



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

Programa de doctorado de
Sistemas Inteligentes y Aplicaciones
Numéricas en Ingeniería

Primer año del periodo de investigación

SEMINARIOS Y TRABAJOS DE
INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

SEMINARIOS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN.....	3
1. OPTIMIZACIÓN Y ADAPTACIÓN DE MALLAS DE SUPERFICIES	3
2. SISTEMAS PERCEPTO-EFECTORES.....	6
3. PRECONDICIONAMIENTO DE SISTEMAS VARIABLES.....	9
4. MODELOS DE SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MÉTODOS EVOLUTIVOS DE OPTIMIZACIÓN GLOBAL MULTIOBJETIVO	11
5. MODELADO Y SIMULACIÓN DE FENÓMENOS DE PROPAGACIÓN DE ONDAS Y VIBRACIONES.....	13
6. INTERFACES PERCEPTUALES DE USUARIO.....	17
7. SIMULACIÓN NUMÉRICA Y OPTIMIZACIÓN INTELIGENTE.....	22
8. APRENDIZAJE AUTOMÁTICO Y MINERÍA DE DATOS.....	25
9. INTELIGENCIA PERCEPTUAL.....	26
10. SIMULACIÓN DE PROCESOS DE SEPARACIÓN EN INGENIERÍA QUÍMICA.....	31
11. INGENIERÍA DOMÓTICA	33



SEMINARIOS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

Durante el primer año del periodo de investigación al alumno/a atenderá un seminario de investigación, a elegir entre los contenidos en la siguiente tabla, por un total de 12 créditos ECTS. Estos seminarios se desarrollarán durante el primer semestre. Las actividades formativas durante este curso se complementan con la realización de trabajos tutelados de investigación que asimismo versarán sobre el programa de investigación en que se inserta el seminario escogido. Los trabajos de investigación se desarrollan en el seno de las divisiones de investigación del Instituto SIANI que son responsables de los distintos programas de investigación, y suponen el comienzo de la actividad investigadora del alumno en la línea sobre la que se configura su tesis doctoral. La carga académica asignada a los trabajos de investigación se cifra en un total de 42 ECTS, de los cuales 18 ECTS corresponden al primer semestre y 24 ECTS al segundo semestre. Los resultados del trabajo de investigación, incluyendo los artículos y ponencias científicas que en su caso hayan dado lugar, serán recogidos en una memoria final sujeta a evaluación por un tribunal único designado por la Comisión Académica del programa de doctorado, quien asimismo habrá de valorar el aprovechamiento de los seminarios y trabajos realizados.

La oferta de tabajos y seminarios de investigación está contenida en la siguiente tabla.

Num.	Trabajos/Seminarios de Investigación
1	Optimización y Adaptación de Mallas de Superficies
2	Sistemas Percepto-Efectores
3	Precondicionamiento de Sistemas Variables
4	Modelos de Sistemas de Seguridad y Métodos Evolutivos de Optimización Global Multiobjetivo
5	Modelado y Simulación de Fenómenos de Propagación de Ondas y Vibraciones
6	Interfaces Perceptuales de Usuario
7	Simulación Numérica y Optimización Inteligente
8	Aprendizaje Automático y Minería de Datos
9	Inteligencia Perceptual
10	Simulación de Procesos de Separación en Ingeniería Química
11	Ingeniería Domótica

La definición de los distintos programas de investigación se presenta a continuación:

1. OPTIMIZACIÓN Y ADAPTACIÓN DE MALLAS DE SUPERFICIES

Descripción: Es bien conocido que la generación de mallas de elementos finitos es una parte fundamental del método numérico; la dimensión del sistema de ecuaciones asociado al método aumenta con el grado de discretización. Además, en la simulación numérica de problemas tridimensionales, este problema se acentúa debido a la necesidad de trabajar con dominios de gran dimensión en los que tenemos la necesidad de introducir al ordenador una elevada información. Por



esta razón, para llegar a una alta precisión en la definición geométrica del dominio de estudio, es muy conveniente trabajar con técnicas de discretización adaptativas. En este sentido, los métodos de elementos finitos adaptativos plantean unas interesantes ventajas sobre métodos más tradicionales como el de diferencias finitas, aunque suponen un aumento en la complejidad de su implementación. En trabajos recientes se ha conseguido desarrollar generadores de mallas de tetraedros adaptadas. En muchos casos ha sido necesario mejorar la calidad de los elementos en el entorno de las singularidades geométricas. Para este propósito se han introducido técnicas de suavizado y desenredo que modifican la posición de los nodos de la malla manteniendo su topología. Por otra parte, las estrategias locales de refinamiento y desrefinamiento conforman otro aspecto que se debe considerar para mejorar la precisión de la solución numérica o de los detalles geométricos del dominio. La construcción de una malla de buena calidad de un dominio tridimensional pasa necesariamente por la construcción de una triangulación adecuada de sus superficies o fronteras.

Una malla de elementos finitos definida sobre una superficie se considera adecuada si la forma de los elementos se aproxima al elemento ideal, como por ejemplo puede ser el triángulo equilátero en caso de triangulaciones, y además está bien adaptada a las características geométricas de la superficie. Este último aspecto es necesario para que la triangulación sea capaz de reproducir todos los detalles de la superficie dentro de un cierto margen de error. Además, con el objetivo de trabajar con sistemas de ecuaciones de dimensiones razonables, es deseable minimizar el número de elementos necesarios para aproximar la superficie sin que ello suponga contravenir los criterios de adaptación preestablecidos.

En este trabajo/seminario se propone combinar técnicas de refinamiento/desrefinamiento y movimiento de nodos para optimizar mallas definidas sobre superficies atendiendo a los criterios comentados anteriormente. Si bien estas técnicas ya han sido parcialmente desarrolladas por el grupo de investigación, creemos que la combinación de ambos aspectos es una interesante línea de trabajo que puede dar buenos resultados. En un primer paso se plantea trabajar con superficies que puedan ser proyectadas unívocamente sobre un plano, y aplicar el procedimiento con el propósito de aproximar singularidades geométricas definidas sobre la superficie (por ejemplo escalones, curvaturas, etc.). En un segundo paso se tratarían superficies más generales considerando planos de proyección locales en función de la submalla que se pretenda adaptar. En cuanto a la definición de la superficie, comenzaremos el estudio por el caso más sencillo, es decir, mediante una función explícita. Posteriormente, se pueden plantear otras opciones, tales como una superficie dada a partir de una interpolación a trozos lineal o de cualquier otro tipo. La consecución del objetivo propuesto en este trabajo puede ser útil para abordar en el futuro problemas abiertos en los que sea conveniente trabajar con mallas anisotrópicas, tales como problemas de Navier-Stokes o Electromagnetismo.

Antecedentes y Experiencia en el Área de Optimización y Adaptación de Mallas: Por una parte el grupo de investigación ha desarrollado técnicas adaptables (refinamiento/desrefinamiento) de mallas bidimensionales y tridimensionales, y un generador de mallas de tetraedros que puede ser aplicado a problemas de gran interés en ingeniería. Por otra parte, ha abierto otra línea de investigación sobre optimización (desenredo y suavizado) de mallas de tetraedros, y en particular sobre la optimización de triangulaciones de superficies. Partiendo de esta experiencia se propone abordar el trabajo tutelado propuesto. De esta forma, se intenta avanzar en los códigos ya desarrollados para incidir en su versatilidad y aplicabilidad.

Como parte de la actividad los profesores que imparten el trabajo/seminario se encuentra la participación en dos Subproyectos de Investigación financiados por el Plan Nacional de I+D+I, Programa Nacional de Promoción General del Conocimiento, Ministerio de Ciencia y Tecnología (REN2001-0925-C03-02/CLI: 51.146,12 euros) y Ministerio de Educación y Ciencia (CGL2004-06171-C03-02/CLI: 54.900,00 euros), y FEDER. Los trabajos publicados más relevantes, relacionados con el objetivo planteado en el trabajo/seminario y desarrollados durante el periodo de ejecución del primer Subproyecto (2002-2004), así como resultados y tesis desarrolladas, se pueden obtener (en formato pdf) en la página web general del Proyecto Coordinado (<http://www->



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

lacan.upc.es/projects/REN2001_0925_C03/) con la Universidad de Salamanca y Politécnica de Cataluña:

- “Tetrahedral mesh generation for environmental problems over complex terrains”. : R. Montenegro, G. Montero, J.M. Escobar, E. Rodríguez y J.M. González-Yuste. *Lecture Notes in Computer Science*, v. 2329, 335-344, Springer-Verlag (2002).
- “Efficient strategies for adaptive 3-d mesh generation over complex orography”: R. Montenegro, G. Montero, J.M. Escobar y E. Rodríguez. *Neural, Parallel & Scientific Comp.*, v. 10, 1, 57-76, Dynamic Publishers, USA (2002).
- “Simultaneous untangling and smoothing of tetrahedral meshes”, J.M. Escobar, E. Rodríguez, R. Montenegro, Montero y J.M. González-Yuste. *Comp. Meth. Appl. Mech. Eng.*, v. 192, 2775-2787, Elsevier Ltd. (2003).
- “Generación automática de mallas de tetraedros adaptadas a orografías irregulares”. G. Montero, R. Montenegro, J.M. Escobar y E. Rodríguez. *Rev. Int. Mét. Núm. Cál. Dis. Ing.*, v. 19, 2, 127-144 (2003).
- “Improved objective functions for tetrahedral mesh optimisation”. R. Montenegro, J.M. Escobar, E. Rodríguez, G. Montero y J.M. González-Yuste. *Lecture Notes in Computer Science*, v. 2657, 568-578, Springer-Verlag (2003). Este trabajo será publicado también en un volumen especial de la revista *Future Generation in Computer Systems* que incluirá los “best papers” presentados en el Congreso ICCS’2003.
- “Local refinement of 3-d triangulations using object-oriented methods”.: J.M. González-Yuste, R. Montenegro, J.M. Escobar, G. Montero y E. Rodríguez. *Advances in Engineering Software*, v. 35, 693-702, Elsevier Ltd. (2004).
- “Genetic algorithms for an improved parameter estimation with local refinement of tetrahedral meshes in a wind model” G. Montero, E. Rodríguez, R. Montenegro, J.M. Escobar y J.M. González-Yuste. *Advances in Engineering Software*, v. 36, 3-10, Elsevier Ltd. (2005).

Por otra parte, se puede indicar que el profesor Rafael Montenegro ha sido invitado a organizar una sesión temática sobre Generación de Mallas en el “VIII Congreso Nacional de Mecánica Aplicada y Computacional y VI Congreso de Métodos Numéricos en Ingeniería”, Lisboa (2004) y en el “VII Congreso de Métodos Numéricos en Ingeniería y IX Congreso Nacional de Mecánica Aplicada y Computacional”, Granada (2005). Además de las conferencias invitadas en Congresos, impartidas sobre esta línea de investigación y reflejadas en el Curriculum Vitae, ha sido invitado en los dos últimos años a impartir las siguientes conferencias o cursos: “Generación de mallas tridimensionales para la simulación numérica de procesos medioambientales” presentada en el curso “Sociedad, Ciencia, Tecnología y Matemáticas 2003” celebrado en la ULL (Tenerife), el curso (24 horas) “Generación de Mallas”, presentado en el “Master en matemáticas y aplicaciones a la mecánica” celebrado en el año 2003 en Guimarães (Portugal), “Modelado y Simulación Numérica de Campos de Viento Orientados a Procesos de Contaminación Atmosférica” presentada en el curso “Sociedad, Ciencia, Tecnología y Matemáticas 2004” celebrado en la ULL (Tenerife).



2. SISTEMAS PERCEPTO-EFECTORES

Descripción: Un sistema percepto-efector (SPE), también denominado sistema autónomo inteligente o agente autónomo, se entiende como un sistema que se desenvuelve e interacciona en un entorno mediante la acción de sensores y efectores. Representan sistemas integrados de inteligencia artificial que involucran procesos de percepción, razonamiento, toma de decisiones, aprendizaje, planificación y control. En el caso de sistemas en tiempo real la necesidad de tener latencias y tiempos de reacción bajos exige optimizar la arquitectura y la organización de los elementos funcionales, así como la tecnología hardware que se utiliza en la implementación de todo el SPE.

En estos trabajos de investigación se desarrollará una aplicación con un SPE que involucre las distintas técnicas y herramientas estudiadas en el bloque fundamental. Estas aplicaciones permitirán adquirir una experiencia científico-técnica que posibilitará el diseño y desarrollo desde sistemas de control sencillos hasta sistemas complejos de percepción-acción. Se realizarán experimentos que bien puedan derivar el desarrollo de aplicaciones exclusivamente software, o el desarrollo de una combinación del diseño software y hardware.

En estos trabajos/seminarios de investigación se prestará especial atención a la utilización de herramientas que fomenten el desarrollo de sistemas percepto-efectores modulares, robustos y adaptables. Para ello se fomentará el uso de metodologías de diseño, programación e integración de sistemas orientadas a componentes que faciliten el diseño modular y la reutilización del software.

Antecedentes y Experiencia en el Área: Los profesores que participan en este curso acumulan una amplia experiencia práctica en este campo, tanto en investigación y desarrollo de sistemas percepto-efectores aplicados, como en el diseño de herramientas y entornos de integración para la construcción de dichos sistemas.

En la línea de investigación y desarrollo de SPEs, las primeras realizaciones se centraron en el desarrollo de SPEs aplicados a problemas de seguimiento visual, concretándose su nivel de realización en el sistema DESEO [Hernández,1999], un sistema de visión activa orientado a la localización, seguimiento e identificación de personas. Posteriormente, y como resultado de un convenio de colaboración el Museo Elder de la Ciencia y la Tecnología de Las Palmas de Gran Canaria, se desarrolló el robot Eldi [Cabrera,2000][Domínguez,2001], posiblemente el primer robot interactivo para museos desarrollado en España, trabajo que dio lugar al registro de la patente con número de solicitud 009902738.

