
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE
TECNOLOGIA DIGITAL

DEL

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

(CITEDI - IPN)

Reporte del Proyecto

Investigación y Desarrollo de Métodos Híbridos de Cómputo
Inteligente Distribuido

SIP 20070219

Año 1 de 3

Director:	Dr. Oscar Humberto Montiel Ross	Prof. del CITEDI
Participantes:	Dr. Roberto Sepúlveda Cruz	Prof. del CITEDI
	MC. Juan Tapia Armenta	Prof. del CITEDI
	Dr. Oscar Castillo López	Prof. del Instituto Tecnológico de Tijuana
	Dra. Patricia Melin Olmeda	Prof. del Instituto Tecnológico de Tijuana
Alumnos Participantes:		
	Ing. Miguel Ángel Porta García	Alumno PIFI/Tesis
	Ing. Perla Saldivar Castillo	Alumno PIFI/Tesis
	Ing. Yazmin Maldonado Robles	Alumno PIFI/Tesis
	Ing. Ismael Millán Páez	Alumno PIFI/Tesis
	Ing. Rogelio Serrano Zepeda	Alumno PIFI/Tesis
	Ing. Oriol Soto Quinteros	Alumno Tesis
Personal de Apoyo:		
	Tec. Docente	Raúl Robles Salazar

Enero del 2008

Introducción

Este proyecto se planteo a tres años, el presente reporte es el final correspondiente al primer año de los tres propuestos.

Siendo el principal objetivo del proyecto la formación de recursos humanos de alto nivel en las nuevas tendencias científicas con capacidad de poder utilizar el conocimiento en el desarrollo de aplicaciones tecnológicas innovadoras, se trabajo con los alumnos del CITEDI tanto en investigación científica como en desarrollo tecnológico, logrando que algunos de ellos, los más avanzados, pudieran proyectase internacionalmente en el extranjero con publicaciones con arbitraje internacional.

El reporte, esta dividido en cuatro capítulos cuyo contenido general se menciona a continuación:

En el capítulo 1, se presenta la introducción.

En el capítulo 2 se describen las actividades realizadas en cada meta, metodología, así como una descripción de los resultados que a la fecha se han logrado.

El capitulo 3 corresponde a las conclusiones en donde se realiza un resumen de los principales resultados obtenidos, enfatizando en la importancia de los mismos.

Actividades Realizadas

Metas 1 y 2

Objetivos: Implementación física de un Cluster de computadoras, del software requerido y preparación de propuestas de tesis.

Se instaló y configuro el Sistema Operativo Linux para trabajo de cómputo en paralelo, se implemento un cluster de computadoras.

Se instruyo a dos alumnos en las tareas antes mencionadas en la instalación y configuración de la biblioteca de funciones MPI.

Usando el cluster antes mencionado, se están realizando dos trabajos de tesis que utilizan computo de alto rendimiento.

Meta 3

Objetivo: Preparación de propuestas de tesis.

Se registraron seis temas de tesis en el CITEDI, y uno vinculado con el Instituto Tecnológico de Tijuana .

Dos de los cuales ya fueron concluidos en su totalidad con examen de grado presentado, que corresponden a los alumnos Perla María Saldivar Castillo, y Miguel Ángel Porta García quien se tituló con mención honorífica

Hay dos tesis en investigación de Sistemas Híbridos Inteligentes con cómputo de alto rendimiento, las cuales corresponden a los alumnos Rogelio Serrano Zepeda y Martha Cárdenas. Una tesis consiste en la implementación de una plataforma para cálculo y simulación de cinemática inversa de control de posición y control e movimiento un robot de tres grados de libertad en tres dimensiones, la plataforma esta basada en un método de computación suele conocido como MANFIS (Multiple Adaptive Neuro Fuzzy Inference System). La segunda tesis corresponde a la implementación de un método basado en computación evolutiva con cómputo de alto rendimiento consistente en optimizar la trayectoria de un brazo robotico en presencia de obstáculos. Actualmente con respecto a esta actividad, el sistema de cómputo se encuentra funcionando adecuadamente, aunque se tuvo la limitante de equipo de cómputo y debido a lo cual el cluster se implemento tomando prestadas computadoras de otro laboratorio. En relación a las tesis, la etapa experimental esta prácticamente concluida, se espera que los dos alumnos puedan presentar su examen de grado el presente año.

Se registro al alumno Oriol Soto Quinteros con un tema de tesis en Identificación de Sistemas mediante computación evolutiva.

Se registro al alumno Ismael Millán Páez en el desarrollo de controladores digitales PID en FPGA.

