

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ÁREA ACADÉMICA DE INGENIERÍA EN COMPUTADORES  
PROYECTO DE DISEÑO EN INGENIERÍA EN COMPUTADORES



# **Computación aproximada en aplicaciones tolerantes a errores con una plataforma multinúcleo y multi-acelerador**

Chair for Embedded Systems (CES)  
Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

Propuesta de anteproyecto

DANIEL MOYA SÁNCHEZ

28 de febrero de 2018

# **1. Palabras Clave**

Arquitectura heterogénea, Multi-aceleradores, Multi-núcleo, Caracterización, Calendari-  
zación, Computación aproximada, Calidad.

## **2. Introducción**

Los sistemas de Tecnologías de Información (TI) se enfrentan a constantes desafíos, los cuales deben ser superados con el final de tener una mejora continua. Entre los problemas más comunes se puede mencionar el costo en área, potencia, tiempo de ejecución y monetario, variables que restringen la calidad de una aplicación. Idealmente, una aplicación debe ajustarse a las necesidades reales del usuario y, en general, del área de aplicación, por lo que, así como no sería conveniente tener una aplicación médica en la que ocasionalmente se generen algunos errores, tampoco es óptimo tener un sistema de audio o video sumamente exacto si al final de cuentas el usuario no distingue la diferencia entre uno con menor calidad.

Este documento busca comunicar los aspectos esenciales de una propuesta de proyecto para automatizar el proceso de selección de partes aproximadas de un sistema tolerable a errores, de tal forma que se presenten una serie de opciones a un usuario donde este pueda escoger que versión aproximada del sistema desea utilizar, considerando cuál característica (área, tiempo de ejecución, eficiencia energética) considera más crítica en una plataforma multinúcleo y multi-acelerador.

Seguidamente, este documento habla sobre el contexto

## **3. Contexto y Antecedentes**

### **3.1. Descripción de la empresa**

El Instituto Tecnológico de Karlsruhe surge en 2009 a partir de la unión de la Universidad de Karlsruhe, fundada en 1825 como Universidad Fridericana, y el Centro de Investigación de Karlsruhe. Se ubica en Karlsruhe, en el estado de Baden-Württemberg, al suroeste de Alemania.

El Instituto de Ingeniería en Computadores en el KIT abarca grupos de trabajo que abarcan los diferentes niveles de abstracción de sistemas computacionales. En el Chair for Embedded Systems (CES) se investigan diversos aspectos relacionados con el diseño de sistemas embebidos, desde la confiabilidad de circuitos hasta el manejo de potencia en sistemas de múltiples y muchos núcleos.

El proyecto como tal será desarrollado en el Chair for Embedded Systems (CES) bajo la tutela de M.Sc. Jorge Alberto Castro Godínez, ingeniero en electrónica, investigador y estudiante de doctorado, quien es egresado del Tecnológico de Costa Rica y posee más de dos años y medio como investigador en el Instituto Tecnológico de Karlsruhe.

### **3.2. Área de Negocio del Proyecto**

El proyecto se realizará dentro del tema de computación aproximada. Este corresponde a un paradigma de diseño que busca explotar la tolerancia a errores en programas al disminuir la precisión de los resultados y a la vez reducir los requerimientos computacionales para cálculos completamente correctos (e.g. consumo de potencia, área y tiempo de ejecución). Se utiliza una plataforma de software para poder determinar la combinación de secciones aproximadas en una aplicación con múltiples secciones (i.e. estructura en pipeline) que generan un sistema final que cumple con un nivel de error aceptable y a su vez reduce el consumo de recursos en alguna forma.

## **4. Descripción de la Propuesta**

### **4.1. Contexto del problema**

En la actualidad, dada la gran cantidad de aplicaciones sofisticadas (e.g. sistemas GPS, reconocimiento de voz, etc.) la computación ayuda a mantener una salida aceptable mientras se logra que ciertas métricas como tiempo de respuesta o eficiencia energética se mejoren. En general, la computación aproximada provee la libertad de escoger entre un cierto nivel de error o degradación de la calidad en la salida final de una aplicación (e.g. ruido en la señal de la salida) para mejorar el consumo de energía, el área o el tiempo de ejecución; esto sirve como herramienta a un investigador para que ajuste una aplicación dada a las necesidades reales y específicas de esta. En la figura 1 se muestra un esquema que puede ser aplicado a sistemas tolerantes a errores para incluir en estos la computación aproximada [1].

Los elementos clave de la figura 1 son kernels aproximados, los cuales representan la implementación (técnicas) de las funciones aproximadas, estas pueden ser realizadas a nivel de hardware o de software; la identificación de las secciones tolerantes a errores y sus características particulares (e.g. análisis de impacto); y el manejo de la calidad, el cual implica una evaluación continua para determinar si la aplicación logra los requerimientos deseados.

