



FACULTAD DE INFORMATICA



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA



Especialización en Cómputo de Altas Prestaciones – Modalidad a distancia

Monitorización y Optimización de Rendimiento en Sistemas de Cómputo de Altas Prestaciones

Año 2021

OBJETIVOS GENERALES:

El rendimiento es un objetivo central del procesamiento paralelo/distribuido.

Este curso está orientado a proporcionar una visión global sobre los tópicos más relevantes relacionados con el modelado, análisis y sintonización de rendimiento de aplicaciones paralelas/distribuidas.

En primer lugar se describe la problemática, metodologías y herramientas disponibles para realizar una monitorización que permita obtener información durante la ejecución de la aplicación. A continuación se describen distintos modelos de predicción de rendimiento, orientados a diferentes tipos de arquitecturas multiprocesador (multicores, clusters de multicores, GPUs, Clusters heterogéneos multicore/GPU, arquitecturas que integran placas aceleradoras o FPGA, etc) y se trabaja con ejemplos experimentales concretos.

Asimismo se analiza el rendimiento con diferentes paradigmas/modelos de configuraciones paralelas (Master/Worker, Pipeline, Pares que interactúan, etc.), asociado con la escalabilidad del problema.

Una vez analizados los modelos de rendimiento se describen las herramientas de análisis automático estático basadas en análisis post-mortem de ficheros de traza, para pasar a continuación a aproximaciones de análisis dinámico e incluso de sintonización dinámica.

Se estudia la caracterización de algoritmos paralelos por su “firma” sobre código ejecutable, de modo de reducir el tiempo requerido para una predicción de performance. Se analiza la corrección de las estimaciones, con trabajos concretos de algoritmos paralelos sobre diferentes arquitecturas multiprocesador.

COMPETENCIAS A DESARROLLAR EN RELACION CON EL OBJETIVO DE LA CARRERA

C.1- Analizar problemas del mundo real que por su complejidad y/o volumen de datos requieran cómputo paralelo y diseñar soluciones desde el punto de vista del hardware necesario, lo que requiere un conocimiento de las arquitecturas paralelas actuales.

C.2- Conocer los fundamentos para el desarrollo de Sistemas Paralelos (incluyendo la relación entre hardware y software).

C.3- Tener capacidad de análisis, diseño, implementación y optimización de algoritmos distribuidos y paralelos, aplicables a problemas numéricos y no numéricos en diferentes áreas del conocimiento, incluyendo su análisis de rendimiento y eficiencia.

Duración: 70 hs. Totales.

Cantidad de horas presenciales/VC: 25 hs.

Cantidad de horas de actividades en línea y de trabajo final: 45 hs.



FACULTAD DE INFORMATICA



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA



CONTENIDOS MINIMOS:

- Concepto de rendimiento en sistemas paralelos. Métricas para el rendimiento.
- Monitorización y visualización de algoritmos paralelos/distribuidos.
- Análisis estático y dinámico del rendimiento en algoritmos paralelos sobre diferentes arquitecturas.
- Predicción de rendimiento en base a la “firma digital” del código ejecutable.

PROGRAMA

Tema 1: Introducción. El análisis de rendimiento. Métricas.

Tema 2: Técnicas de monitorización.

Tema 3: Herramientas de visualización de performance de algoritmos paralelos.

Tema 4: Modelado del comportamiento de aplicaciones paralelas distribuidas.

Tema 5: Modelado de aplicaciones con diferentes paradigmas de programación paralela.

Tema 6: Modelado de aplicaciones pipeline, master-worker, peer to peer, considerando la arquitectura paralela de soporte.

Tema 7: Análisis estático de rendimiento.

Tema 8: Análisis dinámico de rendimiento. Utilización de los contadores de hardware.

Tema 9: Sintonización dinámica de rendimiento.

Tema 10: Aplicaciones paralelas para evaluar rendimiento: Simulación Paralela (Ej. incendios forestales / emergencias en ámbitos cerrados, inundaciones, etc.). Aplicaciones paralelas en tratamiento de Big Data en Inteligencia de Datos.

Tema 11: Análisis de aplicaciones considerando la arquitectura de procesamiento y el costo de las comunicaciones (placas aceleradoras, GPUs, computación en la nube, etc.)

Tema 12: Caracterización de algoritmos paralelos (en particular numéricos) por la “firma” del código ejecutable, analizando regularidades para permitir tener una predicción de performance sin ejecutar el algoritmo completo. Estudio de casos.



