

Tópicos de Diseño de Aplicaciones de Tiempo Real

Fernando Romero, Diego Encinas, Luciano Iglesias, Armando De Giusti¹,
Fernando G. Tinetti²

Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)
Facultad de Informática – UNLP

{fromero, dencinas, li, degiusti, fernando}@lidi.info.unlp.edu.ar

RESUMEN

El objetivo de esta línea de investigación es el estudio y desarrollo de sistemas de software que poseen restricciones temporales, como son los Sistemas de Tiempo Real (STR) [4] [6] [15] haciendo hincapié en los aspectos de simulación, planificadores y comunicaciones.

CONTEXTO

Esta línea de Investigación forma parte del proyecto "Arquitecturas multiprocesador distribuidas. Modelos, Software de Base y Aplicaciones" del Instituto de Investigación en Informática LIDI acreditado por la UNLP.

Palabras Claves: Tiempo Real, Sistemas Operativos de Tiempo Real, Sistemas Embebidos, Posix, comunicaciones, simulaciones, GNU/Linux.

1. INTRODUCCION

El diseño de aplicaciones de tiempo real [2] [3] implica aspectos que, de no ser cuidados, pueden producir una falla del sistema y no solo de la performance. En

particular, la planificación de tareas a fin de cumplir con los plazos de tiempo es una premisa esencial. Para investigar estos temas se dispone de herramientas de simulación como también sistemas reales. En esta línea, los desarrollos teóricos no siempre van acompañados de implementaciones en sistemas reales. A su vez, los cambios en el hardware implican nuevas posibilidades y variantes, tales como el hecho de disponer de varios núcleos de procesador en donde ejecutar tareas. Se estudia la implementación de cambios en un sistema operativo GNU/Linux con parche RT, apto para tiempo real.

La planificación impacta en todo el sistema con lo que surgen otros temas, tales como inversión de prioridades, lo cual también es tema de este trabajo. Los sistemas de tiempo real (STR) involucran tareas con restricciones de tiempo de diferente nivel de criticidad. Esto conlleva a un cuidadoso diseño de los sistemas operativos empleados, en particular al planificador del mismo, que será en gran parte responsable del cumplimiento de los plazos.

¹ Investigador CONICET

² Investigador CIC Prov. de Buenos Aires.

Comparando con un sistema tradicional, se debe tener especial control sobre la utilización de recursos, tiempos de respuesta conocidos, manejo de prioridades, fallos y comunicaciones.

Existen algunas diferencias importantes entre un sistema de software tradicional y uno de tiempo real. Las principales diferencias son:

- Planificación de tareas dirigida al cumplimiento de las restricciones de tiempo en vez de al rendimiento.
- Control de dispositivos externos, como por ejemplo, brazo robot, una planta industrial, etc., con un mayor uso de E/S.
- Procesamiento de mensajes que pueden arribar en intervalos regulares e irregulares.
- Seguridad y confiabilidad son conjuntas en sistemas de este tipo, debe haber detección y control de condiciones de falla a fin de evitar daños y un funcionamiento sin interrupciones. Debido a que muchas veces estos sistemas no cuentan con supervisión humana (autónomos) el manejo de excepciones es crítico. Se espera que un STR se ejecute en forma continua, automática y segura, teniendo un impacto en los costos de desarrollo y la seguridad.
- Modelización de condiciones concurrentes, ya que al mezclarse gran número de eventos regulares e irregulares es frecuente su concurrencia como la de los procesos cuya ejecución desencadenen dichos eventos, con lo que se debe tratar la asignación y control de procesos concurrentes.
- Manejo de las comunicaciones en Sistemas Distribuidos permitiendo

reaccionar a los cambios de la red, como throughput o delay.

- Protección de datos compartidos.
- Por lo general se trata de Sistemas Embebidos que forman parte de un entorno mayor dentro del cual están inmersos y que lo controlan.

2. LINEAS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

Se plantean como temas de estudio:

- Durante la etapa de verificación y validación del hardware, pueden encontrarse medidas que impliquen la realización de cambios o modificaciones en los mismos. Una manera de disminuir la complejidad y la probabilidad de errores en la producción de hardware es desarrollar una simulación específica de éstos.
- Se está experimentando la implementación de sistemas de software sobre microcontroladores, utilizando Free RTOS y GNU/Linux con kernel RT en procesadores tipo ARM y x86.
- Políticas de planificación de CPU [1] [13]: en STR se trabaja en simulaciones de diferentes algoritmos de planificación de uso de la CPU, utilizando la herramienta Cheddar [7], con la que es posible simular procesos con diferentes restricciones temporales y prioridades, empleando diferentes planificadores. En base a estas simulaciones, se innovará planificaciones experimentales en GNU/Linux RT [14] [17]. En particular, se está trabajando en implementar la política EDF (Earliest Deadline First scheduling).
- Recursos compartidos: Inversión de prioridades: se llevan a cabo experimentos sobre SOTR, a fin de

evaluar ventajas y desventajas de los mecanismos implementados en los mismos para evitar este efecto.

- Se está simulando tráfico de red con restricciones temporales (streaming de audio y/o video), a fin de evaluar la conveniencia de los emisores [18] [19] [20].

