

CARÁTULA DE PROYECTOS

FECHA DE PRESENTACIÓN: 22 de marzo de 2004

LÍNEA PIBAMAR:

Supervisión de los procesos de mecanizado de alto rendimiento

TITULO DEL SUBPROYECTO

Sistema Supervisor del Proceso

INSTITUCIONES PARTICIPANTES Y RESPONSABLES

Coordinador de Sub-proyecto:

José Ramón Alique

jralique@iai.csic.es

Institución: Instituto Automática Industrial (IAI)
Dirección: Ctra. Campo Real. La Poveda.-
28500 Arganda del Rey (Madrid) -
ESPAÑA

Nombre: José Angel Marañón,

jmaranon@ideko.es

Institución: Ideko S. Coop. (IDE)

Dirección: Arriaga Kalea 2
20870 Elgoibar (Guipúzcoa) - ESPAÑA

Nombre: Ricardo Lorenzo Ávila

rlar001@yahoo.com

Institución: Universidad de Holguin (UHO)
Dirección: Avda. XX Aniversario Holguin Gaveta.-
Holguin - CUBA

Nombre: Rodolfo Haber Haber

rhaber@rh.ou.edu.cu

Institución: Universidad de Oriente(UO)
Dirección: Avda. de Las Américas s/n, esq.
Casero, 90400.- Santiago de Cuba - CUBA

Nombre: Alejo Guillén Caldera

alejoquillen@yahoo.es

Institución: Universidad de Zulia (LUZ)
Dirección: Escuela de Ing. Mecánica, P.O. Box
526.-
Maracaibo - VENEZUELA

Nombre: Jorge Pamies Teixeira

jorge.pamies@fct.unl.pt

Institución: UNIDEMI-Universidade Nova de Lisboa
Dirección: Campus FCT-UNL, Quinta da Torre,
2829.-
516 Caparica - PORTUGAL

Nombre: Ciro Rodríguez

Ciro.Rodriguez@itesm.mx

Institución: Centro de Sistemas Integrados de
Manufactura. Inst. Tecnológico y de Estudios
Superiores de Monterrey

Dirección: Av. Eugenio Garza, 2501 Sur.-
Monterrey.- NL 64849 MÉXICO

Nombre : António Torres Marques (Franclim F.
Ferreira)

marques@inegi.up.pt

Institución : FEUP/INEGI – Universidade Porto

Dirección : Rua Dr. Roberto Frias 4200-465
Porto.PORTUGAL

ANTECEDENTES

En la actualidad, la optimización de los procesos de mecanizado está supeditada a la utilización de datos preproceso para la elaboración de los programas pieza. Estos datos ,sin embargo, son incompletos e imprecisos pudiendo decirse que la incertidumbre y la información incompleta son características inherentes a los procesos de mecanizado, en especial, los de alto rendimiento.

Por ello, en la práctica se utilizan parámetros, tanto geométricos como tecnológicos, sumamente conservadores, de forma tal, que se está lejos de conseguir el mecanizado de alto rendimiento, objetivo final de este proyecto.

Hoy día, se hace imprescindible optimizar, en tiempo real, las condiciones de corte de forma que el proceso se desarrolle de acuerdo con unas funciones objetivo predefinidas a través de una adaptación constante, y en tiempo real, a las condiciones reales del mecanizado. Estas funciones pueden ser de muy diversa naturaleza: maximización de la tasa de arranque de viruta (TAV), minimización del coste del mecanizado, mantenimiento de la calidad superficial entre unos límites predefinidos , y otras. También cabría pensar en combinaciones de varios de estos índices a través de funciones multiobjetivo o multiíndice.

OBJETIVOS

El objetivo fundamental de este subproyecto es idear y diseñar el sistema supervisor del proceso. Las tareas a desarrollar pueden ser muy diversas pero, en este subproyecto, se han limitado a las siguientes:

- Supresión automática del chatter regenerativo
- Control de calidad superficial de las piezas en proceso
- Control de la velocidad de desgaste de la herramienta
- Tolerancia a fallos

Una tarea previa a realizar es estudiar las posibles funciones objetivo a utilizar que pueden ser simples (puras), por ejemplo, maximizar la TAV , o múltiples (híbridas), maximizar la TAV minimizando a la vez el coste del mecanizado (funciones multiobjetivo).