FACULTAD DE INFORMATICA



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA



ACTIVIDADES EXPERIMENTALES y DE INVESTIGACION

Tareas en Laboratorio (presencial o remoto)

Tal como se explica en el ítem relacionado con la metodología, ésta se basa en clases sincrónicas (presenciales o remotas) combinadas con actividades demostrativas en el laboratorio para aplicar los conceptos teóricos y que así el alumno adquiera las competencias y habilidades sobre cada uno de los temas que forman parte del contenido de la asignatura.

Además el alumno debe analizar un proyecto/desarrollo relacionado con los temas dictados en la teoría, cuya implementación concreta se realiza sobre máquinas/placas específicas y/o una infraestructura virtualizada que los alumnos pueden acceder en forma remota (en el Laboratorio dedicado a Paralelismo en el Postgrado).

Investigación/ Estudios adicionales:

Los alumnos analizarán papers relacionados con los problemas de análisis de rendimiento sobre diferentes arquitecturas multiprocesador y también en el caso de cómputo en la nube (por la incidencia de otros elementos en la performance, tales como el tráfico sobre Internet), y el enfoque de las técnicas y herramientas para tener valores de performance comparables con diferentes aplicaciones.

Se les propondrán temas de I+D orientados al estudio comparativo de evaluación de rendimiento en algoritmos sobre sistemas paralelos, de modo de potenciar el conocimiento transmitido en la teoría.

METODOLOGIA Y MODALIDAD DE EVALUACION

La metodología se basa en clases sincrónicas a través del sistema de videoconferencias adoptado por el Postgrado de Informática combinadas con sesiones en el laboratorio remoto para aplicar los conceptos teóricos y que así el alumno adquiera las competencias y habilidades sobre cada uno de los temas que forman parte del contenido de la asignatura.

Se requiere un 80% de asistencia a los encuentros sincrónicos, incluyendo el encuentro inicial de presentación de la materia, y el encuentro final de integración, ambos de asistencia obligatoria.

El trabajo se complementa con un proyecto experimental que debe desarrollar el alumno para cumplimentar las horas asignadas con soporte tutorizado por el profesor (*on-line*) y seguimiento a través del Entorno Virtual IDEAS contemplado en el SIED de la Facultad de Informática de la UNLP.

El despliegue práctico se realizará sobre una infraestructura virtualizada accesible al alumno en la que se puede ejecutar aplicaciones y medir rendimiento con las metodologías/herramientas explicadas en el curso.



La evaluación se realizará mediante un examen escrito al final de las sesiones sincrónicas para evaluar el grado de conocimientos del alumno (20%), el proyecto/desarrollo experimental que deberá entregar el alumno al final de las horas programadas (70%) y la participación y aportaciones de calidad/excelencia a las soluciones propuestas (10%).

RECURSOS Y MATERIALES DE ESTUDIO

Como materiales de estudio, se dispone de:

- Presentaciones multimedia desarrolladas ad-hoc para introducir cada uno de los diferentes ejes temáticos.
- Píldoras formativas con la explicación de algunos temas
- Ejemplos donde se aplican los conceptos teóricos
- Ejercicios prácticos que son desarrollados en clase
- Material de lectura para estudiar y profundizar conceptos abordados en las clases
- Enlaces a artículos de actualidad de repositorios reconocidos en el área
- Acceso a equipamiento remoto situado en la Facultad de Informática de la UNLP y también en la nube (Cloud) de acuerdo a la disponibilidad del Postgrado de la Facultad de Informática para sus cursos.

- Software específico para determinadas actividades de laboratorio que se detallan en este programa.

ACTIVIDADES EXPERIMENTALES Y APROPIACIÓN DE SABERES

Los trabajos experimentales pueden desarrollarse en cada clase o continuarse en más de una clase. Parten de una especificación/consigna del docente (explicada en la clase) y un trabajo individual o en grupos que interactúan en el que los alumnos resuelven un problema experimental concreto relacionado con la temática.

Los trabajos podrán ser individuales o grupales. Para esto último se configura el entorno virtual para que los alumnos del mismo grupo se encuentren en un espacio virtual diferente del resto. Durante el desarrollo del trabajo, el docente estará conectado respondiendo dudas y consultas.

Estos trabajos pretenden desarrollar y/o fortalecer las aptitudes de opinión crítica en los temas relativos del curso. Los alumnos deberán sintetizar su comprensión de los temas, al realizar correctamente la tarea experimental propuesta.

También se pretende desarrollar la capacidad de poder comunicar y transmitir los resultados, en presentaciones pautadas a lo largo del curso.

En general, finalizada una actividad, hay una sesión de discusión conjunta donde los participantes comunicarán sus opiniones e intercambiarán los distintos puntos de vista.



