

Articulación de Contenidos Curriculares de las Disciplinas Sistemas Operativos y Sistemas de Tiempo Real con Sistemas Embebidos en la Carrera Ingeniería en Informática

Juan Pablo Moreno¹; Carola Victoria Flores¹; Marcos Aranda¹; Enrique Miranda²; Gabriel Vilallonga^{1,2}

¹Departamento Sistemas de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la UNCa Maximio Victoria N° 55 - C.P: 4700 - San Fernando del Valle de Catamarca
Teléfono: 03834- 435112 – int 168

²Departamento de Informática de la Facultad de Ciencias Físico, Matemáticas y Naturales de la Universidad Nacional de San Luis. Ejercito de los Andes 950. San Luis
Tel: +54 (0266) 4520300. Int. 2127

jomoreno@tecono.unca.edu.ar, carolaflores@tecono.unca.edu.ar, mdaranda@tecono.unca.edu.ar, eamiranda@unsl.edu.ar, gvilallo@tecono.unca.edu.ar/unsl.edu.

Resumen

La formación de profesionales de las carreras de ingeniería en informática demanda conocimientos correctamente integrados por áreas afines de forma articulada para que los alumnos logren aprehender los conceptos por medio de prácticas interdisciplinarias.

El desarrollo de software para sistemas de tiempo real (STR) es realizado por ingenieros de software especializados en el área. Si bien en todo desarrollo de sistemas el tiempo es una variable importante, existen aquellos sistemas donde el no cumplimiento de una meta temporal puede provocar fallas catastróficas. Esto promueve el uso de técnicas de ingeniería de desarrollo para estos tipos de sistemas.

La gestión de software para STR involucra el conocimiento de diversas áreas, entre ellas los sistemas operativos (SO). Una de las principales áreas de estudio son los SO de tiempo real (SOTR), y su base teórica, que permite garantizar la correcta gestión de las tareas. Por ser el SO la tarea de más alta prioridad, en un STR, es que su correcta elección, por sus características, debe ser estudiada con minuciosidad.

Con una visión ingenieril, el desarrollo de sistemas con restricciones temporales debe involucrar desde la adquisición de las

especificaciones hasta la instalación del software en su ambiente de ejecución. El software es embebido en una placa electrónica donde el mismo correrá. La placa electrónica cuenta con diversos dispositivos y componentes electrónicos, acorde a los requerimientos del STR.

Desde el año 2011 se están llevando a cabo distintos talleres y escuelas de sistemas embebidos donde se ha promovido la actualización y capacitación de los docentes que se encuentran trabajando en el área de los sistemas embebidos (SE), incluso se llegó a desarrollar la Computadora Industrial Abierta Argentina (CIAA) y su versión educativa EDU-CIAA, la cual es una placa electrónica que permite la instalación de distintos SOTR y luego la implantación de software que desarrollará tareas de tiempo real.

Las distintas Universidades Nacionales que aportan al desarrollo de la CIAA poseen un stock de las mismas y van incorporando el manejo de la misma al dictado de sus cátedras. Esto posibilita contar con el material adecuado para realizar prácticas sobre las EDU-CIAA tanto para la instalación de SOs, como así también la implantación de software de tiempo real.

En la presente línea de investigación se propone confeccionar un marco de trabajo para la articulación de los contenidos

curriculares de las disciplinas Arquitectura de Computadores, Sistemas Operativos y Sistemas de Tiempo Real, de la carrera ingeniería en Informática, que por medio de la utilización de las EDU-CIAA permitan a los alumnos en primer lugar instalar un SO adecuado, y luego sobre este embeber el software desarrollado y validado por técnicas formales de la ingeniería de software. Esta experiencia permitirá al alumno la integración efectiva de conocimientos de STR.

Palabras claves: Ingeniería de Software (IS) Sistemas de Tiempo Real (STR), Sistemas Operativos (SO), Sistemas Embebidos (SE).

Contexto

El proyecto de investigación *“Fortalecimiento de la Calidad y la Productividad en Ingeniería de Software”*, posee una línea de investigación dedicada al análisis de implementación de buenas enseñanzas de la ingeniería que tiene como objetivo mejorar la formación de ingenieros de software.

El mencionado proyecto es evaluado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Catamarca y se desarrolla y ejecuta en ámbitos del Departamento de Informática de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la UNCa y en el Departamento de Informática de la Facultad de Ciencias Físico, Matemáticas y Naturales de la Universidad Nacional de San Luis donde los integrantes se desempeñan como docentes de la carrera de Ingeniería en Informática (UNCa), e Ingeniería en Informática y Licenciatura en Ciencias de la Computación (UNSL) respectivamente.

