

CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Informe Científico¹

PERIODO ²: 2016

1. DATOS PERSONALES

APELLIDO: Rinaldi

NOMBRES: Pablo

Dirección Particular: Calle: N°:

Localidad: Tandil CP: 7000 Tel:

*Dirección electrónica (donde desea recibir información, que no sea "Hotmail"):
rinaldipablo@gmail.com*

2. TEMA DE INVESTIGACION

Modelos de Simulación de Lattice Boltzmann para la simulación de fluidos mediante Unidades de Procesamiento Gráfico (GPU)

PALABRAS CLAVE (HASTA 3) Lattice Boltzmann Methods GPU Computing
CFD

3. DATOS RELATIVOS A INGRESO Y PROMOCIONES EN LA CARRERA

INGRESO: Categoría: Asistente Fecha: 07/2013

ACTUAL: Categoría: Asistente desde fecha: 07/2013

4. INSTITUCION DONDE DESARROLLA LA TAREA

Universidad y/o Centro: PLADEMA

Facultad:

Departamento:

Cátedra:

Otros:

Dirección: Calle: Pinto N°: 399

Localidad: Tandil CP: 7000 Tel: (0249) 4439690

Cargo que ocupa: Investigador

5. DIRECTOR DE TRABAJOS (En el caso que corresponda)

Apellido y Nombres: Venere Marcelo Javier

Dirección Particular: Calle:

Localidad: Tandil CP: 7000 Tel:

Dirección electrónica: venerem@exa.unicen.edu.ar

¹ Art. 11; Inc. "e"; Ley 9688 (Carrera del Investigador Científico y Tecnológico).

² El informe deberá referenciar a años calendarios completos. Ej.: en el año 2017 deberá informar sobre la actividad del período 1°-01-2015 al 31-12-2016, para las presentaciones bianuales. Para las presentaciones anuales será el año calendario anterior.

.....
Firma del Director (si corresponde)

.....
Firma del Investigador

6. RESUMEN DE LA LABOR QUE DESARROLLA

Descripción para el repositorio institucional. Máximo 150 palabras.

El Dr. Pablo Rafael Rinaldi es Investigador Asistente dentro del grupo PLADEMA Centro Asociado a la CIC ubicado en la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires bajo la dirección del Dr Marcelo Vénere. Su área de investigación es la aplicación del procesamiento paralelo sobre GPUs a modelos de simulación computacional. El Dr. Rinaldi es también Profesor Adjunto en la Facultad de Ciencias Exactas y es actualmente el responsable y coordinador para la UNCPBA del convenio PIDSAE celebrado entre la CNEA y la UNCPBA para el desarrollo de software específico para aplicaciones no nucleares

7. EXPOSICION SINTETICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO.

Debe exponerse, en no más de una página, la orientación impuesta a los trabajos, técnicas y métodos empleados, principales resultados obtenidos y dificultades encontradas en el plano científico y material. Si corresponde, explicitar la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.

El investigador Pablo Rinaldi forma parte como responsable y coordinador para la UNCPBA del convenio PIDSAE (Programa para el Desarrollo de Software para Aplicaciones Especiales) que se inició en 2014 y finalizó en 2016. Este proyecto incluye tres desarrollos principales: 1. La construcción de una CAVE (Computer Assisted Virtual Environment) en instalaciones de la CNEA y desarrollo de aplicaciones de soporte para el análisis de diseño funcional, operaciones y maniobras en el edificio de ASECQ-Atucha I; 2. El desarrollo de simuladores de flujos complejos como elementos finitos para la simulación de separación de isótopos, para inyección de flujo supersónico y para termohidráulica en reactores; y 3. El procesamiento, segmentación y caracterización de imágenes médicas. Dentro de este proyecto el Dr. Rinaldi se encarga de la dirección de personal técnico contratado para las diversas áreas, así como la coordinación con los investigadores referentes de cada proyectos.

El Dr. Rinaldi también forma parte como responsable del PICT Start-Up financiado por el FONCyT para el desarrollo de Modelos computacionales para el planeamiento del tratamiento de Aneurismas Intracraneales con Desviadores de Flujo. Se participa en la línea relacionada al estudio de modelos de medios porosos para representar desviadores de flujo en la simulación dinámica de fluidos computacional.