A lo largo de estos proyectos se ha ido acumulando también una valiosa experiencia práctica en el desarrollo de estos sistemas, y se ha constatado también que existe una carencia importante de metodologías y de herramientas de desarrollo que resulten idóneas para construir SPEs. En nuestra opinión – coincidente con la de otros muchos colegas - se reedita en esta área de trabajo una situación similar a lo que se denominó “la crisis del software” en el ámbito de informática comercial y que propició el desarrollo de la Ingeniería del Software. El grupo de profesores que impartirá este curso lleva ya algunos años contribuyendo con su trabajo en esa línea de investigación con proyectos como CAVS, SVEX o CoolBOT.

CAVS [Domínguez,1999] ofrece al diseñador de sistemas de Visión Activa herramientas para modelar los diferentes componentes del sistema como agentes, los cuales interactúan de forma asíncrona y con débil acoplamiento mediante el intercambio de eventos. En este contexto, el diseñador puede cambiar con facilidad el diseño del sistema y sus características de funcionamiento mediante el intercambio de módulos reutilizables en diferentes contextos de aplicación.

SVEX [Hernández,1999b][Hernández,2003] profundiza en la línea de trabajo iniciada con CAVS modelando los agentes o módulos del sistema en términos de una misma arquitectura interna genérica compuesta de una unidad de control, una unidad de procesamiento y una unidad de comunicaciones. Este enfoque ha posibilitado el desarrollo de herramientas genéricas de control y comunicaciones que



resultan aplicables a cualquier módulo del sistema. En particular, en SVEX se ha estudiado el problema de la gestión de los recursos computacionales de un SPE en función de los objetivos temporales del sistema. Esto ha dado lugar al desarrollo de una metodología de diseño que concibe los componentes de un sistema como tareas any-time capaces de adaptar su demanda de recursos computacionales disponibles [Hernández,2004].

Los trabajos más recientes en el campo de la integración de sistemas se articulan en torno a CoolBOT [Domínguez,2003][Cabrera,2002][Domínguez,2004], una metodología basada en componentes que integra los resultados más interesantes obtenidos en los proyectos anteriores ya descritos.

Trabajos más significativos en esta área:

- Guerra C., Castrillón M, Hernández M., Cabrera J., “An Active Vision DSP-based System for Tracking”, ICSPAT’98: 9th Int. Conf. on Signal Processing Applications Technology at DSP World, Toronto, Canada, 1.998.
- Hernandez F.M., Cabrera J, Castrillon M., Guerra C., “DESEO: An Active Vision System for Detection, Tracking and Recognition”, Int. Conf. On Vision Systems, Las Palmas G.C., 1.999
- Hernández-Sosa D., Lorenzo J., Hernández F.M., Cabrera J. Falcón A., Méndez J., “A Generic Model for Perception-Action Systems. Analysis of a Knowledge Based Prototype”, Int. Conf. On Vision Systems, Las Palmas G.C., 1.999.
- D. Benítez, J. Cabrera; Reactive Computer Vision System with Reconfigurable Architecture, Lecture Notes in Computer Science, Vol.1542. pp.348-360, 1999.
- C. Domínguez-Brito, M. Andersson and H. Christensen. “A Software Architecture for Programming Robotic Systems based on the Discrete Event System Paradigm”, CVAP244, Tech. Rep. ISRN KTH/NA/P--00/13--SE, Centre for Autonomous Systems, KTH (Royal Institute of Technology) , S-100 44 Stockholm, Sweden, September 2000.
- J. Cabrera, D. Hernández, A.C.Domínguez, M. Castrillón, J. Lorenzo, J. Isern, C. Guerra, I. Pérez, A. Falcón, M. Hernández, J. Méndez. "Experiences with a Museum Robot", Workshop on Edutainment Robots 2000. GMD-AiS: Institute for Autonomous intelligent Systems, GMD – German National Research Center for Information Technology, Schloss Birlinghoven, D-53754, Bonn, Germany, 27-28. September 2000.
- M. Castrillón-Santana, J. Cabrera-Gámez, D. Hernández-Sosa, A.C. Domínguez-Brito, J. Lorenzo-Navarro, J. Isern-González, C. Guerra-Artal, I. Pérez-Pérez, A. Falcón-Martel, M. Hernández-Tejera, J. Méndez-Rodríguez "Eldi's Activities in a Museum. WAF'2001, II Workshop Hispano-Luso de Agentes Físicos, pp. 61-71, Móstoles (Madrid), 15 y 16 de Marzo de 2001.
- J. Cabrera-Gámez, A. C. Domínguez Brito, D. Hernández Sosa, "CoolBOT: A Component-Oriented Programming Framework for Robotics", Sensor-Based Intelligent Robot", H.I. Christensen and G. Hager (Eds.), Lecture Notes in Computer Science, 2238, 292-315, 2002.
- A.C. Domínguez-Brito, J. Cabrera-Gámez, D. Hernández Sosa, M. Castrillón Santana, J. Lorenzo Navarro, J. Isern González, C. Guerra Artal, I. Pérez Pérez, A. Falcón Martel, F.M. Hernández-Tejera, J. Méndez Rodríguez, "Eldi: An Agent Based Museum Robot", Systems Science , 27(4), 119-128, 2002.
- D. Benítez; A Quantitative Understanding of the Performance of Reconfigurable Coprocessors, Lecture Notes in Computer Science, Vol.2438, pp.976-986, 2002.
- D. Benítez, Performance of Remote FPGA-based Coprocessors for Image-Processing Applications; Proceedings of the Euromicro Symposium on Digital System Design; IEEE Computer Society, pp. 268-275, 2002 (Best Paper Award).
- D. Benítez; Performance of Reconfigurable Architectures for Image-Processing Applications, Journal of Systems Architecture, North-Holand, Elsevier-Science, Volume/Issue 49/4-6 pp. 193-210, 2003.



- J. D. Hernández Sosa, "Adaptación computacional en sistemas percepto-efectores. Propuesta de arquitectura y políticas de control", Tesis doctoral, Departamento de Informática y Sistemas, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2003.
- A.C. Domínguez-Brito, "COOLBOT: A Component Oriented Framework for Robotics", Tesis doctoral, Departamento de Informática y Sistemas, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2003.
- D. Hernández-Sosa, J. Cabrera-Gómez, A.C. Domínguez-Brito, J. Isern-González, O. Déniz-Suárez, "Adaptación Computacional en Sistemas Precepto-Efectores", Actas del IV Workshop en Agentes Físicos, pp.75-86, Murcia, 2003.
- D. Benítez, Análisis de Prestaciones de Coprocesadores Reconfigurables Libro de Actas de las IV Jornadas sobre Computación Reconfigurable y Aplicaciones (JCRA 2004), pp.73-80. ISBN: 846887667-4, 2004 (Tutorial Invitado).
- A.C. Domínguez-Brito, D. Hernández-Sosa, J. Isern-González, J. Cabrera-Gómez, "Component Software in Robotics", IEEE 2004 Int. Conf. On Intelligent Systems, Varna, Bulgaria, 2004.
- A.C. Domínguez-Brito, D. Hernández-Sosa, J. Isern-González, J. Cabrera-Gómez, "Integrating Robotics Software", Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA'04), New Orleans (EEUU), 2004.
- D. Hernández-Sosa, J. Cabrera-Gómez, A.C. Domínguez-Brito, C. Guerra-Artal, "Adaptive Control in Multi-Task Mobile Robotic Applications", Actas del V Workshop en Agentes Físicos, pp.55-64, Gerona, 2004.
- J.L. Fernández-Pérez, A.C. Domínguez-Brito, D. Hernández-Sosa, J. Cabrera-Gómez, "Integrating Systems in Robotics", IEEE Int. Conference on Robotics, Automation and Mechatronics (RAM'04), Singapur, 2004.
- J.L. Fernández-Pérez, A.C. Domínguez-Brito, D. Hernández-Sosa, J. Cabrera-Gómez, "Programming by Integration in Robotics", Tenth Int. Conference On Computer Aided Systems Theory, Las Palmas de Gran Canaria, Feb 2005.
- J. Lorenzo, D. Hernández, M. Castrillón, "A Homeostatic-Adaptive Approach for Controlling Robotic Systems", Tenth Int. Conference On Computer Aided Systems Theory, Las Palmas de Gran Canaria, Feb 2005.



3. PRECONDICIONAMIENTO DE SISTEMAS VARIABLES

Descripción: En la simulación numérica de campos de vientos mediante modelos de masa consistente, resulta un sistema de ecuaciones con matriz simétrica definida positiva para cada conjunto de medidas instantáneas de viento obtenidas en las estaciones meteorológicas. Este sistema se puede escribir de la forma, $A\alpha x = b\alpha$, donde α representa el parámetro de estabilidad del modelo de viento y la matriz $A\alpha$ viene dada por, $A\alpha = A1 + \alpha A2$, permaneciendo $A1$ y $A2$ fijas durante todo el proceso si la malla utilizada para la resolución no varía. El resto de parámetros, así como las medidas observadas, sólo afectan al vector $b\alpha$. Existen dos estrategias extremas para preconditionar dicho sistema. La primera es construir un preconditionador inicial que se mantiene fijo a lo largo del proceso de resolución de todos los sistemas. El funcionamiento del preconditionador es razonable que empeore poco a poco, a medida que se vayan resolviendo los sistemas, en función de las variaciones grandes o no de α . El otro extremo es aplicar un preconditionador nuevo para cada sistema, independientemente. Esto último resulta muy costoso y lento. El problema que se plantea en este trabajo de investigación tutelado consiste en obtener un preconditionador que pueda ser actualizado con un coste razonable en función de α . Se propone la construcción de un preconditionador intermedio, es decir, que funcione mejor que el de la primera opción y peor que los de la segunda, en relación al número iteraciones del Gradiente Conjugado, aunque evidentemente, mucho más barato y, por tanto, competitivo.

Antecedentes y Experiencia en el Área del preconditionamiento de sistemas de ecuaciones lineales: Las técnicas de resolución de sistemas de ecuaciones lineales han experimentado un avance continuo a lo largo de los últimos 25 años. Mientras que inicialmente el esfuerzo se orientaba hacia el desarrollo de nuevos algoritmos de resolución más eficientes, en la actualidad se tiende más al diseño de preconditionadores eficaces orientados a problemas concretos que, junto con técnicas adecuadas de reordenación, permitan reducir los costes computacionales. La primera referencia relativa al preconditionamiento de sistemas variables data del año 2003, donde Benzi y Bertaccini desarrollaron un preconditionamiento basado en la inversa aproximada para sistemas aumentados con matriz de la forma $A\alpha = A + \alpha I$.

El modelo de simulación de campos de viento desarrollado por el grupo de investigación plantea la resolución de sistemas variables de este tipo originados en dos situaciones diferentes. La primera consiste en la variación de la matriz del sistema debido a la variación en el tiempo de las medidas de viento en las estaciones meteorológicas. La segunda deriva de la propia resolución del problema de estimación de parámetros del modelo. En ambos casos, la resolución de los sistemas de ecuaciones de forma eficiente es esencial para que el modelo numérico sea aplicable en situaciones realistas. Nuestro grupo posee una amplia experiencia en modelos de viento, con un número considerable de proyectos de investigación, publicaciones en revistas y comunicaciones a congresos sobre el tema. Asimismo, es también notable la experiencia adquirida a lo largo de casi 20 años sobre la resolución iterativa de sistemas de ecuaciones lineales, con especial interés en los métodos basados en los subespacios de Krylov, los preconditionadores explícitos e implícitos, y las técnicas de reordenación de matrices.

Este modelo de viento forma parte del proyecto de investigación subvencionado por el MCYT y fondos FEDER, titulado Modelado y Simulación Numérica de Campos de Viento orientados a procesos atmosféricos, a desarrollar entre 2005 y 2007.

Las publicaciones relacionadas con este trabajo/seminario son las siguientes:

- G. Montero, R. Montenegro y J.M. Escobar, A 3-D Diagnostic Model for Wind Field Adjustment, J. Wind Eng. Ind. Aer. 74-76, 249-261, 1998.
- G. Montero y N. Sanín, 3-D modelling of wind field adjustment using finite differences in a terrain conformal coordinate system, J. Wind Eng. Ind. Aer., 89, 471-488, 2001.
- G. Montero, L. González, E. Flórez, M.D. García y A. Suárez, Approximate Inverse computation using Frobenius inner product, Numer. Linear Algebra Appl. 9, 239-247, 2002.



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

- E. Rodríguez, G. Montero, R. Montenegro, J.M. Escobar y J.M. González-Yuste, Parameter Estimation in a Three-dimensional Wind Field Model Using Genetic Algorithms, *Lect. Notes in Comp. Sci.*, 2329, 950–959, 2002.
- E. Flórez, M.D. García, L. González y G. Montero, The effect of orderings on sparse approximate inverse preconditioners for nonsymmetric problems, *Adv. Engng. Soft.*, 33/7-10, 611-619, 2002
- G. Montero, E. Rodríguez, R. Montenegro, J.M. Escobar y J.M. González-Yuste, Genetic algorithms for an improved parameter estimation with local refinement of tetrahedral meshes in a wind model, *Adv. Engng. Soft.*, 36, 1-13, 2005



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

4. MODELOS DE SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MÉTODOS EVOLUTIVOS DE OPTIMIZACIÓN GLOBAL MULTI OBJETIVO

Descripción: Se analizará el contexto del estado del arte, tanto modelos alternativos de diseño y de componentes, como modelos de árboles de fallos. Se estudiarán distintas alternativas posibles de aprendizaje mediante árboles de fallos en modelar alternativas de diseño y de componentes, diseñar codificaciones e implementaciones adecuadas en métodos darwinistas o evolutivos de optimización global y multiobjetivo para la optimización mediante aplicación de los mismos a la obtención de diseños con mínimo coste y menor probabilidad de fallo. Se realizarán aplicaciones prácticas a la optimización de sistemas médicos de asistencia cardiaca, y/o a sistemas de seguridad en centrales nucleares.