Esta línea de investigación, inserta en el proyecto, establece como prioridad la formación científico-técnico de los integrantes con la premisa de proceder a la transferencia de resultados a los medios informáticos.

Introducción

Los STR se encuentran en un gran número de elementos de la vida cotidiana. Desde los

sistemas de control de lavavajillas, sistema de control de reproductores de DVD, CD, etc hasta los sistemas de antibloqueo de los frenos de los automóviles, pasando por el control de tracción y el climatizador del aire. Los controladores realizan el análisis del medio en el cual el controlador está embebido y activan las operaciones pertinentes en fracciones de segundo. También se encuentran en lugares más sensibles como los sistemas de navegación y posicionamiento de aviones, y en lugares ultrasensibles como las centrales termonucleares.

En los últimos años tanto el hardware con el software están siendo embebidos en la mayoría de los STR para monitorear y controlar sus operaciones. Sin lugar a dudas la corrección de estos sistemas es de suma importancia debido que en muchos de estos sistemas la falla parcial o total puede acarrear consecuencias incómodas en el mejor de los casos, hasta catastróficas en otro extremo.

El desarrollo de estos sistemas implica el conocimiento de casi todas las teorías generales de los sistemas de computación, desde ingeniería de software hasta la teoría de SOTR, pasando por la arquitectura de la computadora hasta el conocimiento de lenguajes de programación con habilidades para el manejo de conceptos de tiempo real.

El estudio profundo de los STR implica un amplio conocimiento de varias áreas temáticas de las ciencias de la computación.

Los SO brinda una interfaz amigable entre el hardware y el usuario, permitiendo al desarrollador de software abstraerse del manejo mecánico/electrónico del dispositivo o componente electrónico que desea utilizar y centrarse solamente en la lógica del problema que desea solucionar. Para lograr este grado de abstracción, los SO ejecutan diversos procesos en paralelo, los cuales son administrados por un planificador, el cual se encarga de asignar tiempo de procesamiento a cada uno de ellos y de mediar entre procesos cuando dos o más procesos compiten por un mismo recurso.

Los SOTR poseen características especiales que los diferencian de los SO tradicionales, estas características están ligadas a los tiempos de respuesta, asignación de

prioridades y tolerancia a fallos. El tiempo de respuesta de

un SOTR debe estar dentro de valores preestablecidos, tanto para responder a interrupciones que puedan presentar, como así también a la comunicación interprocesos. La asignación de prioridades permite al usuario indicar al planificador del SOTR cuáles son los procesos a los cuales se debe asignar una prioridad mayor por encima de otros o viceversa. Por último, la tolerancia a fallos donde el SOTR intentará mitigar o corregir las consecuencias que pueda ocasionar una falla dentro del sistema, para ello es necesario conocer cada uno de los distintos escenarios que puedan presentarse a lo largo de su ciclo de vida.

En un SO tradicional si algo falla o un proceso demora más de lo normal no genera más que un inconveniente o la necesidad de reiniciar el sistema, en contraste con un SOTR la ocurrencia de este tipo de problemas puede llevar a que la vida de una o varias personas corra riesgo.

Los SE son una combinación de hardware y software que son desarrollados para satisfacer un requerimiento particular, es decir, poseen una funcionalidad determinada, diferenciándolos de los sistemas de propósito general. Una PC puede ser utilizada para procesar texto, diseño gráfico, programación, edición de sonido, etc., lo que la define como un sistema de propósito general, el hardware que posee está orientado para satisfacer todas esas necesidades. Al contrario, un SE solamente va a tener el hardware necesario para satisfacer los requerimientos específicos que posee, tratando de abaratar los costos de su construcción y además logrando un grado de determinismo beneficioso para el sistema.

Tanto en las áreas curriculares de la carrera de electrónica como la de informática y sistemas es imposible cubrir todos los aspectos teórico-prácticos de tiempo real. El aspecto teórico es muy rico pero no menos complejo desde el punto de vista de la enseñanza. La verificación y testeado de estos sistemas, previo a su embebido en el medio de ejecución, involucra el estudio que va desde los modelos de sistemas hasta distintos tipos de lógicas,

temporales y no temporales, necesarios para producir sistemas formalmente verificados.