Durante 2016, conjuntamente con el Dr. Alejandro Clausse, se implementó un método de homogenización de las ecuaciones de Navier- Stokes en un elemento de volumen representativo (EVR) del flujo en un medio permeable utilizando Automatas de Redes de Boltzmann. El método se basa en el modelo multiescala variacional que conserva la potencia virtual del elemento en la escala micro y macro. Los primeros resultados fueron publicados en el XV Congreso de Matemática Computacional e Industrial MACI

En 2016 el Dr. Rinaldi participó como comité organizador del 12th International Symposium on Medical Information Processing and Analysis SIPAIM 2016 que se realizó en la ciudad de Tandil entre el 5 y 7 de Diciembre de 2016.

8. TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS O PUBLICADOS EN ESTE PERIODO.

8.1 PUBLICACIONES. *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellas publicaciones en las que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Toda publicación donde no figure dicha mención no debe ser adjuntada porque no será tomada en consideración. A cada publicación, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden que figuran en ella, lugar donde fue publicada, volumen, página y año. A continuación, transcribir el resumen (abstract)*

tal como aparece en la publicación. La copia en papel de cada publicación se presentará por separado. Para cada publicación, el investigador deberá, además, aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del trabajo y, para aquellas en las que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación. Asimismo, para cada publicación deberá indicar si se encuentra depositada en el repositorio institucional CIC-Digital.

8.2 TRABAJOS EN PRENSA Y/O ACEPTADOS PARA SU PUBLICACIÓN. *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellos trabajos en los que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Todo trabajo donde no figure dicha mención no debe ser adjuntado porque no será tomado en consideración. A cada trabajo, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden en que figurarán en la publicación y el lugar donde será publicado. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparecerá en la publicación. La versión completa de cada trabajo se presentará en papel, por separado, juntamente con la constancia de aceptación. En cada trabajo, el investigador deberá aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del mismo y, para aquellos en los que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.*

1. Pablo Rinaldi y Alejandro Clausse. IMPLEMENTACIÓN PARA GPU DE UN MODELO DE HOMOGENIZACIÓN DE LAS ECUACIONES DE NAVIER-STOKES EN UN ELEMENTO DE VOLUMEN PERMEABLE. Resumen: Se presenta la implementación para GPU de un método de homogenización de las ecuaciones de NavierStokes en un elemento de volumen representativo (EVR) del flujo en un medio permeable. El método se basa en el modelo multiescala variacional que conserva la potencia virtual del elemento en la escala micro y macro. La implementación para GPU hace uso de las propiedades de paralelización del esquema de Lattice Boltzmann, y permite calcular la permeabilidad y la viscosidad efectiva del elemento. En esta primera etapa del desarrollo se implementó una grilla 2D con un esquema BGK para estado estacionario con condiciones periódicas.

8.3 TRABAJOS ENVIADOS Y AUN NO ACEPTADOS PARA SU PUBLICACION. *Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo, indicando el lugar al que han sido enviados. Adjuntar copia de los manuscritos.*

8.4 TRABAJOS TERMINADOS Y AUN NO ENVIADOS PARA SU PUBLICACION. *Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo.*

8.5 COMUNICACIONES. *Incluir únicamente un listado y acompañar copia en papel de cada una. (No consignar los trabajos anotados en los subtítulos anteriores).*

8.6 INFORMES Y MEMORIAS TECNICAS. *Incluir un listado y acompañar copia en papel de cada uno o referencia de la labor y del lugar de consulta cuando corresponda. Indicar en cada caso si se encuentra depositado en el repositorio institucional CIC-Digital.*

9. TRABAJOS DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.

9.1 DESARROLLOS TECNOLÓGICOS. *Describir la naturaleza de la innovación o mejora alcanzada, si se trata de una innovación a nivel regional, nacional o internacional, con qué financiamiento se ha realizado, su utilización potencial o actual por parte de empresas u otras entidades, incidencia en el mercado y niveles de facturación del respectivo producto o servicio y toda otra información conducente a demostrar la relevancia de la tecnología desarrollada.*

El modelo de simulación de fluidos LBM con la integración de Frontera Inmersa está siendo utilizado por el grupo de Informática Médica del Instituto PLADEMA para la simulación hemodinámica

9.2 PATENTES O EQUIVALENTES Indicar los datos del registro, si han sido vendidos o licenciados los derechos y todo otro dato que permita evaluar su relevancia.

