivos deberán disponer de un gestor que permita decidir qué aplicaciones se deben ejecutar de forma que se maximice la satisfacción del usuario. La gestión avanzada de recursos deberá garantizar los recursos necesarios para la correcta ejecución de las aplicaciones más importantes.

Métodos avanzados de ingeniería del software

Un problema obvio es cómo desarrollar estas aplicaciones complejas, de forma que se garantice el cumplimiento de los requisitos expuestos y el coste y esfuerzo de desarrollo sean viables. En relación a esta temática hay un gran número de líneas de investigación, como el desarrollo de software basado en modelos, técnicas basadas en componentes, etc. Aunque esta problemática es común a todo el software, es necesario adecuar y adaptar estas técnicas generales al desarrollo de sistemas de tiempo real.

Diseño integrado de sistemas de control de tiempo real

Los sistemas de control se han diseñado sistemáticamente sin considerar la influencia que el sistema de ejecución (sistema operativo de tiempo real) introduce en la ejecución de las distintas actividades de control. Esta influencia es principalmente debida a los retardos introducidos por la planificación o las comunicaciones. Estos retardos pueden influir de forma significativa en las prestaciones de control. Planificar las tareas para reducir al máximo los retardos, ajustar los reguladores dinámicamente (parámetros, periodos, etc.) en función de los recursos disponibles, etc., son algunos de los temas de gran interés en este momento. Todo ello conduce a la necesidad de diseñar los sistemas de control conjugando la teoría de control y la influencia del sistema de ejecución desde las primeras fases del diseño.

Los temas mencionados no son sino un resumen escueto de los temas de investigación pendientes en relación a los sistemas empotrados de tiempo real. En el contexto de la red de excelencia ARTIST, se ha desarrollado una guía mucho más compleja sobre temas de investigación relevantes para los próximos años. En la dirección www.artist-embedded.org se puede encontrar información detallada sobre las tendencias

en estos campos. Adicionalmente, en la red de excelencia ARTIST2 (continuación de la anterior) se ha definido un cluster sobre sistemas empotrados de control que, durante la su actividad en el primer año, ha desarrollado distintos documentos que recogen la problemática de los sistemas empotrados de control.

Para esta sección especial se han seleccionado una serie de trabajos que abordan la mayoría de los aspectos anteriormente descritos. Los dos primeros artículos de este número abordan distintos aspectos del sistema de tiempo real, por un lado el grupo de la Universidad Politécnica de Madrid describe el diseño y la estructura del núcleo de tiempo real GNAT/ORK para el desarrollo de sistemas de tiempo real fiables, mientras que el grupo de la Universidad de Cantabria presenta una herramienta para el diseño de sistemas de tiempo real.

Los dos artículos siguientes presentan distintas técnicas para la integración de la planificación y el control. En el primero de ellos, el grupo de la Universidad Politécnica de Valencia presenta un análisis de los retardos introducidos por la planificación en sistemas de control y las técnicas para su reducción mediante la planificación; en el segundo de estos artículos, el grupo de la Universidad Politécnica de Cataluña analiza y presenta la técnica de asignación de recursos óptima respecto al rendimiento proporcionado por las tareas de control.

Los dos artículos siguientes presentan la problemática de las redes de comunicaciones con restricciones temporales. Por un lado, el grupo de la Universidad del País Vasco detalla su experiencia en el desarrollo de un protocolo basado en CANOpen para sistemas empotrados, mientras que el grupo de la Universidad Politécnica de Valencia describe otro protocolo de comunicaciones y su aplicación en el control de robots.

El último artículo describe una aplicación de control de robots teleoperado desarrollado por el grupo de la Universidad Politécnica de Cartagena.

Con este número especial sobre la “Informática Industrial – Sistemas de tiempo real” esperamos haber mostrado una visión amplia de lo que los distintos grupos de investigación están realizando sobre estos temas. Asimismo, deseamos que este tema tenga una presencia cada vez mayor en esta revista.

Alfons Crespo
Universidad Politécnica de Valencia

Alejandro Alonso
Universidad Politécnica de Madrid