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

De acuerdo con las tareas desarrolladas y a desarrollar, los resultados se enfocarán en varias direcciones relacionadas con sistemas operativos y con sistemas embebidos de tiempo real:

- Se estudian los sistemas operativos FreeRTOS y GNU/Linux RT [16], explorando sus posibilidades para el desarrollo de aplicaciones de tiempo real [9], realizando ejemplos concretos.
- Identificación y definición de pautas para estrategias en Planificadores y su impacto en los sistemas en STR, ensayando las mismas en Cheddar. En particular, el planificador linux con parche preemptive previsto para adaptarse al estandar Posix 1003 [5] [11].
- Uso de robots y simuladores de robots Kephra. Relación de la problemática de aplicaciones de robots y los sistemas embebidos de tiempo real.
- Los Sistemas Distribuidos de Tiempo Real Críticos deben ejecutar algoritmos en plazos de tiempo adecuados a los requerimientos de la implementación. Durante la etapa de verificación y validación del hardware, pueden encontrarse medidas que impliquen la realización de cambios o modificaciones en los mismos. Una manera de disminuir la complejidad y la probabilidad de errores en la

generación de hardware es desarrollar una simulación específica de éstos. Se propone el diseño e implementación de un modelo de simulación utilizando el framework SystemC [12].

- El modelo de simulación se realiza considerando un análisis de planificación de transmisión de mensajes [8] para redes CAN pero imponiendo restricciones propias del desarrollo de un simulador. La programación del modelo se efectúa utilizando la metodología Transaction Level Modeling (TLM) para describir al dispositivo a nivel de sistemas. La validación se efectúa utilizando especificaciones y normas estandarizadas del protocolo junto a herramientas de visualización de señales producidas por el simulador. De esta manera se cuenta con una herramienta para predecir el comportamiento del sistema de comunicaciones [10] ante, por ejemplo, posibles fallas.

4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

En base a estos temas se están desarrollando un Doctorado y dos tesis de Magister en Redes de Datos y posibles tesinas de grado. También aportan trabajos de alumnos de la materia Diseño de Sistemas de Tiempo Real.

5. BIBLIOGRAFIA

[1] N.C. Audsley , A. Burns , M. F. Richardson , A. J. Wellings. "Hard Real-Time Scheduling: The Deadline Monotonic Approach". 1991. Proc. IEEE Workshop on Real-Time Operating Systems and Software.

- [2] L. Buhr. "An Introduction to Real Time Systems". Prentice Hall, 1999.
- [3] A. Burns & A. Wellings. "Real-Time Systems and Programming Languages". Addison Wesley, ISBN 90-201-40365-x/
- [4] A. Burns, A. J. Wellings. "Designing hard real-time systems". 1992. Proceedings of the 11th Ada-Europe international conference on Ada. ISBN:0-387-55585-4
- [5] Giorgio C. Buttazzo University of Pravia Italy. Rate Monotonic vs EDF, Real-Time Systems, 29, 5–26, 2005 2005 Springer Science + Business
- [6] Coulouris G., Dollimore J., Kindberg T. "Distributed Systems Concepts and Design", Addison Wesley 1994
- [7] The Cheddar project: A free real time scheduling analyzer, <http://beru.univbrest.fr/~singhoff/cheddar/>
- [8] R. Davis, «Controller Area Network (CAN) schedulability analysis: Refuted, revisited and revised.» Real-Time Systems. Springer, vol. 35, n° 3, pp. 239-272, 2007.
- [9] S. Ellison, "Developing Real-Time Embedded Software". Wiley, 1994
- [10] J. Eickhoff, Simulating Spacecraft Systems, Springer, 2009.
- [11] Martin Hervé, Bothorel Tests de faisabilité basés sur le taux d'occupation CPU des principaux algorithmes d'ordonnement temps réel. Sebastien. Maitrise Informatique-année 2003-2004.
- [12] IEEE Standards Association, IEEE Standard for standard SystemC language reference manual, IEEE Computer Society, 2012.
- [13] C. L. Liu and J. W. Layland. Scheduling algorithms for multiprogramming in a hard-real-time environment. J. ACM, 20(1):46-61, 1973.
- [14] Robert Love Linux Kernel Development Third Edition. Addison Wesley. 2010. Media, Inc. Manufactured in The Netherlands.
- [15] A. Silberschatz, J. Peterson, P. Galvin, "Sistemas Operativos. Conceptos Fundamentales", 3rd Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, 1994.
- [16] Siro Arthur. Carsten Emde. Nicholas Mc Guire. "Assessment of the Realtime Preemption Patches (RT-Preempt) and their impact on the general purpose performance of the system". 20 nov 2007. 9th RT Workshop.
- [17] Wolfgang Mauerer. Professional Linux@Kernel Architecture. Wiley Publishing, Inc. 2008.
- [18] D Miras. Network QoS needs of advanced internet applications a survey. Technical report, Internet2, November 2002.
- [19] William Stallings. High-speed networks and internets: performance and quality of service. Prentice Hall, 2002.
- [20] Cisco visual networking index: Forecast and methodology, 2011-2016 [Visual networking index (VNI)]. Technical report.