9.3 PROYECTOS POTENCIALMENTE TRANSFERIBLES, NO CONCLUIDOS Y QUE ESTAN EN DESARROLLO. Describir objetivos perseguidos, breve reseña de la labor realizada y grado de avance. Detallar instituciones, empresas y/o organismos solicitantes.

9.4 OTRAS ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS CUYOS RESULTADOS NO SEAN PUBLICABLES (desarrollo de equipamientos, montajes de laboratorios, etc.).

9.5 Sugiera nombres (e informe las direcciones) de las personas de la actividad privada y/o pública que conocen su trabajo y que pueden opinar sobre la relevancia y el impacto económico y/o social de la/s tecnología/s desarrollada/s.

Dr. Alberto Lamagna, Vicepresidente CNEA. (Convenio PIDSAE)
alamagna@cnea.gov.ar.

10. SERVICIOS TECNOLÓGICOS. Indicar qué tipo de servicios ha realizado, el grado de complejidad de los mismos, qué porcentaje aproximado de su tiempo le demandan y los montos de facturación.

11. PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN:

11.1 DOCENCIA

Como Profesor Adjunto de la cátedra de Estructuras de Almacenamientos (Ingeniería de Sistemas, UNCPBA) el Investigador trabajó con el resto del personal de la cátedra en la actualización de los contenidos de las clases teóricas, los prácticos de cursada y el enunciado para el trabajo especial de cátedra. Disponible en: <https://sites.google.com/site/estdatosunicen/>

Como docente a cargo de la materia GPU Computing conjuntamente con el Dr. Juan D'Amato se actualizó todo el material para la cátedra como diapositivas, templates y ejemplos de código así como el material de evaluación. Disponible en: <http://introgpuc.alumnos.exa.unicen.edu.ar/>.

11.2 DIVULGACIÓN

En cada caso indicar si se encuentran depositados en el repositorio institucional CIC-Digital.

12. DIRECCION DE BECARIOS Y/O INVESTIGADORES. Indicar nombres de los dirigidos, Instituciones de dependencia, temas de investigación y períodos.

13. DIRECCION DE TESIS. Indicar nombres de los dirigidos y temas desarrollados y aclarar si las tesis son de maestría o de doctorado y si están en ejecución o han sido defendidas; en este último caso citar fecha.

14. PARTICIPACION EN REUNIONES CIENTIFICAS. Indicar la denominación, lugar y fecha de realización, tipo de participación que le cupo, títulos de los trabajos o comunicaciones presentadas y autores de los mismos.

12th SIPAIM: International Symposium on Medical Information Processing and Analysis 2016 - UNCPBA, Tandil, Pcia de Buenos Aires - Participación como comité organizador y Chair.

Tercer Congreso Internacional Científico y Tecnológico de la Pcia de Buenos Aires. La Plata 2016. Organizado por la CIC, Ministerio de Producción, Ciencia y Tecnología. Conjuntamente con otros investigadores y personal de apoyo del centro asociado PLADEMA se presentó el stand del Instituto con material audiovisual de las líneas de investigación

15. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC. *Señalar características del curso o motivo del viaje, período, instituciones visitadas, etc.*

16. SUBSIDIOS RECIBIDOS EN EL PERIODO. *Indicar institución otorgante, fines de los mismos y montos recibidos.*

CNEA. Programa Interinstitucional de Desarrollo de Software para Aplicaciones Especiales (PIDSAE) 9/2014 - 12/2016. Monto total actualizado: \$ 4.838.000. Monto correspondiente a 2016 \$ 500.000

FONCyT PICT Start-Up. Monto financiado 2016: \$94.000

Subsidio automático al Investigador CICPBA. Monto: \$11.000

17. OTRAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO. *Describir la naturaleza de los contratos con empresas y/o organismos públicos.*

18. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO.

