

# “Análisis de Eficiencia en Arquitecturas Multiprocesador en aplicaciones de Telemedicina”

Jorge Osio<sup>1</sup>, Juan Eduardo Salvatore<sup>1</sup>, Martin Daniel Morales<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ingeniería y Agronomía - Universidad Nacional Arturo Jauretche

[josio@unaj.edu.ar](mailto:josio@unaj.edu.ar), [juaneduardosalvatore@gmail.com](mailto:juaneduardosalvatore@gmail.com), [martinmorales@unaj.edu.ar](mailto:martinmorales@unaj.edu.ar)

## Resumen

El proyecto contempla el estudio y análisis de técnicas de Acceso a distancia por medio de la interfaz Ethernet [1]. Entre las problemáticas a investigar se encuentra la frecuencia de actualización de datos y eficiencia en la visualización del estado actual de las variables sobre Sistemas basados en Microprocesadores Cortex y otros procesadores ARM con diferentes prestaciones. Además, se abordan temas de investigación relacionados con los distintos protocolos para el envío de paquetes, donde se debe determinar la manera más eficiente en cuanto a tiempo de transmisión y limitaciones en la red que puedan provocar la caída en el rendimiento del sistema. Entre las aplicaciones conocidas, se desean estudiar las capacidades y prestaciones de un web server Embebido para aplicaciones de Telemedicina [2]. Además, estudiar la factibilidad en la transmisión de imágenes, gráficas de datos evolutivos y voz en tiempo real [3]. Para determinar el rendimiento y limitaciones del sistema completo se requiere implementar un Sistema Operativo de tiempo real sobre el sistema Multicore CIAA ([4] y [5] respectivamente).

**Palabras clave:** *Procesamiento paralelo, Sistemas multicore, Telemedicina, Software Embebido, Voz sobre IP, Comunicación Ethernet, Sistema Operativo de tiempo real.*

## Contexto

Las líneas de Investigación aquí desarrolladas son parte del Proyecto de Investigación Científico-Tecnológico “Factibilidad y Eficiencia de Aplicaciones en Telemedicina sobre Sistemas Embebidos. Aplicaciones en Arquitecturas Multiprocesador” de la Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ).

Por otra parte, se tiene financiamiento en el marco del programa “Universidad, Diseño y Desarrollo Productivo” del Ministerio de Educación a través de los proyectos 2013 y 2014 aprobados en la UNAJ.

Parte de las líneas de investigación desarrolladas se encuentran enmarcadas en los convenios de colaboración en Actividades de Investigación firmados por la UNAJ con el Laboratorio CeTAD y el Instituto III – LIDI de la UNLP.

## Introducción

Las tecnologías actuales poseen con frecuencia aplicaciones de comunicaciones basadas en protocolos TCP/IP. Por otro lado, En la actualidad se busca que la implementación sea realizada con alta capacidad de cómputo y en Sistemas Embebidos. Finalmente, la búsqueda de explotar al máximo el paralelismo brindado por las arquitecturas multicore de los Procesadores Cortex M4, requiere el agregado de un sistema Embebido de Tiempo Real para potenciar las aplicaciones que requieren alta cantidad de transferencia de datos, imágenes y señales de audio[4] y [5].

La Agencia de tecnología ARPA (Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada) presentó un grupo de estándares de red que especifican los detalles de cómo se comunican las computadoras, así se comienza a utilizar un grupo de reglas para interconectar redes y para rutear el tráfico conocido como el grupo de protocolos Internet TCP/IP [6]. Este protocolo posee las siguientes capas:

- Capa de aplicación: comunicación entre procesos o aplicaciones.
- Capa de transporte: (TCP/UDP/..): transferencia de datos extremo a extremo, incluye mecanismos de confiabilidad, oculta detalles de la red subyacente.
- Capa de red: capa Internet (IP), ruteo de datos.
- Capa de enlace: interface lógica entre sistemas terminales y la red. (capa física: medio de transmisión, codificación.)

Este grupo de protocolos es el que actualmente posibilita el intercambio de información de manera rápida y facilita el acceso a la información de multiplicidad de formas acortando las distancias. Los lineamientos de investigación propuestos

funcionan sobre varios de estos protocolos y tienen como principal objetivo el envío de datos a grandes distancias en tiempo real de manera rápida y eficiente.