Antecedentes y Experiencia en el Área: La misión de los sistemas de seguridad es intervenir cuando ocurren ciertos eventos o condiciones, previniendo situaciones de peligro o mitigando las posibles consecuencias. Hasta donde sea posible el diseño de tales sistemas debe asegurarse el éxito en cumplir su misión aun en el caso de fallo de alguno de sus componentes elementales, o cuando eventos externos pueden impedir el correcto funcionamiento de alguno de sus subsistemas. Los diseñadores deben optimizar el comportamiento global del sistema decidiendo el mejor compromiso entre: los componentes seleccionados, situación e interacción entre componentes y sistemas así como los intervalos de tiempo para el mantenimiento preventivo.

En los problemas de diseño de Sistemas de Seguridad se adopta, en la mayoría de los casos, la No Disponibilidad del sistema como medida del comportamiento de los mismos, siendo el Coste total una medida de gran importancia. La tarea de optimización global se realiza en un ambiente limitado por las restricciones tanto físicas como económicas que imponen las condiciones reales de operación. Los componentes del sistema se seleccionan de entre las alternativas disponibles de diferente naturaleza, características y fabricantes. La situación de los diferentes componentes y subsistemas implica la decisión de la mejor configuración física global teniendo en cuenta posibles redundancias y dispersión física de los mismos, lo que permite alcanzar niveles aceptables de seguridad. El modelo matemático adoptado del sistema debe ser capaz de reflejar las alternativas de diseño posibles, siendo usual que se tome como punto de partida un diseño basado en la experiencia del equipo de diseño y las restricciones físicas del problema. Una importante contribución a la optimización basada en ordenador del diseño de Sistemas de Seguridad fue la posibilidad de introducir alternativas de diseño en el árbol de fallos, por medio de la asociación de los denominados “eventos casa” a variables indicadoras del sistema

Como métodos de optimización se han impuesto los métodos evolutivos de optimización global, en particular los Algoritmos Genéticos, mientras que los Árboles de Fallos siguen siendo el método de modelado más usado. Sin embargo, hasta el momento pocos estudios se han dedicado a investigar el comportamiento de los métodos multiobjetivo aplicados al diseño de Sistemas de Seguridad. Aunque la optimización del diseño de sistemas técnicos basada en criterios de Fiabilidad se ha abordado desde hace varias décadas, el uso de algoritmos evolutivos ha sido introducido recientemente y se encuentra actualmente en pleno desarrollo. La característica básica a optimizar (minimizar) en un Sistema de Seguridad desde el punto de vista de la Fiabilidad se denomina la No Disponibilidad (ND, probabilidad de fallo del Sistema de Seguridad cuando se le demande para cumplir su misión), la cual se puede calcular a partir de un modelo matemático adecuado del sistema técnico en estudio.

La No Disponibilidad puede minimizarse principalmente de dos formas: mejorando el diseño del sistema y/o mejorando la estrategia de mantenimiento, pero ambas actuaciones implican muy frecuentemente una sobrecarga económica que no siempre es soportable por el presupuesto disponible. Por todo ello es cada día más necesario encontrar soluciones de compromiso óptimas entre No Disponibilidad y Coste que sean viables para la toma de decisiones, por lo que los métodos evolutivos multicriterio están especialmente indicados. Las opciones de diseño se contemplan mediante el uso de



árboles de fallos dotados de combinaciones lógicas que permitan diferenciar entre diversos niveles de redundancia y/o diversidad de los componentes del sistema, siendo desde el punto de vista computacional la evaluación cuantitativa de dichos árboles (para determinar la No Disponibilidad) una tarea muy costosa en tiempos de CPU, hasta tal punto que llega a convertirse en el cuello de botella del uso de métodos evolutivos multicriterio. Los enfoques tradicionales de evaluación cuantitativa, tales como los basados en Grupos de Corte Mínimos o Diagramas Binarios de Decisión se han mostrado poco eficientes con casos reales en los que intervienen grandes y/o complejos árboles de fallos, por lo que nuevos enfoques basados en Diagramas Booleanos, Métodos Directos por Intervalos y Métodos de Monte Carlo con potentes Reductores de Varianza están siendo exhaustivamente explorados actualmente.

Trabajos más significativos:

González L, García D, Galván BJ. "Sobre el análisis computacional de funciones Booleanas estocásticas de muchas variables". EACA95-Actas del primer encuentro de Álgebra computacional y Aplicaciones - Santander (Spain), 1995 Sep, pp. 45-55.

Galván BJ. "Contribuciones a la Evaluación Cuantitativa de Árboles de Fallos". PhD Thesis, Departamento de Física, Las Palmas de Gran Canaria University (Canary Islands-Spain), 1999.

Galván B, Marin D, Benitez E, Alonso S, Juvier J, "Safety System Design Optimization using Genetic Algorithms with Incomplete Information", Evolutionary Methods for Design, Optimization and Control with Applications to Industrial Problems, CIMNE, Barcelona 2002.

Greiner D, Winter G, Emperador JM, Galván B. A Comparative Analysis of Controlled Elitism in the NSGA-II applied to Frame Optimization. In: Proceedings of the IUTAM Symposium on Evolutionary Methods in Mechanics. (September 2002) Krakow, Poland. Kluwer Academic Publishers (in print).

Greiner D, Winter G, Emperador JM, Galván B. An efficient adaptation of the truncation operator in SPEA2. In: Actas del Primer Congreso Español de Algoritmos Evolutivos y Bioinspirados (AEB-02). Eds: Herrera et al. Mérida, España, Febrero 2002.

D. Greiner, B. Galván, G. Winter, "Safety Systems Optimum Design using Multicriteria Evolutionary Algorithms", Lecture Notes in Computer Science, 2003, Vol 2632, pp. 722-736.

Desde 1996 se trabaja en la línea de Confiabilidad (Fiabilidad, Disponibilidad, Seguridad, Análisis Probabilístico de Riesgo, Mantenimiento Predictivo Óptimo). La formación que ofrece el grupo está enriquecida con feedback procedente de colaboraciones Universidad-Empresa-Universidad. En el proyecto I+D+D GARP, cuyo objetivo marco es promover intercambios de experiencias, know-how, productos, métodos y técnicas en materia de gestión ambiental y gestión de riesgos, se aplican técnicas de confiabilidad en los puertos de la región macaronésica, con criterios de Gestión Ambiental Racional para minimizar los riesgos para el medioambiente, o los seres humanos, derivados de las actividades portuarias. Se incluyen problemas que abarcan desde, la diagnosis ambiental de zonas portuarias, el análisis de accidentes/incidentes que puedan derivar de situaciones críticas, la integración de consideraciones medioambientales en zonas portuarias de mejora en términos de eficiencia de la gestión de riesgos, hasta la simulación de estrategias de reacción ante la contaminación deliberada o accidental de las aguas costeras y marinas, todo ello atendiendo a criterios de sostenibilidad y respeto al medio ambiente.



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

5. MODELADO Y SIMULACIÓN DE FENÓMENOS DE PROPAGACIÓN DE ONDAS Y VIBRACIONES

Descripción: Existen multitud de problemas ingenieriles en los que, por su naturaleza, están involucrados fenómenos de propagación de energía en términos de ondas mecánicas. Dentro de la Mecánica de los Medios Continuos y Estructuras encontramos multitud de ejemplos. Entre otros pueden citarse: propagación de ondas acústicas, propagación de olas, propagación/aislamiento de vibraciones, problemas de dinámica de estructuras, análisis sísmico de estructuras, problemas de interacción dinámica suelo-estructura, etc. Por su importancia, estos problemas son foco de gran atención y, en general, los métodos de simulación numérica representan una estrategia muy utilizada para su análisis. Cabe destacar el uso del Método de los Elementos Finitos (MEF) y del Método de los Elementos de Contorno (MEC).

Este seminario de investigación abarca el empleo de estos métodos para el modelado y análisis de distintos problemas de medios continuos en los que es preciso estudiar los fenómenos de propagación de ondas que en ellos se producen, como vía para entender los efectos dinámicos asociados. Los problemas estudiados son:

Propagación de ondas acústicas y ruido ambiental

Existen diversos procedimientos numéricos para el análisis de la propagación de ondas acústicas en medios finitos o infinitos con geometrías irregulares (rayos acústicos, método de elementos finitos, etc). Entre ellos se encuentra el método de los elementos de contorno (MEC), cuya principal ventaja radica en la satisfacción de forma automática de las condiciones de radiación, lo cual lo hace especialmente interesante en problemas de propagación en dominios no acotados. Este trabajo aborda el problema de la propagación acústica poniendo especial atención hacia algunas aplicaciones en problemas de campo abierto. Se revisan los conceptos y las ecuaciones básicas que rigen el problema de la propagación y se plantean las bases y la formulación de la estrategia de resolución: el MEC.

Propagación de olas en aguas someras:

El estudio de la propagación del oleaje en aguas someras se ha realizado mediante la aplicación de modelos 2d-h en el dominio del tiempo utilizando ecuaciones integradas en la vertical. Los modelos basados en la ecuación de onda no tienen en cuenta la aceleración vertical y por tanto son válidos en aguas profundas o con profundidad constante, caso de puertos pero no son precisos para aguas más someras. Existen otros planteamientos que sí tienen en cuenta la existencia de aceleraciones verticales, modelo tipo boussinesq. Una mejora sustancial consistiría en la aplicación de las ecuaciones de Serre que permitan una mejora en los aspectos dispersivos del oleaje. Cualquiera de estos dos modelos pierde su eficacia una vez se ha producido la rotura de la ola aún cuando se pretende extender la validez del análisis más allá del punto de rotura, introduciendo la disipación de energía por rotura del oleaje mediante mecanismos de tipo roller o de modelo de coeficientes de rotura. Los objetivos del trabajo consisten en desarrollar un modelo de elementos finitos aplicados a las ecuaciones de Serre integradas en la vertical en el dominio del tiempo, incorporando la extensión a 2d-h de los modelos de rotura previamente implementados en versión 1d-h.

Interacción dinámica suelo-estructura y análisis sísmico de estructuras

El comportamiento dinámico en general, y sísmico en particular, de las estructuras resulta muy dependiente de los efectos de interacción suelo-estructura en aquellos casos frecuentes en los que no puede despreciarse la flexibilidad del suelo, o cuando el tamaño de la estructura es del mismo orden de magnitud que la longitud de onda del mecanismo de excitación. En estos casos la estructura no puede ser estudiada como un sólido aislado sometido a una excitación uniforme en sus puntos de conexión con el terreno, sino que su propia presencia modifica los desplazamientos del suelo de cimentación con respecto a los que existirían en ausencia de la estructura. El resultado es que suelo y estructura se afectan mutuamente y deben ser estudiados de forma global. Existen diversas técnicas para abordar los



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

problemas de interacción suelo-estructura. En este seminario se presenta el estudio en el dominio de la frecuencia para diversas tipologías estructurales, así como el análisis sísmico de cimentaciones. En todos los casos se hará uso del MEC para la modelización numérica de los medios no acotados involucrados en el análisis (el suelo).

De forma global, en el seminario se tratarán cuestiones relacionadas con:

- Estudio de software de elementos de contorno para el análisis dinámico armónico en medios escalares.
- Programación de ampliaciones del modelo orientadas a aplicaciones de problemas acústicos de campo abierto.
- Acústica ambiental y ruido de tráfico.
- Estudio de perfiles de barreras acústicas.
- Condiciones de contorno absorbentes. Planteamiento del problema abierto en campo difractado.
- Acústica oceanográfica. Introducción a las ondas marinas.
- Aguas profundas y someras.
- Mecanismo de rotura del oleaje.
- Aplicación a los modelos de boussinesq.
- Aplicación a las ecuaciones de Serre.
- Ecuaciones de propagación de ondas en sólidos elásticos y poroelásticos. Modelización numérica mediante el MEC.
- Estudio de software de elementos de contorno para problemas de interacción dinámica suelo-estructura.
- Aplicación a problemas de análisis sísmico de distintos tipos estructurales.
- Cálculo de rigideces dinámicas y respuesta sísmica de cimentaciones.
- Problemas de interacción estructura-suelo-estructura

Antecedentes y Experiencia en el Área: Los profesores que participan acumulan una amplia experiencia práctica en estos campos, tanto en investigación y desarrollo de los programas de computador para la implementación de las técnicas de Elementos Finitos y de Elementos de Contorno aplicados a los distintos problemas que se han descrito en los párrafos precedentes. Esto incluye problemas de formulación escalar como son la propagación del oleaje o la propagación de ondas acústicas, y otros problemas como la elastodinámica y la poroelasticidad tanto en su modalidad estática como en problemas dinámicos. La aplicación de estos últimos a los problemas de cimentaciones (superficiales, embebidas y profundas) en suelos elásticos o poroelásticos, la aplicación al estudio sísmico presas bóveda con y sin sedimentos, y la aplicación al estudio del comportamiento sísmico, son las líneas activas dentro del grupo.