Se registro a la alumna Yazmin Maldonado Robles en el desarrollo de programas en VHDL para implementar la etapa de Fuzzificación para sistemas difusos tipo-1 y tipo-2 con la finalidad de implantarlos en FPGAs.

Se registro en codirección de tesis con el Dr. Oscar Castillo López a la alumna Alma Cristina Martinez López del Instituto Tecnológico de Tijuana con un tema de computación evolutiva para la optimización de controladores digitales.

Meta 4

Objetivo: Curso de computo distribuido.

Con trabajo en conjunto con los profesores Dr. Roberto Sepúlveda y M.C. Juan Tapia Armenta se realizó un programa de Computación en paralelo para la maestría en Sistemas Digitales del CITEDI el cual se sometió ante la SIP para su aprobación, resultando aprobado.

Se impartió el curso ante mencionado a los alumnos tesisistas que están trabajando con computación en paralelo.

Meta 5

Objetivo: Integración de alumnos PIFI.

En total trabajaron en este proyecto cinco alumnos PIFI con una productividad en investigación excelente ya que todos lograron publicar el trabajo realizado, ya sea en congresos internacionales, y/o revistas internacionales con arbitraje, y/o revistas de difusión.

Meta 6

Objetivo: Seguimiento de avance de tesis.

Se realizó el seguimiento de avance de tesis de los seis alumnos.

Dos alumnos ya concluyeron su programa dentro del tiempo establecido por la Institución y CONACYT para cumplir con los índices de eficiencia terminal requeridos.

A los otros cuatro alumnos se les ha llevado un estricto seguimiento semanal para que cumplan en forma y tiempo con lo establecido por la institución así como el CONACYT, actualmente el avance esta de acuerdo a lo programado según consta en los registros que el departamento académico del CITEDI se llevan en función de los reportes emitidos por los comités tutoriales correspondientes.

Meta 7

Objetivo: Adquisición bibliográfica.

Se adquirió bibliografía mediante visitas a la Universidad de la Joya en San Diego, Estados Unidos. Así como también se realizó la lista de libros los cuales no se pudieron comprar ya que el recurso económico se agoto en la compra de componentes para la realización de la parte experimental de las diversas tesis. Sin embargo, algunos de los libros se compraron con recursos propios, por ejemplo el libro Desarrollo de un Sistema Difuso sobre FPGA del autor Miguel A. Melgarejo R., el cual se solicitó y adquirió desde Colombia.

Meta 8

Objetivo: Asistencia a eventos.

Se asistió a diversos eventos para la presentación de un total de 14 trabajos de investigación con arbitraje publicados en congresos nacionales e internacionales con la participación tanto de profesores como de alumnos.

Meta 9

Objetivo: Investigación en el área de Sistemas Inteligentes.

Se esta realizando investigación en el área de Sistemas Híbridos Inteligentes, en donde la idea es desarrollar tanto investigación básica como desarrollo tecnológico mediante la aplicación de tecnologías de vanguardia para realizar computo de alto rendimiento utilizando clusters de computadoras y sistema empotrados en FPGAs.

A la fecha se tienen resultados sobresalientes en la aplicación de algoritmos de optimización mediante colonias de hormigas (Ant Colony Optimization, ACO) para planeación de trayectorias en robótica móvil, en donde además de realizar el desarrollo al que denominamos “Centro de pruebas ACO” se realizaron contribuciones al estado del arte mediante la inclusión de una función de costo difusa, así como otras ideas que modifican el modelo matemático original de esta meta-heurística. El sistema se encuentra funcionando y es susceptible de continuarse mejorando. De este trabajo en la actualidad se lograron publicaciones en congresos internacionales, un capitulo en libro de Springer-Verlag, la publicación del mismo en una revista con arbitraje en Polonia. En la actualidad se sigue trabajando el sistema con la finalidad de incluir nuevos métodos.

Se obtuvo una plataforma experimental para cálculo de cinemática inversa para un robot de tres grados de libertad en tres dimensiones para sistemas monoprocesador, en la actualidad en combinación con el proyecto SIP20070238 se esta realizando computo de alto rendimiento para utilizarse en tecnologías Quad-core, así como en clusters de computadoras. Se requiere más equipo de cómputo con tecnología Quad-core para impulsar esta área.

En el área de Identificación de Sistemas se esta utilizando el Modelo Evolutivo Humano que es un algoritmo computacional para realizar optimización global y en el cual se estuvo trabajando en proyectos anteriores. La idea es optimizar ecuaciones de diferencias así como redes neuronales para realizar identificación paramétrica. Actualmente se lleva un muy buen avance del trabajo.