Actualmente existe una amplia variedad de formas de acceder a la información por este medio, la más común de todas es mediante el método cliente-servidor sobre el cual se implementan los servidores web que permiten descentralizar el procesamiento y recursos, sobre todo, de cada uno de los servicios y de la visualización de la Interfaz Gráfica de Usuario. Esto hace que ciertos servidores estén dedicados solo a una aplicación determinada para poder ejecutarla en forma eficiente.

Si bien esta temática es muy amplia y en la actualidad está ampliamente desarrollada sobre las computadoras personales, el objetivo principal de la investigación se centra en la implementación de estos protocolos en Sistemas Embebidos como dispositivos de aplicación específica que permitan la transmisión y el acceso a datos de voz [3], imágenes y variables en tiempo real.

De esta manera se pretende aplicar la investigación a sistemas de telemedicina ([7]y[8]), que permiten la visualización y actualización de variables vitales, imágenes y voz en tiempo real por medio de procesadores Cortex dentro de un Sistema embebido ([1] y [2]), cuyo funcionamiento será totalmente independiente de un sistema de Cómputo tradicional. Para el correcto funcionamiento de estas aplicaciones se deberá disponer de un Sistema Operativo de tiempo real embebido, que coordine el envío de datos de voz con el funcionamiento del web server embebido, lo cual genera un nuevo lineamiento [9].

La investigación de esta temática aplicada a sistemas embebidos está en pleno auge y permite la incorporación de

numerosos e interesantes lineamientos de investigación [10 - 15].

Los antecedentes del grupo de trabajo se basan en la dirección de Tesis de Grado sobre la implementación de web server embebido orientado a telemedicina [16] y de un sistema embebido de voz sobre IP [17].

Las líneas de investigación se enmarcan fundamentalmente en la búsqueda de técnicas innovadoras de telemedicina que puedan ser incorporadas o aplicadas en el Hospital HEC. Adicionalmente, se pretenden encausar estas líneas de investigación en la realización de estudios de postgrado tanto para docentes como para los futuros profesionales que surjan de la UNAJ. El postulante a director del proyecto participa en proyectos de investigación desde el año 2005 en la Facultad de Ingeniería de la UNLP como investigador. Actualmente participa como miembro en los proyectos “Procesamiento Digital de Imágenes Médicas sobre plataformas FPGA”, “Procesamiento de Imágenes en arquitecturas FPGA multiprocesador” y “Envío de datos Ethernet para telemedicina”, pertenecientes a la Maestría en realización en el Laboratorio CeTAD, al convenio UNAJ-LIDI y a los lineamientos de investigación en la UNAJ respectivamente.

Como resultado del trabajo realizado recientemente en la UNAJ se han publicado cuatro artículos; como autor en el 1° Congreso Nacional de Ingeniería Informática y Sistemas de la Información (CoNaIISI-2013), en el XIX congreso Argentino de ciencias de la Computación (CACIC 2013), en el XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2014) y en el III Congreso Virtual de Microcontroladores y sus aplicaciones (CVM 2014).

Se destaca la participación de alumnos de la cátedra Organización y Arquitectura de Computadores (en la que el postulante a director del proyecto actualmente es coordinador) en el cuatrimestre pasado, como autores del trabajo en el 3° Congreso de Microcontroladores y sus aplicaciones (CVM-2014). Por otro lado se debe destacar la participación de los integrantes del proyecto de investigación como autores en los congresos CACIC 2013 y CONAIIISI 2014.

## **Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación**

### **Temas de Estudio e Investigación**

- Estudiar la frecuencia de actualización de datos y eficiencia en la visualización del estado actual de las variables sobre Sistemas basados en Microprocesadores Cortex
- Explotar al máximo el paralelismo brindado por las arquitecturas multicore de los Procesadores Cortex M4.
- Investigación relacionada con los distintos protocolos para el envío de paquetes, donde se debe determinar la manera más eficiente en cuanto a tiempo de transmisión y limitaciones en la red que puedan provocar la caída en el rendimiento del sistema.
- Estudio de las características paralelizables de algoritmos de procesamiento de imágenes y audio en el plano espacial y frecuencial.
- Definir parámetros de procesamiento para explotar al máximo las características multicore.
- Estudiar la factibilidad en la transmisión de imágenes, gráficas de datos evolutivos y voz en tiempo real en Sistemas Embebidos .

