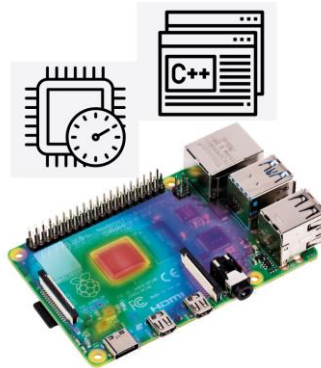


Trabajo final Arquitectura de Computadores/ Interfaces y Arquitectura Hardware

Student Outcome 06: An ability to develop and conduct appropriate experimentation, analyze and interpret data, and use engineering judgment to draw conclusions.

TEMA: El impacto de la localidad de caché en el rendimiento de suma de elementos de una matriz



Introducción

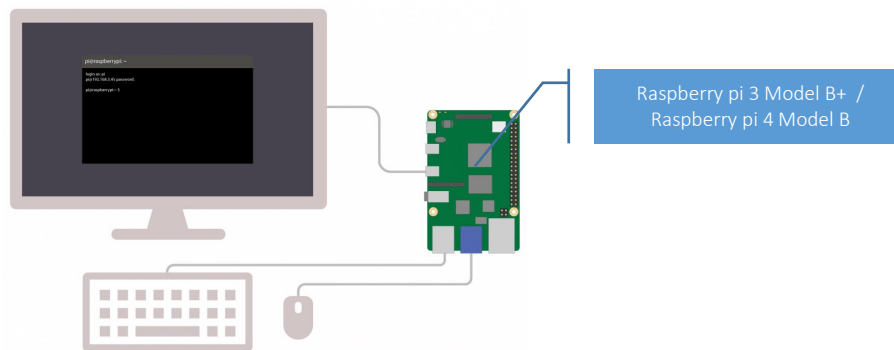
A lo largo del curso, se exploraron la estructura y arquitectura de los computadores. El objetivo fundamental de este curso radica en evaluar cómo las estructuras de hardware y los componentes de software de un computador inciden en el rendimiento y la utilidad de los programas de aplicación. Esto abarca el procesamiento, acceso y almacenamiento de los datos manipulados por dichos programas. Por ende, la evaluación y el análisis del desempeño se posicionan como el fin último de un trabajo final.

Como es conocido, los procesadores modernos emplean memorias caché para mitigar la brecha entre las velocidades del procesador y la memoria principal. Gracias al principio de localidad, la mayoría de las solicitudes de datos del procesador se atienden en la memoria caché más rápida, generando así una mejora sustancial en el rendimiento. La evaluación de cargas de trabajo y cachés en términos de localidad resulta crucial para el diseño de cachés y la comprensión de las técnicas asociadas al denominado "friendly code"

Un elemento crítico en la arquitectura de un computador es el sistema de memoria, que comúnmente se convierte en el cuello de botella de los tiempos de ejecución. Por lo tanto, la determinación y medición del tiempo de acceso son esenciales para tomar decisiones sobre configuraciones adecuadas, así como para explicar, desde la perspectiva del programador, cómo distintos programas o algoritmos, aunque posean la misma complejidad algorítmica, podrían presentar notables diferencias en su ejecución en función de su aprovechamiento del principio de localidad en un computador con una configuración específica. Una herramienta para estudiar y analizar la jerarquía de memoria es el "memory mountain", una representación gráfica de la velocidad de lectura de datos en memoria (medida en MB/s) en relación con el tamaño total de los datos procesados y su patrón de acceso [1].

El estudio de la estructura y arquitectura hardware de un equipo de cómputo permite comprender los componentes hardware y los elementos de software que inciden en el desempeño. Estos factores van desde el tipo de carga de trabajo o exigencia computacional, el tipo de CPU, la configuración de la jerarquía de memoria del computador, el sistema operativo, los compiladores, los lenguajes de programación hasta los tipos de datos utilizados en el programa, entre otros. Por lo tanto, se destaca la importancia de llevar a cabo un diseño experimental meticuloso para establecer los niveles de interacción de los factores y su impacto en la variable respuesta que se desea medir.