Con respecto a la implementación de tecnologías como Sistemas Difusos y controladores PID en FPGA. Se han obtenido algoritmos funcionales, sin embargo cabe mencionar que en esta area aún queda bastante trabajo por realizar principalmente en lo que se refiere a simulación, validación y prueba de los modelos obtenidos. A pesar de ello, se han realizado publicaciones en congresos internacionales y revistas de difusión del avance que se tiene. Cabe mencionar que seria muy conveniente la adquisición de hardware y software en la siguiente etapa de este proyecto para impulsar un más rápido desarrollo.

Meta 10

Objetivo: Adquisición de componentes.

El apoyo económico por parte de la institución fue bueno, sin embargo llega muy retrasado en cuanto a la calendarización de las actividades, y por si fuera poco, debido a que hay pocos proveedores especializados con capacidad para expedir facturas mexicanas los tiempos de la entrega se alarga y el costo de los componentes se sobrevalúa. Por las razones antes mencionadas, no fue posible adquirir todo lo que se requería. A pesar de ello, se cumplió de una u otra forma con los compromisos adquiridos en el proyecto.

Meta 11

Objetivo: Elaboración de artículos para revistas

Se realizaron las modificaciones requeridas por lo árbitros a los dos articulos ISI que estaban en proceso y que fueron reportados en el proyecto 20060143, lográndose su publicación en junio del presente año en la revista indexada Information Sciences de Elsevier.

Se escribió un nuevo artículo para revista ISI el cual se encuentra en proceso de arbitraje.

Se escribió y publicó un artículo en revista internacional con arbitraje en Polonia.

Meta 12

Se han realizado pruebas de implementación de diversos módulos, por ejemplo:

1. Módulo de comunicación paralelo.
2. Módulo de comunicación serial (UART)
3. Modulación por ancho de pulso (PWM).
4. Pruebas de controladores Proporcionales y diversos métodos para realizar la fuzzificación.

Meta 13

Se escribieron 13 artículos de divulgación con arbitraje lográndose su publicación. Se participo en congresos internacionales en las ciudades de Hawaii, y Londres; y nacionalmente en Cancún, Chihuahua, Tijuana, y Ensenada.

Conclusiones

Los resultados los hemos dividido en cuantitativos directos e indirectos. Se expone con el atributo de cuantitativo directo a los resultados producto del trabajo directo de investigación realizado en el proyecto, considerando principalmente dentro de este rubro a las publicaciones y tesis concluidas emanadas del proyecto. Por otro lado, hemos clasificado como cuantitativos indirectos a los productos que también emanaron del proyecto pero cuyos resultados inciden en el desarrollo del programa de Maestría del CITEDI.

Resultados cuantitativos directos.

Se culminó con el proceso de corrección y revisión de los dos artículos ISI que estaban bajo consideración para publicarse en el 2006, finalmente después de más modificaciones indicadas por los editores se logró su publicación en el 2007.

Se le dio el seguimiento a tres artículos internacionales con arbitraje aceptados en el 2006, en donde se tenía la participación de alumnos de la Maestría en Sistemas Digitales del CITEDI en dos de ellos. Se publicaron en el 2007.

Se elaboraron dos artículos ISI y se sometieron para su revisión, se está en espera del arbitraje para realizar correcciones en el 2007, en caso de aceptación.

En colaboración con el Instituto Tecnológico de Tijuana, y con el proyecto SIP2007038 se coeditó el libro titulado “Theoretical Advances and Applications of Fuzzy Logic and Soft Computing. Advances in Soft Computing 42” [6], en la editorial Springer.

Se publicaron tres capítulos de libro [7,8], en el libro titulado “Analysis and Design of Intelligent Systems Using Soft Computing Techniques, Advances in Soft Computing 41” de la editorial Springer. En [8] fue con la participación de un alumno tesista de este proyecto.

Se publicaron tres artículos en congreso internacional [9,10,11], en todos hubo la participación de alumnos tesistas.

Se publicó un trabajo en el encuentro regional del CITEDI con la participación de un alumno tesista [12].

Se tituló con grado de Maestría a dos alumnos del CITEDI que trabajaron en el proyecto.

Se realizaron dos registros de autoría en la Secretaría de Educación Pública. En el desarrollo de uno de ellos denominado “Plataforma Experimental para el Desarrollo de Controladores. Módulo I” se contó con el apoyo del Técnico Docente Raúl Robles Salazar en el proceso de ensamble y adaptación de componentes mecánicos del mismo.

Resultados cuantitativos indirectos.