## Resultados y Objetivos

### Investigación experimental

Los resultados obtenidos actualmente son satisfactorios, teniendo en cuenta que se ha implementado un web server embebido en tiempo real que permite mostrar variables dinámicamente por medio de tecnologías de 32 bits.

Además, se ha implementado un sistema embebido de VOIP con tecnologías de 8 bits, que permite el envío de señales de voz mediante el protocolo TCP/IP.

Todas estas aplicaciones se han realizado por separado y en sistemas simple-core. Por lo que se considera ineficiente realizar la implementación de todas las aplicaciones conjuntamente en un sistema simple core.

Para lograr la implementación de un sistema complejo se pretenden lograr los siguientes objetivos pensados para un proyecto de dos años de duración:

- Lograr paralelizar eficientemente las tareas a realizar por el sistema completo en relación a la implementación del web server, actualización de datos dinámica, gráfica de imágenes y transmisión de datos de audio por TCP/IP.
- Verificar la eficiencia comparando tiempos de cómputo entre la implementación del Sistema de forma secuencial y su paralelismo en sistemas multicore.

### Formación de Recursos Humanos

Dentro de la temática de la línea de I/D se participa en el dictado de asignaturas de la carrera de Ingeniería Informática de

la UNAJ y en Proyectos de Voluntariado con financiamiento.

En esta línea de I/D existe cooperación a nivel nacional. Hay 1 investigador realizando su Doctorado y 2 realizando una Maestría en temas relacionados con Sistemas Embebidos Multiprocesador y Software Embebido.

### Referencias

1. Jan Axelson, Embedded Ethernet a internet complete, Lakeview Research LLC, 2003
2. Carlos Eduardo Arcila Gomez, "DISEÑO DE UN ENLACE DE TELEMEDICINA PARA EL HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN JUAN DE DIOS DEL QUINDÍO", Tesis de Grado, Universidad de Quindío, 2010
3. Timoty Kelly, "VOIP for Dummies", Willey Publishin, 2005.
4. Richard Barry, "Using de Free RTOS real time kernel", 2010
5. Proyecto CIAA, "Procesador Cortex M4 multicores".  
<http://www.proyecto-ciaa.com.ar/>
6. Richard Stevens, "The Protocols TCP/IP Illustrated, Volume 1", 1993
7. VÉLEZ Jorge Alberto. Panorama y tendencias de la telemática en salud, hablando de Telemedicina. Sistemas & Telemática, Universidad Icesi de Colombia. p. 3.
8. PUERTA María Liliana. La Telemedicina, Facultad de ingeniería, Universidad de Manizales. Mayo 3 del 2002.
9. VEGA VALLE Jorge. Diseño e implementación de una herramienta para la enseñanza y el aprendizaje de la teoría de colas. Facultad de Informática, Universidad da Coruña. 2004.
10. HEESELBACH Xavier, ALTÉS Jordi. Análisis de redes y sistemas de comunicación. Octubre 2002.
11. IEEE, A Unified Multimedia Database System to Support Telemedicine. Transactions of Information Technology in Biomedicine, Vol. 2, No. 3, September 1998.

- 12.PAK HS. Tele dermatology and teledermapathology. Sem Cutaneous Med Surg 2002.
- 13.SECRETARIA DE SALUD. Tele-Cardiología versión 1.0. Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud de México, Tercera edición. 2007.
- 14.OCHOA G., DAZA M. Archila M., MONTILLA G., DE LA TORRE M. VERGARA T., ESCALONA P, BARRIOS V, ACUÑA M. Las telecomunicaciones, la telemedicina y la reingeniería de la salud. Universidad de Carabobo.
- 15.MARTÍNEZ RUÍZ Ignacio. Contribuciones a modelos de tráfico y control de QoS en los nuevos servicios sanitarios basados en Telemedicina. Tesis doctoral, Departamento de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones. Universidad de Zaragoza. Julio 2006.
- 16.Lucas Iogna Pratt, “Implementación de un web server embebido”, Tesis de Grado, Director Jorge Osio, Fac. Ing., UNLP, 2013.
- 17.Juan Eduardo Salvatore, “Desarrollo de un Sistema de voz sobre IP”, Tesis de Grado, Fac. Ing., UNLP, 2012.