

CARÁTULA

FECHA DE PRESENTACIÓN: 18.3.04

SUB-PROYECTO 3

Control del Proceso (de MAR)

TITULO DEL SUBPROYECTO

Control del Proceso (de MAR)

INSTITUCIONES PARTICIPANTES Y RESPONSABLES

Coordinador del Sub-Proyecto:

Rodolfo Haber Haber

rhhaber@rh.uo.edu.cu, rhhuo@yahoo.es

Institución: Dpto. de Control Automático –UO

Dirección: Sede “Mella”, Ave. de las Américas s/n
90400, Santiago de Cuba, CUBA

Nombre:

José Ramón Alique

jralique@iai.csic.es

Institución: Inst. de Automática Industrial (IAI)

Dirección: Carretera Campo Real, Km. 0,200
28500 Arganda del Rey – Madrid, Esp.

Nombres: José Ángel Marañón,

jjmaranon@ideko.es

Ramón Uribe-Etxeberria

ruribe@ideko.es

Institución: Centro Tecnológico IDEKO

Dirección: Arriaga Kalea 2
20870 Elgoibar, España

Nombres: Franclim F. Ferreira fff@fe.up.pt

António Pina Martins ajm@fe.up.pt

António Torres Marques

marques@inegi.up.pt

Institución: FEUP/ISR/INEGI, Univ. de Porto

Dirección: Rua Dr. Roberto Frias
4200-465 PORTO – Portugal

Nombre: Juan Javier Sotomayor Moriano

jsotom@pucp.edu.pe

Institución: Fac. de Ciencias e Ingeniería,
Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP)

Dirección: Av. Universitaria cdra. 18, San Miguel
CP/PO 1761, Lima, Perú

Nombre: Alejo Guillén Caldera

aguillen@luz.ve, alejoguillen@yahoo.es

Institución: Esc. de Ing. Mec., Univ. de Zulia (LUZ)

Dirección: P.O. Box 526 – Maracaibo – Venezuela

ANTECEDENTES

El proceso de Mecanizado de alto Rendimiento (MAR) requiere, al igual que el “convencional”, de la optimización de los regímenes dinámicos de trabajo, para incrementar la eficacia (Tasa de arranque de Virutas, acabado superficial, etc.). En esta dirección, se impone, entre otras acciones, la creación e implementación de los sistemas de control automático pertinentes que manejen las llamadas variables del proceso. Por otra parte, la complejidad del mecanizado (aun más del MAR) da lugar a que la representación formal del proceso controlado sea especialmente difícil y esto conlleva que el diseño de esos sistemas de control se oriente hacia métodos y enfoques avanzados: control inteligente, adaptable, basado en modelos, entre otros. En general, el problema de control del Proceso de MAR, orientado hacia su optimización, no puede considerarse como resuelto y resulta, por tanto, un área interesante para la investigación tanto teórica como experimental, en la que es conveniente la participación de los esfuerzos de varios grupos capaces de brindar sus aportes.

OBJETIVO

Diseñar, implementar sistemas de control del proceso de MAR, capaces de optimizar el desempeño de este proceso (sujeto a las restricciones establecidas) y que utilicen los enfoques y métodos avanzados más eficaces a tal propósito.

METODOLOGÍA

En función del logro del objetivo de este Sub-Proyecto, los grupos participantes realizarán un conjunto de actividades propias de la práctica común en la investigación científica y la innovación tecnológica. Algunas de ellas pueden estar formando parte de otros Proyectos en ejecución que poseen su propia financiación y entrega de sus resultados y otras se realizarían como actividades independientes. Pero en todos los casos se supone la colaboración activa entre esos grupos, adoptando en cada caso las formas de realización más adecuadas de entre las posibles:

- a) Conjunta (integrada) de dos o más grupos,
- b) Dentro de un grupo con apoyo material de otro u otros, especialmente aprovechando su base material,
- c) Desarrollo en un grupo con asesoría de otro u otros,
- d) Valoración comparativa de procedimientos y resultados obtenidos por más de un grupo en tareas similares ,
- e) Variantes mixtas.

Se supone el más amplio intercambio de métodos, procedimientos, tecnologías y resultados entre los grupos de este Sub-Proyecto, con total respeto, claro está, de las restricciones legalmente comprometidas por los investigadores y sus instituciones respectivas.