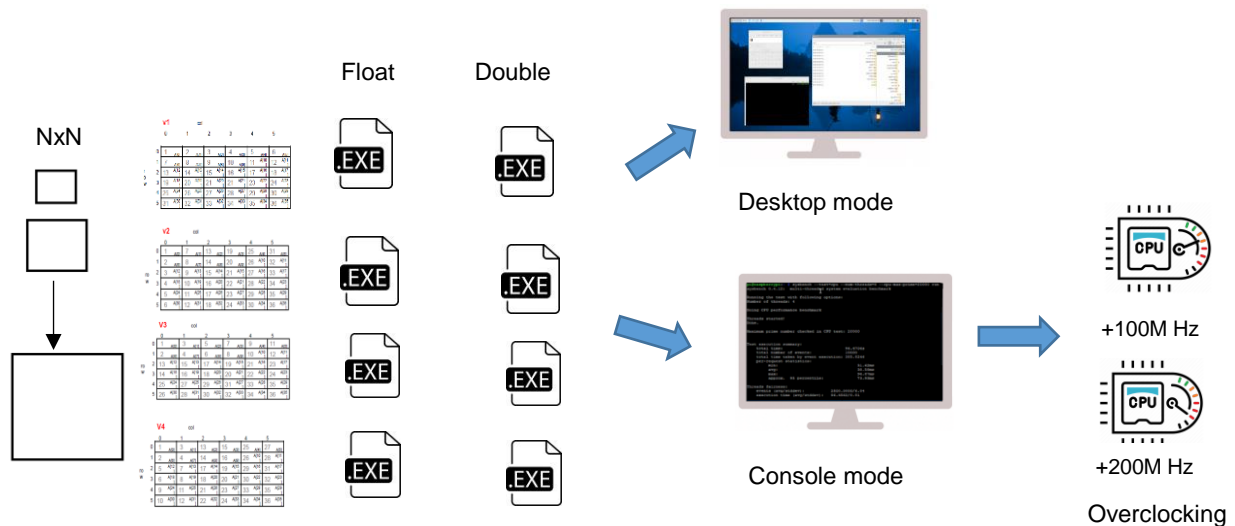
En varias prácticas de laboratorio se condujeron experimentos para la recopilación de datos, usando como unidad experimental la Raspberry pi 3 Model B, y algunos grupos con Raspberry pi 4 Model B.



A continuación, se listan las prácticas relacionadas directamente con el trabajo final, aunque para el análisis y teoría relevante, todos los temas estudiados nos sirven para el análisis.

1. **Práctica Semana 2** Intro ANOVA, regresión y error vs # muestras
2. **Práctica Semana 3** Replanteamiento Experimento (Aleatorización, factores ,niveles)
3. **Práctica Semana 4** conducción del Experimento (Aleatorización)
4. **Lab Semana 5:** Data types and Assembly Language (float, double, int)
5. **Lab Semana 13** - Análisis de datos con Mnitab [Regresion_ ANOVA una y dos vías]
6. **Lab Semana 14**_ Conducción parte 2 Experimento
7. **Lab Semana 15** (Avance Análisis datos Experimento Proyecto Final)
8. **Lab Semana 16** _OVERCLOCKING_RASPI

En el siguiente esquema, se muestra el panorama de todo lo que hemos desarrollado las prácticas durante el semestre:



Objetivo:

Analizar y emitir un juicio sobre el impacto que tiene en el desempeño de la ejecución en de diferentes versiones de algoritmos equivalentes, pero con diferentes grados de aprovechamiento del principio de localidad, y la afectación de los ambientes de ejecución, así como la frecuencia de reloj de la CPU, aplicando para ello la metodología de conducción de experimentos y apoyándose en la teoría de la arquitectura de computadores. Además, de acuerdo a los resultados del experimento proponer un esquema de suma por bloques para mejorar los algoritmos más deficientes.

El trabajo consiste en diseñar y conducir un experimento que considera 5 factores, donde se mide el desempeño en la ejecución de cuatro versiones de algoritmos de multiplicación de matrices (con la misma complejidad algorítmica), así como analizar los datos, concluir de acuerdo a la teoría relevante y proponer mejoras.

Condiciones iniciales del experimento

Para este trabajo tenga en cuenta que es desarrollado con los resultados obtenidos en el laboratorio, es decir que el informe se presenta en grupo de **2 personas**:



El interés es cuantificar y analizar el grado de interacción o dependencia que tiene las cuatro versiones de código con el sistema de memoria y entorno de ejecución.

En la parte de análisis debe incluir una sección donde explique en detalle y a la luz la teoría relevante, la relación del comportamiento de la memoria y el tiempo de respuesta del experimento. Tenga en cuenta entre otros conceptos, los principios de localidad, la jerarquía de memoria de cada tipo de procesador y el AMAT.