El grupo he estado vinculado a distintos proyectos de investigación que se relacionan a continuación:

- "Desarrollo de un modelo numérico para la predicción del ruido de tráfico (2643 P/94)", Dirección General de Universidades e Investigación del Gobierno de Canarias, ULPGC, 15/05/1995-15/05/1997
- "Integridad de elementos mecánicos bajo cargas dinámicas (PB96-1380)", Dirección General de Enseñanza Superior (DGES), Universidad de Sevilla, 01/10/1997- 01/10/2000
- "Comportamiento dinámico de medios poroelásticos en relación con la respuesta sísmica de presas (PB96-1322-C02-02) (Proyecto Coordinado con un total de dos subproyectos)",



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

DGES, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Universidad de Sevilla, 01/10/1997-01/10/2000.

- “Respuesta sísmica de presas y puentes. Influencia de suelos y sedimentos porosos y de los factores espaciales. (DPI2001-2377-C02-02)”, MCYT. Dirección General de Investigación., Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 28/12/2001- 27/12/2004
- “Aplicación del Método de los Elementos de Contorno al análisis de la respuesta dinámica de cimentaciones profundas en terrenos saturados. (UNI2003/03)”, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), ULPGC 01/01/2004-01/01/2006
- “Comportamiento dinámico de presas, pilotes y túneles. Efecto de los fenómenos de interacción suelo-estructura ante sollicitaciones sísmicas y cargas móviles. (BIA2004-03955-C02-02)”, Ministerio de Educación y Ciencia (Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2004-2007) y Fondos FEDER, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 13/12/2004- 13/12/2007
- “Estudio del comportamiento dinámico de presas y pilotes incluyendo efectos de interacción suelo-estructura. Acciones sísmicas y propagación de ondas” (BIA2007-67612-C02-01). Ministerio de Ciencia e Innovación. Proyectos I+D+I 2007 (Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2004-2007) y Fondos FEDER. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 01/10/2007 - 30/09/2010

Trabajos más significativos en esta área:

M.P.Ariza J. Domínguez, “B.E. Formulation for 3-D Transversely Isotropic Cracked Bodies”, International Journal for Numerical Methods in Engineering Vol 60 pp 719-753, 2004, USA
Indice Impacto: 1.691

F. Chirino R. Abascal., “ Dynamic and Static Analysis of Cracks Using the Hipersingular Formulation of the Boundary Element Method”, International Journal for Numerical Method in Engineering, Vol: 43, Pág: 365-388, UK 1998

Maeso, O.; Aznárez, J.; Domínguez, J., “Effects of space distribution of excitation on seismic response of arch dams.”, Journal of Engineering Mechanics (ASCE). ISSN: 0733-9399/2002/7-759-768, Vol.:128, No. 7, Pág.: 759-768, : U.S.A., Julio, 2002

Vinciprova, F.; Maeso, O.; Aznárez, J.J.; Oliveto, G., “ Interaction of BEM analysis and experimental testing on pile-soil systems”, Problems in Structural Identification and Diagnostics: General Aspects and Applications - C. Davini, E.Viola (editors), ISBN: 3/211/20492/xspringer-verlag-wien-newyork - SPIN: 10970591.,Vol.: 195- 227,: 2003, Springer-Verlag- Wien-New York

Aznárez, J.J.; Maeso, O.; Domínguez, J., “Three-dimensional models of reservoir sediment and effects on seismic response of arch dams”, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, ISSN: 0098-8847. John Wiley & Sons, ISSN: 0098-8847. John Wiley & Sons. Vol.:33., Pag.: 1103-1123, 08-2004, U.S.A.

Maeso, O.; Aznárez, J.; García, F., “Dynamic impedances of piles and groups of piles on saturated soils”, Internacional Journal Computers and Structures”, International Journal Computers and Structures (Elsevier), Vol. 83, issues 10-11, Pág.: 769- 782, abril-2005, USA

Aznárez, J.; Maeso, O.; Domínguez J. “BE analysis of bottom sediments in dynamic fluid-structure interaction problems”, Engineering Analysis with Boundary Elements (Elsevier). ISSN: 0955-7997. Vol. 30; pp. 124-136. (2006) Índice de impacto (2006 JCR): 0.883

Padrón, L.A.; Aznárez, J.J.; Maeso, O. “BEM-FEM coupling model for the dynamic analysis of piles and pile groups”, Engineering Analysis with Boundary Elements (Elsevier). ISSN: 0955-7997. Vol. 31; pp. 473-484. (2007)



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

- Padrón, L.A.; Aznárez, J.J.; Maeso, O. “Dynamic analysis of piled foundations in stratified soils by a BEM-FEM model”. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* (Elsevier). ISSN: 0267-7261. Vol. 28 (5); pp. 333-346 (2008)
- Padrón, L.A.; Aznárez, J.J.; Maeso, O. “Dynamic structure-soil-structure interaction between nearby piled buildings under seismic excitation by BEM-FEM model”. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*. ISSN 0267-7261. Vol. 29 (6); pp. 1084-1096. (2009).
- Greiner, D.; Aznárez, J.; Maeso, O.; Winter, G. “Single- and Multi-Objective Shape Design of Y-Noise Barriers using Evolutionary Computation and Boundary Elements”. *Advances in Engineering Software*. Elsevier (en prensa)
- D. Greiner, G. Winter y J.M^a Emperador., “Optimising frame structures by different strategies of genetic algorithms”, *Finite Elements in Analysis & Design*, Vol. 37/5, pp 381-402, 2001, Elsevier Science B.V
- D. Greiner, G. Winter, J.M. Emperador., “Searching for an efficient method in multiobjective frame optimization using evolutionary algorithms”, *Computational Solid and Fluid Mechanics*; pp. 2285-2290, Elsevier Science (2003), ISBN 0-08-044048-7



6. INTERFACES PERCEPTUALES DE USUARIO

Descripción: La sociedad contemporánea se caracteriza por una marcada integración de los ordenadores en la vida cotidiana tanto del individuo como del grupo. La interacción hombre-máquina está basada actualmente en el uso como herramientas de comunicación de ciertos dispositivos que no son naturales al ser humano y su evolución. El acceso a éstos medios de comunicación hombre-máquina exige entrenamiento y, en general, su uso no es próximo y puede provocar rechazo, pese a que su desarrollo y evolución han estado marcados por una clara intención de facilitar justamente la interacción. Se presenta la paradoja de que máquinas elaboradas para facilitar la relación no se adaptan al ser humano, y es éste quien debe adaptarse para obtener sus ventajas, originando una variedad más del denominado analfabetismo funcional. El ser humano es un ser social, un ser que utiliza sus posibilidades sensoriales y motoras para comunicarse con su entorno y donde reviste considerable importancia la comunicación multimodal soportada en las estructuras multisensoriales humanas (visual y oral mayoritariamente). La comunicación corporal, los gestos ó la expresión facial se utilizan simultáneamente con los sonidos. Como ejemplo, un utensilio de comunicación humana como es el teléfono, medio fundamental de comunicación en nuestra sociedad, ya posee soluciones tecnológicas para incorporar la transmisión de información visual. Las expresiones faciales, el uso del cuerpo o los gestos son habilidades naturales no extrañas para el ser humano. A partir de este punto, si la interacción hombre-máquina pudiera acercarse a este esquema de comunicación humana, el acceso a los dispositivos artificiales sería más amplio y éstos incrementarían su papel de asistentes o ayudantes.

Si intentamos acercarnos al concepto de interacción podemos hacerlo inicialmente desde el sentido que la voz tiene en español. En este caso, el Diccionario de la RAE propone como una de las acepciones la siguiente: “Acción que se ejerce recíprocamente”, definición asume la existencia de dos actores en el proceso de interacción. Si nos acercamos a una definición del concepto desde un punto de vista más tecnológico, una acepción muy ajustada al concepto es la propuesta en donde se asume como la relación entre actores que se establece en la Interfaz entendida como, “...la Superficie de Contacto que refleja: las propiedades físicas de los que interactúan, las funciones a realizar en el proceso y el balance de Poder y Control”. La naturaleza y características de la superficie de contacto definen la naturaleza de la relación. En la interacción de las personas con el entorno se ha considerado clásicamente una primera distinción intuitiva entre la interacción con otros actores personas de la interacción con otros actores no humanos o máquinas.

Durante la evolución histórica del desarrollo de las interfaces hombre-máquina se han utilizado diferentes metáforas para definir la naturaleza de la “Superficie de Contacto”. En el origen de los computadores se entendían estos como grandes artilugios con los que se establecía relación a través de relés, enchufes e interruptores, entendiendo esta relación como con “grandes tostadoras”, tal y como algún autor la ha denominado. En estos primeros desarrollos, no se establecieron abstracciones significativas entre los usuarios (sólo programadores) y las máquinas. Las personas interactuaban con los computadores conmutando interruptores u observando el estado de ciertos pilotos o válvulas, y posteriormente, con la utilización de tarjetas perforadas (Analogía del Telar). Posteriormente se planteó como metáfora de interacción la de la Máquina de Escribir, lo que se particularizó en las interfaces de línea de comando, primer paradigma que puso un sistema interactivo a disposición de un grupo de usuarios más amplio.

Con posterioridad, siempre en función del conocimiento disponible y moduladas por las posibilidades tecnológicas, las interfaces evolucionaron hacia aquellas basadas en la Metáfora del Escritorio en sus múltiples variantes, hasta alcanzar su expansión masiva actual centrada mayoritariamente en la interacción con los computadores a través de interfaces gráficas WIMP (es decir, que usan ventanas, iconos, menú y apuntadores/ratones). Cada nuevo acercamiento de la Superficie de Contacto hacia las personas ha permitido la relación con los ordenadores de un grupo cada vez más amplio, y cada vez menos necesariamente experto de usuarios. Sin embargo las actuales interfaces de los computadores, o



en general las relacionadas con las tecnologías de la información y de sus aplicaciones en general, son básicamente más funcionales que sociales o naturales, desarrolladas en principio para aplicaciones relacionadas con la productividad en procesamiento en oficinas y concebidas en su momento (por causas puramente tecnológicas) con la idea de superar el abismo semántico que separa a personas de máquinas ubicando la Superficie de Contacto aún más próxima a estas que a aquellas.

Las últimas dos décadas no han visto cambios fundamentales en lo que a Interacción Hombre-Máquina se refiere. La mayoría de los usuarios se limitan aún a interactuar con los computadores a través de teclados, monitores y ratones. Sin embargo, un número creciente de investigadores se está orientando al desarrollo de tecnologías que añadan capacidades perceptuales a las interfaces hombre-máquina.

Recientemente, se ha planteado el desarrollo de las técnicas de interfaz e interacción post-WIMP, incluyéndose entre ellas, tanto las soluciones de escritorio que soporten gráficos en 3D, como las interfaces multimodales, la realidad virtual o la realidad aumentada. Todas ellas precisan el soporte de técnicas de interacción naturales potentes, flexibles, eficientes y expresivas, que faciliten su aprendizaje y uso. En este contexto, el estilo de interacción del paradigma GUI no se adecua bien a las necesidades expuestas.

Las técnicas de interacción humana más naturales son aquellas que usamos con otras personas y con el entorno que nos rodea, y que se apoyan en nuestras capacidades naturales de sentir, percibir y actuar, así como en las destrezas y convenciones sociales para la comunicación que adquirimos desde una edad temprana. El paradigma de interfaces que reúne las aproximaciones tecnológicas que exploran este acercamiento a la interacción es precisamente el de las Interfaces Perceptuales de Usuario (PUI), es decir, aquellas que tienen en consideración las habilidades naturales de comunicación así como nuestra tendencia a interactuar con la tecnología de manera social, para modelar la interacción hombre-máquina.

Las Interfaces Perceptuales de Usuario aprovechan las capacidades perceptuales de las personas para recibir y presentar la información de manera natural. Ello implica básicamente el uso de sistemas de visión para identificación, interpretación gestual y/o posicional, de sistemas de percepción auditiva con reconocimiento de voz y/o sonidos, para la ubicación o localización o para la recepción de órdenes, comandos e información de naturaleza verbal proveniente del entorno, así como sistemas de generación de voz para suministrar información auditiva o de generación gestual real a partir de mecanismos físicos o gráficos sintéticos. Todo ello además del uso de convenciones conversacionales o incluso de interfaces hápticas.

Si reflexionamos acerca de la interacción con máquinas en el sentido de la comunicación natural como la que se establece entre las personas, es una opción de futuro próximo más que plausible. Hay una gran experiencia, investigadora, desarrollos prácticos y contribuciones metodológicas y de herramientas de desarrollo, así como experimentación de interfaces de usuario GUI, es decir, según la metáfora del Escritorio. Sin embargo, es un campo abierto y de creciente interés al basado en la metáfora de comunicación natural. En los últimos años se ha generado un considerable interés por estudiar los problemas relacionados con la integración de los computadores en los diferentes aspectos de la vida diaria. En este ámbito surgen tres orientaciones tecnológicas:

- Las interfaces PUI desarrolladas según la metáfora de la Comunicación Natural mencionadas anteriormente, con la intención de acercar los computadores al público en general, utilizando para ello los mecanismos de la comunicación humana. Este es el ámbito en el que las PUI son la concepción definitiva, en tanto que son el contexto tecnológico que soporta los modos naturales relacionados tanto con la interacción aferente como eferente.
- La computación portátil o personal autotransportada (wearable computing), que recoge aquellos aspectos de la tecnología de la computación integrada en la actividad diaria que son transportados por el propio usuario.



- La computación ubicua (ubiquitous computing), o concepto relacionado con la integración “discreta” de la computación en el entorno en el que el usuario se desenvuelve normalmente soportando diferentes tipos de servicios, según el concepto de la “desaparición de la computación” (the disappearing of computing).