Creación de la línea de investigación de Sistemas Inteligentes en el CITED, actualmente es una de las dos líneas con las que el CITED aplicó para ingresar al Programa Nacional de Posgrado de CONACYT.

Captación de cinco estudiantes de Maestría para realización de Tesis de los cuales cuatro están colaborando en el programa institucional PIFI.

Se realizaron dos registros de autor de resultados del proyecto, con el nombre:

1. Plataforma Experimental para el Desarrollo de Controladores. Modulo I.
2. Centro de Pruebas ACO.

Se promocionó el grupo de investigación en Sistemas Inteligentes con los demás profesores de la maestría lográndose la propuesta de un programa de consolidación con la participación de cinco proyectos de investigación dentro del área.

Referencias

- [1] Oscar Montiel, Oscar Castillo, Patricia Melin, Antonio Rodríguez Díaz and Roberto Sepúlveda, "Human evolutionary model: A new approach to optimization", *Information Science*, Vol. 177 Iss10, pp. 2075-2098, 2007
- [2] Roberto Sepúlveda, Oscar Castillo, Patricia Melin, Antonio Rodríguez-Díaz and Oscar Montiel, "Experimental study of Intelligent controllers under uncertainty using type-1 and type-2 fuzzy logic", *Information Sciences*, Vol 177 Issue 10, pp. 2023-2048, 2007.
- [3] Oscar Montiel, Oscar Castillo, Patricia Melin, Roberto Sepulveda, "Improving the Human Evolutionary Model: An Intelligent Optimization Method", *International mathematical forum. Journal for Theory and Applications*, Vol. 2 No. 1, pp. 21-44, 2007
- [4] Garcia M.A., Montiel O., Sepúlveda R., and Castillo O., "Path Planning for Autonomous Mobile Robot Navigation with Rerouting Capability in Dynamic Search Spaces Using Ant Colony Optimization", *International Journal of Information Technology and Intelligent Computing*, Polonia, Enero del 2008.
- [5] Iliana Marlen Meza-Sánchez, Miguel Angel Porta-Garcia, Oscar Montiel, Roberto Sepulveda, Oscar Castillo, Patricia Melin, "Performance of a Simple Tuned Fuzzy Controller on a DC Motor Application", *Nonlinear Studies*, Vol. 14, No. 1, pp. 49-63, 2007
- [6] Oscar Castillo, Patricia Melin, Oscar Montiel Ross, Roberto Sepúlveda Cruz, Witold Pedrycz, Janusz Kacprzyk (Eds.), "Theoretical Advances and Applications of Fuzzy Logic and Soft Computing" *Advances in Soft Computing* 42, Springer, 895 Pags., Impreso en Berlin, 2007
- [7] Oscar Montiel, Oscar Castillo, Patricia Melin, Roberto Sepúlveda, "Providing Intelligence to Evolutionary Computational Methods", *Analysis and Design of Intelligent Systems Using Soft Computing Techniques*, *Advances in Soft Computing* 41, pp. 473-481, Berlin, 2007
- [8] M. A. Porta García, Oscar Montiel, Oscar Castillo, and Roberto Sepulveda, "Optimal Path for autonomous Mobile Robot Navigation Using Ant Colony Optimization and Fuzzy Cost Function Evaluation", *Advances in Soft Computing* 41, pp. 790-798, Berlin, 2007
- [9] O. Montiel, O. Castillo, R. Sepúlveda, O. Soto, "Testing and Evaluating the Single Objective Intelligent Evolutionary Algorithm Through a Graphic Interface", *NAFIPS 2007 IEEE*, pp. 610-615, San Diego, California, 2007.
- [10] Oscar Montiel, Roberto Sepúlveda, Patricia Melin, Oscar Castillo, Miguel Angel Porta, Iliana Marlen Meza, "Performance of a Simple Tuned Fuzzy Controller and a PID Controller on a DC Motor", *2007 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence FOCI 2007*, pp. 531-537, Hawaii, USA, 2007.
- [11] Maldonado Yazmín , Olivas José Ángel, Montiel Oscar, Sepúlveda Roberto, "Implementación de Máquinas Difusas en FPGA", *XXIX Congreso Internacional de Ingeniería Electrónica, ITCH - ELECTRO 2007*, 17 al 19 Octubre, pp. 97 - 102, Chihuahua, México, 2007
- [12] Ismael Millán Páez, Oscar Montiel, Roberto Sepúlveda, "Desarrollo de aplicaciones Tecnológicas Usando VHDL", *III Encuentro Regional Académico, CITEDIPN*, pp. 133-138, 11 Y 12 de Octubre, TIJUANA, B.C., México, 2007.