De igual modo se da por sentado que las soluciones al problema del control del proceso de MAR que se logren por este Sub-Proyecto han de integrarse armónicamente y compatibilizarse, tanto como sea posible, con las que se alcancen en los demás Sub-Proyectos, dentro de un enfoque sistémico.

ACTIVIDADES DE LOS GRUPOS PARTICIPANTES Y RESULTADOS PREVISTOS (próximos 2 años)

Grupos de la UO e IAI

Nota: Se prevé que se mantenga la colaboración bilateral que se desarrolla en el tema de la supervisión y control de los procesos de mecanizado, por más de 11 años, con excelentes resultados.

Diseño, implementación y ensayos de lazos de control jerárquico borroso del esfuerzo de corte para el MAR con varias opciones:

- Control Borroso "simple",
- Control MIMO,
- Control Borroso basado en modelo Neuronal y algoritmos genéticos.

Resultados:

- Participación en la elaboración conjunta de no menos de 5 artículos (SCI) y/o ponencias a eventos.
- Un nuevo contrato con Empresa.
- Oferta de un curso de control borroso, con ejemplos reales de aplicaciones (por determinar la sede).

Grupo de IDEKO

Ensayos de nuevos lazos de control del proceso de MAR.

Resultados:

2 artículos o ponencias a congresos y revistas especializadas.

Grupo de la PUCP

- (a) Elaborará estrategias alternativas para el diseño e implementación de un lazo de control del esfuerzo de corte (de 1 nivel jerárquico) del MAR, a punto de partida de los lazos existentes. Para ello se prevé:
 - La obtención de la información del estado de los trabajos desarrollados acerca de la temática (del IAI)

- El diseño e implementación hasta nivel de simulación de soluciones de control alternativas a las existentes.

Resultado: 1 artículo o ponencia a congreso contentivo de los resultados.

(b) Propuesta de soluciones para el control del proceso de MAR vía internet.

Grupo FEUP/ISR/INEGI

a) ISR

- Diseño de lazos jerárquicos de control basado en lógica difusa para MAR,
- Control MIMO de MAR,
- Diseño de controladores neuro-difusos de MAR.

Resultados:

Darán origen a, por lo menos, dos artículos en conferencias o revistas.

b) INEGI

Diseño, implementación y ensayo de actuadores neumáticos con control por redes neuronales, incluyendo los objetivos siguientes:

- i) The application of artificial neural networks to the control of pneumatic actuators in High-Performance Machining (HPM) processes;
- ii) The development of a novel artificial neural network controller that is able to adapt, in a gain scheduling sense, to changes of the controlled system nonlinear dynamics of HPM processes.
- iii) The development of a robotic device with potential use in HP drilling and cutting tasks. This new robotic device involves the co-operative use of two robotic manipulators, one with a serial configuration and the other with a parallel configuration, and the implementation of force/impedance control strategies

Resultados:

1 prototipo de sistema de actuador dedicado y con control por redes neuronales para MAR,
1 prototipo de "robotic device",
2 artículos, en Conferencias Internacionales,
1 artículo en Revista Científica Internacional,
1 artículo en Revista de Divulgación,
Una tesis de Master,
Intercambio de doctorandos.

Grupo de LUZ

Desarrollar una serie de estrategias de control para mejorar el comportamiento dinámico de estos sistemas mecánicos de alto rendimiento; la principal estrategia sería la de mejorar la precisión mediante la estimación de la posición de la herramienta de corte, sobre todo en trayectorias con aceleraciones elevadas o ante elevadas fuerzas de corte.

Resultados: Un artículo en revista o ponencia en congreso.

FINANCIACIÓN

UO:	Financiación propia equivalente	1 000USD
IAI:	Contrato post-doctoral	35 000€
	Contrato laboral	17 000€
	Proyecto Nacional	30 000€
	Proyecto con Empresa	75 000€
IDEKO:	Varios programas de ayuda en los organismos pertinentes tanto del gobierno español como del Vasco.	
FEUP/ISR/INEGI:	Cuatro (4) Proyectos en curso.	
LUZ:		
PUCP:		

RECURSOS HUMANOS

UO:	1 Doctor	20%
IAI:	1 Investigador contratado	100%
	1 Investigador contratado	50%
IDEKO:	1 Doctor y 2 Expertos	
LUZ:	1 Doctor	
FEUP/ISR/INEGI:	4 Investigadores	
PUCP:	1 Doctor	

ESTANCIAS DE INTERCAMBIO

Están solicitadas, en principio, las siguientes estancias de intercambio:

- Un miembro del grupo de IDEKO en la UO.
- Un miembro del grupo de UO en el IAI una ó dos veces por año.
- Un miembro del grupo del IAI en la UO anual.
- Un profesor de LUZ en UO, IDEKO ó IAI.