Estas aproximaciones tecnológicas se pueden englobar en el marco del concepto “Desaparición de la Computación” (the Disappearing of Computing), que engloba los nuevos modos de interacción con la tecnología de computadores. No obstante, las dos últimas aproximaciones requieren de la primera, siempre y cuando la relación del usuario con la computación se quiera establecer de manera natural. Una experiencia que hemos corroborado todos los investigadores que hemos desarrollado sistemas interactivos que se relacionan con humanos no habituados a la interacción frecuente con la tecnología de los computadores es que los aspectos que permiten atrapar el interés y mejorar la comunicación con el usuario son los relacionados con la “humanización de los computadores”, es decir la aproximación de la comunicación a los modos de comunicación humana: voz, imagen, gesto, ... y la presencia de un comportamiento entendido por el usuario como “inteligente” del lado del computador. Esto equivale a pensar que el objetivo consiste en “extender” la computación hacia los modos de comunicación humanos, en vez de lo que ocurre con paradigmas anteriores que exigen, en diferentes medidas el acercamiento de los usuarios a los modos de comunicación del computador. Esto hace preciso el desarrollo de tecnologías software de un orden ligeramente superior que permitan soportar las tareas y patrones de interacción que emergen cuando al usuario se le pretende hacer saltar por encima del paradigma del escritorio.

Sin embargo, por otro lado son escasas las contribuciones relacionadas con los desarrollos prácticos en tiempo real relativos a la integración de diversos elementos en el ámbito de las Interfaces Percepto-Efectoras de Usuario. Así, si en el ámbito de los problemas de reconocimiento vocal existen soluciones tanto comerciales como de software libre para la integración en aplicaciones, algo equivalente, en lo referente a los procesos que integran y/o a la capacidad de respuesta en tiempo real, no existe para los problemas relacionados con la percepción visual. Además, los desarrollos en comportamiento inteligente se encuentran en unas fases primarias de su implantación en aplicaciones.

Los proyectos de I+D en el ámbito de las PUI tienen un fuerte carácter multidisciplinar ya que integran diversas tecnologías avanzadas de la ciencia de computadores en general y la inteligencia artificial en particular. Fundamentalmente nutre a la visión artificial en general y a la visión activa y con propósito en particular, de problemas y se retroalimenta de sus soluciones. Un sistema de visión activa en el sentido de Bajcsy y Aloimonos es un sistema de visión que efectúa entre sus tareas el control, tanto de sus recursos computacionales como de los parámetros de su equipamiento sensor, conteniendo internamente todos los mecanismos de un bucle completo de percepción-acción orientado a aplicaciones. Estas aproximaciones implican problemas visuales en tiempo real y sobre flujos continuos de imágenes sobre los que hay que buscar soluciones a problemas como detección y/o seguimiento y/o reconocimiento de objetos, formas o situaciones, como pueden ser identidades de personas, gestos faciales o corporales indicaciones deícticas, etc.

Antecedentes y Experiencia en el Área: El grupo posee una amplia experiencia en el desarrollo de soluciones de percepción visual, tanto offline como online y de la integración para su utilización en tiempo real. Además, la tecnología empieza a tener disponibles soportes para hacer factible y plantear la realización de proyectos como el que se presenta, como son la disponibilidad de dispositivos hardware, sistemas operativos, recursos de programación o enlaces de red y recursos de computación distribuida. Nos referimos particularmente a la generación de soluciones complejas relacionadas con el desarrollo sistemas que involucren tanto diversos modos perceptuales, modos de actuación como también la integración de un módulo cognitivo que permitan generar interfaces con comportamientos inteligentes y caracteres humanizados. La experiencia se resume en más de 20 años de trabajo en problemas de visión en general y mas de 10 en particular en visión activa y con propósito de los



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

líderes científicos de esta línea de trabajo, con la realización de diversos proyectos de investigación con financiación pública como:

- Sistema de Detección de Objetos Móviles Basado en Visión Activa (Consejería de Educación Gobierno Autónomo Canario/ Dirección General de Universidades e Investigación-Proyecto num. 2668P).
- Sistema Percepto-Efector para Detección y Seguimiento de Objetos Móviles. (financiado por C.I.C.Y.T. Proyecto num. TAP95-0288)
- Proyecto Coordinado “Sistema Percepto-Efector Interactivo para Servicios en Museos”, subproyecto “Sistema Integrado Precepto-Efector para el Seguimiento e Interacción con Personas en Contextos con Egomovimiento” (entidad financiadora: C.I.C.Y.T.-FEDER - Proyecto num. 1FD97-1580-C02-02)

Que han dado lugar a un amplio abanico de contribuciones científico-técnicas y diversos demostradores como son los sistemas todos ello documentados ampliamente en la literatura científica:

- DESEO: cabeza binocular con sistema visual activo para la detección y seguimiento de objetos móviles Eldi: Robot Móvil interactivo para servicios en museos, particularmente los aspectos referidos a los sistemas visuales tanto montados a bordo del robot como ubicados en el entorno del área de actividad
- CASIMIRO: Cabeza Robótica Interactiva dotada de Interfaz multimodal para la Comunicación Natural, particularmente los aspectos de los diferentes módulos visuales y auditivos.
- ENCARA, Sistema Visual Adaptable a Aplicaciones para la detección, seguimiento e identificación facial y gestual

Trabajos más significativos desarrollados:

- Hernández F.M., Cabrera J., Castrillón M., Domínguez A. C., Guerra C., Hernández D., Isern J., “DESEO: An Active Vision System for Detection, Tracking and Recognition”, LNCS vol. 1542 pp. 376-391, 1999
- Sánchez Nielsen Elena, Hernández F. M., “Tracking moving objects using the Hausdorff distance. A method and experiments”, Pattern Recognition and Applications, Vol. 56, pp. 164-174, 2000
- Domínguez-Brito A. C., Hernández F. M., Cabrera J., “A Control Architecture for Active Vision Systems”, Pattern Recognition and Applications, Vol. 56, pp. 144-153, 2000
- O. Déniz, M. Castrillón, M. Hernández, "Face Recognition Using Independent Component Analysis and Support Vector Machines", LNCS 2091, pp. 59-64-2001
- C. Domínguez Brito, J. Cabrera Gámez, D. Hernández Sosa, M. Castrillón Santana, J. Lorenzo Navarro, J. Isern González, C. Guerra Artal, I. Pérez Pérez, A. Falcón Martel, M. Hernández Tejera, J. Méndez Rodríguez, “ELDI: an Agent base Museum Robot”, Systems Science, , ISSN 0137-1223, Vol. 27(4), 2001
- O. Déniz, M. Castrillón, J. Lorenzo, M. Hernández, “Estudio Experimental sobre la Combinación Temporal de Resultados en el Reconocimiento de Caras con Secuencias de Video”, Actas IX CAEPIA, 2001
- O. Déniz, M. Castrillón, J. Lorenzo, M. Hernández, "El Método IRDB: Aprendizaje Incremental para el Reconocimiento de Caras”, Revista Electrónica de Visión por Computador, ISSN 1575-5228, 2002
- M. Castrillón-Santana, J. Lorenzo-Navarro, J. Cabrera-Gámez, F. M. Hernández Tejera, "Detection of Frontal Faces in Video Streams”, LNCS vol. 2359, pp. 91-102
- M. Castrillón, O. Déniz, M. Hernández, "The ENCARA System for Face Detection and Normalization" Procs. IbPRIA2003, Junio, 2003



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

- O. Déniz Suárez, M. Castrillón Santana, F. M. Hernández Tejera, "Face Recognition Using Independent Component Analysis and Support Vector Machines", Pattern Recognition Letters, vol. 24 , pp. 2153- 2157, Sept. 20003
- Modesto Castrillón Santana, Oscar Déniz Suarez, Mario Hernández Tejera, "The ENCARA System for Face Detection and Normalization", LNCS vol. 2562, pp. 176-183, Octubre 2003
- Elena Sánchez-Nielsen, Luis Antón-Canalís, Mario Hernández-Tejera, "Visual Interaction through Hand Gesture Recognition using Hausdorff Matching", Procs. of 4th WSEAS Int. Conf. on Automat. & Information, ISBN: 9608052920, Diciembre 2003,
- Pérez F., Falcón A. "Condensation-based Contour tracking with Sobolev Smoothness Priors Neural, Parallel & Scientific Computations 10 , 47-56, 2002.
- Pérez F., Falcón A., "A Wavelet modeling of Contour Deformations in Sobolev Spaces for Fitting and Tracking Applications", Pattern Recognition, vol 36/5. pp 1119–1130, Elsevier Science, 2003.
- Elena Sánchez-Nielsen, Luis Antón-Canalís, Mario Hernández-Tejera, "Visual Interaction through Hand Gesture Recognition using Hausdorff Matching", WSEAS Transactions on Computers ISSN 1109 – 2750, vol. 3(2), pp. 353-358, Abril 2004
- Elena Sánchez-Nielsen, Luis Antón-Canalís, Mario Hernández-Tejera, "Hand Gesture Recognition for Human-Machine Interaction", Journal of WSCG, ISSN 1213 – 6972, vol. 12(3), pp. 395-402, Feb. 2004
- Elena Sánchez-Nielsen, Luis Antón-Canalís, Mario Hernández-Tejera, "Human Machine Interaction through the Visual Analysis of Hand Postures", Procs. 9th Computer Vision Winter Workshop, pp. 225 – 234. ISBN: 961-90901-1-X, Febrero 2004



7. SIMULACIÓN NUMÉRICA Y OPTIMIZACIÓN INTELIGENTE

Descripción: El objetivo del trabajo es poner de manifiesto la utilidad de la simulación numérica y la optimización inteligente en el ámbito del medio ambiente, a la hora de llevar a cabo acciones que puedan modificar éste en alguna medida. En esta línea, se procederá a la resolución de un problema de optimización en el contexto de fluidos. Así, el alumno podrá elegir entre la simulación numérica de campos de viento, la simulación numérica de campos de corrientes dentro de una tobera o la simulación numérica de la dispersión de algún tipo de contaminante ya sea en el aire, en el mar, en un lago,... Las técnicas de optimización inteligentes a utilizar pueden ser varias: agentes de evolución flexible, lógica borrosa, redes neuronales.

Antecedentes y Experiencia en el Área: El alumno se insertará en un grupo de investigación que está activo desde 1992. En él se han llevado a cabo distintas líneas de trabajo en el contexto del Modelado, Simulación y Optimización y desde el inicio se han realizado más de 200 ponencias, 60 publicaciones científicas de difusión internacional y 20 Proyectos de Investigación y Desarrollo. Asimismo se han organizado más de 50 Conferencias sobre métodos de Simulación Numérica y de Optimización con Aplicaciones a problemas de interés científico-tecnológico. En la página Web <http://ceani.ulpgc.es>, puede verse el personal investigador, doctorandos y becarios, como asimismo actividades realizadas, publicaciones, proyectos, etc.

Se ha elaborado una metodología para la resolución eficiente del problema de encontrar localizaciones óptimas de vertidos puntuales de aguas residuales en un medio acuático (lagos, estuarios o zonas marinas) mediante la utilización de Algoritmos Genéticos. Asimismo, se presentó la implementación de un modelo 3D con volúmenes finitos de simulación numérica de la concentración de los 10 contaminantes usuales en estudios de impacto medio ambiental. Se ha proseguido con estudios complementarios y más profundos acercándonos a las situaciones más reales. Recientemente se presentó un nuevo modelo de campo cercano y de primera fase de campo lejano para vertidos de salmuera al mar mediante emisarios submarinos, en el que se tiene en consideración la diferencia entre presiones osmóticas de la salmuera y del agua ambiente en la formación de los 'jets' (chorros o penachos), el cual fue financiado por la Fundación Centro Canario del Agua (2002-03).

La mayoría de los problemas reales requiere la simultánea optimización de múltiples criterios, algunos contrapuestos entre sí, de modo que distintos objetivos en conflicto deben satisfacerse al mismo tiempo. Tales problemas denominados de optimización multicriterio o multiobjetivo siempre han demandado la atención de investigadores en el área de la optimización. La solución a estos problemas se ha llevado a cabo tradicionalmente combinando los múltiples objetivos en una única formulación de una función de utilidad. En la mayoría de los casos esta función de utilidad no es fácil de establecer a priori, y depende de distintos pesos, cuya elección de sus valores asignados a potenciar cada uno de los distintos objetivos presenta arbitrariedad, por tanto, las soluciones son dependientes de dicha arbitrariedad y en general, además, tenemos adicionalmente la situación de que las soluciones obtenidas dependen de esa relación de valores a priori asignados a los pesos o a dicha arbitrariedad considerada.

Por ello un área de interés relevante en optimización multicriterio es encontrar sin ninguna subjetividad, el conjunto de soluciones de Pareto, que satisfagan los diferentes niveles de compromiso y sea ésta de final ayuda al diseñador para seleccionar la solución final entre las soluciones óptimas en el sentido de Pareto. Por otro lado si los objetivos a ser optimizados son de diferente naturaleza como sucede en problemas multidisciplinarios, resulta muy complejo entender a qué nivel están relacionados y contrapuestos apropiadamente los diferentes objetivos. Así, un campo de mucho interés es la investigación aplicada en optimización multiobjetivo sin introducir arbitrariedades que limiten encontrar las mejores soluciones en la resolución de los problemas multicriterio.

A raíz del Simposium de alto nivel denominado EUROGEN95, celebrado en nuestra Universidad y organizado por el CEANI (entre los conferenciantes invitados estuvo David Goldberg discípulo de



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

Holland y pionero en aplicaciones a la Ingeniería de los Algoritmos Genéticos, ó Schwefel y Whitley entre otros), evento que obtuvo una subvención de la Comisión Europa Dirección General XII, surgió la oportunidad de creación de la red europea INGENET a fin de tender puentes de cooperación entre la comunidades científicas de universidades e importantes industrias europeas. Esta red fue fundada por el CEANI (Coordinador de la fase exploratoria y coordinador de la fase actual de implementación) conjuntamente con el INRIA y Dassault Aviation. Esta red está financiada por las Direcciones Generales XII y XIII en un programa BRITE y tuvo por objetivo principal lograr avances conjuntos entre Universidades e Industrias, particularmente entre nodos académicos (entre otros Universidad de Dortmund, Universidad LAFORIA/Paris 6, UPLGC a través del CEANI y CMA, etc.), nodos industriales (FIAT, DASA-Mercedes Benz, VALMET, NTUA, DASSAULT-AVIATION, SAAB, UNELCO) y nodos de Centros de Investigación Gubernamentales o Institucionales (INRIA de Francia, CIRA de Italia, INTA y Centro de Automática del CSIC de España).