19. ACTUACION EN ORGANISMOS DE PLANEAMIENTO, PROMOCION O EJECUCION CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA. *Indicar las principales gestiones realizadas durante el período y porcentaje aproximado de su tiempo que ha utilizado.*

20. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO. *Indicar el porcentaje aproximado de su tiempo que le han demandado.*

Profesor Adjunto Ordinario. Facultad de Ciencias Exactas Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA). Cátedras: Ciencias de la Computación I, Estructuras de Almacenamiento de Datos e Introducción al de GPU Computing. Cursos de Posgrado: Nociones de GPU Computing. Dedicación simple, porcentaje total aproximado 10%

21. OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TITULOS ANTERIORES. *Bajo este punto se indicará todo lo que se considere de interés para la evaluación de la tarea cumplida en el período.*

22. TITULO, PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PROXIMO PERIODO. *Desarrollar en no más de 3 páginas. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.*

Paralelización de algoritmos no triviales sobre placas gráficas GPU – Aplicación a la homogeneización de las ecuaciones de fluidos en elementos permeables"

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:

GPU Computing: Las arquitecturas de hardware más recientes pueden mejorar notablemente la performance de algunos algoritmos a través del uso de procesadores multi-núcleo. Estas arquitecturas permiten que se ejecuten múltiples hilos de ejecución para resolver los cálculos en paralelo y reducir el tiempo total de ejecución del código. El

uso de Unidades de Procesamiento Gráfico (GPU) para procesamiento de propósito general (denominado también GPU Computing o GPGPU) es el caso más extremo de este principio y surgió como una evolución del uso específico de estas placas. Los diseñadores de GPUs adoptaron la arquitectura multi-núcleo mucho antes que los diseñadores de CPU debido a la naturaleza trivialmente paralela del renderizado de gráficos [Thibault 2009].

Las GPUs se basan en la arquitectura de procesamiento de streams [Owens 2007] la cual es aplicable a tareas de cálculo intensivo altamente paralelizables [Nvidia 2008]. En la actualidad, existen placas gráficas específicamente diseñadas para ser utilizadas como procesadores de alta performance multi-núcleo y también lenguajes de programación adaptados a estas tecnologías como NVIDIA CUDA [Nvidia 2008] u OpenCL [OpenCL 2014].

Particularmente en CFD los modelos de autómatas celulares altamente paralelizables como el método de Lattice Boltzmann (LBM) han logrado grandes avances en performance [Zeiser 2008] [Mazzeo 2008] [Tölke 2010] [Rinaldi 2012].

Si bien en muchos casos los códigos GPU corren uno e incluso dos órdenes de magnitud más rápido que sus equivalentes en CPU, el uso de todo el potencial de esta case de hardware no es una tarea sencilla. Muchas veces es necesario reescribir y optimizar los códigos secuenciales existentes para aprovechar el 100% del poder de cómputo de las GPU. Además, la mayoría de estos trabajos se basan en algoritmos trivialmente paralelizables, que encajan perfectamente con el paradigma de GPU Computing. Estos algoritmos tienen en común ciertas características de ejecución y sobre todo en lo que respecta a las estructuras de datos necesarias.

Pero también existen muchos algoritmos que se sabe son la solución más eficiente a un número de problemas típicos que no cumplen con estas características y por lo tanto no tienen buen rendimiento sobre una GPU. Lee et al. [2010] reportan un aumento de velocidad promedio de 2,5 para varios algoritmos en la GPU vs. Códigos CPU optimizados, y trabajos como el de Vuduc et al. [2010] mencionan algoritmos memoria-intensivos que se desempeñan al mismo nivel en la GPU o incluso peor que en CPU. El desafío se encuentra entonces en lograr aceleraciones razonables para algoritmos no triviales y darles mayor aplicabilidad a códigos eficientes en GPU aunque esto sea a costa de perder algo de performance.

En lo relativo a CFD, el método LBM ha sido implementado exitosamente en GPU brindando soluciones válidas para una gran variedad de escenarios en simulación de fluidos computacional [Zeiser 2008] [Mazzeo 2008] [Tölke 2010] [Rinaldi 2012]. Sin embargo, para que las simulaciones tengan aplicación real a problemas complejos se requiere mayor flexibilidad en las condiciones de contorno. Una solución posible es utilizarlo en combinación con otros métodos como el algoritmo de Frontera Inmersa (IB) [Peskin 2002]. Desarrollado inicialmente para lidiar con barreras flexibles en métodos de elementos finitos, en IB la frontera se representa por un conjunto de partículas sin masa acopladas entre sí y a la grilla principal por fuerzas elásticas. El fluido circundante en movimiento mueve al conjunto de partículas al mismo tiempo que la fuerza generada por la distorsión de la frontera se transfiere al fluido [Cheng 2010]. Cheng y Zhang [2010] propusieron acoplar LBM con el método de Frontera Inmersa para simular paredes curvas móviles en hemodinámica. La combinación LBM con el método de Frontera Inmersa (IB) permite interacciones fluido-sólido mucho más complejas manteniendo parte de la simplicidad de LBM [2013]. Sin embargo, IB agrega complejidad y parámetros al LBM básico; el cálculo de la frontera requiere una iteración interna implícita, que no es trivial de implementar sobre GPU y que genera un desbalance de carga en los threads paralelos de la placa gráfica. Esto le quita performance y ventajas al GPU Computing. No obstante, se han logrado buenos resultados en implementaciones recientes de este algoritmo combinado [Boroni 2014].