Asimismo, pretendemos analizar en este subproyecto las relaciones entre este sistema supervisor y el sistema inteligente de toma de decisiones. Este último podría beneficiarse del conocimiento generado en el sistema supervisor , con datos reales generados durante el proceso de mecanizado.

METODOLOGÍA

El desarrollo de este subproyecto exige utilizar técnicas avanzadas de ingeniería mecánica y de ingeniería de control tanto clásicas como basadas en inteligencia artificial (IA).

La supresión automática del chatter se puede enfocar desde dos metodologías principales: las basadas en los lóbulos de estabilidad y las basadas en la modulación adaptativa de la velocidad de corte. Ambas aproximaciones se pueden desarrollar desde perspectivas clásicas o desde las basadas en técnicas de IA, en especial, controladores borrosos.

El control de la calidad superficial de las piezas en proceso exige conocer con gran precisión las variables, tanto tecnológicas como de proceso, que afectan la rugosidad superficial de una pieza. Hay que elegir las variables de control que han de ser utilizadas y las estrategias de control de las mismas. Previamente, se deberán desarrollar modelos predictivos de rugosidad superficial. Este holón de calidad podrá incluir también el control del error de forma (desviación dimensional).

Para alcanzar los dos objetivos antes mencionados se hace preciso la utilización de centros de mecanizado de alto rendimiento, de materiales de prueba a mecanizar y de herramientas, con numerosas pruebas reales de taller.

El control de la velocidad de desgaste de la herramienta exige conocer a fondo que variables afectan su desgaste y posterior rotura. También se deberán estudiar los diferentes comportamientos dependiendo de la dureza de las piezas a mecanizar. Se deben elegir variables de control de fácil control en tiempo real. Previamente, se deberán desarrollar modelos predictivos de desgaste de la herramienta.

Este sistema supervisor debería ser asimismo capaz de asumir la reorganización del proceso de mecanizado en caso de fallos no catastróficos. Podría alterar las condiciones de corte aunque ello dé lugar a un mecanizado con prestaciones degradadas.

También se pretende en este subproyecto utilizar los datos generados, en tiempo real, por el proceso para incrementar la base de conocimientos del sistema inteligente de toma de decisiones. De esta forma, este sistema incorporaría una cierta capacidad de aprendizaje en base a experiencias reales de mecanizado.

Todos estos sistemas serán dispositivos embebidos en el control numérico abierto, es decir, tendrán un comportamiento autónomo (holones) aunque, siendo independientes, trabajarán en cooperación con el resto de holones de control del sistema.

RECURSOS DISPONIBLES:

- **IAI:**
 - un investigador contratado medio tiempo
 - un investigador científico medio tiempo
- **UNIDEMI:**
 - un investigador medio tiempo
- **IDEKO:**
 - dos investigadores a medio tiempo
- **UHO:**
 - un doctor a medio tiempo
 - un Master a medio tiempo
 - un ingeniero

- **ITESM:**
 - un profesor de investigación a medio tiempo
 - un becario de Doctorado
 - un becario Fin de carrera
- **FEUP :**
 -
- **UO:**
 - un profesor doctor a medio tiempo
- **LUZ :**
 -

FINANCIACIÓN

- **IAI:**
 - Plan Nacional de I+D: 65.000 €
 - Contrato con Empresa: 55.000 €
 - Un contrato laboral: 30.000 €
- **UNIDEMI:**
 - Financiación propia: 1.000 €
- **IDEKO :**
 - Plan Nacional de I+D: 30.000 €
 - Contrato con empresa : 35.000 €
- **UHO :**
 - Fondos propios : 5.000 pesos
 - Contrato empresa : 20.000 pesos
- **UO :**
 - Fondos propios : 1.000 \$
- **FEUP :**
 -
- **ITESM :**
 - Cátedra de investigación : 150.000\$ /año
 - Beca para Doctorado : Beca
 - Beca para proyecto Fin de carrera : Beca
- **LUZ :**
 -

RECURSOS MATERIALES :

En este subproyecto se dispone de Centros de Mecanizado de alto rendimiento en todos los Grupos participantes , a excepción de LUZ, UHO y UO. Asimismo, se cuenta en los Grupos con una extensa variedad de sensores, PC industriales, redes PROFIBUS, sistemas de adquisición de datos, rugosímetros, microscopios electrónicos de barrido y microdurómetros. También se dispone , en caso de ser necesario, de instalaciones metalográficas para analisis de superficies.