Entre las tareas principales fue la de coordinar investigación innovadora en algoritmos genéticos, colaborar en la realización de aplicaciones de interés para las Industrias Europeas en las áreas de Automoción, Energía, Aeronáutica, Acústica, Electrónica, Electromagnetismo, la celebración de Seminarios y Cursos Avanzados de formación y difusión científica en técnicas de optimización y control, colaborar en configuraciones de bases de datos de la red, organización de workshops competitivos entre los nodos para discernir y discutir las técnicas más eficientes. También se llevaron a cabo aplicaciones numéricas en áreas de interés para la Región Canaria, entre otras optimización de emisarios submarinos, optimización y control de sistemas monitorizados de seguimiento de variables de impacto ambiental, etc.

Publicaciones más significativas:

Economic and environmental optimal control in dumping of sewage, B. González, B. Galván, G. Winter, Sixth International Conference on Computer Modelling and Experimental Measurements of Seas and Coastal Regions (COASTAL ENGINEERING 2003), 23 - 25 June 2003, Cadiz, Spain

Solving economic and environmental optimal control in dumping of sewage with a flexible and parallel evolutionary computation. G. Winter, B. Galván, B. González, D. Greiner, O. Mansogo, S. Alonso, Conference Parallel Computational Fluid Dynamics (PCFD03). Mayo 2003, Moscú, Rusia.

Optimal placement of wastewater outfalls by a flexible evolution algorithm. B. González, B. Galván and G. Winter, En K. C. Giannakoglou, D. T. Tsahalis, J. Periaux, K. D. Papailiou and T. Fogarty (Eds.): Evolutionary Methods for Design, Optimisation and Control with Applications to Industrial Problems (Proceedings of the EUROGEN2001 Conference), pp. 436-441, 2001.

Localización óptima de vertidos de aguas residuales usando un algoritmo de evolución flexible, Autores : B.González, B.Galván y G.Winter, V Congreso de Métodos Numéricos en Ingeniería, organizado por la Sociedad Española de Métodos Numéricos en Ingeniería (SEMNI) , las Asociación Portuguesa de Mecánica Teórica, Aplicada y Computacional (APMTAC) y la ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la UPM, Madrid, 3-6 Junio, 2002

Economic dispatch optimisation in electric power systems by a flexible evolution agent, G. Winter, B. Galván, B. González, S. Alonso, International Congress on Evolutionary Methods for Design, Optimization and Control with Applications to Industrial Problems: EUROGEN 2003, organizado por CIMNE en Asociación con las redes europeas EVOnet e INGENet. Barcelona, 2003

Economical and environmental electric power dispatch optimisation. Gabriel Winter, David Greiner, Blas Galván, Begoña González, EUROGEN03 Conference : "Evolutionary Methods for Design, Optimisation and Control with Applications to Industrial and Societal Problems"



organizado por CIMNE en Asociación con las redes europeas EVOnet e INGenet, Barcelona, September 15-17, 2003.

- Optimización económica y medio ambiental del despacho de cargas en sistemas eléctricos de potencia. En Sesión Invitada organizada por GW & Jacques Periaux , Sesión 1B : Computación inteligente y evolutiva en aplicaciones complejas de la industria y aplicaciones test de la base de datos europea INGENET del Segundo Congreso Español de Metaheurísticas, Algoritmos Evolutivos y Bioinspirados (MAEB'03). (pp 54-60 de las Actas). Gijón, 5, 6 y 7 de Febrero de 2003.
- Optimización del despacho de cargas en sistemas eléctricos de potencia con un agente de evolución flexible. Gabriel Winter, David Greiner, Blas Galván, Begoña González, Segundo Congreso Español de Metaheurísticas, Algoritmos Evolutivos y Bioinspirados (MAEB'03). pp 452-459 de las Actas. Gijón, 5, 6 y 7 de Feb. 2003.
- Optimal placement of wastewater outfalls by a flexible evolution algorithm. B. González, B. Galván and G. Winter, En K. C. Giannakoglou, D. T. Tsahalis, J. Periaux, K. D. Papailiou and T. Fogarty (Eds.): Evolutionary Methods for Design, Optimisation and Control with Applications to Industrial Problems (Proceedings of the EUROGEN2001 Conference), pp. 436-441, 2001.
- Optimal load shedding and restoration on isolated electric power systems, using the dispatch of network control centre by genetic algorithms. Gabriel Winter, Miguel Martínez, Blas Galván y Bernardino Martín del Toro, Energy Session del III INGENET WORKSHOP, Gran Canaria, Hotel Gloria Palace ,14 de diciembre de 2.000
- Optimal load shedding and restoration on isolated electric power systems, using the dispatch of network control centre by genetic algorithms. Report en ingenet database (INRIA (Sofia Antópolis) <http://www-sop.inria.fr/sinus/ingenet> , <http://ingenet.ulpgc.es>); Network Industrial design and control applications using Genetic Algorithms and evolution strategies.2000
- Optimización mediante algoritmos genéticos del proceso de deslastre y reposición de carga en sistemas eléctricos de potencia aislados usando el despacho de telecontrol. M. Martínez, G. Winter, B. Galván y B. Martín del Toro en el Congreso Hispano - Luso de Ingeniería Eléctrica. Madrid 2.000.
- Dispatch, load-shedding and restoration process on isolated electric power systems by gasmultiobjective power dispatch optimization, B. Galván, G. Winter, M. Cruz. Coautor de este documento para el "Open Day" organizado por INGENET (Networked Industrial Design and Control Applications Using Genetic Algorithms and Evolution Strategies), Instituto Von Karman, Waterbossesteeweg, Bélgica, Junio 2001.
- Parallel evolutionary computation for solving complex cfd optimization problems : a review and some nozzle applications, B. Galvan, D. Greiner, J. Périaux, M. Sefrioui and G. Winter, proceeding del Parallel Computational Fluid Dynamics 2002 por invitación de los organizadores del PCFD02, pp.573-604 , 2003 , Elsevier. Jefe Editor : Kenichi Matsuno *
- Agente de evolución flexible: cooperación y competición entre operadores genéticos con codificación real. Silvia Alonso, Blas Galván, Begoña González, Juan Jiménez, Sesión Invitada: Codificación Real en Algoritmos Genéticos, organizada por Francisco Herrera, en el Segundo Congreso Español de Metaheurísticas, Algoritmos Evolutivos y Bioinspirados (MAEB'03) (pp 224-231 de las Actas). Gijón, 5, 6 y 7 de Febrero de 2003.
- Evolving from genetic algorithms to flexible evolution agents, G. Winter, B. Galván, S. Alonso y B. González Late-Breaking Papers of the Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO - 2002), New York, July 11-13, 2002.



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

8. APRENDIZAJE AUTOMÁTICO Y MINERÍA DE DATOS

Descripción: Aplicación de las técnicas de aprendizaje automático y minería de datos en problemas de clasificación para sistemas de visión por computador, de interfaces hombre máquina y para tratamientos de bases de datos genómicas. Se utilizarán técnicas de aprendizaje automático entre las que se destaca la maquina de soporte vectorial que permite encontrar clasificadores óptimos.

Aplicación de técnicas de aprendizaje automático y minería de datos en el tratamiento de la información en bases de datos genómicas y proteómicas. En este caso se contemplan la transformación de la base de datos Swiss-Prot en una base de datos relacional que regulariza la forma de suministrar datos a los procedimientos de minería de datos. Se utilizarán procedimientos de escalado multidimensional que permiten reducir la dimensionalidad de representación de los datos. Aplicación de técnicas de selección de características relevantes basadas en Teoría de la Información.

Interfaces de procedimientos de minería de datos con bases de datos relacionales, así como las interfaces con las arquitecturas de bases de datos de conectividad abierta (ODBC) que permiten independizar los procedimientos de interconexión del gestor de la base de datos. Utilización de los formatos de intercambio de datos como XML que progresivamente se están adoptando como standard

Contenidos: Técnicas avanzadas de Análisis de Datos. Árboles de Decisión. Análisis Bayesiano. Redes de Base Radial. Maquinas de Soporte Vectorial. Técnicas de Agrupamiento. Agrupamiento jerárquico. Agrupamiento Simbólico. Técnicas de Selección de Características. Métodos Lineales. PCA e ICA. Métodos no Lineales. MDS. Mapas de características autoorganizados. Teoría de la Información. Información mutua. Técnicas de Validación y Visualización de Datos. Minería de Datos y KDD. Tecnología de Datos. Bases de Datos. Lenguaje SQL. Conectividad Abierta. ODBC y JDBC. Intercambio de Datos. XML Herramientas de Análisis y Minería de Datos. MLC++. DBMiner.

Antecedentes y Experiencia en el Área de Aprendizaje y Minería de Datos: La disciplina de Aprendizaje Automático (Machine Learning) concierne con la obtención a partir de datos de conocimiento (Knowledge Data Discovery-KDD) o procedimientos generadores de conceptos más abstractos que los datos mismos. Históricamente el aprendizaje automático se puede considerar como la versión computacional de la Inducción. Efectivamente, la metodología más fructífera de machina learning es la denominada de aprendizaje inductivo a partir de muestras, es decir de datos.

La minería de datos puede considerarse una disciplina en la que los métodos teóricos son comunes o pertenecen al área del aprendizaje automático, pero que en la que se afrontan problemas especialmente dirigidos al tratamiento de volúmenes de información de grandes proporciones. Simplificadamente podemos considerar a la minería de datos como la ingeniería de la producción en masa del aprendizaje automático.

La masividad de las aplicaciones de minería de datos obliga a afrontar problemas relacionados con la naturaleza de la utilización de los datos o más específicamente de las bases de datos. Los aspectos adicionales que deben considerarse son las bases datos relacionales, los lenguajes de gestión y recuperación de la información como SQL, las bases de datos de conectividad abierta ODBC y JDBC así como aspectos de formatos de intercambio de datos como XML.

En minería de datos es muy importante la cuestión concerniente con los costes computacionales de los procedimientos de aprendizaje; más específicamente con la escalabilidad de los procedimientos en función del volumen de datos a considerar. De esta forma, buenos procedimientos en aprendizaje automático desde el punto de vista de la calidad de los resultados, pueden no serlo tanto en minería de datos si no pueden ser adecuadamente escalados sobre grandes bases de datos.

El grupo de profesores que imparten el Programa de Doctorado ha trabajado en los últimos años en materias de aprendizaje automático y minería de datos. En primer lugar como una consecuencia de utilización de estas técnicas para tareas de aprendizaje en visión por computador, y en segundo lugar



por la apertura de líneas de trabajo en el campo de tratamiento de la información contenida en base de datos biológicas, en concretos bases de datos de proteínas como Swiss-Prot. En concreto se están desarrollando tareas de codificar esta base de datos proteómica en una base de datos relacional que flexibilice la interface con procedimientos de minería de datos.

Como parte de la actividad los profesores que imparten el trabajo/seminario de investigación se encuentra la participación en la: Red Española de Minería de Datos y Aprendizaje Automático, financiada como red temática con el proyecto CICYT referencia: TIC2002-11124-E. Los trabajos más significativos desarrollados en los últimos años sobre materias de aprendizaje automático y minería de datos son:

- "Detection of Interdependences in Attribute Selection" J. Lorenzo, M. Hernández, J. Méndez. Lectures Notes in Artificial Intelligence, vol. 1510, pp. 212-220, Springer-Verlag. 2nd European Symposium on Principles of Data Mining and Knowledge Discovery (PKDD'98), Nantes (France), 1998, September.
- "A Procedure to Compute Prototypes for Data Mining in No-Structured Domains" J. Méndez, M. Hernandez, J. Lorenzo. Lectures Notes in Artificial Intelligence, vol. 1510, pp. 396-404, Springer-Verlag. 2nd European Symposium on Principles of Data Mining and Knowledge Discovery (PKDD'98), Nantes (France), 1998, September.
- "GD: A Measure Based on Information Theory for Attribute Selection" J. Lorenzo, M. Hernández, J. Méndez. Lectures Notes in Artificial Intelligence, vol. 1484, pp. 124-135, Springer-Verlag. Sixth Iberoamerican Conference on Artificial Intelligence (IBERAMIA'98), Lisbon (Portugal), 1998, October.
- "Selección de Atributos en Aprendizaje Automático basada en Teoría de la Información". Tesis Doctoral. J. Lorenzo Navarro. Univ. de Las Palmas de Gran Canaria, Julio, 2001
- "N-dimensional Mapping of Amino Acid Substitution Matrices" Méndez, Juan and Falcón, Antonio and Lorenzo, Javier. Proceedings of the Workshop on Bioinformatics and Artificial Intelligence, pp. 35-44. Sevilla, Spain, 12-15 November, 2002.
- "An Incremental Learning Algorithm for Face Recognition", O. Déniz, M. Castrillón, J. Lorenzo, M. Hernández. Lecture Notes in Computer Science, vol. 2359, pp. 1-9, Springer-Verlag, PostECCV'02 Workshop on Biometric Authentication, Copenhagen, Denmark, June 2002.
- "A Procedure for Biological Sensitive Pattern Matching in Protein Sequences", Juan Méndez, Antonio Falcón and Javier Lorenzo. Lectures Notes in Computer Science, 1st Iberian Conference on Pattern Recognition and Image Analysis. 4-6 June 2003, Pto. Andratx, (Mallorca, Spain)
- "Face Recognition using Independent Component Analysis and Support Vector Machines", Oscar Déniz Suárez, Modesto Castrillón Santana and Mario Hernández Tejera. Pattern Recognition Letters, vol 24, issue 13, Pages 2153-2157, September 2003.