Por otro lado, los medios porosos y permeables también pueden ser analizados como dominios espaciales de múltiples escalas. Este tipo de medios suele modelarse utilizando una representación matemática efectiva, promediando las ecuaciones de Navier –Stokes de forma local. Esta operación se denomina homogeneización, y lleva a

una ecuación de transporte efectiva que aproxima el comportamiento promedio del flujo. La información del medio permeable es introducida en la ecuación de transporte efectiva homogeneizada mediante parámetros efectivos que aseguran la conservación de energía en todas las escalas. Blanco et al. [Blanco 2017] demostraron que cuando el flujo fluye en un medio con obstáculos complejos, las funciones de fuerza volumétrica y de tensión de corte pueden aproximarse con funciones algebraicas de Velocidad media y Gradiente de velocidad en un elemento de volumen representativo.

Rinaldi y Clause [Rinaldi 2016] resolvieron las ecuaciones de NS dentro de un elemento de volumen utilizando el método de Lattice Boltzmann (LBM). Las condiciones de contorno del elemento de volumen representativo se modelaron usando la estructura de grilla propuesta en [Blanco 2017]. Con sucesivas simulaciones a escala micro, variando los parámetros de entrada se logró caracterizar celdas representativas 2D para luego utilizar estos valores en la ecuación de transporte que resuelve el caso homogéneo a escala macro con un PDE solver. La idea es entonces, llevar el modelo a tres dimensiones para poder caracterizar celdas de volumen con diferentes elementos en su interior y obteniendo las funciones algebraicas de aproximación a los mismos.

OBJETIVOS GENERALES Y OBJETIVOS PARTICULARES

Como objetivos generales se planea desarrollar un modelo de homogeneización 3D basado en autómatas de Lattice Boltzmann (LBM) sobre GPU y comparando su eficiencia con el modelo de LBM con frontera inmersa. Estos modelos están siendo utilizados principalmente en simulación hemodinámica que es una de las líneas principales actuales dentro del grupo PLADEMA.

Por otro lado, se pretende continuar trabajando con las demás líneas de investigación del grupo en la implementación sobre GPU de algoritmos específicos de alto costo computacional como es el simulador de ultrasonido SIMECO [Rubi 2016] que utiliza GPU Computing.

Objetivos Particulares:

1. Desarrollar un modelo de homogeneización 3D para medios porosos combinando LBM con lenguaje CUDA para su ejecución en hardware de gráficos GPU.
2. Caracterizar diferentes tipos de elementos de volumen representativo generando las funciones correspondientes.
3. Comparar este modelo con el desarrollo previo de LBM con Frontera Inmersa.

BIBLIOGRAFÍA

[Blanco 2017] Blanco, P.J., Clause, A., Feijoó, R.A. Homogenization of the Navier-Stokes equations by means of the multi-scale virtual power principle, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* 315 (2017) pp. 760–779.

[Boroni 2013] Boroni G, Dottori J, Dalponte D, Rinaldi P, Clause A (2013). An improved Immersed-Boundary algorithm for fluid-solid interaction in Lattice-Boltzmann simulations. *Latin American Applied Research*, accepted 2013

[Boroni 2014] Boroni G, Dottori J, Dalponte D, Rinaldi P (2014). GPU Implementation of Lattice-Boltzmann Method with Immersed Boundary Conditions for Fast Fluid Simulations. *Journal: Computers & Mathematics with Applications*. Manuscript Number: CAMWA-D-14-00357. Enviado 2014.

[Cheng 2010] Cheng F, Zhang H (2010). Immersed boundary method and lattice Boltzmann method coupled FSI simulation of mitral leaflet flow. *Computers & Fluids* 39: 871-881.