CARÁTULA DE PROYECTOS PIBAMAR

PLAN DE TRABAJO

A continuación, se presenta el Plan de trabajo del proyecto, asociando las actividades con la entidad de financiamiento.

ACTIVIDAD	2004			2005				2006		Centros	Financiación	
	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2		C	P
Diseño supervisor proceso	■									TODOS		X
Supresión automática de chatter		■	■	■						IAI,IDE		X
Control calidad superficial				■	■	■	■			IAI,IDE,ITESM,UNI,FEUP,UO		X
Control velocidad desgaste herramienta		■	■	■	■	■	■			IAI,IDE,ITESM,UNI,UO,FEUP		X
Tolerancia a fallos								■	■	IAI,UNI,IDE,UO,FEUP		X
Funciones objetivos	■	■								TODOS		X
Coordinación supervisor: toma decisiones								■	■	UHO,IAI,IDE,UNI		X
Estancia investigador en otro Grupo (1 semana)		■								Grupos implicados	X	

La letra c indica que la financiación será CYTED. La letra p significa recursos propios

IMPACTO Y RESULTADOS ESPERADOS

El impacto tecnológico de este subproyecto podría ser muy importante solo con que seamos capaces de maximizar la TAV en operaciones de desbaste. Se podría incrementar de forma notable la productividad de las máquinas de alto rendimiento nuevas y actualmente en funcionamiento. La gran ventaja de este supervisor, tal como será diseñado, es que constituye un sistema embebido(holones) que se pueden ir integrando, no sólo en las nuevas máquinas (como opciones del fabricante), sino incluso en las ya existentes (como opciones del usuario) siempre y cuando dispongan de un sistema CNC abierto.

Este supervisor posibilitará la fabricación con cero defectos, ya que puede asegurar el mecanizado libre de chatter, e incluso con la calidad superficial establecida a priori.

Por tanto, afectaría claramente al medio ambiente ya que posibilita una fabricación sin desechos que, en su caso, deberían ser reciclados.

Existe un impacto industrial muy significativo al incorporar la calida superficial como objetivo en el mecanizado de alto rendimiento por medio de la incorporacion de sensores y modelos inteligentes del proceso.

Se prevé publicar, al menos, 4 artículos en revistas SCI, desarrollar dos prototipos, holones de calidad y de desgaste de herramienta y desarrollar, aunque no defender, tres Tesis Doctorales (dos años)

También está previsto que los Grupos participantes conecten con empresas de su entorno geográfico, de forma tal, que pueda ser el inicio de una colaboración multilateral en la que participaran, al menos, dos centros de investigación y dos empresas de países diferentes. El Programa IBEROEKA debería ser la fuente de financiación natural para este tipo de actuaciones.

BIBLIOGRAFÍA EXISTENTE

- Ismail F., Kubica E.G., Active suppression of chatter in peripheral milling. Int.J. of Advanced Manufacturing Technology. Vol. 10. 1995.
- Soliman E., Ismail F., Chatter suppression by adaptive speed modulation. Int. J. Machine Tools and Manufacture. Vol. 37 (3). 1997.
- Baek D.K., et al., Optimisation of federate in a face milling operation using a surface roughnes model. Int. J. Machine-Tool and Manufacture. Vol. 41(3). 2001.
- Lee K.Y., et al., Simulation of surface roughnes and profile in high speed end milling. J. Materials Processing Technology. 113. 2001.
- Haber R.E., Alique A., Intelligent process supervisions for predicting tool wear in machining processes. Mechatronics. Vol. 13. 2003.
- Sick B., On line and indirect tool wear monitoring in turning with artificial neural networks. Mechanical Systems and Signal Processing.16(4). 2002.
- Tsai Y.H., Chen J.C., Lou S.J., An in-process surface recognition system based on neural networks in end milling cutting operations. Int.J. Machine Tools and Manufacture. Vol.39. 1999.