9. INTELIGENCIA PERCEPTUAL

Descripción: Se trata de desarrollar aplicaciones de los métodos y técnicas propios de la Inteligencia Artificial al ámbito de los sistemas inteligentes. La interacción del hombre con la tecnología es, desde un punto de vista psicológico y sociológico, fundamentalmente social y natural. Estudios recientes en Psicología de la Comunicación confirman la validez de la hipótesis de que la Interacción Hombre-Máquina muestra la misma dinámica que la Interacción Hombre-Hombre, mostrando experimentalmente que, primero las personas tendemos a tratar a los computadores como actores sociales dotados de intenciones y a responderles como si de entes racionales se tratase y segundo, que las personas aplican implícitamente normas sociales en las Interacciones Hombre-Máquina, basándose en sus propias referencias culturales. Es decir, las personas trasladamos a nuestra interacción con la tecnología actitudes y conductas similares a las que exhibimos en la interacción con otras personas. Si



nos acercamos desde el punto de vista de desarrollo, debemos acercarnos con una estrategia adecuada. Daniel C. Dennet propuso un soporte filosófico estratégico para el análisis, interpretación y desarrollo del comportamiento de entidades inteligentes: La Actitud Intencional, que se basa en considerar que el comportamiento de un sistema complejo como dotado de intencionalidad. El principio que la teoría establece es que: si conoces las creencias que una entidad posee acerca del entorno y conoces sus deseos, entonces puedes predecir sus acciones. Es decir y en nuestro contexto, la teoría establece que si en un agente se pueden representar creencias (estado del mundo a través de información sensorial) sobre su entorno y posee capacidad de deseo (es decir, de fijación de objetivos), entonces seremos capaces de generar acciones apropiadas para el agente. Este principio se ha utilizado en los últimos años en experimentos y realizados sobre diversos ámbitos relacionados con la generación de agentes psicológicamente plausibles, como agentes inteligentes interfaz, agentes animados o en la creación de caracteres sintéticos.

Un carácter es un caso particular de un agente inteligente en el que no sólo interesa el desarrollo de un sistema capaz de alcanzar los objetivos para los que se le diseña, sino que además importa la manera en que se implica en ese proceso. Además de los objetivos, interesa que el comportamiento (en el sentido de Turing) que un observador externo detecta en el agente, muestre características concretas de inteligencia y personalidad en su comportamiento. Un campo de aplicación de las técnicas de inteligencia artificial en tiempo real que está recibiendo creciente interés en los últimos años es la gestión del comportamiento de caracteres sintéticos, que presentan múltiples posibilidades de utilización, tanto en lo que se refiere a los sistemas inteligentes de interacción bajo el paradigma de las interfaces preceptuales de usuario (PUI) uni o multimodales, o de los caracteres de los personajes en el ámbito de los videojuegos. En este trabajo se pretende investigar en los diferentes aspectos de la gestión de caracteres sintéticos, tanto en las herramientas de ayuda a la edición, depuración y ejecución, como en la utilización de arquitecturas especiales para ello: redes de autómatas finitos, sistemas basados en reglas, redes de comportamientos, análisis de entorno o arquitecturas inteligentes avanzadas como las bdi. Se pretende también que sea un marco para investigar y experimentar también con aspectos de la inteligencia y la autonomía de los caracteres como es el caso del aprendizaje de conductas.

Un primer dominio de experimentación de la humanización de la interacción ha sido en la personificación de los denominados agentes interfaz, es decir aquellos que asisten al usuario en la realización de las tareas rutinarias, donde se ha planteado por primera vez la cuestión de cómo hacer la interfaz más utilizable y más agradable. La primera visión de la personificación de la interfaz se refiere a su antropomorfismo, es decir a su asociación a algún carácter sintético que tenga aspecto antropomórfico. Nicholas Negroponte afirma que las interfaces basadas en agentes deben ser sociales y activas para soportar tareas de cooperación entre usuario y agente. Pattie Maes hace notar que el asunto clave para el desarrollo de agentes interfaz que tengan éxito como elementos de interacción es hacer que el usuario comprenda cuáles son las capacidades y limitaciones del agente, así como, cuál es su modo de operar. Los estudios experimentales de Koda en esta línea le permiten extraer las siguientes conclusiones interesantes acerca del uso de interfaces antropomórficas:

- Las personas tienden a interpretar las caras y las expresiones faciales
- La presencia de caras y expresiones se considera algo agradable y atractivo
- Entre más realista es la cara, más inteligente, agradable y confortable se la considera
- Un aspecto de animal es más agradable que una cara humana

Sin embargo, la utilización de referencias antropomórficas o en su caso, animales, centradas en el aspecto físico no resulta suficiente para el desarrollo de una interacción eficaz. Resulta preciso también que la interfaz disponga de capacidad de reacción humanizada en su relación con las personas. Esa característica implica que su historia, o evolución de su comportamiento a lo largo del tiempo en un proceso de interacción, presente el aspecto de un Carácter Creíble (believable character),



es decir, del comportamiento de un agente en el que resulta muy importante, no solo la consecución de sus objetivos, sino la manera en la que eso ocurre. En otras palabras, resulta importante la secuenciación de sus acciones y que además, exista una consistencia en su discurso y que este pueda entenderse como reflejo de objetivos, estado mental y personalidad. Se ha identificado un conjunto de conceptos sociológicos que se presentan como favorecedores y de requerimientos estructurales que se plantean como necesarios de la creación de agentes sociales autónomos capaces de comportarse e interactuar de manera realista como humanos virtuales. Los requerimientos incluyen una arquitectura con múltiples comportamientos, un mecanismo de conmutación entre ellos, la acción acorde con el entorno y contexto social, un mecanismo cognitivo básico, la disponibilidad de unos comportamientos estándar y una actuación acorde con valores sociales.

Estos elementos definen que las condiciones mínimas que debe cumplir un agente que genere acciones creíbles implican unos mínimos de complejidad en su arquitectura cognitiva. El agente debe seleccionar sus acciones por sí mismo y debe componerlas adecuadamente. Se han realizado investigaciones por parte de investigadores de distintas áreas: etólogos como Tinbergen o científicos del área de la Inteligencia Artificial y la Robótica como Rodney Brooks, Pattie Maes o Marvin Minsky], que lideran la escuela de la Inteligencia Artificial Basada en Comportamientos (BBAI). Se han utilizado soluciones arquitectónicas basadas en Autómatas Finitos, como ocurre con la Arquitectura de Supresión (Subsumption), o en sistemas basados en reglas. Sin embargo, estas soluciones presentan limitaciones, ya que no resultan suficientes para modelar conductas humanas de cierto nivel de complejidad.

Las características básicas que debe poseer un carácter sintético creíble se resumen a continuación. Debe ser:

- Robusto: es decir, debe basar sus decisiones en conocimiento imperfecto
- Reactivo: debe reaccionar convenientemente ante cambios repentinos
- Adaptable: debe aprender de su experiencia con el mundo
- Expresivo: es decir, tener personalidad y expresar sensaciones y estados de ánimo
- Sensible: es decir mostrar sentido común
- Escalable: en su complejidad.

Antecedentes y Experiencia en el Área: En lenguaje sencillo, podemos decir que la Inteligencia Perceptual es la rama del área de sistemas inteligentes que presta atención al desarrollo de sistemas que prestan atención a la gente de su entorno y tienden a reflexionar sobre ello de manera que les sea posible relacionarse con dichas personas de manera similar a como lo haría otra persona. Esta es una rama que ha comenzado a recibir creciente interés en los últimos años y se dedica a todos los aspectos de la interrelación en el sentido expresado anteriormente en contextos muy diversos donde la interacción inteligente con personas resulte de utilidad. La experiencia en Inteligencia Perceptual en nuestro grupo surge como consecuencia del historial investigador de los directores científicos de la división de Sistemas Inteligentes. Esa evolución se produce desde el momento que se comienza con problemas de visión en tiempo real según el paradigma de visión activa y visión como propósito para aplicaciones de interacción en los proyectos “Sistema de Detección de Objetos Móviles Basado en Visión Activa” (Consejería de Educación Gobierno Autónomo Canario/ Dirección General de Universidades e Investigación - Proyecto num. 2668P) y “Sistema Percepto-Efector para Detección y Seguimiento de Objetos Móviles” (financiado por C.I.C.Y.T.- Proyecto num. TAP95-0288). En ellos se obtienen interesantes resultados en el ámbito de la visión en tiempo real y se experimenta por primera vez con los comportamientos de interacción, dando como conclusión, por un lado un conjunto de aportaciones científico-técnicas y unos demostradores (entre ellos el sistema DESEO) y una conclusión muy importante y es que, para la interacción con personas no solo hay que realizar de manera eficiente los procesos visomotores correspondientes, sino que para que estos sean efectivos, deben de permitir la interpretación de los procesos por parte de los observadores externos desde el



punto de vista de la actitud intencional. Esta importante experiencia deriva en los planteamientos para los desarrollos de la actividad investigadora en el Proyecto Coordinado “Sistema Percepto-Efector Interactivo para Servicios en Museos”, subproyecto “Sistema Integrado Precepto-Efector para el Seguimiento e Interacción con Personas en Contextos con Egomovimiento” (entidad financiadora: C.I.C.Y.T.-FEDER - Proyecto num. 1FD97-1580-C02-02), que dio como resultado tangible el robot de servicios interactivo ELDI, dotado de diversas capacidades precepto-efectoras y de comportamientos organizados según una arquitectura basada en comportamientos. La conclusión científica más importante es que para el desarrollo de caracteres creíbles en el sentido de la actitud intencional se hace preciso disponer de una arquitectura de funcionamiento que permita generar secuencias de comportamientos naturales y lo mas correladas posibles con las que realizaría un humano. Esto resulta difícil de conseguir en historias a largo plazo con arquitecturas como la utilizada en ELDI, por lo que en el proyecto “Sistema Interactivo Multimodal basado en Técnicas de Visión Activa y Arquitecturas Multiagente” (Consejería de Educación Gobierno Autónomo Canario/ Dirección General de Universidades e Investigación - Proyecto Num.: PI2000/042 se aborda un objetivo doble: desarrollos científicos en las capacidades multisensoriales de un sistema senso-efector interactivo físico dotado de capacidades visuales y auditivas diversas, y su integración experimentado con una arquitectura de agente creíble basada en criterios de naturaleza cognitiva. Como resultado de este trabajo se consigue desarrollar la plataforma CASIMIRO que integra capacidades multisensoriales y multimotoras a través de una arquitectura basada en redes de comportamientos, así como proponer y desarrollar una solución arquitectónica cognitiva denominada BDIE, que se basa en extender las ideas seminales de Georgeff y Rao incluyendo capacidades emocionales en los diferentes módulos de procesamiento de la arquitectura de agentes BDI.

Actualmente el grupo se dedica al desarrollo de nuevas capacidades para los procesos sensoriales, como son las correspondientes al aprendizaje, la habituación, la autorregulación y el robustecimiento para mejorar la correlación de las capacidades con las humanas a través de los proyectos “Experimentación con Mecanismos de Control Homeostático y de Habituación en Comportamientos Visuales” (financiado por la Univ. de Las Palmas de Gran Canaria - Proy. núm. UNI2002/16), “Homeostasis en Visión Artificial para Interacción Natural Robusta”, (Entidad financiadora Consejería de Educación Gobierno Autónomo Canario / Dirección General de Universidades e Investigación Proyecto Num.: PI2003/165) y “Técnicas para el Robustecimiento de Procesos en Visión Artificial para la Interacción” (Entidad financiadora: Ministerio de Educación y Ciencia y FEDER - Ref. TIN2004-07087).