Para lograr una correcta formación el alumno debe aprehender los conocimientos teórico-prácticos de la producción de software para STR. La experiencia de implantación del software en su medio de ejecución es algo que todo alumno de la carrera ingeniería en informática debe ser adquirida, especialmente en el área de STR.

Para lograr el objetivo es primordial que el alumno desarrolle prácticas de implantación de software necesarias para la efectiva adquisición e integración de los conocimientos teóricos.

La demanda de recursos humanos altamente calificados para el correcto desempeño en proyectos de desarrollo de software, donde las especificaciones temporales son una variable fundamental, hace que esta área de la ingeniería de software, tome real importancia y donde un ingeniero informático debe poseer las herramientas necesarias para un correcto desempeño en grupos de trabajo abocados a estos tipos de proyectos.

La formación de los alumnos de Ingeniería en Informática por medio de las disciplinas SO y STR, junto con la disciplina de Software Embebido permiten el desarrollo de los conocimientos teóricos y la habilidad en el manejo de herramienta de tiempo real por parte de los futuros profesionales.

Esta línea de investigación permite abrir una perspectiva multidisciplinar que tiene como efecto sinérgico el trabajo con sistemas reales, que permiten la aplicación de las herramientas informáticas utilizadas en el desarrollo de sistemas complejos.

Estas actividades exigen de la realización de cursos acerca de la temática, como así también el estudio de material bibliográfico y de publicaciones científicas.

Es de hacer notar que estos grupos de trabajos están coordinados por docentes investigadores de las distintas universidades.

Resultados y Objetivos

El objetivo principal de esta línea de investigación es contribuir de manera efectiva y mensurable en la concreción de aportes en

la formación de los alumnos de la carrera ingeniería en informática por medio de la adquisición de habilidades en el desarrollo de STR con especial énfasis en la implantación en su medio de ejecución.

Esto conlleva la revisión, o nuevas propuestas, técnicas, y metodologías de enseñanza que asistan al desarrollo de software de tiempo real embebido.

El efecto deseado, también, es incidir significativamente en las actividades académicas de formación de recursos humanos, y la transferencia al medio.

Estos objetivos están siendo alcanzado gracias al trabajo conjunto entre los equipo de la UNSL-UNCA.

Formación de Recursos Humanos

Esta línea de investigación está en una etapa intermedia, donde integrantes del proyecto son docentes de las disciplinas SO y STR con formación de posgrado en Ingeniería de Software.

Se ha procedido a la incorporación de alumnos de los últimos años con la finalidad de incluirlos en actividades de investigación y desarrollo en las áreas específicas del proyecto

El proyecto prevé un programa de capacitación y formación de recursos humanos, que contempla las siguientes actividades:

- Dirección de tesinas de grado de la carrera de Ingeniería en Informática de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la UNCA integrados al proyecto, como así también en la UNSL.
- Participación de los integrantes del proyecto en cursos de actualización y posgrado en el área de estudio.

Para garantizar la capacitación y actualización del equipo de investigación, así como la difusión de los avances y resultados logrados, se propuso la participación en eventos nacionales e internacionales de la especialidad, como congresos, simposios, seminarios y cursos.

Bibliografía

[1] Real Time Systems Design and Analysis. Laplante Phillips. IEEE PRESS 3o edn. 2004. ISBN-10: 0471228559, ISBN-13: 978-0471228554

[2] Sistemas de tiempo real y lenguajes programación. Alan Burns & Andy Welings. Pearson Educación, 2003. ISBN: 8478290583, 9788478290581

[3] Real-Time Systems: Scheduling, Analysis and Verification. Albert M. K. Cheng. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 2002. ISBN-10: 0471184063, ISBN-13: 978-0471184065.

[4] Sistemas Operativos Modernos - 3ra edición. Andrew Tanenbaum, Pearson Educación. 2009. ISBN: 9780136006633.

[5] Fundamentos de sistemas operativos - 7ma edición. Abraham Silberschatz, Peter Baer Galvin & Greg Gagne, McGraw-Hill. 2006. ISBN: 9788448146412.

[6] Programacion de Sistemas Embebidos en C. Gustavo Galeano, Alfaomega. 2009. ISBN- 10: 9586827704 ISBN-13: 978-9586827706.

[7] Diseño y Programación de Sistemas Embebidos con el Núcleo Microblaze: Fundamentos, Conceptos y Método del Cómputo de Propósito Específico. Olmo Alonso Moreno Franco, Editorial Académica Española. 2012. ISBN-10: 3848450593 ISBN- 13:978-3848450596.