PLAN DE TRABAJO

Todas las actividades de los grupos participantes en este Sub-Proyecto, descritas en el apartado "Actividades de los grupos participantes y resultados previstos" se realizarán simultáneamente durante los próximos dos años, por lo cual se omite el diagrama de barras por ser obviamente innecesario.

BIBLIOGRAFÍA (Seleccionada de la generada por la UO-IAI en los últimos 5 años)

- Haber-Guerra, R.E., R. Haber, A. Alique, S. Ros, (2002), Application of Knowledge Based Systems for Supervision and Control of Machining Processes. Accepted, as a chapter, to the Handbook on Software Engineering & Knowledge Engineering, Volume II. World Scientific Pub. Co., Pitt., USA. ISBN 981-02-4974-8.
- Haber, R., M. Mcpherson (1998), Algunas soluciones contemporáneas al problema de La vigilancia y protección de sistemas CNC, I Jornadas Iberoamericanas de Automatización del Mecanizado, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, julio de 1998.
- Haber, R., R.E. Haber-Guerra (1999), Hierarchical Fuzzy Controller With A Self-Tuning Strategy. An Application To End Milling Process, Anais do IV Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, São Paulo, SP, 08-10 de Setembro de 1999, pp. 657-662. ISBN 85-87469-01-0
- Haber, R. (1999), Aplicaciones de la lógica borrosa (fuzzy) en la automatización de los procesos de mecanizado, algunas experiencias, Anais do IV Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, São Paulo, SP, 08-10 de Setembro de 1999, pp. 3-18. ISBN 85-87469-01-0
- Haber, R. (2004), Aplicaciones de la Lógica Borrosa en Control: Tres Alternativas Interesantes y Exitosas. Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones, ISPJAE, Cuba. Vol. XXIV, No.3, 2003, pp. 37-46.
- Haber, R., R.E. Haber-Guerra, A. Alique, S. Ros, C.R. Peres (2002), A Hierarchical Fuzzy Control System. Application o Machine-Tool Process Optimization. Proceedings of the First International ICSC Conference on Neuro-Fuzzy Technologies (NF 2002), January 16 - 19, 2002, Havana, Cuba, pp. 64. ISBN: 3-906454-29-0.
- Haber-Guerra, R.E., R. Haber, (1998), Controlador Borroso Jerárquico Autosintonizable: Aplicación en el proceso de mecanizado. XII Congreso de Investigación, diseño y utilización de máquinas-herramienta, San Sebastián, España.
- Haber-Guerra, R.E., R. Haber, et. al. (2000), Hierarchical Fuzzy Controller With A Self-Tuning Strategy. An Application To End Milling Process. IEEE International Simposium of Intelligent Control (IEEE ISIC2000) , Patras, Greece, july 2000. ISBN 0-7803-6491-0.
- Haber-Guerra, R.E., R. Haber, et al., (2000), Tendencia actual y desarrollos futuros de nuevos controles basados en la lógica borrosa y su aplicación al mecanizado a alta velocidad. Presentado al XIII Congreso de Investigación, diseño y utilización de máquinas-herramienta, San Sebastián, España.
- Haber-Guerra, R.E., R. Haber, et al., (2000), Controlador borroso autosintonizable: aplicación en el proceso de fresado, IMHE, España, Noviembre 2000, pp.50-56. (ISSN:0210-1777).
- Haber-Guerra, R.E., R. Haber, C.R. Peres, A. Alique, S. Ros (2001), Model of the milling process on the basis of cutting force: A Neural Network-based Approach., in Advances in Neural Networks and Applications, Ed. N. Mastorakis, Artificial Intelligence Series, World Scientific and Engineering Society Press, pp. 378-384 (ISBN:960-8052-26-2).
- Haber-Guerra, R.E., R. Haber, A. Alique, C.R. Peres, S. Ros (2001), Fuzzy Modeling on the Basis of FCM Technique. A Case Study Aiming At Process Supervision. Accepted to 2001 ASME IMEC&E Symposium on Nonlinear Modeling and Control of Manufacturing Processes and Systems, New York, USA, November 11-16,2001.
- Haber-Guerra, R.E., R. Haber, A. Alique, S. Ros, C.R. Peres (2001), Linear and Fuzzy Control for Machining Process: Design and Experiments. Proceedings of IFAC Workshop Advanced Fuzzy/Neural Control, Valencia, Spain, October 15-16, 2001, pp. 63-69 (ISBN: 0-08-043963-2).
- Haber-Guerra, R.E., C.R. Peres, R. Haber, A. Alique, S. Ros (2001), Tendencia actual y desarrollos futuros de nuevos controles basados en la lógica borrosa y su aplicación al mecanizado de alta velocidad, Revista IMHE No. 272, Octubre 2001, pp. 166-174 (ISSN:0210-1777).
- Haber-Guerra, R.E., R. Haber, A. Alique, S. Ros, (2002), Application of Knowledge Based Systems