Trabajos más significativos desarrollados:

- Hernández F.M., Cabrera J., Castrillón M., Domínguez A. C., Guerra C., Hernández D., Isern J., “DESEO: An Active Vision System for Detection, Tracking and Recognition”, LNCS vol. 1542 pp. 376-391, 1999
- Hernández F.M., “Intelligent Agents and Applications”, Conferencia Invitada en International Conference on Modelling and Simulation MS’2000, Septiembre 2000
- Cabrera J., Hernández D., Domínguez A. C., Castrillón M., Lorenzo J., Isern J., Guerra C., Pérez I., Falcón A., Hernández F.M., Méndez, J. “Experiences with a Museum Robot”, Workshop on Edutainment Robots 2000, Septiembre, 2000
- C. Domínguez Brito, J. Cabrera Gámez, D. Hernández Sosa, M. Castrillón Santana, J. Lorenzo Navarro, J. Isern González, C. Guerra Artal, I. Pérez Pérez, A. Falcón Martel, M. Hernández Tejera, J. Méndez Rodríguez, “ELDI: an Agent base Museum Robot”, Systems Science, , ISSN 0137-1223, Vol. 27(4), 2001
- J. Lorenzo, M. Hernández, "Habituation Based on Spectrogram Analysis", LNCS vol. 2527, pp. 893-902, Noviembre 2002



- O. Déniz Suárez, M. Castrillón Santana, J. Lorenzo Navarro, F. M. Hernández Tejera, "An Incremental Learning Algorithm for Face Recognition", LNCS vol. 2359, pp.1-9, 2002
- O. Déniz, M. Castrillón, J. Lorenzo, C. Guerra, D. Hernández, M. Hernández, "CASIMIRO: A Robot Head for Human-Computer Interaction", Procs. of IEEE Int. Workshop on Robot and Human Interactive Communication, Septiembre 20002
- O. Déniz, M. Castrillón, J. Lorenzo, C. Guerra, D. Hernández, M. Hernández, "CASIMIRO: A Robot Head for Human-Computer Interaction", Procs. of 11th IEEE Int. Workshop on Robot and Human Interactive Communication, Septiembre 2002
- Javier Lorenzo, Mario Hernández, "A Habituation Mechanism for a Perceptual User Interface", Procs. of the 11th IEEE Int. Workshop on Robot and Human Interactive Communication, Septiembre 2002
- O. Déniz, M. Castrillón, J. Lorenzo, M. Hernández, "El Método IRDB: Aprendizaje Incremental para el Reconocimiento de Caras", Revista Electrónica de Visión por Computador, ISSN 1575-5228, 2002
- O. Déniz Suárez, J. Lorenzo Navarro, M. Hernández Tejera, "A Computational Mechanism for Habituation in Perceptual User Interfaces", Procs. of the Int. Conference on Computational Intelligence for Modelling-CIMCA'2003, Febrero 2003
- M. Déniz Suárez, J. Lorenzo Navarro, M. Hernández Tejera, "Multimodal Attention System for an Interactive Robot", Procs. of IEEE Int. Workshop on Robot and Human Interactive Communication, Junio, 2003
- O. Déniz Suárez, J. Lorenzo Navarro M. Castrillón Santana, F. M. Hernández Tejera, "Multimodal Attention System for An Interactive Robot", LNCS vol. 2625, pp. 212-220, Junio 2003
- Oscar Déniz, Javier Lorenzo and Mario Hernández, "A simple habituation mechanism for perceptual user interfaces", Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial, Vol. VIII(23), pp. 7-16, 2004
- David J. Hernández, Oscar Déniz, Javier Lorenzo, Mario Hernández, "BDIE: A BDI like architecture with emotional capabilities", Proc. of the Symp. on "Architectures for Modeling Emotion: Cross-Disciplinary Foundations", Marzo 2004
- J. Lorenzo, M. Castrillón, M. Hernández, and O. Déniz, "Introduction of Homeostatic Regulation in Face Detection", Procs. of the 4th Int. Workshop on Pattern Recognition in Information Systems, 2004
- Daniel Hernández, Javier Lorenzo, Antonio C. Domínguez, Josep Isern "A Proposal of a Homeostatic-Adaptive Control for a Robotic System", VII Workshop de Agentes Físicos, WAF'2006, April 27-28, Las Palmas de Gran Canaria, Spain
- Javier Lorenzo-Navarro, Daniel Hernández, Cayetano Guerra and José Isern-González, "A Proposal For an Homeostasis Based Adaptive Vision System ", Lecture Notes in Computer Science, Pattern Recognition and Image Analysis: Second Iberian Conference, IbPRIA 2005, Estoril, Portugal, June 7-9, 2005, Proceedings, Part I, Editors: Jorge S. Marques, Nicolás Pérez de la Blanca, Pedro Pina, Volume 3522/2005, Springer-Verlag, 2005.



10. SIMULACIÓN DE PROCESOS DE SEPARACIÓN EN INGENIERÍA QUÍMICA

Descripción: El concepto de estado de equilibrio hace posible el diseño adecuado de los procesos de separación, lógicamente todo ello considerando o dependiendo de los conocimientos que se posean sobre las complejas operaciones de transferencia de materia y energía que ocurren en un determinado estado. Los pasos a seguir son, imaginarse un proceso (complejo o no) hipotético o irreal, cuyos pasos sean estados de equilibrio, luego se crea inicialmente sobre el papel dicho proceso con el fin de estudiar la consecución de unos determinados objetivos en una planta real. El número de estados de equilibrio que se necesitan en ese proceso hipotético está relacionado con el número que se establecen realmente para conseguir los contactos mediante factores de proporcionalidad (eficacia de cada uno de los estados de equilibrio), por ello el empleo de factores de escala es importante. La construcción o definición de los posible estados de equilibrio de un proceso permite al ingeniero diseñar el sistema completo, con las corrientes y los bypass necesarios para considerar las operaciones de transferencia materia-energía que tienen lugar realmente.

Es normal que las operaciones de transferencia deban ser tenidas en cuenta en la predicción de los rendimientos/eficacia de los estados de equilibrio, pero es más sencillo aproximar el cálculo de la eficacia de un determinado estado mediante el conocimiento directo del problema. A partir de este punto e vista, el concepto de estado de equilibrio representa una simplificación trascendente.

El concepto de estado de equilibrio se basa en la presunción de que las fases que abandonan el estado están en equilibrio termodinámico. Por ello, la separación de las fases produce corrientes de salida que también están en equilibrio. Con todo este planteamiento, un estado de equilibrio puede simularse en un equipo o instalación industrial y pueden analizarse así operaciones de separación tan importantes como la destilación, la absorción, la extracción en términos de estados ideales de equilibrio.

Fases del trabajo. El empleo de los conceptos de estado de equilibrio para la simulación de un proceso industrial de separación, en un trabajo concreto, requiere de tres aspectos o partes fundamentales.

- Primero, si se asume la consecución de un estado de equilibrio debe emplearse un método para la predicción de las composiciones en cada una de las fases (procesos de transferencia de materia).
- Segundo, deben calcularse el número de estados de equilibrio que se requieren para llevar a cabo una determinada separación (o bien, dicho de otra forma, la separación que se consigue con un número dado de estados de equilibrio).
- Tercero, calcular el número de estados de equilibrio que debe transformarse en a un número de pasos o estados reales de contacto entre fases, problema del escalado.

De las tres fases del trabajo, la segunda de ellas es la más sencilla, aunque nunca haya sido resuelto completamente, a pesar de los potentes computadores actuales, un problema con multitud de fases y multicomponentes (caso del tratamiento de productos petrolíferos). La primera y la tercera parte del problema total del diseño rivalizan en complejidad. La predicción exacta de las composiciones de equilibrio en sistemas no-ideales necesita de una comprensión en profundidad. De la misma forma, la relación precisa entre un estado de equilibrio y el correspondiente real conlleva problemas de transferencia de momentos, de energía calorífica, y de materia en situaciones que pueden ser tan complejas que los métodos accesibles actualmente de análisis no son muy adecuados. En ambos casos, los modelos matemáticos empíricos y aquellos más simplificados deben ser continuamente trabajados hasta conseguir respuestas prácticas.

Algunos detalles del trabajo tutelado se plantean en base a las tres partes anteriormente mencionadas y en el mismo orden en que son presentadas.



- Así, primero tratar de familiarizarse con algunos conceptos simples de cantidades (específicamente las termodinámicas) con métodos de correlación para sistemas de equilibrio entre las distintas fases, líquido-vapor y líquido-líquido principalmente. No descartamos aquí emplear datos experimentales originales. Asimismo, tampoco se descarta la realización de una parte experimental, obteniendo datos de equilibrio (la única forma de conseguirlos) utilizando sistemas binarios o ternarios. Ejemplo de simulación con bases de datos y simuladores de cantidades termofísicas.
- Luego, en una segunda fase del trabajo se presentan los métodos de cálculo del número de estados o etapas que se requieren en un proceso hipotético de separación. Utilización de simuladores comerciales.
- En la última fase se traslada los métodos utilizados en hipotéticos casos de equilibrio al diseño de plantas reales. No se descarta el completo diseño sobre papel (utilizando herramientas propias de diseño asistido por ordenador) de sistemas de separación y construcción a nivel piloto a escala de laboratorio.

Publicaciones más significativas:

- J. Ortega. “Desarrollo de un modelo simple para correlacionar cantidades termodinámicas de sistemas multicomponentes” Rev. Acad. Canaria Ciencias, XIII (1-2-3), 115-135 (2001).
- J. Ortega. “Implementación de un algoritmo genético en los cálculos de equilibrio líquido-vapor”. Rev. Acad. Canaria Ciencias, XIII (1-2-3), 137-152 (2001).
- J. Ortega. “Basic Studies of Mixtures at Moderate Pressures” TRENDS IN CHEMICAL ENGINEERING, 2 (1994) del Council of Scientific Research Integration.
- J. Ortega. “Tratamiento de los datos de equilibrio líquido-vapor en un calculador numérico”. Ingeniería Química, 142: 121 (1981).
- J. Ortega, F. Espiau, M. Postigo. “Isobaric Vapor-Liquid Equilibria and Excess Quantities for Binary Mixtures of an Ethyl Ester+tert-Butanol and a New Approach to VLE Data Processing. J. of Chem. and Eng. Data, 48: 916 (2003).
- J. Ortega, F. Espiau. A New Correlation Method for Vapor-Liquid Equilibria and Excess Enthalpies for Nonideal Solutions Using a Genetic Algorithm. Application to Ethanol+an n-Alkane Mixtures. Ind. Eng. Chem. Res., 42(20), 4978 (2003).
- B. Smith. “Design of Equilibrium Stage Processes” Mc. Graw-Hill, 1989.



11. INGENIERÍA DOMÓTICA

Descripción General: Ingeniería Domótica es el nombre que recibe una metodología que establece la infraestructura donde órdenes y contenidos de tipo multimedia son suministrados y distribuidos por todo un edificio de forma automática a través de equipos que integran un computador empotrado. Esta interoperabilidad se fundamenta en una red física de ordenadores basados en un protocolo de red como puede ser Konnex, Universal Plug & Play (UPnP), Lonworks, etc, o alternativamente definido por el estudiante como resultado de un proceso de investigación. La arquitectura de red domótica permite que aplicaciones ejecutadas en dispositivos físicos conectados a una red local puedan intercambiar información y datos de forma sencilla y transparente a los habitantes del edificio. De esta forma, no se necesita que el usuario tenga que ser un experto en la configuración de redes, dispositivos o sistemas operativos. Las arquitecturas de red se deben diseñar para ser independientes del fabricante de los dispositivos domóticos, sistema operativos, lenguajes de programación, etc.

En estos trabajos de investigación se pretende diseñar e implementar a través de simulación una arquitectura de red para sistemas domóticos que se instalen en edificios inteligentes y multimedia. Esta red podrá estar integrada por electrodomésticos, computadores personales, pantallas, equipos de sonido, etc., los cuales permitirán realizar dos tipos de tareas de automatización. El primer tipo corresponde a tareas de aprendizaje del comportamiento de los habitantes del edificio, que se caracterizan y guardan en formato digital. El segundo tipo de tareas consiste en utilizar los resultados del aprendizaje para activar la red domótica de forma automática sin la intervención humana. Normalmente, las actividades que se caracterizan en el aprendizaje y luego se activan automáticamente son: simulación de presencia, activación del control de clima, activación del riego, alarmas, encendido de la televisión, visualización de una película en formato DVD, etc.

Objetivos del Trabajo de Investigación: Se proponen cubrir los siguientes objetivos:

- Objetivo 1. Formar al estudiante para especializarse y realizar investigación en Domótica e Inteligencia Ambiental.
- Objetivo 2. Diseñar una arquitectura de red domótica para edificios inteligentes que incluye transmisión de órdenes de control y de grandes volúmenes de datos multimedia.
- Objetivo 3. Implementar la arquitectura de red domótica a través de simulación.
- Objetivo 4. Emular el comportamiento de la propuesta de red domótica a través de dispositivos reales.

Metodología: Cada estudiante alcanzará los objetivos previos a través de varias etapas que se describen a continuación.

- Etapa 1. Consulta del Estado del Arte. En esta etapa se analizarán los libros y artículos más relevantes que están relacionados con los objetivos del trabajo de investigación.
- Etapa 2. Definición de Objetivos Específicos de Investigación. Durante esta etapa se concretarán las funcionalidades que debe disponer el sistema domótico que el estudiante diseñará. Se partirá de comportamientos reales tipos en edificios inteligentes y multimedia.
- Etapa 3. Diseño de la Red Domótica. Se diseña la infraestructura hardware y software de la red que alcanzará los objetivos que se definan en la Etapa 2.
- Etapa 4. Implementación del Simulador de Red Domótica. Etapa principal del trabajo que consiste en realizar un simulador software que permita realizar experimentos y tomar medidas cuantitativas del comportamiento de la red domótica diseñada en la Etapa 3.
- Etapa 5. Emulación. En esta etapa se realizará una validación de todo el trabajo realizado en el proyecto a través de la implementación de la funcionalidad de la red domótica utilizando equipos convencionales.



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

- Etapa 6. Documentación. Por último se redactará un documento donde se expongan los resultados de cada una de las fases anteriores.

Referencias:

- G. Acampora and V. Loia, Fuzzy Control Interoperability and Scalability for Adaptive Domotic Framework; IEEE Transactions on Industrial Informatics, 1(2):97-111, 2005.
- T. Basten, M. Geilen, H. Groot; Ambient Intelligence: Impact on Embedded System Design; Kluwer Academic Publishers, 2003.
- T. Gu, H. Pung, and Da QingZhang; Toward an OSGI-based infrastructure for context-aware applications; IEEE PERVASIVE Computing, pp.66–74, October-December 2004.
- M. Jeronimo and J. Weast; UPnP Design by Example: A Software Designer's Guide to Universal Plug and Play; Intel, 2003.
- R. Montanari, E. Lupu, and C. Stefanelli; Policy-Based Dynamic Reconfiguration of Mobile-Code Applications; IEEE Computer 37, 7 (Jul. 2004), 73-80.
- P. Remagnino, G. Foresti, T. Ellis; Ambient Intelligence; Springer-Verlag New York Inc, 2004.
- P. Remagnino, G. Foresti; Ambient Intelligence: A New Paradigm; IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A 35(1)1-6, 2005.