### **4.2. Justificación de la necesidad**

El diseño e implementación de un sistema que permita escoger entre una serie de secciones aproximadas parametrizadas y, a partir de un límite de calidad establecido por el usuario,

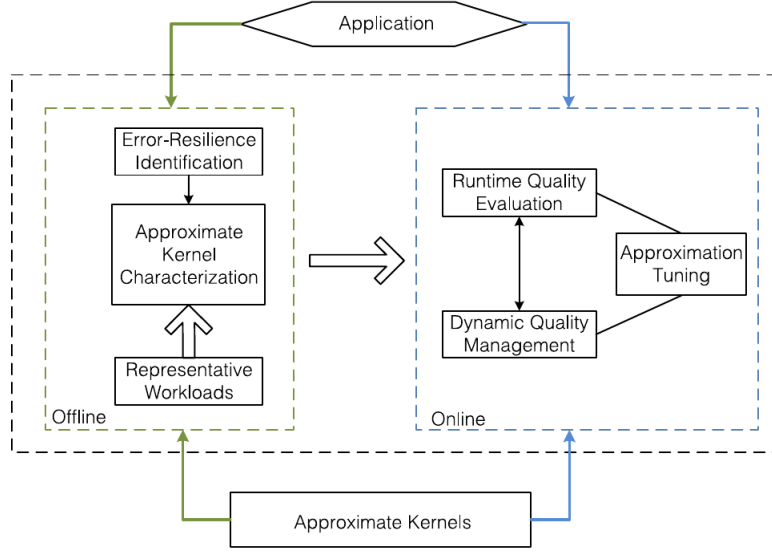


Figura 1: Un marco de trabajo para el uso de computación aproximada [1].

cuál combinación de estas secciones genera una aplicación final que mejor se ajuste a las necesidades de un usuario, es decir, que permita bajar el consumo de recursos sin sobrepasar un umbral de error establecido, representa una contribución significativa para el proceso de investigación en el paradigma de computación aproximada que se desarrolla en el Instituto Tecnológico de Karlsruhe.

El trabajo de investigación propuesto sigue el enfoque de otros autores de poder proveer soluciones al uso eficiente de los recursos energéticos, de área y de tiempo de ejecución, especialmente considerando el auge que ha tenido el Internet de las Cosas y la Computación Ubicua, con sus respectivos retos y limitaciones.

### 4.3. Enfoque de la solución

### 4.4. Objetivos

#### 4.4.1. Objetivo General

Desarrollar un algoritmo que, a partir de información sobre diferentes versiones de secciones aproximadas de un sistema tolerante a errores, pueda determinar cuál combinación de versiones genera un mejor resultado en términos de ahorro de recursos y nivel de error a la salida.

#### **4.4.2. Objetivos Específicos**

1. Investigar los algoritmos y trabajos relacionados al área de computación aproximada, con el fin de tener cierto marco de referencia.
2. Desarrollar un algoritmo que permita la escogencia de secciones tolerantes a errores en una aplicación dadas varias posibles versiones aproximadas.
3. Describir detalladamente el proceso de generar una aplicación aproximada a partir de secciones independientes aproximables, de tal forma que dicho conocimiento sea escalable a aplicaciones más grandes.

#### **4.5. Supuestos y Limitaciones**

1. Limitación de tiempo: Se espera que el proyecto pueda ser desarrollado entre mediados del mes de Julio y mediados del mes de Noviembre.
2. Limitación de recursos: El proyecto será desarrollado con herramientas de software gratuitas y aquellas que sean provistas por el CES. Adicionalmente, será necesario una computadora personal, servicios básicos de alimentación, transporte y estadía en Alemania. Se tendrá acceso al material de investigación presente en el KIT y en internet.

### **5. Propuesta Metodológica**

#### **5.1. Tipificación del trabajo a realizar**

El proyecto se clasifica como un trabajo de investigación teórico-práctico, donde se deben aplicar conocimientos en temas relacionados con sistemas operativos, arquitectura de computadores y computación de alto rendimiento.

#### **5.2. Descripción del proceso a realizar**

El proyecto iniciará con una etapa de investigación sobre trabajos realizados por varios autores en el área de computación aproximada, relacionados con la caracterización de sistemas o aplicaciones en las cuales una o varias secciones son aproximables.

Seguidamente, se implementará un algoritmo que, a partir de una información dada (gracias a trabajos previos) almacenada en algún tipo de base de datos, se alimente para determinar qué combinación de funciones aproximadas se deben colocar en un sistema en pipeline de tal forma que, el resultado al final de las etapas, se mantenga en un nivel de error aceptable.

La documentación del proyecto se trabajará a lo largo de todo el proceso de desarrollo, sin embargo, la redacción del artículo científico y demás documentos propios de un trabajo final de graduación, se desarrollarán como una etapa adicional.

## Referencias

- [1] Qiang Xu, Todd Mytkowicz, and Nam Sung Kim. Approximate computing: A survey. *IEEE Design & Test*, 2018.