for Supervision and Control of Machining Processes. In S.K. Chang (ed) Handbook on Software Engineering & Knowledge Engineering, Vol. II, Emerging Technologies. World Scientific Pub. Co., USA. ISBN 981-02-4974-8

- Haber-Guerra, R.E., G. Schmitt-Braess, R. Haber, S. Ros (2002), Extended Circle Criterion: Stable Fuzzy Control of a Milling Process. Accepted to 15th IFAC World Congress 2002, Barcelona, Spain.
- Haber Guerra, R.E., R.H. Haber, A. Alique, S. Ros, J.R. Alique (2002), Dynamic Model of the Machining Process on the basis of Neural Networks: From Simulation to Real Time Application, Lecture Notes in Computer Science 2331, Springer Verlag Berlin Heidelberg, pp. 574-583. ISSN: 0302-9743.
- Haber-Guerra, R.E., A. Alique, R.H. Haber, , J.R. Alique, S. Ros (2002), Tendencia actual y desarrollos futuros de nuevos controles basados en la logica borrosa y su aplicación al mecanizado a alta velocidad, Revista de Metalurgia 38, España, pp. 124-133. ISSN:0034-8570.
- Haber-Guerra, R.E., A. Alique, S. Ros, J.R. Alique, R. Haber, J.E. Jiménez (2002), Nonlinear Output Error Model Using a Single Hidden Layer Neural Network. An Application Case Study. Neural Network World (ICS and CTUP, Prague, Czech Republic), Volume 12, Number 6, pp. 549-558
- Haber, R.E., J.R. Alique, A. Alique, R.H. Haber (2003), Non-linear Internal Model Control Using Neural Networks and Fuzzy Logic: Application to an Electromechanical Process, Lecture Notes in Computer Science 2657, pp. 351-360.
- Haber-Guerra, R.E., G. Schmitt-Braess, R. Haber, A. Alique (2003) Using Circle Criteria for Verifying Asymptotic Stability in PI-like Fuzzy Control Systems. An Application to the Milling Process. IEE Proceedings – Control Theory and Applications, U. K., Vol. 150, No. 6, November 2003, pp. 619-627
- Peres, C.R., R.E. Haber-Guerra, A. Alique, R.H. Haber, S. Ros, Hierarchical Intelligent Modelling Applied to Milling Process, in P. Groumpos (Ed.) Advanced Concepts for Manufacturing Systems, pp. 120-128 (1999)
- Peres C.R., Alique A. , R.H. Haber, S. Ros, R.E. Haber-Guerra (1998), Fuzzy Supervision and Hierarchical Fuzzy Control Integrated System: An approach for Milling Process Optimization. Computers in Industry (Special Issue) 39, pp 199 - 207. ISSN 0166-3615.
- Schmitt-Braess, G., R.E. Haber Guerra, R.H. Haber, A. Alique (2002), Multivariable Circle Criterion: Stable Fuzzy Control of Milling Process, (Submitted) Proceedings of IEEE Conference on Control Applications, Glasgow, Scotland, UK, September 18-20, 2002, pp. 385-390. ISSN 0-7803-7386-3.
- Teixeira, M., R. Haber, C.R. Peres, A. Alique (1999), Análise da Força de Fresamento utilizando um Controle Supervisor Baseado em Lógica Nebulosa, Revista do IST, Joinville, SC, Brazil, pp. 12-17.