Para efectos de evaluación y calificación se aplicará una rúbrica la cual considera los siguientes aspectos que sigue la mayoría de los pasos de la metodología general de diseño de experimentos:

Restricciones obligatorias y aclaraciones:

- a) Aunque en el laboratorio ya se ejecutaron todas las corridas, no está demás comprobar que cada una de las cuatro versiones de los algoritmos realiza la misma operación y de manera correcta.
- b) Recuerde normalizar los datos de tiempo de ejecución, ya que se va manejar diferentes tamaños de matrices. Debe reportar tanto los valores de tiempo total de ejecución como los valores normalizados.
- c) Los datos recolectados se deben recolectar usando la misma unidad experimental, es decir usando el mismo computador embebido asignado en el laboratorio.
- d) Lea muy bien los pasos de la metodología de diseño de experimentos y tenga en cuenta la rúbrica de evaluación (Rubrica trabajo final Arquitectura de computadores 2023-2), y las condiciones de la entrega del documento y evidencias.

Para efectos de evaluación y calificación se aplicará una rúbrica la cual considera los siguientes aspectos que sigue la mayoría de los pasos de la metodología general de diseño de experimentos, los detalles de la teoría y metodología están consignadas en el documento: **Diseño y conducción de Experimentos en Arquitectura de Computadores - Terminología y Conceptos v 1.3.4**

Fecha límite de la entrega del documento: **jueves 30 de noviembre 11:30 p.m.**

METODOLOGÍA GENERAL DE UN EXPERIMENTO

1. Identifique claramente el problema o situación a resolver
2. Identificar Factores
3. Experimentación preliminar
4. Elegir el diseño experimental.
5. Efectuar el experimento
6. Análisis de los datos.
7. Conclusiones y toma de decisiones

Aspecto a evaluar		Factor /evidencia de logro
Justificar y concebir un experimento de acuerdo a una una claridad del problema a resolver, teorías relevantes e identificación de los factores de tratamiento y factores secundarios.	Objective 5%	Es capaz de identificar el problema a resolver y definir los objetivos del experimento.

	Methods 20%	Es capaz de reconocer teorías y conceptos relevantes y utilizarlos para explicar los resultados esperados del experimento.
		Identifica la variable de respuesta y los niveles de los factores primarios o de tratamiento.
		Identificación de factores secundarios y de ruido y la manera de controlar sus efectos
		Selección del tipo de experimento de acuerdo con la hipótesis / cuestiones por resolver, los factores y las limitaciones existentes
Llevar a cabo un experimento siguiendo los procedimientos definidos para adquirir datos sobre las variables de estudio usando los instrumentos o herramientas de medición apropiada y tomando medidas para minimizar la incertidumbre. Reportar y consignar adecuadamente los resultados.	Conduct 15%	Es capaz de minimizar la incertidumbre experimental
		Es capaz de registrar y representar datos de manera significativa.
Analizar e interpretar los resultados de un experimento para exponer conclusiones que permitan contestar preguntas o hipótesis del fenómeno computacional.	Analysis 35%	Es capaz de analizar los datos de forma adecuada.
		Es capaz de emitir un juicio sobre los resultados del experimento.
	Conclusion 25%	Puede llegar a una conclusión razonable y justificarla.

Entregables

La tarea en intu será el único medio permitido para entregar el trabajo final.

Por favor suba entregue en una archivo **.ZIP** lo siguiente:

1. Documento metodología, análisis y resultados DoE (solo en formato **.DOCX**)
2. Datos resultados (formato **.XLS**)
3. Proyecto MiniTab

Referencias:

[1] 1.Computer Systems: A Programmer's Perspective, Randal E. Bryant, David R. O'Hallaron. Addison Wesley Pub Co Inc; Edición: 0002 (Febrero de 2010).

[2] Memory hierarchy and access time. Tomado de:
<http://sandsoftwaresound.net/raspberry-pi/raspberry-pi-gen-1/memory-hierarchy/>

[3] Diseño y análisis de experimentos Douglas C. Montgomery

[4] Writing Fast Programs: A Practical Guide for Scientists and Engineers, John Riley.

[5] Aplicación de la convolución de matrices al filtrado de imágenes. F. Gimenez-Palomares, J. A. Monsoriu, E. Alemany-Martínez, Universitat Politècnica de Valencia
<https://polipapers.upv.es/index.php/MSEL/article/view/4524>
doi: 10.4995/msel.2016.4524.