[Jenkins 2011] Jenkins, J., Arkatkar, I., Owens, J. D., Choudhary, A., Samatova, N. F. (2011). Lessons Learned from Exploring the Backtracking Paradigm on the GPU. *Euro-Par 2011 Parallel Processing. Lecture Notes in Computer Science* 6853: 425-437.

[Lee et al 2010] V. W. Lee, C. Kim, et al. Debunking the 100X GPU vs. CPU myth: An evaluation of throughput computing on CPU and GPU. *Int'l Symposium on Computer Architecture*, pages 451{460, 2010.

[Mazzeo 2008] Mazzeo MD, Coveney PV (2008). HemeLB: A high performance parallel lattice-Boltzmann code for large scale fluid flow in complex geometries. *Computer Physics Communications*. 178(12): 894-914.

[Nvidia 2008] NVIDIA, “NVIDIA CUDA Compute Unified Device Architecture Programming Guide, Version 2.0,” 2008.

[OpenCL 2014] OpenCL: The open standard for parallel programming of heterogeneous systems <https://www.khronos.org/opencv/>.

[Owens 2007] Owens, J., Luebke, D., Govindaraju, N., Harris, M., Kruger, J., Lefohn, A. and Purcell, T. “A Survey of General-Purpose Computation on Graphics Hardware,” Computer Graphics Forum, Vol. 26, No.1, 2007, pp. 80-113.

[Peskin 2002] Peskin C. S. The immersed boundary method. Acta Numer 11, 479–517. 2002.

[Rinaldi 2012] Rinaldi PR, Dari EA, Vénere MJ, Clausse A (2012). A Lattice-Boltzmann solver for 3D fluid simulation on GPU. Simulation Modelling Practice and Theory 25: 163-171.

[Rubi 2016] Rubi, P., Fernandez Vera, P., D’Amato, J.P., Larrabide, J., Calvo, M., Larrabide, I. Comparison of real-time ultrasound simulation models using abdominal CT images. SIPAIM 2016, Tandil, Argentina. Diciembre 2016

[Thibault 2009] CUDA Implementation of a Navier-Stokes Solver on Multi-GPU Desktop Platforms for Incompressible Flows Julien C. Thibault1 and Inanc Senocak2 Boise State University, Boise, Idaho, 83725.

[Tölke 2010] Tölke J (2010). Implementation of a lattice Boltzmann kernel using the compute unified device architecture developed by NVIDIA. Computing and Visualization in Science 13(1): 29–39.

[Vuduc et al 2010] 18. R. Vuduc, A. Chandramowlishwaran, J. Choi, M. Guney, and A. Shringarpure. On the limits of GPU acceleration. Hot Topics in Parallelism, 35(5), 2010.

[Zeiser 2008] Zeiser T, Wellein G, Nitsure A, Iglberger K, Rude U, Hager G. Introducing a parallel cache oblivious blocking approach for the lattice Boltzmann method. Progress in Computational Fluid Dynamics, an International Journal 8(1): 179-188. 2008

Condiciones de la presentación:

- A. El Informe Científico deberá presentarse dentro de una carpeta, con la documentación abrochada y en cuyo rótulo figure el Apellido y Nombre del Investigador, la que deberá incluir:
- Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 22).
 - Las copias de publicaciones y toda otra documentación respaldatoria, en otra carpeta o caja, en cuyo rótulo se consignará el apellido y nombres del investigador y la leyenda “Informe Científico Período”.
 - Informe del Director de tareas (en los casos que corresponda), en sobre cerrado.
- B. Envío por correo electrónico:
- Se deberá remitir por correo electrónico a la siguiente dirección: ininvest@cic.gba.gob.ar (puntos 1 al 22), en formato .doc zipeado, configurado para papel A-4 y libre de virus.
 - En el mismo correo electrónico referido en el punto a), se deberá incluir como un segundo documento un currículum resumido (no más de dos páginas A4), consignando apellido y nombres, disciplina de investigación, trabajos publicados en el período informado (con las direcciones de Internet de las respectivas revistas) y un resumen del proyecto de investigación en no más de 250 palabras, incluyendo palabras clave.

C. Sistema SIBIPA:

a. Se deberá petitionar el informe en la modalidad on line, desde el sitio web de la CIC, sistema SIBIPA (ver instructivo).

Nota: El Investigador que desee ser considerado a los fines de una promoción, deberá solicitarlo en el formulario correspondiente, en los períodos que se establezcan en los cronogramas anuales.