FACULTAD DE INFORMÁTICA



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA



BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Modelos de Rendimiento

Cesar, E., Moreno, A., Sorribes, J., and Luque, E. "Modeling master/worker applications for automatic performance tuning". /Parallel Comput./ 32, 7 (Sep. 2006), 568-589.

Kappa-Pi (Sintonización estática)

Espinosa, A. Parcerisa, F. Margalef, T. Luque, E. "Relating the execution behaviour with the structure of the application", LNCS,1999, pages 91-100

MATE (Sintonización dinámica)

Anna Morajko and Tomàs Margalef and Emilio Luque, "Design and implementation of a dynamic tuning environment",J. Parallel Distrib. Comput.,vol. 67, #4, 2007, pp. 474-490, Academic Press.

Rendimiento en Multi-clusters

Argollo, E. de Souza, J. R. Rexachs, D. Luque, E. "Efficient Execution on Long-Distance Geographically Distributed Dedicated Clusters", LNCS, 2004, 3241, pp. 311-318, Springer-Verlag.

Tuning SPMD Applications in Order to Increase Performability

Meyer, H, Muresano, R, Rexachs, D., Luque, E. 12th IEEE International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (TrustCom), 2013 16-18 July 2013. Page 1170 - 1178

Performance instrumentation and measurement for terascale systems.

Dongarra, J., Malony, A.D., Moore, S., Mucci, P., Shende, S.: In: European Center for Parallelism of Barcelona. (2003) 53/62

"PMCTrack: Delivering performance monitoring counter support to the OS scheduler".

Saez, J.C., Pousa, A., Rodríguez-Rodríguez, R., Castro, F., Prieto-Matias, M. The computer journal Volume 60, Issue 1 January 2017.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Locality-aware parallel process mapping for multi-core hpc systems.

Hursey, J., Squyres, J., Dontje, T.: IEEE International Conference on Cluster Computing (2011) 527/531



FACULTAD DE INFORMATICA



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA



Soft errors detection and automatic recovery based on replication combined with different levels of checkpointing.

D. Montezanti, E. Rucci, A. D. De Giusti, M. Naiouf, D. Rexachs, and E. Luque, Future generation computer systems (ISSN 0167- 739X), vol. 113, págs. 240-254, doi. <https://doi.org/10.1016/j.future.2020.07.003>, 2020.

Characterizing communication patterns of nas-mpi benchmark programs.

Lee, I.: In: Southeastcon, 2009. SOUTHEASTCON '09. IEEE. (2009) 158{163

A tool for selecting the right target machine for parallel scientific applications.

Panadero, J., Wong, A., Rexachs, D., Luque, E.: ICCS 18(0) (2013) 1824 { 1833

Accelerating Pattern Matching on Intel Xeon Phi Processors

V. Sanz, A. Pousa, M. Naiouf, and A. De Giusti, , Algorithms and Architectures for Parallel Processing. ICA3PP 2020., ISBN: 978-3-030-60245-1, págs. 262-274, doi. 10.1007/978-3-030-60245-1_18, 2020.

ACFS: A Completely Fair Scheduler for Asymmetric Single-ISA Multicore Systems

Juan Carlos Saez, Adrian Pousa, Daniel Chaver, Fernando Castro, Manuel Prieto Matias: In: ACM SAC 2015 (The 30TH ACM/SIGAPP Symposium on applied computing).

Unified Power Modeling Design for Various Raspberry Pi Generations Analyzing Different Statistical Methods.

J. M. Paniego, L. Libutti, M. P. Puig, F. Chichizola, L. De Giusti, M. Naiouf, and A. De Giusti, En: Computer Science – CACIC 2019. communications in Computer and Information Science., ISBN: 978-3-030-48325-8, Springer International Publishing, págs. 53-65, 2020.

“Towards Management of Energy Consumption in HPC Systems with Fault Tolerance”

M. Morán, J. Balladini, D. Rexachs, E. Rucci. Proceedings of the IV IEEE ARGENCON 2020 CONGRESS, En prensa, 2020.

“Power characterisation of shared-memory HPC systems”

Balladini, J., Rucci, E., De Giusti, A., Naiouf, M., Suppi, R., Rexachs, D., Luque, E. Computer Science & Technology Series – XVIII Argentine Congress of Computer Science Selected Papers. ISBN 978-987-1985-20-3. Págs. 53-65. 2013.

“On the Calibration, Verification and Validation of an Agent-Based Model of the HPC Input/Output System”.

D. Encinas, M. Naiouf, A. De Giusti, S. Mendez, D. Rexachs, and E. Luque. Proceedings from The Eleventh International Conference on Advances in System Simulation (SIMUL 2019), November 24 - 28, 2019.